

Сборник подготовлен и издан по инициативе ОАО «РВК»

И. Агамирзян, Д. Белоусов, Е. Кузнецов, А. Зотов, И. Данилин,  
Д. Холкин, А. Штайнмюллер, К. Штайнмюллер, Э. Пройдаков,  
Е. Лукин, А. Раевский, С. Лукьяненко, А. Первушин

# Вызов 2035

Составитель сборника Василий Буров

Издательство «Олимп-Бизнес»  
Москва, 2016

УДК 338.27+316.422

ББК 65.064.3

В92

Авторы: И. Агамирзян, Д. Белоусов, Е. Кузнецов, А. Зотов, И. Данилин, Д. Холкин, А. Штайнмюллер, К. Штайнмюллер, Э. Пройдаков, Е. Лукин, А. Раевский, С. Лукьяненко, А. Первушин

В92      Вызов 2035 / Агамирзян И.Р. и др.; Сост. Буров В.В. — М.: Издательство «Олимп-Бизнес», 2016. — 240 с.

ISBN 978-5-9693-0348-5

В книге в форме аналитических статей и научно-фантастических рассказов представлены сценарные проработки влияния технологического развития на экономику и общество в России и мире в перспективе до 2035 года, а также взгляд на перспективы отдельных технологических направлений. Среди авторов — представители бизнеса и институтов развития, а также аналитики и ведущие российские и зарубежные писатели-фантасты.

УДК 338.27+316.422

ББК 65.064.3

*Все права защищены. Воспроизведение всей книги или ее части в любом виде воспрещается без письменного разрешения издателя.*

© В.В. Буров, составление, 2016

© Оформление, издание.

ISBN 978-5-9693-0348-5

Издательство «Олимп-Бизнес», 2016

# Содержание

Благодарность.....	4
От редактора.....	5
Контекст .....	7
Технологическое лидерство: воспользоваться шансом .....	8
Смена технологического уклада: новые форматы бизнеса, государства и общества .....	16
Трансформации глобального сообщества при переходе к новому укладу .....	42
Выжить в новом технологическом мире .....	66
Векторы развития .....	81
Время энергетической революции .....	82
Бог и вирус, или Амулет.....	98
Робототехника через двадцать лет.....	114
Полюшко-поле .....	132
Безопасность в цифровом мире .....	144
Маленькое космическое путешествие .....	154
Мировая космонавтика: право владения .....	164
Выбор пути.....	179
Сценарии технологического развития .....	180
Вопросы 2035 .....	238

## Благодарность

Команда проекта выражает искреннюю благодарность членам Клуба-2035 И. Агамирзяну, Д. Белоусову, А. Зотову, А. Кобенко, Е. Кузнецову, О. Лаврову, Э. Пройдакову, И. Реморенко, Ю. Симачеву, А. Трошину за активное участие в формировании концепции и содержания книги, а также редакцию журнала «Если» за подбор и подготовку литературных произведений.



## От редактора

Все существующие институты: деловые, политические, общественные — сейчас переживают радикальную и необратимую трансформацию, порожденную взрывообразным распространением новейших технологий, развитие которых происходит ежедневно и ежеминутно. В мире разворачивается конкуренция за образ будущего. Кто-то из конкурентов делает ставку на сохранение темпов развития и технологическую сингулярность, а кто-то хочет максимально дистанцироваться от достижений современного общества и ставит на радикальный ислам. Не отказывая себе в использовании современных технологий воздействия.

Ведущие игроки активно создают и транслируют свой вариант образа будущего и включаются в глобальную конкуренцию смыслов, идей, программ, стратегий. Страны, остающиеся в стороне от этого процесса, оказываются в роли наблюдателей, которые могут только выбирать из предложенного.

Вызов 2035 для России — определить свою роль и место во всемирной конкуренции за образ будущего. Запрос на его формирование возникает сегодня и со стороны государства как базовая задача стратегического процесса, и со стороны интеллектуальной элиты — аудитории, готовой размышлять о будущем на горизонте 20–30 лет, критически осмысливать предлагаемые разными школами идеи и концепции, строить желаемые модели будущего.

Этим сборником мы начинаем большой разговор о Проекте будущего. Он не претендует на исчерпывающую полноту или исключительную прогностическую точность — но надеемся, поможет критическому осмыслению происходящих изменений и развитию интеллектуальной дискуссии о нашем будущем.







КОНТЕКСТ

# ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ЛИДЕРСТВО:

## ВОСПОЛЬЗОВАТЬСЯ ШАНСОМ

*Основой глобального лидерства в современном мире становится успех на технологических рынках. От чего он зависит и как его добиваться, размышляет генеральный директор РВК **Игорь Агамирзян**.*





Практически все социально значимые индустрии (т.е. отрасли, менявшие экономическую и социальную структуру, — а таких за историю технологического развития было не так уж много: автомобилестроение, гражданская авиация, персональные компьютеры, интернет, мобильные сети связи) развивались по схожему шаблону. Со времен индустриальной революции всегда можно проследить несколько явно выраженных этапов отраслевого развития. Первый этап можно назвать гаражным — когда открывается короткое «окно возможностей» и предприниматель, создавший в «гараже» первый автомобиль, планер или персональный компьютер, имеет шанс основать компанию-лидера, которая захватит значительную долю рынка. На втором этапе конкуренция и борьба за долю рынка между этими компаниями ведут к консолидации отрасли и формированию ограниченного круга крупных национальных и глобальных игроков, постепенно присоединяющих к себе практически всех участников рынка. Таким путем развивались и автомобильная, и авиационная индустрия, когда такие крупнейшие производители, как General Motors или Boeing, консолидировали под своим управлением десятки менее успешных компаний. То же самое происходило в относительно недавнее время в индустрии информационных технологий (ИТ). Развитие лидеров рынка в значительной мере идет за счет присоединения менее масштабных компаний, включения созданных ими технологий и продуктов в свои продуктовые линейки. Очевидно, что на этом этапе становится невозможным создать лидера рынка из «гаражной» компании. Известны, впрочем, одиночные примеры создания глобальных лидеров рынка сугубо административными методами — например, создание Airbus в Европе, — но на данном этапе для создания глобального игрока необходимы инвестиции государственного или даже межгосударственного уровня.

К сожалению, в России этап «гаражных лидеров» в индустрии информационных технологий оказался безнадежно упущен. Собственно, он завершился в мире примерно одновременно с развалом Советского Союза, и новые инновационные компании, основанные уже в Российской Федерации в 90-е годы, оказались в жесточайшей технологической и рыночной конкуренции с глобальными лидерами, что привело к выживанию и развитию только ограниченного числа нишевых производителей — таких, например, как АBBYY, 1С или «Лаборатория Касперского».

На следующей инновационной волне, связанной с развитием и массовым проникновением интернета, окно возможностей для «гаражных компаний» открылось во второй половине 90-х годов, и российские инноваторы достойно воспользовались им — к этому периоду относится восход национальных лидеров инновационного развития, таких как «Яндекс», Mail.ru и другие. К сожалению, на уровень глобальных лидеров ни одна из этих компаний не вышла, и на сегодня в этом сегменте индустрии мировая консолидация идет под управлением других игроков. То же самое произошло с социальными сетями и более поздними новыми рынками — электронной коммерцией, например.

Консолидация рынка приводит к появлению индустриальных норм, которые определяются самым успешным технологическим продуктом и его протоколами, а не устанавливаются государственными или международными органами стандартизации. Такой индустриальной нормой индустрии персональных компьютеров стал Wintel (операционная система Microsoft Windows, установленная на компьютеры, построенные на процессорах Intel). На рынке смартфонов, возникшем вслед за рынком персональных компьютеров, компании Intel и Microsoft оказались уже догоняющими — стандарт установили другие компании, и все попытки вернуть лидерство со стороны Intel и Microsoft оказываются unsuccessfulными. И эта ситуация будет переноситься на появляющиеся новые рынки.

Именно нормализация платформы нового рынка дает лидирующим компаниям положение своего рода «естественных монополий» и резко ограничивает возможности входа в этот рынок новых игроков. Технический прогресс ведет к тому, что воспроизвести решения лидеров и следовать установленной ими норме становится невозможным не в силу ограничений на использование интеллектуальной собственности, а в силу инженерной сложности решений. В качестве примера можно привести ситуацию на рынке процессоров для персональных компьютеров. Для того чтобы стать успешным на этом рынке, требуется сделать процессор не просто конкурентный, но и полностью совместимый с продукцией Intel. Подавляющее большинство попыток решить эту задачу, в том числе и российских, провалилось; единственное исключение, только подтверждающее общее правило, — компания AMD.

Лидеры новых рынков понимают эту ситуацию и строят свой бизнес в соответствии с новыми реалиями. Показателен пример компании Tesla Motors, безоговорочно лидирующей сейчас на рынке электромобилей. Решением основателя и руководителя компании Илона Маска компания сделала публичными и общедоступными все свои патенты — Маск уверен, что он уже настолько оторвался на новом рынке от конкурентов в инженерном совершенстве решения, что раскрытие интеллектуальной собственности безопасно для компании и, более того, может помочь развитию других игроков в рамках норм, заданных Tesla Motors. Примечательно, что сегодня главными потенциальными конкурентами для Tesla являются скорее такие ориентированные на информационные технологии компании, как Apple и Google, а современные электромобили — в гораздо большей степени продукт ИТ, чем результат развития автомобильных технологий. Совершивший революцию электромобиль Tesla Model S — это постоянно обновляющийся компьютер на колесах, включенный в глобальную сеть. Можно быть совершенно уверенными в том, что дальнейшая борьба на этом рынке развернется вокруг программного обеспечения (ПО), интеллектуальных транспортных систем.

Признаком «окна возможностей» на новом рынке является отсутствие индустриального стандарта. Когда стандарт определяется, окно возможностей закрывается, «гаражный» этап заканчивается, начинается бурная консолидация вокруг победивших лидеров, и, кстати, обычно такой рынок начинает стагнировать, на нем остается пространство роста только для нишевых компаний, работающих в нишах, по каким-то причинам неинтересных лидерам рынка.

Еще одной важной особенностью современных технологических рынков является роль системных интеграторов. Если в классической индустриальной модели развития использовалась традиционная модель вертикальной интеграции, то с развитием экономики знаний произошел массовый переход на горизонтальную интеграцию, в которой системный интегратор является вершиной «трофической цепи» бизнеса. Именно он выпускает конечный продукт, собирая его из компонентов других производителей по собственной спецификации, дизайну и проекту. При этом ему же достается и основная доля добавленной стоимости.

*Замечательным примером является Apple — в продуктах этой компании затраты на электронные компоненты составляют примерно 10%, затраты на сборку — около 1%, остальные же 89% — это дизайн, инжиниринг, программное обеспечение и бренд. Включая, конечно же, затраты на поддержание экосистемы сервисов и продуктов вокруг их смартфонов и планшетов — iTunes, iCloud, AppStore и прочих, — которая сама по себе является очень значимым генератором прибыли для компании. Важнейшим моментом в модели системной интеграции является то, что новичкам становится невозможно создать собственный конкурентный продукт, не используя имеющуюся на рынке стандартизированную элементную базу. Это относится не только к микроэлектронике (никому и в голову не придет для нового компьютера или телефона разрабатывать новый процессор — даже Apple для своих телефонов и планшетов использует продукцию компании ARM, хотя и лицензирует его для своей специализированной микросхемы, производимой на заводах Samsung), но и к любой другой элементной базе (мехатронике, например).*

Достижение такой себестоимости продукции, которая обеспечит конкурентоспособность, достигается исключительно за счет эффекта масштаба, когда стандартные компоненты выпускаются миллионными тиражами. Именно поэтому современное промышленное оборудование использует абсолютно стандартизированную элементную базу, а уникальность предложения достигается инженерным дизайном и программным обеспечением. В результате в мире сложилась совершенно новая модель международного разделения труда, в которой отдельные страны-производители специализируются на конкретных технологических решениях,

тиражируемых на весь мир (Малайзия, например, производит основной объем компьютерной памяти в мире, Тайвань — микропроцессоров, а Корея — мехатроники), а интеграторами являются транснациональные компании, спокойно чувствующие себя на глобальном рынке и способные действовать в мультикультурной среде.

Именно унаследованная от Советского Союза культурная закрытость вместе с очень неудачным размером национального рынка (он достаточно большой, чтобы на нем можно было долго расти, но слишком маленький для самодостаточности, позволяющей вырасти до конкурентоспособности с глобальными игроками) не позволила российским компаниям последних технологических волн стать глобальными лидерами и превратиться в транснациональные корпорации. И этим же объясняется то, что родиной основных транснациональных корпораций стали США, рынок которых составляет около 40% мирового (российский — меньше 2%).

Значит ли все сказанное, что у российских технологических компаний нет шансов для глобального лидерства, а наша экономика обречена на то, чтобы оставаться сырьевым придатком развитого мира или, скорее, в среднесрочной перспективе, Китая? Нет, совсем не значит. Хотя бы потому, что в XXI веке невозможно будет оставаться сырьевым придатком чего-либо. Любой непредвзятый аналитик из уже описанной картины мира и очевидных трендов сделает вывод, что стоимость любого товарного продукта станет по мере развития технологической экономики стремиться к нулю, а добавленная стоимость будет создаваться только в уникальных предложениях — инжиниринге, дизайне, программном обеспечении. Вопрос только в скорости такого развития.

Поэтому для меня ответ на поставленный вопрос предопределен — мы обязаны стать технологическим лидером на некотором количестве рынков. И правильная постановка вопроса звучит совсем по-другому — как стать технологическим лидером, что для этого нужно делать прямо сейчас? И тут мы переходим наконец к вопросу о конструировании желательного для нас будущего. Потому что ответ на поставленный вопрос может быть только конструктивным — не констатация фактов, а предлагаемая последовательность действий. Некоторые действия являются очевидными. Необходимо отрешиться от целого ряда предрассудков, доставшихся нам в наследство от индустриальной традиции Советского Союза, — к сожалению, они встречаются не только у людей старшего поколения и активно поддерживаются средствами массовой информации, ставя ментальные барьеры для прорыва в технологическом развитии страны.

Очень распространенный, но тем не менее ложный предрассудок состоит в уверенности в том, что мощь страны определяется ее военно-промышленным комплексом (ВПК). В современной технологической экономике это не так. Мощь страны

определяется ее технологической экономикой и способностью генерировать уникальное предложение, привлекательностью страны для граждан и бизнесов, а ВПК является производной от этой мощи. Более того, если в индустриальную эпоху именно ВПК был основным двигателем технологического развития (все индустрии XX века вышли из военного заказа), то сегодня технологическое развитие направлено в первую очередь на обеспечение потребностей человека, качества его жизни, а ВПК использует технологии, созданные для гражданского рынка.

Другое довольно распространенное заблуждение — что мы можем пойти по «китайскому пути», достаточно часто формулируемое как «новая индустриализация». Это невозможно в силу того, что Китай в последние 30 лет развивался на использовании ресурса, уже исчерпанного у нас в стране в годы советской индустриализации, — дешевой рабочей силы нищего крестьянства. Этот ресурс уже практически закончился в Китае, десятикратно превосходящим размер России по населению, а у нас его и подавно нет и никогда уже не будет. «Новая индустриализация», происходящая сейчас в развитом мире, основана на совершенно другом человеческом ресурсе — на интеллекте, компетенциях, инжиниринге, гибких автоматизированных производствах и, в конечном итоге, на программном обеспечении, позволяющем создать уникальное предложение продуктов и услуг.

Еще одно массовое заблуждение — определение традиционных секторов, таких как авиастроение, автомобилестроение, судостроение, в качестве приоритетных для технологического развития. Безусловно, отказываться от них не надо, но объективная оценка глобальной конкурентоспособности российских технологий на этих рынках показывает, что возможности стать глобальными лидерами в перечисленных отраслях у нас нет. Более того, даже в советское время они могли существовать у нас в стране только в силу закрытости экономики; массовые советские самолеты и автомобили никогда не были конкурентоспособными на мировых рынках, за редчайшими нишевыми исключениями (автомобиль «Нива», например, или сверхзвуковые истребители). Вообще надо признать, что в СССР отсутствовало массовое производство качественного потребительского продукта, хотя страна успешно производила уникальные штучные изделия: ракету сделать могли, а надежную и функциональную бытовую технику производить так и не научились.

Найдя в себе силы отрешиться от этих заблуждений, мы получаем вполне конструктивные ориентиры на долгосрочный период:

- нужно идти не от технологий, а от рынков, и ориентироваться на новые или только возникающие рынки, на которых нет индустриальных стандартов;

- нужно ориентироваться на те рынки, в которых основная добавленная стоимость создается инжинирингом, программным обеспечением и сетевым взаимодействием (включая инфраструктуру интернета);
- нужно ориентироваться на рынки, обслуживающие потребности потребителей.

Рубеж 60–70-х годов был, как стало ясно уже достаточно давно, переломным моментом развития человечества. И связано это было не с политическими процессами, а с внезапной сменой парадигмы развития. Человечество тогда перешло с пути классического индустриального развития на прорывных, но индустриальных проектах в совершенно виртуальную сферу. Крупные индустриальные проекты неожиданно закончились — в 60-е годы слетали в космос, на Луну, полетели широкофюзеляжные и сверхзвуковые пассажирские самолеты, были построены крупнейшие в истории гидроэлектростанции и атомные станции. А потом вдруг это закончилось.

Все развитие в мире начиная с 70-х годов шло вокруг информационных технологий. Информационные технологии стали универсальной платформой любого исследования. Сегодня любые исследования и технологические разработки основаны на цифровой обработке информации. В 70-е годы определилась элементная база современной электроники, и очень быстро выяснилось, что новый компьютер невозможно сконструировать без использования компьютеров предыдущего поколения, а главное — без соответствующего программного обеспечения. Почти одновременно с этим произошел экономический прорыв за счет удешевления массового электронного продукта и стали возможными персональные компьютеры. А самое главное — начались процессы экономического преобразования смежных индустрий — в «экономике знаний» и высокоавтоматизированном цифровом производстве центр создания добавочной стоимости переместился от производственных мощностей в инженерные и дизайнерские центры. Более того, в ряде отраслей уже произошло практически полное разделение капитальных и операционных затрат — в микроэлектронике, например, все капитальные вложения лежат на заводах, производящих по заказу полупроводниковую продукцию (foundries, «плавильные цеха»), а все операционные расходы — на не имеющих собственных производств предприятиях, занимающихся разработкой и маркетингом (fabless, производства без фабрик). Причем оборот последних уже сегодня превышает оборот первых. Этот тренд стремительно проникает во все новые отрасли — например, сейчас в этом направлении стремительно движется фармацевтика. И с развитием новых производственных технологий (3D-печать, роботизированное производство и прочее) такая же судьба неизбежно ждет машиностроение и все традиционные отрасли промышленности.

Первый полностью цифровой самолет «Боинг-777» полетел около 20 лет назад, а сегодня все мировое авиастроение полностью перешло на цифру. Компании Boeing и Airbus из производственных компаний превратились в инжиниринговые, маркетинговые и логистические. Все технологические прорывы последних лет лежат на стыке информационных технологий и технологий физического мира. Например, ракета-носитель Grasshopper, разрабатываемая компанией SpaceX, в части двигателей наследует все наработки мировой космонавтики последних 60 лет, а новое качество, кардинально меняющее экономику орбитальных пусков, аппарату приносит «мягкая» цифровая технология управления, позволяющая осуществлять управляемую посадку отработавших ступеней.

Похожая ситуация сложилась в энергетике, где умные сети (smart grid) позволяют интеллектуально управлять энергетическими потоками, вырабатываемыми вполне традиционными методами. В обоих случаях основная добавочная стоимость создается математиками, программистами и инженерами, а капитальные затраты ложатся на производственные мощности. Под этим углом нужно рассматривать как краткосрочную перспективу (5–10 лет) — когда основная генерация добавленной стоимости окончательно перейдет к инженерно-дизайнерским центрам, так и более долгосрочную (в пределах 15–20 лет), когда станет технологически возможно и экономически выгодно отказаться от «классической» модели массового производства и вернуться к «индивидуальному пошиву» на новой технологической базе. Примеры уже существуют — например, в обувной промышленности.

Вышеизложенное показывает направления, в связи с которыми необходимо искать новые рынки, где есть шанс на получение лидерства: робототехника, новые производственные технологии, интеллектуальная энергетика, интеллектуальные транспортные системы, беспилотные транспортные системы и многое другое — то, что сегодня определяет тренды развития.

При этом явно необходимо не только фокусироваться на решении сиюминутных приоритетов, задач сегодняшнего дня, но и продумывать и планировать задачи модернизации базовых отраслей на основе самых современных технологических решений с горизонтом 5–10 лет, а самое главное — думать, что нужно сделать сегодня для достижения конкурентоспособности через 15–20 лет. Как готовить лидеров следующего поколения, что именно для этого необходимо поддерживать и развивать — чему и как мы должны сегодня начать учить школьников, к чему готовить преподавателей университетов, чтобы они могли научить студентов через 10 лет, с тем чтобы эти студенты через 15 лет смогли работать в компаниях, которые через 20 лет определяют технологический — а значит, и экономический и социальный ландшафт эпохи.

# СМЕНА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УКЛАДА:

НОВЫЕ ФОРМАТЫ БИЗНЕСА,  
ГОСУДАРСТВА И ОБЩЕСТВА

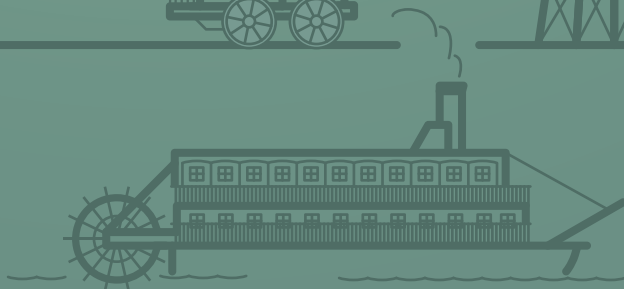
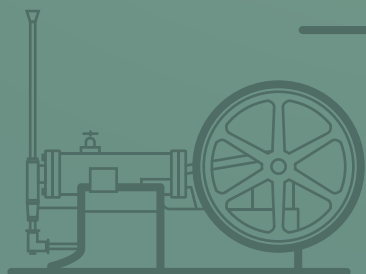
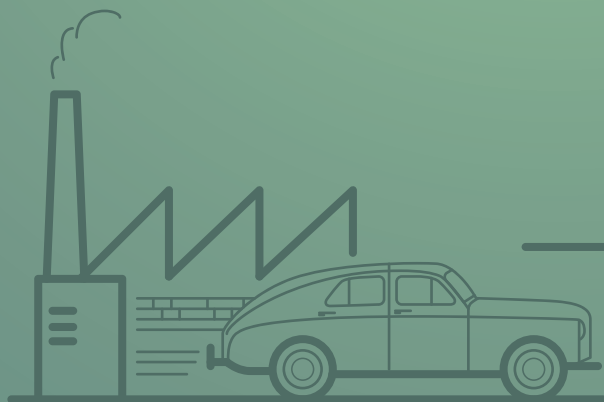
*Технологический прогресс не просто порождает новые продукты, но и способен полностью изменить нашу жизнь. Своим видением наступающего нового уклада делится ведущий эксперт Центра макроэкономического анализа и краткосрочного прогнозирования*

*Дмитрий Белоусов.*

*При участии*

*Апокина А. Ю. (ЦМАКП), Ганичева Н. А. (ИНП РАН),*

*Кошовца О. Б. (ИНП РАН), Фролова И. Э. (ИНП РАН)*





Никогда такого не было, и вот опять!

*В. С. Черномырдин*

Гегель был прав. Категории (и соответствующие им феномены), несомненно, переходят друг в друга. Технологические изменения в таких сферах, как информационно-коммуникационные технологии (ИКТ), уже изменившие до неузнаваемости привычный жизненный уклад, биотехнологии (чего стоит одно управление человеческими способностями), энергетика (возможность резкого снижения спроса на углеводороды), накладываются друг на друга, «входят в резонанс» и взаимно усиливаются. Такая интерполяция приводит к глубоким, фундаментальным изменениям в обществе, в его структуре, в мотивации работы основных субъектов общества, в соотношении глобальной и национальных повесток дня и многом другом. Причем сами эти изменения, в свою очередь, существенно влияют и на научно-технологическое развитие, и тем более — на форматы управления им.

Поэтому можно говорить не просто об очередном пакете изменений в технологиях, а действительно — даже о формировании нового общественного уклада. Глубокие изменения могут произойти практически во всех сферах, из которых состоит современное общество:

- **в экономике и бизнесе** — возникновение новых отраслей вокруг интеллектуализованного производства; существенное расширение сферы беспосредственной экономики, прежде всего — транспортных, информационных, медицинских, образовательных и финансовых услуг; свертывание ряда традиционных отраслей экономики;
- **в гуманитарной сфере** — радикальное продление человеческой жизни; возникновение рынка человеческих способностей; изменение общественного отношения к приватности персональной информации;
- **в работе общественных и государственных структур** — резкий рост мощности глобальных корпораций, поддерживающих критически важные инфраструктуры (финансовые, образовательные, биомедицинские); возникновение сильных неформальных негосударственных структур, уравнивающих мощь глобальных корпораций для отдельных индивидов.

Такие изменения несут в себе угрозу для сохранения подлинного суверенитета общества и государства в лице глобальных корпораций, с одной стороны, и неформальных «серых» сетевых структур — с другой. Сохранение суверенитета общества и государства станет почти столь же сложным делом, каким сегодня является сохранение суверенитета личностей перед мощным давлением со стороны всепроникающих СМИ и глобальных информационных структур. Решение этой задачи потребует того, чтобы Россия, во-первых, стала успешным игроком на поле технологического развития, найдя свою собственную нишу; во-вторых, став успешным и сильным игроком, надо формировать собственные, оригинально российские, ответы на ключевые вызовы будущего, в первую очередь вызовы гуманитарного, антропологического характера.

Это очень сложно. Но и приз — колоссально высок. И у России в новой ситуации снова есть шансы сохраниться и победить.

*Технологический уклад — это система тесно взаимосвязанных технологий, обуславливающих принципиальные взаимосвязанные сдвиги в структуре экономики и общества, позволяющие говорить о возникновении нового общественного уклада (авторское определение).*

Необходимо отметить, что в последние годы в России сложилось упрощенное понимание технологического уклада, игнорирующее общественно-политический

аспект. Это ошибочно — технологические пакеты (т. е. системы взаимосвязанных и взаимообусловленных технологий) в том или ином масштабе возникают постоянно, но лишь единицы из них выходят на глобальный уровень.

*Определенная Вернором Винджем в 1992 году, концепция технологической сингулярности говорит о наступлении в скором времени (на горизонте 2030 года) момента, по прошествии которого технический прогресс станет настолько быстрым и сложным, что окажется недоступным пониманию. По мнению сторонников этой концепции, технологическая сингулярность наступит как результат развития искусственного интеллекта (ИИ) и самовоспроизводящихся машин, интеграции человека с вычислительными машинами либо значительного скачкообразного увеличения возможностей человеческого мозга за счет биотехнологий.*

### Что может помешать наступлению технологической сингулярности?

- возможность затяжного глобального экономического кризиса, сопровождаемого снижением вложений в технологии и государственных (переход к политике ограничения бюджетных дефицитов в условиях роста социальной нагрузки, кризис долгосрочного целеполагания), и частных ресурсов;
- риск преждевременного «сдувания» пузыря на высокотехнологичных рынках, с дискредитацией самой идеи ускоренного технологического развития;
- возможность нерешения ряда фундаментальных научных и технологических задач, необходимых для успешного создания соответствующих технологий (физика плазмы для термояда, квантовые эффекты для новой элементной базы ИКТ, карта мозга для нейроинтерфейса и т. д.);
- общество очень консервативно (а стареющее западное общество — тем более) и, в условиях демократии, склонно к антитехнологическим фобиям. Уже есть практика институционализованного торможения (правда, лишь в отдельных странах и макрорегионах; на глобальном уровне — возможность неочевидна) «дискомфортных»/антиэтических процессов, в том числе и научно-технологические (см. клонирование человека, ГМО-продукты, [ГМО](#) — генетически модифицированные организмы, [живляемые устройства](#) и т. д.).

