



ИПМ им.М.В.Келдыша РАН

Онлайновая библиотека



Г.Г. Малинецкий

Развитие компьютерного
пространства как фактор
стратегической
стабильности России

Рекомендуемая форма библиографической ссылки

Малинецкий Г.Г. Развитие компьютерного пространства как фактор стратегической стабильности России. М.: ИПМ им.М.В.Келдыша, 2024. 104 с.

doi: [10.20948/mono-2024-malin](https://doi.org/10.20948/mono-2024-malin)

URL: <https://keldysh.ru/e-biblio/malin/>



Г.Г. Малинецкий

**Развитие
компьютерного пространства
как фактор
стратегической стабильности
России**

Г.Г. Малинецкий

**РАЗВИТИЕ
КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОСТРАНСТВА
КАК ФАКТОР
СТРАТЕГИЧЕСКОЙ СТАБИЛЬНОСТИ
РОССИИ**

2024

УДК 303.732
ББК 32.965я73
М19

Малинецкий Г.Г. Развитие компьютерного пространства как фактор стратегической стабильности России – М: ИПМ им. М.В. Келдыша, 2024. – 104 с.

Представлена обновленная и расширенная редакция доклада, сделанного в Санкт-Петербурге в 2023 году на XXVII Международной конференции «Системный анализ в проектировании и управлении».

Рецензент доктор технических наук В.А. Судаков

Аннотация

Техносферу часто называют второй природой, сравнивая ее с биосферой. С неменьшим основанием формирующуюся компьютерную реальность можно назвать третьей природой. Состояние и перспективы развития нашей цивилизации – мира России – сейчас определяются во многом её координатами в этом пространстве. Взлет математической промышленности и компьютерных технологий начали становиться важным компонентом стратегической стабильности в нашем мире.

Этот круг проблем и пути их решения рассматриваются с междисциплинарных позиций. При этом особое значение имеет в таком анализе теория самоорганизации или синергетика. Развитие третьей природы – компьютерной реальности – кардинально меняет инструменты и сценарий самоорганизации в социальной сфере, в экономике, в военном пространстве.

В этой области и мир, и Россия находятся в точке бифуркации, в которой выбор определит достаток и безопасность людей в настоящее время, а также их место и роль в новой реальности в обозримом будущем. Компьютеры многократно увеличили наши возможности и одновременно создали очень серьезные риски.

Возможности государства определяются проекцией его состояния на социальное, экономическое и военное пространства. Компьютеры и сети могут дать инструмент для тотального социального контроля общества. В мире машин и искусственного интеллекта может не найтись места для труда большинства людей, и это может преобразить наш мир. В мире вооружений мы подошли к эпохе «безлюдных войн» и «войн с неизвестным противником». В сфере международных отношений возникло огромное пространство, где следует договариваться. Открывается реальный шанс для отката в Новое Средневековье. В статье обсуждаются и эти стратегические угрозы, и усилия, которые следует предпринять, чтобы после бифуркации оказаться на восходящей, а не на нисходящей ветви развития.

Ключевые слова: компьютерное пространство, стратегическая стабильность, международные отношения, управление рисками, национальная безопасность, самоорганизация, отставание, искусственный интеллект, математическая промышленность, экономическое пространство, безлюдные войны, интернет, пространство культуры

Abstract

The technosphere, when compared to the biosphere, is often called second nature. The emerging computer reality can justifiably be called third nature. The state and prospects for the development of our civilization (the world of Russia) are now determined largely by its coordinates in this space. The rise of the mathematics industry and computer technology has begun to become an important component of strategic stability in our world.

I consider this range of problems and ways to solve them from an interdisciplinary perspective. The theory of self-organization (synergetics) is of particular importance in such an analysis. The development of third nature (computer reality) radically changes the tools and scenario of self-organization in the social sphere, in the economy, and in the military space.

Both the world and Russia are at a bifurcation point, in which the choice will determine the prosperity and security of people at the present time, as well as their place and role in the new reality in the foreseeable future. Computers have greatly increased our capabilities and at the same time created very serious risks.

The capabilities of the state are determined by the projection of its state onto the social, economic and military spaces. Computers and networks can provide a tool for total social control of society. In a world of machines and artificial intelligence, there may be no room for the work of most people, and this could transform our world. We have reached the era of “unmanned wars” and “wars with an unknown enemy” in the world of weapons. A huge space has emerged in the sphere of international relations where negotiations should be made. There is a danger of a rollback to the New Middle Ages. I discuss both these strategic threats and the efforts that must be made to ensure that, after the bifurcation, we find ourselves on an ascending rather than a descending branch of development.

Keywords: computer space, strategic stability, international relations, risk management, national security, self-organization, lag, artificial intelligence, mathematical industry, economic space, deserted wars, Internet, cultural space

Введение

Со времен Геродота, Тацита и многих других античных историков развитие, победы и поражения государств мыслились как результат решений, принятых первыми лицами, – планом, организацией, управлением.

Не отрицая важности решений, принимаемых руководителями, обратим внимание на ограниченность возможностей отдельного человека.

Во-первых, лица, принимающие решения, обычно сталкиваются с ограничениями, которые часто совсем не очевидны людям, которым эти решения приходится исполнять.

Во-вторых, психологи утверждают, что человек может, принимая решение, учесть лишь 5-7 факторов, определяющих выбор.

В-третьих, активно, творчески мы можем взаимодействовать лишь с 5-7 людьми. С остальными либо опосредованно, поручая это своим заместителям, либо стандартно, объясняя многим одно и то же. Именно это показывает история – «ближний круг» руководителей составляет не более 5-7 человек.

В-четвертых, ограничены наши возможности взаимодействовать. Реально действующий штаб, формирующийся в чрезвычайных ситуациях, как показывают психологи, может включать не более 15-17 человек. Мнение большего числа людей руководитель не может принять во внимание. Если команда помощников оказывается существенно больше, то в ней формируется «подштаб», реально ведущий дела, при которых остальные привлеченные лица только присутствуют.

В-пятых, ограничено количество постоянных социальных связей, которые человек может поддерживать. Поддержание таких связей предполагает знание отличительных черт каждого из людей в сфере своего взаимодействия, его характера и социального положения, что требует существенных интеллектуальных ресурсов. Это количество определяется *числом Данбара*, которое в разных сообществах лежит в диапазоне от 100 до 230; чаще всего его принимают 150. (Антропологи связывают это число с количеством жителей в неолитических поселениях).

Как же человечеству удастся справиться с проектами, воплощение которых требует участия сотен тысяч и миллионов людей?

Традиционных инструмента два.

Построение иерархических структур. Слово иерархия происходит от двух греческих слов «священноначалие» и «начало, начальство, власть». Оно означает расположение частей и элементов от высшего к низшему, в социальных системах обычно имеет место *принцип подчиненности* нижних уровней верхним.

При этом на каждом уровне перед человеком должны ставиться посильные задачи, соответствующие средним способностям.

Характерный пример – конструирование самолета, требующее определения 1,5 тыс. параметров. 5-7 ключевых параметров машины определяет генеральный конструктор, по 5-7 других параметров, позволяющих выйти на те характеристики, которые определил генеральный конструктор, выбирают его заместители. Они, в свою очередь, поручают определить по 5-7 параметров своим сотрудникам и т.д.

Понятно, что ошибки на нижнем уровне (не говоря о верхних) могут испортить конструкцию. При этом выполнение своих задач нижними уровнями часто требует усилий и от тех, кто находится выше, и от тех, кто ниже. Поэтому ключевую роль в таких системах играет *обратная связь* – отзыв, отклик, ответная реакция на получаемую информацию или совершаемое действие.

Различные социальные структуры определяются количеством уровней в них, числом людей на каждом из этих уровней и организацией обратных связей. При хорошей организации ошибки в результате обратной связи исправляются, корректируются, принимаемые решения уточняются. У старых чиновников в ходу поговорка «Порядок бьет класс», – хорошо организованная работа сотрудников среднего уровня обычно превосходит по своему результату усилия группы талантливых одиночек.

Наиболее существенные и «дорогие» ошибки делаются на верхних этажах управленческой структуры – как правило, их не удастся исправить усилиями на других этажах административной иерархии.

Второй путь решения управленческих задач – специализация. В ходе специализации создаются системы для решения одного конкретного класса проблем – армия, система средних школ, пенсионный фонд, прокуратура и т.д.

Это позволяет упростить ситуацию.

Конечно, обществу бы хотелось, чтобы его проблемы решали яркие, талантливые люди, способные подойти к порученным делам не формально, а рассмотреть их по существу. Однако таких людей не хватает! Поэтому принимаются законы, уставы, используются технологии, которыми может воспользоваться человек со средними способностями, получивший необходимое образование. Польский фантаст, футуролог и философ Станислав Лем в книге «Сумма технологии», вышедшей в 1964 г., определил последние так: *«технологии, то есть обусловленные состоянием знаний и общественной эффективностью способы достижения целей, поставленных обществом, в том числе и таких, которые никто, приступая к делу, не имел в виду»* [1: 4].

Более того, можно сказать, что человечество является *технологической цивилизацией* – столкнувшись с проблемой, оно придумывает способ её решения, использует его и передает следующему поколению.

1. Самоорганизация и главный противник России

Не верю клятвам или заверениям со ссылкой на так называемый гуманизм. Единственным оружием против одной технологии является другая технология.

С. Лем. «Сумма технологии»

Уровень общества в современном мире определяется технологиями (промышленными, экологическими, медицинскими, образовательными, научными), которыми оно владеет.

Но организации недостаточно! В современном автомобиле более 10 тыс. частей, в самолете – более 100 тыс. Невозможно точно рассказать каждому рабочему, что надо делать, собирая сложные конструкции. Сложные иерархические конструкции есть у пчел, у муравьев, у приматов, но их общества не развиваются, не двигаются вперед. В чем же дело? Как наш вид выиграл в процессе эволюции, стал абсолютным хищником на планете?

Это результат *самоорганизации* – формирования упорядоченности, коллективных действий, направленных на решение задачи, без каких-либо указаний извне.

Ключевые достижения нашей цивилизации можно рассматривать как создание инструментов, облегчающих самоорганизацию и совместные действия людей. Здесь и формирование навыков коллективных усилий для охоты и защиты, речь, письменность, усилия общества, приводящие к формированию законов, рынок, литература, книгопечатание, радио, телевидение, компьютерные социальные сети.

Ясное понимание этого пришло в 1970-е гг. вместе с появлением *теории самоорганизации* или *синергетики*. Последний термин, введенный физиком-теоретиком Германом Хакеном, происходит от греческих слов, обозначающих «совместное действие». Сейчас это понимание появляется не только у ученых, но и в обществе. «Решающую роль в завоевании нами мира сыграла наша способность объединять в сообщества массы людей. Современное человечество правит планетой не потому, что отдельно взятый человек более умный и более умелый, чем отдельно взятый шимпанзе или волк, а потому, что *Homo Sapiens* – единственный на Земле вид, способный гибко взаимодействовать в многочисленных группах. Интеллект очень важен. Но не научись люди гибко взаимодействовать в массовом масштабе, наши изобретательные мозги и умелые руки до сих пор были бы заняты расщеплением кремня, а не атомов урана... Насколько известно, только *Homo Sapiens* способен в очень гибких формах взаимодействовать с неограниченным числом незнакомцев», – пишет автор одного из недавно появившихся бестселлеров [2: 157,158].

Именно способность к самоорганизации является нашим ключевым преимуществом, определившим ход эволюции на Земле. Это показывает зависимость числа людей на планете N от времени t .

В XIX в. демограф, экономист, священник Томас Мальтус построил теорию, в соответствии с которой численность любого вида в условиях недостатка ресурсов растет в геометрической прогрессии – увеличивается в одинаковое число раз за одинаковые промежутки времени.

Или на языке дифференциальных уравнений численность $N(t)$ определяется решениями задачи

$$\frac{dN}{dt} = \alpha N, \quad N(0) = N_0, \quad (1)$$

где число α называется мальтузианским коэффициентом, а величина N_0 равна начальной численности популяции. Эта зависимость характерна для всех видов, начиная от амёб и кончая слонами, но не для человека. Мы более 200 тыс. лет росли гораздо быстрее, не в соответствии с *уравнением Мальтуса* (1), а в соответствии с *уравнением Капицы* (2)

$$\frac{dN}{dt} = \beta N^2, \quad N(0) = N_0. \quad (2)$$

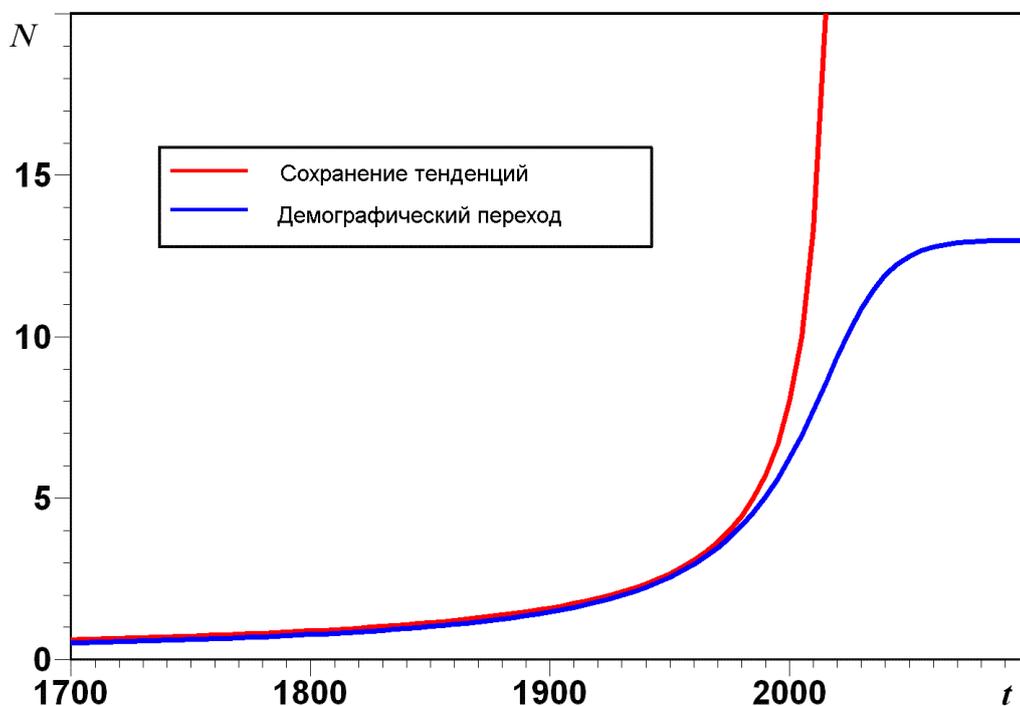


Рис. 1. Закон роста народонаселения в мире. Верхняя кривая соответствует гиперболическому закону, нижняя – результатам наблюдения и прогнозам. Видно, что мы имеем дело с глобальным демографическим переходом – ключевым событием переживаемой эпохи

График решения этого уравнения представляет собой известную из школьных уроков математики гиперболу (см. рис. 1)

$$N(t) \sim (t_f - t)^{-1}, t_f \approx 2025 \text{ год}. \quad (3)$$

Величину $t_f(N_0)$ называют *моментом обострения*. Если бы зависимость, определявшая рост численности человечества в течение сотен веков, сохранилась, то нас к 2025 г. на планете стало бы бесконечно много.

Конечно, этого не происходит. Начинается другая эпоха. Мы переживаем самый крутой поворот в истории человечества, который далее подробно обсудим.

Понимание важности глобальных законов, характеризующих всё человечество, в нашей стране во многом связано с именем выдающегося просветителя России Сергея Петровича Капицы. Благодаря его усилиям начала создаваться *глобальная демография*, имеющая дело с численностями людей не отдельных стран, а всей планеты в целом [3].

Наше преимущество в том, что мы, *благодаря самоорганизации, научились передавать знания о жизнеспасающих технологиях в пространстве* (из региона в регион) *и во времени* (от поколения к поколению). Математик, философ, мыслитель Никита Николаевич Моисеев считал, что взлет человечества связан с формированием системы УЧИТЕЛЬ, с осознания того, что пожилые люди, уже не способные охотиться, могут передавать свои знания и опыт, важные для следующего поколения, детям и внукам.

На наших глазах многое изменилось, и предстоящие перемены, вероятно, будут ещё более радикальными.

Чтобы жить дольше и лучше, человек создал *техносферу* – искусственную среду обитания с ее заводами, домами, магистралями, одеждой и многими другими творениями людей. Ее иногда называют *второй природой*. На наших глазах формируется и развивается компьютерное пространство, которое можно назвать *третьей природой*. Это пространство кардинально меняет технологии и масштабы социальной самоорганизации. Численность активных пользователей крупнейших социальных сетей уже превысила число граждан крупнейших государств (см. рис. 2). Одной из двух самых важных заповедей, «на которых утверждается весь закон и пророки», Христос назвал: «Возлюби ближнего, как самого себя» (Мф. 22: 37-40). Интернет и социальные сети позволили «возлюбить дальнего своего» или образ, который этот человек создал в сети. Например, число пользователей сети Instagram в 2019 г. превысило 1,28 млрд. При этом за жизнью отдельных лиц может следить огромное количество людей. Например, более 455 млн следят за аккаунтом футболиста Криштиана Роналду.

Естественно, влияние популярных блогеров на общественное сознание может быть очень велико. Возлюбив дальних, человек может меньше внимания обращать на ближних. Пользуясь терминалом или мобильником,

он может «сжигать» своё свободное время, играя или черпая информацию о чужой призрачной реальности...

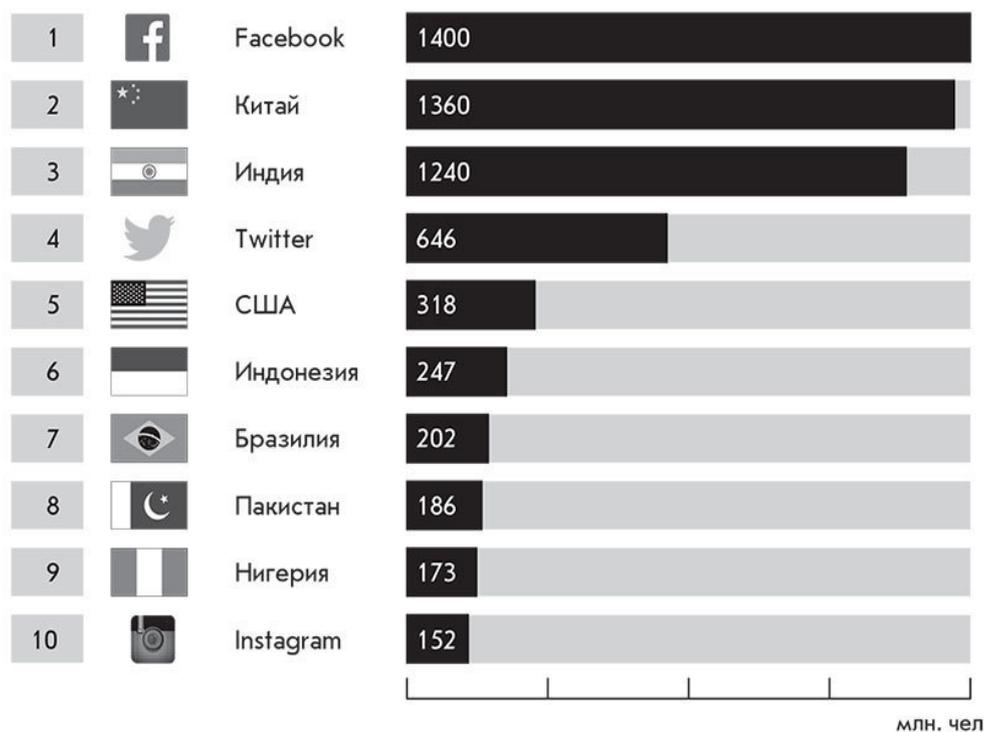


Рис. 2. 10 наиболее крупных на 2016 г. людских популяций (в млн чел.) [4]

Третья природа преобразила вторую и изменила место человека в мире. Поражает разнообразие применений компьютеров – автоматизация производства, новые системы вооружений, связь, замена библиотек, концертных залов, средств массовой информации (СМИ), переводчиков, научные исследования, рынки, растущая роль в образовании и спорте. Третью природу можно сравнить с нервной системой современного общества. По оценке основателя и руководителя Давосского экономического форума Клауса Шваба в настоящее время происходит *Четвертая промышленная революция*, неразрывно связанная с применением и развитием компьютерных систем: «...я считаю, что сегодня мы стоим у истоков четвертой промышленной революции. Она началась на рубеже нового тысячелетия и опирается на цифровую революцию. Её основные черты – это и «вездесущий» и мобильный Интернет, миниатюрные производственные устройства (которые постоянно дешевеют), искусственный интеллект и обучающиеся машины». [4: 16].

Изменения происходят очень быстро, и сегодня трудно прогнозировать итоги переживаемого периода истории. В 1950-х гг. создатель кибернетики Норберт Винер с большой тревогой говорил об автоматизации производства, видя в ней не только достоинства, но и существенные недостатки. По его мысли людям со средними и низкими способностями со временем

будет просто нечего продать на рынке капиталистического общества. Социологи считают, что в развитых странах сегодня из 100 работающих 2 трудятся в сельском хозяйстве, 10 – в промышленности, 13 – в сфере управления, 75 – в области обслуживания людей. Компьютерная революция в последней области, и не только в ней, может оставить многих без дела. В настоящее время произошла революция в сфере искусственного интеллекта. Опираясь на теорию самоорганизации, инженеры создали так называемые *нейронные сети*, которые преуспели в распознавании образов (выявление больных на основе данных анализов, перевод текста на сотню языков, выявление траектории одного человека из многих миллионов людей по данным видеонаблюдения и т.д.). Были созданы методы, алгоритмы, подходы, позволяющие таким машинам «учить друг друга», меняя связи между элементами своей сети. По ходу обучения или игр с себе подобными происходит *самоорганизация элементов сети*. Обученные таким образом машины, не «зная» партий, сыгранных людьми, «научились» играть в го, не говоря уже о шахматах и шашках, на уровне, превосходящем возможности самых сильных игроков среди людей. По оценке одного из ведущих специалистов по искусственному интеллекту Кай-фу Ли через 10-15 лет *половина* работающих в США останется без того дела, которым занимается сейчас. Их заменят компьютеры и системы искусственного интеллекта. Очевидно, это приведет к очень глубоким социальным переменам [5].

История показывает, что, чем более масштабные задачи приходилось решать, тем большая самоорганизация, более активные и согласованные действия оказывались нужны, – от семьи или племени до цивилизаций и всего человечества. Наша эпоха не является исключением.

Генеральный секретарь ООН Антониу Гуттериш, выступая в 2020 г., сравнил нынешнюю ситуацию с той, которая описана в Откровении Иоанна Богослова, и связана с четырьмя всадниками апокалипсиса, скачущими по земле и несущими беды, горе, войны и болезни людям: «Наш мир приближается к точек невозврата. Я вижу четырех «всадников» – четыре надвигающиеся угрозы, которые представляют опасность для прогресса и всего потенциала XXI века».

Первый всадник предстает в облики высочайшей геополитической напряженности, «теракты безжалостно собирают новые жертвы, растет ядерная угроза. Больше людей вынуждены покинуть свои дома из-за войны и преследований, чем когда-либо после Второй мировой войны».

В качестве второго всадника он видит «экзистенциальный климатический кризис». «Рост средней мировой температуры продолжает бить рекорды. Миллионам видов живых существ в ближайшее время будет угрожать вымирание... Наша планета горит», – продолжает он.

По его мнению, «третий всадник – это глубокое и растущее глобальное недоверие... Как продемонстрировали буквально накануне наши соб-

ственные доклады, два человека из трех живут в странах, где выросло неравенство. Снижается доверие к политическим институтам».

В качестве четвертой глобальной угрозы Гуттериш назвал «обратную сторону цифрового мира»: «Технологический прогресс идет быстрее, чем наши способности ему соответствовать или даже его осознавать... Несмотря на огромные блага, которые несут новые технологии, происходит злоупотребление ими для совершения преступлений, разжигания ненависти, распространения недостоверной информации, угнетения и эксплуатации людей, а также нарушения частной жизни» [6].

Конечно, коллективные усилия, самоорганизация на международном уровне могли бы помочь справиться с этими «всадниками». Например, в результате заключения договоров об ограничении стратегических ядерных вооружений между СССР и США количество боеголовок на носителях стратегических ядерных вооружений удалось уменьшить в несколько раз. В настоящее время США вышли практически из всех договоров, касающихся ограничения вооружений.

На саммите в Рио-де-Жанейро в 1992 г. лидеры ведущих стран пришли к выводу о необходимости устойчивого (самоподдерживающегося) развития человечества на планете, приняли соответствующие документы, но и здесь успехи оставляют желать лучшего.

В 2022 г. Первым комитетом 77-сессии Генеральной ассамблеи ООН был принят российский проект резолюции по международной кибербезопасности.

В Министерстве иностранных дел констатировали: «Стратегическая задача – формирование системы международной информационной безопасности на основе универсальных юридически обязывающих договоренностей, способствующих предотвращению конфликтов в информационном пространстве и развитию межгосударственного сотрудничества» [7]. Очевидно, путь к созданию такой системы не близкий.

К сожалению, в настоящее время Запад следует *концепции столкновения цивилизаций*, сформулированной американским социологом С. Хантингтоном [8]. В его книге построена теория, предполагающая, что XXI в. станет временем беспощадной схватки 8 сложившихся на Земле цивилизаций за тающие невозполнимые природные ресурсы. При этом диалог между цивилизациями невозможен, поскольку они исходят из разных смыслов, ценностей, проектов будущего. При этом мир России он называет «восточнохристианской цивилизацией». Он считает её слабой, «расколотой», в которой 10-15% общества близки идеалам Запада, а подавляющему большинству населения гораздо ближе советский образ жизни. Запад сейчас исходит из традиционной для XIX и XX вв. *стратегии обмена технологического и военного превосходства на ещё более полное доминирование в мире*. Идеалом Запада был бы однополярный мир под эгидой США и повторение XX в. с его капиталистическим мироустройством и, возможно,

несколькими мировыми войнами вне американской территории. Пример похожего мироустройства демонстрирует Великобритания конца XIX в., над владениями которой не заходило солнце.

Обратим внимание на очень важное понятие «цивилизации». Американский футуролог Элвин Тоффлер интерпретирует его так: «Мы мчимся к полностью иной структуре власти, которая создает мир, разделенный не на два, а на три четко определенные, контрастирующие и конкурентные цивилизации. Первую из них символизирует мотыга, вторую – сборочная линия, третью – компьютер.

Термин «цивилизация» звучит несколько претенциозно, особенно для американского уха, но нет другого термина достаточно всеобъемлющего, чтобы он охватывал такие вопросы, как технологии, семейная жизнь, религия, культура, политика, экономика, иерархическая структура, руководство, система ценностей, половая мораль и эпистемология...

Измените все эти социальные, технологические и культурные элементы одновременно – и вы получите не переход, а преобразование; не просто новое общество, но начало – как минимум – полностью новой цивилизации.

Однако ввести на планете новую цивилизацию и ожидать мира и спокойствия – это верх политической наивности. У каждой цивилизации есть свои экономические (не говоря уже о политических и военных) требования.

В разделенном натрое мире сектор Первой волны поставляет сельскохозяйственные и минеральные ресурсы, сектор Второй волны дает дешевый труд и массовое производство, а быстро расширяющийся сектор Третьей волны восходит к доминированию, основанному на новых способах, которыми создается и используется знание.

Страны Третьей волны продают всему миру информацию и новшества, менеджмент, культуру и поп-культуру, передовые технологии, программное обеспечение, образование, профессиональное обучение, здравоохранение и другие услуги. Одной из этих услуг может оказаться военная защита, основанная на владении превосходящими вооруженными силами Третьей волны» [9: 50-52].

Понятно, что цивилизации Третьей волны превосходят те, которые относятся ко Второй, а последние опережают и могут добиться своего в соперничестве с обществами Первой волны.

Цивилизационный подход развивается не первое столетие. Многие мыслители – Н.Я. Данилевский, О. Шпенглер, А. Тойнби, Л.Н. Гумилёв отдавали должное российской цивилизации и писали о её больших перспективах. Профессор Н.М. Ракитянский считает, что для цивилизации необходимы *самосознание, самодетерминация и самопроектирование*, что ключевую роль для развития этой общности играет религия, лежавшая в основе её самоорганизации.

Исходя из этого, существенно отличаются политические миры, менталитет, стратегии разных цивилизаций [10].

Отдавая должное исследованию деталей цивилизационного развития, заметим, что в XXI в. ученым, политикам, инженерам, военным, руководителям всё в большей степени становится очевидным такой концепт, как *технологический императив развития цивилизации*. Владение набором ключевых технологий определяет возможности сотрудничества и соперничества данной цивилизации с другими.

На этот императив обращает особое внимание Президент в Послании Федеральному Собранию 01.03.2018: «И наконец, в мире сегодня накапливается громадный технологический потенциал, который позволяет совершить настоящий рывок в повышении качества жизни людей, в модернизации экономики, инфраструктуры и государственного управления. Насколько эффективно мы сможем использовать колоссальные возможности технологической революции, как ответим на её вызов, зависит только от нас. И в этом смысле ближайшие годы станут решающими для будущего страны... Дело в том, что скорость технологических изменений нарастает стремительно, идет резко вверх. Тот, кто использует эту технологическую волну, вырвется далеко вперед. Тех, кто не сможет этого сделать, она, эта волна, просто захлестнёт, утопит. Технологическое отставание, зависимость означает снижение безопасности и экономических возможностей страны, а в результате – потерю суверенитета. Именно так, а не иначе обстоит дело... Повторю, изменения в мире носят цивилизационный характер, и масштаб этого вызова требует от нас такого же сильного ответа... Именно отставание – вот главная угроза, вот наш враг. Если не переменим ситуацию, оно будет неизбежно усиливаться» [11].

И мир, и Россия переживают важный момент своей истории. Часто говорят, что эти системы оказались в *точке бифуркации*. Этот термин был введен выдающимся математиком, физиком, философом Анри Пуанкаре в 1885 г. Он означает качественное изменение поведения системы, зависящей от параметра, при малом изменении этого параметра.

Смысл этого определения ясен из простого школьного примера. Посмотрим, какие решения имеет квадратное уравнение

$$x^2 - \lambda = 0. \quad (4)$$

Когда $\lambda < 0$ у этого уравнения нет решений, при $\lambda > 0$ их становится два $x = \pm\sqrt{\lambda}$. Именно при $\lambda = 0$ происходит бифуркация (само это значение называют *точкой бифуркации*). Иногда говорят о точке принятия решения, ситуации выбора.

Допустим, что уравнение (4) – математическая модель некоторого процесса. Какое решение система выберет при $\lambda > 0$? Здесь ситуация как с буридановым ослом. Средневековый философ Жан Буридан считал, что

осел, находящийся между двумя охапками сена, не сможет выбрать между ними и умрет от голода. Мы, будучи реалистами, понимаем, что малые, случайные факторы, в конце концов, определяют, какое решение будет выбрано.

При этом термин бифуркация оказался глубоким и содержательным и перешел в общественное сознание. Сама эволюция сегодня часто рассматривается как последовательность бифуркаций, которые система проходит в ходе развития. В точке бифуркации система особенно чувствительна по отношению к внешним воздействиям.

Сообщества, находящиеся в точке бифуркации, могут быть чувствительны по отношению к действиям малых партий, отдельных лиц, влиянию книг или статей. Каков правильный выбор? Как пройти эту неустойчивость? Ответ найти трудно – в этой точке могут активно действовать несколько сил, партий, стран, игроков. Кроме того, пройдя разными способами точку бифуркации, мы часто сталкиваемся с разными рисками и различными факторами, влияющими на нашу траекторию, которых раньше не было.