# ЭВОЛЮЦИЯ УКЛАДОВ

Четвертый технологический уклад стартовал с началом XX века и продлился до 1960-х годов. Его ядром стали нефтепродукты как основной энергоноситель, двигатель внутреннего сгорания, телефонная связь, конвейерное производство, самолет, автомобиль. На глобальном уровне четвертый технологический уклад привел к возникновению следующих взаимосвязанных сдвигов:



глобальных военных союзов и глобальных конфликтов — результат возможности управления массами войск в глобальных масштабах (что продемонстрировали две мировые войны) и т. д.;



транснациональных корпораций — результат резкого ускорения и удешевления транспортных и информационных коммуникаций; возникновение «эффекта масштаба», связанного с массовым конвейерным производством, возможности управлять крупными, территориально разнесенными производственными объектами;



«информационного тоталитаризма» (синхронное навязывание населению страны унифицированной информационной повестки дня) — результат развития радио и телевидения и становления на этой основе всепроникающих СМИ.

Пятый технологический уклад, возникший в начале 1970-х годов, связан с развитием микроэлектроники, информационных и телекоммуникационных технологий, «газовой революцией» в энергетике и химии. Он оказался сопряжен с такими мировыми явлениями, как:



кризис национальных государств вследствие возникновения глобальных СМИ, информационных ресурсов (с соответствующей глобальной информационной и идеологической повесткой дня), глобальных финансово-производственных корпораций;



возникновение глобальных финансовых структур (результат появления технических возможностей для молниеносного перевода финансовых ресурсов, распространения информации в реальном времени);



становление глобального производственного аутсорсинга с возникновением транснациональных цепочек производства добавленной стоимости, специализации отдельных стран на производстве продукции и отдельных компонентов того или иного технологического уровня, проведении НИОКР и других работах;



возникновение новых форматов занятости (дистанционная занятость, свободная занятость, проектная работа);



формирование внутренних социальных конфликтов между глобализированными и локальными социально-культурными группами, соответствующими элитами, политическими структурами.

Отметим, что информационные и телекоммуникационные технологии, находившиеся в «ядре» этого уклада, выступали драйвером экономического роста не столько по причине высоких продаж основанных на них товаров и услуг, а прежде всего потому, что фактически заложили основу под целую волну управленческих инноваций, изменивших систему организации производства и ведения бизнеса. К примеру, многие программные и аппаратные решения разрабатывались целенаправленно под решение задач управления жизненным циклом сложных технических объектов.

## Как технологии способствовали трансформации общества и экономики

Сегодня потенциал пятого технологического уклада — а вместе с ним и соответствующих ему структур в экономике и обществе — начинает постепенно иссякать.

Согласно данным Международного союза электросвязи, в 2014 г. число пользователей мобильной связи в мире достигло 6,9 млрд чел. (проникновение мобильной связи — 96,4%), а в группе развитых стран показатель проникновения мобильной связи превысил 125%. При этом показатель охвата населения услугами мобильного широкополосного доступа в интернет в мире достиг 32% (32 пользователя на 100 жителей), а в группе развитых стран — 83,7%, и продолжает расти высокими темпами.

Таким образом, потенциал экстенсивного расширения различных видов ИКТ-услуг может быть исчерпан уже в среднесрочной перспективе. Отсюда — распространение концепции «инновационной паузы». Ожидается, что за этой паузой последует новая волна технологий шестого уклада, которая будет базироваться на конвергенции био-, нано- и информационных технологий.

## Особенности нового технологического уклада

На стадии перехода между укладами в 2020–2030 гг. и в связи с наступлением нового технологического уклада стоит ожидать таких тенденций в глобальном технологическом развитии:

- крупные технологические нововведения, опирающиеся на применение новых конструкционных и композитных материалов и созданные с использованием нанотехнологий;
- формирование нового «ядра» информационных технологий на основе перехода от микроэлектроники к наноэлектронике. В 2013 г. была сформулирована концепция четырех основных движущих сил на рынке ИКТ: социальные сети,

мобильные решения, «облачные вычисления» и средства обработки больших объемов информации. Развитие совокупности этих четырех технологических направлений и коммерциализация основанных на их применении услуг должны стать основным драйвером роста ИКТ в краткосрочной перспективе. Помимо этого, еще одним важным драйвером роста ИКТ в ближайшие десять–двадцать лет должно стать развитие технологий 3D-печати и интернета вещей (Internet of Things, IoT). Совокупный экономический эффект от внедрения всего комплекса этих технологий оценивается в диапазоне от 9,7 до 21,6 трлн долл. до 2020 г.;

- переход к новой модели здравоохранения на основе использования генетических методов диагностики, профилактики и лечения;
- развитие технологий альтернативной энергетики с целью снижения зависимости от углеводородных топливно-энергетических ресурсов. Для этого экономически приемлемыми должны стать такие технологии, как реакторы на быстрых нейтронах (БН), водородная энергетика, солнечная энергетика, в долгосрочной перспективе — термоядерный синтез;
- сокращение давления техносферы на биосферу Земли, что предполагает радикальные изменения в методах и средствах природоохранной деятельности.

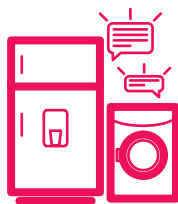
Замедление роста мировой экономики после финансово-экономического кризиса 2008–2009 гг. и постепенное сползание экономик развитых стран и стран экономической периферии в новую волну кризиса существенно затормозили развитие вышеозначенных тенденций. В связи с этим в экспертной среде широко распространено мнение, что формирование нового технологического уклада может замедлиться.

Поэтому в обозримый период наиболее реально решение лишь самых актуальных проблем мирового технологического развития:

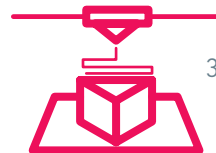
- создание новых препаратов для лечения наиболее распространенных заболеваний, включая создание нового поколения антибиотиков с целью решения проблемы лекарственной устойчивости, и постепенный переход к новой модели здравоохранения и лечения болезней на основе разработки и широкого внедрения таргетных препаратов;
- постепенное развитие альтернативной энергетики (на основе широкого распространения уже имеющихся технологий) с целью снижения зависимости от углеводородных топливно-энергетических ресурсов;

# Базовые моменты шестого уклада

ИКТ



интернет  
вещей



3D-печать

МЕДИЦИНА И ЭКОЛОГИЯ



использование генетических  
методов диагностики,  
профилактики и лечения

АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ЭНЕРГЕТИКА



солнечная  
энергетика

НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ



применение новых конструкцион-  
ных и композитных материалов,  
созданных с использованием  
нанотехнологий





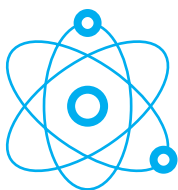
«облачные вычисления»,  
средства обработки  
больших объемов  
информации



наноэлектроника



сокращение давления техносферы  
на биосферу, изменения в методах  
природоохранной деятельности



реакторы на быстрых нейтронах,  
водородная энергетика,  
термоядерный синтез

- широкое внедрение новых экологических и сельскохозяйственных технологий (включая совершенствование систем управления водными ресурсами и новые технологические решения для переработки и опреснения морской воды).

Следует ожидать усиления конкуренции на рынках высокотехнологичной продукции с одновременным формированием новых глобальных рынков на базе экологических, ресурсосберегающих и современных инфраструктурных технологий, что даст развитым странам возможность поддержать свой экспорт.

## Социальные аспекты развития шестого технологического уклада

Особенностями перспективного развития на стыке технологической и социальной проблематик, имеющими непосредственное отношение к трансформации современных обществ, по всей видимости станут:

### Индивидуализация человеческой деятельности

Осуществляется дальнейший рост индивидуализации во всех сферах человеческой деятельности — от производства до культуры. Развитие ИКТ позволяет осуществить индивидуализацию уже не только производимой промышленной продукции и собственно ИКТ-продуктов. Следующими очевидными шагами в индивидуализации становятся:

- расширение возможности индивидуального выхода на глобальный рынок предпринимателей и/или потребителей (в масштабах национальных рынков подобные системы активно используются, например, в Евросоюзе), расширение глобальной интернет-торговли и глобального аутсорсинга, других феноменов;
- использование интернета вещей для обеспечения индивидуализации предоставляемых услуг и предлагаемых потребителям товаров;

- развитие персонализированной медицины (ПМ), обеспечивающей производство готовых лекарственных форм, созданных специально под конкретного больного (в том числе в рамках фармакогеномики — обеспечение соответствия лечению индивидуальному генетическому профилю пациента). Следующие шаги — редактирование генома (вначале для борьбы с наследственными заболеваниями, затем — для управляемого повышения способностей), использование интернета вещей для непрерывного мониторинга здоровья;
- переход к персонализированной образовательной траектории, опирающейся на открытые образовательные ресурсы и соответствующие подходы к оценке результатов обучения. Возникновение параллельной системы образования, ориентирующейся на образование взрослых; непрерывность в течение всей жизни человека; ориентация на репутационный капитал открытого образовательного ресурса и практическую успешность окончившего курс;
- персонализация получаемой информации, как за счет использования открытых информационных ресурсов, так и за счет — что более важно — формирования ориентированных на конкретного пользователя информационных источников, интегрирующих СМИ и выбранные им интернет-ресурсы. Этот процесс уже имеет место на базе социальных сетей, где человек во все большей степени оказывается способным создать свою собственную, отвечающую его интеллектуальным, профессиональным, этическим и прочим критериям информационную среду. Указанный процесс формирует существенные социальные риски, связанные с диссоциацией единого прежде социума на отдельные локальные сообщества (генерирующие локальные же идентичности), принимающие информацию, усиливающие сложившуюся коллективную идентичность и отторгающие любую альтернативную.

## Коммерциализация общества

Происходит принципиальный рост «коммерциализации» социальной сферы и общества в целом, в первую очередь — за счет расширения сферы сервисной экономики:

- существенный рост значимости предоставляемых индивидуализированных образовательных и медицинских услуг. В связи с этим — в силу проблем со стандартизацией таких услуг и снижением их цены — можно ожидать

постепенного перехода к их прямой платности и превращения предоставляемых и финансируемых обществом социальных услуг из «стандартного» в «минимальный набор» (и, вероятно, набор, определяемый требованиями национальной безопасности);

- стирание граней между продуктом-вещью и продуктом-услугой, превращение продукта-вещи в материальный носитель услуги. Примером может служить инициатива американского производителя сельскохозяйственной техники John Deere, заключающаяся в том, что потребитель теперь будет не приобретать технику (тракторы, комбайны и др.), а покупать лицензию на средство для обработки земли, собственность на которое остается за John Deere. Компания, в свою очередь, берет на себя регулярное обновление ПО, обеспечивающее повышение полезных свойств продукта;
- возникновение — впервые за длительный период — возможности превращения человеческих способностей в своего рода рыночный актив. Уже в ближайшие десять–пятнадцать лет возможно возникновение рынка управления человеческими способностями путем использования нейрофармакологии (ноотропы) и нейроимплантатов (включая нейрокомпьютерный интерфейс); во второй половине 2030-х годов возможно начало применения технологий модификации генома человека. Поскольку речь идет о явно рыночных продуктах, впервые за сотни лет возникает риск биологического закрепления социально-экономического неравенства. Данная ситуация является абсолютно новой для экономики, политики и культуры современного общества (по крайней мере, западного типа), основанного на концепции фундаментального равенства людей. Результатом может стать начало труднопрогнозируемых масштабных изменений в культуре и социальном устройстве;
- возникновение в результате дефицита сбережений кризиса государственных пенсионных систем. В такой ситуации пенсионное (шире — социальное) обеспечение с неизбежностью индивидуализируется и будет основываться на персональных пенсионных накоплениях, что подразумевает развитие институтов глобальных финансовых рынков.

Это порождает три важные тенденции:

- во-первых, все в большей мере индивид будет выходить непосредственно на глобальный рынок — и как производитель продукта или услуги, и как потребитель;

- во-вторых, сам характер взаимодействия индивида и общества все в большей степени опосредуется институтами рынка. Остальные формы взаимодействий либо вынужденно трансформируются «под рыночные» (в значительной степени рынок социальных услуг), либо оказываются в состоянии серьезного кризиса;
- в-третьих, индивидуализация оказания услуг происходит на фоне глобализации информационных сетей, стандартов потребительских услуг и других элементов рынка. При этом в разной степени намечается кризис важнейших опосредующих элементов, находящихся между индивидом и глобальным обществом, включая местный и национальный уровни.

## Переход к обществу и экономике «информационной избыточности»

Если до сих пор общество в целом функционировало в условиях информационного дефицита и важнейшей задачей практически в любой сфере деятельности был поиск качественной информации по соответствующим темам, то теперь проблема состоит в избытке разнокачественной информации (включая «информационный шум» — в отдельных случаях специально созданный) по практически любому вопросу, в связи с чем на передний план выходит необходимость ее целенаправленной фильтрации и, как следствие, усиливается роль образования в формировании соответствующих компетенций.

При этом возникает проблема единства образования как процессов обучения и воспитания. Функции обучения в значительной степени переходят к дистанционным ресурсам — уже сейчас на уровне профессионального образования дистанционное образование в ряде случаев способно предоставить более качественные и существенно более потребительски ориентированные услуги. Нет сомнения в том, что процесс быстрого роста качества дистанционных образовательных услуг будет развиваться и в дальнейшем. Соответственно, даже на уровне школы качественная информация станет приобретаться из открытых (причем глобальных) источников. Это ставит под сомнение возможность эффективной работы связки «образование-воспитание» в рамках перестающего быть единым и целостным образовательного процесса.

Ситуация в отдельных сферах общества и экономики усугубляется следующими обстоятельствами:

- изменением принципа финансирования прикладной и частично фундаментальной науки; переход к преимущественно частному финансированию

прикладных и значительной части фундаментальных исследований, предполагает активную информационную работу с потенциальными инвесторами, в том числе — недостаточно квалифицированными. Это, в свою очередь, порождает высокие риски информационного манипулирования и в научно-технической сфере, которые можно наблюдать уже сегодня;

- возникновением феномена больших данных (Big Data), с возможностью анализировать (в том числе — перекрестно) и прогнозировать значительные объемы первичной информации (о покупках во всех гипермаркетах, о передвижении владельцев сотовых телефонов по городу в течение дня, о результатах всех тестов студентов по всем предметам и др.). С одной стороны, это открывает принципиально новые возможности в ряде областей (ранней диагностике заболеваний, борьбе с преступностью, управлении транспортом и т. д.). С другой — инструменты работы с большими данными достаточно сложны, а результаты работы соответствующих моделей с трудом поддаются логическому анализу — пользователь вынужден пассивно доверять тому, что «машина посчитала»;
- возможностью «управления нарративами» — целевой подачей структурированной информации под конкретную целевую аудиторию, формированием принципиально различных внутренне согласованных информационных образов конкретных ситуаций и проблем для отдельных целевых аудиторий (задача отчасти облегчается самостоятельным формированием замкнутых сетевых информационных сообществ). Соответственно, можно ожидать: с одной стороны — усиления вследствие информационной избыточности «необозримости» крупных проблем национального или глобального общества, оттенков позиций в дискуссиях о них, а с другой — кризиса привычных моделей демократии на общенациональном уровне. Несомненно, голосований (в том числе прямых, с использованием дистанционных интерфейсов) в жизни граждан будет больше, чем сейчас. Но формирование реальной политической повестки дня, «политического меню» на выборах — с высокой вероятностью станет еще более отчужденным от индивида-обывателя, чем теперь.

## Новые финансовые модели

Перестройка сложившейся экономической и финансовой системы требует в качестве нового драйвера развития и внедрения финансовых инноваций. Для масштабного развития новых технологий в социально значимых сферах жизни общества, востребованных у широких слоев населения с низкой платежеспособностью,

с конца 2000-х годов формируется новая волна организационных, инвестиционных и финансовых новаций, которые в основном сводятся к различным формам проектного финансирования в межнациональном масштабе и призваны заставить крупные корпорации решать социально значимые задачи без отрыва от основной функции по получению прибыли. Идеологом этого движения является известный американский экономист М. Портер, который провозгласил принцип так называемой «общественной стоимости».

Формирующаяся на базе этого принципа волна новых финансовых и организационных технологий получила собирательное название «преобразующих инвестиций» (Impact Investing). Также часто можно встретить термины «социальные инвестиции» (Social Investing), ответственные инвестиции (Responsible Investing).

В основе этого принципа лежит проектное финансирование, основанное на взаимном обмене доступом к ресурсам, без прямого привлечения финансовых средств. Иначе говоря, когда один из участников проекта предоставляет доступ к какому-то контролируемому им ресурсу для совместного использования всеми участниками проекта, а в обмен получает долю в его собственности. Причем в качестве ресурса здесь могут рассматриваться технологии, управленческие решения, компетенции, инновационные производственные передель, оборудование, лицензии, активы, месторождения, транспортные коридоры и даже «внутренний спрос».

Примером новой стратегии может являться освоение глобальными структурами хозяйственных систем стран Азии или Африки, когда финансовые структуры или корпорации вкладывают средства в создание инфраструктуры (например, мобильная сеть), не рассчитывая при этом на прибыль «здесь и сейчас». Расчет делается на то, что сначала у пользователей формируются соответствующие потребности, в том числе в результате их активного вовлечения в экономическую деятельность, в производство товаров для местных рынков, а соответствующие инфраструктурные услуги существенно облегчают им деятельность в этом направлении.

## Усиление роли инфраструктуры

Развитие ИКТ, новой медицины, да и современного производства определяется качеством доступа к инфраструктуре — как в узком смысле, физической (всепроницающие широкополосные сети связи), так и в самом широком, как системы структур и объектов, обеспечивающих доведение до потребителей услуг, информации и товаров. Более того, постоянная подключенность к соответствующей инфраструктуре

становится условием успешного функционирования и бизнеса, и индивида. В некотором смысле в новой ситуации не инфраструктуры обеспечивают функционирование индивидов или производственные мощности — а сами мощности становятся своеобразным типом инфраструктурного узла.

Это резко повышает зависимость компаний и индивидов от функционирования инфраструктуры и складывающихся в данной сфере «стандартов де-факто» — в том числе инфраструктур и стандартов, контролируемых негосударственными структурами. Так, в случае «санкционных войн» в международных конфликтах наибольшие риски могут нести санкции, введенные (формально) негосударственными структурами, — отключение корпораций от систем электронных переводов SWIFT, пластиковых карт, ограничение использования поисковых систем и т. п.

Отметим, что в ближайшие годы фактически будет создаваться новая финансовая и социальная инфраструктура для последующего распространения и внедрения технологий шестого технологического уклада. При этом в одних странах будет формироваться основа для создания технологий и производства соответствующей продукции, а в других — их потребления. В целом это лишь увеличит неравномерность технологического развития отдельных стран, однако должно будет выравнивать социальные стандарты, уровень образования, медицинских услуг, управленческих моделей.

Противовесом резкому росту зависимости населения и частных компаний от глобальных инфраструктур может оказаться расширение включения индивидов в «серые», неформальные сети, предоставляющие критически важные услуги в обход официальных инфраструктур.

Возможности манипулирования рынками со стороны глобальных компаний (обеспечивающих доступ к инфраструктурам и задающих стандарты), завышенные с точки зрения части потребителей цены, высокие риски и другие моменты будут выталкивать население к массовому обращению к «серым» рынкам ИКТ, фармацевтических препаратов и других товаров/услуг.

## Экономика пожилых

Возникновение «экономики пожилых», одновременно обеспечивающей вовлечение пожилых людей в трудовой процесс и сохранение их доходов в ситуации кризиса пенсионных систем.



Существенными компонентами такой «экономики пожилых», судя по формирующимся трендам, могут стать:

- медицина здоровья, обеспечивающая радикальное продление активной жизнедеятельности человека, профилактику «болезней пожилых», поддержку работоспособности;
- распространение образовательных технологий, ориентированных на переобучение пожилых, причем как на базе имеющихся компетенций, так и радикально новых;
- распространение «нового ремесленничества»: персонализированного производства/оказания услуг, неотделимых от личностных качеств производителя;
- распространение форматов продуктов и услуг, ориентированных на пожилых людей;
- с социально-политической точки зрения новая ситуация станет означать существенное усиление консервативных (вплоть до фундаменталистских) тенденций в обществе. С одной стороны, это будет стимулировать «спрос на идентичность» и поддерживать контрглобалистские тенденции, с другой — тормозить развитие науки и технологий, особенно неоднозначных с этической точки зрения направлений.

Такое развитие ситуации несет в себе два существенных противоречия:

- противоречие «эгалитарная политика, направленная на сохранение массовой системы социального обеспечения (с высокими налогами) — элитарная политика либерализации, низких социальных налогов, стимулирования бизнеса». В лучшем случае это противоречие разрешится через ускоренное развитие трудозамещающих технологий, а также технологий активного долголетия, сохраняющего пожилых людей в составе трудовых ресурсов. В худшем — через социальный конфликт и, возможно, резкое усиление стратификации с «новыми бедными», не вписавшимися в условия глобальной конкуренции между производствами и центрами силы.
- противоречие между (в условиях старения населения и фрагментации геоэкономического пространства) консерватизмом растущего большинства населения и либерализмом основной части глобализированной элиты. Скорее всего, данное противоречие будет разрешаться через обострение социальных

и политических конфликтов, возникновение новых контрэлитных игроков в политическом пространстве ведущих стран — что может создать благоприятные условия для развития терроризма и войн «нового типа» (гибридных, диффузных, «мятеже-войн» и др.).

## Существенное снижение уровня безопасности

Похоже, что мир вступает в период «смены гегемона» по Иммануилу Валлерстайну. Это происходит на фоне явного кризиса институтов, обеспечивающих глобальную безопасность, что уже привело к усилению глобальной конфликтности — в том числе и у самых границ России.

*В основе новой ситуации лежит тот факт, что баланс между потреблением и наращиванием государственного долга в США, с одной стороны, и производством и сбережениями в Китае, с другой стороны, исчерпал себя и стал необратимо разрушаться. США проводят «двойную реиндустриализацию», параллельно развивая традиционные средне- и высокотехнологичные отрасли (в том числе на базе подешевевших углеводородов), и пытаются уйти в технологический отрыв на направлениях «новой энергетики» (включая термоядерную), наук о жизни и ряде других. Параллельно — и взаимообусловленно — развивается процесс очередной (третьей после Второй мировой войны) индустриализации Китая, на этот раз сопровождающейся выстраиванием национальной инновационной системы полного цикла — от прикладных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) до производства технически сложной продукции. Уже сейчас страна продемонстрировала удивительные успехи в различных сферах, определяющих лицо современной индустриальной системы: от возникновения конкурентоспособного автопрома до производства суперкомпьютеров и вывода на испытания истребителей пятого поколения.*

С учетом высокой взаимозависимости центров силы, конфликты между ними будут, вероятно, происходить в превращенной форме череды региональных или макро-региональных столкновений, а также выглядящих спонтанными внутренними вооруженных конфликтов, возможно — с участием новых субъектов применения силы (частных военных и разведывательных компаний).

На межгосударственном уровне причиной таких конфликтов может стать сочетание «смены гегемона» и снижения порога применения силы из-за возникновения

технологических и организационных условий для анонимного применения силы в формате поддержки внутренних конфликтов, кибератак, в отдаленной перспективе, возможно, — биологических атак.

Существенным фактором конфронтации в условиях очень высокой взаимозависимости всех основных игроков может стать одновременное использования «мягкой силы», в том числе высокотехнологичной, и «жесткой силы» в рамках локальных конфликтов.

На внутригосударственном уровне кризис государств и особенно локальных культур ведет к возрастанию рисков спонтанных конфликтов, в том числе гражданских и «молекулярного насилия». Новой и очень опасной формой насилия может стать, например, распространение компьютерных вирусов, направленных против ИКТ в сфере медицины, нейроинтерфейсов и т. д. Контртенденцией, возможно, является изменение общественного отношения к приватности персональной информации — формирование общества, в котором неотвратимость наказания гарантируется всеобщей информационной прозрачностью (Un Privacy Society).

## Основные характеристики шестого уклада и перспективы его трансформации

### Государство

Государства встанут перед необходимостью «перезагрузки», столкнувшись, с одной стороны, с необходимостью функционировать в условиях тотальности не контролируемых ими глобальных инфраструктурных (физических и виртуальных) инфраструктур, а с другой стороны — с вызовом, связанным с переформатированием «ровного» прежде глобального пространства в совокупность нескольких взаимодействующих и борющихся друг с другом центров силы.

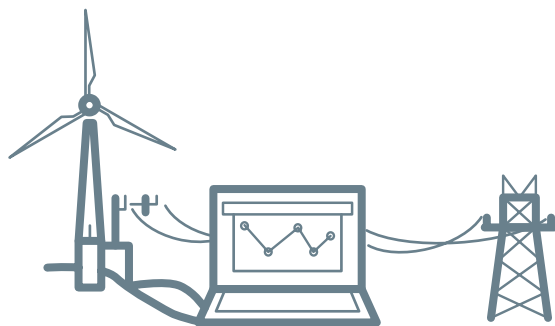
При этом успех или неуспех в переходе к новому укладу, закрепляющийся в стандартах де-факто и (фактическом) контроле над инфраструктурными сетями, определит конкурентоспособность государств, их возможность собрать вокруг себя центр силы и, в конечном итоге, — возможность для них воспроизводить и поддерживать свою культурную идентичность в условиях культурной глобализации.

## Ядро шестого уклада

*В ядре уклада оказываются следующие группы отраслей:*



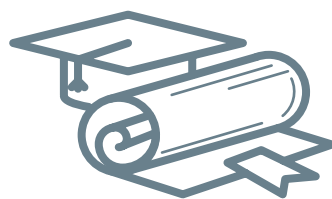
**информационно-коммуникационная** и тесно связанные с ней **новое материаловедение** (которое, разумеется, не сводится к наноматериаловедению, хотя последнее и является ее важным компонентом), **биомедицинские технологии**, **робототехника** и **когнитивные технологии**, включая образовательные. Медицинские технологии играют важнейшую роль в подъеме экономик технологически развитых стран в силу принципиальной территориальной немобильности медицинских услуг — их оказание возможно только «здесь и сейчас». Соответственно, по мере их становления производство новых медицинских услуг все в большей степени будет обеспечивать повышение конкурентоспособности национальной экономики в целом;



**новая энергетика** (тесно связанная с информационно-коммуникационными технологиями и новым материаловедением). Крайне важными здесь становятся не только собственно энергетические технологии (атомные и, в перспективе, термоядерные; технологии альтернативной энергетики; возможно — альтернативные углеводороды), но и, главное, технологии сбережения энергии и управления энергосетями. Технологии «супераккумуляторов» способны привести к существенному снижению спроса на углеводороды — как в силу стимулов для развития электромобилей, так и в силу возможностей для снижения «пииков» спроса на электроэнергию в быту и отчасти в промышленности;



**система всепроникающих инфраструктур** — физических (беспроводные сети связи) и виртуальных (платежные системы, информационные системы, в том числе автономно функционирующие и др.);



**новое образование**, доступ к которому станет важнейшим фактором социальной стратификации, и **современные образовательные модели**. В конечном итоге граница между элитой («взрослое», ответственное поведение, целостное мышление, умение оперировать значительными блоками взаимосвязанной информации, позиция управления сетевым контентом) и массой (все более «подростковое» поведение, клиповое мышление, позиция интенсивного потребителя контента) будет проводиться именно на основе доступа к качественно различным моделям образования.

### **Особенности перехода**

*Переход между укладами сопровождается (по крайней мере, первоначально) увеличением разрыва между успешными и неуспешными государствами и компаниями, лидирующими и отстающими, принадлежащими к предыдущему укладу, социальными группами. Субъекты нового уклада перераспределяют в свою пользу ресурсы — в форме «технологической ренты» или иной. В новой ситуации, когда переход идет на фоне глобального экономического неблагополучия и недостатка долгосрочных финансовых ресурсов, такое перераспределение, скорее всего, будет еще более жестким, чем в 1970-х годах, на переходе к пятому укладу.*

## **Бизнес**

Для корпораций появится возможность пользоваться — причем с минимальным риском и без образования устойчивых связей/зависимостей — физическими и информационными ресурсами, а также компетенциями людей из любой точки мира. Одновременно резко возрастет зависимость от ограниченного клуба корпораций — держателей стандартов де-факто.

Соответствие этим фактически складывающимся стандартам и нормам — например, в части энергоэффективности (в том числе оснащенность автономными источниками электропитания и супераккумуляторами), включенности в глобальные сети (интернет вещей), по механическим параметрам — фактически станет условием доступа компаний на рынки.

Существенным фактором прямо на глазах становится становление «сетевых» бизнесов, сопровождающееся кризисом бизнесов, не относящихся к этому типу. Уже сейчас этот процесс завершается в отношении доступа к информации (распространение интернет-ресурсов и сопряженных с ними электронных бизнесов ведет к кризису традиционных библиотек, издания журналов, в известной степени — книгопечатания), начинает распространяться в торговлю (что означает тектоническое перераспределение финансовых ресурсов от традиционного ритейла к электронной торговле). На очереди — здравоохранение (телемедицина и пр.), образование, отдельные виды творческой деятельности.

## Общество

Для населения существенно усилится зависимость от глобальных инфраструктур. Одновременно будет усиливаться и, вероятно, приобретать труднообратимый характер социальное неравенство — возможно, с соответствующей трансформацией социальных практик.

«Черным лебедем» — фактором, который несет в себе высокие риски с непонятной сегодня вероятностью их реализации, в рамках формирования нового уклада является возникновение комплекса проблем, связанных с новой ролью автономно функционирующих (безоператорных) электронных систем, которые станут постепенно брать на себя управление критически важными для человека и общества процессами. Например, функционированием энергосистем и в целом инфраструктуры — тут помимо диспетчеризации речь может идти о распространении безоператорных транспортных средств — грузовых автомобилей (появляются в США уже сейчас), обсуждаемых беспилотных грузовых самолетов и морских транспортов; безопасностью, как в случае российского «Периметра М», позволяющего нанести ответный ядерный удар при гибели персонала Главного командного пункта; медициной, включая хирургические операции.

## Противоречия нового уклада

Важнейшим фактором, определяющим дальнейшее развитие социально-экономических процессов в России и мире под воздействием изменений в научно-технологической сфере, является разрешение противоречия между индивидом и глобальными структурами.

Ослабление традиционных «промежуточных институтов» (территориальных и производственных общин, общественных корпораций и др.), кризис государства — в совокупности оставляют индивида буквально один на один с глобальными и, в значительной степени, анонимными воздействиями, связанными с манипуляцией доступом к инфраструктуре, отдельными важнейшими высокотехнологичными продуктами (ограничения доступа к электронной компонентной базе, фармпрепаратам и др.), глобальными стандартами де-факто, информацией.

Разрешение этого противоречия, вероятно, будет идти по следующим направлениям:

- Возникновение нового запроса на государство, связанного с необходимостью:  
а) обеспечивать воспроизводство культурной идентичности в условиях глобализации и формирование собственного «культурного послания» макрорегионального или глобального масштаба; б) обеспечивать замыкание на своей территории значимой части глобальных НИОКР, хотя бы в качестве системного интегратора (как максимум — удерживать в сфере своего контроля инновационные системы «полного цикла») и производственных цепочек создания профильной для себя продукции; в) сформировать, на базе технологического лидерства в той или иной сфере, сильную переговорную позицию по отношению к глобальным игрокам, контролирующим инфраструктуру и информацию; г) обеспечить эффективные решения социальных проблем, приемлемые для данного общества.
- Таких — в полной мере успешных — государств окажется немного; именно они, вероятно, станут «ядрами», вокруг которых в итоге сформируются взаимодействующие, конкурирующие и конфликтующие друг с другом макрорегиональные центры силы. Сегодня они явным образом формируются вокруг «старой Европы» в Евросоюзе, связи США–Канада в Америке, Китая в Азиатско-Тихоокеанском регионе (АТР); возможны запуски и других подобных проектов.
- Распространение прямой демократии (и в целом, и особенно на микроуровне), новое рождение территориальных общин, в том числе в городах, на базе культуры непрерывного «горизонтального» взаимного информирования, обсуждения и голосования жителей в сфере их непосредственного контроля. Формирование баланса «реальная демократия на местном уровне — реальная меритократия (олигархия?) на макроуровне».
- Резкое усиление включенности индивидов в неформальные (теневые) сети информационного взаимодействия, неформальные рынки, «свободные» платежные системы, противостоящие официальным и отчасти уравнивающие их.

Менее важным частным противоречием в рамках нового уклада может стать противоречие между быстро усиливающейся элитарностью «высокой науки», ее концентрацией в наиболее развитых странах — и медленным ростом качества образования. Скорее всего, разрешаться данное противоречие будет двумя способами:

- гораздо более мощным, чем когда-либо прежде, уровнем неоднородности общества, наличием в нем различных сосуществующих и взаимодействующих технологических и социальных укладов;



- особой ролью образования как инструмента глубокой социальной стратификации, нового разделения на «элиту» и «массу».

Необходимо отметить, что все большая и большая востребованность высшего образования в развитых странах определяется не только реально возрастающими требованиями к уровню компетенции и квалификации работника. Забюрократизированная и сложная образовательная система не успевает кодифицировать и стандартизировать профессиональные навыки, которые формируются на реальных рабочих местах.

Кроме того, в последнее время наблюдается тенденция упрощения интерфейсов и приспособления даже сложных технических изделий к работе за ними низкоквалифицированного персонала. В итоге, как правило, все тонкости технологического процесса знает только небольшое количество инженеров и технических специалистов, которые контролируют весь производственный процесс. Причем по мере развития технологий и автоматизации производства необходимость в таких высокооплачиваемых и технически грамотных специалистах постепенно сокращается. При этом дипломы, ученые степени, аттестаты различных курсов повышения квалификации и пр. становятся своего рода «символическим капиталом» — признаком социальной респектабельности, с помощью которой можно получить доступ к хорошо оплачиваемым технически оснащенным рабочим местам. Между тем в последнее время в процессе популяризации высшего образования этот «символический капитал», образно говоря, подвергается обесцениванию.

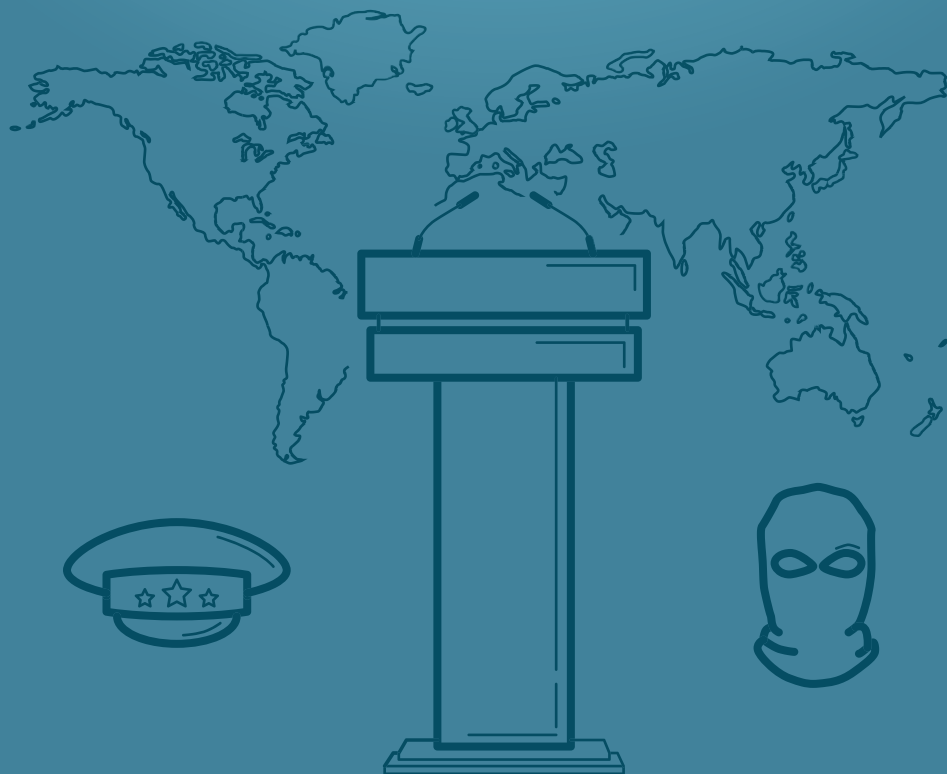
Экономике требуется все более и более квалифицированный персонал, но в меньшем количестве. При этом в процессе обучения и внедрения в массовое сознание высоких стандартов потребления возникает эффект отчужденности образованных людей от непрестижного и низкооплачиваемого труда. Для людей, уже получивших высшее образование, но не сумевших устроиться по специальности, часто единственное, что можно сделать с полученным дипломом, — это «вложить» его в очередной этап обучения и получение новой специальности или ученой степени, которая должна открыть путь к новым рабочим местам.

---

Материал подготовлен при поддержке Минобрнауки России на основе материалов по проекту «Сценарный анализ влияния научно-технологического развития России на макроэкономическую ситуацию в долгосрочной перспективе» (Соглашение о субсидии № 02.603.21.0003, уникальный идентификатор НИР RFMEFI60314X0003).

# ТРАНСФОРМАЦИИ ГЛОБАЛЬНОГО СООБЩЕСТВА ПРИ ПЕРЕХОДЕ К НОВОМУ УКЛАДУ

Новый технологический уклад способен менять не просто экономику и общество, но, более того, и всю сложившуюся картину мирового политического устройства. Заместитель генерального директора РВК **Евгений Кузнецов** рассматривает вероятную модель такой трансформации.



Экспоненциальное развитие новых технологий ведет к качественному перерождению общества, экономики и человека. Глобальность экономики и общества требует скорейшей трансформации институтов управления. Действующий на данный момент консенсус подразумевает невмешательство правительств развитых стран в ведение компаниями своего бизнеса в обмен на невмешательство компаний в политику; однако уже сейчас понятно, что такое положение вещей препятствует развитию глобальных компаний-лидеров. По многим параметрам глобальные компании превосходят значительную часть национальных экономик, что не может не толкать их к обретению новой субъектности и формированию мировой политики нового типа.

К настоящему времени произошло накопление критической массы технологий и методов деятельности, подразумевающих изменение природы экономики, общества и человека:

- индивидуализированное, распределенное, роботизированное производство, формирующее рынки труда, а не зависящее от них, чувствительное к рынкам сбыта;
- уход от иерархических к распределенно-сетевым принципам в коммуникациях, политике, торговле, управлении, логистике, финансах;

- экономика аренды, а не владения (sharing economy) в транспорте, жилье, дорогом имуществе;
- резкое увеличение продолжительности и качества жизни в развитых странах;
- резкое увеличение глубины коммуникаций и взаимодействия за счет нейротехнологий;
- стирание языковых и культурных барьеров;
- формирование новой ключевой субъектности: от товаров и вещей к впечатлениям и переживаниям, стирание грани между обладанием и переживанием обладания;
- резкое изменение структуры потребляемых и востребованных ресурсов в промышленности и энергетике (в пользу возобновляемых).

Заметим, что в существенной мере все эти явления — результат технологического развития и влияния новых технологий на классические институты. Произошедшая деформация столь значительна, что вызывает неизбежный пересмотр как всех национальных, так и наднациональных институтов — фактически формирования нового мирового порядка.

## Основные тренды

### Ключевые рынки и инструменты

- **Образование и социальная структура:** снятие статусных барьеров на доступ к современному технологическому и социальному укладу — слом системы иерархического образования, переход к сетевому и кластерному, кризис системы социальных лифтов.
- **Транспорт:** снятие географических и имущественных барьеров в отношении доступности товаров и услуг — снижение различий качества и доступности товаров между мегаполисами и распределенными центрами, от урбанизации к субурбанизации, а от нее — к деурбанизации.

- **Здоровье:** качественное смещение барьеров продолжительности жизни, снижение или снятие имущественных и статусных барьеров в достижении качества жизни, а также чувствительности к типам поселений (деурбанизация).
- **Безопасность:** рост барьеров для неконвенциональной деятельности — увеличение тотальности контроля, превентивный правопорядок.
- **Информация:** резкий рост объема требуемой, передаваемой и перерабатываемой информации — гибридизация человеческой и машинной информационной среды.
- **Нейрономика:** выделение впечатлений и переживаний в материализуемые объекты (структуры памяти, картриджи, блоки памяти), поставка (торговля и открытый доступ) впечатлений/переживаний и связанных с ними знаний.
- **Торговля:** смещение фокуса на предоставление прав пользования, а не продажу; как следствие, повышение значимости сервиса — возврат от финансово-промышленных групп к финансово-торговым.
- **Энергетика:** распределенно-сетевая, основанная на микроэнергетике и возобновляемых источниках, — существенный рост автономности техно- и социосферы, деурбанизация.
- **Финансовый:** все большее смещение от денег как эквивалента стоимости товара к деньгам как эквиваленту стоимости владения и энергии.

## Система распределения населения и производственных сил

- **Население (пространство):** переход от мегаполисов к специализированным технокластерам и агломерациям с распределенной системой проживания (от системы поселений город-пригород-деревня к реальным агломерациям на базе университетских, промышленных и торгово-развлекательных центров).
- **Население (возраст):** резкое увеличение доли представителей старшего поколения, фокусировка образования и сервиса на продлении активного периода жизни, включение пожилых людей в производящие цепочки и рост сферы услуг для пожилых.

- **Производство:** переход от промышленных комплексов к зонам концентрации технологических компаний с родственной инфраструктурой, распределенное автономизированное производство рядом с местами потребления.
- **Энергетика:** ставка на распределенную и индивидуальную генерацию и умные сети, резкий рост энерговооруженности техники и человека, персонализированная торговля энергией (продажа и потребление).
- **Транспорт и логистика:** глобальные товарные потоки сводятся преимущественно к компонентам и материалам, локальные — к товарам и услугам; увеличение веса микротранспорта (товарного и пассажирского) по сравнению с крупным.

## Идеологические и политические тенденции

- Отказ в потребительском поведении от обладания в пользу впечатления (ценность переживания выше ценности обладания).
- Отход от национально-культурных идентичностей в пользу глобально-сетевых (глобальная сословная структура).
- Рост борьбы между вертикальными (национальными) и глобально-сетевыми принципами интеграции и их инфраструктурами.
- Неорелигии как формы идентификации и самоопределения в глобально-сетевом пространстве.
- Формирование синтетических постнациональных глобализированных культур, их конкуренция между собой (от доминирования американско-европейской к рынку глобальных культур).
- Отказ от стремления к однозначному социальному отождествлению с крупными сообществами в пользу множественности отождествлений с микрогруппами («уникальность»).

Лидерами изменений становятся авангардные субобщества (кластеры) ведущих экономик («кремниевые долины»). В них воспроизведено общество будущего — нестареющее, креативное, техноинтегрированное; экономика будущего — роботизированные производства, сервисы, транспорт, стартап-экономика; политика — прямые демократия и налоги.

Экономическая сила кластеров ведет их к обособлению от окружающих территорий своих и других стран — запретительные цены на жизнь и доступ к сервисам (медицина, образование), собственная система безопасности (общество «киберпанка») и тому подобные меры обособления.

Такие кластеры «долин» становятся безусловными лидерами агрегации талантов, провоцируя отток «неудачников» (людей и бизнесов) в зону обеспечивающего «зеленого» пояса. В этом поясе комфорта приемлемые условия жизни создаются за счет обслуживания экономик-лидеров. «Зеленый» пояс агрегирует другие регионы стран-носителей «долин» и избранные регионы внешних стран (существующий сегодня пример такого симбиоза — калифорнийская Silicon Valley и Израиль). В «зеленом» поясе культура и политика формируются из «кремниевых долин», собственная культура вторична, национальные особенности стираются и унифицируются. Внутри «кремниевых долин» с большой вероятностью тоже произойдет движение от индивидуальных культурных особенностей к некоторой «общекремниевой».

Вокруг «зеленого» формируется «желтый» пояс — развивающиеся регионы и страны, ориентированные на обеспечение «кремниевых» и «зеленых» регионов (ресурсы, прежде всего человеческие, материалы и компоненты производства). Зона «желтого» пояса поддерживается в комфорте товарами «зеленого» пояса, отток талантов компенсируется производством и импортом новых из еще худшего пояса. Стабильность в «желтом» поясе поддерживается национальными культурами и правительствами.

В свою очередь, вокруг «желтого» пояса существует «красный». Это пояс управляемой нестабильности, активного освоения, разрушения национальных («традиционалистских») правительств, превращения человеческого капитала и ресурсов в «сверхтекучие». Таланты перемещаются в виде рабочих в «желтый» и «зеленый» пояса, в виде талантов — в «зеленый» и «кремниевый» пояса, ресурсы — в максимально непереработанном виде в «желтый» и «зеленый» пояса. В «кремниевые долины» из них попадают уже только высокоуровневые компоненты и специально упакованные сложные материалы высокого уровня передела.

Особенность данной трансформации видится в том, что вместо иерархии структурно подобных друг другу национальных экономик, где на вершине пирамиды располагается развитый сектор, а внизу — ресурсный, происходит глобальное преобразование привычного странового мироустройства в новый мир, в основе которого субрегионы и сообщества. И в котором национальные правительства и экономики теряют контроль над потоками товаров, талантов и ресурсов.

Попытка национальных правительств «удерживать» вертикаль передела ведет к маргинализации соответствующего государства, утечке бизнесов и талантов, формированию жесткой конкуренции за ресурсы и попытке обвала их цен. Национальные правительства развитых стран, понимая это, выделяют субрегионы для включения в глобальную сеть и ведут конкуренцию за место в списке лидирующих глобальных хабов (Лондон–Кембридж–Оксфорд, Сеул, Шанхай, Гонконг, Сингапур, Амстердам–Эйндховен, Израиль). Роль национальных регуляторов снижается, роль глобальных растет. Хабы-лидеры (существующие и потенциальные «долины») интегрируются в глобальную сеть, выстраивают под собой контуры «зеленого» пояса для поставки компонентов, упакованных материалов и талантов.

Политика «кремниевых долин» — это исключительно политика управления потоками денег, знаний и талантов. То есть всем тем, что приносит максимальную маржинальность.

Вся «промышленная политика» — размещение производств, снижение издержек, рост глубины передела и т. п. — становится политикой «зеленого» и «желтого» поясов, которые формируют обеспечивающую среду по отношению к «кремниевым долинам».

Политика «красных зон» имеет развилку. Они выбирают между «котрансформацией» — режим, лояльный верхним уровням с призом в виде попадания в «желтый» пояс — или «альтернативной стратегией», выпадающей из мейнстрима новых отношений и, соответственно, вступающей с ней в противоречия («террористы»).

Функция центров принятия стратегических решений уходит от финансовых столиц и центров к технологическим и инновационным центрам — это начало происходит уже сегодня. Туда же перемещаются креативные индустрии. Формируется новая финансовая система (через кризис биржевой), направленная на изменение правил игры в расчетах и банкинге; «новые» банки, аффилированные с технологическими гигантами, формируют новую глобальную финансовую сеть, правила игры которой определены из зоны «кремниевых долин».



Численность населения в «кремниевых» зонах в 2020–2030 гг. можно оценить примерно в 100–200 млн человек, и не предполагается существенного роста (равновесие достигается за счет стоимости жизни и требуемого качества человеческого капитала).

- Население «зеленой» зоны — 1 миллиард человек.
- Население «желтой» зоны — 4–5 миллиардов человек.
- Население «красной» зоны — 1–2 миллиарда человек.

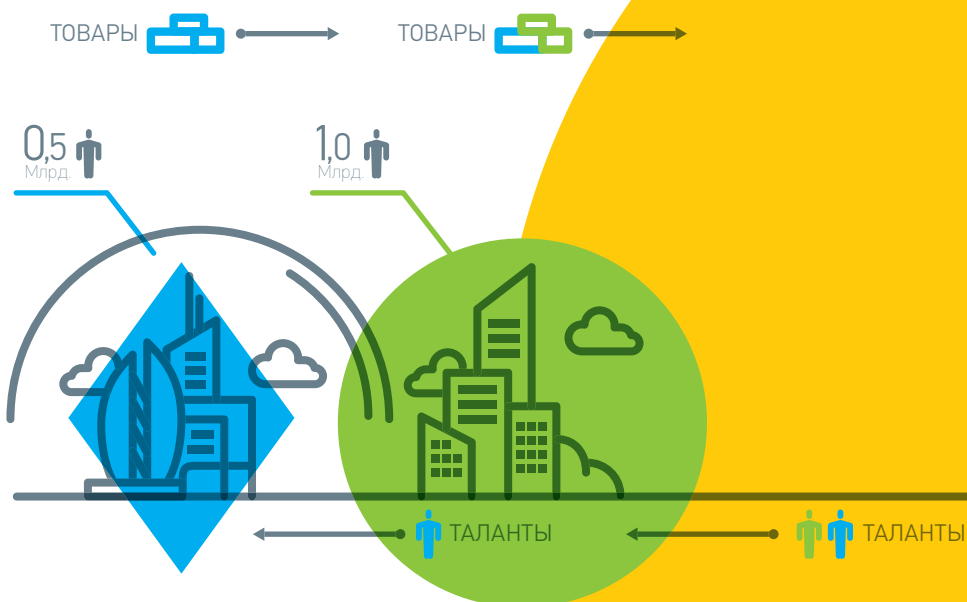
Формирование описанной конструкции ведет к появлению противоречий — и, соответственно, источников глобальной нестабильности — по следующим осям:

- Нежелание стран «красного» пояса (или стран «желтого», сползающих в «красный») принимать правила игры и становиться объектами пересборки.
- Нежелание национальных правительств «желтого» пояса терять субъектность и формировать внутри себя «кремниевые» и «зеленые» пояса, управляемые фактически наднациональными органами и инструментами.
- Нежелание правительств «зеленого» пояса терять контроль над высокомаржинальными «кремниевыми» поясами.

Описанные противоречия охватывают всю структуру глобальной миграции, товарооборота, распределения труда. Дополнительное влияние будет оказывать и конкуренция внутри каждой из зон, которая при определенных условиях может стать весьма значимым фактором. В пиковом случае развитие противоречий может привести в перспективе 2025–2035 гг. к экспоненциальному росту глобальной нестабильности — войне. Ее форма, характер и результат должны учитываться при выборе дальнейшего сценария развития.

Россия в последние 30 лет дрейфует из потенциально «зеленого» (мечта перестройки) в «желтый» (девяностые-нулевые) и в перспективе «красный» пояс — в настоящее время мы находимся на их границе. Дальнейшая траектория зависит от глобального сценария и выбора нашей страны.

# ОБЩИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ



## КЛАСТЕРЫ «ДОЛИН»

Экономическая сила кластеров ведет их к обособлению от окружающих территорий своих и других стран — запретительные цены на жизнь, доступ к сервисам (интернет, медицина, образование), собственная система безопасности (общество «киберпанка»).

Лидеры агрегации талантов

## ПОЯС КОМФОРТА

В «зеленой зоне» культура и политика формируются из «кремниевых долин», собственная культура вторична, национальные особенности стираются и унифицируются.



Экспоненциальный рост новых технологических направлений приводит к качественному перерождению общества, экономики и человека. Глобальность экономики и общества требует скорейшей трансформации институтов управления. Действующий на данный момент консенсус подразумевает невмешательство правительств развитых стран в бизнес компаний в обмен на невмешательство компаний в политику, однако уже сейчас понятно, что это препятствует развитию глобальных компаний-лидеров. Совокупный потенциал этих компаний превосходит размеры многих национальных экономик и толкает их к обретению новой субъектности и формированию мировой политики нового типа.

ТОВАРЫ



4-5  
Млрд



1,0  
Млрд



## ПОЯС ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Вокруг «зеленого» формируется «желтый пояс» — развивающиеся регионы и страны, ориентированные на обеспечение «кремниевых» и «зеленых» регионов (ресурсы, прежде всего человеческие, материалы и компоненты производства). Зона «желтого пояса» поддерживается в комфорте товарами «зеленого пояса», отток талантов компенсируется производством и импортом новых из худших зон. В «желтом поясе» стабильность поддерживается национальными культурами и правительствами.

## ПОЯС УПРАВЛЯЕМОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ

Политика «красных» делится на «согласованную трансформацию» (лояльный верхний уровень режим) или «альтернативную стратегию» («террористы»). Приз лояльных — попадание в «желтую» зону.



# Варианты сценариев

## «Сингулярность»

Предполагает настолько быстрый технологический прогресс, что скорость трансформации (и рост прибыли) «кремниевых долин» формирует их безусловное лидерство в качестве жизни, безопасности и военном потенциале.

Национальные элиты бессильны сопротивляться — и стремятся приобрести себе место в «кремниевых долинах» за счет компрадорской и соглашательской политики. В национальных элитах происходит раскол.

Ориентированная на глобальную интеграцию часть элиты убеждает образованное население в перспективности стратегии вхождения в «зеленые» пояса и борьбы за получение хотя бы одного «кремниевого» кластера на своей территории. Козырями становятся доступ к современной медицине, образованию и высокомаржинальным сферам деятельности — и соответствующему уровню доходов.

Консервативные элиты маргинализуются и формируют фронду в регионах с максимально устаревшими укладами — современный «вандейский мятеж». Помощь «интеграторам» в вооруженном противостоянии оказывают глобальные структуры. За счет технологического превосходства фронда подавляется или маргинализуется.

*Вандейский мятеж — гражданская война между сторонниками и противниками революционного движения на западе Франции, в регионе, отличавшемся отсутствием городской культуры, архаичными отношениями и относительной близостью между дворянами и крестьянами, представлявшем резкую противоположность остальной Франции. Длилась с 1793 по 1796 год и завершилась поражением повстанцев спустя три года. Война унесла жизни более чем 200 тысяч человек и повлекла масштабные разрушения.*

«Желтый» пояс покупает право на высокий процент национального самоуправления, отдавая дешевые ресурсы и доступ к талантам, не препятствуя их оттоку и не формируя национальных «зон прорыва». Уровень жизни стабилизируется на приемлемом уровне, возникает национальный консенсус «достаточности».

«Зеленые зоны» вырабатывают философию «достаточности комфорта», который поддерживается культурной и технологической продукцией «кремниевых долин»

за счет импорта впечатлений, утилизации населения в виртуальные и смешанные среды. Экономика «зеленых зон» — производство компонентов и упакованных в нужные формы ресурсов, а также низкомаржинальной товарной продукции (ширпотреб).

В «кремниевых зонах» начинается взрывной рост технологий, формируются фундаментальные прорывы, такие как техническое бессмертие, техническая телепатия, полная роботизация и автоматизация среды, полная реалистичность виртуальных сред, создание наполненных впечатлениями смешанных реально-виртуальных сред. Краеугольным камнем развития становится природа человека — возможность разотождествления личности и носителя (тела), что ведет к истинному бессмертию и качественно новому состоянию человечества — интегрированным мультиличностным конгломератам (сверхсообществам). Освоение новой реальности является сверхсложной задачей развития и становится предметом деятельности на последующие несколько столетий части человечества, находящейся в «кремниевых зонах», наверху иерархии рассматриваемой модели.

Предмет их деятельности известен остальным в сильно профанированном виде, что формирует представление об «обоожествлении» части человечества; это вызывает взрыв неорелигии «технопросветления», призванной конституировать разрыв и барьер доступа в «кремниевые долины».

Потенциал доступа в мультиличностную реально-виртуальную среду определяется композицией талантов и навыков, «вербовка» ведется через общедоступные массовые каналы (компьютерные массовые игры, массовое образование), с втягиванием талантов в зоны обучения, а затем — в ядро «кремниевого сообщества». Отъезд туда означает «просветление», удачу и трактуется обществами и «зеленой», и «желтой» зон как удача семьи и нации. Обратный приток ресурсов в семьи от «просветленных» становится значимым фактором экономики «желтых» зон. Массовая культура становится предварительным периодом вовлечения и обучения, унификации культурных кодов и образов, обогащается за счет национальных элементов (мультикультурализм) с целью облегчения доступа представителям разных культур. «Красные зоны» бомбят и уничтожают при помощи разных типов оружия, в том числе биологического. Конвенциональность последнего становится неустановимой — «внезапный вирус гриппа», «мутация СПИДа», «прогрессивное снижение рождаемости в зонах голода» и т. п.

Литературное воплощение реализации этого сценария — Лапута, описанная в третьей части «Путешествий Гулливера» Джонатана Свифта.