Один из путей, который Запад в течение многих лет навязывал миру, связан с *глобализацией*. Под этим американские элиты и поддерживающие их силы понимали *процесс всемирной экономической, политической, культурной унификации и создание условий для беспрепятственного движения через государственные границы идей, людей, капиталов, информации, технологий, товаров*.

При таком понимании глобализации страны, или имеющие малую долю прибавочного продукта, или при отсутствии промышленности, необходимой для переработки собственных ресурсов, или не способные защищать свои национальные интересы с помощью военной силы, оказываются в проигрышном положении.

К странам, находящимся в проигрыше, при западном варианте экономической интеграции относится и Россия, расположенная в экстремальной географической зоне. Значительная часть нашей страны лежит в холодной, по мировым меркам, области. Это означает высокую стоимость капитального строительства, основных фондов, большие энергетические затраты на обогрев жилья и производства и дорогую рабочую силу, требующую теплую одежду, обогреваемых домов и полноценного питания. Отсюда следует вывод, иногда называемый теоремой Паршева: **«Поэтому в условиях свободного перемещения капитала ни один инвестор, ни наш, ни зарубежный, не будет вкладывать средства в развитие практически ни одного производства на территории России... Никаких инвестиций в нашу промышленность нет и не будет. То есть каждый буржуй понимает, что значительная часть его денег, вложенная в российскую промышленность, будет истрачена просто на борьбу с неблагоприятными условиями, без всякой пользы для конечного продукта»** [12: 95].

Приведем только одну количественную иллюстрацию этого утверждения. Если считать, что в странах с идеальным климатом (Иордания, Кипр, Таиланд, Зимбабве) для обеспечения приемлемого уровня существования, условно говоря, требуется одна «единица энергии», то в других странах цифры иные – Мексика – в 1,6 раз больше, в странах Западной Европы – от 2 до 2,5 раз, в США – в 5 раз, в обитаемой части России – в 8 раз [12: 92].

Отсюда следует, что у нас нет возможности жить по «общим правилам», навязываемым США. В историю вошел ответ Сталина на подобное предложение Рузвельта: «Я всегда думал, что демократия – это власть народа, но вот товарищ Рузвельт мне доходчиво объяснил, что демократия – это власть американского народа».

Попытки Запада навязать «общие правила» в экономике, политике, сфере международных отношений отторгаются руководством России. «Только и слышим со всех сторон: «Запад отстаивает порядок, основанный на правилах». Откуда они взяли, кто вообще видел эти правила? Кто согласовывал? Послушайте, это просто бред какой-то... Россия – великая тысячелетняя держава, страна-цивилизация и по таким подтасованным фальшивым правилам жить не будет» [13].

Отсюда следует несколько выводов.

В долгосрочной перспективе в международной торговле Россия должна участвовать с продукцией высоких технологий. Мы должны делать и продавать то, что не умеют производить другие.

Рассматривая мир России как уникальную самостоятельную цивилизацию, следует обеспечить *системную достаточность* социально-экономической системы. Всё необходимое и для нормальной жизни, и для чрезвычайных ситуаций мы должны уметь придумывать, разрабатывать и производить сами. Более 10 тыс. санкций, наложенных на Россию, и кризис проекта «глобализации по-американски» в этом полностью убеждают.

Необходима *политика протекционизма*, обеспечивающая возможность развития собственного производства, а с ним науки и образования.

Из страны должно вывозиться не больше, чем в неё ввозится, – следует поддерживать своё хозяйство, а не экономику других государств.

Политика – искусство возможного. Тем не менее, незыблемыми основами стратегии и политики страны должны оставаться *традиционные духовно-нравственные ценности*. В Указе Президента от 09.11.2022 они формулируются так: «К традиционным ценностям относятся жизнь, достоинство, права и свободы человека, патриотизм, гражданственность, служение Отчеству и ответственность за его судьбу, высокие нравственные идеалы, крепкая семья, созидательный труд, приоритет духовного над материальным, гуманизм, милосердие, справедливость, коллективизм, взаимопомощь и взаимное уважение, историческая память и преемственность поколений, единство народов России» [14].

Самоорганизация является ключевым элементом развития мировой цивилизации. Глобализация в области науки, образования, техники, культуры, социальных технологий должна самым активным образом развиваться. Мы должны воспринимать и предлагать миру то, что согласуется с нашими культурными кодами.

Третья природа, компьютерное пространство, которое сейчас создается и развивается, имеет для нашей страны особое значение. Это огромное пространство самоорганизации, поле для творчества нашего народа, возможность быстро и существенно улучшить нашу реальность.

Наглядным примером возможностей такого развития является превращение Китая в сверхдержаву искусственного интеллекта.

Выход на уровень ведущих стран в сфере компьютерной реальности требует крупных национальных научно-технических проектов.

В 2022 г. на разработку систем искусственного интеллекта в России тратилось в 350 раз меньше, чем в Китае. Очевидно, выход на передовые рубежи в мире требует многократного увеличения вложений в эту область в нашей стране.

История показывает, что такой взлет в нашем Отечестве, скорее всего, возможен. Атомный и Космический проекты, осуществленные в СССР, во многом определили историю XX в.

Президент Академии наук СССР академик М.В. Келдыш считал, что у страны должны быть 1-2 стратегических проекта, которые позволят поднять общество на новый, более высокий уровень развития. По его мысли после Атомного и Космического должен был последовать Компьютерный проект. Сейчас его реализация является принципиально важной для нашей страны. Этот проект приобрел стратегическое значение. Именно он сейчас является локомотивом для многих сфер жизнедеятельности в России.

2. От Пифагора до математической промышленности

Если мы не можем создать желаемые структуры в данной среде, то надо менять среду.

С.П. Курдюмов

«Свет мой, зеркальце! Скажи
Да всю правду доложи:
Я ль на свете всех милее,
Всех румяней и белее?».

А.С. Пушкин

Умение считать – один из важнейших инструментов самоорганизации людей и формирования технологической цивилизации. Определение расстояний, необходимого числа работников или воинов, сбор налогов,

измерение времени и астрономические наблюдения невозможны без чисел и умения оперировать ими. Ряд натуральных чисел – 1, 2, 3, 4, ... – одно из важнейших изобретений человечества. «Бог создал натуральные числа, всё остальное – дело рук человека», – говорил в XIX в. немецкий математик Леопольд Кронекер.

Торговля, определение доли наследства, голосования требовали умения считать. Историки утверждают, что народ развивал арифметику в Вавилоне и Древнем Египте в III–II тысячелетиях до нашей эры. Из более, чем 500 тыс. глиняных табличек около 400 связано с математикой. Ученые того времени владели большей частью нашей школьной математики – оперировали с пропорциями, решали квадратные уравнения, работали с арифметическими и геометрическими прогрессиями, знали дроби, понимали, как решить системы линейных уравнений или построить итерационные процессы, например, для того, чтобы приближенно посчитать $\sqrt{2}$.

По мнению известного математика Ван дер Вардена вавилоняне открыли теорему Пифагора между 2000 и 1786 гг. до н.э.

Выдающийся философ, математик, глава научной школы Пифагор (570–490 гг. до н.э.) утверждал: «Всё есть Число». Он был мистиком, и до сих пор многие люди строят «пифагорейские квадраты», чтобы выяснить способности близких по дате их рождения. Судя по легенде, доказав теорему Пифагора, мудрец принес в жертву Богам в благодарность за это 100 быков.

Во многом благодаря его научной школе начало формироваться современное отношение к доказательствам, ставшее одним из оснований европейской культуры. Принципиальным моментом является то, что доказательство не требует веры или признания авторитета. Именно поэтому его можно назвать школой свободы мысли.

Развитием такого подхода стало создание *аксиоматического метода* построения научных теорий. В этом методе вы выбираете небольшой ряд не доказываемых утверждений – аксиом. Множество последующих утверждений – теорем – получаются с помощью логических рассуждений – доказательств. Классическим образцом применения этого метода стали «Начала» Евклида, охватывающие всю известную в те времена математику.

Доказательства и аксиоматический подход стали инструментами самоорганизации ещё по двум причинам. Если приняты аксиомы, то утверждения, полученные с помощью доказательств, можно предъявить и другу, и врагу. Именно это позволит прийти к единому мнению. «Не будем спорить, давайте посчитаем», – говорил выдающийся математик Г.В. Лейбниц.

Кроме того, соответствующим доказательствам и теориям, следующим из них, можно научить рациональным путем, не опираясь на эмоции или интуицию. Это позволяет сохранить преемственность научного знания – передать следующим поколениям не только понятия, доказательства и

теоремы, но и точную формулировку решавшихся задач. Поэтому многие проблемы мы понимаем так же, как древние греки, и некоторые из них так же, как они, не можем решить.

Прообразом такого подхода в математике стало появившееся намного ранее законодательство – набор правил и следствий из них, в соответствии с которыми люди и должны жить в обществе.

Наши возможности считать и использовать результаты расчетов определяются инструментами, которыми мы для этого пользуемся.

Вероятно, первым широко используемым инструментом стали *счетные палочки*. Историки утверждают, что их придумали в Древнем Китае. Их простота и наглядность до сих пор позволяет объяснять азы арифметики младшеклассникам.

Более трех тысяч лет назад были придуманы счеты – рама со спицами, на которые нанизаны по 10 костяшек. До конца XX в. они использовались в торговле и бухгалтерском деле, пока их не заменили электронные калькуляторы. В школе, в первых классах, нас учили считать, пользуясь счетами.

Семнадцатое столетие стало веком взлета науки, технологий и математических открытий. Складывать и вычитать легко, а умножать и делить гораздо труднее. В 1614 г. шотландский математик-любитель Джон Непер выпустил книгу «Описание удивительной таблицы логарифмов». С помощью этой таблицы можно было свести умножение и деление к сложению и вычитанию (в школе полвека назад тоже учили работать с подобными таблицами). На этой основе английский пастор Уильям Отред (1575–1660) создал аналоговое вычислительное устройство – логарифмическую линейку, позволяющую делить, умножать, возводить в степень, извлекать квадратные корни. Точность расчетов составляла до трех значащих цифр. Этим инструментом пользовались примерно до 1980-х гг., когда они были вытеснены калькуляторами.

Первая советская атомная бомба рассчитывалась на логарифмической линейке. Глубокое понимание учеными и инженерами физических процессов при взрыве, оценки того, чем можно пренебречь, и как можно воспользоваться простыми алгоритмами, позволили использовать этот инструмент.

Следующие атомные бомбы рассчитывались на арифмометрах. В США лауреат Нобелевской премии по физике Ричард Фейнман в ходе разработки ядерного оружия также был руководителем бригады «расчетчиков».

К нынешнему прорыву вычислительной техники и прикладной математики, сделавшему их стратегическим ресурсом стран, блоков, цивилизаций, имеет прямое отношение несколько исторических вех.

В 1673 г. математик, философ, мыслитель Готфрид Лейбниц разработал устройство, на котором можно было умножать и делить. Это изобретение его вдохновило, и он предсказал, что «читающие машины» будут на-

столько информированными, объективными и беспристрастными, что смогут судить людей. Именно эта мечта классика и воплощается сейчас в системах *социального рейтингования*, использующих искусственный интеллект. В подобных устройствах на основе заданных разработчиками критериев обрабатываются массивы данных, содержащих сведения о данном человеке (письма, разговоры, перемещения, социальная активность и т.д.). После этого компьютер вырабатывает рекомендации о том, как наказывать или, напротив, поощрять этого человека. При таком подходе электронное устройство стоит над законами, принимавшимися людьми.

По сути, человек оказывается под постоянным наблюдением. Является ли такая реальность утопией или антиутопией? Это глубокий мировоззренческий вопрос, который различные цивилизации могут решать по-разному. Например, Кант считал, что в ходе развития цивилизации люди будут идти ко всё большей свободе. Сеть сенсоров («наблюдателей») и систем их обработки полностью ломает этот курс, но, с другой стороны, она является идеальным инструментом для мониторинга и управления обществом.

В XVII в. Исааком Ньютоном (1642–1727) были заложены *основы математического моделирования*. Под моделью здесь понимается *математическая конструкция, отражающая свойства реального объекта таким образом, что исследование модели позволяет получить новые знания об изучаемом объекте, прогнозировать его поведение или более эффективно управлять им*.

Модель является упрощенным, приближенным описанием реальности, обычно учитывающим только наиболее важные причинно-следственные связи. Во многих случаях это дает возможность описывать сложные процессы просто и позволяет понять изучаемые процессы. Классический пример дает описание движения планет по небосклону, опирающееся на второй закон Ньютона и закон всемирного тяготения. Движение планет наблюдали много веков, однако модель позволила разобраться, почему и как они двигаются.

Математик и философ Декарт (1596–1650) задал вопрос, можно ли предложить единый, универсальный способ решения *всех* математических задач.

Декарт в работе, написанной в 1637 г. «Рассуждение о методе, чтобы верно направлять свой разум и отыскивать истину в науках» (на которую протестантские богословы Голландии наложили проклятие), размышляя о принципиальных ограничениях машин, писал: «Во-первых, такая машина никогда не могла бы пользоваться словами или другими знаками, сочетая их так, как это делаем мы, чтобы сообщать другим свои мысли... Во-вторых, хотя такая машина многое могла бы сделать так же хорошо и, возможно, лучше, чем мы, в другом она непременно оказалась бы несостоятельной, и обнаружилось бы, что она действует не сознательно, а лишь благодаря расположению своих органов. Ибо в то время как разум – уни-

версальное орудие, могущее служить при самых разных обстоятельствах, органы машины нуждаются в особом расположении для каждого отдельного действия. Отсюда немисливо, чтобы в машине было столько расположений, чтобы она могла действовать во всех случаях жизни так, как нас заставляет действовать наш разум».

Декарт был пессимистом в отношении машин, однако он считал, что существует *универсальный метод решения всех математических задач*. Надеясь найти такой путь, он создал аналитическую геометрию, которая «переводит» геометрические задачи в алгебраическую форму, делая решение многих из них очевидным.

Выдающийся математик, философ и мыслитель Готфрид Вильгельм Лейбниц был гораздо большим оптимистом, чем Декарт, рассматривая математику как «науку о возможных мирах».

Классики XVII в. поставили ряд глубоких вопросов, которые исследователи обсуждают до настоящего времени, и на которые мы пока не знаем ответов.

Очень важным в этом контексте является понятие «алгоритма», происходящее от имени персидского ученого аль-Хорезми. Из его труда, написанного в 825 г., к нам пришли термин «алгебра», «цифра» и «шифр». Под *алгоритмом* сейчас понимается совокупность точно заданных правил (подробная инструкция) для решения определенного класса задач.

В 1900 г. немецкий математик Давид Гильберт, которого иногда называют «архитектором современной математики», сформулировал 23 проблемы. По его мнению, они должны были быть решены в течение XX в. и существенно продвинуть эту область знания. Десятую проблему можно сформулировать так: существует ли некая универсальная механическая процедура, позволяющая в принципе решить все математические задачи (из некоторого вполне определенного класса).

Эту проблему конкретизировал выдающийся математик и криптограф XX в. Алан Тьюринг. Он предложил универсальное устройство для выполнения алгоритмов, получившее название *машины Тьюринга* (см. рис. 3). Эта машина представляет собой неограниченную в обе стороны ленту, разбитую на ячейки, и управляющее устройство (называемое головкой записи-чтения). Число возможных состояний управляющего устройства конечно и точно задано. Это устройство может перемещаться вправо и влево по ленте, оставаться в неподвижном положении, читать и записывать в ячейки символы некоторого конечного алфавита. Управляющее устройство осуществляет алгоритм, выполняемый данной машиной Тьюринга.

Основная гипотеза теории алгоритмов определяется *тезисом Тьюринга*: «Любой алгоритм можно преобразовать в машину Тьюринга». Машина Тьюринга – это модель компьютера. Практически все современные вычислительные машины представляют собой несовершенные воплощения этой машины.

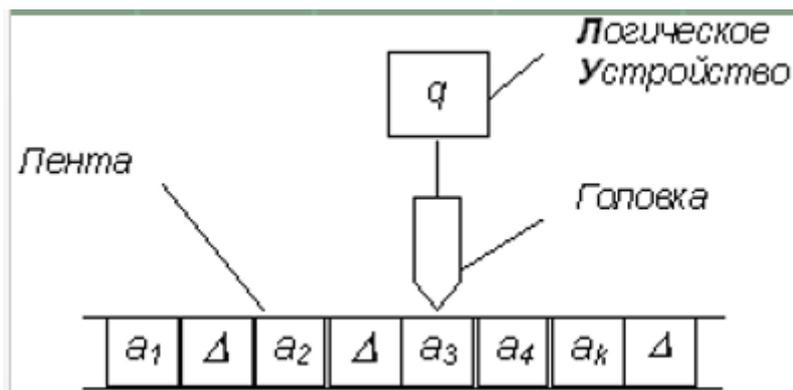


Рис. 3. Машина Тьюринга – основа всей вычислительной техники

По сути дела, компьютер был «изобретен» математиками ещё в 1930-х гг. Их производство началось в 1940-х гг., когда в таких машинах возникла острая потребность.

Стоит обратить внимание на появившуюся в XIX в. разницу между «теоретической» и «прикладной» математиками. Иногда студентам в шутку разницу объясняют так: «Теоретическая математика делает то, что можно, так, как нужно, а прикладная математика делает то, что нужно, так, как можно».

Дело в том, что в конце XIX в. было осознано, что многие математические результаты требуют строгого обоснования. Без такого обоснования формальные выкладки могут ничего не означать.

Докажем, например, что $M = 1$ – самое большое целое число. Вспомним, что $(M + 1)^2 = M^2 + 2M + 1$, следовательно $M^2 \geq M$. Но если M – наибольшее число, то таким же наибольшим числом должен бы был быть M^2 . Следовательно $M^2 = M$, и поэтому $M = 1$.

В чем наша ошибка? Да в том, что мы *допустили существование* самого большого числа.

Поэтому математики озаботились *вопросами существования и единственности* тех задач, которыми занимались. Корректны ли эти задачи? Насколько сильно зависит их решение от входящих в задачу параметров? Иногда осмысление этих вопросов просто заставляло совершенствовать формализм, а иногда приводило к новым идеям и подходам.

И Пифагор, и Платон считали, что математика не только прекрасна, но и единственна, что она – отражение божьего замысла, доступное людям. Оказалось, что это не так. В результате исследований выдающегося математика Н.И. Лобачевского (1792–1850) была построена первая неевклидова геометрия, а за ней последовали и другие. В XX в. стало ясно, что может быть много «математик». Методологические проблемы, а также размышления, какую из них предпочесть, занимали большое место в теоретической математике. Казалось, она вконец оторвалась от практики. Например, в 7-й проблеме Гильберта следовало выяснить, является ли чис-

ло $2^{\sqrt{2}}$ иррациональным. Совсем не очевидно, что ответ на этот вопрос может иметь большое практическое и теоретическое значение. Хотя, конечно, в истории бывает много неожиданностей. В 1934 г. выяснилось, что это число действительно является иррациональным.

В математике возможны разные системы аксиом и построение экзотических конструкций. Математика в этом отношении ближе к искусству. Она «шире» физики и её моделей и любой другой конкретной науки, связанной с наблюдениями, вычислениями и прогнозами.

Тем не менее, развитие теоретической математики во многом определялись приложениями. Выдающийся математик, академик В.И. Арнольд писал: «Вся математика делится на три части: криптография (оплачиваемая ЦРУ, КГБ и им подобными), гидродинамика (поддерживаемая производителями атомных подводных лодок) и небесная механика (финансируемая военными и другими организациями типа НАСА, имеющими отношение к ракетам).

Существование таинственных связей между всеми этими различными областями – самая поразительная и прекрасная сторона математики (не имеющая никакого разумного объяснения)... Сильвестр (1876) назвал удивительным интеллектуальным феноменом тот факт, что *общие утверждения проще, чем их частные случаи...* Согласно Сильвестру, *математическая идея не должна застывать в аксиоматической форме, а должна течь подобно реке»* [15: 1,2].

Вернемся к суждениям пессимиста Декарта и оптимиста Лейбница относительно возможности машин выступать в интеллектуальной сфере на равных с людьми или превосходить их. Алан Тьюринг в 1950 г. написал статью «Может ли машина мыслить?». Он предложил судить об этом по тому, играет ли она в игру «Имитация» лучше или хуже человека. «В этой игре участвуют три человека: мужчина (А), женщина (В) и кто-нибудь задающий вопрос (С), который может быть лицом любого пола.

Задающий вопросы отделен от двух других участников игры стенами комнаты, в которой он находится. Цель игры для задающего вопросы состоит в том, чтобы определить, кто из двух участников игры является мужчиной (А), а кто женщиной (В)» [16]. Естественно, А и В стараются запутать опрашиваемого. Если в качестве С использовать не человека, а компьютер, и последний будет ошибаться меньше, чем человек, то тогда, по мысли Тьюринга, можно будет заключить, что машина может мыслить.

Финал таков: «Читатель, вероятно, уже почувствовал, что у меня нет особенно убедительных аргументов позитивного характера в пользу моей собственной точки зрения. Если бы у меня были такие аргументы, я не стал бы так мучиться, разбирая ошибки, содержащиеся в мнениях, противоположных моему собственному» [16].

Тьюринг разбирает 9 возражений, самым сильным из которых является возражение леди Лавлейс: «Аналитическая машина не претендует на

то, чтобы создавать что-то новое. Машина может выполнить всё, что умеем ей предписать».

Этот круг вопросов относится к активно развивающемуся сейчас направлению, связанному с *искусственным интеллектом* (ИИ). И мы к нему вернемся.

Обратим внимание на количественные характеристики, связанные с развитием вычислительных машин.

В 1965 г. один из основателей компании Intel Гордон Мур вывел эмпирическое правило, в соответствии с которым количество элементов на микросхемах (а с ним и быстродействие ЭВМ, поскольку время прохождения сигналов от элемента к элементу при сокращении размеров уменьшается) Q увеличивается по формуле $Q \sim 2^{t/\tau}$, где $\tau = 2$ года.

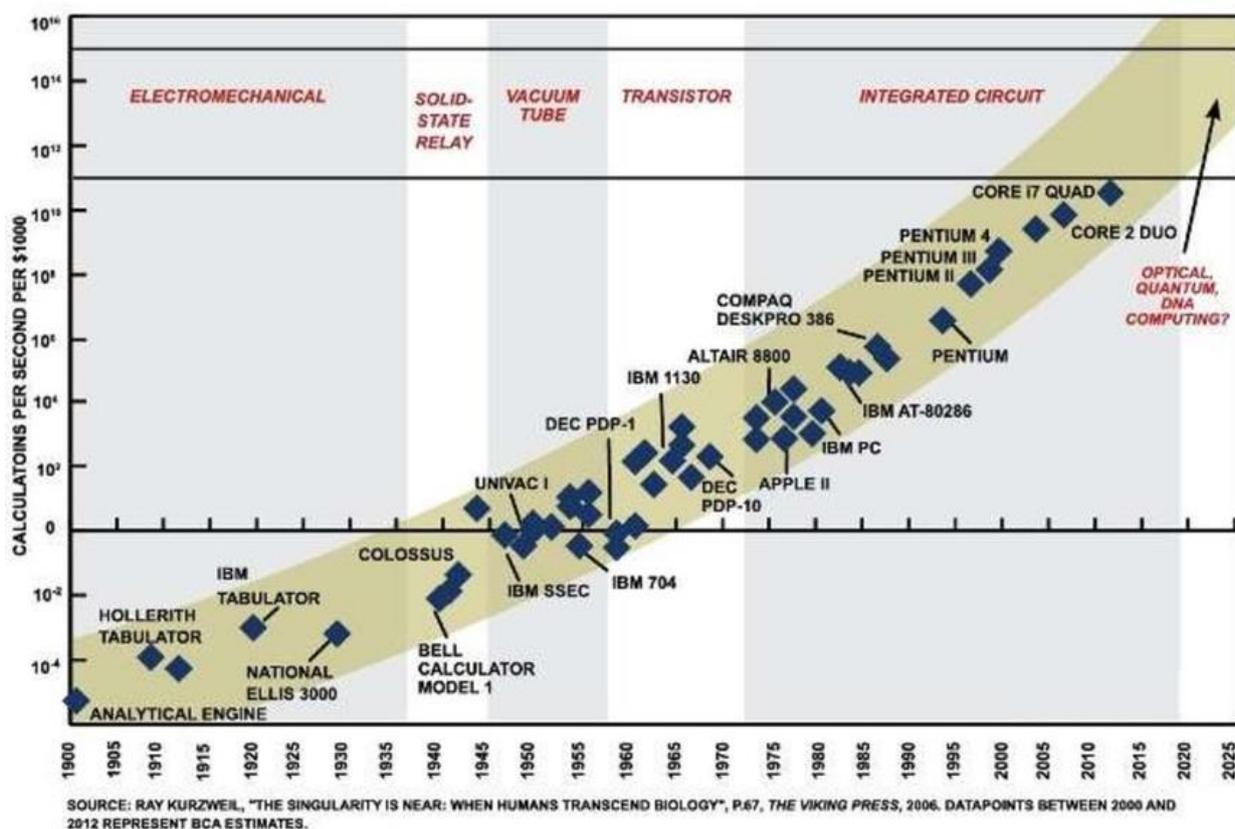


Рис. 4. График, иллюстрирующий закон Мура. Абсцисса – время, ордината – число операций, которое компьютеры производили за \$1 тыс.

Выполнение этого закона в течение десятилетий (см. рис. 4) привело к тому, что быстродействие современных суперкомпьютеров в 10^{18} раз опережает производительность первых вычислительных машин. При этом стоимость каждой операции уменьшается (см. рис. 5). Использование компьютеров становится всё более дешевым. Обсуждаемое правило, часто называемое *первым законом Мура*, описывающее экспоненциальный рост

или рост в режиме геометрической прогрессии, связано с изменением функций вычислительных машин, со стремительным ростом их «экологической ниши».

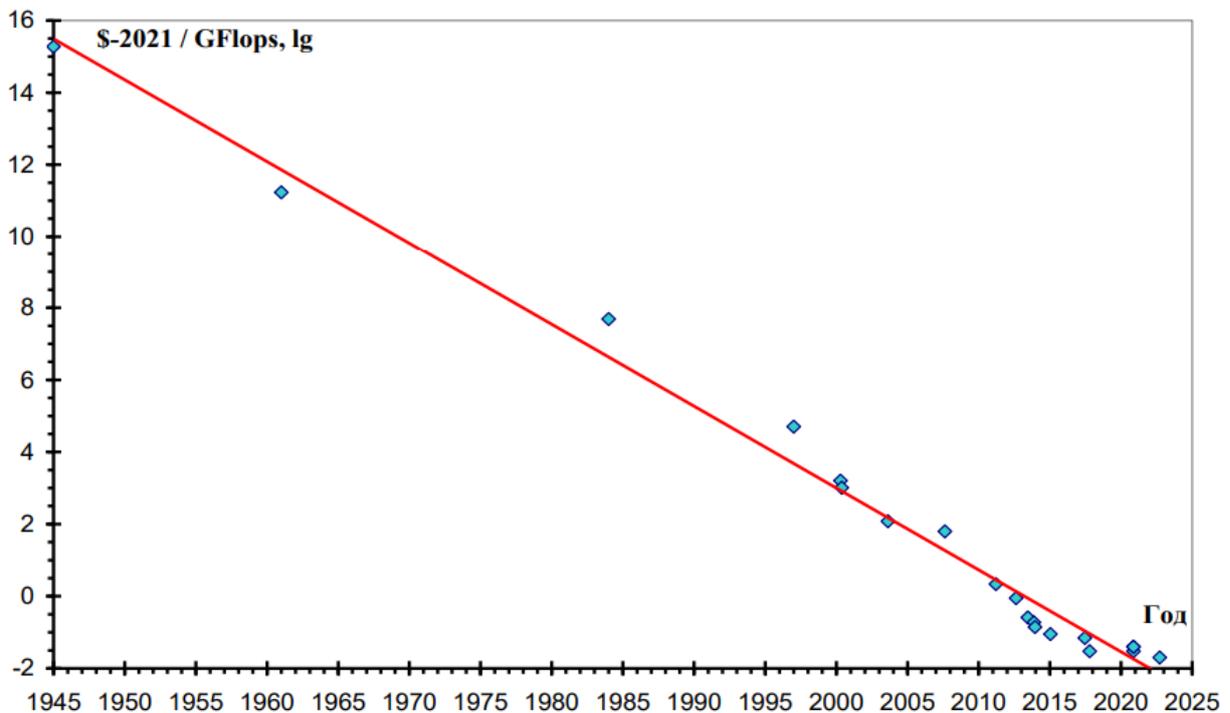


Рис. 5. Стоимость вычислений [<https://en.wikipedia.org/wiki/FLOPS>]

Повторим – компьютеры и их сети позволили заменить собой арифмометры, часы, радио, телевидение, почту, печатные машинки, газеты, журналы, библиотеки, телефоны, кинотеатры, концертные залы, банки, они стали площадкой для работы и отдыха. Налицо междисциплинарность и огромное число приложений. *Иногда биосферу называют первой природой, техносферу – второй, в этом контексте компьютерное и информационное пространство можно назвать третьей природой.*

В настоящее время в мире работает более 6,2 млрд компьютеров – практически у каждого есть свой компьютер.

Революционным шагом стало создание и развитие Интернета – коммуникационной сети и всемирной системы компьютерных сетей для хранения и передачи информации. Принципы, по которым строится Интернет, впервые были применены в сети ARPANET, созданной по заказу американского Управления перспективных исследовательских проектов Министерства обороны США (Defense Advanced Research Agency, DARPA). Это управление было создано в 1958 г. для сохранения технологического превосходства вооруженных сил США, предотвращения неожиданных для США инноваций в сфере вооружений, поддержки прорывных исследований, преодоления разрыва между фундаментальными работами и их приме-

нением в военной технике. Запуск советского спутника в 1957 г. стал шоком для американских политиков, военных, ученых. Поэтому были предприняты усилия, которые должны были позволить американским исследователям, инженерам быть «на шаг впереди» по отношению к советским коллегам. Замысел создания интернета связан также с компанией RAND (Research and Development) – американской некоммерческой исследовательской организацией, созданной в 1948 году, которая занималась военно-техническими и стратегическими аспектами проблем национальной безопасности, а также информатикой и искусственным интеллектом. В 1962 г. Пол Бэран из этой корпорации предложил использовать децентрализованную систему связанных между собой компьютеров в военных целях. При этом даже при разрушении части системы она остается работоспособной и не уничтожаются данные, которые сохраняются на разнесенных в пространстве компьютерах. В 1971 г. была разработана первая программа для отправки электронной почты по сети, в 1984 г. разработана система доменных имен. В 1989 г. в ЦЕРНе Тим Бернерс-Ли предложил концепцию Всемирной паутины, разработал прототип HTTP и язык HTML. Заметим, что исследователи вначале имели в виду научную задачу. Ускорители в ходе экспериментов создают огромные массивы информации. Очевидно, что их обработку разумно поручить многим компьютерам, в том числе расположенными в разных странах. Следовательно, полученные экспериментальные данные надо туда передать.

Его соавтор Роберт Кайо так охарактеризовал в 1995 г. главное в становлении Интернета: «История всех великих изобретений, как это нам давно и хорошо известно, базируется на большом числе им предшествующих. В случае Всемирной паутины (WWW) следовало бы в этом контексте видимо отметить два важнейших для успеха проекта пути развития и накопления технологий: 1) история развития систем типа **гипертекста**, т.е. компьютерных систем, призванных обеспечить работу с документами на электронных носителях; 2) Интернет-**протокол**, который собственно и сделал всемирную сеть компьютеров наблюдаемой реальностью».

К началу 2023 г. на основе Интернета работает Всемирная паутина (World Wide Web, WWW) и ряд других систем передачи данных, число пользователей которых превысило \$5,16 млрд чел. – 64,4% населения Земли. Это обусловлено широким распространением сотовых систем с доступом в Интернет стандартов 3G, 4G, 5G (здесь «G» – поколение, и речь идет о беспроводных сетях, построенных на технологиях беспроводной связи 3, 4, 5 поколения).

Закон Сарнова был сформулирован с появлением радио- и телесетей в начале XX в., когда вещание на многочисленные приемники шло от немногих радиостанций: «Ценность вещания сетей прямо пропорциональна числу их слушателей и зрителей»: $P \sim N$, где P – ценность, N – число зрителей.

Закон Меткалофа определяет рост ценности сети при наличии связи между её узлами $P \sim N^2$.

Закон Рида утверждает, что ценность сети возрастает экспоненциально, если внутри них возможно образование произвольных групп, обменивающихся информацией друг с другом $P \sim \exp(N)$.

Интернет изменил законы самоорганизации общества. Мы перешли от закона Сарнова к закону Рида.

До Второй мировой войны теоретическая математика была уделом академических ученых, а прикладная обеспечивала, прежде всего, инженерные расчеты на доступном тогда уровне.

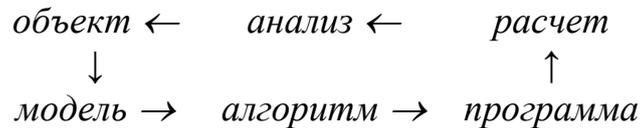
Технологический прогресс и Вторая мировая война кардинально изменили ситуацию. Стратегические возможности страны начали определяться дорогими, масштабными, высокотехнологичными проектами, межконтинентальными баллистическими ракетами и надежными шифрами. В ответ на эти потребности самым активным образом начала развиваться прикладная математика. Машины тех времен были огромны. Например, американский компьютер ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer), созданный в 1945 г., весил 30 тонн, включал в себя 17 468 ламп 16 различных типов и имел объем памяти 20 число-слов, мог производить 357 операций умножения и 5000 операций сложения в секунду, тактовая частота 100 кГц. Первой задачей этой машины стало математическое моделирование взрыва термоядерной бомбы.

Первые машины показали, что наряду с теоретическим анализом и экспериментом возможна ещё одна технология научных исследований – *вычислительный эксперимент*. Во многих случаях нам понятны уравнения, описывающие те или иные явления, однако эти уравнения слишком сложны, чтобы их можно было решить с помощью карандаша и бумаги, а вычислений слишком много для арифмометра. В этом случае для расчетов нужно использовать вычислительную машину. Это тоже непростое дело, во многих случаях трудно «перевести» дифференциальные уравнения, описывающие законы природы, на «язык», понятный компьютеру. Дело в том, что уравнения пишутся для непрерывных, гладких (дифференцируемых) функций, в которых переменные выражаются действительными числами. Машины же имеют дело с дискретными величинами, имеющими конечное число десятичных знаков. Ученым приходится «переводить» исследуемые величины из бесконечномерного пространства в конечномерное. Важно понять, какие наиболее важные черты исходных уравнений мы хотим отразить в их дискретном аналоге.

Конечно же, нужны быстрые и точные методы (алгоритмы) решения полученных уравнений, с которыми может справиться компьютер. Другими словами, надо разбить сложные вычисления на простейшие, в конце концов, сводящиеся к арифметическим операциям. Естественно, это привело к стремительному взлету прикладной математики. Для того, чтобы

компьютер делал то и так, как мы хотим, нужна огромная работа программистов. Здесь принципиальным оказалось создание *алгоритмических языков* высокого уровня, на которых люди могут достаточно естественно и наглядно описывать желаемые действия, которые затем «переводятся» в вид, понятный машине.

Возник цикл:



Успехи в моделировании сложных процессов в 1950-х гг. привели к желанию описывать многие другие явления и в интересах национальной безопасности, и в экономике. Кроме того, открылись перспективы для автоматизации многих процессов. Наконец, компьютеры могут играть огромную роль в управлении в целом и в промышленности в частности.

История вычислительной техники велика и интересна, но мы обратим внимание только на две вехи, сформировавшие третью природу.

Перспективы применения вычислительной техники привели к мысли сделать её применение массовым. Для этого вычислительные системы должны были стать дешевыми, простыми в использовании и предполагающими личное владение ими.

Решающим событием стало создание *микромикропроцессора* – устройства, отвечающего за выполнение арифметических и логических операций, реализованного в виде одной микросхемы. Фирма Intel в 1971 г. произвела первый микропроцессор i4004. Важным моментом в «микрокомпьютерной революции» стало создание С. Возняком и С. Джобсом *персональных компьютеров* на основе микропроцессора. Возняк создал компьютер Apple 1, чтобы впечатлить своих друзей из компьютерного клуба. Логика была проста – поставить на электронные игрушки не 1, а 2 игры. Конечно, крупные компании это не поддержали, видя в такой тенденции сокращение объема продаж. Если поставить вместо одной игрушки схему, реализующую язык программирования, то это меняет ситуацию. Джобс был энтузиастом промышленного производства подобных систем. Фраза, которой он убедил Возняка заняться этим, вошла в историю: «Когда делаешь вещи для своего удовольствия, ничто не останавливает тебя от полной креативности и гениальности» [11].

В 1976 г. Джобс и Возняк зарегистрировали компанию Apple Computer, начавшую эру персональных компьютеров.

Другой вехой является создание *мобильного (сотового) телефона*. Первый звонок по такому телефону был сделан 03.04.1973 сотрудником корпорации Motorola Мартином Купером. Множество улучшений привело к современным смартфонам и сотовым сетям.

Стоит обратить внимание и на глобальную спутниковую систему Starlink, разворачиваемую компанией SpaceX для обеспечения высокоско-

ростным широкополосным спутниковым доступом в Интернет там, где он был ненадежным, дорогим или полностью недоступным. Запланирован запуск 12-40 тыс. спутников (уже запущено более 4,5 тыс. спутников) массы 227–260 кг с ожидаемым сроком службы каждого 5-10 лет. Высота орбит – от 340 до 614 км. Система заработала в 2018 г., а в мае 2023 г. число её абонентов превысило 1,5 млн. С 2022 г. Starlink применяется вооруженными силами Украины для связи между подразделениями и наведения оружия, дронов и артиллерии.

Развитие третьей природы неразрывно связано с прогрессом вычислительной техники. Обычно выделяют пять поколений вычислительной техники.

Первое поколение связано с ламповыми компьютерами. Большие и не слишком надежные лампы создавали тогда множество проблем, – ламп должно было быть очень много.

Второе поколение определили транзисторы (1950-60 гг.). Компьютеры стали меньше, надежнее и потребляли гораздо меньше энергии.

Третье поколение (1960-70 гг.), с которого начался бурный рост применения компьютеров, связан с созданием интегральной схемы. Это новшество определилось успехами в решении трех фундаментальных проблем электроники: *интеграция* (формирование в кристалле множества разных элементов); *изоляция* (электрическая изоляция элементов друг от друга); *соединения* (техника, позволяющая связывать элементы один с другим).

Джек Килби был удостоен Нобелевской премии по физике 2000 г. за изобретение интегральной схемы в 1958 г. Он также является изобретателем карманного калькулятора и термопринтера.

Четвертое поколение связано с использованием микропроцессоров. В 1969 г. сотрудник фирмы Intel Тед Хофф предложил создать вместо множества интегральных микросхем главную интегральную микросхему, которая будет выполнять арифметические и логические операции, а также операции управления. Эту схему и назвали микропроцессором. Именно эта волна развития вычислительной техники является определяющей до настоящего времени.

Пятое поколение, работа над которым ведется сейчас, должно обеспечить ещё более высокую производительность вычислительных машин. Предыдущие поколения определялись миниатюризацией – увеличением количества элементов на единицу площади. Предполагается, что в пятом поколении будет осуществлено взаимодействие неограниченного набора микропроцессоров, которые будут работать параллельно. Иными словами, сложная задача должна разбиться на множество простых, которые в течение определенного времени можно решать независимо друг от друга. К сожалению, не все задачи таковы. Если «распараллелить» проблему не удастся, то увеличение числа процессоров бесполезно.

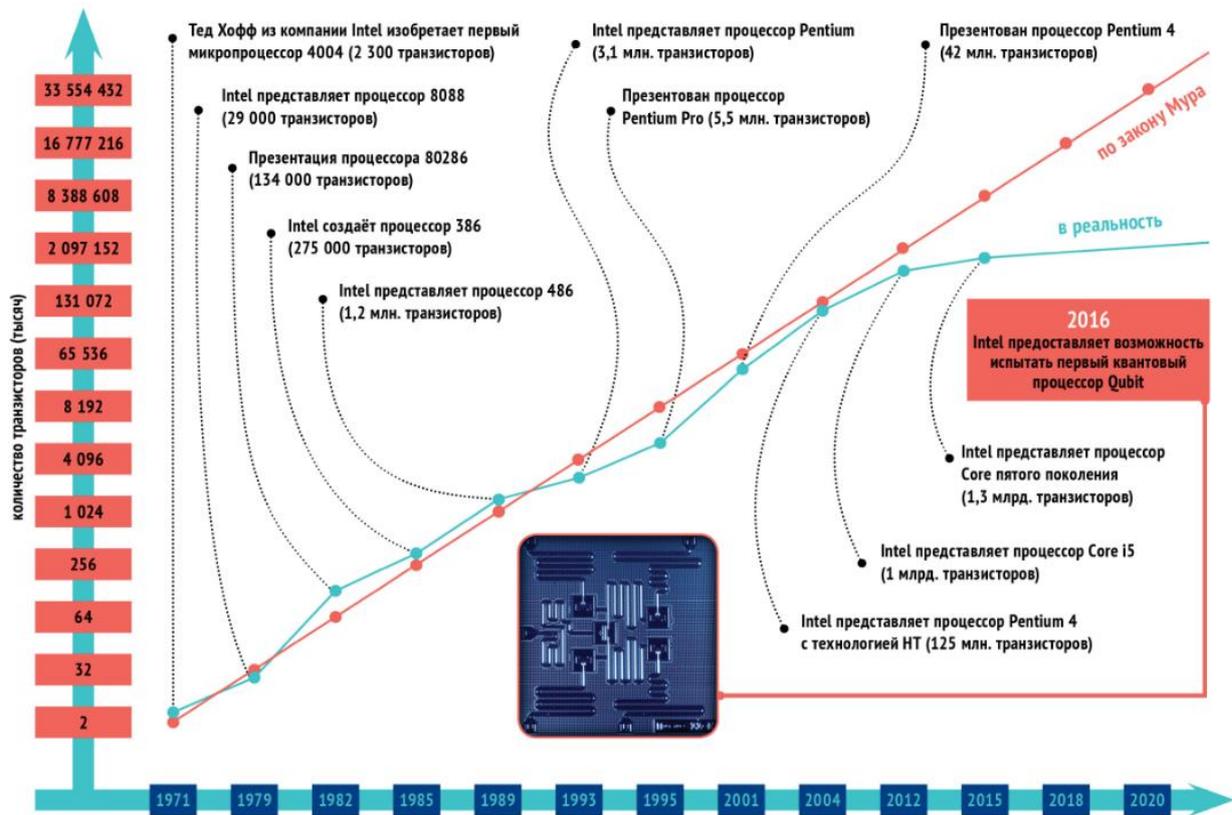


Рис. 6. Зависимость числа транзисторов на микропроцессоре от времени. Видно, что мы переходим от первого закона Мура ко второму. Становятся видны принципиальные ограничения в росте быстродействия компьютеров

Историю вычислительной техники схематично представляет рис. 6 из статьи [19]. И эта статья, и многие другие вновь и вновь ставят вопрос, не начнет ли вскоре работать второй закон Мура, в соответствии с которым первый рано или поздно перестанет действовать. Судя по всему, мы близки к этой поворотной точке. Среди множества аргументов обратим внимание на три.

Экономическая причина. Переход к следующему уровню миниатюризации уже требует затрат в десятки миллиардов долларов и огромных инженерных и научных усилий. При этом он не дает нового качества, за которое миллиарды людей готовы платить. То, что люди желали, уже создано. Поэтому «гонка миниатюризации» может просто стать невыгодной гигантам компьютерного рынка.

Программистская причина. Дело в том, что программы пишет человек, а он несовершенен и поэтому делает ошибки, в том числе в операционных системах. В продукте Windows XP число ошибок на 1000 строк кода составляет 0,5, а таких строк в этом продукте 45 млн. Это гигантское число ошибок! Разумеется, в том, что встречается и используется часто, ошибки устраняются быстро, но от этого не легче. Конечно, хакеры и спецслужбы ищут и используют найденные ошибки, но тут возникает вопрос, — какова

надежность всего этого программного хозяйства? Какие задачи ему можно поручить, а какие не стоит? Среднее по индустрии 15-50 ошибок на 1000 строк кода. Число строк кода во всей авионике США (на земле и бортовой) ≈ 1 млрд [20]. Уменьшение количества ошибок в программах – острая нерешенная проблема. И без компьютеров в нашей реальности не обойтись, но и с ними опасно.

У сиракузского тирана Дионисия старшего (конец V в. до н.э.) был фаворит Дамокл, считавший Дионисия счастливейшим из смертных. Дионисий предложил Дамоклу занять его пост на один день. Был устроен пир, на котором все исполняли желания Дамокла, но последний увидел, что у него над головой находится меч без ножен, висящий на конском волосе. Таким образом Дионисий хотел показать фавориту опасность жизни властелина. Мы, находясь в третьей природе, где в программном обеспечении разных систем немало ошибок, оказались в подобной ситуации.

Физическая причина. Параметры микросхемы определяются *толщиной линии* – размером минимального элемента схемы. Несколько компьютерных гигантов выпускают схемы с толщиной линии 7 нм ($1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м}$). Вместе с тем период решетки кристаллического кремния – основы современной электроники – 0,543 нм. По мере приближения к этому расстоянию (а до этого осталось несколько шагов) физические процессы, лежащие в основе микросхем, перестают работать. Принципиальную роль начинают играть квантово-механические эффекты. Есть большие сомнения, что на этой основе удастся построить универсальные, эффективно работающие компьютерные системы...

Дальнейшее понятно, – экспоненциальный рост компьютерной индустрии закончится, большинство компаний в этой сфере разорятся. Компьютеры при этом займут своё место в общем ряду, как это в своё время произошло с часами, кораблями, автомобилями и самолетами. Параметры компьютерных систем не будут существенно меняться, и мы будем иметь дело с тем, что удастся производить, и встанет вопрос, как это сделать и использовать наилучшим образом.

Проведенное обсуждение позволяет сделать несколько выводов.

– *Широкое использование компьютеров, начиная с 1960-х гг., превратило математику и микроэлектронику в огромную отрасль промышленности, имеющую ключевое значение и для национальной обороны, и для развития экономики.*

– *Возникла важная системная связь – развитие третьей природы определяется потребностями среды (экономической, военной, научной, образовательной, социальной и иной) и меняет саму эту среду.*

– *Успех развития компьютерного мира связан с усилиями в разных сферах деятельности, начиная от абстрактных математических рассуждений и физических исследований, сделавших возможной современную микроэлектронику, до конкретных инженерных и экономических решений.*

– *Косвенные результаты развития этого мира во многих случаях часто оказывались важнее непосредственных задач, которые решались. Пробразы Интернета создавались для обеспечения устойчивости военной сферы под огнем противника, однако сам Интернет стал огромным пространством, в котором люди «работают, развиваются и живут».*

– *Важнейшим результатом развития компьютерного пространства стало изменение форм, механизмов и уровня самоорганизации в социальной, экономической, военной, образовательной, научной сферах.*

– *Развитие вычислительной техники шло по направлению «от большого к меньшему» не только в области микросхем, но и в других сферах микроэлектроники, например, в космических системах, уменьшались мобильные телефоны, микрофоны, различные сенсоры.*

– *По-видимому, действие первого закона Мура заканчивается и вступает в силу второй закон Мура. Революционный период развития вычислительной техники сменяется эволюционным, императивы развития которого сейчас важно было бы сформировать.*

Стоит обратить внимание на развитие этой сферы в нашей стране. СССР был научно-технической сверхдержавой, и Россия занимает одно из ведущих мест среди многих государств мира. Достижения в области вычислительной техники и в ряде других сфер обеспечили создание стратегических ядерных сил (СЯС) и стратегическую стабильность в нашем мире. Кроме того, промышленность России невозможна без наличия современных компьютерных систем. Тем не менее, лучшее является врагом хорошего.

Обращаясь к прошлому, мы не беремся его оценивать или критиковать, – произошедшее изменить невозможно. Тем не менее, идеи, инициативы, достижения прошлого могут подсказать нам, как следует действовать в будущем.

В историю вошла состоявшаяся в 1960-х гг. дискуссия между президентом Академии наук СССР, директором Института прикладной математики (ИПМ), который сейчас носит его имя, академиком М.В. Келдышем и выдающимся физиком, академиком Л.А. Арцимовичем. Арцимович писал: «Шуточное определение, согласно которому «наука есть лучший современный способ удовлетворения любопытства отдельных лиц за счет государства», в известной мере правильно». Иными словами, он отстаивал *ценностный подход* к научному творчеству, – не так важно, чем заниматься, если делать это на высоком уровне. Такой взгляд понятен – СССР и США в течение длительного времени вели исследования по всему фронту научных работ.

Келдыш отстаивал *целевую ориентацию* науки, понимаемой как важный социальный институт, а не просто увлечение любознательных людей. По его мнению, на государственном уровне надо выделить 1-2 научных приоритета, понятых и принятых народом и руководством страны, воплощение которых выведет общество на новый, более высокий уровень разви-

тия. Дело, по его мнению, не в отсутствии финансов на большее количество приоритетов, а в трудности найти выдающихся ученых, способных руководить огромными научно-техническими проектами, а также в ограниченных возможностях государственных структур поддерживать такие проекты. История показала, что Келдыш был прав.

В его бытность такими проектами были Атомный и Космический. Реализация этих проектов в советские времена определяет суверенитет современной России.

Оба эти проекта междисциплинарны. Создание ядерного оружия и атомной энергетики потребовало огромных согласованных усилий геологов, химиков, металлургов, физиков, математиков, других специалистов. На совещании в ИПМ в своё время предложение рассчитать на компьютерах процессы при ядерном взрыве высоко оценил выдающийся физик Л.Д. Ландау и назвал подобную работу «научным подвигом». И эта работа была выполнена.

Стратегическое значение Атомного и Космического проектов советским руководством было осознано, и для их воплощения были созданы два огромных министерства – Министерство среднего машиностроения и Министерство общего машиностроения. Такой подход тоже понятен. Работа в атомной промышленности связана с высоким риском, иной системой технологической безопасности, высокой подготовкой кадров и в те времена с большим уровнем секретности. Путь к этому состоял в создании «государства в государстве». И это дало свои результаты. Несмотря на не сравнимые ресурсы атомная бомба была создана в СССР за тот же срок, что и в США.

Огромные проблемы были решены в космической отрасли. Например, когда была поставлена задача организации мягкой посадки космического аппарата на Марс, то выяснилось, что традиционная астрономия определяет координаты планеты с точностью в 700 километров, в то время как для мягкой посадки необходима точность 700 метров. И эта «тихая революции», связанная с повышением точности измерений и управлением необходимыми маневрами космического аппарата, отечественными учеными была осуществлена.

Был прав Келдыш и в отношении выдающихся ученых. Совет главных конструкторов космических аппаратов состоял из 6 человек, а ключевые позиции в атомном проекте определялись 12-15 людьми. За каждым из них стоял институт или конструкторское бюро и работа тысяч людей.

Возможности компьютерного моделирования сложных процессов и баллистических расчетов М.В. Келдыш оценил быстро и в полной мере. За глаза его называли «главным теоретиком космонавтики». Важнейшим проектом, который, по его мнению, должен был последовать за Атомным и Космическим, был Компьютерный проект. Он обратился к сотрудникам ИПМ с просьбой подумать, в какой области применение компьютеров в СССР может привести к прорыву. В качестве приоритета тогда было вы-

брано *управление народным хозяйством*. С предложением о создании Компьютерного проекта М.В. Келдыш обратился к тогдашнему руководителю страны, генеральному секретарю ЦК КПСС Н.С. Хрущёву. Тот идею не поддержал, объясняя, что с чем, с чем, а с управлением ЦК КПСС справиться. Время было упущено.

Заметим, что посол в Вашингтоне при шести президентах США (1962-86 гг.) А.Ф. Добрынин обращал внимание советского руководства на форсированное развитие компьютерной индустрии в США и на активную поддержку этого направления американским руководством. Именно тогда набирала силу Кремниевая долина вблизи Сан-Франциско около Стэнфордского университета, ставшая центром информационно-телекоммуникационной индустрии (ИКТ) США. Она является сегодня третьим по величине технологическим центром в США после Нью-Йорка и Вашингтона. В зоне залива Сан-Франциско трудится более 386 тыс. специалистов ИТ-отрасли. Центр, ориентированный на развитие микроэлектроники в нашей стране, в Зеленограде, начал формироваться существенно позже.

Следует обратить внимание на то, что выдающимся достижением, сыгравшим большую роль в Атомном и Космическом проектах, стало создание отечественных вычислительных машин под руководством академика С.А. Лебедева.

В 1945 г. ученый попробовал организовать работы по проектированию цифровых машин, но руководство ЦК ВКП(б) не восприняло эту идею всерьез. Ученый поехал в Киев с мыслью реализовать свой замысел, и в 1949 г. он с коллегами начал проектировать Малую электронно-счетную машину (МЭСМ), а в 1951 г. она – первая работающая ЭВМ в СССР и Европе – была построена и использована для решения задач, связанных с космическими полетами, механикой, моделированием термоядерных процессов. Были и следующие разработки – полупроводниковая машина БЭСМ-6, среднее быстродействие которой достигало 1 млн операций в секунду (лучший показатель в то время в Европе и второй в мире). За время с 1968 по 1987 гг. было выпущено 355 таких машин, стоявших во множестве институтов и конструкторских бюро. Первый настольный персональный компьютер также был создан в СССР и продемонстрирован на Лондонской выставке 1967 г.

Постановление ЦК КПСС и Совмина СССР 30.12.1967 обязало советские институты прекратить собственные разработки и переориентироваться на копирование американской машины IBM System/360 1964 года. Наша страна на долгие годы выпала из компьютерной гонки. Один из основателей кибернетики Э. Дейкстра говорил, что постановление 1967 г. стало «величайшей победой Запада в холодной войне».

Возражали против копирования С.А. Лебедев и А.А. Дородницын. Академик М.В. Келдыш сказал: «Нужно купить лицензии и делать свои машины. Иначе мы будем повторять то, что делали другие. В принципе

большие машины надо создавать самим» [21]. Копирование американских систем вместо собственного творчества оказалось разрушительно.

Наивно было бы думать, что руководители того времени, принимавшие данное решение, и эксперты, готовившие его, не понимали связанных с ним отрицательных последствий. Конечно, они не заслуживают упреков в недостатке патриотизма. В чем же дело?

Большие научно-технические проекты требуют активной поддержки руководства страны и общества. Например, историки науки пишут, что И.В. Сталин, и В.И. Вернадский многократно и подолгу беседовали об урановой проблеме. Поэтому руководство страны было готово к проекту такого масштаба, и Атомный проект в полной мере оправдал связанные с ним ожидания. Кроме того, у противника такое оружие было, и следовало готовить соответствующий ответ, и делать это немедленно.

Здесь ситуация иная. Совершенно неочевидно было, что электроника станет важнейшей частью оружия и изменит общество. Кроме того, чтобы отказываться от чужого надо было иметь свои конструкторские бюро сравнимого уровня и мощные программистские центры. Их не было, и если бы мы не переняли чужое, то, возможно, сейчас наши дела обстояли бы гораздо хуже.

Сработала инерция и самоуспокоенность. Кто и что может противопоставить нашим ракетам и атомным бомбам?! Нужна была гораздо более тесная связь руководства страны с учеными, чтобы представлять, что удар придет совсем с другой стороны. Хрущев же обещал построение коммунизма к 1980 г....

Велика была инерция и в научном сообществе. В течение многих лет классические математики в ученых советах настаивали, что работы по математическому моделированию — это «совсем не наука». Та же самая судьба ждала работы по системному программированию, робототехнике или компьютерной графике. Если бы не настойчивость и энергия М.В. Келдыша, который умел убеждать и коллег, и руководство, что настала новая эпоха, и она требует новой математики, то нынешнее положение дел было бы гораздо хуже того, которое мы имеем сейчас.

Помнится, еще Пушкин сетовал на инертность Академии, иерархии которой держались за старину в том, что касалось русской словесности. Примерно то же произошло и с Академией наук, в которой специалисты в области компьютерных наук были представлены очень слабо.

Злую шутку сыграла с компьютерной реальностью России бюрократия. В 1983 г. в АН СССР было создано отделение информатики под началом физика, вице-президента Академии академика Е.П. Велихова с надеждой, что оно и «потянет» компьютерные проблемы, если избрать достаточное количество академиков и член-корроров. Конечно, этого не произошло. В соответствии с уставом Академия занималась фундаментальной наукой, исследующей неизвестные свойства Природы, Общества и Человека. Ре-

зультаты фундаментальных работ, как правило, приходят в практику через 40-50 лет. Эта организация работала «за горизонт». Здесь же нужны были прикладные и опытно-конструкторские разработки, выполняемые в срок от года до десятилетия.

В свое время, когда М.В. Келдыш пользовался огромным авторитетом у руководства страны и ему предлагали именно Академию сделать ведущей организацией по Космическому и Атомному проектам, он отказался. Келдыш объяснил, что функция Академии наук иная. Были созданы соответствующие министерства, и они справились с поставленными задачами.

Сотрудники, которые работали с М.В. Келдышем, вспоминали, что он не раз сетовал на то, что в случае Атомного и Космического проектов достаточно было сделать несколько звонков, чтобы дела шли в соответствии с намеченными планами. В случае Компьютерного проекта надо было писать множество бумаг, и дела не двигались с места. Действительно, указ о создании атомной бомбы занимал одну страницу с четкими указаниями, кто и за что отвечает, и бомба была создана. Из документов, посвященных развитию отечественной вычислительной техники, элементной базы, программирования, можно собрать огромные библиотеки, но полученные конкретные результаты значительно скромнее. Бюрократия далеко не всегда себя оправдывает и, конечно, не может заменить стратегии и целеполагания.

Есть и еще одна проблема, которая тормозила развитие. Излишняя секретность. Академик Н.Н. Моисеев афористично утверждал: «СССР погубил ксерокс». Чтобы откопировать бумажку или статью мне в 1970-х гг. надо было написать заявку и получить две подписи, разрешавшие это сделать. Зачем скрывать то, что происходит в мире, и то, что известно нашим конкурентам? Информация – важнейший инструмент, который можно использовать для развития. Конечно, им стоило пользоваться гораздо эффективнее и привлекать к поиску решений актуальных проблем всех, кому есть что предложить.

Стоит обратить внимание на проект полковника Анатолия Ивановича Китова по созданию Единой Государственной Сети Вычислительных Центров. Это было первое предложение в СССР и в мире создать общенациональную сеть многоцелевого назначения для управления экономикой в масштабе всей страны. Кроме того, этот проект позволял осуществлять автоматизацию вооруженными силами СССР. При поддержке этого проекта руководством страны первая система, в одних отношениях подобная интернету, а других превосходящая его, должна была бы быть отечественной. В письме Хрущеву Китов писал: «Реализация данного проекта позволит обогнать США в области разработки и использования ЭВМ, не догоняя их». К сожалению, и этот проект поддержки не получил.

Интересен проект *Общегосударственной автоматизированной системы учета и обработки информации* (ОГАС), выдвинутой академиком В.М. Глушковым и его коллегами. Плановая экономика должна работать с

огромными массивами информации и объективными данными о состоянии объектов управления.

Чтобы осуществить это, в проекте ОГАС планировалось создание 100 больших вычислительных центров, которые должны были быть головными для 20 тыс. вычислительных центров низового уровня. Осуществлять передачу данных планировалось вне принятой тогда системы связи страны. При этом доступ ко всей информации был возможен после контроля полномочий оператора из любой точки страны. Необходимые вложения для создания такой системы оценивались в 20 млрд руб., при этом экономическая выгода после 15 лет работы должна была превышать расходы в четыре раза. Президент АН СССР М.В. Келдыш и заместитель председателя Совета министров А.Н. Косыгин согласились со всеми идеями ОГАС кроме электронных платежей. Они полагали, что народ просто не был готов к электронным деньгам и не верил бы в них. К сожалению, далее проект утонул в бюрократической трясине.

В мире всерьез относились к развитию плановой экономики. В частности академик Л.В. Канторович, внесший большой вклад в развитие математических подходов, связанных с ней, был удостоен Нобелевской премии по экономике (1975) «за вклад в теорию оптимального распределения ресурсов».

Вероятно, учитывая опыт реализации Атомного и Космического проекта, можно было так же действовать в случае Компьютерного проекта. Например, могло бы быть создано *Министерство компьютерных и математических технологий*. Ситуацию облегчает то, что так же, как и в тех проектах, должны были быть получены конкретные результаты. При этом очень важна была бы не монополия, а конструктивная конкуренция коллективов в данной области (как это, например, было при развитии ракетной техники в стране).

Достаточно вспомнить множество конструкторских бюро, разрабатывавших авиационную технику в годы Великой Отечественной войны. Даже в это тяжелое время руководством страны прекрасно осознавалась опасность монополизации и необходимость разработки альтернативных технических решений. Конкуренция (а не кумовство) многократно ускоряет научно-техническое развитие. Именно она стала важнейшим элементом взлета Кремниевой долины в США.

В чем же дело? Почему имевшиеся возможности, предлагаемые советскими инженерами и учеными, были упущены руководством страны? По-видимому, дело в том, что ситуация представлялась стабильной, не требующей существенных изменений. Ядерное оружие и стратегический паритет СССР и США воспринимались как отсутствие серьезных военных угроз. СССР имел вторую экономику мира, и мировая система социализма успешно развивалась, что говорило о благополучии и в этой области. Масштаб и важность технологических изменений недооценивалась.

В 1980-х гг. выдающимся экономистом Н.Д. Кондратьевым были открыты периодические циклы сменяющихся подъемов и спадов мировой экономики, продолжительностью 40-60 лет. Эти циклы, получившие название *кондратьевских волн*, связаны с технологическим обновлением экономики. Именно эти волны во многом определяют революции, войны, кризисы, а также смену *технологических укладов* и локомотивные отрасли экономики.

Историки экономики выделяют *третий кондратьевский цикл* (1895-1945 гг.). Ключевыми на этом этапе являются *тяжелое машиностроение, электроника, неорганическая химия, производство стали и электрических двигателей*.

Четвертый цикл (1945-80 гг.). *Производство автомобилей и других машин, химическая промышленность, двигатели внутреннего сгорания, массовое производство*.

Пятый цикл (1980-2018 гг.). *Электроника, робототехника, вычислительная, лазерная и телекоммуникационная техника. Интернет. Малотоннажная химия. Гуманитарные технологии*. Если ранее промышленность стремилась удовлетворить имеющиеся потребности населения, то на этом уровне реклама и другие средства управления массовым сознанием позволяют *сформировать* такие потребности.

Эта кондратьевская волна, необходимость достижения и сохранения научно-технического лидерства в «новых» отраслях промышленности, вероятно, недооценивалась советским руководством. Следствие этого – утрата лидирующих позиций в мире и целый комплекс вытекающих отсюда проблем.

Шестой цикл, по существующим прогнозам, (2018-60 гг.). Именно сейчас решается, какие технологии станут локомотивными в это время. Среди наиболее вероятных кандидатов *биотехнологии, искусственный интеллект, полномасштабные технологии виртуальной реальности, высокие гуманитарные технологии, новая медицина* (связанная со значительным увеличением продолжительности здоровой, активной жизни), *новое природопользование, бионика, робототехника*. Многие аналитики возлагают большие надежды на развитие комплекса технологий SCBIN (Socio Cognito Bio Info Nano).