## «Сингулярность»





Консервативные элиты маргинализуются и формируют фронт в регионах с максимально устаревшими укладами — современный «вандейский мятеж». Помощь «интеграторам» в вооруженном противостоянии оказывают глобальные структуры. За счет технологического превосходства фронта подавляется или маргинализуется.



## Вероятность

Вероятность сценария «сингулярность» — **средняя**. Несмотря на высокие темпы развития, готовность формировать механизмы управления глобальной политикой и экономикой драматически отстают, риски нестабильности очень высоки.

## Стратегия России

Стратегия России в ситуации победившей «сингулярности» — борьба за получения статуса глобальных технологических хабов одной-двумя мегаагломерациями (Москва–Петербург, Томск–Новосибирск). Формирование «зеленого» пояса вокруг них (новая регионализация) и далее формирование «желтого» пояса с реинтеграцией во внешние «желтые» зоны («большой Кавказ», «ресурсы Арктики»). Приз — доступ элит и хабов в наднациональные системы управления и перераспределения ресурсов, достижение «кремниевого» уровня жизни для 1/10–1/6 части населения, достижение «зеленого» уровня развития для 1/3 населения и «желтого» для остального (примерно 1/2) населения.

## «Инквизиция»

Начало сценария находится в русле общих трендов и идентично сценарию «сингулярность». «Кремниевые долины» как мировые зоны лидерства провоцируют трансформацию «зеленого» и «желтого» поясов, подогревая рост напряжения в «красном». Обостряется ситуация во всех переходных странах (Индия, Китай — из «желтой» в «зеленую», Россия, Бразилия — из «желтой» в «красную»). Причина — несогласие национальных элит на обслуживающую роль, желание создать барьеры на пути оттока талантов, капиталов и ресурсов. Формирующиеся барьеры снижают эффективность роста «кремниевых долин», провоцируя национальные правительства как холдеров регионов (лендлордов) осуществлять агрессивную политику борьбы за приток ресурсов и талантов.

Возникает антагонизм «старых» (США, Британия etc.) и «новых» лидеров (Китай, Индия, Россия, Бразилия). Избегая прямых столкновений, игроки превращают в зону конкуренции «красный» пояс, нестабильность которого становится инструментом поглощения ресурсов соперников.

Масштаб столкновений в «красном» поясе, а также насыщение их лидеров, структур и сообществ оружием и другими ресурсами провоцирует распространение



нестабильности на соседей, входящих в «желтый» пояс, которых игроки оказываются готовы «принести в жертву». Масштабы столкновений и жертв провоцируют рост милитаризма и напряжения в «зеленых» зонах, формируя разрывы в системе мировой торговли (дальнейшие войны санкций, ставки на «импортозамещение», концентрация ресурсов на национальных проектах развития в ущерб глобальным). Это ведет к разрыву глобальной системы инвестирования с появлением локальных зон инвестблагоприятствования и формированием конкурирующих блоков (например, **БРИКС** vs. **G7**).

**БРИКС** (*англ.* BRICS — сокращение от Brazil, Russia, India, China, South Africa) — группа из пяти стран: Бразилия, Россия, Индия, Китай, Южно-Африканская Республика.

**G7** — Группа семи (*англ.* Group of Seven) — международный клуб, объединяющий Великобританию, Германию, Италию, Канаду, США, Францию и Японию.

Отсутствие консенсуса и скрытая подпитка противоборствующих сторон в «красном» поясе ведет к разрастанию зон войны на все потенциально нестабильные регионы (Черная Африка, Магриб, Ближний и Средний Восток, Центральная Азия). Необходимость роста военных расходов (в том числе на мобилизацию общественного мнения) тормозит развитие всех стран, включая лидеров.

Необходимость обеспечения конкурентного лидерства толкает конфликтующие страны на выход из зоны «этики» в части применения технологий. Информационные, биологические атаки, милитаризация космоса, резкий рост роботизированных армий, утечка ядерных технологий, направленные изменения климата — все это провоцирует насилие и ведет к случаям «провалов» и техногенных катастроф, вызванных неуправляемыми последствиями ожидавшегося «ограниченного» применения.

Развивается глобальное противостояние, именуемое «новой холодной» или «мировой гибридной войной», которое ведет к резкому торможению развития во всех отраслях, связанных с качеством жизни (зато резко растут технологии роботизации, новых материалов, управляемой эволюции и биологической коррекции человека и природы). Милитаризация и перекося в сторону двойных технологий ведут к формированию «корпоративных» государств и госкапитализма даже в странах нынешнего либерального капитализма. Стратегией становится полное уничтожение стран-противников как самостоятельных политических субъектов через их расчленение на субгосударства через провоцирование национальной, конфессиональной, классовой, региональной розни.

Разрастание зон нестабильности и разрушение «окна благоприятствования» технологического взрыва приводит к осознанию необходимости «поиска баланса». В условиях блокового мышления и разрушенной глобальной инвестиционной системы консенсус становится достижим только на условиях «паритетного» развития стран,

## «Инквизиция»

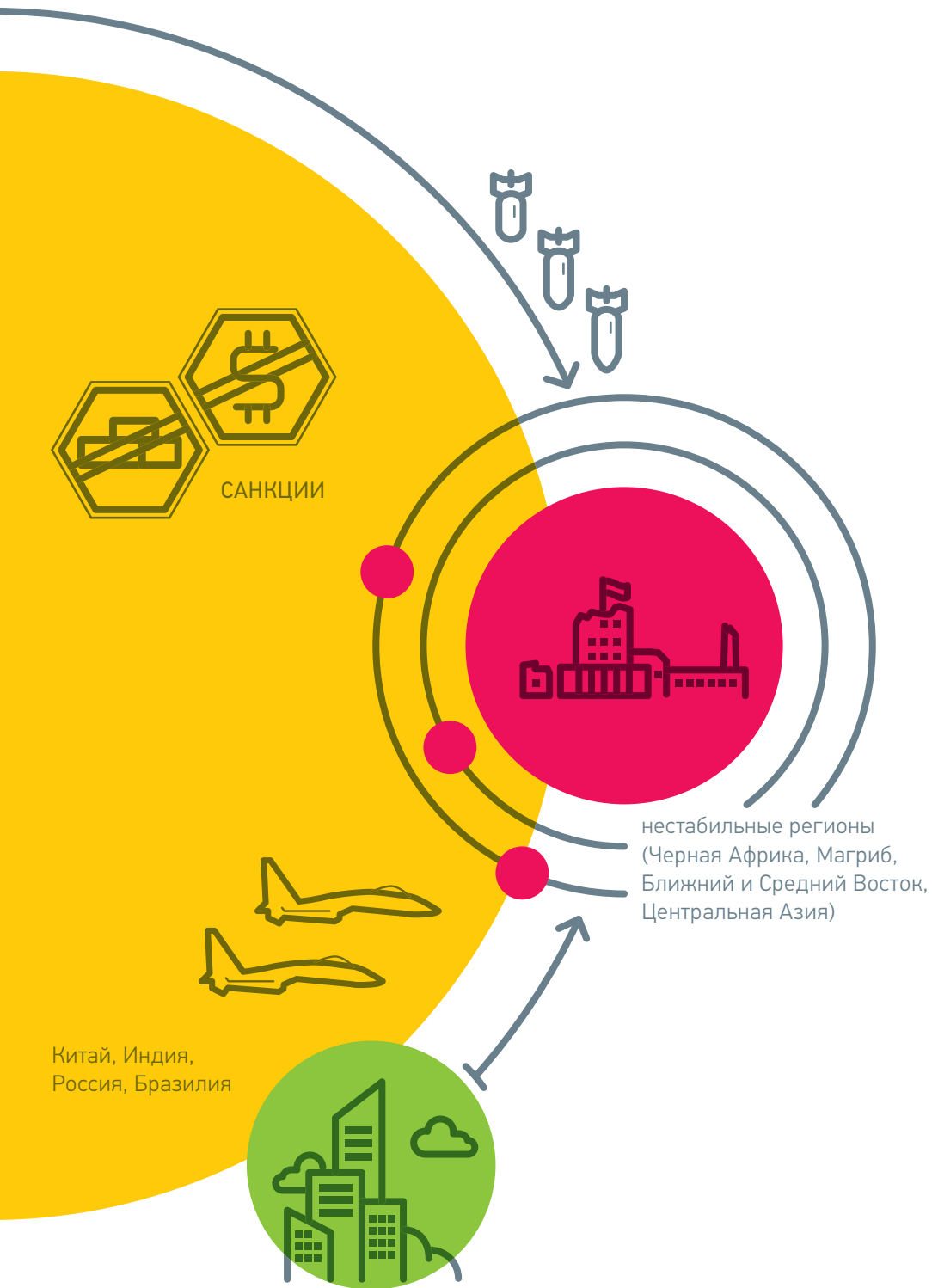
США,  
Британия etc.



## МИРОВАЯ ГИБРИДНАЯ ВОЙНА



Необходимость обеспечения конкурентного лидерства толкает конфликтующие страны на выход из зоны «этики» в части применения технологий. Информационные, биологические атаки, милитаризация космоса, резкий рост роботизированных армий, утечка ядерных технологий, направленные изменения климата.



то есть балансировки уровня технологического развития («технологического паритета»). Однако потребность в «Договоре» об этом возникает не раньше, чем через 15–20 лет активного противостояния, жертв, насилия и серии техногенных (в том числе климатических и биологических) катастроф и эпидемий.

Предмет договора — обеспечение синхронности развития стран через контроль над технологическим прогрессом («право вето» на проведение исследований, чему способствует их дискредитация на стадии «новой холодной» войны), создание системы «партнерств» с равным квотированием участников, приоритет международных (квотированных и прозрачных для участников) технологических проектов развития (глобальное управляемое изменение климата, освоение космоса, создание глобальной энергетической системы, управляемая эволюция человека). Система глобального управления сводится к композиции контуров политического управления (новая ООН), комиссии по контролю над технологическим развитием (КОМКОН), системы глобального культурно-идеологического контроля — композиционный мультикультурализм («уважение разнообразия и традиций»; новая ЮНЕСКО).

*В «Мире Полудня» Стругацких особое место среди земных институтов занимает «Комиссия по контролю» — КОМКОН-2 (в отличие от первого КОМКОНа — комиссии по контактам с внеземными цивилизациями). Эта организация занимается исследованием вероятных угроз человечеству и защитой от них. С санкции Мирового Совета КОМКОН-2 может принимать довольно жесткие меры — например, засекречивать и прекращать целые направления научных исследований, если они признаны потенциально опасными для земного сообщества, или тайно вмешиваться в судьбу отдельных людей.*

## Вероятность

Вероятность сценария — **высокая**

## Стратегия России

Место России в нем — «наконечник копья» конгломерата «новых лидеров» (Китай), «отмороженные», «наемники», «анархисты». Основная компетенция — война в условиях «красных» зон, создание, испытание и экспорт союзникам неконвенциональных технологий, создание межгосударственных (но внутриблоковых)

военно-технологических корпораций. Центр технологического шпионажа и копирования («нео-СССР»). Идеологическое лидерство «движения неприсоединения»; роль «системного союзника» стран — новых лидеров, создающих собственную картину мира, глобальную культурную и цивилизационную модель; формирование образа мультикультуральной (мостовой «евро-азиатской») модели, в которой синтез подменяется балансом (трансфер евро-паттернов поведения, управления и организации в Азию и азиатских паттернов в Европу—США).

## «Крах Рима»

Сценарий неоднократно воспроизводился в истории (крах великих цивилизаций бронзы — Египет/Хетты/Вавилон, крах Рима, крах Китая второй половины II тысячелетия). Основные причины — неспособность создать технологии управления, сомасштабные технологическим и социальным трансформациям, попадание технологий в руки менее развитых, но лучше организованных сообществ.

Начало сценария развивается в рамках сценария «сингулярность» с последующим «похолоданием» до «мировой гибридной» войны и срыва с этой траектории по причине неспособности обуздать вырвавшиеся на волю деструктивные силы.

Центры деструкции появляются в «красном» поясе за счет создания глобальных интеграционных проектов (как прототип можно рассматривать сегодняшнюю ИГИЛ), а также страны «желтого» пояса, не согласные с интеграцией на условиях обеспечивающих регионов (Россия, Африка, Латинская Америка).

ИГИЛ — «Исламское государство Ирака и Леванта».

Запуск этого сценария происходит с потерей контроля правительствами младших партнеров противостоящих «блоков» контроля над своей территорией (под воздействием ударов противостоящих сторон), а также в ходе технологических, климатических атак и эпидемий.

Утрата контроля приводит к власти радикалов и фундаменталистов, которые создают «фундаменталистский интернационал» для противостояния «империям зла». Возникновение альтернативы провоцирует срыв в деструктивную траекторию. Зонами атак фундаменталистского интернационала становятся мегаполисы и «кремниевые долины», провоцируя исход капитала и компаний из них в «технологические цитадели» — специальные новые регионы, независимые от правительств стран-лидеров (симбиотичные к ним).

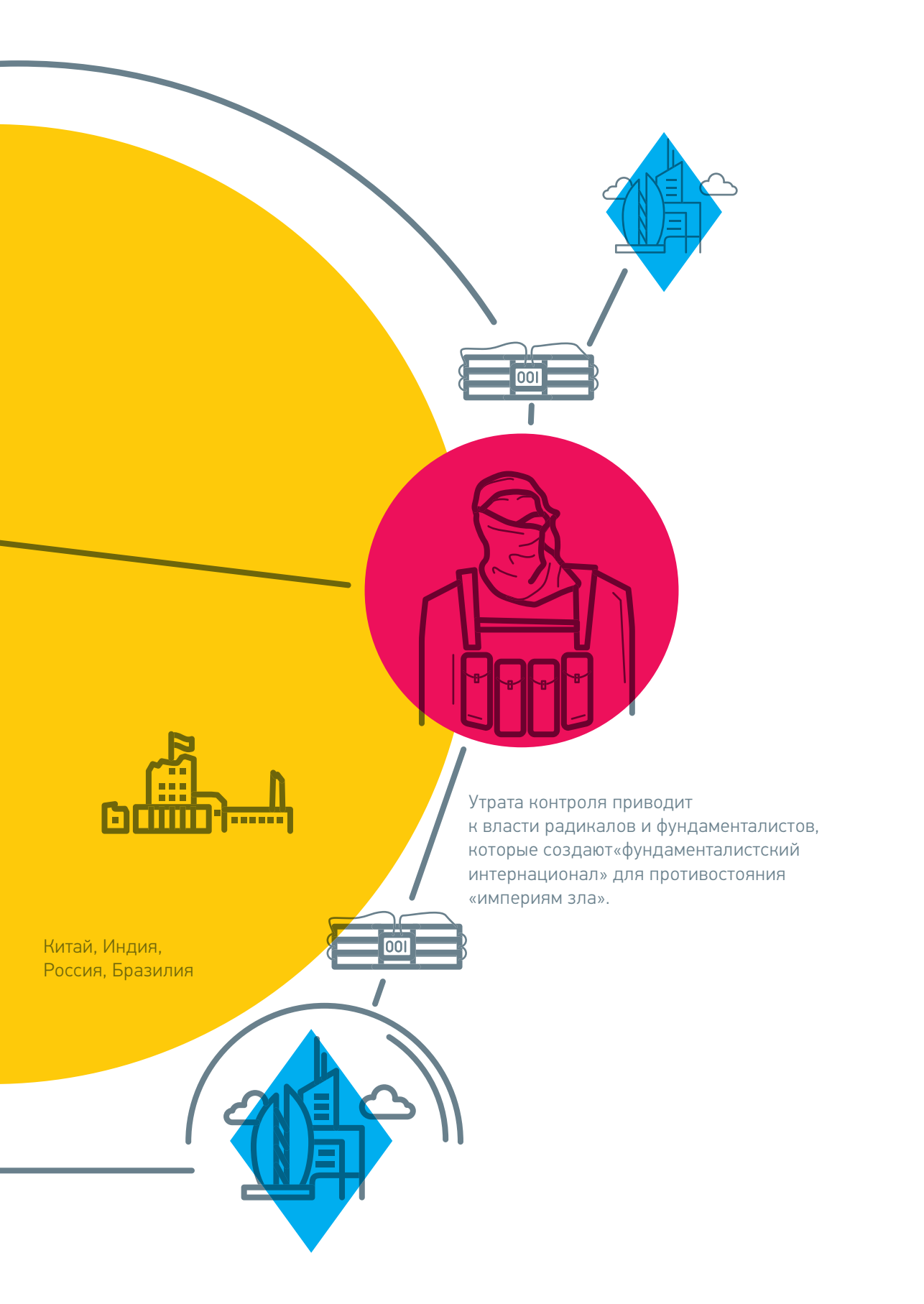
## «Крах Рима»

США,  
Британия etc.



Зонами атак фундаменталистского интернационала становятся мегаполисы и «кремниевые долины», провоцируя исход капитала и компаний из них в «технологические цитадели» — специальные новые регионы, независимые от правительств стран-лидеров (симбиотичные к ним).





Фундаменталистский интернационал эффективно ломает национальные правительства. На первом этапе — при поддержке стран-противников. Это ведет к деградации политики, милитаризации, регионализации, потере целостности стран и макрорегионов. Фундаменталисты захватывают власть в ряде стран «желтого» и «зеленого» поясов. Их альянс становится глобальной силой.

Попытки стран-лидеров сначала сепаратно, потом сообща уничтожать очаги фундаменталистского интернационала и страны, в которых они пришли к власти, ведут к высвобождению неконвенционального оружия и серии техногенных, климатических катастроф и эпидемий. Они бьют рикошетом прямо и через общественное мнение по самим странам-лидерам, провоцируя их деградацию и развал.

Масштаб ударов и глобальный характер войны не позволяют США отсидеться, это первая война на их территории. Ускоренное перевооружение в формат робото-армий, применение био-, информационного и климатического оружия ведет к всплеску утечек технологий к соперникам, а от них — к фундаменталистам. Через 10 лет войны США получают все виды ударов по своей территории, которых не выдерживают.

Разразившийся мировой экономический мегакризис заставляет носителей развития закрываться в локальные цитадели, в которых носителями компетенций развития становятся корпорации. Они вынуждают ослабевшие национальные правительства и их осколки бросать все на их защиту в ущерб остальной территории, а затем вступают в торг с фундаменталистским интернационалом для определения зон контроля. Итогом соглашения становится пояс независимых корпоративных городов (редукция кластера «кремниевых долин») с вырожденной социальной и технологической культурой, зона слабых национальных правительств (вырожденный «зеленый» пояс) и пояс враждующих между собой фундаменталистских государств, покупающих оружие в обмен на ресурсы у корпоративных городов.

Темпы развития падают на 1–2 порядка, рекультивация глобальной культурно социальной среды занимает несколько столетий.

## Вероятность

Вероятность сценария — **низкая**

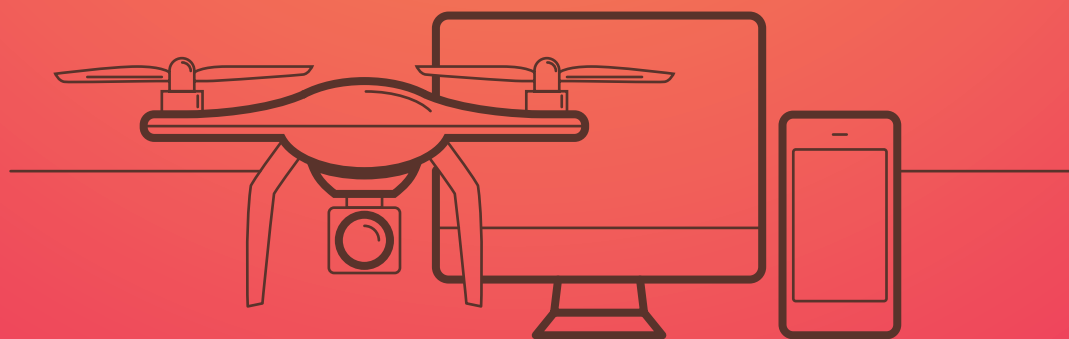


## Стратегия России

Россия с высокой вероятностью становится независимым национальным государством — возможно, теряя отдельные территории, но участвуя в глобальной торговле оружием и технологиями. Это модель квази-СССР 1950-х гг. При этом страна попадает в технологическую зависимость от корпоративных городов во всем, связанном со здоровьем, нейротехнологиями и потребительскими товарами.

# ВЫЖИТЬ В НОВОМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ МИРЕ

*Двигаться во всех направлениях сразу невозможно.  
Какие аспекты научно-технического развития  
являются приоритетными для России в условиях  
нового технологического мира, анализирует  
управляющий партнер ADJ Consulting [Андрей Зотов](#).*



Общепризнанно, что в России сформировалась экономика, ориентированная на ресурсное обеспечение соседей по планете. Если воспользоваться моделью, описанной в статье Евгения Кузнецова, мы находимся на границе «желтого» и «красного» поясов. Сравнительно низкая прибавочная стоимость, создаваемая в ресурсной экономике, ограничивает возможность достижения и сохранения высоких стандартов уровня жизни. В то же время новые технологии повышают совокупную производительность труда и позволяют участвовать в международном обмене в качестве лицензиара и поставщика готовых решений. Как следствие, уменьшается зависимость от колебаний стоимости биржевых товаров и натуральных ресурсов, в долгосрочной перспективе растет рентабельность экономики. Это поможет увеличить влияние страны на глобальные процессы. Наоборот, смещение центра тяжести экономики в область эксплуатации природной ренты может привести к крайне нежелательным последствиям — вплоть до потери суверенитета, в той или иной форме.

Для минимизации этого риска в наше время Россия вынуждена усиливать свои военные возможности, которые должны гарантировать охрану прав на природные ресурсы страны. Но такой подход приводит к росту долевых бюджетных затрат на оборону, что еще больше сокращает доступные для технологического и социального развития средства. Возникающая положительная обратная связь ведет к обнищанию общества. Как следствие, будет затруднена и защита суверенитета, в том числе — имеющихся у страны природных ресурсов.

Страна должна определить свою стратегическую цель как движение вверх в «пищевой цепочке» глобальной экономики, становясь там, где это возможно, страной-разработчиком, а не поставщиком ресурсов и импортером высокотехнологических изделий и передовых технологий. Такая стратегия должна быть открыто заявлена. Под нее следует определить задачи, решение которых приблизит нас к цели. Перечнем задач и способами их решения нужно управлять, адаптируясь к изменчивой внешней среде, создав «проектный офис будущего».

Выбранные механизмы реализации стратегии должны позволить:

- не нанести ущерба отраслям, эксплуатирующим природные ресурсы, но инвестировать в них для снижения себестоимости добычи и роста уровня переработки (переделов) исходного сырья;
- создать систему экономического стимулирования экспорта услуг (разработка, инжиниринг, сервис, аутсорсинг) и высокотехнологических продуктов;
- выбрать перспективные направления научно-технического прогресса, в которых Россия может удерживать или завоевывать лидерство, поощрять участие международных партнеров в исследованиях и разработках. Нужно добиться одной из заметных, а в перспективе — лидирующих позиций в международном разделении труда по исследованиям и разработкам;
- совершенствовать оборону и военные возможности в той мере, которая достаточна для предотвращения риска силового захвата ресурсов, — сохраняя средства, необходимые для развития экономики страны. Для этого нужно развивать производственные возможности, обеспечивающие рост оборонного потенциала страны без внешних зависимостей, а также, выделив в отдельное направление системы и средства ведения информационной войны, обеспечить их высокий потенциал.

В конце книги будут рассмотрены подробные сценарии технологического развития, здесь же мы обратим внимания на отдельные аспекты жизни в новом технологическом мире — уже наступающие и создающие те новые реалии, в которых нужно будет привыкнуть жить всем нам. Вне зависимости от любых сценариев.

# Человек

## Новые органы человека и граница личной идентичности

Появится возможность культивировать естественные или искусственные ткани и органы человеческого или животного тела с заданными свойствами.

Для замены «расходуемых» или поврежденных органов или частей скелета будут применены синтетические материалы с улучшенными свойствами.

Кожа, зубы, волосы, другие ткани станут заменяться подменным материалом (выращенным или искусственным). Экзоткани будут создаваться с биологическими характеристиками, предотвращающим отторжение телом-реципиентом.

Повсеместное развитие интернета вещей приведет к необходимости связи между объектами живой природы и искусственным окружением. Будут разработаны и начнут внедряться средства встраивания коммуникационных, информационных, исполнительных систем в организм людей.

Появятся готовые к имплантации органы с новыми, расширенными возможностями, совмещающие в себе искусственные и биологические материалы. На их основе создадут синтетические протезы, совмещающие в себе разные типы тканей. Выращивание органов с заданными характеристиками станет общепринятой операцией над живыми организмами (например, замена травмированных или поврежденных участков ткани).

Будет решена проблема достоверного моделирования живого мозга. Появятся средства для копирования текущего состояния действующего человеческого мозга, считывания и хранения вне тела — источника его памяти. Появятся искусственные организмы, способные нести естественный мозг. Появится искусственный интеллект, пригодный для встраивания или многократной загрузки в предметы и в живые существа.

Активное использование искусственных или культивированных органов поставит вопрос о различении живого человека и полу- или полностью искусственной личности, в разной мере синтетической. Изменится представление о неизбежности границ между искусственной и естественной личностью. Искусственные личности смогут во многих случаях заменять людей на исследовательских, производственных или социальных работах.

## Новые средства диагностики

Методы и средства диагностики будут использовать, среди прочего, генетическую информацию, что резко повысит точность не только диагностики, но и прогнозирования заболеваний. Это позволит выявлять терминальные заболевания на ранних этапах, поддающихся лечению. Ранняя диагностика приведет к быстрому росту превентивной медицины. На этой основе активная профилактика многих видов заболеваний увеличит длительность продуктивной, здоровой жизни.

## Лекарственная революция

Лекарственные средства будут создаваться индивидуально, под носителя конкретной версии ДНК, конкретных типов мутаций, конкретного состава симбиотических организмов, с учетом истории здоровья, предыдущего лечения и среды обитания. Для этого будут созданы национальные банки биологической информации, формируемые с рождения человека. В этих онлайн-хранилищах будет содержаться генетическая информация и история болезни граждан.

## Личность в Сети

С помощью новой, более доступной и производительной Сети люди будут видеть и чувствовать по-новому. Мы избавимся от зависимости от каких-то конкретных устройств и вещей, сможем вести диалог, работать вместе, «видеть» местонахождение и наблюдать за занятиями других людей — при условии, что они против этого не возражают.

Появятся новые типы личностей — полностью искусственные и «составные» живые. Часть из них сформируется последовательной заменой органов «естественного» живого человека. В некоторых случаях они будут основаны на искусственном разуме, при этом станут неотличимыми от живых существ с помощью интеллектуальных, культурных или эмоциональных тестов. Личность окажется оторванной от физического тела; постепенная замена органов на искусственные приведет к возникновению нового типа идентичности (людей-андроидов), для которых граница между «естественным» живым и «искусственным» живым будет размыта.

Придется построить новую культуру добровольно-обязательной аутентификации личности, указания ее типа и принадлежности (самостоятельная личность или изделие такой-то корпорации). Уже заранее, с опережением, в ближайшие годы понадобится создать и ввести доступную для всех методику проверки, верификации источников персональной информации. Свои индивидуальные данные придется регулярно сохранять в некотором хранилище — личном информационном сейфе, как эталон для сверки. Это может потребоваться для того, чтобы наши воспоминания не оказались заменены чужими, а нашу личность не поставили под сомнение те, для кого это окажется выгодным.

Настоящая проблема, к поиску решения которой человечество должно приступить уже сейчас, это не противостояние между искусственным интеллектом и живым индивидуумом, а исчезновение различия между первым и вторым. Искусственные и естественные организмы будут постепенно интегрированы друг с другом, что исключает апокалиптические сценарии противостояния людей и роботов. Однако сопутствующие изменения приведут к острой социальной проблеме, к необходимости управлять перераспределением прав между новыми разновидностями личностей.