Однако в любом случае в центре внимания на этом этапе развития будет не природа, не общество, а человек [24].

Очевидно, стратегия преодоления отставания, заявленная Президентом, должна учитывать эти реалии.

3. Оборона, дипломатия и компьютерная реальность

Можете не интересоваться войной, но тогда война заинтересует вас.

Л. Троцкий

Там, где кончается дипломатия, начинается война.

П. Димитракопулос

В ближайшие десятилетия нас ждет революция в военной сфере, связанная с новым поколением компьютерных технологий. Масштабы ожидающих нас перемен огромны, однако ряд контуров будущего можно наметить уже сейчас.

Дело в том, что ключевые параметры оружия – *дальнобойность, поражающая сила и скорость* достигли своих пределов. США вложили большие усилия, чтобы их вооруженные силы могли нанести удар по любой точке земного шара в течение часа.

Запущенное сверхдержавами стратегическое оружие будет на территории противника через 45 минут, и в течение этого времени руководство данной страны должно принять решение об ответном ударе.

Убойная сила обычного оружия от начала промышленной революции до настоящего времени увеличилась в 100 тыс. раз. Водородная бомба мощностью в 100 мегатонн меняет географию тех мест, в которых была использована. Расчеты групп академика Н.Н. Моисеева в СССР и К. Сагана в США показали, что обмен ядерными ударами, общей мощностью в 1000 Мт, приведет к «ядерной ночи», затем к «ядерной зиме» и глобальному изменению климатической системы планеты. При таком сценарии места для нашего вида на Земле может не остаться. Порог непоправимого совсем близко.

Лазерные системы, оружие, связанное с радиоэлектронной борьбой, достигает противника с предельной скоростью – со скоростью света.

Остается ещё один параметр, связанный с эффективностью поражения, который определяется используемыми компьютерами и телекоммуникационными системами, – *точность наведения оружия*. И здесь компьютерные системы приобретают решающее значение.

В международных отношениях используется термин *стратегическая стабильность* (или *стратегическая устойчивость*), обозначающий длительную устойчивость баланса устрашения по отношению к воздействию дестабилизирующих факторов. Стратегическая стабильность связана с возможностью для страны-жертвы первого удара нанести удар возмездия с неприемлемым ущербом для противника. Другими словами, каждая из сторон не может в этом случае вывести из строя все или почти все стратегические силы оппонента в ходе первого удара.

Неприемлемый ущерб определяется числом жертв в результате использования ядерного оружия, долей промышленного потенциала, который будет уничтожен в ходе войны, площадью зараженной территории и рядом других факторов.

Бомбардировка США японских городов Хиросима и Нагасаки с большим числом жертв (планировалось ещё около десятка ударов по японским городам), Карибский кризис (14.10.1962–28.10.1962) показал огромную опасность ядерного оружия. Во время этого кризиса американский президент Джон Кеннеди задал вопрос генералам, гарантируют ли они, что *ни одна* советская атомная бомба не попадет на территорию Америки. Их отрицательный ответ во многом определил позицию США.

Договоры обычно заключаются между сравнимыми по возможностям противниками (у сильного обычно нет большой нужды договариваться со слабым) при условии технической возможности проверки, выполняется ли договор или нет. Длительные, систематические усилия руководителей, дипломатов, военных, ученых и инженеров привели к заключению ряда договоров между нашей страной и США. Более того, удалось в комплексе рассмотреть проблему щита и меча, увязать ограничение ракет и боеприпасов с системой противоракетной обороны (ПРО). Это на много лет избавило мир от разорительных военно-технических проектов и следующего витка гонки вооружений.

Обратим внимание на некоторые из этих договоров, во многом определявших стратегическую стабильность.

1. Договор о нераспространении ядерного оружия (ДНЯО), 1970.
2. Договор об ограничении систем противоракетной обороны (ПРО), 1972.
3. Договор об ограничении стратегических вооружений (ОСВ-1), 1972.
4. Договор об ограничении стратегических вооружений (ОСВ-2), 1979.
5. Договор о ликвидации ракет средней и меньшей дальности (ДРСМД), 1987.
6. Договор об обычных вооруженных силах в Европе (ДОВСЕ), 1990.
7. Договор о сокращении стратегических наступательных вооружений (СНВ-1), 1991.
8. Договор о сокращении стратегических наступательных вооружений (СНВ-2), 1993.
9. Договор о сокращении стратегических наступательных потенциалов (СНП), 2002.
10. Договор о сокращении стратегических наступательных вооружений (СНВ-3), 2010.

Этот договор предусматривал сокращение числа стратегических носителей до 700 единиц, а боезарядов на них до 1550 единиц [26].

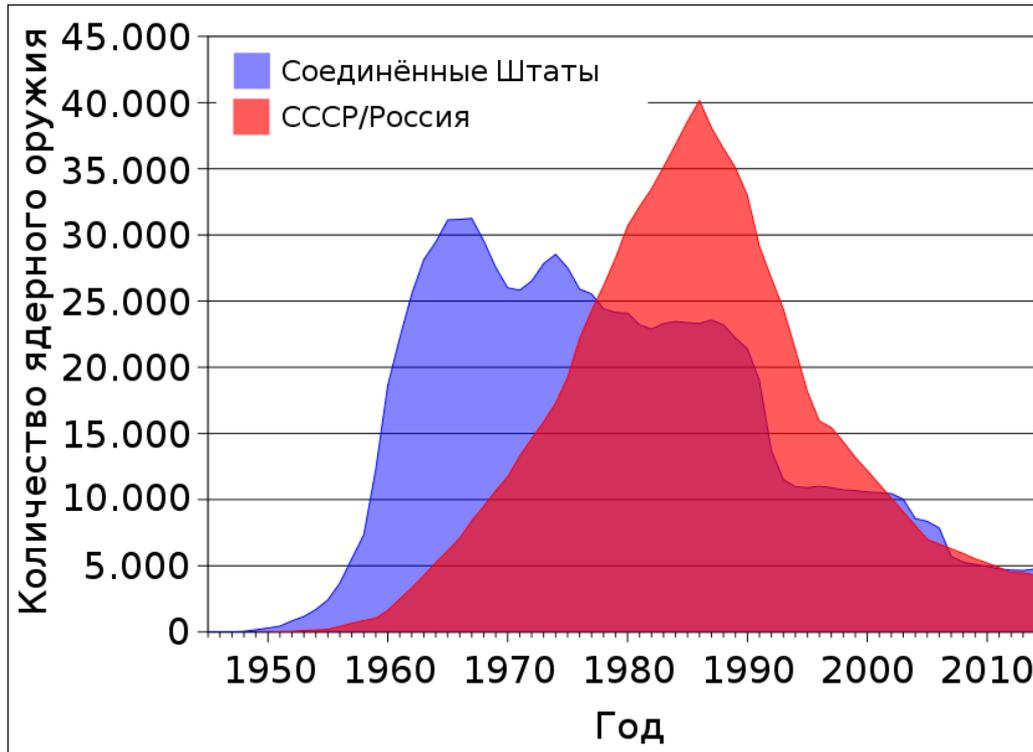


Рис. 7. Изменение числа ядерных зарядов у нашей страны и у США показывает, что и в этой области можно найти компромисс и отодвинуться от края пропасти [https://ru.wikipedia.org/wiki/Карибский_кризис]

Количественная сторона произведенных сокращений впечатляет (см. рис. 7). Возникло ощущение, что и далее можно неограниченно сокращать эту часть военного потенциала. Это не так, и анализ показывает, что есть *пределы сокращений*, выход из которых будет угрожать национальной безопасности [27].

По-видимому, самым известным военным теоретиком является Карл фон Клаузевиц, считавший, что «Политическая задача является целью, война же только средство, и никогда нельзя мыслить средства без цели» [28]. В качестве главного средства ведения войны Клаузевиц видел победу на поле боя.

Разрядка международной напряженности привела к тому, что всё чаще стали рассматривать не стратегию Клаузевица, а стратегию китайского военного теоретика Сунь Цзы: «Самая лучшая война – разбить замыслы противника, на следующем месте – разбить его союзы; на следующем месте – разбить его войска. Самое худшее – осаждать крепости».

В конце XX в. казалось, что время больших войн ушло в прошлое. Большинство аналитиков так же мыслило в начале XX в., не допуская крупных конфликтов и, тем более, возможности Первой мировой войны.

Международные отношения, дипломатия и война – это диалог с партнерами или противниками. Большое влияние на американский политический класс оказала книга С. Хантингтона «Столкновение цивилиза-

ций» [29]. В этой работе автор делит мировое сообщество на 8 цивилизаций, называя нашу – мир России – «восточнохристианской цивилизацией». В соответствии с теорией Хантингтона, мир XXI в. определит беспощадная схватка цивилизаций за невозполнимые природные ресурсы. Диалог между цивилизациями невозможен, и принципиальна здесь не экономика, а смыслы, ценности и видение будущего. Стоит обратить внимание на слова американского политолога З. Бжезинского: «В XXI веке Америка будет развиваться против России, за счет России и на обломках России».

Мы вновь имеем дело с «повтором» конца XIX в. Страна–доминант той эпохи – Великобритания, над владениями которой не заходило солнце, теряя влияние, решила отстоять свои позиции в соревновании с конкурентами в результате большой войны.

Стратегия перешла на уровень конкретных планов, обсуждаемых в книге директора частной разведывательно-аналитической организации STRATFOR Джорджа Фридмана «Следующие 100 лет», вышедшей на русском языке в 2010 г. [30]

Приведем несколько цитат из этой книги, отражающих надежды американского правящего класса: «Есть много ответов на вопрос, почему экономика США столь сильна, но самый простой из них – военная мощь этой страны... лишь набирает силу. XXI столетие станет веком Америки... Глобальная конфронтация низкой интенсивности развернется к 2015 г. и усилится к 2020 г. Ни одна из сторон не рискнет воевать, но обе они будут маневрировать... Учитывая эту конфронтацию, зависимость европейцев от углеводородов, поступающих главным образом из России, станет стратегической проблемой, и США будут проводить свою стратегию, заключающуюся в уменьшении важности источников энергоносителей-углеводородов... Как и прежде, Россия сосредоточится на существующих производствах, а не на развитии новых отраслей промышленности, что будет означать увеличение добычи нефти и природного газа, а не поиски новых источников энергии. В результате Россия позднее так и не выйдет на передовые позиции в деле разработки новых технологий, которые станут господствовать в XXI веке... Причины, вызывающие эту конфронтацию (как ранее холодную войну), предрешат её результаты, которые будут такими же, как в результате холодной войны, но на этот раз их достижение не потребует от США значительных усилий... Во время холодной войны у России было большое население, теперь её население уменьшилось. Внутренние проблемы, особенно на юге, будут отвлекать внимание России от Запада. В конце концов, страна развалится и без войны (как уже разваливалась в 1917 г. и это произошло снова – в 1991 г.), а вскоре после 2020 г. рухнет военная мощь России» [30: 160-162]. Кто предупрежден, тот вооружен...

Посмотрим теперь на проблемы стратегической стабильности с точки зрения информатики и компьютерного обеспечения проектов в этой области.

Большие усилия были вложены в создание противоракетной обороны. Над этим работал С.А. Лебедев и другие выдающиеся советские ученые. Аналогичные работы активно велись и в США. В 1983 г. президент США Рональд Рейган заявил о начале проекта разработки глобальной системы противоракетной обороны (ПРО) с элементами космического базирования, получившей название программы «звездных войн». С этой программой связано множество интересных разработок [31]. Однако проект провалился. У этого много причин, но мы обратим внимание лишь на две.

Написание и отладка соответствующей программы, которая должна была действовать в случае «звездных войн», по оценкам экспертов требовала более 2 млн человеко-лет работы квалифицированных специалистов. Это нереально.

Кроме того, вновь можно вспомнить Клаузевица: «Война – область случайности: только в ней этой незнакомке отводится такой широкий простор, потому что нигде человеческая деятельность не соприкасается так с ней всеми своими сторонами, как на войне; она увеличивает неопределенность обстановки и нарушает ход событий». Естественно, противник постарается, чтобы неожиданностей для врага было побольше. Кроме того, нет, к счастью, опыта таких ударов. Поэтому рассчитывать на победу в такой «компьютерной игре» не приходится.

Привлекательной кажется, на первый взгляд, *концепция быстрого обезоруживающего удара*, в котором у людей нет времени на ответ, и всё отдано на откуп компьютерным системам. Этот вариант рассматривал футуролог, фантаст и философ Станислав Лем, и соответствующие ограничения иногда называют *барьером Лема*. Он рассматривал гипотетическую траекторию развития вооружений в XXI в. и писал: «Появляющаяся одна за другой новые системы оружия характеризовались возрастающим быстродействием, начиная с *принятия решений* (атаковать или *не* атаковать), где, *каким образом, с какой* степенью риска, *какие* силы оставить в резерве и т.д.); и именно это возрастание быстродействия вводило в игру фактор случайности, который принципиально не поддается расчету. Это можно выразить так: системы неслыханно быстрые ошибаются неслыханно быстро. Там, где спасение или гибель обширных территорий зависит от долей секунды, обеспечить военно-стратегическую *надежность* невозможно, или, если угодно, победа уже неотличима от поражения» [32: 551].

Большие надежды в последние годы возлагались на системы искусственного интеллекта (ИИ), переживающие очередной взлет. Писалось, что те страны, у которых ИИ окажется лучше, приобретут стратегическое преимущество и им воспользуются. И действительно, системы ИИ могут найти одного человека из миллиарда, играют в шахматы и го с людьми с

подавляющем преимуществом и имеют коэффициент интеллектуальности (IQ), сравнимый с уровнем нобелевского лауреата.

Но, как выяснилось, и здесь рассчитывать не на что. Дело в том, что такие системы являются своеобразными «суммаризаторами», способными выбрать наилучшее решение среди имеющихся. Но когда речь идет о вещах невиданных, неожиданных и уникальных эта логика не работает.

Второй проблемой являются *галлюцинации*. Космический телескоп «Джеймс Уэбб», обладающий удивительными возможностями, был запущен 25.12.2021. Компания Alphabet Investor Relation, чтобы привлечь внимание к своим разработкам в области ИИ, устроила пресс-конференцию для ученых, которые могли задать любые интересующие их вопросы относительно этого телескопа. К изумлению исследователей, ИИ настаивал, что экзопланеты (вращающиеся не вокруг Солнца, а вокруг других звезд) были открыты именно с помощью этого телескопа. Это вызвало шок. Капитализация компании Alphabet уменьшилась на \$100 млрд. Заметим также, что успехи системы с ИИ критическим образом зависят от данных, на основании которых они были обучены...

При всех принятых мерах безопасности в области стратегических вооружений в истории известно несколько случаев их ложного срабатывания и поступления информации о наступающем ядерном нападении. Трагедии не произошло только потому, что в цепи принятия решения оказался человек. Мир не должен погибнуть из-за ошибки в программе или сбоя компьютера.

Не стоит забывать о *кибервойнах*. Наряду с землей, водой, воздухом и космосом появилось пятое пространство в военном противостоянии – *киберпространство*. По сообщениям СМИ по уровню развития кибервойск Россия входит в первую пятерку стран мира – США, Китая, Великобритании и Южной Кореи.

В свое время маршал Н.В. Огарков писал: «В 50-60-е гг., когда ядерного оружия было ещё мало, оно рассматривалось лишь как средство, дающее возможность нарастить огневую мощь войск. Сейчас информационные системы рассматриваются как вспомогательное средство, но однажды они выведут военное строительство на новый уровень, как уже вывело ядерное оружие» [33]. Работа этих войск может приводить к ситуации, в которой в случае войны электронные системы не будут действовать или будут делать совсем не то, что планировалось. Важная часть конфиденциальной информации может оказаться доступной нашим противникам.

Из сказанного следует очевидный вывод – следует изучать и прогнозировать ситуацию в сфере компьютерного обеспечения стратегических вооружений и заключать договоры со странами, обладающими таким потенциалом. Очень важно сделать это до того, как произойдут трагические случайности, делающие необходимость этой работы очевидной.

Конечно, здесь есть большие сложности. Создание ядерного оружия требовало огромных ресурсов, развития целой отрасли промышленности, а

результаты испытаний атомных бомб можно было выявить с помощью соответствующих инструментов. Здесь всё гораздо сложнее – разрушительные инструменты в киберпространстве могут быть созданы в результате усилий небольшой группы ученых и инженеров. Но трудность пути не означает, что по нему не следует идти, особенно если другого варианта нет.

Компьютерные системы кардинально изменили и обычные войны. Они многократно увеличили точность обнаружения цели. Страна, превосходящая противника в компьютерном обеспечении оружия, имеет стратегическое преимущество перед противником, который не обладает такими системами. Это наглядно показала война США против Ирака в 1991 г., которую также называют «Первой кибервойной». Эта война готовилась США более десятка лет. И о процессе ее подготовки, и о ее ходе и результатах подробно рассказал в своей книге Э. Тоффлер [9].

Обратим внимание на ряд обсуждаемых в ней моментов. «Разумное оружие, построенное на той же микроэлектронной базе, что и гражданская экономика, умеет обнаруживать звук, тепло, излучение радара и другие электронные системы, прогонять эти данные через мощные аналитические программы, выделять идентифицирующую «подпись» искомой цели и уничтожать её. Один удар – одна цель.

Чтобы оценить, насколько поразительны эти новые возможности, стоит оглянуться чуть назад. Например, в 1881 г. британский флот выпустил по египетскому форту близ Александрии 3 тыс. снарядов. В цель попали только десять...

Сегодня один F-117, совершив один боевой вылет и сбросив одну бомбу, может выполнить задачу, которую во время Второй мировой войны бомбардировщики B-17 выполняли за 4500 вылетов, сбрасывая 9000 бомб, а во Вьетнаме за 95 вылетов и сбрасывая 190 бомб» [9: 118,119].

Тоффлер выделил три волны развития в истории человечества.

Первая – аграрная, в ходе которой охотники и собиратели превратились в землевладельцев.

Вторая – индустриальная, связанная с урбанизацией, массовым образованием и появлением нукlearной семьи (которая состоит из родителей и детей либо только из супругов, в отличие от патриархальной семьи, в которой может быть несколько поколений взрослых людей).

Третья волна – постиндустриальная, форсированное развитие которой связано с революцией компьютерных технологий. В этой фазе главным ресурсом и рабочим материалом становится информация.

Связь, разведка и целеуказание, которые всегда играли важную роль в войнах, на этой фазе развития приобретают решающее значение: «Война в Заливе была войной, где унция кремния в компьютере могла действовать сильнее тонны урана».

Он утверждает, что «знание по важности сравнилось с вооружением и тактикой, дав жизнь той концепции, что врага в принципе можно поста-

вить на колени путем разрушения и вывода из строя средств командования и управления» [9: 113].

Тоффлер отстаивает тезис, в соответствии с которым *способ ведения войны отражает способ создания богатств*. Компьютерное обеспечение играет огромную роль в промышленности, управлении, сельском хозяйстве, в создании технологий, поэтому и происходящее в киберпространстве в большей степени определяет ход и результат современных войн. Естественно, каждая эпоха имеет свои войны, которые существенно отличаются друг от друга: «Военная терминология несколько отлична от гражданской. Солдаты говорят не об «основном» и «вспомогательном» труде, но о «зубе» и «хвосте». В армиях Третьей волны хвост куда длиннее, чем был раньше. Генерал Пьер Галуа отмечает: «Соединенные Штаты послали к Заливу 500 000 человек, и было ещё от 200 000 до 300 000 войск резерва и обеспечения. Но на самом деле войну выиграли всего две тысячи человек. Хвост вырос до невероятных пропорций. В этот хвост попали даже программисты – как мужчины, так и женщины, – оставшиеся в США, и некоторые из них работали на своих ПК, находясь дома» [9: 123].

В свое время я поинтересовался у лауреата Нобелевской премии Жореса Ивановича Алферова, во что следует вложить средства, чтобы укрепить национальную безопасность России. Он ответил сразу, как будто ждал этого вопроса: «Только в электронную компонентную базу! От 80 до 95% возможностей современного оружия определяется электроникой, которая в него «защита». Кроме того, электроника – основа новой индустриализации России». Он был прав! Именно развитие компьютерных систем определило начавшуюся революцию в военном деле.

Мы видим своеобразный «возврат назад». Электронные компоненты, используемые в портативных ракетах, позволяют достаточно эффективно поражать танки, самолеты и вертолеты, которые стоят в сотни раз дороже, чем эти вооружения. Это меняет способы использования военной техники. Так же, как Первую мировую войну, артиллерия становится царицей войны. По оценкам экспертов, в ходе специальной военной операции (СВО) только 3% погибших солдат были поражены пулями, причиной смерти остальных стали снаряды и ракеты.

Преобразилась разведка. Война стала «прозрачной». Многие изменили FPV-дроны (First Person View или «вид от первого лица») – это квадрокоптеры с управлением через видеочки и пульт. Такие аппараты обычно могут набирать скорость в 100 км/час буквально за считанные секунды. Они объединили в себе реальный полет и виртуальную реальность и при этом оказались очень дешевы. Они позволяют посмотреть, что делается у противника, и действовать, исходя из этого.

Современные боевые дроны могут преодолевать сотни километров и при массовом применении парализовать гражданскую авиацию и судоходство.

Электроника сделала возможной и эффективной космическую разведку. В свое время Джон Кеннеди заявлял, что «никто не может точно сказать, каково будет значение овладения космосом», но вполне может быть, что «космос явится ключом к нашему будущему на Земле» [9: 62].

В своё время один из основоположников геополитики Х.Дж. Макиндер (1861–1947) назвал Восточно-Центральную Европу и Россию «Глубоким тылом» глобальной мощи, а остальную часть Евразии и Африку «Мировым островом». В соответствии с его теорией

- «Кто правит Восточной Европой, тот правит Глубоким тылом.
- Кто правит Глубоким тылом, тот правит Мировым островом.
- Кто правит Мировым островом, тот правит Миром» [9: 164]

Тоффлер, издавший свою книгу в 1993 г., обращает внимание на работу Джона Коллинза, рассматривающего «околоземное пространство», включающее область вокруг Земли на высоту 50 тыс. миль.

По аналогии с императивами Макиндера Коллинз формулирует императивы военной мощи XXI в.

- «Кто правит околоземным пространством, тот господствует над планетой Земля.
- Кто правит Луной, тот господствует над околоземным пространством.
- Кто правит точками L4 и L5, тот господствует над околоземным пространством» [9: 164].

В точках либрации L4 и L5 притяжение Земли и Луны совпадают. Военные базы в этих точках могут находиться там очень долго без потребности в горючем и играть роль «командных высот» в войнах будущего.

Прошло более 30 лет, но ведущие страны уже двигаются в этом направлении. На повестке дня создание лунных баз. Уникальным ресурсом для таких сооружений является вода. Исследования показали, что вода есть на полюсах, в глубоких ложбинах кратеров, в зонах вечной ночи. На вершинах стенок кратеров вечный день. Их постоянно освещает Солнце. Базы естественно расположить именно там.

Северный полюс осваивают США и страны НАТО. Южный – миссии Китая, России и стран БРИКС.

Мировой опыт показывает, что об ограничении вооружений гораздо легче договариваться, когда соответствующее оружие ещё не создано и не развернуто, чем тогда, когда армии уже располагают подобными системами. О мирном освоении околоземного пространства надо было бы договариваться уже сейчас. Это большая и очень важная работа для политиков, дипломатов и военных. От неё зависят перспективы и безопасность всей нашей цивилизации. К сожалению, сейчас мы имеем дело с «правовым хаосом» в международных документах, регламентирующих космическую деятельность, и нежелание США о чем-либо договариваться. Правящая аме-

риканская элита надеется воплотить технологическое превосходство этой страны в стратегическое доминирование в околоземном пространстве.

Что будет, если этих усилий не предпринимать? Об этом рассказал Лем в романе «Фиаско», фрагмент из которого мы приведем.

«Если дело доходит до равновесия сторон в конфликте, то какая-нибудь из сторон пытается преодолеть потолок. Потолком предкосмической фазы можно считать состояние, при котором каждая из сторон может как использовать, так и уничтожать средства противника...

В создавшемся таким образом равновесии взаимного поражения самым слабым звеном становится система связи, выведенная в космос спутниками распознавания и слежения, то есть дальней разведки, а ключевой является, очевидно, связь этих спутников со штабами и боевыми средствами. Чтобы и эту систему вывести из-под неожиданного удара, который может разорвать её или ослепить, создается следующая система на более высоких орбитах. Таким образом, мы имеем вид сферомахии, которая начинает раздуваться. И чем больше становится спутников одной и другой сторон, тем чувствительней к повреждениям делается их связь с наземными штабами...

Здесь действует так называемый эффект зеркала. Одна сторона причиняет другой какой-нибудь вред, нарушая её связь, и в обмен получает аналогичный ответ....

Таким образом, вначале мы имеем порог для лобового столкновения сил на планете, а следующая фаза – милитаризация Космоса. Наиболее важная вещь – от этого вида состязания с определенного момента уже не удастся отказаться» [34: 19,26].

Уже сейчас меняется не только стратегия, определяющая контуры будущих противоречий и вооруженного противостояния, но и тактика.

Эти перемены ведут нас к революции в военном деле. Обратим внимание на несколько тенденций, которые могут определить будущее.

– *Гонка вооружений по-прежнему является областью соперничества государств, а угроза применения новых поколения оружия – средством достижения политического доминирования. Многие образцы оружия создаются не в расчете на применение, а с намерением втянуть соперника в разорительное соревнование по совершенствованию и созданию новых поколений военной техники. И здесь мы имеем «эффект зеркала», – чем жестче противостояние, тем активнее идет такое соревнование, и вычислительные системы играют во всем этом решающую роль.*

– *Ключевое значение в военных конфликтах начинает приобретать информация и «воины знания», – люди, собирающие, обрабатывающие, анализирующие информацию, обобщающие её и предлагающие варианты действий. Беспилотники, космическая разведка и ряд других технологий сделали поле боя «прозрачным». В совокупности с ракетами, дронами, несущими оружие, и современной артиллерией это не позволяет сосредотачивать значительное количество войск, военной техники, боеприпасов, топлива на*

небольших территориях. Приходится создавать «распределенные системы», новую среду, обеспечивающую военные действия и другую логистику.

– *Всё большая доля задач решается всё меньшими системами. Беспилотники очень дешевы, по сравнению с самолетами и высокоточными ракетами, их число стремительно увеличивается. Это связано с быстрым совершенствованием и удешевлением электроники и вытеснением людей с поля боя.*

– *Стремительно разрабатываются стаи и команды таких систем. Тысячи или сотни тысяч стай такой «кремниевой саранчи» могут парализовать жизнь в мегаполисе или деятельность военных соединений.*

– *Усилия по разрушению связи между «боевыми роботами» и операторами (наглядный пример здесь – борьба с беспилотниками) будет приводить к повышению автономности боевых систем и к связанным с этим неустойчивостям.*

Исследование перспектив развития систем вооружений требует междисциплинарного анализа, – оно может происходить не только за счет совершенствования компьютерных систем. Первые десятилетия XXI в. были связаны с большим вниманием к *нанотехнологиям*. Это направление рассматривает использование наномасштабных элементов (размерами 1-100 нм) для получения объектов с новыми функциональными, физическими, химическими, биологическими и информационными свойствами. Подобные объекты очень малы, поэтому их надо много. Однако выдающийся математик Джон фон Нейман при содействии Станислава Улама построил теорию *самовоспроизводящихся машин*. Последние так же, как биологические объекты, могут производить себе подобных. Позже, в 1959 г. выдающийся физик Ричард Фейнман предложил использовать эту идею для получения *абсолютных материалов*, не имеющих дефектов на молекулярном уровне. Он полагал, что можно создавать роботов, которые создадут роботов меньшего размера, те – еще меньшего и т.д. вплоть до таких устройств, которые будут работать с отдельными атомами. При всей фантастичности такой стратегии именно эта идея стала основополагающей при создании нанотехнологий. В 1981-91 гг. Эрик Дрекслер выпустил ряд работ, связанных с созданием *нанорепликаторов* и *наноассемблеров*, – устройств, генерирующих сколь угодно сложные конструкции из отдельных атомов или молекул по введенному в них плану. Анализировалось военное применение подобных систем и уязвимость биологического пространства человечества.

Ряд мозговых центров, рассматривающих войны будущего, дали свои прогнозы [35]. Обращу внимание только на один, обсуждаемый в статье Б. Джоя «Почему будущее не нуждается в нас?».

Автор рассматривает одновременное и взаимосвязанное развитие генетики, нанотехнологий и робототехники. По его оценкам такие системы вскоре можно будет создавать не на государственном уровне, а в лабораториях отдельных корпораций. По его опросу экспертов в результате реа-

лизации такого направления систем вооружений вероятность выживания человечества составит от 30 до 50%. Естественно, и здесь нужны переговоры и соглашения, которые не позволили бы мировому оборонному комплексу пойти по этому разрушительному пути.

Очевидна необходимость усилий мирового сообщества, направленных на то, чтобы исключить эти направления развития систем вооружений.

4. Разведка и террор в компьютерном контексте

Хорошая разведка составляет девять десятых любой битвы.

Наполеон

Шпионаж – это вечная ценность.

Маркус Вольф

Лидирующие позиции в использовании компьютерных систем в разведке занимают США. Реальная картина имеющихся возможностей стала ясна после признания в 2013 году агента Центрального разведывательного управления (ЦРУ) и Агентства национальной безопасности (АНБ) Эдварда Сноудена. Стало ясно, что правительство США тайно стремится отслеживать каждый телефонный звонок, сообщение и посланное электронное письмо более миллиарда человек в разных странах.

Процитируем несколько фрагментов из его книги с короткими комментариями [35]. Принципиальную роль в работе разведывательного сообщества имеет электронный документооборот. В частности, Сноуден обслуживал гигантские банки данных, хранящие собранную спецслужбами информацию и обеспечивающие эффективный доступ к ней: «Немногие это понимают, но ЦРУ имеет собственный Интернет и Веб. Есть свой Фейсбук, своя Википедия, есть собственная внутренняя версия Google – на самом деле Google и предоставляемая» [36: 176].

Дипломатия США самым тесным образом связана с разведкой: «Ни для кого уже не секрет, что первой функцией посольств на сегодняшний день является использование их в качестве платформ для шпионажа» [35: 194].

Важнейшей функцией разведки является доступ к секретным данным: «Если глубочайшие тайны мира хранятся в компьютерах, подключенных к Интернету, логично, что американские разведслужбы хотят воспользоваться этими соединениями, чтобы что-нибудь украсть» [36: 200]. Из СМИ известно, что в ряде случаев благодаря деятельности хакеров, которые сумели обойти системы защиты данных, были получены и опубликованы списки и координаты секретных агентов ряда стран. Более того, в фильмах, книгах, журналах, ориентированных на молодежь ряда государств, именно хакеры

выступают как положительные герои в современной компьютерной реальности.

Сноуден пишет: «Два самых известных метода американской интернет-слежки – это программа PRISM и «восходящий сбор» данных. PRISM позволяет рутинно собирать сведения Microsoft, Yahoo, Google, Facebook, Paltalk, YouTube, Skype, AOL и Apple, включая почту, фото, видео и аудиочаты, историю браузеров, запросы поисковых систем и другие данные, хранящиеся в их облачных хранилищах, – тем самым делая эти компании «соучастниками». «Восходящий сбор» ещё агрессивнее. Он дает возможность собирать данные прямо из частного сектора инфраструктуры Интернета – с маршрутизаторов и коммутаторов, которые разветвляют интернет-трафик по всему миру посредством орбитальных спутников и оптоволоконных кабелей, проходящих по дну океана». [36: 184]. Развитие компьютерных технологий позволяет держать «под колпаком» американской разведки миллиарды человек: «Любой современный смартфон сам по себе обладает большей компьютерной мощностью, чем вычислительные машины Третьего рейха и Советского Союза военного времени, вместе взятые» [36: 278]. Отчасти это делает понятным происхождение закона Мура – стремительный прогресс компьютерных систем дает решающий перевес технологическим лидерам в их отношениях с другими странами.

Лидерство здесь понятно, «Интернет – явление американское, но мне нужно было уехать из Америки, чтобы полностью это осознать... Свыше 90% всемирного интернет-трафика проходит через оборудование, разработанное, принадлежащее или управляемое американским правительством и американским бизнесом и расположенное на американской территории» [36: 212,213].

Другими словами, американцы «играют на своем поле», и в стратегической перспективе желающим оспорить «компьютерное доминирование» США нужно создавать свои, альтернативные системы. По этому пути сегодня идет Китай.

Есть иллюзия, что при некотором навыке можно очень много скрыть от компьютерного наблюдения. Это не так: «Жестокая правда состоит в том, что содержание наших коммуникаций редко бывает столь же откровенно в сравнении с другими нашими проявлениями, в сравнении с ненаписанной, невысказанной информацией, которая разоблачает более широкий контекст и стереотипы поведения. АНБ называют всё это «метаданными». Приставка «мета» обычно переводилась как «между» или «после, через», но здесь она имеет значение «о чем-либо»: метаданные – это данные о данных. Если говорить точнее, данные, которые делаются о данных, – это кластер тегов и маркеров, которые позволяют данным быть полезными. Иными словами, это «отчеты о деятельности» – данные обо всем, что вы делаете на ваших приборах, и о том, что ваши приборы делают самостоятельно».

Если технологии позволяют создать «меч», то естественно будут разрабатываться подходы, позволяющие создать «щит», помогающий противостоять этому «мечу».

Таким «щитом» тысячи лет было шифрование – способ защитить информацию, в прошлом доступный, прежде всего, владыкам и военным. Один из создателей алгебры Франсуа Виет (1559–1603) служил криптографом у короля Франции Генриха IV. Он сумел расшифровать переписку испанских агентов во Франции и был обвинен испанским королем Филиппом II в использовании черной магии. Ряд историков считает, что шотландская королева Мария Стюарт была казнена в 1587 г., поскольку криптографы королевы Елизаветы сумели прочесть её переписку с соратниками. В криптографии того времени шифр переписки должны были знать и автор, и адресат сообщения (двустороннее шифрование).

Однако в XX в. потоки информации благодаря формированию компьютерной реальности многократно выросли и понадобились другие, более эффективные подходы для того, чтобы передавать секретную информацию по открытым линиям связи. Принципиальный шаг был сделан Р. Мерклом, У. Диффи, М. Хеллманом. Этот шаг был связан с так называемыми *односторонними функциями*.

В начале компьютерной эры казалось, что в этой реальности для вычислительных машин нет границ. Однако многие задачи, которые ставились ещё в 1950-х гг., не решены до сих пор. Пусть на вход компьютера подается массив (число) длины N . Если для получения ответа надо проделать $Q \sim N^\alpha$, $\alpha = \text{const}$ операций, то такие задачи называются полиномиальными или *простыми*. Задачи, где зависимость более быстрая, называют *сложными*.

Сложные задачи, которые недоступны для вычислительных машин, формулируются иногда очень просто. Например, такой является *задача коммивояжера*: на плоскости N городов, надо найти кратчайший путь, проходящий через них. Возможных маршрутов $N! = N \cdot (N-1) \cdot \dots \cdot 2 \cdot 1$ (первый город мы можем выбрать N способами, второй – $N-1$ и т.д.). По формуле Стирлинга, доказанной в 1730 г., для больших N

$$N! \approx \sqrt{2\pi N} (N/e)^N, \quad e \approx 2,718$$

$$\text{Но } 100! > 9,33 \cdot 10^{157}, \quad 1000! > 2,84 \cdot 10^{2567}.$$

Заметим, что по существующим представлениям число атомов во Вселенной не превышает 10^{82} . Другими словами, даже для сотни городов все наши компьютеры вместе взятые не могут решить задачу коммивояжера за все время существования Вселенной.

Односторонняя функция с секретом $y = F_k(x)$, где k – секретный параметр, обладает тремя свойствами.

Для определенности будем считать, что x – число с N разрядами, описывающее исходное сообщение; y – зашифрованное сообщение.

1. $y = F_k(x)$ простая задача. Адресату A зашифровать свое сообщение легко, и для этого не надо знать ключа k . Как это сделать, можно рассказать всем.

2. $x = F_k^{-1}(y)$; y известно, но k неизвестно. Вычисление x – расшифровка сообщения y – сложная задача. Именно её надо решить злоумышленнику w , который хочет прочесть не предназначенную для него переписку.

3. $x = F_k^{-1}(y)$; y известно и k известно. Задача нахождения x , расшифровка, – вычислительно простая проблема. Это делает сторона B , для которой и предназначено сообщение.

Это меняет всё! Мы можем сообщить по открытой сети всем и способ шифровки – функцию F_k , и зашифрованное сообщение y . Но прочесть все секретные сообщения, направленные нам, можем только мы!

В 1978 г. американцы Р. Ривест, А. Шамир и Л. Адлеман предложили способ шифрования $f(x) = x^t \pmod{m}$ (\pmod{m} – остаток при делении на m). Само число m представляет собой произведение двух простых чисел p и q , оно известно всем желающим, но для дешифровки надо знать множители числа m .

Конечно, их можно найти, попробовав разделить m на все простые числа, меньше \sqrt{m} . Однако количество таких чисел составляет $2\sqrt{m} \cdot (\ln m)^{-1}$.

Если предположить, что m записывает 100 десятичными цифрами, то простых чисел найдется не меньше 10^{42} . Компьютеру, выполняющему миллион делений в секунду, для разложения числа, превышающего 10^{99} , на простые множители понадобится более 10^{35} лет [37].

«Щит» достаточно надежен, но и он, и «меч» продолжают совершенствоваться. Во многом это один из источников развития математической промышленности. Эффективные технологии работы с простыми и случайными числами и способы их построения становятся стратегическим ресурсом страны.

Стремительное развитие третьей природы – компьютерной реальности – заставляет нас задавать глубокие философские вопросы, которые имеют и прикладной характер. Какой информацией о себе и своих близких мы готовы делиться с обществом и предоставить ее «коллективной памяти» нашего и следующих поколений, а что мы хотим оставить себе и только себе, предоставив обществу право этого не знать или об этом забыть?

В 1982 г. чешский писатель Милош Кундера опубликовал роман «Невыносимая легкость бытия». По мнению писателя, бытие полно невыносимой легкости, потому что каждый живет один раз – «единожды – всё равно что никогда», «то, что произошло однажды, могло совсем не происходить», «один раз не считается».

Развитие компьютерной реальности и огромные базы данных, в которых отражена жизнь каждого человека, кардинально изменили ситуацию.

Это ясно формулирует Сноуден: «Мы – первые люди в истории планеты... кто несет на себе бремя бессмертных данных – бремя того факта, что собранные о нас записи могут получить вечное существование. Вот почему у нас есть вечный долг. Мы должны позаботиться о том, чтобы эти данные о нашем прошлом не обернулись против нас или наших детей... Мы не можем допустить, чтобы нас использовали против нашего будущего» [36: 348,349].

Естественно, огромные потоки информации, сформировавшиеся в компьютерную эпоху, и гигантские базы данных дают огромные возможности и для разведки, и для террора. Появляется возможность вернуть человечество в прошлое, в Средневековье.

Хасан ибн Сабах, Старец Горы (1050–1124) был основателем Низаритского исмаилитского государства и его военной группировки, известной как «ассасины».

Ассасины были террористами – они совершали политические убийства при большом скоплении народа. Многие из них не бежали с места события, но оставались на нем, выкрикивая политические и религиозные воззвания к народу, до тех пор, пока не были схвачены или убиты охраной. Убийства или угроза убийств дали огромную власть Старцу Горы.

По приказу Д. Трампа 03.01.2020 был убит командующий сил спецопераций, национальный герой страны и наиболее вероятный кандидат на пост президента Ирана Касим Сулеймани. В своё время он отказался от политической карьеры со словами: «Я хочу остаться солдатом революции». Он был убит ракетой AGM-114 Hellfire 9X, неофициально называемой американцами «Ниндзя». Вместо боевой части со взрывчатыми веществами она использует шесть длинных лезвий, убивающих всех, кто находится в легковой машине. Разумеется, убийства являются инструментами спецслужб. Но здесь ситуация иная – Трамп, как в свое время Хасан ибн Сабах, заявил, что один из ключевых людей Ирана был убит по его приказу. Без точного наведения и эффективных компьютерных систем такие террористические атаки были бы невозможны.

ИТ-системы позволяют двигаться и вперед, и назад. Выбор направления движения определяют общество и элиты.

5. Экономическое развитие в компьютерном контексте

Решить проблему на том же уровне, на котором она возникла, невозможно. Нужно стать выше этой проблемы, поднявшись на следующий уровень.

А. Эйнштейн

Мир начала XXI в. парадоксален. С одной стороны, в пространстве смыслов, ценностей, целей, проектов будущего имеет место *глокализация* – разные цивилизации отстаивают свои пути развития. С другой стороны, в

мире науки, технологий, образования происходит *глобализация* – достижения отдельных лабораторий, институтов, компаний, в конце концов, становятся достояниями всего человечества. Показателен пример науки и связанный с ним цикл воспроизводства инноваций (см. рис. 8).



Рис. 8. Цикл воспроизводства инноваций определяет в большой степени влияние науки на развитие общества

Фундаментальная наука занимается исследованиями *неизвестных свойств* Природы, Общества, Человека. Условно можно считать, что эта часть науки и тесно связанное с ней образование стоит 1 рубль. Это направление работает «за горизонт» – то, чем занимаются ученые в этой области, найдет практическое применение через 40-50 лет. После того, как Фарадей открыл электромагнитную индукцию, можно было производить электродвигатели. Однако электротехническая отрасль развилась только через полвека. После того, как Эйнштейн написал формулу для индуцированного излучения, можно было создавать лазеры. Однако Нобелевская премия «за фундаментальные работы в области квантовой электроники, приведшие к созданию генераторов и усилителей на основе принципа мазера-лазера» была присуждена советским ученым А.М. Прохорову, Н.Г. Басову и американцу И. Таунсу только в 1964 г. Впрочем, в военный или предвоенный период «научное время» ускоряется. То, на что раньше уходили годы, часто делается за месяцы.

Прикладная наука занимается тем, что на основе имеющихся фундаментальных знаний создает образцы новой техники, алгоритмы, стратегии. Именно здесь делается 75% изобретений. Горизонт здесь 10-15 лет, и стоит эта сфера 10 руб.

Опытно-конструкторские разработки (ОКР) дают возможность создавать эффективные доступные технологии, позволяющие вывести ре-

зультаты прикладной науки на рынок и сделать их конкурентоспособными. Здесь горизонт прогноза составляет 2-3 года, и стоит все это 100 руб.

Экономический эффект от науки и технологий возникает, когда результаты ОКР воплощаются в промышленности, а товары успешно продаются на рынке, либо появляющиеся возможности используются по-другому. Именно на этом этапе происходит конкуренция между компаниями, странами, цивилизациями.

В разных обществах цикл воспроизводства инноваций в различных областях замыкается по своей схеме. К сожалению, в нашей стране до последних лет этот цикл в компьютерной и математической отрасли был разомкнут. Недофинансированы были фундаментальные исследования. Например, как уже упоминалось, на развитие работ по искусственному интеллекту было выделено в 350 раз меньше средств, чем в Китае, а в развитие космической отрасли вложено 1/90 средств, которые тратятся в мире на освоение космоса.

Значительная часть организаций, занимавшихся прикладной наукой, была ликвидирована в 1990-х гг., а крупных компаний в области вычислительной техники или программного обеспечения не возникло. В результате этого нет отечественных персональных компьютеров, планшетов, мобильных телефонов и многих других вычислительных систем. В условиях санкций, направленных против России, это приводит ко множеству проблем.

Однако всё это не снимает необходимость конкуренции нашей цивилизации с Западом и задачу преодоления отставания, которую поставил Президент. По-видимому, в нынешних реалиях Компьютерный проект должен реализовываться на той же основе и в том же масштабе, как в советские времена выполнялись Атомный и Космический проекты. Сравнимо их стратегическое значение. Его выполнение, как и первых двух, определяет суверенитет страны и её обороноспособность. Этот проект междисциплинарен, – нужны материалы, полупроводники, электронное машиностроение, многочисленные бюро дизайна микросхем и соответствующие пакеты программ, позволяющие проектировать микроэлектронику. Нужны сенсоры, оптоволокно, системы связи, алгоритмы защиты и нападения в компьютерном пространстве. Так же, как и в случае первых двух проектов, нужна координация усилий и привлечение специалистов из разных областей. Необходимы затраты, позволяющие преодолевать отставание в этой жизненно важной области. При этом, как и в предыдущих проектах, отсутствие какого-либо промежуточного звена пустит насмарку всю программу – необходимое не будет создано. Очевидно, здесь, повторю это, идеальным было бы создание соответствующего министерства.

Вместе с тем, здесь есть два важных отличия от больших советских проектов. С одной стороны, это задача проще. Аналогичные системы уже существуют, многое производится в других странах. Основные этапы работы понятны.

С другой стороны, в отличие от двух советских проектов, здесь речь должна идти не о создании отдельных образцов техники, а о формировании собственной компьютерной и телекоммуникационной среды и возможности развивать её не медленнее, а быстрее, чем другие цивилизации.

Один из важных срезов мировой экономики – перечень ведущих компаний мира, например, по капитализации. Обратим внимание на первую десятку и прокомментируем её, имея в виду данные на 17.04.2023 [38]. Рыночная капитализация рассчитывается посредством умножения количества выпущенных компанией акций на стоимость одной акции.

1. *Apple Inc.* \$2535 млрд. *Отрасль* – электроника, информационные технологии. *Продукция*: персональные компьютеры и планшеты, мобильные телефоны, аудиоплееры. Компанию создали 01.01.1976 изобретатели первого персонального компьютера С. Возняк, С. Джобс, а также Р. Уэйн. Взлет в последние годы связан с линейками мобильных продуктов iPhone и планшетов iPad. В компании 132 тыс. сотрудников.

2. *Microsoft.* \$2089 млрд. *Отрасль* – разработка программного обеспечения. *Продукция*: *Microsoft Office, Microsoft Windows, Xbox.* Компания создана в 1975 г. Биллом Гейтсом. На момент начала своей деятельности Майкрософт была первым разработчиком пакетного программного обеспечения для домашних компьютеров, что упростило общение с ними.

3. *Saudi Aramco.* \$1882 млрд. *Отрасль* – добыча и переработка нефти и газа. *Продукция*: нефть, природный газ и другие продукты нефтехимии. Компания заявила о себе в 2019 г. Один из мировых лидеров по добыче и запасам нефти. Компания принадлежит Саудовской Аравии.

4. *Alphabet Inc.* \$ 1354 млрд. *Отрасль* – Интернет. Ранее компания называлась Google, но сейчас вышла за рамки этого поисковика. В состав холдинга входит более трех десятков компаний, в том числе такие как AdWords, Android, YouTube и прочие. Компания создавалась Сергеем Брином и Ларри Пейджем в 1998 г.

5. *Amazon Inc.* \$1006 млрд. *Отрасль* – розничная торговля. Создана в 1994 г. Джеком Безосом, в компании работает более 1 млн сотрудников.

6. *Berkshire Hathaway Inc.* \$659 млрд. *Отрасль* – страхование, финансы, железнодорожный транспорт, коммунальные услуги, производство продовольственных товаров, бессменный владелец – Уоррен Баффет.

7. *Tesla Inc.* \$662 млрд. *Отрасль*: автомобилестроение и солнечная энергетика. Крупнейший производитель электромобилей, выпускает также солнечные батареи и аккумуляторы. Компания была организована М. Эберхардом и М. Траппеннигом, в 2004 г. Илон Маск стал председателем совета директоров. Взлет компании и её всемирная известность связана именно с ним.

8. *Meta Platforms Inc. (Facebook).* \$534 млрд. *Отрасль*: Интернет. Facebook был разработан Марком Цукербергом. Сегодня социальную сеть Фейсбук посещает более 2 млрд. человек ежедневно.

9. *Visa Inc.* \$456 млрд. *Отрасль:* финансовые услуги. Организована в 1958 г. и занимается платежными операциями и банковскими переводами. Вторая по величине платежная система мира, исходя из данных по выпущенным картам и транзакциям. Картами Visa можно расплачиваться более, чем в 200 странах.

10. *Tencent.* \$455 млрд. *Отрасль:* конгломерат. Продукция: социальные сети, обмен мгновенными сообщениями, средства массовой информации, веб-порталы.

Подведем итоги. 9 компаний из 10 являются американскими. 8 из 10 компаний прямо или косвенно связаны с информационно-телекоммуникационным комплексом, с обслуживанием людей в информационной сфере, и только одна с добычей полезных ископаемых. Это естественно – ведущие страны входят в постиндустриальную фазу развития цивилизации, где во главе угла находится не природа и не машины, а человек. Практически все эти компании являются «молодыми», ориентированными на локомотивные отрасли V технологического уклада. Почти все эти компании связаны с массовым обслуживанием, с деятельностью, предназначенной для сотен миллионов и миллиардов людей.

Практически все эти компании возникли на фоне существенных значимых инноваций, меняющих компьютерную реальность. Фронт в экономике проходит именно здесь.

Еще один важный момент – основная часть продукции этих компаний относится к гражданскому, а не к военному сектору экономики. Первые компьютеры разрабатывались в связи с задачами национальной безопасности при самом активном участии государства и уже оттуда шли в гражданскую сферу. Сейчас ситуация обратная – многомиллиардные доходы позволяют корпорациям организовывать очень крупные научные и инженерные программы, ориентированные на совершенствование *массовой продукции*. И многие технологии именно отсюда приходят в военную сферу.

При таком подходе принципиальна модель продаж и связанные с ней требования по выпускаемой продукции. Создание капитализма, ориентированного на формирование общества потребления, опирается на стратегию Генри Форда. До него автомобили были игрушкой и забавой очень состоятельных людей. Со всеми неполадками и требованиями запчастей надо было обращаться на завод, непосредственно выпускающий автомобили. Форд создал систему дилерских центров, которые, собственно, и имели дело с покупателями. Он снизил цену машин до того уровня, на котором рабочие его заводов, проработав на них несколько лет, сами могли купить автомобиль. Снижение цены вычислительной техники и упрощение способов работы с ней привело к компьютеризации Америки так же, как инициативы Форда, в конечном итоге, привели к её автомобилизации.

Стоит обратить внимание на парадоксальный с экономической точки зрения феномен Кремниевой долины. В ней находятся штаб-квартиры, офи-

сы, лаборатории и центры разработок множества компьютерных компаний – Intel, Apple, Google, Tesla и многих других. В 1951 г. здесь был создан технологический парк вблизи Стэнфордского университета, в котором малые компании, «гаражные стартапы», могли попробовать свои силы.

Парадокс состоит в том, что крупные компании, работающие в одной или близких отраслях экономики, расположенные вблизи друг друга, жестко конкурируют и мешают друг другу. В результате конкуренции, как правило, побеждает сильнейший.

В Кремниевой долине ситуация оказалась противоположной! И географическая близость, и принадлежность к одному сектору экономической деятельности сыграли огромную стимулирующую роль для многих компаний. Наличие *среды* с большим количеством подготовленных специалистов, общим кругом идей и подходов, возможность быстро и дешево реализовать сделанные изобретения оказалась очень важной. Решающим фактором оказалась не конкуренция, а кооперация. Время, «гаражных стартапов» в этой области прошло, – более 8000 существующих в Кремниевой долине малых компаний ориентированы на то, чтобы их находки и разработки оказались поддержаны и приняты крупнейшими компаниями.

Секрет взлета компаний Кремниевой долины связан с *большим потоком предложенных инноваций, проектов, изобретений и их жесткой всесторонней экспертизой*. Сито научной, технологической, маркетинговой и многих других оценок, которые должен пройти проект, прежде чем рассчитывать на поддержку, является очень частым. Из 1000 предложений соответствующие средства получают только 7. Но именно такой жесткий отбор позволяет снизить риски инвесторов до приемлемого уровня, привлечь «бизнес-ангелов». По-видимому, такая организация дела в инновационном секторе экономики является правилом, а не исключением. При этом, конечно, сейчас при активном развитии телекоммуникационных сетей и создании «электронных» фирм, лабораторий, институтов, их сотрудники могут находиться в разных городах и странах. Географическая близость не является необходимым условием самоорганизации, но, тем не менее, в ней есть свои большие плюсы.

Развитие ИТ-технологий позволяет получить странам-лидерам в этой области большую *инновационную ренту*. Данная отрасль оказалась и, видимо, будет в течение длительного времени являться локомотивной для современной экономики. Поэтому преодоление отставания от ведущих стран, о котором говорит Президент, должно быть связано с её форсированным развитием. Следует заметить, что руководители большинства упомянутых фирм являются значимыми политическими фигурами в США.

Например, Билл Гейтс в период с 1994 по 2010 гг. вложил в Фонд Билла и Мелинды Гейтс более \$28 млрд. В 2010 г. он подписал «Клятву дарения» и выступил с предложением ко всем миллиардерам передать половину своих состояний на благотворительную деятельность.

Решение Илона Маска ограничить использование украинской армией системы Starlink не позволило последней провести ряд планировавшихся операций.

Обратимся к перечню 10 крупнейших российских компаний по рыночной капитализации на фондовом рынке по данным сервиса Trading view на 28.02.2023.

1. *Роснефть*. 3,737 трлн руб. *Отрасль*: поиск, разведка и добыча нефти и газа.
2. *Сбер*. 3,71 трлн руб. *Отрасль*: банковские услуги.
3. *Газпром*. 3,651 трлн руб. *Отрасль*: добыча и доставка природного газа.
4. *Новотэк*. 3,166 трлн руб. *Отрасль*: добыча газа.
5. *Лукойл*. 2,789 трлн руб. *Отрасль*: добыча нефти.
6. *Норникель*. 2,211 трлн руб. *Отрасль*: горнодобыча и металлургия.
7. *Газпром нефть*. 1,94 трлн руб. *Отрасль*: разведка и разработка месторождений нефти и газа.
8. *Полюс*. 1,196 трлн руб. *Отрасль*: добыча золота.
9. *Сургутнефтегаз*. 0,998 трлн руб. *Отрасль*: добыча, переработка и продажа нефти и газа.
10. *Северсталь*. 0,873 трлн руб. *Отрасль*: производство стали и металлических изделий [39].

Как видим, десяток ведущих компаний России относится к III технологическому укладу, в то время как лидеры мирового технологического развития сейчас входят в VI технологический уклад. Отсюда следует *необходимость новой индустриализации*, одним из локомотивов которой должна стать ИТ-отрасль. Это позволит на новом, более высоком уровне развивать множество других отраслей промышленности и более эффективно решать задачи обеспечения национальной безопасности.

Обратим внимание на рост валового внутреннего продукта мировой экономики и сопоставим его с развитием экономики ИКТ, следуя отчету Международного валютного фонда (МВФ).

В номинальном выражении к концу 2023 г. мировой ВВП увеличится на 5,3%, с поправкой на инфляцию это даст 2,8%.

Крупнейшие экономики для каждого региона мира:

- Африка: Нигерия (\$506,6 млрд);
- Азия: Китай (\$19,4 трлн);
- Европа: Германия (\$ 4,3 трлн);
- Ближний Восток: Саудовская Аравия (\$1,1 трлн);
- Северная и Центральная Америка США (\$26,9 трлн);
- Океания: Австралия (\$1,7 трлн);
- Южная Америка: Бразилия (\$2,1 трлн).

Россия в этом пространстве занимает 11-позицию (\$2,063 трлн). 1,96% в мировом ВВП. Спад экономики России в 2023 г. прогнозировался в объеме \$150 млрд [39].

Отсюда следует необходимость формирования разумной и дальновидной стратегии развития ИКТ в России, а также точной и эффективной её реализации.

Заметим, что, судя по расходам на ИТ, закон Мура и постоянное совершенствование вычислительных систем, отрасль развивается в экономическом пространстве не слишком быстро (см. рис. 9).



Рис. 9. Мировые расходы на ИТ в 2012-23 гг., \$ млрд

В течение ряда лет имело место существенное падение расходов [41].

Отчасти это понятно – спрос на многие товары удовлетворен. У человека может быть 1-2 мобильных телефона, но не более. Множество появляющихся экзотических функций у таких систем нужны немногим. Поэтому ведущие компании делают акцент на принципиально новых товарах. В ближайшие годы это будут, вероятно, системы искусственного интеллекта (ИИ), избавляющие людей и компании от рутинной умственной работы.

Расходы по сферам ИТ-отрасли сохраняют примерно ту же структуру (см. рис. 10) – наиболее дороги телекоммуникации и ИТ-услуги, дешевле остальных затраты на системы для центров обработки данных (ЦОД) [41].

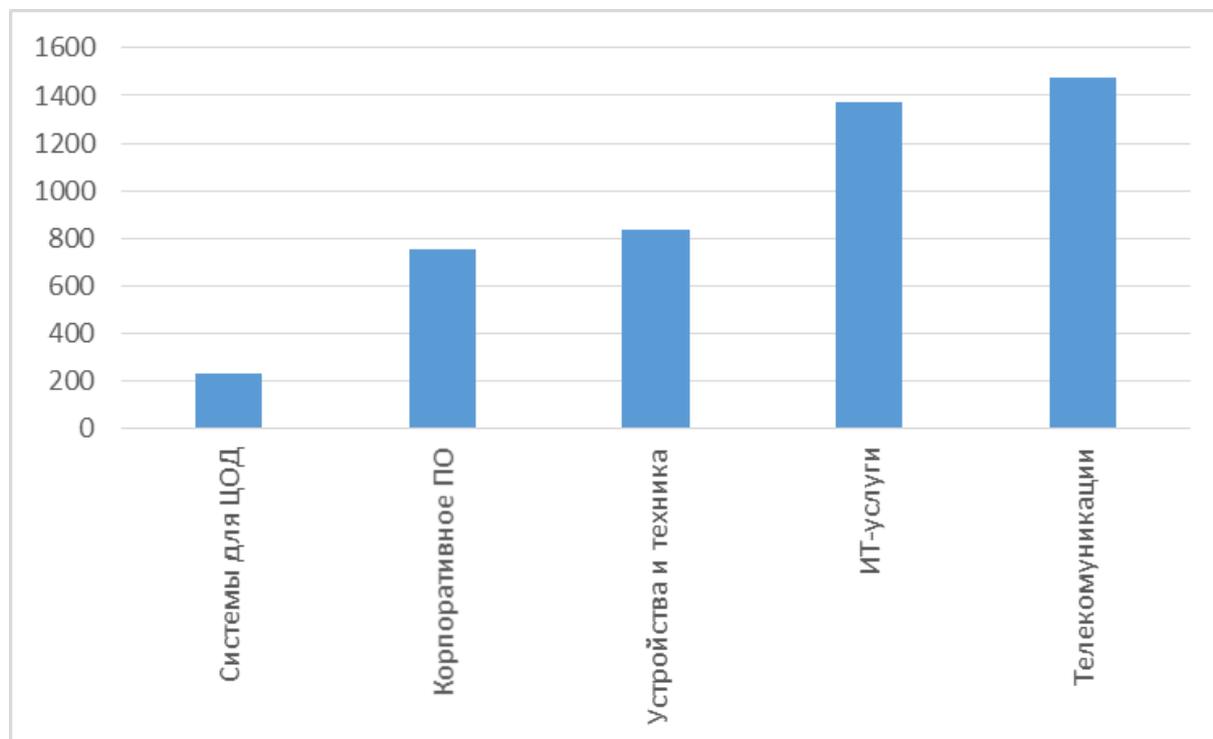


Рис. 10. Структура расходов компьютерной отрасли за 2023 г. [41]

Продажа информационно-технологических товаров и услуг в мире вырастут до \$4,5 трлн, что лишь на 2,4% больше, чем в 2022 г. Продажи программного обеспечения и ИТ-услуг, по оценкам аналитиков компании Gartner, увеличатся, соответственно на 9,3% и 5,5%, а продажи устройств снизятся на 5,1%. И потребители, и предприятия обновление оборудования откладывают на будущее [43].

Мировая экономика входит сейчас в стагнацию. Мировые ИТ компании массово сокращают сотрудников. В частности, Meta сократила 11 тыс. сотрудников, Twitter – 5 тыс., Salesforces – более 7 тыс., Google – 10 тыс., Tesla – 10 тыс. Падает цена акций крупнейших компаний с начала 2022 г. Meta – на 40%, PayPal – на 63%, Netflix – на 69%, Tesla – на 63%, Amazon – на 50%.

Следует обратить внимание на прорыв в сфере ИИ. Программа *ChatGPT пишет код лучше начинающих разработчиков*, судя по ряду тестов. ИИ пишет тексты, рисует картины, занимается дизайном и сочиняет музыку. Вероятно, вскоре он будет генерировать фильмы, игры, 3D модели [44].

Происходящее полностью совпадает с прогнозом, который дал Президент РФ в 2017 г.: «Искусственный интеллект – это будущее не только России, это будущее всего человечества. Здесь колоссальные возможности и трудно прогнозируемые сегодня угрозы. Тот, кто станет лидером в этой сфере, будет

властелином мира. Очень бы не хотелось, чтобы эта монополия была сосредоточена в чьих-то конкретных руках. Поэтому мы (если будем лидерами в этой сфере) также будем делиться этими технологиями со всем миром, как мы сегодня делимся атомными технологиями, ядерными технологиями, но чтобы не стоять в конце очереди, нужно уже работать над этим сегодня» [45].

В 2022 г. впервые корпорации создали больше моделей машинного обучения, чем академические учреждения. Глобальные расходы на внедрение технологий ИИ в 2023 г. достигнут \$154 млрд, что на 26,9% выше по сравнению с 2022 г. При темпе роста 27% рынок расходов на ИИ достигнет в 2026 г. \$300 млрд. Слияния, поглощения, покупка акций привели к тому, что в 2022 г. затраты на ИИ были существенно меньше, чем в 2021 г., но, видимо, это временный эффект.

Больше всего в ИИ в 2022 г. вкладывалась медицинская отрасль. Она, вероятно, останется лидером и в будущем. Соответствующие инструменты будут применяться в диагностике, для поиска лекарств и при планировании лечения [46].

Обладание современными технологиями и производственными мощностями может иметь стратегическое значение. В качестве примера можно привести тайваньскую компанию TSMC (Taiwan Semiconductor Manufacturing Company), занимающуюся изучением и производством полупроводниковых изделий. После поражения США во Вьетнамской войне американская администрация сделала ставку на аутсорсинг – перенос трудозатратных производств в страны с намного более дешевой рабочей силой. В 1985 г. выдающийся инженер и организатор в сфере производства полупроводниковой продукции Морис Чанг ушел с поста вице-президента компании Texas Instruments и начал руководить тайваньской компанией. В настоящее время TSMC владеет 60% рынка контрактных производителей полупроводниковой продукции. В передовом направлении производства полупроводниковой продукции с толщиной линии в диапазоне 5-32 нм компания удовлетворяет мировой спрос своей продукцией на 80%.

На долю США приходится 75% заказов, Китая – 6%, Европы, Африки, Ближнего Востока – 5%, Японии – 4%, азиатских стран Тихоокеанского региона 12%. В 2024 г. Intel собирается производить 3 нм процессоры, чипы для которых планируется делать на TSMC. Без продуктов этой компании тяжелый многолетний кризис наступит в производстве автомобилей, мобильных телефонов, планшетов, а также во многих других отраслях. По оценке Goldman Sachs глобальная нехватка чипов может затронуть 169 отраслей промышленности от производства стали и бетона до кондиционеров и пивоваренных заводов.