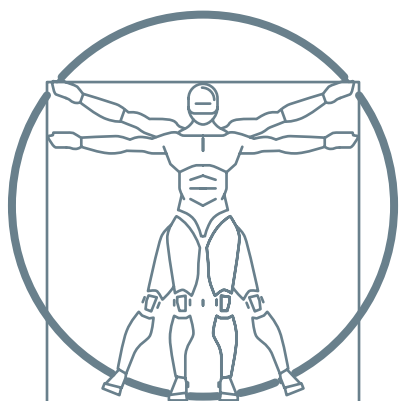
## Среда обитания

### Малая энергетика

По мере развития технологий будут появляться новые типы источников энергии. Индивидуальные потребности домохозяйств смогут удовлетворяться с учетом личных предпочтений. Потребуется новые средства регулирования прав потребителей и конфликтов интересов, возникающих в области энергопользования.

Будут введены в практику пространственно распределенные системы зарядки элементов питания носимых устройств, построенные, например, на индуктивной технологии.

Появятся новые типы бытовых аккумуляторов электрической энергии с энергоемкостью выше 1000 Вт/дм<sup>3</sup>.



## ЧЕЛОВЕК

- Новые органы человека и граница личной идентичности
- Новые средства диагностики
- Лекарственная революция
- Личность в Сети



## СРЕДА ОБИТАНИЯ

- Малая энергетика
- Постоянное образование
- Потребляемые и вторичные ресурсы
- Транспортные системы





## ВИРТУАЛИЗАЦИЯ РЕСУРСОВ

- Виртуализация рабочих мест
- Виртуализация программного обеспечения
- Виртуализация денежного оборота



## ГОСУДАРСТВО И ПОЛИТИКА

- Война соединяет реальность с виртуальным миром
- Манипулирование данными
- Аутентификация
- Фрагментация онлайн-мира
- Активные средства обеспечения информационного паритета

## Постоянное образование

Быстрая смена информационного и технологического фона приведет к тому, что обучение станет постоянным. Начиная со средней школы будут разделены фундаментальный минимум и профилирующие дисциплины. Первый — для всех, а вторые будут подбираться учителями, родителями и учениками с учетом личных интересов и изменяющихся условий. Крупные корпорации, в том числе — государства, станут выступать «заказчиками» определенных профессий и специфических компетенций на конкурсной основе.

Понятие студентов или учащихся станет размытым. Постоянно обучающиеся профессионалы получают возможность подтверждать приобретенные компетенции за счет сопоставимого уровня «баллов», получаемых за компетенции из различных взаимодополняющих дисциплин, почерпнутые из разных источников.

## Потребляемые и вторичные ресурсы

Сельское хозяйство должно будет повысить свою эффективность как за счет активного применения новых технологий, таких как гидропоника, активная химия, генная модификация продукции, искусственные (выращиваемые в биохимических реакторах) продукты питания. Борьба против ГМО и отрицание ГМО прекратятся. Появится искусственная, культивируемая животная пища, не уступающая по качеству естественной.

Произойдет массовая автоматизация сельского хозяйства, применение робототехники для выращивания, возделывания, ухода за скотом, переработки пищевых ресурсов.

Проблема утилизации отходов выйдет на одно из первых мест. Научные и технические ресурсы будут распределены так, чтобы общее количество планетарных ресурсов, страдающее от отходов человеческой цивилизации, постоянно уменьшалось. Решение этих задач возможно только при сотрудничестве большинства стран. Появятся (или начнут эффективно работать) межгосударственные программы очистки важных составляющих среды обитания (океаны, ближний космос, воздух, питьевая вода), управления соответствующей деятельностью.

## Транспортные системы

Появление автомобилей-роботов станет первым шагом к глобальному управлению транспортными потоками. Сначала в крупных городах, а затем повсеместно, в местах интенсивного перемещения грузов и пассажиров, будет введено многоуровневое централизованное управление движением с возможностью оптимизации по заданным критериям.

Система управления транспортными потоками станет глобальной и позволит планировать оптимальные поездки или доставку грузов и пассажиров на основе гибкого переключения между альтернативными видами транспорта.

## Виртуализация ресурсов

### Виртуализация рабочих мест

Широкополосное соединение, высокопроизводительный доступ к Сети становятся стандартом не только для офиса/предприятия, но и для дома, «присутственных» мест, общественных зон. Постепенно размывается понятие локального рабочего места.

Когда сотрудник нематериального производства приступает к работе, это не обязательно связано с каким-то офисом или рабочим местом. Человек занимает свободное и устраивающее его место, открывает ноутбук/планшет или включает любое доступное средство отображения и обработки информации, регистрируется для телефонных переговоров по закрытой внутренней сети. Необходимая для решения его задач компьютерная мощность тоже станет сетевой услугой.

Вполне вероятно, получат широкое распространение устройства отображения «по запросу»: нужен большой экран — получите проекцию на стену комнаты или на телевизор высокого разрешения и работайте там, где удобнее.

## Виртуализация программного обеспечения

Доступ к облачным хранилищам становится все лучше. Он уже настолько хорош, что во многих случаях можно не загружать программное обеспечение на конкретное устройство (без потери производительности). В Сети можно получить доступ к онлайн-офисным пакетам (как Microsoft Office 365 или Google Docs) и к тысячам полезных приложений. В обозримом будущем для решения своих профессиональных или творческих задач профессионалы перестанут устанавливать прикладной софт «на носитель», а будут арендовать (или использовать бесплатно) лучшие в индустрии приложения для решения задачи каждого типа. Программное обеспечение как услуга станет стандартом.

## Виртуализация денежного оборота

Онлайновые кошельки и прямые платежные операции через онлайн-банк станут методом оплаты по умолчанию. Технически это возможно уже сейчас, так как интернет присутствует в большинстве точек, в которых производится оплата. Однако, помимо технологических, нужно решить административные и юридические проблемы — например, качественно упростить одноранговые («я-тебе») платежи, установить механизм доверительных центров верификации, унифицировать механизм легализации и учета платежей. В случае успеха через некоторое время возникнет новая система денежного оборота. Изменятся роль и механизмы работы банков (их станет гораздо меньше), упростится контроль со стороны регулирующих органов. Для введения такой системы необходимо развить до соответствующего уровня средства идентификации участников транзакций.

## Государство и политика

### Война соединяет реальность с виртуальным миром

Для обеспечения безопасности в реальном мире, отражения возможных угроз, предотвращения проявлений «политики силы» потребуется создать новое поколение дистанционных, роботизированных средств боевого воздействия,

функционирующих автономно от своих хозяев. Все большее значение будут приобретать средства и системы удаленного, бесконтактного уничтожения объектов и живой силы. Это касается всех родов и видов войск.

Управление вооруженными силами, обладающими потенциалом воздействия на противника, потребует создания сквозной комплексной системы управления действиями родов войск, соединений, подразделений, технических средств и отдельных бойцов, как на поле боя, так и во время операций гибридных войн. Появятся отдельные автономные боевые группы, включающие в себя «реальных» бойцов и технические средства борьбы, обладающие искусственным интеллектом. Такие группы станут основной единицей решения локальных боевых задач. Информацию о наличии и возможностях подобных «штурмовых групп» будут использовать (в том числе контрафактно) для снижения вероятности разработки агрессивных стратегий в штабах потенциального противника.

## Манипулирование данными

Интернет уже в состоянии генерировать синтетическую, необъективную реальность. Практически невозможно отличить правду от лжи, если поток информации идет из многих источников, периодически или регулярно. Вполне реальна ситуация, в которой мы можем пережить несуществующий вооруженный конфликт — или, наоборот, пропустить кардинально важное событие. В синтетической реальности станет важным не то, кто де-факто выступил агрессором, а что будет думать об этом «целевая аудитория». Всеобщая аутентификация источников поможет с этим бороться только отчасти. Необходим искусственный интеллект, способный «видеть» и «проверять» постоянно обновляемые оценки достоверности, степени первичности, причинной связанности источников и пр. В ближайшие годы должен появиться механизм отсеивания ложных данных. Могут развиваться и открытые для потребителей маркеры для ранжирования сетевой информации по степени проверки их достоверности.

Будут совершенствоваться механизмы и создаваться новые средства онлайн-вой пропаганды, то есть преднамеренного создания заданных мнений и оценок. Как ответ на этот вызов, должны появиться не менее развитые инструменты для идентификации и фильтрации тенденциозных, заказных информационных потоков. В сетевом мире успешно манипулировать истиной смогут преимущественно самые технологически развитые игроки (страны и корпорации). Сегодняшние технологические лидеры уже вкладывают в средства обработки и представления данных больше инвестиций, чем «ресурсные» страны. Как следствие, средства аутентификации информационных источников и контроля их качества в первую очередь

появятся именно у технологических лидеров. Эта ситуация может установить такие формы цифрового неравенства, которые будут избирательно способствовать защите интересов отдельных стран. Сопутствующим эффектом станет цифровой колониализм, при котором независимость стран, упустивших технологическое лидерство, сделается информационной иллюзией, самообманом.

## Аутентификация

Аутентификация будет осуществляться по нескольким биометрическим методам параллельно, с перекрестным подтверждением результатов. В ближайшие годы войдет в практику молекулярный биометрический анализ (по ДНК, бестравматический анализ тканей, крови), появится достоверная методика различения «живое/неживое». Последнее особенно актуально при все более широком внедрении свободно перемещающихся роботов и виртуальных ботов.

Например, уже сегодня идентификационные данные банковской карты — только способ авторизации платежей. Когда утвердится приемлемый для всех метод аутентификации, нужда в банковских карточках отпадет. Одним из условий технологического прорыва поэтому является создание системы комплексной идентификации личности, проверки ее аутентичности, подтверждения ее свойств как биологического (или иного) объекта. Актуальность этой задачи возрастет по мере появления синтетических или комбинированных организмов, созданных биологически или посредством взаимного встраивания живого и неживого.

Признак аутентификации должен стать «видимым» и легко доступным для проверки со стороны любого желающего. С другой стороны, если кто-то не хочет быть узнаваемым, это может быть признано его правом. Однако при этом все собеседники должны видеть, что имеют дело с неподтвержденной личностью, которая скрывает или не желает раскрывать свою аутентичность. Если кому-то хочется носить информационную паранджу, пусть носит — но это должно быть видно окружающим.

## Фрагментация онлайн-мира

Политические и экономические противоречия государств и сообществ заставляют власти задумываться о фильтрации контента, об установлении приемлемых для традиций какой-то части мира правил и норм использования Сети. Создание

информационных «периметров» (к сожалению, объективное обстоятельство) приведет к возникновению отдельных сегментов интернета с частичным внутренним регулированием. Возможно, произойдет децентрализация органов саморегулирования интернета, и ICANN (действующий преимущественно на американской почве и идеях) будет вынужден сильно измениться.

Некоторые облачные услуги уже сейчас стали не полностью доступными для целых стран, языковых доменов, территорий. Цифровое разделение углубится, а прогнозы, сделанные выше, смогут оправдаться только для стран — владельцев информационных технологий, достигших достаточной зрелости, чтобы защищать свой информационный суверенитет.

## Активные средства обеспечения информационного паритета

Мировая информационная война в виртуальном пространстве ведется уже давно. Это война за веру людей в то, что является правдой, а что — ложью. По мере развития средств преодоления защиты корпоративных и личных данных информационная безопасность (ИБ) будет становиться все более важной и трудно решаемой задачей. Корпоративные барьеры защиты выйдут за пределы компаний и будут начинаться на носимых устройствах сотрудников. Корпоративная разведка станет все более важным фактором конкурентоспособности. Информационная война будет постоянным фоном взаимоотношений между странами, сообществами и корпорациями. Во всеобщей сети все сложнее станет защищать культурно-исторический контекст и информационный приоритет. Системы управления корпорациями, обществом, жизнеобеспечением государств, вооруженными силами уже основаны на интернет-коммуникациях и постепенно становятся распределенными, действуют в облачных сервисах Сети. Как следствие, они обладают новыми типами уязвимостей.

Значение информационно-телекоммуникационного оружия превысит роль традиционных средств поражения в будущих региональных конфликтах (с участием развитых стран). У более технологически развитых государств может появиться возможность «выключить» неудобную страну, а точнее — важные составные части ее систем жизнеобеспечения.



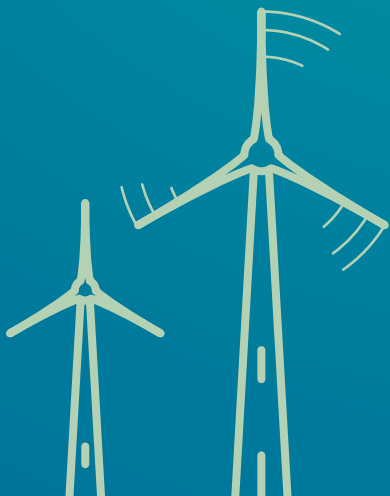


ВЫЗ  В

ВЕКТОРЫ  
РАЗВИТИЯ

# ВРЕМЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ

О развитии энергетики и возможных сценариях для России рассказывают заведующий сектором инновационной политики ИМЭМО РАН **Иван Данилин** и научный руководитель рабочей группы EnergyNet Национальной технологической инициативы **Дмитрий Холкин**.



## Мировые тренды: переход к инновационной энергетике

В мире происходит глобальная энергетическая трансформация. Активно растет объем инвестиций в отрасль, увеличиваются затраты на НИОКР, появляются новые инвесторы, включая венчурные фонды. Направления развития разнообразны: начиная от так называемой «зеленой» энергетики и новых типов ядерных реакторов и заканчивая «умными» электросетями (электросети с интеллектуальным автоматическим перераспределением нагрузки). Масштабы изменений столь значимы, что одно время политические лидеры США и ЕС и часть экспертного сообщества даже предполагали, что развитие новых технологий электроэнергетики поможет в преодолении рецессии и переходе к новому экономическому циклу.

Одним из сильнейших факторов перехода к инновационной энергетике является развитие возобновляемых источников энергии (ВИЭ). По оценкам Программы ООН по развитию (UNEP) и Bloomberg Energy Finance, глобальные инвестиции в развитие возобновляемых источников энергии в 2015 г. составили 270,2 млрд долларов. Доля ВИЭ в новых мощностях, вводимых в эксплуатацию, составляет 48%, в структуре всех типов генерационных мощностей — около 15%. Доля генерации из ВИЭ составляет 9,1%. Инвестиции в ВИЭ в 2010–2015 гг. и доля ВИЭ в структуре вводимых в строй мощностей достигли де-факто паритета с аналогичными показателями генерации на ископаемых топливах.

ИНВЕСТИЦИИ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКУ, В МЛРД ДОЛЛ. США, В ЦЕНАХ 2012 Г.

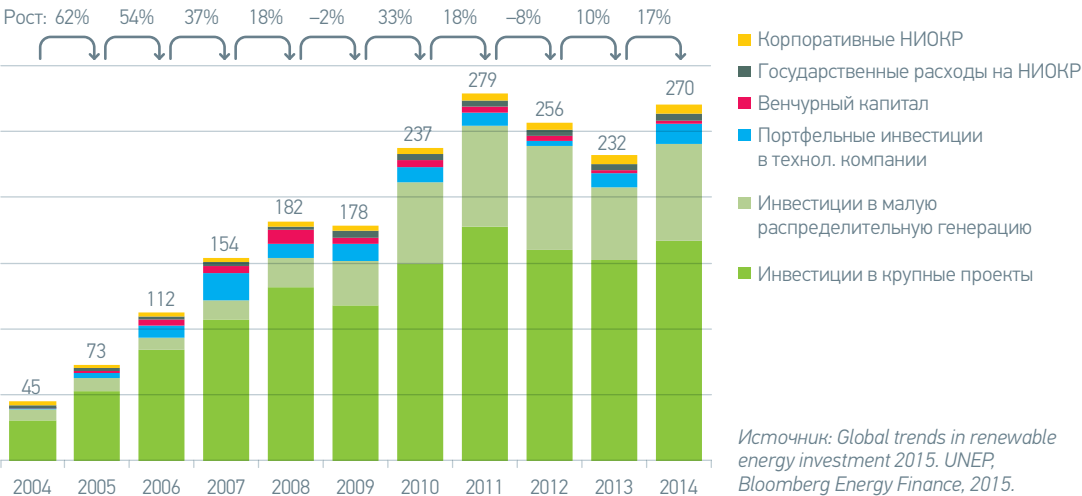
	ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА, В ЦЕЛОМ		«ЗЕЛЕНАЯ» (АЛЬТЕРНАТИВНАЯ) ЭНЕРГЕТИКА		ПЕРЕДАЧА И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ	
	2000–2013	2014–2020*	2000–2013	2014–2020*	2000–2013	2014–2020*
МИР	479	713	153	241	212	306
СТРАНЫ—ЧЛЕНЫ ОЭСР**	236	274	87	110	102	107
СТРАНЫ ТИХООКЕАНСКОЙ АЗИИ, НЕ ЯВЛЯЮЩИЕСЯ ЧЛЕНАМИ ОЭСР	165	229	49	99	66	132

\* Сценарий «новой» (проактивной) энергополитики.

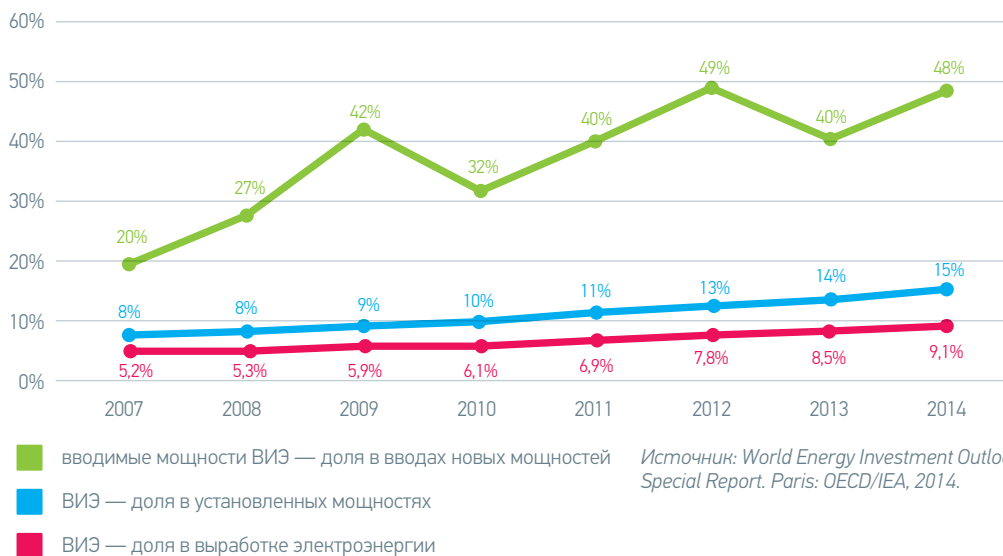
Источник: World Energy Investment Outlook.  
Special Report. Paris: OECD/IEA, 2014.

\*\* Организация экономического сотрудничества и развития (англ. Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD) — международная экономическая организация развитых стран, признающих принципы представительной демократии и свободной рыночной экономики.

ИНВЕСТИЦИИ В СФЕРУ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ,  
В МЛРД ДОЛЛ. США, И ИХ ПРИРОСТ В % К ПРЕДШЕСТВУЮЩЕМУ ГОДУ



## ПРИРОСТ ГЕНЕРАЦИОННЫХ МОЩНОСТЕЙ НА ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКАХ ЭНЕРГИИ И ВЫРАБОТКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ИЗ ВИЭ



Учитывая масштаб явления и целый спектр новых технологий, практик и бизнес-моделей, которые применяются или планируются в электроэнергетике, корректно говорить о тренде по формированию высокотехнологичной или инновационной энергетики.

В различных регионах мира происходящие изменения определяются комплексом объективных факторов. Среди них:

- **Удешевление новых энерготехнологий.** Так, модули фотовольтаики (модули солнечных батарей) в 2014 г. упали в цене на 75% относительно уровня 2009 г., а стоимость ветряных турбин сократилась на 30–35%. Нормированная стоимость электричества (LCOE, учитывает расходы жизненного цикла), произведенного альтернативной энергетикой, устойчиво снижается до уровня такого же показателя «традиционной» энергетики. Для интеллектуальных сетей тренд пока менее выражен, но со временем, по мере отработки технологий, выхода на «эффект масштаба» и роста конкуренции, начнется выраженное быстрое снижение себестоимости и цены профильных решений — в соответствии с общими закономерностями развития информационно-коммуникационных технологий в целом.

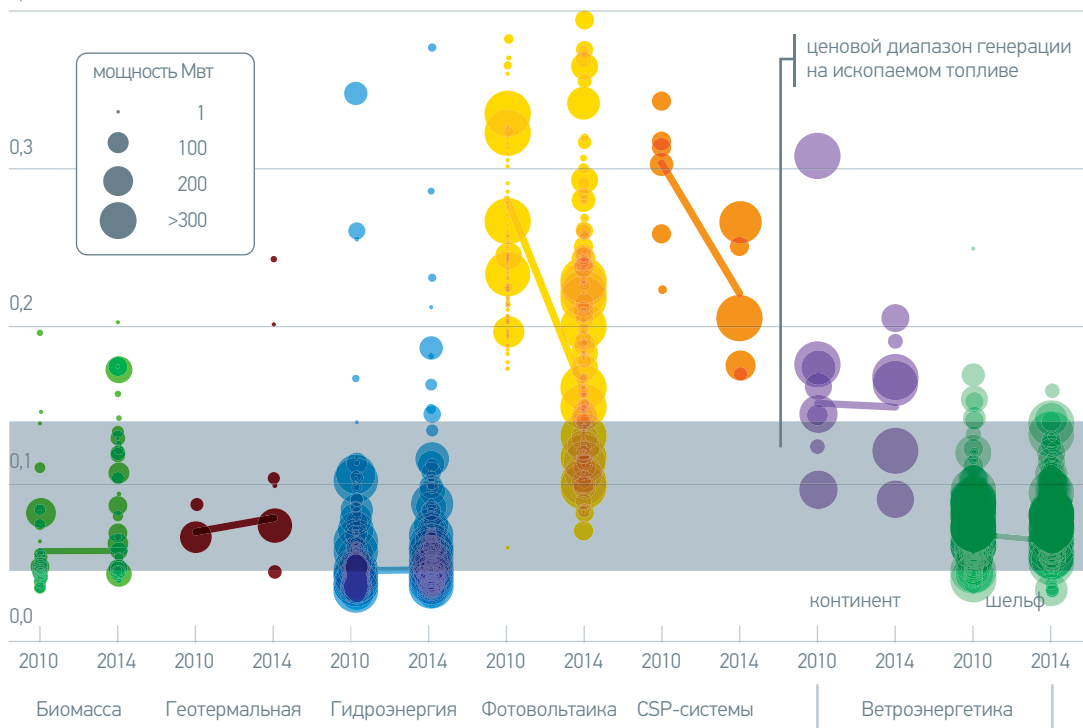
- **Рост удобства использования новых энерготехнологий.** Скорость и простота установки и обслуживания распределенной генерации, накопителей энергии, «умных» счетчиков и тому подобной техники постоянно растут. В ситуации динамизма бизнеса и стремления различных пользователей, в том числе бытовых, получить быстрые и простые решения это становится важным фактором. Например, быстрое развертывание солнечных электростанций позволяет бизнесу быстрее получить доступ к мощности. В сочетании с предыдущим фактором мы получаем многократный рост распределенных энергетических ресурсов, которые могут быть частично использованы для поставок энергии потребителям в качестве альтернативы большой энергетике.
- **Энергосбережение.** По данным Международного энергетического агентства (МЭА) ежегодно снижение энергоемкости валового внутреннего продукта (ВВП) стран — членов МЭА составляет более 2%. Китай в рамках 12-го пятилетнего плана поставил задачу достичь снижения энергоемкости ВВП на 16%. Прочие страны также активно инвестируют в профильные решения. Несмотря на то что одним из важнейших источников снижения удельного потребления энергоресурсов и энергии является автотранспорт, электроэнергетика — особенно на стороне конечных решений — не «отстает». Этот процесс усиливается акцентом правящих элит на снижение топливной компоненты национальной энергетики в целом — ответ на ожидаемый рост конкуренции за ресурсы и стремление снизить зависимость от стран — экспортеров энергоресурсов.
- **Обеспечение энерговооруженности экономики.** В мире в силу грядущего выхода из рецессии, увеличения уровня благосостояния жителей развивающихся стран и роста населения мира планируется рост энергопотребления. Потенциально к 2035 г. потребителями электроэнергии станут: 1,3 млрд человек, не имеющих в настоящее время доступа к электроэнергии; 2,7 млрд человек, которые «готовят на дровах»; еще 1,6 млрд человек в силу прироста населения в мире. Это приведет к тому, что как минимум вдвое вырастет промышленное и коммерческое потребление электроэнергии. Перед регуляторами и энергетическими компаниями стоит непростая задача удовлетворения растущего спроса как условия экономического роста, социальной стабильности и прибылей. Однако для всех субъектов (кроме некоторых недальновидных поставщиков оборудования и услуг) крайне нежелателен выход на новый инвестиционный «суперцикл» в рамках традиционной модели энергетики в силу ее дороговизны, низкой эффективности и экологичности, а также длительного времени развертывания.

- **Экология.** Рост использования ископаемых топлив ведет не только к глобальному потеплению, но и к ухудшению экологической обстановки — что сказывается не только на качестве жизни, но и на уровне расходов государства и корпоративного сектора на социальное обеспечение, здравоохранение, экологические мероприятия и другие меры. Одновременно с этим в странах с более высоким уровнем дохода фиксируется рост платежеспособного спроса на экологичную, надежную, доступную энергетику как важный элемент *качества жизни*. Но и в развивающихся странах, например в Китае, в силу высокого уровня загрязнения спрос на более экологичные решения растет.
- **Моральное и физическое устаревание инфраструктуры.** В силу того, что энергосистемы развитых стран в их текущем виде были созданы в 50–60-х годах прошлого века (самые молодые и современные из числа развитых стран — японская и южнокорейская), они требуют существенного объема затрат на поддержание, обновление и модернизацию. К тому же инфраструктура модели энергетики индустриального типа все меньше удовлетворяет требованиям рынка и регуляторов в отношении норм экологического законодательства, требований по надежности и по другим параметрам.
- **Инвестиционный вызов для развитых стран.** Традиционные энергосистемы индустриального типа строились в ситуации высокого уровня накоплений и мощного госинвестирования. Оба этих феномена невоспроизводимы в развитых странах — уровень накоплений заметно упал за последние 30 лет, государство сократило уровень вмешательства в экономику, а бюджеты многих стран перегружены расходами на обслуживание финансового дефицита, оплату социальных обязательств и другими статьями затрат. Банковский же капитал в силу изменения модели энергорынков и наличия более привлекательных объектов инвестирования не проявляет особого интереса к «большим» проектам.
- **Устаревание модели индустриальной энергосистемы.** Фиксируется растущий «разрыв» между требованиями современной высокотехнологической экономики (малые и средние потребители с повышенными требованиями к надежности/качеству, динамичным спросом, часто — с собственной генерацией; высокий уровень потребления ИКТ-системами, технологически сложными производствами с высокими требованиями по надежности и качеству) и моделью «традиционной» электросистемы (основной потребитель — крупные промпредприятия с умеренными требованиями к качеству и надежности и мегагорода с населением, имеющим средние и низкие доходы).

## НОРМИРОВАННАЯ СТОИМОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСТВА ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЙ ГЕНЕРАЦИИ ИЗ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ТОПЛИВ В СРАВНЕНИИ С ГЕНЕРАЦИЕЙ НА ИСКОПАЕМЫХ ТОПЛИВАХ, 2009–2014 ГОДЫ

2014, долл. США / кВтч

0,4



Источник: Lazard, 2014. Levelized Cost of Energy (LCOE) analysis.

Заметим, что нынешний «провал» цен на энергоносители не отменяет этих трендов. Прежде всего, в немалой мере он связан со среднесрочными проблемами замедления мировой экономики — что преодолимо, тогда как все вышеуказанные тенденции носят долгосрочный характер и реализуются с 1970–1980-х годов. Не стоит недооценивать и политический фактор — большинство передовых стран сделали ставку на технологический «реинжиниринг» своих энергосистем.

В силу накопления «критической массы» изменений можно утверждать, что с 2008–2012 годов мир — пока главным образом авангард зарубежных стран — окончательно перешел к сценарию реализации высокотехнологической энергетики.



Этот процесс является закономерным, поскольку энергетика, как инфраструктурная отрасль, отражает переход мировой экономики к более интенсивному научно-технологическому и инновационному развитию, а также расширению мирового пространства развития — за счет увеличения числа стран с быстро растущей промышленностью.