США планируют направить \$50 млрд на развитие производства полупроводников. Ранее \$52 млрд были выделены Законом США об инвестициях и конкуренции, чтобы превзойти Китай во всех областях технологий. Только TSMC инвестирует \$100 млрд в новые мощности в течение

следующих трех лет. Эта компания является лидером по капитализации среди азиатских компаний.

На юге Тайваня TSMC возводит фабрику, ориентированную на производство микросхем с толщиной линии 3 нм. Почему не удастся бороться с доминированием этой компании в мире? Ответ дал эксперт в сфере полупроводников П. Хэнбери: «Я думаю, что люди не понимают, что это не одноразовое решение. Если вы хотите 3 нм, это обойдется в \$15 млрд, а затем, два года спустя, придется вложить ещё \$18 млрд, а после – ещё \$20 млрд. Цифры огромны и нужны постоянные инвестиции, чтобы оставаться на передовой» [47].

В контексте глобального противостояния США и Китай соперничают в борьбе за контроль над TSMC. Некоторое время назад Моррис Чанг заявил, что производство чипов в США будет и расточительным, и дорогостоящим, и бесполезным предприятием. Тем не менее, под давлением США TSMC в 2022 г. открыла свои заводы в Аризоне. Официальные лица США считают, что собственные полупроводниковые фабрики смогут дать «решающее преимущество американской армии и экономике в то время, когда отношения с Китаем обостряются» [48].

Такие компании, как TSMC, имеют стратегическое значение. TSMC существенно влияет и на внутривнутриполитическую ситуацию на Тайване, и на остроту китайско-американских отношений. Наличие *одной* компании такого уровня в нашей стране имело бы огромное значение и для развития отечественной промышленности, и для нашей армии, и для определения места России в мировом разделении труда.

Развитие этой сферы деятельности в современном мире имеет множество аспектов. Многие из них представлены, например, в работе [49], написанной до начала специальной военной операции (СВО). Обратим внимание только на её вывод: «Для России в долгосрочной перспективе неактуален вариант развития полупроводниковой промышленности с опорой на поставки импортного обрабатывающего оборудования и промышленных роботов, особенно из стран, аффилированных с США. Ввиду неизбежных ограничений поставок в Россию высокотехнологичного оборудования такое «зависимое» развитие никогда не позволит достичь глобальной конкурентоспособности на рынке полупроводниковой продукции. Кроме того, будет сохраняться угрозы технологической безопасности и обороноспособности страны.

Таким образом, единственным ответственным решением проблемы технологического обеспечения полупроводниковой промышленности России является формирование собственного производства обрабатывающего оборудования и промышленных роботов. Имеющиеся российские предприятия, производящие такую продукцию, характеризуются малыми объемами выпуска продукции и не могут рассматриваться в качестве базы для разворачивания крупного производства. Перспективным представляется

вариант формирования нескольких крупных компаний (по основным группам машиностроительной продукции) при участии государства. Такой подход в создании высокотехнологичных производств, значимых для обеспечения глобальной конкурентоспособности страны, практикуется в Китае, США, Франции и других странах» [49: 178].

Доля России на глобальном рынке высоких технологий составляет менее 1%. С началом боевых действия на Украине (24.02.2022) эта отрасль в нашей стране оказалась в условиях торговой блокады. Уже 25.02.2022 крупнейший контрактный производитель микрочипов, тайваньская компания TSMC, отказалась от изготовления и поставки процессоров для российских компьютеров «Байкал», «Эльбрус» и «Скиф». Китайская компания Huawei отказалась от новых контрактов и отправила часть сотрудников российского офиса в отпуск. Ряд китайских компаний свернули свою деятельность в России, опасаясь вторичных американских санкций.

На апрель 2022 г. в отечественной отрасли микроэлектроники задействовано около 300 тыс. сотрудников, при этом доля работников меньше 30 лет составляет менее 2%. По данным ЦНИИ «Электроника», 54% российских компаний испытывают кадровый голод, а средний возраст специалиста составляет 45 лет. Чтобы удовлетворить спрос отечественных предприятий, надо каждый год выпускать 10 тыс. специалистов до 2030 г. Только 25% выпускников профильных вузов положительно относятся к перспективе работать на отечественных предприятиях. Причины этого – низкий уровень зарплат и устаревшее оборудование.

В то же время агентство Bloomberg сообщило о планах администрации Байдена смягчить ряд визовых ограничений для квалифицированных специалистов из России в таких сферах, как искусственный интеллект, ядерные технологии и квантовая физика [50].

«Стратегия развития электронной промышленности для Российской Федерации до 2030 года» была утверждена только 17.05.2020. К сожалению, она не отвечает на очевидные вопросы государства, промышленности, предпринимателей, ИТ и научного сообщества: «Что именно, в каком объеме, с помощью каких специалистов, технологий, средств производства, на каких предприятиях, для каких отраслей и с какой целью производить?»

«Для того, чтобы дойти до сегодняшних технологических норм TSMC (7-90 нм) при очень больших вложениях нужно 15 лет. Кроме того, отрасль является устоявшейся – свободных сегментов на международных рынках нет. Стоимость одной фабрики, производящей кремниевые микросхемы, составляет не менее \$2 млрд, и «чужакам» такую фабрику никто не продаст.

В России есть только процессы до 90 нм, например, у компании «Микрон» в Зеленограде. Это позволяет делать хорошо схемы для военной и аэрокосмической промышленности, банковские и транспортные карты, схемы для интернета вещей», – пишет один из ведущих экспертов [51: 80].

Принятые Правительством документы планируют сократить нынешнее отставание в 20 лет (техпроцесс 90 нм в 2022 г.) до 10 лет (техпроцесс 5 нм в 2030 г.).

Реален ли такой рывок? Судя по истории нашей страны, да. В первые пятилетки практически с нуля было организовано производство автомобилей, самолетов, танков. Стремительно была освоена радиолокация, создана огромная промышленность для ядерного и космического проектов. Во многих случаях удавалось, следуя совету академика И.В. Курчатова, «обгонять не догоняя».

Стоит обратить внимание на предложения одного из ведущих специалистов в микроэлектронике А.С. Дмитриева.

«Нужно искать малозатратные и перспективные альтернативы. Они есть.

В области разработки. В первую очередь следует наладить процесс подготовки специалистов, включая интенсивную практику разработки со студенческой скамьи реальных микросхем, используя для этих целей системы Eurograstics. Такой путь вполне доступен для российских вузов, но проектов от России там на удивление мало. В перспективе можно подумать о какой-то подобной системе и в России.

В области технологий. Активно использовать для разработки и изготовления собственных микросхем зарубежные фаундари-фабрики (работающие на небольшие внешние экспериментальные партии микросхем). Да, это не полноценное собственное производство, но для гражданских целей это принятая экономически эффективная схема.

Обратить внимание на технологию minimal Fab, которая эффективна при производстве небольших партий микросхем и основана на технологической оснастке в сотни и тысячи раз дешевле классических кремниевых фабрик.

На сегодняшний день технологические процессы на minimal Fab еще далеки от лучших образцов на классических кремниевых производствах, но уже приближаются к лучшим результатам в России. И, самое главное, можно и нужно участвовать в дальнейшем развитии этих технологий» [51: 81].

Существует важная причинно-следственная связь – компьютерная реальность сегодня во многом стимулирует развитие экономического пространства, а экономика, в свою очередь, определяет императивы формирования третьей природы. Проведенный анализ приводит к нескольким выводам:

– *Проект социально-экономической глобализации, развернутый в последние десятилетия США, заканчивается. Формируется мир сотрудничающих и конкурирующих между собой цивилизаций.*

– *Наша цивилизация (мир России) должна перейти от цивилизаций Первой волны (сырьевых доноров мира) к цивилизациям Третьей волны, в которых информация, знания, высокие технологии определяют вектор развития и взаимодействия с другими геоэкономическими субъектами.*

– Более 10 тыс. экономических санкций, объявленных Западом и поддерживаемыми его странами России, очерчивают направления, в которых следует сократить экономическое, технологическое, научное отставание от стран-лидеров, следуя курсу на сокращение отставания, определенному Президентом РФ.

– Ключом к решению этой задачи является развитие компьютерно-математической отрасли промышленности, включающей в себя широкий круг направлений, от создания новых алгоритмов и программных продуктов до производства полупроводников и формирования космических систем мониторинга и управления.

– Развитие и эффективное использование этой отрасли будет определять суверенитет России в XXI в. так же, как во второй половине XX в. её безопасность и развитие определяли Атомный и Космический проекты. Именно поэтому необходимо быстрое и точное формирование Компьютерного проекта страны.

– Компьютерный проект в силу монополизации этой области в мире требует активного государственного управления, создания соответствующего министерства и пересмотра многих экономических, образовательных, научных, культурных программ. Ни малый, ни средний, ни крупный бизнес России сегодня с задачами такого масштаба не справятся. Необходимо создание стратегии в этой области, реализующей её политики, планирование, намечены конкретные результаты, которые должны быть достигнуты. Компьютерный проект должен быть в центре общественного внимания.

– Импортозамещение в этой области не должно следовать императиву: «Раньше брали на Западе, теперь будем брать на Востоке». Двигаясь по этому пути, отставания не сократить. Нужно придумывать и реализовывать своё, сравнимое с зарубежными образцами или превосходящее их.

– Нужно создать условия для формирования крупных конкурирующих компаний, которые могли бы взять на себя существенные части Компьютерного проекта. По этому пути шли в советской авиации, в Тайване при создании TSMC, в Финляндии при создании компании мобильных телефонов Nokia.

– Важно изменение акцента в производстве микроэлектроники – от военного и космического сектора в сферу массовой гражданской продукции. Это в своё время определило взлет мировой электроники и должно дать импульс российской.

– Важно было бы воссоздание, усиление, а во многих случаях и организация прикладных научных институтов, ориентированных на создание образцов и технологий для Компьютерного проекта. Развитие отрасли отечественных беспилотников напоминает пословицу о том, что дорога ложка к обеду. Нужно идти вперед, а не повторять сделанное другими. Нужны творцы и созидатели, а не «квалифицированные потребители».

– Нужна была бы эффективная система обмена информацией, знаниями, опытом, технологиями. Много в нашей стране уже сделано и понятно, есть ряд интересных приложений. Ситуацию облегчает то, что в мире уже производится многое из того, что хотелось бы нам. Лидер вынужден попробовать десяток технологий, чтобы выбрать лучшую. Наше положение проще – для многих задач мы уже знаем ответ. Как известно, «самым большим секретом атомной бомбы было то, что такой объект может быть создан». Кроме того, при большом количестве незанятых профессиональных людей могут быть реализованы амбициозные международные проекты.

– Белоруссия и ряд других стран заинтересованы в том, чтобы играть более активную роль в компьютерной реальности, а не быть только покупателем чужой продукции или поставщиком рабочей силы в другую страну. Международное сотрудничество в этой сфере имеет большие перспективы.

– История техники показывает, что наиболее эффективны вложения в настоящее и будущее, а не в прошлое (хотя и последние затраты необходимы). Будущим в современной компьютерной реальности являются системы искусственного интеллекта, и вложения в эту область в России желательно было бы увеличить в 200-250 раз.

– Масштаб Компьютерного проекта требует деbüroкратизации и готовности предпочесть «дешевое, эффективное» «дорогую неэффективному». Инновации и предложения здесь стоило бы рассматривать конкретно и по существу без традиционных административных заповедей «распилить бюджет», «оставить как было». Здесь ключевую роль играет обратная связь и постоянный мониторинг результатов.

– Технологическое развитие в компьютерном пространстве приводит к тому, что многое постоянно дешевеет. Например, miniFabы в сотни и тысячи раз дешевле, чем полномасштабное производство, и, тем не менее, они позволяют создавать полноценные, полезные микросхемы. Естественно было бы этим воспользоваться. Во многих других частях компьютерного пространства ситуация схожая.

– Инженеры и технологи в этой сфере недооценены. Их зарплаты многократно ниже, чем у программистов. Замыкается отрицательная обратная связь – нет специалистов, поэтому нет достаточно большого количества проектов, нет проектов, поэтому нет специалистов. Эту связь стоит разорвать, рассматривая микроэлектронику как ключ к будущему.

– Многие трудности в обсуждаемой области связаны с перекосами в системе образования. Самые талантливые студенты физфаков много лет шли в теоретики, ребята послабее – в прикладные сферы, а самые слабые в отрасли, связанные с производством. На электронику и физику твердого тела много лет шли в основном троечники. Но ситуация-то иная! Множество Нобелевских премий было получено за работы именно в этих областях. Именно

достижения в данной сфере позволяют стремительно развиваться компьютерной реальности. В странах-лидерах «пирамида» иная – наиболее талантливые идут туда, где есть большие приложения и перспективы. Другие помогают им именно в той мере, в которой это нужно.

– Лауреаты Нобелевской премии П.Л. Капица и Ж.И. Алфёров многократно обращались к руководству страны, призывая обратить внимание на электронику и вложить большие суммы в развитие именно этой области. К сожалению, они не добились успеха. Переход к следующему технологическому укладу, войны сегодняшнего дня и подготовка к вооруженному противостоянию в обозримом будущем сделали аргументы этих ученых очевидными.

Нужны политические решения и экономические инструменты, позволяющие их реализовать.

Большие задачи дают большие силы. Именно здесь сегодня может быть сделан прорыв России в будущее. Остается надеяться, что он состоится.

6. Социальное пространство и стратегии развития компьютерной реальности

Угроза человеку исходит, в первую очередь, не от потенциально смертоносных машин и технологических аппаратов. Настоящая угроза всегда направлена против сути человека.

М. Хайдеггер «Вопрос о технологии».

В фантастических романах главное это было радио. При нем ожидалось счастье человечества. Вот радио есть, а счастья нет.

И.А. Ильф

Принципиальным вопросом в большой стратегии является социальный строй геополитических субъектов. Развитие компьютерной реальности в этом контексте может принципиально изменить поле возможностей и образ ожидаемого будущего.

В самом деле, в XX в. важную роль играли *идеологии*, понимаемые как синтез долговременного научного прогноза и образа желаемого будущего. Идеологии были своеобразным социальным стабилизатором, убеждая, что дела идут именно так, как надо. В этом качестве они отчасти заменяли религии.

Идеологии мыслились как некоторый общий рецепт для человечества, усвоив который, оно будет жить намного лучше.

Однако в настоящее время мы видим мир цивилизаций, каждая из которых ищет свой путь в будущее со своими смыслами, ценностями, идеалами.

И коммунистическая, и либеральная идеологии ориентировались на повышение производительности труда, на стремительный экономический рост и перемены к лучшему, которые произойдут в странах, выбравших этот путь развития. Этого не произошло. Чтобы убедиться в этом достаточно сравнить технологическую траекторию, пройденную с 1913 по 1963 гг. и с 1963 по 2013 гг. Изменения во втором отрезке значительно скромнее, чем в первом, да и связаны они в основном с компьютеризацией нашего мира.

Уже представители Римского клуба, объединяющего сотню ведущих ученых и политиков из разных стран, говорят, что возможности капитализма исчерпаны.

Для американской молодежи шоком стало осознание того, что их отцы и матери жили существенно лучше, чем они.

Очень важен вопрос и с социальными регуляторами. Вначале они определялись обеспечением безопасности – важно жить там, где дружина может защитить в случае набега. Затем эту роль стали играть деньги – универсальный суррогат всего.

В XX в. ключевое значение приобрели технологии. Российские реформаторы 1990-х гг. убеждали, что нам всё продадут за нефть и газ. История убедила, что это не так – многого не продадут и технологиями не поделятся. Страны, живущие с разным набором базовых технологий, живут в разных мирах. Достаточно вспомнить покорение испанцами индейцев, у которых не было ряда ключевых технологий, имеющих у европейцев.

Техническое развитие замедляется и, видимо, в перспективе разные цивилизации будут со временем выравниваться в технологическом пространстве. Именно тут и происходит глобализация. По ходу развития доля населения, работающего в промышленности и в сельском хозяйстве, сокращается, и со временем деньги придется платить все большему количеству людей из других сфер, не обеспечивающих наше благополучие.

Какова перспектива? Что будет социальным стабилизатором? Этот вопрос регулярно рассматривается международным Давосским экономическим форумом или, как его иногда называют, «форумом миллиардеров». Коротко говоря, участники форума считают, что регулятором станет *информация* и *время*, которое люди уделяют разным занятиям.

По мысли основателя Давосского экономического форума Клауса Шваба мы прошли Третью промышленную революцию, начавшуюся в 1960-х гг., и переживаем Четвертую. Катализатором Третьей революции стало развитие промышленности, производящей полупроводники, создание больших вычислительных машин, а позже персональных компьютеров и Интернета.

В основе Четвертой революции, по его мысли, находится мобильный интернет, миниатюрные производственные устройства, искусственный интеллект и обучающиеся машины.

Шваб и эксперты Давосского экономического форума выделили переломные моменты, которые должны изменить мир до 2025 г.

Перечислим их:

- «10% людей носит одежду, подключенную к сети Интернет;
- 90% людей имеют возможность неограниченного и бесплатного (поддерживаемого рекламой) хранения данных;
- 1 триллион датчиков, подключенных к сети Интернет;
- Первый робот-фармацевт в США;
- 10% очков для чтения подключены к сети Интернет;
- 80% людей с цифровым присутствием в сети Интернет;
- Производство первого автомобиля при помощи 3D-печати;
- Первое правительство, заменяющее перепись населения источником больших данных;
- Первый имеющийся в продаже имплантируемый мобильный телефон;
- 5% потребительских товаров сделано с помощью 3D-печати;
- 90% населения используют смартфоны;
- 90% населения имеют регулярный доступ к сети Интернет;
- Беспилотные автомобили составляют 10% от общего числа автомобилей на дорогах США;
- Первая пересадка печени, созданной с использованием технологии 3D-печати;
- 30% корпоративных аудиторских проверок проводит ИИ;
- Правительство впервые собирает налоги при помощи цепочки блоков (технологии блокчейн);
- Более 50% домашнего интернет-трафика приходится на долю приложений и устройств;
- Превышение количества поездок/путешествий на автомобилях совместного пользования над поездками на частных автомобилях;
- Первый город с населением более 50 000 без светофоров;
- 10% всемирного внутреннего валового продукта хранятся по технологии цепочки блоков (технологии блокчейн);
- Первый ИИ-робот в составе корпоративного совета директоров» [4: 39,40].

Разумеется, как это часто бывает в прогнозах, временные рамки сдвинуты. Обычно многое происходит существенно позже, чем предсказывалось. Тем не менее, направление предсказываемых и желаемых перемен ясно. Это путь к тотальному контролю над людьми и обществом. Иммануил Кант считал, что развитие человечества идет ко всё большей свободе –

от бича хозяина к ненавязчивым рекомендациям по Интернету или по телевизору. План Давоса ломает эту тенденцию.

По сути, это режим тюрьмы. Заключенный знает, что за ним нельзя все время наблюдать, но при этом понимает, что в любой момент за ним кто-то может смотреть. Например, это может быть реализовано как система социального рейтингования. «Наблюдатчики» фиксируют все слова, передвижения, письма, звонки, встречи, а затем искусственный интеллект в соответствии с программой, заданной «хозяевами», взвешивает и решает казнить или миловать, включать в черный список или подождать. Эти решения выше закона, их нельзя опротестовать. Эдвард Сноуден признал, что американским спецслужбам доступна вся информация о человеке. Остается непонятным только то, что мы думаем. Но, очевидно, это временно.

Возникает вопрос, «компьютерная тюрьма» – это утопия или анти-утопия? Представители различных цивилизаций по-разному отвечают на этот вопрос.

Например, израильский историк Ю.Н. Харари считает, что человечество преодолело три главные беды прошлого – голод, мор и войну. Он назвал свою книгу *Homo Deus* – человеко-бог, утверждая, что следующими целями человечества будут *бессмертие, счастье и божественность*. Однако путь в это светлое будущее он видит таким:

- «Главным продуктом экономики XXI века будут не вооружение, автомобили или одежда, а тела, мозги и интеллект.

- Подобно тому, как результатом промышленной революции стало возникновение рабочего класса, следующая масштабная революция создаст класс неработающий, бесполезный.

- Обращение человека с животными дает достаточное представление о том, как в будущем усовершенствованные люди будут поступать со всеми остальными.

- Демократия и свободный рынок рухнет, когда Google и Facebook будут знать нас лучше, чем знаем себя мы с вами; власть, полномочия и компетенции перейдут от живых людей к сетевым алгоритмам.

- Люди не будут противостоять машинам, они сольются в единое целое» [52: 497].

Очевидно, это вполне согласуется с давосским сценарием. Писатели, режиссеры, ученые остро чувствуют опасности будущего. Мы находимся в точке бифуркации. Будущее неединственно, поэтому естественно желание понять, по каким ветвям в грядущее может пойти человечество.

Событием в киноиндустрии XX в. стал фильм «Матрица», снятый братьями Э. и Л. Вачовски (позже сестрами) в 1999 г. В фильме рассказывается, как искусственный интеллект под руководством Архитектора поработил людей. Последние находятся в капсулах, питают своей энергией машины и при этом находятся в виртуальной реальности. И только не-

большая группа людей пытается разрушить этот призрачный мир, путая при этом реальность со своими галлюцинациями.

Французский социолог Жак Аттали называет «прозрачный мир», который хотят построить деятели Давоса, миром *эпохи гиперконтроля*. Судя по его теории, такая реальность будет существовать полвека: «Наблюдение – модное словечко грядущих времен. Наступит время гиперконтроля. С помощью новейших технологий можно будет узнать о происхождении продукции и передвижении людей, что в далеком будущем станут использовать для военных целей. Датчики и миниатюрные камеры на всех общественных и частных территориях, в офисах и местах отдыха, даже в мобильных устройствах начнут следить за приездами и отъездами... Посредством биометрических технологий (отпечатки пальцев, радужная оболочка глаза, форма рук и лица) будут наблюдать за перемещениями путешественников, работников, потребителей... Ничего не удастся держать в секрете, больше не останется причин для скромности и скрытности. Все будут знать всё обо всех. У людей исчезнет чувство стыда и одновременно увеличится толерантность. Ещё вчера забывчивость скрашивали оттенком сожаления, завтра прозрачность информации не позволит раскаиваться и сожалеть о чем-либо» [53: 177,178].

Многое, предсказанное в 2006 г., уже воплотилось в реальность. Солдаты воюют в повязках, чтобы машины противника с системами искусственного интеллекта не «вычислили» их, и спецслужбы не стали причинять вред их родным.

Включенный мобильный телефон в зоне боевых действий сразу становится объектом атаки. Тысячи используемых дронов показывают, как важны «наблюдатчики», о которых писал Аттали. Пандемия COVID-19 убедила общество, насколько жестко его можно контролировать уже при нынешних технологиях.

Но дальше – больше. Какой толк в выборах, если с компьютером или мобильником *каждого избирателя* будет работать программа, убеждающая *именно этого* человека проголосовать так, как надо? Это другой мир и другие люди. Но и эта эпоха пройдет: «... прежде, чем люди превратят себя в машины и прежде чем установится власть гиперимперии, человек будет противиться этой перспективе... Гиперимперия потерпит крах, разбившись о берег. Человечество сделает всё, чтобы предотвратить ужас...» [53: 206]. Наступит эпоха *гиперконфликта*, время математических инструментов, способных скрывать информацию, и новых войн.

Мир в целом и наша цивилизация в частности столкнулись с *кризисом будущего*. Научную фантастику вытеснило фэнтези – будущее в прошлом. Среди множества антиутопий в Интернете почти нет утопий. В советские времена читался курс научного коммунизма, в котором очерчивался желаемый образ будущего. «Туманность Андромеды» И.А. Ефремова, «Понедельник начинается в субботу» Аркадия и Бориса Стругацких и мно-

гие другие произведения советских писателей звали в будущее. Отсутствие понятого и принятого обществом образа будущего – стратегический риск для нашего поколения. Как говорил римский философ Луций Сенека: «Когда человек не знает, к какой пристани он держит путь, для него ни один ветер не будет попутным». Будем надеяться, что ситуация изменится к лучшему.

Самой большой стратегической угрозой, связанной с развитием компьютерной реальности, является изменение самого человека, его психики, сознания, восприятия, желаний.

Как изменить всё, ничего не меняя, сохранив при этом социальный строй, организационную структуру, бюрократическую модель и главное – власть немногих над многими? Путь прост – преобразить реальность, опираясь на компьютерные технологии, убрав много «лишнего» в сознании и внушив желаемое. Именно эта стратегия развивается Западом, опирающимся на серьезную научную, философскую, методологическую основу.

Многое из того, к чему идет мир и к чему приводят технологии, предвидят фантасты. Биохимик, футуролог, фантаст Айзек Азимов, автор более 500 произведений опубликовал в 1942-93 гг. цикл фантастических романов «Основание» из 7 книг [54]. Этот цикл в 1966 г. был удостоен премии «за лучшую фантастическую серию всех времен». Канва книги проста. Галактическая Империя простирается на миллионы миров и существует 12 тыс. лет. Гениальный математик Гэри Сэлдон создает междисциплинарный подход, опирающийся на математику, историю, социологию, компьютерные науки, – *психоисторию*. Этот подход позволяет заглядывать в будущее на тысячелетия вперед. Пользуясь этим подходом, Сэлдон предсказывает новые темные века длительностью в 30 тыс. лет. Предотвратить это нельзя – законы истории и массовой психологии нерушимы, но этот период можно сократить до 1 тыс. лет. Но для этого должен быть осуществлен План Сэлдона. Ключ к нему связан не с войнами и революциями, а с наукой и влиянием её на массовое сознание. «Насилие – последний козырь дилетантов», – говорит Самвор Гардин, один из героев цикла. Время от времени в Склепе Сэлдона на планете Терминус появляется голографический призрак Сэлдона и говорит (соответствующие записи были сделаны при его жизни), например, «Если я был прав, а я был прав с вероятностью 93%, вы только что преодолели очередной кризис. Вы молодцы – расслабляться не стоит. Готовьтесь к следующим кризисам – и до встречи».

Для реализации Плана создается Первая Академия для сохранения накопленных знаний и работ по ядерной физике. В тайне создается и вторая Академия, занимающаяся методами влияния на психику, которая, в конце концов, берет верх и после череды кризисов позволяет осуществить План Сэлдона.

Лауреат Нобелевской премии по экономке Пол Кругман назвал этот цикл романов «уникальным шедевром..., способствующим пониманию и, возможно, предсказанию дальнейшей человеческой судьбы».

С 1954 г. чтение этих книг Азимова является обязательным в военной академии в Вест-Пойнте (США), поскольку психоисторическая война – это вещь более серьезная и опасная, чем информационная война.

Что из предвидений Азимова воплотилось к настоящему времени?

– Принципиальное значение в исследовании и прогнозе динамики общества действительно приобрели *междисциплинарные подходы*, в частности *теория самоорганизации*, или *синергетика* (в американском варианте – теория сложности). Существуют институты, занимающиеся этим кругом проблем. В качестве примера можно привести Институт сложности в Санта-Фе, организованный в 1984 г. Принципиальную роль в создании и развитии этого института сыграл лауреат Нобелевской премии по физике, автор гипотезы кварков, М. Гелл-Манн.

– Действительно, математика и методы ряда естественных наук начали активно применяться при описании, моделировании и прогнозе исторических событий. В 1997 г. С.П. Капица, С.П. Курдюмов и Г.Г. Малинецкий выдвинули программу, связанную с построением *математической истории*, на результаты которой можно было бы опираться в стратегическом планировании [55]. В США позже этот подход получил название клиодинамики [56].

– Развитие нелинейной динамики и синергетики показало, что для большинства открытых, сложных систем существует *горизонт прогноза*, до которого мы можем предсказывать состояние исследуемого объекта, а за которым вынуждены обращаться к статистике. Поэтому надежды на предсказание состояния общества через столетие, исходя из современных научных подходов, не оправданы.

– Как и предвидел Азимов, воздействие на сознание, представления, ожидания лиц, принимающих решения, и общества стало важнейшим инструментом управления в нынешней реальности.

– Исходя из термина А. Азимова и опираясь на большой исторический материал, известный российский историк А.И. Фурсов разработал концепцию психоисторической войны. ИКТ предлагают множество инструментов для таких войн.

Суть этой технологии Фурсов поясняет следующим образом.

Психоисторическая война – это систематическое долговременное воздействие на психосферу общества-мишени, в основном его властной и интеллектуальной элиты. У психоисторической войны несколько уровней. Самый простой уровень информационный – это когда идет фальсификация фактов. И, наконец, последний, это высший пилотаж, метафизический и смысловой уровень, когда тебе в голову пытаются вогнать чужие смыслы.

Когда, например, говорят коллективизм – это плохо, индивидуализм – это хорошо, деньги хорошо...

Психоисторическая война бьет в основном по двум вещам: по идентичности, которую она старается изменить, и по исторической памяти. Нужно защищать свою психосферу, это одна из главных вещей... Любое искажение истории имеет своей целью удары по идентичности и по исторической памяти. Как говорил один из героев Оруэлла: «Тот, кто контролирует прошлое, тот контролирует будущее».

Философским основанием для переделки мира по складывающейся на Западе тенденции является *постмодернизм*. В отличие от прежней тесной связи философии со стремлением понять Природу, Общество, Человека, опираясь на науку, постмодернизм ориентируется на искусство. Он отражает хаос концепций, подходов, типов рефлексии, характерных для конца XX века.

Это взгляд отразил один из классиков постмодернизма Жан Бодрийяр, взяв к своей книге «Симулякры и симуляция» вымышленный эпиграф: «Симулякр – это вовсе не то, что скрывает собой истину, – это истина, скрывающая, что её нет. Симулякр есть истина. Экклезиаст» [57: 31].

Реальность при этом заменяется знаком, образом: «Таковы последовательные фазы развития образа:

- он отражает фундаментальную реальность;
- он маскирует и искажает фундаментальную реальность;
- он маскирует *отсутствие* фундаментальной реальности;
- он вообще не имеет отношения к какой-либо реальности, являясь своим собственным симулякром в чистом виде.

В первом случае образ – *доброкачественное* проявление: репрезентация имеет сакраментальный характер. Во втором – *злокачественное*, вредоносный характер. В третьем случае он лишь *создает вид* проявления: характер чародейства. В четвертом же речь идет уже не о проявлении чего-либо, а о симуляции» [57: 15].

В этой философии отрицается возможность достоверности и объективности, а понятия «справедливость» или «простота» утрачивают своё значение. Прогресс, истина, смыслы, порядок, справедливое общество – ключевые понятия западной философии в прошлом – Жак Деррида объявил совокупностью идеологии и мифов. Если нет соотношения образа и реальности, то остаются только знаки и тексты. По мнению Дерриды: «Вне текста не существует ничего» [53].

По теории Ж.Ф. Лиотара важнейшей чертой традиционного и индустриального обществ было господство в них идеологий. Именно они объединяли людей, определяли отдаленные цели, большие проекты. Идеологии, по мнению постмодернистов, описывали их на универсальных языках – метанарративов – платонизма, христианства, новоевропейского рационализма и Просвещения. «Сегодня мы являемся свидетелями раздробления,

расщепления «великих историй» и появления множества более простых, мелких, локальных «историй-рассказов».