Ключом для высокотехнологической энергетики настоящего и будущего являются интеллектуальные системы управления энергетическими потоками, реализующиеся на базе упомянутых «умных сетей». Именно интеллектуальность позволяет «бесшовно» интегрировать новые виды генерации, достигать принципиально более высокого уровня энергоэффективности, оптимизации капитальных и операционных издержек и иных значимых социально-экономических, экологических и технических эффектов. Она же обеспечит реализацию в энергетике клиентоориентированной модели деятельности, обеспечивающей получение для различных пользователей специфических возможностей и сервисов, а также будет содействовать трансформации модели поведения потребителей: из состояния пассивного «клиента» потребитель переходит в состояние активного участника энергосистемы — что, собственно, и гарантирует революционный характер изменений и решение вышеуказанных проблем.

Неудивительно, что рынки «умных сетей» очень быстро растут — даже с учетомкратно меньшей поддержки со стороны органов государственной власти (по сравнению с «альтернативной» энергетикой). Так, даже по умеренным оценкам, в 2013–2014 гг. глобальный рынок «умных сетей» составил около 40 млрд долл. (*TMR, Программа ООН по окружающей среде, Bloomberg Energy Finance*) с совокупным среднегодовым темпом роста на уровне более 18%. Уже к 2019–2020 гг. он вырастет, по разным оценкам, до 60–120 млрд долл. (*TMR, GTM Research*), а к 2030–2035 гг., по наиболее оптимистичным оценкам, рынок всех видов интеллектуальных решений может составить рекордные 600 млрд долл. США в ценах 2014 г. (т. е. в текущих ценах как минимум в два раза больше). Даже если принять за основу вдвое меньшие темпы роста (рынок в 2035 г. — 300 млрд долл. США в постоянных ценах 2014 г.), они составят много более 5% всех капитальных затрат на развитие глобальной электроэнергетической инфраструктуры (6,5 трлн долл. к 2035 г. в ценах 2012 г., оценка МЭА). Причем в силу особенностей «хайтек» именно эта часть инвестиций будет иметь наибольший эффект на инфраструктуру в целом, а также мультипликативные эффекты для экономики стран-лидеров.

Объем будущих рынков оказывается еще больше, если учесть «смежные» рынки — например, систем зарядки электромобилей, прочие «умные» городские инфраструктуры и т. д. Так, только инвестиции в создание заправочной инфраструктуры для «гибридов» и электромобилей оцениваются в 29 млрд долл. США в 2020 г. (*AT Kearney*). А учитывая различные планы развития электромобильного и гибридного транспорта, профильные рынки могут вырасти более чем до 80 млрд долл. к 2030-м годам.

Важное значение имеет тот факт, что развитие «умных сетей» позволяет создать набор технологий, способных стать универсальной платформой не только электроэнергетики, но также смежных отраслей — прежде всего «умных городов», «дорог» и иных инфраструктур, частично — промышленности. Можно ожидать, что технологический пакет «умных сетей» сыграет роль экономического мультипликатора, в том числе в отношении отраслей Национальной технологической инициативы. Заметим, что это вполне соответствует технологическим трендам — технологии «умных сетей» являются частным случаем технологической концепции «интернета вещей», что определено близостью их базовых технологий к прочим формам реализации указанной концепции — промышленному интернету, упомянутым выше «умным городам» и другим формам.

Важно отметить, что, несмотря на большое значение высокотехнологических активов, основная добавленная стоимость и прибыль «умных сетей» будут формироваться в сфере услуг. Именно здесь, в том числе в информационной «начинке» новых решений, будет реализован ключевой функционал, станут создаваться прибыли и ценность. Более того, производители оборудования, операторы инфраструктуры, а также энергетические (включая сбытовые) компании окажутся вынуждены следовать стандартам, которые «диктует» платформа, — а соответственно, и интересам ее владельца.

Клиентоцентричный, информатизированный характер «сервисной» модели отраслевых инноваций станет основой более активного участия потребителя на рынке и в управлении энергосистемой — наделив его необходимыми методами и средствами. Это, с одной стороны, позволит создать новые механизмы перераспределения благ и решить ряд социальных проблем. С другой — как это уже случилось в промышленности, снизит общий уровень первичных затрат (а значит, повысит доступность) для субъектов через смещение соответствующих расходов на базовые и дополнительные услуги. Эффектом станет привлечение инвестиций и рост доходов энергетики, положительные социальные последствия и другие преимущества.

В сфере услуг будут сконцентрированы и основные риски, и вызовы развития. Тот, кто станет контролировать информационную, интеллектуальную компоненту энергетики, будет определять национальные и даже глобальные «правила игры». Напротив, любое отставание в развитии интеллектуальной инфраструктуры и отраслевых информационных технологий чревато серьезными рисками технологического (кибернетического) и экономического шпионажа и саботажа, утратой возможностей извлечения ренты из новых технологий (в пользу владельца системы), а в максимуме — критическими рисками выживаемости энергосистемы и национальной безопасности.

В настоящее время процессы перехода к интеллектуальной высокотехнологической энергетике, а также основные эффекты от ее развития и внедрения сосредоточены

в наиболее развитых странах — США, государствах Западной Европы, в Японии, отчасти в Южной Корее и Китае. Причиной тому сложное сочетание экономических и социальных потребностей и вызовов и институциональные факторы.

Однако не стоит полагать, что новая высокотехнологическая энергетика — решение только для «богатых» или наиболее быстро растущих экономик с их мощным промышленным сектором и достигнутым уровнем благосостояния. Ответом на вызовы стремительной урбанизации и индустриализации, «энергетической бедности» и иные вызовы, стоящие перед развивающимися экономиками, могут быть только высокие энерготехнологии. «Традиционную» энергосистему эти экономики просто не смогут построить. Это очень сложная и дорогая система (для сравнения: «стоимость» энергосистемы США — более 1 трлн долларов), требующая сложных компетенций и большого числа квалифицированной рабочей силы для управления и обслуживания. В противовес этому, в полном соответствии с общими закономерностями развития сектора «хай-тек», новые решения в энергетике становятся все более простыми и доступными.

Конечно, высокотехнологическая энергетика не будет очень дешевой — в силу масштабности изменений, сложности технологии и других факторов. Однако она станет более доступной и экономически эффективной во всех отношениях: общая капиталоемкость упадет, изменится характер затрат — и их доля в расходах субъектов, и распределение во времени; вырастут возможности их компенсации через новые доходы со стороны потребителя и (для экономики в целом) межотраслевые эффекты.

Но, главное, исторически страны-новички могут получить определенную «фору» в реализации «прорывного» потенциала развития новых технологий, так как в меньшей степени скованы ограничениями текущих бизнес-моделей, учатся на ошибках первопроходцев и могут использовать уже отработанные «первичные» пакеты технологий (т. н. «феномен безбилетника»). При этом серьезные внутренние вызовы требуют от них большей изобретательности и творчества в применении новых решений. Заметим, что в этом отношении показателен пример СССР с его планом ГОЭЛРО и последующим развитием отрасли. Начав с использования технологий и техники, разработанных в основном за рубежом, страна перешла к реализации собственных новаторских идей, разработке собственных решений и вышла на передовые рубежи энерготехнологий.

ГОЭЛРО (сокр. от Государственная электрификация России) — государственный план электрификации СССР после Октябрьской революции 1917 года.

В этом отношении существующая ситуация на рынке «умных сетей», интеллектуальных систем управления, потребительских сервисов и иных высоких энергетических технологий представляет исторический шанс для России выйти на

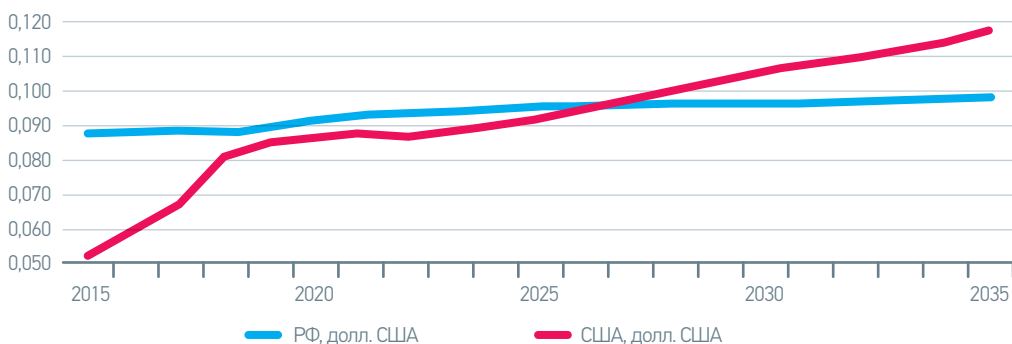
«передний край» технологического прогресса, обеспечить новые ресурсы роста с масштабным потенциалом межотраслевых и мультипликативных эффектов для иных отраслей и экономики в целом.

## Проблемы и ограничения текущей модели развития

В настоящее время состояние энергетической отрасли оказывается одним из факторов, ограничивающих рост и структурные изменения ВВП России.

За исключением отдельных участков генерации, фиксируется моральное и физическое устаревание активов. Например, в сетях оно в среднем на 10–20 и более лет выше средних значений для развитых стран. Этот факт, а равно увеличение разрыва между функционалом текущей модели энергетики и энергосистемы и реальными потребностями экономики России, уже в первой половине 2020-х годов сделает безальтернативным новый «суперцикл» инвестиций в отрасль. Кризисы 2008–2009 и 2014–2015 годов лишь немного отсрочили этот процесс (экономика «замедлилась», что снизило остроту энергетических проблем). По оценке Института энергетической стратегии, потребность в капитальных вложениях в электроэнергетике и сфере энергоснабжения России до 2035 г. может составить 600–800 млрд долл. США (в ценах 2013 г.). Инвестиционная составляющая приводит к существенному росту цены на электроэнергию — к 2035 г. рост может составить 30–40% (без учета роста цены вследствие инфляции). А это может определить снижение конкурентоспособности энергоемких отраслей промышленности.

ПРОГНОЗ СРЕДНЕЙ СТОИМОСТИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В РФ В СРАВНЕНИИ С США  
(СРЕДНЕВЗВЕШЕННАЯ С ПОПРАВКОЙ НА СТРУКТУРУ ПОТРЕБЛЕНИЯ), ДОЛЛ. США

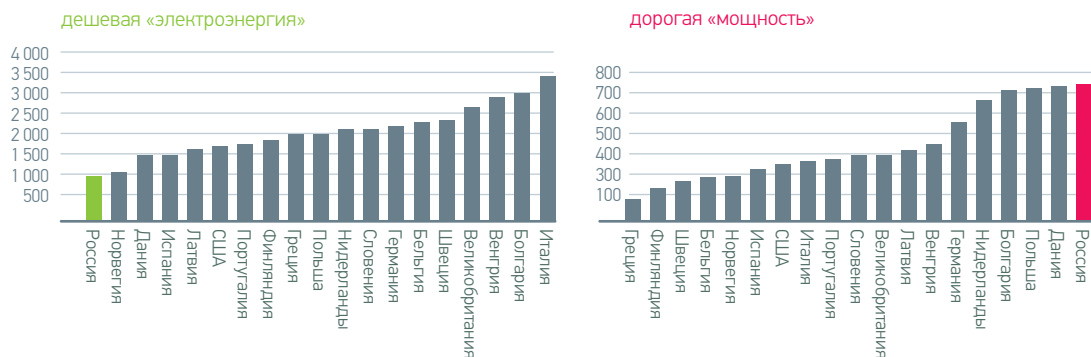


При выборе модели развития энергетики России необходимо исходить из особенностей национальной энергосистемы. Большие расстояния, относительно низкая плотность потребления, высокая стоимость капитала, относительно высокие затраты на строительство — все это определяет существенно более низкую эффективность, чем в странах Европы и США, капитальных затрат на энергетическую инфраструктуру (так называемую «производительность капитала»). При существенной конкурентоспособности цены на электроэнергию, выработанную на электростанциях, мы имеем в перспективе неконкурентоспособную цену для конечного потребителя.

Основной вызов для российской электроэнергетики, таким образом, связан с:

- необходимостью существенного повышения эффективности использования существующих энергетических мощностей;
- снижением потребности в строительстве новых мощностей;
- повышением операционной эффективности.

## НАЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ



Не считая гигантских затрат на энергоинфраструктуру, для развития традиционной энергетики потребуются огромные сопутствующие инвестиции в максимум в электротехническую промышленность и иные смежные отрасли и сферы деятельности. Это касается восстановления/формирования целого ряда отраслей «традиционного» энергетического машиностроения, наукоемких услуг, существенные вложения в систему образования и подготовки кадров, в НИОКР. В настоящее время зависимость только сетевого хозяйства РФ от импорта машин и оборудования составляет около 50%,

причем в наиболее передовых — и наиболее важных — технологиях она доходит до 90%. Воссоздание промышленности потребует, по самым скромным расчетам, нескольких сотен миллиардов рублей (с учетом падения курса). Причем с учетом недостаточной конкурентоспособности российских производств и ограниченности внешних рынков (прочие страны или уже имеют, или активно развивают соответствующие производства) для поддержания подобных предприятий на «главу» потребуются дополнительные затраты со стороны государства в форме субсидий, налоговых льгот и иных мер. Учитывая большое число задач и ресурсные ограничения, все это с большой вероятностью приведет к распылению средств при росте риска «провалов» как раз по наиболее значимым, высокотехнологичным и инновационным областям. В результате реализации подобного подхода возможно не снижение, а усиление зависимости от импорта передовых технологий и техники по отдельным значимым направлениям.

Учитывая огромную затратность, со временем инерционный подход воспроизводства текущей энергосистемы потребует и болезненных социально-экономических решений. Прежде всего это касается «переложения» издержек на население и бизнес через опережающий рост тарифов или сужение спектра услуг и их качества, а также на само государство через рост соответствующих бюджетных ассигнований. Все это чревато серьезным ухудшением макро- и социально-экономических показателей. Снизятся качество жизни и конкурентоспособность предприятий, а также доступность ресурсов для решения иных насущных задач. Существует большой риск увеличения доли затрат на энергосистему в ВВП — даже в ситуации снижения энергоемкости экономики и цен на энергоресурсы. Не менее важно то, что, помимо избыточной ресурсоемкости сценариев поддержания и воспроизводства существующей энергосистемы России и модели энергетики, они к тому же не отвечают текущей структуре ВВП страны и ее будущим параметрам. Экономика, в которой господствуют крупные энергоемкие предприятия «традиционных» отраслей промышленности, частично ушла в прошлое, частично — будет трансформироваться в связи с высокой международной конкуренцией и необходимостью перехода на более высокие переделы.

Безальтернативность для России перехода на технологический и инновационный путь развития формулирует опережающие требования к изменению энергосистемы — как в технологическом, так и в экономическом отношении. Россия не сможет достичь промышленного, технологического и инновационного развития XXI в. с электроэнергетикой начала XX в. Решение поставленных задач требует активного инновационного развития, а не «временной» консервации ситуации или выжидательных мер — с формальной точки зрения «оправданных» в ситуации замедления экономики, санкций и девальвации рубля. Это тем более верно, что разработка передовых технологий, развитие отрасли, а также масштабирование их на российском рынке обеспечат значимые экономические эффекты.

# Возможности и модели развития

Не считая простого «продления жизни» существующей системы через новый раунд сверхкрупных инвестиций (источники которых к тому же неочевидны в нынешней ситуации), возможны два сценария развития энергетики:

**1. Модернизация энергетики** через ее форсированную информатизацию (рост наблюдаемости и управляемости) и новые поколения традиционных технологических систем. Это позволит **оптимизировать энергосистему и рынок**, задействовать последние резервы роста их эффективности. Этот путь **менее рискован** (сохраняются старая архитектура и многие отраслевые технологии), на первых порах технически более прост и «дружествен» для традиционных крупных потребителей и производителей, а равно и регуляторов. Однако при учете всего комплекса затрат и инвестиций на протяжении жизненного цикла он более ресурсоемок в силу:

- повышенной капиталоемкости создания и трудоемкости обслуживания самой системы (см. выше);
- длительного времени для реализации.

При этом осуществление данного сценария предполагает как минимум на первых порах зависимость от зарубежных ИКТ- и иных технологических решений. Наконец, *макроэкономический эффект* будет значимым только в первые годы реализации — после ликвидации «очагов неэффективности» в системе отдача от вложений станет падать. Межотраслевые эффекты и влияние на смежные отрасли обрабатывающей промышленности просматриваются, но будут невысоки в силу традиционного характера производств (характеризуются высокими затратами на создание и небольшими темпами роста продаж и маржи).

**2. Развитие инновационной энергетики.** Переход к новой модели энергетики на основе передовых технологий (в том числе и ИКТ), бизнес-моделей, архитектуры энергосистемы и рынка как **сценарий развития более рискован**. Готовых решений и ответов на все вопросы нет на рынке, собственные заделы только формируются. Однако он **более перспективен** потому, что по опыту прошлых инновационных «рывков» позволит ликвидировать текущие системные «провалы» энергетики и достичь значимых межотраслевых и мультипликативных эффектов. В этом сценарии максимизируются:

- возможности эффективного решения специфических для России отраслевых инвестиционных проблем («дорогая мощность») — за счет интеллектуального

управления в сочетании с повышением «гибкости» электрической сети и развитием распределенных объектов энергетики;

- межотраслевые (spill-over) и мультипликативные эффекты — формирование дополнительного «заказа» на развитие инноваций в смежных отраслях, выстраивание цепочек создания добавленной стоимости, трансфер технологий и решений из высокотехнологической энергетики в смежные отрасли (например, формирование на платформах «умных сетей» решений для «умных городов»);
- экспортный потенциал товаров и отраслевых наукоемких услуг в сфере электроэнергетики (российский рынок станет «якорным» для отработки глобально конкурентоспособных решений);
- снижение остроты социальных проблем (контроль роста тарифов для населения и бизнеса, формирование для них новых источников доходов и прибыли и др.);
- возможности формирования передовых крупных, средних и малых компаний — глобальных рыночных и «нишевых» лидеров;
- энергетическая и кибербезопасность РФ.

Разумеется, с точки зрения практической реализации на среднесрочную перспективу оптимальным является сочетание обоих подходов — в зависимости от задач и специфики муниципального, регионального и кластерного развития.

Целевое видение российской энергосистемы — гибридная энергосистема, обеспечивающая:

- высокие жизненные стандарты населения и социальную стабильность;
- эффективное и достаточное энергоснабжение экономики, в том числе обрабатывающей промышленности при снижении доли энергетических издержек в структуре затрат хозяйствующих субъектов и населения (за счет снижения энергоемкости, максимальной утилизации активов, адаптации под нужды новых отраслей и т. д.);
- расширение присутствия РФ на международных рынках сложной технической продукции;



- развитие и усложнение структуры ВВП России;
- высвобождение энергоресурсов для переработки и/или экспорта;
- энергетическую безопасность.

Отметим, что в глобальном контексте Россия в части развития высокотехнологической энергетики находится в выгодном положении.

Во-первых, страна имеет сильный технологический и кадровый потенциал в сфере собственно энергетики, а также информационно-коммуникационных технологий. Сохраняются знания и навыки в сфере развития и поддержания крупных энергосистем. Таким образом, в наличии необходимые «стартовые» позиции для опережающего роста.

Во-вторых, в России существуют научные заделы для разработки перспективных технологий по основным направлениям инновационной энергетики: системное моделирование и управление, «слабый» искусственный интеллект, электрохимия, моделиориентированная инженерия.

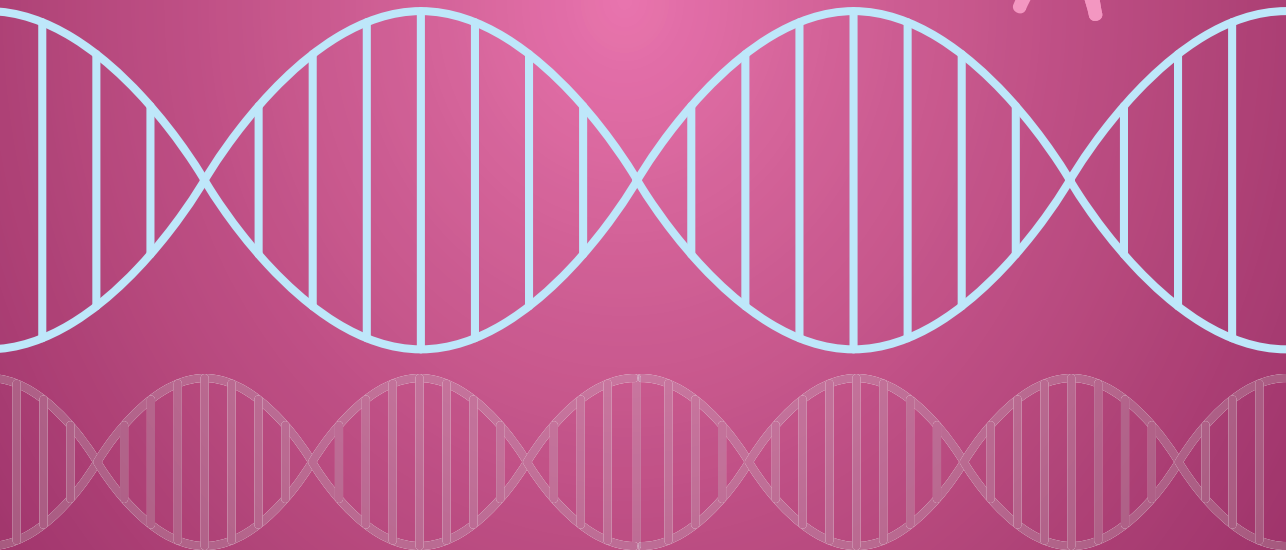
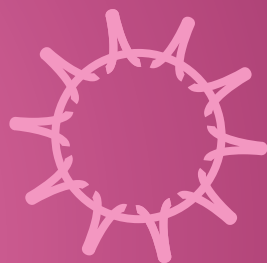
В-третьих, РФ в связи с ситуацией в экономике сталкивается с массой вызовов и ограничений развития, что понуждает государство и хозяйствующих субъектов повышать гибкость, искать нетривиальные решения. При этом кризис имеет даже определенные положительные последствия, повысив конкурентоспособность российского экспорта и спрос на российские товары и услуги.

В-четвертых, Россия имеет продуктивные отношения с развивающимися экономиками и может сформировать и продвигать пакеты решений, максимально адаптированных под их нужды. Существуют значительные возможности диалога со странами БРИКС, Шанхайской организацией сотрудничества (ШОС), а также странами — членами Евразийского экономического союза (ЕАЭС) в рамках регулярного экономического диалога и наращивания международного научно-технологического сотрудничества.

Наконец, как уже говорилось, в силу существующего «лага» в развитии высокотехнологической энергетики Россия может учиться на ошибках западных стран, импортируя лучшие, доказавшие свою референтность технологии.

Главные вызовы современной медицины — появление новых болезней и решение различных этических проблем, возникающих при развитии биомедицинских технологий. Немецкие фантасты *Ангела и Карл-Хайнц Штайнмюллеры* предлагают свой художественный взгляд на эту проблему.

## БОГ И ВИРУС, ИЛИ АМУЛЕТ



— Нет, то, что это защитит тебя, обещать на сто процентов не могу. Побочные действия тоже не могу исключать. Но они будут в пределах разумного. — И Хелен быстро воткнула иглу шприца в мое левое плечо.

Я наблюдал, как поршень все глубже входил в пластиковую трубку, столбик голубоватой жидкости уменьшался.

— Из-за этой нехватки времени мы смогли сделать только десять инъекций для опытов на себе. Да и это слишком поздно, минимум трое коллег инфицированы. Вирус уже подчинил себе половину Европы, только это едва ли кто-то заметил. В общем, для клинических испытаний времени нет. Пока сыворотка получит официальное разрешение, все уже закончится. Так или иначе... Скорей всего, у тебя поднимется небольшая температура... Но — другой защиты все равно нет. Разве что могу дать тебе свой амулет.

Я ощутил тепло в левом плече. Ну, да это уж чистая психосоматика...

— Но у тебя температура не поднималась? — удостоверился я.

Промокнув ваткой место укола, Хелен мрачно усмехнулась:

— Теперь я уже могу тебе сказать. На самом деле шприц был предназначен для меня.

У меня перехватило дыхание.

— А что теперь будет с тобой?

— Больше инъекций у нас нет, было и так довольно сложно тайно вынести ее из института, когда действует второй уровень биологической опасности. — В ее голосе слышались облегчение и даже гордость. А я-то думал, что все согласовано с ее шефом.

— Но как же ты? — настаивал я. — Полагаешься на амулет?

— Пока он мне всегда помогал. Он даже помог заполнить тебя.

Это была правда. Когда я впервые увидел Хелен, на длинной цепочке у нее на шее висел плоский глазковый камень с синим, голубым и белым концентрическими кругами на нем. И я, не найдя лучшей темы, заговорил с ней про этот амулет.

— Но ты на работе находишься в непосредственном контакте с опасностью! Как я могу такое допустить! — вскипел я.

— Именно. Поэтому я сказала тебе только сейчас.

Она убрала пустой шприц обратно в упаковку — отнести обратно в институт для утилизации. А я в это время думал про истории, которые она рассказывала мне о новом вирусе... И меня наполнял страх.

Страх не за себя. За Хелен.

Прошла неделя с того дня, когда Хелен — вопреки всем правилам и инструкциям — превратила меня в подопытного кролика. Я как раз возился над статьей о темной энергии и квантовой теории вакуума и уже заранее с недовольством спорил с главным редактором научного сайта, для которого предназначалась статья. Я подозревал, что Рюдигер станет критиковать: «Отличная у тебя статья! Очень милая, крепкая и информативная. Новости про мультивселенную — это очень, очень хорошо. Но ты, как всегда, забыл кое-что важное. Самое важное для наших читателей: Первопричину всего».

Рюдигер всё всегда хотел подвести к определенной интерпретации, единственно верной с его точки зрения, «потому что так хотят читатели». Теория большого взрыва как акт божественного творения, концепция квантовой пены как демонстрация

божьей воли... Ему нужен Бог как властелин вероятностей, жонглирующий многими мирами и определяющий космические константы на свой вкус. Поддавшись искушению поскорее покончить со статьей, я сочинил абзац во вкусе редактора — о том, что новейшие исследования не исключают существование Бога и некоторые ученые даже полагают, что... И перечитав его еще раз — пометил этот абзац как зачеркнутый. Нет, Рюдигер, так просто тебе меня не взять!

Когда Хелен вернулась из института, было с первого взгляда заметно, что ее что-то беспокоит. Она кинула сумку в прихожей и вихрем ворвалась в квартиру, я едва смог поцеловать ее.

— Мне нужно выпить, — сказала она, направляясь в гостиную. Я сделал ее любимый милкшейк по старинному рецепту: полстакана молока, ложка меда, немного имбиря, много шотландского виски. Потом мы сидели на диване, она быстро выпила один, второй глоток, откинулась назад, закрыла глаза и начала рассказывать о пандемии.

Творилось что-то странное. Инфекция нового вида перепрыгивала с континента на континент. Она не подчинялась привычным законам распространения эпидемий и, очевидно, мгновенно передавалась. Но Всемирная организация здравоохранения вела себя очень осторожно, не допускала разглашения, требовала сохранения тайны. После позора с вирусом свиного гриппа H1N1 они не хотели поднимать ложную тревогу и проводить новую кампанию по борьбе с вирусом, о котором едва ли что-то известно, — развивая подозрения во влиянии на ВОЗ лобби «большой фармы». Информация была передана только в отдельные научные лаборатории, в том числе и Институт исследования зоонозов, в котором работала Хелен, — были основания предполагать, что это одна из зоонозных инфекций, то есть возбудитель попал на человека с животного.

— Странно, но на этот раз, кажется, очаг расположен не в Южной Азии или Центральной Африке, как обычно бывает с зоонозами. Большинство случаев проявились на Ближнем Востоке. Пока. — Она вытерла следы молока с губ, ее щеки горели. — Один особенно бдительный врач из Ливана поднял первую тревогу и сообщил через Глобальную сеть предупреждения о вспышках болезней и ответных действий Всемирной организации здравоохранения об «атипичном гриппе». При проверке уже обнаружены пять схожих локальных эпидемий, все между Сирией и Синаем...