Триадой постмодернистской философии являются «смерть бога» – «смерть автора» – «смерть субъекта». Фридрих Ницше в своём нигилизме в «переоценке всех ценностей» в книге «Веселая наука» провозгласил смерть бога, которого люди убили своим неверием. Филолог XX века Ролан Барт, известный постмодернист, провозгласил «смерть автора», который уже не интересуется читателя, а просто черпает тексты из необъятного словаря уже созданной культуры. Не этот напишет, так другой. Фильмы – бестселлеры «Гарри Поттер», «Звездные войны», «Матрица», «Аватар», «Титаник» – результат огромного и очень дорогого производства, в котором роль режиссера, автора или отдельных актеров не так велика. Постмодернист М. Фуко провозгласил «смерть субъекта». Если Кант призывал «Имей мужество пользоваться собственным умом», то Фуко настаивает, что мыслящих нет, что они умерли, что мы просто ворует их идеи. Множество переделок, дописываний, интерпретаций отчасти подтверждает этот взгляд [59].

Термин «философия» возник как сочетание двух слов – «любовь» и «мудрость». Но о какой мудрости можно говорить при таком хаосе в значительной части философского пространства?!

Казалось бы, можно опираться на старую, добрую систему образования. Но и её уже в большей степени нет!

Попытка перейти на электронную систему образования во многих школах и институтах России во время пандемии COVID-19 оказалась неудачной. Обычное образование – диалог, компьютерное, как правило, монолог. Очень немногие оказались готовы к такому режиму работы. Многие учителя, преподаватели, профессора считают два года «электронки» потерянными для учебы. Пропущенные без особой пользы два года у многих миллионов человек – стратегические потери для страны.

Мы очень быстро вошли в третью природу, с которой оказались у многих связаны и работа, и отдых, и развлечения, и общение.

Пожалуй, наиболее подходит для осмысления ситуации образ человека Средневековья (или как в фантастических романах называют «попаданца») в нашем компьютерном мире. Он оглядывается и старается понять, что здесь к чему.

Конечно, думает о безопасности. Прочитую спецпредставителя Президента России по международной информационной безопасности. Он комментирует регулярно собираемые в США хакерские съезды, число участников которых достигает 15 тыс. чел.: «Один из руководителей киберкомандования Кит Александр (ушел в отставку в 2013 г.), выступая перед ними, высказал идею, которая взбудоражила очень многих. Он говорил: «Господа, помогите нам обеспечить американскую информационную безопасность». А дальше эта мысль приобрела такой формат, который

подразумевал: «вы бейте всех, кроме нас самих». Это мне напомнило каперство времени Британской империи, когда в Британии морским пиратам разрешено было грабить все суда, и если они делали это с успехом, им давали и адмиральские звания, и ордена, и прочее. Главным условием было – не грабить суда Британской империи. Каперство – это страшное дело, если эта идея будет реализована» [60].

Британия полагала, что её возможности позволяют ни с кем не договариваться и действовать так, как ей выгодно, не обращая внимания на остальных. «Информационно-коммуникационные технологии превращаются в каждодневно применяемое оружие, причем оружие первого удара. Ядерное оружие, конечно, продолжает оставаться основным губительным оружием, но это оружие сдерживания, оружие отчаяния и, видимо, будет применяться тогда, когда наступает последний момент. Кибероружие применяется повседневно, – многие из вас это ощущают...если целенаправленно ударить по стране, то ущерб вполне сопоставим с применяем оружием массового уничтожения», – объясняет спецпредставитель [61].

Однако Запад договариваться не хочет, полагаясь на свое технологическое превосходство. Поэтому дипломат заявляет примерно так же, как и в Средние века: «Кто к нам с кибермечом придет, тот от кибермеча и погибнет» [62].

Наглядный пример – вирус Stuxnet, заразивший в 2009-10 гг. около 200 тыс. компьютеров и отбросивший на несколько лет назад ядерную программу Ирана. Этот вирус действовал на компьютеры, установленные в ядерных центрах Ирана, и управляющие центрифугами для обогащения урана. Данный вирус периодически повышал частоту вращения центрифуг до 2000 об/мин, которую моторы не выдерживали и ломались более чем в 1300 центрифугах.

Но ведь дело не только в крупных, масштабных событиях, – с кибермошенничеством может столкнуться каждый. За 4 года число киберпреступлений в России увеличилось в 8 раз, а раскрывается в среднем только каждое четвертое преступление [63] (см. рис. 11).

Ещё недавно социологи, инженеры, политики с большими надеждами писали об *информационном обществе*, в котором информация предоставляется на основе ИКТ, а информационные ресурсы доступны членам общества и направлены на удовлетворение их потребностей в информационных услугах и информационной продукции [64,65].

Однако сейчас стала видна оборотная сторона медали. Интернет полон любой информации, всегда можно найти людей, думающих точно так же, как ты. Вспоминается известная притча. Мудрец просил Бога дать ему заповеди, которые помогут людям жить лучше. И Бог сделал это. Но дьявол решил обесценить этот дар и развесил эти заповеди на каждом углу – люди перестали относиться к ним всерьез. Без должного отношения к знанию и информации они ничего не стоят.

В 2001-02 гг. безработный 36-летний британский хакер Гари Маккинон в одиночку взломал компьютерные сети Пентагона и получил контроль над сотней компьютеров, обеспечивающих оборонные и космические программы в разных штатах Америки. Позже он объяснил, что хотел найти данные об НЛО и по ходу дела нашел уязвимости в сети безопасности, обслуживающей армию, флот и космическое агентство NASA. Куда же дальше?



Рис. 11. Динамика и раскрываемость преступлений, совершаемых с использованием информационно-телекоммуникационных технологий в России

Можно вспомнить афоризм из книги Дж. Р.Р. Толкина «У эльфа и ветра не спрашивай совета, оба скажут в ответ – что да, то и нет». Эльфы живут вечно и понимают гораздо больше простых смертных, поэтому надо очень постараться, чтобы задать им точный вопрос, ответ на который помог бы нам.

В этой ситуации мы приходим к хаосу в пространстве знания. Бодрийяр пишет, что в постиндустриальном обществе историю должна сменить *постистория*. По его мысли «история была могучим мифом ... который поддерживал одновременно возможность «объективной» связности причины и следствий и возможность нарративной связности дискурса... Век истории – это также век романа... История – это наш утраченный референт, то есть наш миф» [66]. В постистории отказываются от линейной концепции времени, от представления об истине и новизне, от объективной связи причин и следствий. От постмодернизма один шаг до практики. На Украине в последние десятилетия был проведен гигантский социологический эксперимент. История была переписана, герои стали врагами, а в

преступниках стали видеть идеалы. Затем за дело взялась система образования и СМИ, общественное сознание преобразилось, и это начало менять стратегию ключевых игроков и в Европе, и в мире.

За постисторией идет *постправда* – обстоятельства, при которых объективные факты являются менее значимыми при формировании общественного мнения, чем субъективные убеждения, эмоции, наглядные картинки в сети.

Символ интернет-эпохи – sms-сообщения (Short Message Service). Эти сообщения длиной в 160 символов пришли в наш мир в 1992 г. Коротко, самую суть. Вспоминается Буратино: «Мысли у него были маленькие-маленькие, коротенькие-коротенькие, пустяковые-пустяковые». Но ведь многого 160-ю символами не скажешь. Кроме того, надо как-то выразить эмоции, и появляется язык эмодзи (название происходит от двух японских слов «картинка» и «знак»). Президент Oxford Dictionaries Каспер Грэтвол писал: «традиционные алфавитные знаки безуспешно пытаются удовлетворять запросы XXI в. на быструю, визуально ориентированную коммуникацию. Неудивительно, что пиктографический набор символов эмодзи появился, чтобы восполнить эти пробелы – он гибкий, быстрый, красивый» [67: 40].

Пожалуй, человека, увидевшего информационное общество, должны более всего поразить изменения в людях. Во главе угла предшествующего развития лежали высокие технологии (high-tech), направленные на преобразование природы и совершенствование машин, предназначенных для этого, на изменение окружающего мира

В новой, компьютерной реальности во главе угла оказываемся мы сами, ключевыми оказываются технологии трансформации нашего сознания и восприятия мира (high-hume).

Часто нынешнюю молодежь называют «поколением с опущенным взором». Этот взор опущен в мобильник, в планшет, в чужую призрачную реальность.

Глубокий интересный анализ этой революции предложил М.Г. Делягин. Доля производительного труда уменьшается, и человек становится во всё большей степени не созидателем, а покупателем: «Суть современного информационного взаимодействия – обмен внимания пользователя на полученные им эмоции. Бизнесу нужно удержание внимания, пользователю – новые эмоции. Содержательная деятельность (включая традиционный обмен труда на материальные блага) сама по себе на глазах перестает быть ценностью» [68: 17].

В информационном пространстве на другом уровне повторяются стратегии биологической эволюции. В 1976 г. британский биолог Ричард Докинз опубликовал книгу «Эгоистичный ген», обосновывающую геноцентричный взгляд на эволюцию. По мнению Докинза в основе биологической эволюции лежит изменение генов (а не особей, не видов и проч.), которое движется в сторону увеличения их способности копироваться. При этом они меняют окружающую среду, заставляя её копировать себя.

Наглядный пример – соревнования по гребле. Роль гребцов в них играют гены, а роль лодок мы с вами – особи. Успех – увеличение числа потомков, дающее новые шансы «гребцам».

По мысли Докинза подобная «эгоистичная» репликация относится и к элементам культуры – идеям, технологиям, религиям, стилям моды [69].

Роль гена – единицы биологической эволюции – играют *мемы* – единицы культурной эволюции. Люди, компании, страны, цивилизации конкурируют в создании «долгоживущих мемов». ИКТ многократно расширили пространство для конкуренции. Мобильные телефоны превратили всех нас отчасти в репортеров, фотографов, журналистов. Это очень важное смещение акцентов – от императива «быть» к стремлению «казаться». «Даже самое сложное производство как таковое на порядок менее рентабельно, чем создание технологий, дизайн и маркетинг, и поэтому систематически и неуклонно проигрывает им конкуренцию за все виды значимых ресурсов», – считает М. Делягин [68: 10].

При этом мы находимся в ситуации форсированного выбора. Наши возможности что-то запомнить, чему-то научиться и передать это другим весьма ограничены. Поэтому приходится выбирать наиболее важные, ключевые сущности в информационном пространстве. Традиционный капитализм опирался на безудержное стремление к богатству и власти и связанную с этим конкуренцию. Здесь все наоборот, именно так, как говорил Шота Руставели: «Что ты спрятал – то пропало, что ты отдал – то твоё». Исходя из этого, стратегия оказывается парадоксальной, как тезис и антитезис: «Информационные технологии по мере своего распространения и развития приносят в повседневную жизнь пользующихся ими всё новые черты традиционного коммунизма, – хотя совершенно не таким образом и не в такой форме, как представлялось классикам марксизма-ленинизма полтора века назад. Объективно обусловленные общественная природа и принципиальная неотчуждаемость главного ресурса современности – информации – делает практически невозможной частную собственность на неё, тем самым выводя главный ресурс развития капитализма за его собственные рамки.

Рефлекторная попытка приватизации информации «правом интеллектуальной собственности» при всей своей объективно вынужденной частичности выродилось в чудовище, блокирующее саму возможность развития, и, в конечном итоге, в саморазрушающее злоупотребление, в целом уже провалилась...» [68: 39].

Попавший в информационное пространство, знакомящийся со стремительным развитием «третьей природы», в конце концов, поинтересуется перспективами.

Их ясно показывает график, называемый «хоботом слона» (рис. 12), показывающий рост доходов с 1998 по 2008 гг. у лиц, принадлежащих к разным доходным группам [70: 3].

Иногда эту кривую называют графиком Лакнера–Милановича или *кривой глобального экономического роста* или «кривой слона». Прокомментируем его. Положение беднейших не улучшилось, – они остались такими же нищими, как раньше. Доходы значительной части граждан развивающихся стран, в частности жителей Китая, существенно выросли («спина слона»). Богатые стали ещё богаче – поднятый хобот слона. Однако доходы среднего класса – инженеров, врачей, учителей, ученых и т.д. – не выросли, а для некоторой группы даже и упали.

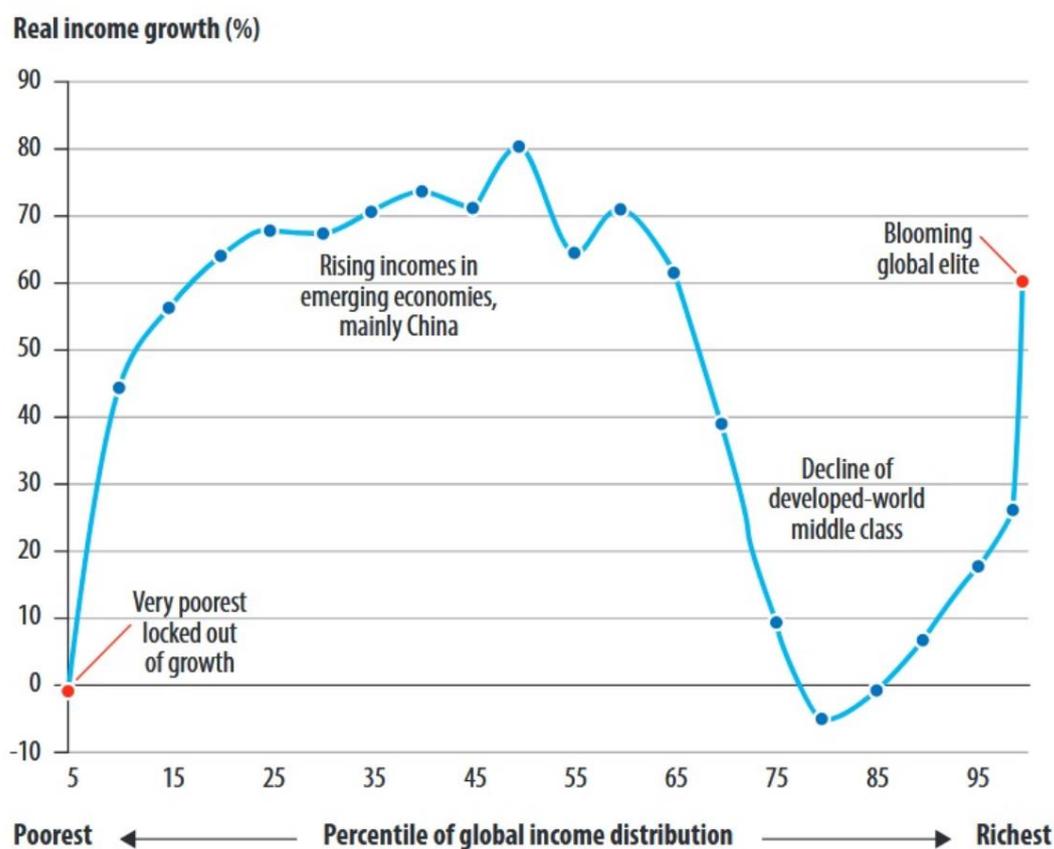


Рис. 12. Изменение доходов различных групп населения за последние 30 лет [70]

Этот график показывает, что пока мир движется по давосскому сценарию. Становится понятной классовая структура общества будущего в этом варианте развития.

Высший уровень – ключевая часть управляющего класса. Сюда входят хозяева промышленного, финансового и цифрового капитала. Деньги были созданы как инструмент для обмена товарами. Однако со временем «приказчик обогнал хозяина». Финансовый капитал многократно превзошел промышленный. Однако сейчас владельцы социальных сетей и платформ (используемых для общения, знакомств, создания социальных отношений между людьми для отдыха или работы) теснят финансистов. В ру-

ках «цифровиков» важнейший ресурс – информация, более существенный в нынешней реальности, чем деньги.

Кроме того, информация – ключевой инструмент социальной стабилизации общества и управления им. Скорее всего, именно «цифровики» и окажутся наверху.

Второй социальный уровень – специалисты (которых сейчас часто называют *салариатом*). Именно они необходимы для функционирования социальных платформ и ключевых элементов техносферы. Предприниматели («стейкхолдеры») будут беднеть, их роль будет падать и, в конце концов, они окажутся на этом уровне в роли временно нанимаемых приказчиков.

Третий социальный уровень – «дно общества», «прекариат», новые «опасные классы», являющиеся объектом манипулирования с помощью цифровых инструментов. Чтобы они не беспокоились и не объединялись, цифровые сети будут погружать их в «коккон комфорта» приятных и забавных новостей без каких-либо стимулов к развитию.

По сути, это Новое Средневековье. Современный рынок опирается на запросы среднего класса, поэтому при таком раскладе рынок рухнет. То же самое относится и к демократии. Это, конечно, изменит экономическую, социальную, культурную реальность. Но главная беда не в этом. Вновь процитирую М.Г. Делягина: «Снижение познаваемости мира (в силу его усложнения, роста обратных связей и всё более интенсивного и хаотического воздействия на индивидуальные органы познания) ведет к быстрому вырождению науки из главной производительной силы общества в культурно и политически, но не производительно значимый социальный уклад, а призванного обеспечивать её кадрами образование – в средневековый по сути инструмент поддержания социальной стабильности. В результате знания и технологии как таковые (и даже сама способность их усваивать и им обучаться) становятся достоянием сужающегося круга избранных. Это грозит вырождением знаний и технологий в утратившие осмысленность ритуалы и уже через поколение – технологическим крахом, включающим разрушение систем жизнеобеспечения, которое приведет к кратному сокращению численности человечества, его варваризации и как минимум частичному уничтожению носителей знания и технологий» [68: 19,20].

Естественно, Новое Средневековье недолго останется компьютерным. Робинзон Крузо успешно справился с повторением практически всех жизнеобеспечивающих технологий в одиночку на необитаемом острове. Ныне картина иная – и выработка электроэнергии, и добыча газа, и создание компьютеров – большие сложные технологии, требующие знаний и взаимодействия большого количества людей.

В 2009 г. я писал, что мы столкнулись с кадровой катастрофой [71]. Всем, кому приходилось искать учителей в средние школы России в последние годы, ясно, что ситуация, к сожалению, не изменилась к лучшему. В 2022 г. я старался показать, что мы шаг за шагом идем к Новому Средне-

вековью [72]. Число подобных публикаций растет, но понимания происходящего в обществе не появляется. Похожим образом ситуация развивается и в других странах, но в разном темпе.

Неужели мы уже несемся с горки созданной человечеством культуры вниз и не можем свернуть?

7. Новая революция. Искусственный интеллект. Цифровые экосистемы

Революция не постель из роз.

Революция – это битва между будущим и прошлым.

Фидель Кастро

Перевороты совершаются в тупиках.

Бертольт Брехт

Авторы недавних бестселлеров физик М. Тегмарк и Н. Харари в недавнем диалоге сошлись во мнении, что мы ведем себя как «безответственные боги». Оказавшись в новой технологической реальности, мы живем по старым правилам [73].

В самом деле, давосский сценарий, опирающийся на ИКТ как на инструмент жесткого социального регулирования, ведет нас в стратегический тупик, в Новое Средневековье. Огромный массив знаний и информации, собранный с помощью ИИ, должен служить лишь для того, чтобы узкий круг лиц сохранил в течение небольшого времени своё доминирующее положение в мире.

Но знание и информация могут служить совсем другим целям – всему обществу, а не горстке олигархов! Приведем несколько очевидных примеров.

Экономика. По данным консалтинговой компании Boston Consulting Group (BCG) ежегодно портится или выбрасывается 1,6 млрд т продуктов питания на сумму около \$1,2 трлн, примерно треть произведенного в мире продовольствия. При этом 815 млн из 7,6 млрд чел. в мире в 2016 г (10,7%) страдали от недоедания. При нынешних тенденциях объем ежегодно выбрасываемых продуктов к 2030 г. составит 2,1 млрд т, что эквивалентно потере в 66 тонн в секунду [74].

Человечество не так богато, чтобы таким образом вести хозяйство. Вполне можно накормить голодных. Вспомним систему ОГАС, предлагавшуюся академиком В.М. Глушковым и его коллегами. Все инструменты, которые они планировали создать, уже есть. Вопрос не в технологиях, а в желании общества. Сейчас можно производить нужное, отказавшись от излишнего [76,77].

Образование. Каждый родитель хочет, чтобы его ребенок был счастлив, чтобы он делал в жизни именно то, к чему у него есть способности, что у него хорошо получается. Но мы дилетанты – детей у нас немного, и обычно мы действуем методом проб и ошибок. В результате дети учатся не тому, не так, поступают не туда, куда стоило бы, и далее считают работу тяжелой повинностью. Напомню, что кадровая катастрофа – стратегическая угроза для нашей страны. Вместе с тем системы ИИ могут знать почти всё обо всех. Думаю, что они могли бы многое посоветовать родителям [75].

Социальная сфера. По прогнозу Кай-Фу Ли более половины работающих сейчас в США через 10-15 лет останутся без дела – их заменят компьютеры и системы ИИ. Получить сотни миллионов пенсионеров-одиночек, оставшихся без дела – нерадостная перспектива. Именно сейчас происходит выбор между Новым Средневековьем или сетевым обществом кооперации и справедливости. Формирование и развитие Интернета привело к новому качеству: «Внутри сети зарождается совершенно новое общество, построенное на чуждых капитализму принципах взаимовыручки, подлинного братства, волонтерства и подвижничества» [75: 13]. Можно вспомнить *краудфандинг* (народное финансирование) – коллективное сотрудничество людей, которые добровольно объединяют свои деньги или ресурсы через Интернет, чтобы поддержать усилия других людей или организаций. Развивается *краудсорсинг* (crowdsourcing) – привлечение к решению тех или иных проблем инновационной производственной деятельности большого круга лиц для использования их творческих способностей, знаний и опыта на добровольных началах с применением информационных технологий. Все более важную роль играет *свободное программное обеспечение*, бесплатное и принадлежащее всем. Другими словами, активно формируется новая система социальной самоорганизации, альтернативная экономическим инструментам, пришедшим из индустриальной эпохи.

Подбор кадров. Неквалифицированные, некомпетентные сотрудники являются большой опасностью при любом социальном строе. Их действия (или бездействие) могут привести к чрезвычайным ситуациям или катастрофам. Если бы на капитанском мостике «Титаника» был более подготовленный человек, то судьба корабля была бы иной. В советские времена была создана система подготовки кадров, которая привела в ряде областей к отличным результатам. Различные «кадровые резервы», назначение олигархатом «своих», исходя из соображений личной преданности, корпоративная коррупция не дают желаемых результатов. Более того: «Наконец акционеры глобальных корпораций уже очень давно лишены реальной возможности управлять формально вроде бы принадлежащей им собственностью: управление как неотъемлемая функция собственности давно принадлежит топ-менеджерам... При этом принципиально важно не столько то, что акционеры объективно лишены возможности управлять формально своей собственностью, сколько то, что они в массе своей категорически не

хотят управлять ею, желая быть, по сути, пенсионерами, а не собственниками. Это нежелание пользоваться отнятым правом уничтожает его окончательно и бесповоротно, – уничтожая тем самым являющуюся фундаментом капитализма частную собственность, которая не существует вне процесса управления» [68: 20]. Каков же выход из этого тупика?

Конечно, необходима *меритократия* («власть достойных», от латинского «достойный» и греческого «власть») – принцип управления, согласно которому руководящие должности должны занимать наиболее способные люди независимо от их социального происхождения и финансового достатка. Использование *селективной меритократии*, опирающейся на уже созданные базы данных, системы искусственного интеллекта и результаты прикладной психологии было бы очень важным. Понимание необходимости этого, конечно, появится в обществе. Важно, чтобы это произошло без масштабных катастроф.

Системы научного мониторинга опасных явлений и процессов. Проект с таким названием, выдвинутый 10 академическими институтами, был одобрен в 2002 г. президиумом РАН и множеством заинтересованных ведомств. Исследования показали, что стихийные бедствия, природные катастрофы, социальные нестабильности имеют предвестники, – события меньшего масштаба, обычно происходящие перед большой бедой. Знание о приближающейся катастрофе обычно позволяет принять необходимые меры, позволяющие парировать угрозу. Деятельность эта не только гуманна, но и очень выгодна экономически. Каждый рубль, вложенный в прогноз и предупреждение чрезвычайных ситуаций, позволяет сэкономить от 10 до 100 рублей, которые пришлось бы вложить в ликвидацию или смягчение последствий уже произошедших бед. Для крупных аварий в России коэффициент риска превышает 1000. Реализация этого проекта позволила бы избежать многих природных и техногенных катастроф, произошедших в следующие 20 лет [79].

К сожалению, проект не был реализован по двум причинам. Первая – юридическая. Проект междисциплинарен, – предвестники в одной сфере часто проявляются в другой. Эксперты правительства заявили, что наше законодательство не предусматривает реализацию междисциплинарных проектов и программ. Вторая – бюрократическая – ведомства не хотят делиться текущей информацией о состоянии объектов и систем в той области, которую они курируют. Очень часто получение объективных количественных данных требовало огромных усилий. Системы искусственного интеллекта в сочетании с уже имеющимися техническими возможностями позволяют избежать этих проблем. Важно, чтобы появилось понимание необходимости создания подобных систем.

Список подобных проектов, связанных с третьей природой, с компьютерной реальностью, которые могли бы принести большую пользу нашему Отечеству, можно продолжать и продолжать. Мы говорим только об

изменениях стратегического масштаба, и, конечно, наряду с этими проблемами есть и много других задач.

Есть у России технологический потенциал для реализации подобных изменений? Конечно есть! Только три страны смогли создать свои поисковики – США, Китай и Россия. Есть и другие разработки, показывающие серьезный научно-технический уровень нашей страны. Есть ли прообразы соответствующих систем? Такими прообразами являются *цифровые экосистемы*. Это понятие появилось в связи с развитием промышленных, медицинских, банковских компаний. В США и Китае эта концепция и соответствующие инструменты вышли на государственный уровень.

Цифровая экосистема – это комплекс внутренних систем и приложений, клиентов, партнеров, руководителей. Компьютерное обеспечение и системы искусственного интеллекта позволяют преодолеть «цеховую раздробленность», сложившуюся бюрократию и выступать большой системе при решении поставленных перед нею задач как единому целому. В основе подобной сквозной интеграции принцип win-win – каждый участник выигрывает, ему предлагаются новые возможности [77].

Цифровая экосистема – это распределенная, адаптивная, открытая социально-техническая система со свойствами самоорганизации, масштабируемости и устойчивости. Многие идеи в этой области пришли из анализа природных экосистем с конкуренцией, сотрудничеством, взаимодействием между их элементами. Бионика пришла в науку о системах. В МГТУ им. Н.Э. Баумана в течение многих лет работает семинар по *экобионике* под руководством Ю.Г. Каганова.

Цифровая экосистема – бесшовная среда. Пользователь путешествует по ней поверх бюрократических и организационных барьеров.

Очень важно то, что социальная самоорганизация уже вышла на этот уровень, позволяющий решать многие проблемы, стоящие перед обществом, гораздо эффективнее, чем раньше. Начало XXI в. поставило Россию перед перспективой взаимодействия, сотрудничества и столкновения цивилизаций. Поэтому естественно в решении стратегических проблем компьютерной реальности быть на уровне мировых лидеров.

Возможно ли это? Пример Китая показывает, что у России есть огромные возможности для этого. Китай за 30 лет упорного труда населения занял передовые позиции во многих сферах жизнедеятельности, стал сверхдержавой. Следует особо обратить внимание на усилия этой страны в области искусственного интеллекта. По оценкам китайского руководства технологии ИИ будут главной движущей силой экономики страны и создадут для нее уникальные преимущества при покорении новых рынков в глобальном разделении труда.

Кай-Фу Ли детально рассказал, как Китаю за несколько десятилетий удалось выйти на вторую позицию в мире в области ИИ. Вначале речь шла о подражании компьютерным продуктам ведущих американских компа-

ний. Затем началась жесткая конкуренция местных инженеров за то, чтобы сделать свои системы лучше зарубежных, учитывая специфику и отличительные черты китайской экономики. Стоит обратить внимание на поддержку этих работ государством в разных формах и на понимание стратегического значения развития компьютерной реальности. Кай-Фу Ли приводит красноречивую таблицу, показывающую оценки и прогнозы китайских экспертов, отражающую нынешнюю и будущую долю страны в развитии разных направлений ИИ для США и Китая [5].

	2019		2024	
	США	Китай	США	Китай
ИИ интернета	5	5	4	6
ИИ бизнеса	9	1	7	3
ИИ восприятия	4	6	2	8
ИИ автономное	9	1	5	5

Налицо стремление обойти лидера. Национальной китайской игрой является игра го. Иногда говорят, что если шахматы – это бой, то го – это война. В течение многих лет не удавалось создать компьютерные программы, способные противостоять ведущим игрокам в го. В этой игре 10^{170} позиций. Прорывом стало создание нейронных сетей, которые «играют друг с другом» и в ходе этих игр меняют связи между своими элементами, совершенствуясь таким образом. Это тоже вариант самоорганизации. Ученые «научили машины учиться». Чемпион мира Кэ Цзе из Китая 27.05.2017 проиграл AlphaGo три игры на саммите «будущее го» в Вуэхене. AlphaGo показала новый стиль, который не соответствует вековым традициям этой игры. Это были выдающиеся поединки, и сотни миллионов китайцев следили за матчем. Кэ Цзе сказал: «В прошлом году я думал, что стиль игры AlphaGo близок к человеческому. Но сегодня я понял, что она играет как бог игры го» [77: 28].

Китайцы говорят, что этот матч произвел на них более сильное впечатление, чем запуск советского спутника или посадка на Луну. Это событие стало вызовом научно-техническому сообществу Китая, стимулом для дальнейших достижений.

Очень важно, чтобы третья природа в нашем сознании не задавила первую и вторую. И здесь нам у китайцев есть чему поучиться.

Самое суровое наказание для многих российских школьников – отлучить их на некоторое время от компьютерных игр. Это естественно – надо жить своей, а не чужой жизнью. В Китае Управление по киберпространству вынесло летом 2023 г. законопроект, определяющий лимиты на пользование смартфонами. Детям до 8 лет можно будет пользоваться ими максимум 49 мин в день, детям от 8 до 15 лет – не более 1 часа, а подросткам 16-17 лет – не более 2 часов. Предусматривается полный запрет на выход в интернет с 22.00 до 6.00. Эти ограничения не распространяются на образовательные приложения или полезные для детского развития ресурсы. С 2021 г. китайское Минобразование запретило брать школьникам на учебу мобильники.

С 2021 г. подросткам запретили играть в сетевые игры больше трех часов в день подряд. Теперь это можно делать только с пятницы по воскресенье и строго с 20:00 до 21:00 [78].

Размышляя об этих серьезных мерах, не стоит упускать из внимания их результат. С 2000 г. действует Международная программа по оценке образовательных достижений учащихся (Programme for International Student Assessment, PISA). Сейчас в ней участвуют около 80 стран. Эта программа проверяет уровень владения знаниями средних (не олимпиадников) 15-летних школьников. Испытания проводятся по трем предметам – математика, физика и естественные науки, чтение на родном языке. Приведем результаты 2018 г., обращая внимание на лидирующую тройку и соседей России в этом испытании:

Читательская грамотность. 1. Китай (участвовали 4 провинции страны), средний балл – 555; 2. Сингапур – 549; 3. Макао (КНР) – 525; ... 30. Латвия – 479; 31. Россия – 479; 32. Италия – 476...

Математика. 1. Китай – 591; 2. Сингапур – 569; 3. Макао (КНР);... 29. Австралия – 491; 30. Россия – 488; 31. Италия – 487...

Естественнонаучная грамотность. 1. Китай – 590; 2. Сингапур – 551; 3. Макао (КНР) – 544... 32. Венгрия – 481; 33. Россия – 478; 34. Люксембург – 471...

Как видим, китайские школьники являются лидерами, а наши ребята оказались в начале четвертого десятка. Очевидно, здесь есть над чем поработать нашим учителям, родителям, руководителям сферы образования и, конечно, школьникам.

Последний по расположению, но не по значению, аргумент касается наших посольств. В замечательном учебнике [80] рассматривается работа наших дипломатов в научном пространстве той страны, в которой они представляют Россию. Многочисленные оценки показывают, что в посольствах России необходим атташе по науке, который должен заниматься *только этими проблемами*. Наука сегодня – производительная сила, и без понимания ее развития в разных регионах не обойтись. Однако научное пространство слишком велико. На чем сделать акцент? Надеюсь, что представленный текст показывает, что важнейший приоритет в такой работе – понимание развитие ИКТ и третьей природы в странах, с которыми мы взаимодействуем.