И она сама ответила на вопрос, который уже рвался у меня с языка:

- Нет, пока очень мало смертельных исходов, которые можно однозначно связать с эпидемией, и болезнь в большинстве случаев проходит легко: просто высокая температура какое-то время. И никто не хочет сеять панику.
- Может, и правда тогда нет причин? Почему вы так паритесь по этому поводу? Ну, подумаешь, еще один насморк! Большинство людей вообще это проигнорируют. Ты же сама часто говоришь — лучше перетерпеть, чем лишний раз оглушать организм дубиной антибиотиков, рискуя в будущем невосприимчивостью к ним. И никакой паники.
- Да, если бы это был насморк... — Она глубоко вздохнула, убрала волосы со лба и рассказала об опытах: с момента, как ливанский врач обнаружил новую инфекцию, с ожесточенным упорством велись исследования. И ее институт на протяжении двух последних недель участвовал в этом, проводил эксперименты с тканевыми культурами, с мышами, свиньями, птицами.
- Должно быть, — Хелен держала пустой стакан у щeki, — речь идет об очень маленьком вирусе. Он действует так, что определенные участки ДНК метилируются. Это блокирует считывание, то есть ген отключается, — перевела она для такого дилетанта, как я.
- Он блокирует такие старые отрезки, которые у нас общие с хлебопекарными дрожжами?

Я просчитался. Хелен даже не заметила, что я хотел пошутить. Тихо и взволнованно она объяснила, что он заражал только эволюционно очень молодые отрезки, такие, которые обнаруживаются только у приматов и о чьем предназначении ничего не известно. Еще пару лет назад исследователи генома считали их «мусорной ДНК», бесполезным генетическим мусором.

- То есть это генетическая уборка мусора. Тогда всеобщая эпидемия даже будет полезна! — и я, дилетант, даже отважился выдвинуть предположение, что на молекулярном уровне между человеком и животным все время что-то курсирует — то, что неизвестно ни в ее институте, ни в намного более знаменитом институте Роберта Коха. Она наказала меня взглядом, который, наверное, использовала, когда один из ее практикантов ронял пробу, из-за чего приходилось эвакуировать лабораторию.
- Возбудители внедряются намного глубже и изощреннее по сравнению с другими вирусами. Нет, они не разрушают клетки. Из-за того что они такие маленькие, они даже преодолевают гематоэнцефалический барьер. Это доказали японцы.
- Но, по всей вероятности, раз не бьют тревогу — от него еще никто не сошел с ума? Не получил расстройства зрения, рассудка или моторики?
- Нет. Но группа исследователей в Министерстве здравоохранения Японии выявила изменения в нейронных структурах. Мы не знаем, как ведут себя

изменения в долгосрочной перспективе. Это первый раз, когда мы обнаруживаем возбудитель, который так глубоко проникает в мозг. Возможно, он паразит всех. И мы не знаем, какой вред это может нанести со временем. Представь, если он вызовет болезнь Альцгеймера. Весь мир, больной Альцгеймером!

Болезнь Альцгеймера была для Хелен больной темой. Два раза в неделю она ездила к своей матери, которая еще несколько лет назад была разумной и энергичной пожилой дамой. А сейчас в удачные дни она все еще узнавала свою дочь, но через несколько минут уже забывала, что ее вообще кто-то навещал. Однажды я спросил у Хелен, почему она все еще ездит к ней. И получил заслуженно резкий ответ: «Это ведь моя мать».

— И у нас нет от этого защиты. Никакой... — голос ее почти не слушался. — Никакого лечения. По крайней мере, не на сегодняшнем уровне развития нейрогенетики. Мы работаем над этим, но это гонка со временем.

Она была измождена, запутана, немного пьяна и готова расплакаться. Я прижал ее к себе, погладил по коротким каштановым волосам, стараясь ее успокоить. Она напридумывала себе всего...

— Аркадий, — вдруг она встрепенулась, — ты должен мне обещать, никому ни слова. Тем более твоим друзьям-блогерам.

Позже я снова сел за работу. Будучи журналистом, научным блогером и автором подкастов, я хоть и не обладал особенно высоким и стабильным доходом, но, во многом благодаря статьям для Рюдигера, как-то выплывал. Хотя без заработка Хелен оплачивать квартиру было бы трудновато.

Без особого энтузиазма продолжил возиться со своей статьей. В общем, она была закончена, но я никак не мог решиться и отправить ее в один или в другом варианте. И еще этот вирус витал по миру. Тем ли я занят сейчас?

Я зашел на сайт ВОЗ. Там была куча информации о свином гриппе, о птичьем гриппе, о ВИЧ и всех остальных инфекционных болезнях, с которыми человечеству еще приходится бороться и в XXI веке. В разделе новостей о вспышках болезней было много о геморрагической лихорадке, отравлениях тяжелыми металлами и лихорадке Рифт-Валли, — все они преимущественно в Африке. Однако, как я и предполагал, ни слова о новой пандемии. Я пробовал гуглить что-то близкое и в конце концов

оказался на страницах сторонников теории заговоров и других «потусторонщиков». Там, как и много лет назад, можно было прочитать, что СПИД появился в американских лабораториях по разработке биологического оружия и что большинство новых инфекционных болезней имеют космическое происхождение, скинуты на нас вместе с метеоритной пылью... Никакой зацепки. Ничего про врача в Ливане. Ничего про новые гадкие секреты ВОЗ, про принужденных молчать медиков, ничего про странные тайные усилия исследователей в последнее время. Зато меня захлестнул ежедневный бред о немецком филиале Аль-Каиды и движении «За Европу», праворадикальной сети для защиты Запада. Последнее появилось в результатах поиска, потому что проевропейские активисты цитировали ливанского врача, который нес чушь о якобы незаурядной «репродуктивной способности евреев».

Ни слова в новостных сводках. Ни слова у блогеров. Ни слова в Фейсбуке. Ни слова в Твиттере. И это меня действительно насторожило.

Тут я вспомнил про Гэвина. Он был уже довольно именитым научным журналистом, который достаточно бойко и популярно писал о био- и нейронауках. Я с ним никогда не встречался, но видел в нем родственную душу, потому что и ему время от времени приходилось спорить с Рюдигером. Однажды Рюдигер даже забраковал его статью. В ней Гэвин приводил новые результаты исследований мозга, среди них то, что — с точки зрения его любимого корифея профессора Пфайфера — у веры в высшие силы есть в мозге конкретное место, мило названное «зона Бога» или же «божественный локус». Даже смягчение «Бога» на «высшее существо» не умилило Рюдигера.

А до того Рюдигер участвовал в кампании против включения астрономии в школьную программу: «Они там преподают только атеизм». Во главе с мракобесами и фундаменталистами...

Что могло бы быть проще, чем расспросить Гэвина? Мне оставалось только самому быть бдительным и не разболтать то, что я знал, — как бы ни хотелось мне это с ним обсудить. Так что я использовал в качестве предлога Рюдигера, созвонился с Гэвином по скайпу и немного поныл по поводу моей статьи. И, конечно, тут же получил поддержку Гэвина, ответившего сдержанной бранной тирадой в адрес Рюдигера. Он рассказал про последнее требование редактора: в статье о ранней истории эволюционной теории Дарвина отдать чуть больше справедливости его американскому другу Эйсе Грею. Ботаник Грей утверждал, что ни селекция, ни слепой случай не могут влиять на высшее развитие, если его вариации изначально не заложены в Исходном Проекте. Это было выражено настолько в стиле XIX века, что пришлось переспросить: что, и сейчас нужно использовать тот



уровень аргументации и научных знаний? Какая внешняя высшая инстанция задает направление эволюции, уже можно было не спрашивать. Дарвин, по словам Гэвина, пришел бы в ужас. А он сам собирается опубликовать на своей странице это «редакторское мнение»!

Это мне помогло найти повод для того, чтобы перевести разговор на тему коэволюции человека и микроба. Если дальнейшее развитие человека разумного также будет протекать под влиянием инфекционных болезней, не таится ли за эпидемиями внешняя задающая направление инстанция Эйсы Грея?

Гэвин всхлипнул и захихикал как школьница:

— Ты делаешь из Бога вирус!

Никакие новости про пандемию до него, похоже, пока не дошли. Или он, так же как и я, держал рот на замке.

На следующий день после укола поднялась «небольшая температура», о которой предупреждала Хелен. Конечно, 37,8 градусов — это объективно не так много, но я сидел со стучащей, пылающей головой и страшился за свою жизнь. Может быть, институт Хелен ошибся? Я был подопытным кроликом: как идут дела у других кроликов, коллег Хелен? Несколько лет назад во время одного клинического испытания в Англии жалкие участники эксперимента чуть не сдохли, у них опухли головы, и никакое средство не помогало... Я лежал на диване, пил литрами тоник (хотя бы ради хинина) и включил телевизор. Но новости и постоянно идущие по кругу ток-шоу только усиливали пекло за моим лбом. Хелен приносила мне мокрые полотенца и холодный лечебный чай, который был по-настоящему горьким. Как и полагается лекарству.

На ней была медицинская маска и почти прозрачные резиновые перчатки, которые придавали ее рукам шелковистый блеск. Разве ей не надо было в институт? Или раскрылось, что она впрыснула шприц мне, и ее выгнали? Но она отмахнулась, и я увидел, что, наклоняясь ко мне, она пыталась сохранить самообладание.

— Мне так жаль, — прошептала она. — Я была эгоистичной и глупой, мне нельзя было полагаться на результаты опытов с шимпанзе. У моего коллеги Хеффнера высокая температура, за сорок. На Туркура наше средство, похоже, вообще не подействовало. Шеф назвал опыты на себе провалом. Болезнь свирепствует, в том числе и в институте. Мне надо оставаться дома и наблюдать за тобой, а решение о дисциплинарных мерах он примет, когда «нынешняя ситуация закончится».

Она взяла у меня немного крови и поехала в институт вопреки указанию, чтобы исследовать пробу. По-другому невозможно. И если шеф хочет ее уволить, то пусть увольняет!

— Если температура поднимется выше тридцати девяти или заметишь что-то необычное, позвонишь мне на мобильный.

Я лежал и награждал шефа Хелен всевозможными красочными эпитетами, которые она по своей природной сдержанности не употребила. Затем я снова спорил с Рюдигером и в конце концов задался вопросом, имеет ли вообще смысл писать о квантовой пене и черных дырах на краю галактики, когда мир вокруг горит? Террористы взорвали поезда метро; мнимые борцы за свободу нанимали в солдаты детей; в Центральной Азии этнические группы, чьи названия я даже не знал, вцепились друг другу в горло; в США, чтобы защитить нерожденную жизнь, убили сторонников аборт — а я писал о квантовой пене и черных дырах! А теперь к этому еще добавилась и пандемия, о которой умалчивают ВОЗ и все национальные инстанции и от которой нет никакой защиты. Разве что нелегальная неиспытанная инъекция, которая производит в голове горящие мельничные колеса, то катающиеся по кругу, а то врезающиеся в череп слева или справа. При 37,9 градусах я задумался о теории заговора и поймал себя на антисемитских мыслях: Ближний Восток, от Сирии до Синая — что, если за этим стоит израильская лаборатория по разработке биологического оружия? Конечно, израильтяне этого даже не стали бы отрицать... Они хотели превратить мозги палестинцев в месиво? Но сначала им надо было обезопасить себя. И все это сохранить в строжайшем секрете. Или поделиться тайной только с американцами. Нет, об этом Хелен мне обязательно бы рассказала...

Еще немного, и я бы даже не заметил, что у Хелен жар.

— Твой шеф заразился, наконец? — спросил я, когда через два часа, измученная и обессиленная, она зашла домой. Она потянулась за моей бутылкой тоника, попила, причмокивая; она не подумала о защитной маске, когда садилась ко мне на диван.

— Хорошая новость — в твоей крови мы не смогли ничего обнаружить...

— А плохая?

— Вирус добрался до всех коллег. До всех непривитых. Несмотря на все меры безопасности, несмотря на третий уровень биологической опасности. Если бы мы на пару дней раньше... — на мгновение она остановилась. — Сейчас возбудитель достиг уже Латинской Америки. Сообщений о заражении хоть отбавляй. Первые летальные исходы, которые можно однозначно установить. Сингапур объявил угрозу в связи с птичьим гриппом. Так люди будут хотя бы

носить защитные маски от заражения воздушно-капельным путем. Инкубационный период у него невероятно короткий.

Рука, которую она положила мне на лоб, была холодна как лед. У нее были круги под глазами, и она пахла не так, как обычно. Или я это придумываю? Конечно, она переутомлена. О чем говорила и манера выражаться отрывисто... И тут наконец меня как молнией ударило: под «всеми непривитыми коллегами» подразумевалась и она тоже!

Уже несколько дней она принимала жаропонижающее. В ней был не только возбудитель, она была еще и до предела измождена, так что организм мало чем мог сопротивляться вирусу.

Я выпрямился, дотронулся до ее плеча, спросил, как она себя чувствует.

— Там что-то происходит... Надеюсь только, что здесь останется что-то от меня. — Она держала руку на голове. — Его видно на фМРТ! Ты понимаешь, что это значит?

Я встал, засунул ноги в тапочки и резко остановил раскаленное мельничное колесо. Мне еще было жарко, жарко по всему телу, как от солнечных ожогов, но я больше не был вялым. Хелен нужна моя помощь! Так хватит симулировать. У тебя ничего нет, она тебя спасла, но вместо тебя этот коварный вирус овладел ею! Если на фМРТ — функциональной магнитно-резонансной томографии — можно что-то распознать, значит, поражены ареалы размером как минимум с миллиметр, а это миллионы и миллионы нейронов... Я буду за ней ухаживать, клялся я себе, если надо, всю жизнь — и тогда жертва будет оправдана.

— Почти нет летальных исходов, — утешал я ее (и себя), — пока, ты сказала, здесь в Европе почти все выжили. Не давай панике завладеть тобой. Это безобидно, это абсолютно безобидный вирус. Даже нет насморка. Мы всего лишь боимся неизвестного. Скоро ты его победишь! Давай, ложись.

Я расстелил кровать, помог ей раздеться. Температура у нее была уже 38,7. Она, как всегда, меня обошла. И пока я убирал градусник, я подумал о болезни Кройтцфельда-Якоба — коровьем бешенстве, а не Альцгеймере и Паркинсоне, в мою голову дилетанта в медицине больше ничего не пришло. В тот раз прион, перепрыгнувший с животного на человека и разрушавший структуры мозга, вызвал невероятную панику. Но благодаря миллионам забитых коров и овец эпидемию удалось взять под контроль.

Я сидел на ее кровати и вливал в Хелен горький лечебный чай. Она воображала, что чувствует, как возбудитель постепенно распространялся в ее мозге, изменял ДНК в клетках, как распадались синаптические связи, определенные нейроны начинали расти, объединялись по-новому. Я прошу рассказывать ее детские стихи. «Крыса Алиса в зеленой жилетке прятала дома цветные конфетки»... «Вчера я встретила слона, сегодня крокодила, а к вечеру жираф зайдет»...

— Все в порядке, видишь, ты их помнишь. Это всего лишь лихорадка. Спи, любимая...

Постепенно ее дыхание успокоилось. Я не знал, как ей помочь, просто был рядом и смотрел за ней.

Левой рукой она сжимала глазковый камень, амулет, который привезла из Турции, когда была еще школьницей. Она носила его даже под защитным комбинезоном в институте. Как часто я дразнил ее за это! Да, это суеверие, защищалась она, но оно ведь и не навредит, да? Даже когда мы занимались любовью, амулет был на ней, глядя на меня своим глазом... Иногда моя маленькая осторожная ученая бывала совсем иррациональной.

Вдруг она продекламировала сквозь сон:

*Сделали картинку,  
назвали — «бог»  
и ждут,  
чтобы этот бог помог.*

Мой страх за нее рос. Безобидная инфекция почти без смертельных случаев... «Господи, сохрани ее для меня!» — Мне пришлось признаться себе, что я был рациональным стопятидесятипроцентным атеистом. Когда Хелен врезалась в дерево на своем «ситроене», я даже обратился к Богу, в которого не верил, «напрямую»: «Я убежден, что тебя не существует. Но если вдруг я ошибаюсь, пожалуйста, помоги ей. Нет, я не стану жертвовать тебе свечи, я ведь в тебя не верю. Но если я ошибаюсь и ты действительно существуешь, не должен ли ты быть великодушным и внимать старым атеистам? Итак: сделай, что можешь, пусть она будет жива и здорова».

От этого мне полегчало. И Хелен в той катастрофе осталась в целости и сохранности. Однако с того момента я казался себя немного шизофреником. И теперь я умолял снова: «Помоги Хелен победить эту болезнь!» До остального человечества мне, в общем, не было дела.

В конце концов пандемия добралась до СМИ. Первые сообщения о ней попали в сводки сквозь привычные споры о директивах ЕС, отложенные выборы в парламенты земель и вечный вопрос, что делать с углекислым газом, — скорее, из-за их политической составляющей. Новая лихорадка на Ближнем Востоке. Израильские врачи работают рука об руку с врачами ХАМАСа, чтобы сдержать упорную эпидемию. Это было расценено как позитивный политический знак. «Путь к миру через общую болезнь», как это с надеждой определил комментатор.

Затем «летняя лихорадка», как ее называли, вспыхнула во Франции и, словно гигантский пожар, прошла по территории ЕС. К этому добавлялись сообщения из России, из Южной Америки, Индии. Министр здравоохранения произносила в интервью по телевидению успокоительные слова, их потом даже выпустили в качестве подкаста: «Не беспокойтесь, это безобидная инфекция, которая скоро пройдет», — и в Ютубе было видно, как со лба она вытирает лихорадочный пот. Директор Института Роберта Коха предостерегал от самолечения. «Риски слишком высоки. В США от одного средства, выдаваемого за лекарство от вируса, погибли многие десятки человек. В общем, остерегайтесь заказа лекарств через интернет!»

Хелен боролась с инфекцией. Еще с температурой она потребовала свой милкшейк, и когда я его принес, процитировала: «Алкоголь в малых дозах безвреден в любом количестве! Раз я это помню, мой мозг еще цел».

Между тем Рюдигер потребовал статью. До сих пор я обладал репутацией надежного человека в его глазах, сказал он... Преодолев внутреннее сопротивление, я решил отправить ему текст со всеми «отвечающими желанию читателей» дополнениями. Нельзя сказать, что я был полностью поглощен темой. Если они уволят Хелен, каждый цент будет важен. И, кроме того: что еще двигало мной, если не моя обыкновенная несговорчивость? В мире, находящемся на верной дороге к нейрохаосу, она теряла всякое значение.

Первого июля правда пробила себе дорогу. Специальные выпуски на всех каналах: «ВОЗ объявляет угрозу всеобщей эпидемии», «Нейровирус — сильнейшая угроза». Каналы не скупилась на картинки: они показывали увеличенный человеческий мозг, сначала было видно неровную кору головного мозга, затем сплетения нейронов, внизу — ядро клетки, спирали ДНК закручивались, и серые молекулярные облака пристыковывались, потом картинка снова отдалялась, нейроны болезненно выбрасывали новые руки, и все заканчивалось на обычном изображении коры головного мозга. Следом показывали интервью с учеными, с половиной из них Хелен

была знакома, они все признавались в своем неведении: «Это что-то совершенно новое. Мы работаем над этим...», «Нет, синтетическая биология развита еще не настолько хорошо, чтобы производить нейровирусы. Пожалуйста, без обвинений. Вы же видите, я сам заражен».

Я пошел в супермаркет, чтобы купить тоник, апельсиновый сок и что-то поесть. Как минимум половина полок с напитками опустела. На кассе мужчина жаловался, что перед ним покупательница взяла три защитные маски, а ему ничего не осталось. «Надо ведь установить какую-то норму». Со стенда с газетами и журналами на меня кричали заголовки бульварных газет: «Вирус, который захватит твой мозг», «Нейрошокер». Газета «Бильд» поймала самую суть: «Мы все чокнемся?»

Бредя домой, я представлял себе, что я останусь единственным разумным человеком, в то время как все остальное человечество «чокнется». В каком-нибудь научно-фантастическом триллере лучшим решением в подобной ситуации было уехать из города — в США наверняка сбежать в Скалистые горы, как тогда, на пороге двухтысячного, когда все боялись компьютерного сбоя. Надо оградиться и хорошо вооружиться, я должен был бы найти тех немногих из института Хелен, которые тоже обладали иммунитетом... Но я — не голливудский герой, и решил остаться с Хелен независимо от того, насколько «чокнутой» она станет.

Но уже через несколько дней Хелен снова встала на ноги. Хотя у нее и была немного повышенная температура, она чувствовала себя снова способной работать. Она решительно позвонила шефу, который уже снова был на посту. Может ли она еще рассматривать себя принадлежащей к институту? Если да, она может тотчас возобновить работу...

Шеф посоветовал ей немного поберечь себя. Временная возможность для сдерживания закончилась, теперь требовалась осторожная, основательная исследовательская работа. «Мы прошли через лихорадку, — добавил он загадочно, — забудем прошлое». Хелен не могла поверить, что ее прегрешения были забыты вот так по-философски и без последствий. «У бедняги, похоже, что-то повредилось», — резюмировала она с облегчением.

Посреди вирусного шторма, бушующего в мире, мы внезапно ощутили покой. Мы занимались цветами на балконе, которые уже давно страдали из-за нашей нерадивости, мыли подоконники, убрались в большом старом кухонном шкафу.

Хелен подстригла себе волосы, хотя луна совсем еще не убывала. Эту причуду, подстригаться под лунную фазу, она переняла от своей мамы откуда-то из Верхней Баварии. Естественно, она не верила в какие-то прямые влияния луны, но этому ничто ведь и не противоречило. А тут вот внезапно...

На удивление, она оказалась готова выбросить треснутые чашки, «ценные как память», среди них одна с трещиной, доставшаяся ей от старшей тети. Мы даже разобрали стопки книг в спальне.

— Что нам действительно нужно?

— Все, что запылилось, можно выбрасывать, — сказала она.

В гостиной, почти не переставая, работал телевизор. Временами у меня создавалось впечатление, что стиль ток-шоу изменился. Почти ни один аргумент больше не звучал так уверенно. Вместо этого говорилось: «Я предполагаю», «если мы предположим», «статистику можно толковать по-разному», «о воздействии инфекции в долгой перспективе нет никаких данных». Я приписал это всеобщей неуверенности после эпидемии.

Рюдигер послал мне статью обратно, как обычно с комментариями. «Для чего это безосновательное предположение про Первопричину и определителя констант? Подобные умозаключения ведь ничем нельзя доказать». Я был ошеломлен. Это было почти как ответ, который однажды математик и астроном Лаплас дал Наполеону. Наполеон спросил, почему Лаплас в своих книгах о небесной механике ни разу не упомянул творца. «Эта гипотеза мне была не нужна», — ответил ученый.

Вполне возможно, что «чокнутость» для всех означает разное — и Рюдигер был теперь «чокнутым» как-то особенно и даже знать уже не хотел, чего он тогда от меня требовал...

Я связался с Гэвином по скайпу и сообщил о перемене взглядов Рюдигера.

— Ты не думаешь, что это последствия нейровируса?

— Сначала это требуется доказать, — сказал Гэвин скептически. И затем выдал: его мать, с которой он все еще живет, фанатичная христианка, с момента начала лихорадки больше не молится. Я почти потерял дар речи...

— Может быть, вирус деактивировал ответственный за религию центр в мозге?

Гэвин оставался скептичен.

- «Божественный локус» — это всего лишь причуда Пфайфера. Только вчера в одном интервью ему пришлось признать, что он не смог обнаружить, развивается ли так называемый нейровирус именно там и изменяет ли что-то только в одном этом месте. Так что давай основываться на фактах!
- Но фактом было то, что в наших мозгах — за исключением моего! — что-то происходило. Может быть, — размышлял я, — мы сейчас переживаем подобие Всемирного потопа на нейроруровне? Если бы я в НЕГО верил, я бы мог сказать: ОН понял, что люди без веры могли бы жить лучше. Это ведь всего лишь божественное тщеславие, чтобы тебе молились. ОН теперь исправил ошибку, которую ОН сам и допустил, когда ОН — путем эволюции или как-либо еще — нас создавал.
- Мой драгоценный Аркадий, — писал Гэвин в ответ, — тебе не надо было становиться «чокнутым». Ты всегда им был.

На следующий день мы гуляли по нашему району с Хелен, которая еще была слаба и держалась за мой локоть. Люди выглядели так же, как месяц или год назад. Они ели на улице сосиски, оставляя пятна на своей одежде, они катили коляски через толпу, ехали на велосипеде через перекресток, покупали мороженое или опаздывали на поезд. Было хорошо увидеть так много свободной от паники нормальности.

Перед церковью, красивым красным кирпичным зданием, мы остановились. Я взошел вверх на три ступеньки к двери, открыл ее. Внутри была приятная тень. Наши шаги слабо отдавались от крыши с ее неоготическими гранями. Что я здесь искал? Хотел увидеть, живет ли ОН, которого не существует, все еще в своем доме?

- Здесь приятная прохлада, — сказал я, как бы извиняясь.
- Что ты ожидал увидеть? — веселилась Хелен. — Тезисы на двери? Призыв «Кто поможет нам реорганизоваться в районный культурный центр», написанный священником общины? Ничего не изменится.

Мы вышли, и пока брели по улице, я пытался представить себе мир без веры в высшее существо: никакого религиозного фанатизма, никаких молодых мужчин, горящих желанием взорвать себя и стать мучениками, — но в толпу они все равно скорее всего отправили бы со взрывчаткой на поясе своих сестер. Евангелические проповедники останутся без аудитории — или все станут слушать только веселые места, что давно уже стало распространенным. Политики, вступая в должность, больше не будут произносить слова присяги «да поможет мне Бог» — от них этого уже никто не будет ждать.



Вполне возможно, скепсис проник намного глубже, охватив и повседневные суеверия. Тогда люди откажутся от гороскопа, но перестанут ли они верить предвыборным обещаниям? Иммунитет против экстремизма и завышенных ожиданий от лотереи не лишит ли людей беспочвенных надежд, если они очень больны?

Я подумал о матери Хелен.

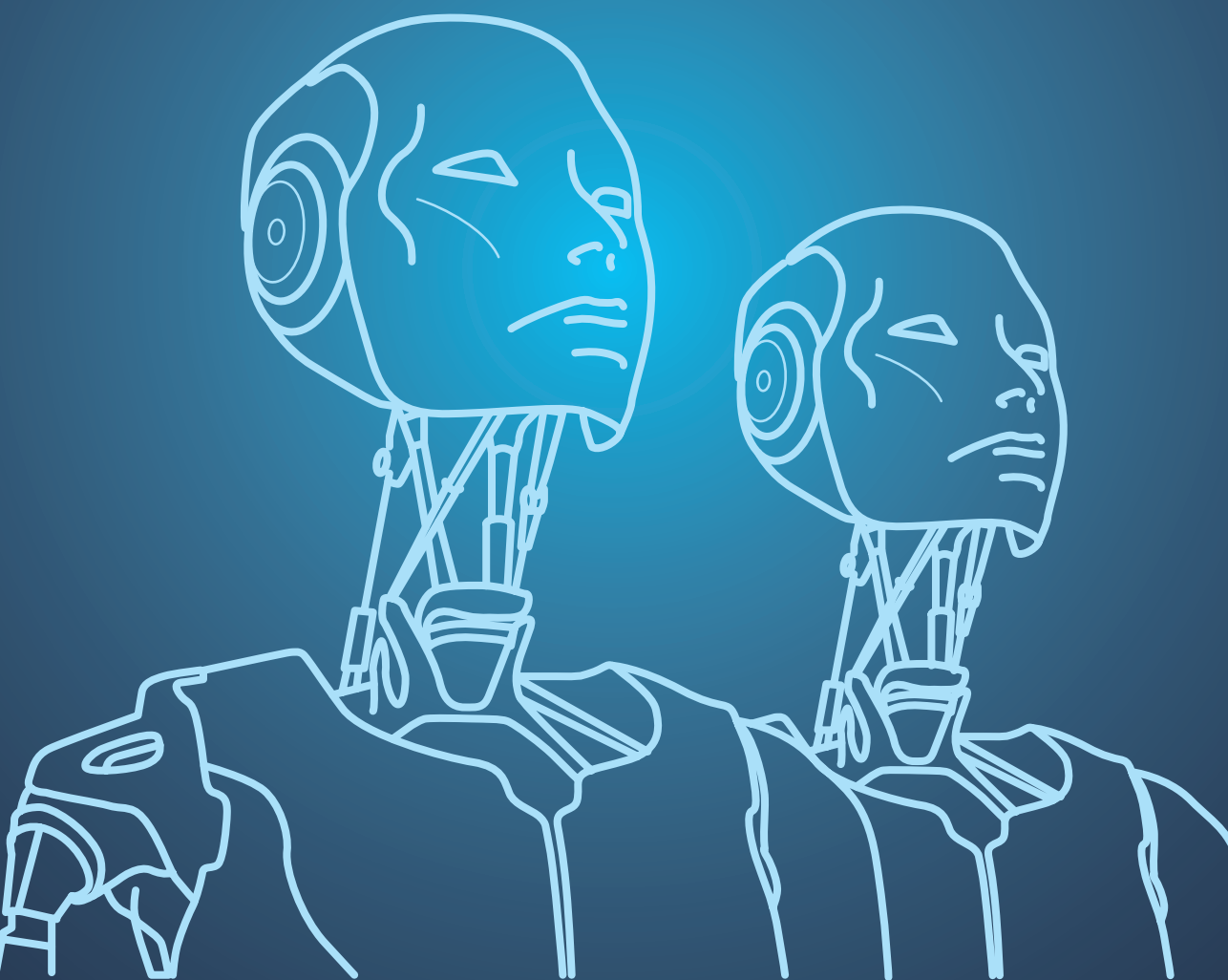
- Хелен, не надо было тебе сегодня навестить мать?
- Надо было бы... — кивнула она. — Но все равно, едва я уйду, как она уже забыла, что я была там.
- Но это, как ты всегда говоришь, твоя мать.