Компьютерный проект сейчас так же важен для России, имеет такое же стратегическое значение, как для СССР имел Атомный и Космический проекты. Важно, чтобы понимание этого поскорее появилось и у руководства страны, и у всего нашего общества.

8. Стратегическая стабильность и перспектива

Будущее всегда выглядит иначе, нежели мы способны его себе вообразить.

С. Лем

Очень важна надежда, что голос исследователей будет услышан, что, исходя из него, будут представлены планы, определяющие стратегию, что за словами последуют дела, и что они приведут к желаемым результатам. Судя по «Концепции технологического развития на период до 2030 года», утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 20 мая 2023 г., №1315-р [81], часть этих надежд уже оправдалась.

Прокомментируем этот документ. Обращает на себя использованный в нем новый язык, в котором появились такие слова, как «передовая инженерная школа», «право на риск», «проекты-маяки», «технологическое лидерство». Радует разъяснение ряда терминов:

«...«проекты технологического суверенитета» – проекты полного инновационного цикла по производству высокотехнологичной продукции на основе собственных линий разработки с использованием критических и сквозных технологий, охватывающих все стадии инновационного цикла и включающие в том числе кадровые регуляторные аспекты...

«сквозные технологии» – технологические направления – перспективные технологии межотраслевого назначения, обеспечивающие создание инновационных продуктов и сервисов и оказывающие существенное влияние на развитие экономики, радикально меняя существующие рынки и/или способствуя формированию новых рынков. Сквозные технологии определяют перспективный облик экономики и отдельных отраслей в течение ближайших 10-15 лет...» [81].

Иными словами, о технологическом развитии наше правительство начало, наконец, говорить на «инновационном» языке.

Угрозы, которые должны парировать инновационное развитие, сформулированы достаточно ясно:

«1. Недостаточная способность национальной экономики адаптироваться к глобальным трендам, имеющим системный характер...

2. Отставание от наиболее развитых стран в темпах инновационно-ориентированного экономического роста...

3. Отток талантов и высококвалифицированных кадров за рубеж...

4. Нарушение функционирования производственных цепочек под воздействием санкционных ограничений в области технологий...»

Весьма объективно охарактеризован второй этап технологического развития новой России: «С начала 2000-х гг. до настоящего времени уровень затрат на исследования и разработки остается неизменным 1-1,1 про-

цента валового внутреннего продукта. Удельный вес Российской Федерации в общемировом числе патентных заявок на изобретения сократился вдвое – с 1,8 процента до 0,9 процента. Число занятых исследованиями и разработками сократилось на четверть – с 887,7 тысяч до 662,7 тысяч человек (2021 год). Уровень инновационной активности организаций стабильно находится в диапазоне 9-11 процентов. Российская экономика находится в критической зависимости от импорта продукции микроэлектроники, биоинженерии, ряда других высокотехнологичных товаров и услуг» [81: 17].

Концепция предлагает завершить второй и начать третий этап технологического развития новой России: «В рамках третьего этапа приоритетом технологической политики становится достижение технологического суверенитета – наличие в стране (под национальным контролем) критических и сквозных технологий собственных разработок» [81: 18].

В Концепции речь идет о новых субъектах инновационного развития, принципах организации работы, рассмотрены новые механизмы самоорганизации в этой сфере и индикаторы, по которым можно судить, выполнена предложенная программа или нет. Всё это можно обсуждать – дела и результаты здесь важнее слов, и рассматриваемые тактические моменты зависят от возможностей правительства.

Со стратегической точки зрения принципиально важны ключевые цели, которые должны быть достигнуты.

«Первая цель – обеспечение национального контроля над производством критических и сквозных технологий...

Вторая цель – переход к инновационно-ориентированному экономическому росту, усиление роли технологий как фактора развития экономики и социальной сферы...

Третья цель – технологическое обеспечение устойчивого функционирования и развития производственных систем» [81: 23,24].

Кроме того, «Речь идет о реализации крупнейших проектов (мега-проектов) по производству линеек нового сложного оборудования, мобильной техники и лекарственных средств в таких отраслях, как авиа- и судостроение, электронная и радиоэлектронная промышленность, двигателестроение, железнодорожное и транспортное машиностроение, фармацевтическая и медицинская промышленность...

В 2023-30 гг. будет развернута реализация не менее 10-15 мега-проектов, прежде всего в указанных отраслях промышленности» [81: 44].

Стоит обратить внимание на приложение №2 к Концепции: «Предварительный перечень сквозных технологий (технологических направлений):

Технологии обработки и передачи данных.

Искусственный интеллект, включая технологии машинного обучения и когнитивные технологии.

Технологии хранения и анализа больших данных.

Технологии распределенных реестров.

Нейротехнологии, технологии виртуальной и дополненной реальностей.
 Квантовые технологии.
 Новое промышленное и общественное программное обеспечение.
 Геоданные и геоинформационные технологии.
 Технологии доверенного взаимодействия.
 Современные и перспективные сети мобильной связи.
Технологии в сфере энергетики
 Технологии транспортировки электроэнергии и распределенных интеллектуальных энергосистем.
 Системы накопления энергии.
 Развитие водородной энергетики.
Новые производственные технологии
 Технологии компонентов робототехники и мехатроники
 Технологии сенсорики.
 Микроэлектроника и фотоника.
 Технологии новых материалов и веществ, их моделирование и разработки.
Биотехнологии и технологии живых систем.
 Технологии управления свойствами биологических объектов.
 Молекулярная технология в науках о жизни.
 Бионическая инженерия в медицине.
 Ускоренное развитие генетических технологий.
Технологии снижения антропогенного воздействия
Перспективные космические системы и сервисы»
 [81: Приложение 2: 2].

Заметим, что множество направлений относятся к третьей природе, к компьютерной реальности. Прекрасно, если всё это будет воплощено в жизнь. Чтобы это произошло, надо обратить внимание не только на достоинства, но и на недостатки этого документа.

Указом Президента РФ 01.12.2016 года была принята «Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации». В ней толковалось о «больших вызовах», на которые мы должны ответить. Она ориентирована на срок до 2035 г. и, очевидно, продолжает выполняться. Как она соотносится с обсуждаемым документом? В «Стратегии» было предусмотрено выполнение нескольких крупных проектов. Но, видимо, дела с её воплощением обстоят не очень хорошо, иначе не нужна была бы Концепция. Какой же бумагой руководствоваться нашему чиновнику?

Зададим более общий вопрос. Кто руководит сейчас наукой в нашем Отечестве. Ранее всё было понятно – этими вопросами занимался *Государственный комитет Российской Федерации по науке и технологиям*. Это логично – одним из главных результатов научных исследований являются новые технологии. Далее, в 1997 г. науку «передали» *Министерству науки и технологий Российской Федерации*. Затем, с 2000 г., её курировало *Мини-*

стерство промышленности, науки и технологий Российской Федерации. И это понятно – наука рассматривалась как важная часть контура производства промышленной продукции. В 2000 г. это министерство ликвидировали, науку «вывели» в Министерство науки и высшего образования РФ, а это уже социальный контур. Видимо, тогда считалось, что наука, как и образование, должна «оказывать услуги», хотя не вполне понятно, какие и кому. С 2012 г. работает *Совет при президенте Российской Федерации по науке и образованию*, очевидно, тоже курирующий науку. Кроме того, сформирована *Комиссия по научно-технологическому развитию Российской Федерации*, которая трудится под началом вице-премьера Д.Н. Чернышенко.

На первый взгляд, ситуация соответствует пословице: «У семи нянек дитя без глазу». Наверно, в этом не было бы беды, если бы дела шли хорошо, но «отставание», о котором говорит Президент, показывает, что ситуация иная.

Этот документ является одним из череды стратегий, концепций, дорожных карт, программ и проектов. Очень хочется, чтобы он имел подлинный, а не имитационный характер, и был бы исполнен в обозначенные сроки. Хочется надеяться на лучшее. Об имитационности многих документов, принимавшихся за последние 30 лет, например, в экономическом блоке, говорит, например, один показатель. ВВП нашей страны за последние тридцать лет вырос на 30%, а ВВП Китая увеличился в 35 раз; кроме того, эту страну сейчас рассматривают не только как экономическую, но и как научную сверхдержаву...

Заметим, что для реализации Атомного проекта в нашей стране был создан в 1945 г. Спецкомитет при Совете министров СССР. В него входили государственные деятели, организаторы, ученые. Перед Спецкомитетом была поставлена *одна* задача – создание отечественной атомной бомбы. Эта задача за 4 (четыре!) года была решена, и данный результат во многом определил историю второй половины XX века и траекторию развития нашей страны сейчас.

С электроникой в России сейчас такая же острая ситуация, как в то время с ядерным оружием...

Концепция, которую мы обсуждаем, не вполне соответствует этому жанру – она ближе к плану, где рассматривается ряд тактических вопросов. Концепция должна представлять систему взглядов на данный предмет. На мой взгляд наука в этой концепции не рассматривается как непосредственная производительная сила. Но откуда же придут технологии, если сейчас нет целого блока прикладных институтов, которые были в СССР и оказались разрушенными в окоянные 1990-е? Где задел для создания новых подходов, если фундаментальная наука была свернута в ходе реформ? Конструкторы военной и другой техники сейчас жалуются на отсутствие такого задела. Им могли бы стать результаты, полученные в ходе фундаментальных исследований за это тридцатилетие. Но, к сожалению, во многих областях их нет. Чтобы в России были современные технологии, в

нашей стране должна быть сильная отечественная наука. К сожалению, этот принципиальный момент в концепции упущен.

Очевидно, этот документ писали подготовленные экономисты, обратившие внимание на множество существенных деталей. Но в представленной системе взглядов сделан акцент на рыночных механизмах, на частно-государственном партнерстве. И действительно, в ряде отраслей, где решены принципиальные вопросы, и речь идет, скорее, об улучшении, такой взгляд вполне оправдан.

Но в компьютерно-математической промышленности это не так! Многие вещи надо начинать заново. Для ряда производств трудно ожидать рыночного успеха. Есть множество тонких моментов и важных задач, которые надо решить для осуществления общего дела. Ключевым является на данном этапе государственное руководство и идеальной формой – создание министерства, о котором шла речь. Нет пророка в своем отечестве, поэтому можно в качестве примера привести США. Ключевые космические технологии создавались в НАСА при самом активном участии государства и масштабной научной поддержке на уровне, недоступном для частных компаний. На следующей стадии развития космической отрасли, когда речь шла не о прорыве, а о росте «вширь», были открыты ворота для бизнеса и представлены возможности развивать ряд фрагментов этой сферы. Наверно, стоит поучиться на своих и чужих ошибках, осмыслить успехи прошлых лет и не наступать в очередной раз на те же самые грабли.

Технологический суверенитет означает, что в нескольких отраслях мы должны занимать лидирующие позиции в мире, быть лучшими. Повторение сделанного другими странами с неизбежным отставанием на 5-10 лет не позволяет обеспечить суверенитет. Заметим, что такие ключевые отрасли, на которые ориентируется остальной мир, есть в Германии, в Японии, в США, в ряде других стран, занимающих лидирующие позиции в технологическом пространстве. Заметим, что и в Космическом, и в Атомном проекте наша страна, начав почти с нуля, очень быстро вышла на ведущие позиции в мире. Этот важный момент и для формирования системы взглядов, и для того, чтобы сосредоточить усилия на ключевых задачах, в Концепции упущен.

Обратим внимание ещё на один момент – на перечень технологий, который перечислен в Концепции. Представление о *критических технологиях* вначале было предложено в США. Рассматривая систему вооружений этой страны, ее руководители обратили внимание на многократное дублирование одинаковых или схожих разработок. Возникло желание разобраться, что уже умеют делать инженеры, какими наиболее важными технологиями владеют, а чему ещё следует научиться. Такие технологии назвали критическими, их насчитывалось не больше двух десятков, а соответствующие документы были сориентировать оборонный комплекс в технологическом пространстве. Это работа позволила существенно сократить затра-

ты на разработки и избежать дублирования. Когда поставлены задачи, можно вначале рассмотреть множество проектов и предложений, затем после предварительной работы их авторов отобрать и финансировать несколько наиболее перспективных, а в конце концов, предложить для массового производства лучшую.

В нашей стране этот подход активно развивал один из ведущих специалистов по искусственному интеллекту в СССР академик Гермоген Сергеевич Поспелов. Мне довелось с ним беседовать. Он думал, что создание и развитие десятка с небольшим технологий позволит вывести оборонный комплекс страны на новый, гораздо более высокий уровень, а также укрепит её оборону. Он считал, что такой набор ориентирует и управленцев, и госаппарат, и директоров заводов, позволит им отделить главное от второстепенного.

В годы реформ эту идею довели до абсурда. Мне довелось видеть министерские бумаги, в которых фигурировало 200 с лишним критических технологий. В данном случае всё означает ничего...

В Концепции таких технологий немного, но очень важно понять, что за всем этим стоит. Перечень технологий – это не список тем, по которым фонды выдают гранты, а нечто гораздо большее. Конечно, это тактика, а не стратегия, но и она очень важна. В самом деле, технология – это инструмент для создания важных для общества сущностей. Сущности первичны, а инструмент на их фоне вторичен. Важно, что будет произведено с их помощью. Дело не во мнении маститого академика или в заимствовании соответствующих слов из западных проектов, а в том, помогут ли предложенные инструменты производить необходимое обществу на данном уровне развития и обеспечат ли желаемую перспективу. Очевидный вопрос – будут ли в результате всех предпринимаемых усилий у нас, наконец, свои компьютеры, серверы, мобильные телефоны, а также многое другое, необходимое для формирования третьей природы, или мы будем по-прежнему пользоваться тем, чем нам милостиво разрешили хозяева соответствующих рынков, время от времени перемежающие свои разрешения санкциями.

Можно обратить внимание на соответствующие японские документы. В них, например, указано, что с помощью этой технологии будет производиться, каков уровень проработанности проблемы, какие средства в развитие этого направления планируется вложить, какие компании этим будут, скорее всего, заниматься, и какие специалисты будут для всего этого нужны. Рассматривается, что даст воплощение этой технологии обществу, государству, отдельному человеку. Более того, обсуждаются синергетические эффекты. Иными словами, объясняется, какие новые возможности страна и люди получат, если будут созданы и воплощены технологии А и В. Еще один важный момент – понимание того, как и когда будут подводиться итоги намеченной работы. Это важнейший элемент обратной связи.

В той же Японии, проводятся каждые 5 лет форсайты, ориентированные на то, чтобы заглянуть на 30 лет вперед, определить место страны в мировом технологическом пространстве в это время.

Японские специалисты часто говорят, что такой подход, ориентирующий страну на будущее, они переняли в 1970-х гг. у СССР. Схожим образом сейчас действуют в Китае, в Южной Корее, в других странах, планирующих сохранить или расширить свою нишу в мировом разделении труда и существенно улучшить жизнь своих граждан на основе высоких технологий. Эти страны многое восприняли от СССР, и сейчас нам стоит кое-чему поучиться и у них.

Ещё один существенный момент связан с технократизмом Концепции. В постиндустриальной фазе развития цивилизации огромную роль играют гуманитарные технологии. Без людей, желающих прорваться в будущее, планы по созданию новой техники совершенно бесполезны. Но гуманитарные технологии «проходят по другому ведомству». Бюрократическая разобщенность и отсутствие самоорганизации на уровне госаппарата...

Заключение

Вместе с тем, само появление Концепции, внимание к будущему, отменно. Конечно, можно высказать множество пожеланий к издаваемым бумагам, однако ключевой момент – энергия, настойчивость, творчество и самоорганизация людей, которые будут воплощать эти стратегии и планы в реальность. Будем надеяться на лучшее.

Благодарности. Признателен за роскошь человеческого общения и обсуждение международных проблем М.Б. Алборовой, О.А. Мельниковой, А.В. Бирюкову и А.В. Крутских. Благодарен В.И. Ковалеву за усилия по расширению представлений о стратегической стабильности. Важную роль в появлении этого текста сыграли беседы с В.С. Смолиным об искусственном интеллекте и помощь в его оформлении С.А. Торопыгиной и А.В. Подлазова. Благодарен М.М. Горбунову-Посадову за ряд предложений и конструктивных замечаний. Признателен В.Н. Волковой за поддержку и вдохновение. Большое всем спасибо!

Литература

1. Лем С. Сумма технологии / Пер. с пол. Ф. Широкова. – М.: Издательство АСТ, 2021. – 736 с. – (Эксклюзивная классика)
2. Харари Ю.Н. Homo Deus. Краткая история будущего. /Пер. с англ. А.А. Андреева. – М.: Синдбад, 2018. – 496 с. – (Big Ideas)
3. Капица С.П., Курдюмов С.П. Малинецкий Г.Г. Синергетика и прогнозы будущего. Книга 2. Образование. Демография. Проблемы прогноза / 4-е

- изд. – М.: URSS, 2020 – 384 с. – (Синергетика: от прошлого к будущему. №100)
4. *Шваб К.* Четвертая промышленная революция / Пер. с англ. ООО «Переведем.ру». – М.: Издательство «Э», 2017. – 208 с. – (Top Business Awards)
 5. *Ли К.-Ф.* Сверхдержавы искусственного интеллекта: Китай, Кремниевая долина и новый мировой порядок / Пер. с англ. Н. Константиновой под ред. Лялина. – М.: Манн, Иванов, Фербер, 2019. – 240 с.
 6. Генсек ООН возвестил о четырех угрожающих миру «всадниках апокалипсиса». <https://tass.ru/mezhdunarodnaya-panorama/7582237>
 7. Россия рассчитывает на принятие ее проекта резолюции по информации Генассамблеей ООН. <https://tass.ru/politika/16271329>
 8. *Хантингтон С.* Столкновение цивилизаций. /пер. с англ Т. Велимеева, Ю. Новикова – М.: АСТ, 2003. – 603 с. – (Philosophy)
 9. *Тоффлер Э., Тоффлер Х.* Война и антивоина: Что такое война и как с ней бороться. Как выжить на рассвете XXI века / Пер. с англ. М.Б. Левина. – М.: АСТ, Транзиткнига, 2005. – 413 с. – (Philosophy)
 10. *Ракитянский Н.М.* Ментальные исследования глобальных политических миров. – М.: Издательство Московского университета, 2020. – 463 с. – (Библиотека факультета политологии МГУ)
 11. Послание Президента Федеральному Собранию. <https://www.kremlin.ru/acts/bank/42902>
 12. *Паршев А.П.* Почему Россия не Америка. Книга для тех, кто остается здесь. – М.: Крымский мост-9Д, Форум, 2000. – 416 с. – (Великое противостояние)
 13. Путин назвал бредом предлагаемый Западом «порядок, основанный на правилах». <https://tass.ru/politika/15920971>
 14. Указ Президента Российской Федерации от 09.11.2022. №809. <https://kremlin.ru/acts/lomk/48502>
 15. *Арнольд В.И.* Полиматематика: является ли математика единой наукой или набором ремёсел? / Математика: границы и перспективы / Пер. с англ. под ред. Д.В. Аносова, А.Н. Паршина. – М.: ФАЗИС, 2005. С.1-18.
 16. *Тьюринг А.* Может ли машина мыслить? / Пер. с англ. Ю.А. Данилова. – М.: Государственное издательство физико-математической литературы, 1966. – 67 с.
 17. *Громов А.* Дорога вторая. Из США в Европу и обратно: путь развития Web технологий. <https://www.netvalley.com/library/hyperbook/road2.htm>
 18. Стив Возняк – энтузиаст, изменивший мир персональных компьютеров. <https://habr.com/ru/articles/305560>
 19. Почему невозможно бесконечно увеличивать скорость элементов компьютера. <https://kompyutery-programmy.ru/sovety/pochemu-nevozmozhno-beskonechno-velichivat-skorost-elementov-kompyutera.html> .
 20. *Семёнов Ю.А.* Проблемы в IT. <http://book.itep.ru>

21. Две трагедии советской кибернетики. <https://www.interface.ru/home.asp?artId=35087>
22. Проект ОГАС: каким мог быть «интернет» в СССР. <https://dzen.ru/XSRsHDGHggCtt05c>.
23. Глазьев С.Ю., Микерин Г.И., Тесля П.Н. Длинные волны: научно-технический прогресс и социально-экономическое развитие. – Новосибирск: Наука, 1991. – 224 с.
24. Иванов В.В., Малинецкий Г.Г. Россия: XXI век. Стратегия прорыва. Технологии. Образование. Наука. – М.: URSS, 2022. – 304 с. – (Будущая Россия. №26)
25. Ахромеев С.М., Корниенко Г.М. Глазами маршала и дипломата. Критический взгляд на внешнюю политику СССР до и после 1985 года. – М.: Междунар. отношения, 1992. – 320 с.
26. На чем держится мир во всем мире. 10 главных международных договоров. <https://www.vedomosti.ru/politics/articles/2019/01/31/792969-nachem-derzhitsya-mir-mezhdunarodnih-dogovorov>
27. Аладьин В., Ковалёв В., Малков С., Малинецкий Г. Помни войну. Аналитический доклад русскому интеллектуальному клубу / Отв. ред. О.А. Платонов. – М.: Институт русской цивилизации, 2016. – 480 с.
28. Клаузевиц К. О войне. Избранное. – М.: АСТ, 2018. – 360 с.
29. Хантингтон С. Третья волна. Демократизация в конце XX века. – М.: Росспэн, 2003.
30. Фридман Дж. Следующие 100 лет. Прогноз событий 21 века / Пер. с англ. А. Калинина, В. Нарницы, М. Мацковской. – М.: Эксмо, 2010. – 336 с. – (Библиотека Коммерсантъ)
31. Закат ядерной триады. ПРО холодной войны и «звездные войны». <https://topwar.ru/166966-zakat-jadernoj-triady-pro-holodnoj-vojny-i-zvezdnye-vojny.html>
32. Лем С. Системы оружия двадцать первого века или эволюция вверх ногами // Библиотека XXI века. / Пер. с пол. К. Душенко. – М.: АСТ, 2003. С.542-578.
33. Буранов Н. Принципиально новые войска. <https://topwar.ru/110340-principialno-novye-voyska.html>
34. Комаров С.А. Колонизация мира пыли // Химия и жизнь. 2023, №5, 12-21.
35. Альтман Л. Военные нанотехнологии. Возможности применения и превентивного контроля вооружений / Пер. с англ. А.В. Хачояна. – М.: Техносфера, 2006. – 424 с.
36. Сноуден Э. Личное дело / Пер. с англ. Л. Лазаревой. – М.: Эксмо, 2020. – 416 с. – (Автобиография великого человека)
37. Введение в криптографию / Под. общ. ред. В.В. Яценко / 3-е изд. – М.: МЦНМО, «ЧеРо», 2000. – 281 с.

38. *Protska O.* Сегодня у нас топ из 10 самых дорогих компаний в мире. <https://ru.fxssi.com/top-10-samyx-dorogix-kompanij-mira>
39. Топ-10 российских компаний по капитализации на март 2023. https://dzen.ru/a/Y_33QyxZfwQSSddd
40. Визуализация мировой экономики стоимостью 105 триллионов долларов! Стоит посмотреть? https://dzen.ru/a/ZNZCV_XneW0jxn9X
41. Мировые расходы на ИТ в 2022 году вырастут на 4%. https://www.cnews.ru/reviews/rynok_it_itogi_2021/articles/mirovye_rashod_y_na_it_v_2022_gvyrastut
42. ИТ-отраслей в России и в мире: как растет рынок информационных технологий. <https://delprof.ru/press-center/open-analytics/it-otrasl-v-rossii-i-v-mire-kak-rastet-rynok-informatsionnykh-tekhnologiy/>
43. Gartner: в 2023 году мировой рынок ИТ вырастет на 2,4%. <https://www.osp.ru/articles/2022/0123/13056766>
44. Чего ждать на рынке ИТ в 2023 году? <https://vc.ru/hr/589187-it-rynok-rossii-v-2023-godu-chego-nam-zhdad>
45. Путин считает, что лидер по созданию искусственного интеллекта станет властелином мира. <https://russian.rt.com/nopolitics/news/425263-putin-iskusstvennyi-intellekt-vlastelin-mira>
46. Обзор: искусственный интеллект 2023. https://www.cnews.ru/reviews/ii_2023/articles/iskusstvennyj_intellekt_izmenit
47. *Лиханов Е.* Новость «TSMC: как тайваньский производитель микросхем стал опорой мировой экономики». <https://rb.ru/story/tsmc-chips>
48. *Тихонов В.* Global Times: Переезд основных мощностей TSMC в США ставит под угрозу развитие мировой микроэлектроники. <https://rg.ru/2022/12/14/global-times-pereezd-osnovnyh-moshchnostej-tsmc-v-ssha-stavit-pod-ugrozu-razvitie-mirovoj-mikroelektroniki.html>
49. *Зеленский А.А., Морозкин М.С., Грибков А.А.* Обзор полупроводниковой промышленности в мире и в России: Производство и оборудование // Изв. вузов. Электроника. 2021. 26(6), 486-480.
50. *Лессар Г.* Влияние экспортных ограничений на развитие российской полупроводниковой отрасли. <https://vc.ru/future/389773-vliyanie-eksportnyh-ogranicheniy-na-razvitie-rossiyskoj-poluprovodnikovoy-otrasli>
51. *Дмитриев А.С., Ицков В.В., Петросян М.М. и др.* Сверхширокополосные средства беспроводной связи и активные радиометки для Интернета вещей и Интернета робототехники / Проектирование будущего. Проблемы цифровой реальности / Под ред. Г.Г. Малинецкого. – М.: ИПМ им. М.В. Келдыша, 2019. С.72-81.
52. *Харари Ю.Н.* 21 урок для XXI века / Пер. с англ. – М. Синдбад, 2018. – 440 с.
53. *Аттали Ж.* Краткая история будущего / Пер. с франц. Е. Пантелеевой. – СПб: Питер, 2014. – 288 с.

54. *Азимов А.* Академия. Первая трилогия. Фантастические романы / Пер. с англ. Н. Сосновской. – М.: Эксмо, 2002. – 640 с. – (Серия «Мастера фантастики»)
55. *Капица С.П., Курдюмов С.П., Малинецкий Г.Г.* Синергетика и прогнозы будущего / 4-е изд. – М.: Наука, 1997. – 285 с. – (Кибернетика: Неограниченные возможности и возможные ограничения)
56. *Турчин П.В.* Историческая динамика: Как возникают и рушатся государства. На пути к теоретической истории / Изд. 3-е. / Пер. с англ. под общ. ред. Г.Г.Малинецкого, А.В.Подлазова, С.А.Боринской – М.: URSS, 2022. – 366 с. – (Синергетика: от прошлого к будущему №34)
57. *Бодрийяр Ж.* Симулякры и симуляция. – М.: Постум, 2017. – 320 с. – (Кофе с мудрецами)
58. Постмодернизм. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Постмодернизм>
59. *Хаустов Д.С.* Лекции по философии постмодерна. – М: РИПОЛ классик, 2018. – 288 с. – (ЛекцииPRO)
60. Андрей Крутских, спецпредставитель Президента России по международной информационной безопасности: Противостоять киберконфронтации можно путем выработки правил ответственного поведения государств в информационном пространстве. <https://interaffairs.ru/news/show/16633>
61. Кибероружие становится ещё одним видом оружия массового поражения – эксперт МИД РФ. <https://new-sebastopol.com/news/id/17762>
62. Крутских: Москву удивляет, что Трамп назвал статью о кибератаках против РФ госизменой. <https://tass.ru/politika/6566204>
63. *Овчинский В., Сухаренко А.* Мир криминала. Преступность в период пандемии // Завтра. 2021, №9(1419), 3.
64. *Белл Д.* Грядущее постиндустриальное общество. Опыт социального прогнозирования / Пер. с англ. под ред. В.Л. Иноземцева / Изд. 2-е.– М.: Academia, 2004. CLXX. – 788 с.
65. *Кастельс М.* Власть коммуникации / Пер. с англ. Н.М. Тылевич, под ред. А. Черных / 2-е изд. – М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2017. – 591 с. – (Переведенные учебники ВШЭ)
66. Постистория. <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/1103091>
67. *Демченко А.* Язык эмодзи: или зачем весь мир шлет друг другу смайлики // Русский репортер. 3-17 декабря 2018 г., с.38-41.
68. *Делягин М.Г.* Мир после информации. Стабильность [с] той стороны. – М.: Институт проблем глобализации 2023. – 218 с.
69. *Докинз Р.* Эгоистичный ген / Пер. с англ. Н. Фомина. – М.: «Corpus (ACT). 1989. – 239 с.
70. *Weizsäcker E.U., Wijkman A.* Come on! Capitalism. Short-termism, Population and the Destruction of the Planet. A Report to the Club of the Roma. – N.Y: Springer Nature + Business Media, LLC, 2018. – 220 p.
71. *Малинецкий Г.Г.* Кадровый вызов. <https://old.computerra.ru/vision/452883>

72. *Малинецкий Г.Г.* Не стоит возвращаться в XVI век / Проектирование будущего. Проблемы цифровой реальности / Под ред. Г.Г. Малинецкого. – М.: ИПИМ им. М.В. Келдыша, 2022. С.43-64.
73. FLI Podcast: On Consciousness, Morality, Effective Altruism & Myth with Yuval Noah Harari & Max Tegmark <https://futureoflife.org/podcast/on-consciousness-morality-effective-altruism-myth-with-yuval-noah-harari-max-tegmark/>
74. Исследование: к 2030 году продукты будут выбрасывать со скоростью 66 тонн в секунду. <https://tass.ru/plus-one/5507068>
75. Социально-экономический бюллетень, 2022 / Институт социально-экономического прогнозирования им. Д.И. Менделеева, Сретенский клуб им. С.П. Курдюмова / Под ред. А.В. Щербакова. – М., 2023. – 152 с.
76. *Кутаёва У.* Шире круг: кто и зачем создает цифровые экосистемы. <https://omni.korusconsulting.ru/blog/shire-krug-kto-i-zachem-sozdayet-tsifrovye-ekosistemy/>
77. *Сейновский Г.* Антология машинного обучения: важнейшие исследования в области ИИ за последние 60 лет / Пер. с англ. М.А. Райтмана, Е.В. Сазоновой. – М.: Эксмо, 2022. – 304 с. – (Библиотека MIT)
78. Китайским детям могут запретить пользоваться смартфонами больше двух часов в день. <https://rg.ru/2023/08/03/ekranu-komendantskij-chas.html>
79. *Владимиров В.А., Воробьев Ю.Л., Малинецкий Г.Г. и др.* Управление риском: Риск. Устойчивое развитие. Синергетика. – М.: Наука, 2000. – 432 с. – (Кибернетика: Неограниченные возможности и возможные ограничения)
80. Научно-технический прогресс и современные международные отношения / В двух томах. Том I: Учебник для вузов / Под общ. ред. А.В. Бирюкова, отв. ред. М.Б. Алборова, А.В. Крутских. – М.: Аспект Пресс, 2023. – 365 с.
81. Концепция технологического развития до 2030 года. <https://rospatent.gov.ru/content/uploadfiles/technological-2023.pdf>

Содержание

Введение.....	5
1. Самоорганизация и главный противник России.....	7
2. От Пифагора до математической промышленности.....	17
3. Оборона, дипломатия и компьютерная реальность.....	39
4. Разведка и террор в компьютерном контексте.....	50
5. Экономическое развитие в компьютерном контексте.....	54
6. Социальное пространство и стратегии развития компьютерной реальности.....	69
7. Новая революция. Искусственный интеллект. Цифровые экосистемы ..	84
8. Стратегическая стабильность и перспектива.....	90
Заключение.....	96
Литература.....	96