Она только пожала плечами...

Этой ночью мы первый раз оказались в постели с момента начала эпидемии. Так возбужден я не был давно. Но что-то меня смущало...

- Где твой амулет?
- А, та старая вещица. Я ее выбросила, такую тяжесть таскать... Ну, давай...

Она соблазненно улыбнулась мне, но мое возбуждение внезапно прошло. Он, которого не существует, сохранил ее для меня. Но это больше не была моя Хелен-с-амулетом.



# РОБОТОТЕХНИКА ЧЕРЕЗ ДВАДЦАТЬ ЛЕТ

*К давней мечте, выраженной коротким «вкалывают роботы, счастлив человек», мы сейчас близки как никогда. Что нас от нее отделяет и с какими вызовами человечество столкнется при ее реализации, рассказывает главный аналитик АНО «Модернизация» Эдуард Пройдаков.*

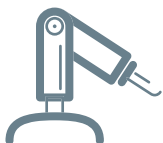
Люди устроены по-особому. Во многом они не столь разумны, как мы, роботы, поскольку их цепи в меньшей степени запрограммированы. Говорят, что это имеет свои преимущества.

*А. Азимов*

Робототехника — одна из тех областей науки и техники, которая, несомненно, будет определять будущее развитие цивилизации в ближайшие четверть века. Западный мир полностью осознает этот факт, что выражается в объемах частных и государственных инвестиций, направляемых в область робототехники. Сильнее ее на будущее может повлиять разве что только развитие биотехнологий.

Робототехника многолика, и с точки зрения теории инноваций она является одновременно подрывной инновацией, поскольку меняет соотношение ценностей на рынке; закрывающей технологией — ибо существенно сокращает потребность в ресурсах, включая человеческие ресурсы; а также прорывной технологией, так как содействует техническому прогрессу человечества.

## Ближайшая перспектива: роботизация всего



**Промышленная робототехника.** Дальнейшее развитие супериндустриального общества, то есть общества, в котором более 15% расходов при разработке нового изделия приходится на НИОКР, требует интеллектуализации производства — ускорения всех его стадий и снижения издержек. Достижение этой цели возможно через внедрение аддитивных технологий (3D-печати) и роботизации самого производства, что нашло отражение в широко популяризируемых концепциях Индустриализация 4.0 и Промышленный интернет вещей (IIoT). Например, в 2010–2013 гг. средний объем инвестиций в технологии робототехники в автомобильном секторе всего мира увеличивался на 30% в год. Внедрение промышленной робототехники связано в первую очередь с индустриализацией Китая (крупнейший покупатель этих устройств), нехваткой квалифицированных кадров в строительстве и промышленности, понижением статусности рабочих профессий в развитых странах и, как уже было сказано, — возможностью снижения издержек.

Сравнительно новой тенденцией сейчас стала разработка роботизированных систем, способных безопасно и эффективно работать в заводских условиях параллельно с людьми и продуктивно взаимодействовать с ними. Это направление уже вызвало появление инновационных легких роботов, а со временем станет одним из доминирующих в промышленной робототехнике.

В России уровень роботизации производства крайне низок: по оценкам Международной федерации робототехники, у нас в настоящий момент работают около пяти тысяч роботов, тогда как только в Евросоюзе он составляет 380 тыс., в Японии — 540 тыс., а в Китае, по прогнозу, в 2017 г. их станет 400 тыс. В течение ближайших 20 лет проникновение промышленных роботов способно практически полностью вытеснить рабочих с производства.

Но если промышленная робототехника имеет за плечами десятилетия развития, то являющиеся сейчас двигателями развития робототехники новые мощные рынки появились совсем недавно.



**Рынок беспилотных транспортных средств.** В первую очередь это касается автомобилей, но сюда же попадают и морские суда, строительная и сельскохозяйственная техника и др. Это наиболее перспективный в плане объемов продаж рынок. Первой рычок в данной области сделала корпорация Google, у которой 15 ее беспилотных машин уже наездили более 1 млн миль. За ней последовали и ведущие автомобильные компании — сейчас большинство автомобильных гигантов ведут разработки беспилотных версий своих машин. В России известна опытная разработка, которую проводит КАМАЗ с обещанием начать эксплуатацию своих беспилотных грузовиков уже в 2018 г.; есть и другие интересные проекты в этой области.

Можно ожидать, что промышленные партии таких машин появятся к 2020 году. При этом еще в течение довольно долгого периода под них будет создаваться нормативная база, приспособляться инфраструктура, создаваться сервисы. Однако через десять лет внедрение беспилотных транспортных средств будет происходить нарастающими темпами. К 2035 г. они составят уже десятки процентов от существующего автопарка.

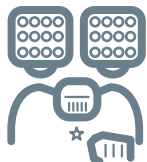
Как ни странно, отсутствие отечественных мобильных транспортных средств является серьезной угрозой информационной безопасности страны, так как работа автоматических пилотов импортных автомобилей завязана на облачные хранилища данных, что позволит разведслужбам собирать не только статистику большей части автоперевозок, но и видео дорожной обстановки.



**Рынок сервисной робототехники.** Домашние роботы, роботы-охранники, социальные роботы и др. будут востребованы по самым разным причинам — прежде всего из-за старения населения, потребности в надежном обеспечении личной безопасности, повышения уровня комфорта жизни и т. д. По количеству работ в области потребительской робототехники, где лидирует Япония, видно, что такие инновации востребованы и спрос на них будет расти. Этот рынок уже достиг массовости в части роботов-пылесосов. Следующий прорыв может быть в области кухонных роботов, самостоятельно готовящих еду. По прогнозам Международной федерации робототехники (IFR, International Federation for Robotics), уже к 2018 г. число сервисных роботов в мире может достичь 31 млн штук.



**Рынок медицинских и социальных роботов.** Их часто причисляют к классу сервисных роботов, но они гораздо более специализированы, на них распространяются многочисленные требования к материалам, электробезопасности и т. п., поэтому их следует отнести к отдельному классу. Среди таких роботов выделяют хирургические роботы, которые ассистируют при проведении операций либо проводят их под непосредственным управлением хирурга, но уже были операции, которые хирургический робот провел самостоятельно. Очевидно, что процент таких операций может расти, если не будет активного бойкота таких роботов со стороны врачей. Другие типы — роботы-медсестры, сиделки, аптечные роботы (доставляют лекарства пациентам). Важность медицинских роботов неоценима, поскольку они позволяют заменять людей в инфекционной среде, что особенно актуально сегодня в условиях самых разных эпидемий, когда роботы могут помочь избавляться от зараженных отходов или осуществлять базовые медицинские задачи, не подвергая врачей риску заражения; такие роботы снижают риск от различных проявлений «человеческого фактора» и повышают качество медицинского обслуживания населения. Из социальных роботов отметим роботов-сиделок для домашних больных и роботов-поводырей для слепых или людей с нарушением опорно-двигательных функций.



**Рынок роботизации вооруженных сил и силовых ведомств.** Сюда относятся все классы вспомогательных и боевых роботов: воздушные, морские, сухопутные, роботы для ведения гибридных войн и роботы для МЧС. Разработки активно ведутся уже несколько десятилетий во всех развитых странах мира с заметным увеличением расходов на НИОКР в последние годы. Роботизация различных родов войск, по прогнозам, достигнет к 2035 г. от 30 до 80%. По существу, преимущество будут иметь те вооруженные силы, у которых армия лучше роботизирована, имеет лучшее программное обеспечение и лучшие алгоритмы группового взаимодействия роботов. Развитие этого направления в России поддерживается Фондом перспективных исследований (ФПИ) и недавно созданными робототехническими центрами. Но если оно начало активно развиваться в части беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) — объявлено о наличии в вооруженных силах 1500 БПЛА, их сейчас имеют практически все сухопутные бригады и дивизии Российской армии, — то в применении сухопутных военных роботов успехи весьма скромные. Следует также заметить, что исследования и разработки в данной области должны поддерживаться не только на уровне государственных ведомств, но и быть значительно шире.

В декабре 2015 года объявлено о создании Национального центра развития технологий и базовых элементов робототехники под эгидой ФПИ. Он будет заниматься «организацией работ по развитию ключевых технологий производства робототехнических комплексов военного, специального и двойного назначения, разработкой эффективных компонентов робототехники российского производства и ряда других». Здесь важно отметить, что развитие этих видов роботов данным указом внесено в число приоритетных направлений развития науки, технологий и техники. Насколько высока будет его эффективность, покажет время, но резкое сокращение расходов на НИОКР, происходящее в настоящее время, не дает повода для оптимизма.



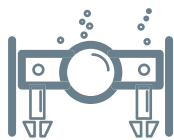
**Рынок сельскохозяйственных роботов.** Пока здесь виден коммерческий успех только роботов, выполняющих дойку коров (российских разработок здесь нет, хотя такие роботы сильно востребованы), но уже намечаются прорывы и по другим направлениям: полностью роботизированные теплицы и фермы, уход за полями, сбор фруктов и т. п. Роботизация сельскохозяйственных работ позволит существенно снизить производственные затраты. Через 20 лет это, в частности, вызовет существенное сокращение количества сельскохозяйственных рабочих.



**Рынок высокотехнологичных игрушек.** Этот сектор занимает от 5 до 10% от всего 80–100-миллиардного рынка игрушек. Основными игроками тут являются Япония и Китай (здесь более 600 фабрик игрушек). Производство роботизированных игрушек в 2016 г., по разным оценкам, достигнет уровня 3,5 млн шт. в год, из них 3 млн шт. — для образовательных целей.



**Рынок планетарных роботов.** В перспективе может быть сформирован к 2035 г., что позволит добывать дорогостоящее сырье на Луне и астероидах. Успешная посадка японского спутника на астероиде показала, что такие операции возможны. К концу 2030-х годов ожидается создание рядом стран своих лунных роботизированных баз (лунные программы Китая, Японии, США). Это, несомненно, даст толчок планетарной робототехнике и очередному витку геополитической борьбе переловых стран в космосе.



**Рынок подводных роботов.** Демографическая обстановка в мире, скорее всего, потребует через 20 лет массового внедрения в народное хозяйство подводных роботов для выращивания съедобных водорослей и для глубоководных горнодобывающих работ (такие разработки на Западе ведутся). Однако существуют опасения, что подводные роботы могут необратимо повредить глубоководные экосистемы, так как они еще плохо изучены. В России есть удачные разработки подводных роботов, которые проводятся отдельными группами на Дальнем Востоке, но нет системной организации таких работ в стране.



Наконец, одно из направлений робототехники, в котором ведутся работы, вызывающие, с одной стороны, наибольшие опасения, а с другой — обещающие очень быстрое развитие робототехники, — это **эволюционная робототехника**. Суть ее в создании роботов, которые могут самосовершенствоваться и приспосабливаться к новым ситуациям, порождая в следующем поколении более совершенные копии самих себя. Развитию этого направления очень способствует прогресс в области 3D-печати. С ее помощью робот может напечатать свою копию.

Сейчас трудно сказать, какие еще секторы робототехники могут выйти на первый план в следующие десятилетия. Это могут быть и экзоскелеты, и биопротезы, поскольку прогресс в данной области приведет к массовому их применению для социализации инвалидов. Возможность людям с ограниченными возможностями с помощью экзоскелетов и процесса киборгизации вести практически нормальную жизнь окажет влияние и на экономику, и на вопросы занятости таких людей. Развитие биоинтерфейсов привело к появлению нейропилотируемых роботов, т. е. роботов, управляемых сигналами, снимаемыми с мозга или мышц человека. Сейчас они используются в соревнованиях спортивных роботов, но, возможно, эти интерфейсы будут задействованы также и в роботах телеприсутствия.

Сложно прогнозировать, насколько будут востребованы рынком роботы телеприсутствия и роботы — копии реальных людей. Пока они позиционируются в узкой нише рынка робототехники, но в определенных условиях могут быть широко востребованы.

Трудно с большой уверенностью сказать, получат ли активное развитие биороботы, т. е. роботы, копирующие живых существ, в том числе и человека, и имеющие аналогичные с ним органы. Пока созданы только первые образцы таких роботов.



Мы сознательно не рассматриваем апокалиптический сценарий возникновения в 20-х годах этого века глобального экологического кризиса, хотя вероятность такого события отлична от нулевой. И если такой кризис случится — очевидно, что он одновременно существенно повысит спрос на роботов, но и изменит требования к ним и соотношения различных секторов.

Несмотря на бурное развитие и выглядящие радужными перспективы робототехники, очевидно, что на пути к всеобщей роботизации лежит множество проблем: и научно-технических, касающихся создания достаточно эффективных роботов, и социально-этических, вызываемых их широким распространением.

## Научные проблемы

В значительной мере научные проблемы, стоящие на пути робототехники, связаны с искусственным интеллектом. Сейчас это одна из самых популярных тем; центры по созданию ИИ растут, как грибы. Отметим, что сейчас мы живем в эпоху третьей волны интереса к ИИ. Первая волна (1950–1960-е гг.) была связана с работами по машинному переводу и игровым программам, вторая (1980-е) — развитие экспертных систем. Третья волна началась в конце 1990-х годов и обусловлена не только возросшей производительностью компьютеров, но и существенным продвижением по многим направлениям в области ИИ и программами роботизации ВС. С каждой новой волной существенно возрастает и их амплитуда. Спады, вызванные разочарованием от недостигнутых результатов предыдущих волн, разумеется, могут повторяться, но появление следующих волн неизбежно.

В январе 2013 г. президент США Обама и Европейский союз объявили о старте двух независимых проектов инженерного реконструирования мозга, которые получили многомиллиардное финансирование. Картрирование мозга — задача, сравнимая с проектом расшифровки генома человека и способная, подобно ему, кардинально изменить науку и медицину. Стоит напомнить, что, по ряду оценок, расшифровка генома человека обеспечила 3% прироста ВВП США. Кроме указанных выше проектов, подобные работы осуществляются в Китае, Канаде и в очень малой степени в России. Оценить все последствия решения этой задачи крайне трудно, они могут быть самыми фантастическими.

Предположение о том, что так называемый сильный ИИ — искусственный интеллект, сопоставимый по силе с интеллектом человека, — появится через пять лет,

слишком оптимистичны. Но совершенно ясно, что до 2035 г. будут решены базовые задачи ИИ и появятся роботы, способные в той или иной степени познавать окружающий мир, обучаться на основе полученных знаний, адаптироваться к меняющимся условиям и автономно принимать решения. Для решения большинства задач, лежащих в русле массовых профессий: продавцы в магазинах, официанты, охранники, шоферы, помощники по хозяйству и прочие, — этого уровня ИИ будет достаточно.

*Машинное обучение* приведет к росту популярности умных машин — роботов, автономных транспортных средств, виртуальных персональных ассистентов и умных советчиков, которые будут работать автономно или полуавтономно. Предшественниками таких машин сегодня можно считать такие функции, как Google Now, Microsoft Cortana и Apple Siri. И именно их развитие будет играть первостепенную роль для индустрии, хотя развитие физических машин — электромеханических роботов и других — тоже продолжится. Повышение интеллектуальных возможностей роботов также позволит им прочно занять позиции юристов, консультантов в различных предметных областях, партнеров в виртуальных мирах.

Важной частью ИИ являются компьютерные лингвистические технологии. Главные среди них — распознавание устной речи и машинный перевод в реальном времени. Обычный машинный перевод, несмотря на проблемы с качеством, уже широко используется; но только в последние годы появилась технология — «перевод на основе моделей», разрабатываемая российской компанией ABBYY Software, — которая способна существенно повысить качество перевода и достаточно легко и быстро создавать пары направлений перевода. К 2035 году на базе компьютерных лингвистических технологий станет возможен развитый речевой интерфейс с компьютерами и роботами и будет обеспечен перевод устной речи с любого языка на любой в реальном времени. Реализация такой задачи возможна в том случае, если создание требуемых технологий будет определено как российская или международная лингвистическая инициатива, ведь ликвидация языковых барьеров — необходимое условие создания единого человечества. Второе условие — обеспечение всеобщей связанности людей на планете — уже выполнено интернетом и беспроводными технологиями (сотовой связью).

*Распознавание эмоций.* Для многих классов роботов (сервисных, медицинских, охранных) необходимо уверенное распознавание психологического состояния человека, т. е. роботы должны распознавать эмоции человека. Для лучшего взаимодействия роботов с людьми роботы также должны моделировать мимику своих лиц, движения губ (липпинг), эмоциональную окраску речи. Для решения

этой задачи необходимо проведение комплексных НИОКР с участием психологов, лингвистов, робототехников, программистов и др. Подобные работы в России не проводятся.

*Групповое взаимодействие роботов.* Разработка эффективных методов объединения усилий многих роботов для успешного выполнения задачи крайне важна не только в военной робототехнике, но и для действий роботов в случае чрезвычайных ситуаций, сложных производственных заданий, в строительстве, сельском хозяйстве, для сложных действий в домашнем хозяйстве (например, для помощи при переезде, перемещении людей с физическими недостатками и т. п.). Алгоритмы такого взаимодействия разрабатываются давно, но общих решений пока нет.

Для успешного развития робототехники необходима новая полупроводниковая или оптическая элементная база — высокопроизводительные процессоры и микроконтроллеры. При этом наибольшего успеха достигнут те страны, которые создадут процессоры нового поколения и с принципиально новой архитектурой. Должны быть решены следующие проблемы:

- энергоэффективность. Здесь движение идет по встречным направлениям — увеличение емкости источника питания и уменьшение энергопотребления электроникой и электромеханикой робота;
- существенное повышение производительности бортовой вычислительной системы робота для распознавания образов, речевого интерфейса, когнитивных вычислений и управления исполнительными механизмами робота.

В части новых процессорных архитектур перспективное направление, которое имеет большие шансы развиваться за грядущие 20 лет и быть полезным для развития робототехники, — нейроморфные микросхемы, предложенные корпорацией IBM.

## Технические проблемы

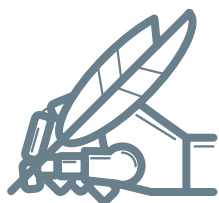
Робот — это очувствленный компьютер, обладающий исполнительными механизмами (эффекторами). Проблемы очувствления роботов решались постоянно и постепенно по мере появления соответствующих технических средств, и с этим связан основной набор существующих технических проблем.



**Зрение.** Глаз человека имеет разрешение примерно 20 мегапикселей. Соответственно, его стереозрение — 40 мегапикселей. Современные средства уже обеспечивают такие параметры съемки, но есть проблемы с обработкой поступающего видеопотока. За грядущие 20 лет здесь ожидается существенный прогресс, и, таким образом, возможности роботов по зрению приблизятся к возможностям зрения человека.



**С системой слуха** основная проблема — распознавание зашумленной спитной речи. Решение этой задачи важно не только для робототехники, но и для многомиллиардного рынка программ автоматического перевода. Прогресс в развитии таких систем виден, но он скорее эволюционный, без явных прорывов, поскольку нет достаточного понимания, как устроен слух у биологических существ. Тем не менее, поскольку количество НИОКР в данном направлении растет, к 2035 году можно ожидать качественных изменений. Роботы в это время будут обладать развитым речевым интерфейсом, что должно дать громадный толчок сервисной робототехнике.



**Тактильные интерфейсы.** Как ни странно, у современных роботов сейчас нет хороших рук. Для этого при конструировании рук робота нужно решить не только вопросы механики, быстрого построения траекторий движений и контроля движений рук, но и создать развитую систему тактильных датчиков для определения касания пальцев, силы их сжатия, температуры захватываемого предмета и других параметров. Опять же, работы в этом направлении — создание тактильной кожи — идут, и первые результаты появились. Так как запрос на такие разработки есть уже сейчас, то через двадцать лет задача будет решена.

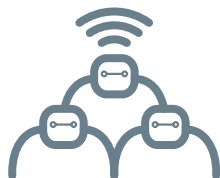


**Искусственные мышцы.** Решение многих задач при создании роботов сильно упростится, если будут созданы искусственные мышцы. В частности, это важно для управления выражением лица антропоморфного робота, движения губ, создания биопротезов, скелетов и т. д.



**Источники питания.** Емкость батарей для мобильных роботов должна быть увеличена в десятки раз, чтобы обеспечить достаточную (десять часов) работу без подзарядки. Но так как проблема существенна не только для робототехники, но и для электромобилей, гаджетов,

мобильных компьютеров и многих других направлений, скорее всего она будет решена в ближайшие 5–10 лет.



**Дополнительная нагрузка на интернет.** Многие задачи роботы уже сейчас решают через интернет. При этом потребляемые ими ресурсы гораздо выше и разнообразнее, чем у интернета вещей (IoT). Эта тенденция будет нарастать, и к моменту массового распространения роботов потребляемые ими ресурсы интернета могут потребовать удвоения его вычислительной мощности и увеличения на порядки пропускной способности коммуникационных сетей. Помимо использования облачных вычислительных ресурсов, очевидно, что для повышения эффективности будут созданы сервисы, которые позволят роботам обмениваться информацией между собой, в частности для обучения новым навыкам, для организации групповых действий, например сопровождения передвижения людей с ограниченными физическими возможностями, при возникновении чрезвычайных ситуаций и т. п. При развитии систем с сильным ИИ можно представить себе развитие социальных сетей для роботов и тому подобных сетевых активностей. Это пока область фантазий, но сейчас такие времена, когда самые невероятные фантазии очень быстро превращаются в действительность.



**Надежность.** Как и любое устройство, роботы требуют технического обслуживания. Оно может стать одной из серьезнейших проблем при массовом внедрении роботов, и с этим уже сейчас столкнулись в Китае — трудности организации технического обслуживания и ремонта, отсутствие необходимых технических средств и, самое главное, отсутствие специалистов.

## Экономические и социальные проблемы

Итак, представим, что активно идущая роботизация ведущих стран мира состоялась. Как это повлияет на бизнес и общество?

Внедрение роботов в различные сферы жизни людей постоянно расширяется. Так, в 2014 году в третий раз подряд был установлен очередной рекорд по глобальным

продажам роботов. Поставки выросли на 29%. За последнее десятилетие себестоимость роботов уменьшилась на 27%, а в ближайшие годы ожидается ее дальнейшее сокращение еще на 22%. Ожидается, что в следующее десятилетие совокупные темпы развертывания роботов будут расти более чем на 10% в год.

Мотивация этого процесса — замена людей там, где присутствует массовый ручной труд. Избавление от людей с «простыми» профессиями дает очевидный эффект: робота можно включить на один час или не выключать его в течение целых суток, можно дать ему команду работать медленнее или в несколько раз быстрее. В итоге бизнес обретает совершенно новые экономические возможности, не страдая от постоянно ужесточающегося для работодателя трудового законодательства. Уже сейчас использование роботов считается рентабельным при условии высвобождения одним роботом двух работающих и его полной амортизации за период до трех лет.

Внедрение промышленных роботов может существенно повлиять на мировую экономику, поскольку позволит вернуть производство из азиатского региона в США и Европу, куда оно было переведено из-за дешевизны рабочей силы.

Интересно мнение управляющего партнера венчурного фонда Deep Knowledge Ventures Дмитрия Каминского: «Мы стоим на пороге новой технологической революции, когда бизнес будет мигрировать из физического мира в виртуальный. Причем произойдет это очень скоро: не позже, чем через 10 лет, большая часть ВВП в развитых странах будет производиться роботами. Они вытеснят „синих воротничков“ из производства, а всяческого рода системы искусственного интеллекта заменят многих „белых воротничков“, по крайней мере в финансовой индустрии. Совершенно не факт, что в этой экономике главную роль будут играть США и Китай. Как показали наши недавние исследования, США сильно отстают в ряде областей из-за внутренней зарегулированности и ряда других проблем».

По прогнозу, представленному в подготовленном АСИ и МШУ СКОЛКОВО «Атласе новых профессий», к 2030 году исчезнут 67 профессий и возникнут 186 новых. Сейчас трудно прогнозировать соотношение между новыми и старыми профессиями, но уже понятно, что:

- появление новых профессий не обеспечит возможность переквалификации большей части людей, потерявших рабочие места;
- новые профессии требуют создания специализированных центров обучения и перестройки самой системы профессиональной подготовки с переходом от унификации к подготовке небольших групп специалистов достаточно узкого профиля.

На этапе становления гигантской робототехнической индустрии в мире будут созданы десятки миллионов рабочих мест в разработке, производстве, продаже и обслуживании роботов. Так, к 2025 году интеграция беспилотных систем должна привести к созданию 100 тысяч новых вакансий, причем примерно треть из них будет относиться к высокооплачиваемой категории. На производстве будут трудиться роботы, но при этом роботизация уже привела к созданию в мире 10 млн рабочих мест. Однако важно не забывать, что затем эти рабочие места будут заменяться роботами и количество рабочих мест для людей снова резко сократится.

Существуют оценки, связанные с широким внедрением беспилотных автомобилей. Первое ожидаемое изменение — кардинальное преобразование, вплоть до исчезновения рынка автострахования. Его объем оценивается в 200 млрд долл., но это еще и миллионы рабочих мест.

По многим прогнозам, в результате применения роботов в сфере производства товаров и услуг исчезнут сотни миллионов рабочих мест. Наиболее уязвимы работники, занимающиеся физическим трудом. Роботы могут заменить также пограничников и таможенников. Первые шаги в этом направлении уже сделаны: роботы внедряются в процесс оформления туристических виз, физической охраны границ. Такие системы уже разрабатываются в Израиле и Южной Корее. Созданы первые роботы-надзиратели для тюрем. Их задача — распознавать агрессивное поведение заключенных и оказывать им помощь в трудных ситуациях. Существенно ниже риск для профессий, требующих специализации и экспертных оценок, для работников творческих профессий. Это такие специальности, как артисты, художники, менеджеры, врачи, парикмахеры, косметологи.

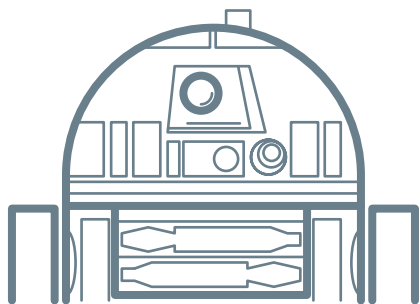
К еще более серьезным выводам пришли ученые Оксфордского университета, которые провели в 2015 г. исследование совместно с Институтом Номура в Японии. Они утверждают, что уже в ближайшие 10–20 лет роботы с ИИ смогут выполнять 235 из 601 вида работ, которыми сейчас заняты примерно 25 миллионов японцев (49% всех жителей страны).

Сотрудники Варшавского института экономики также проанализировали европейские страны, которые на наиболее значительном уровне столкнутся с проблемой потери рабочих мест в результате роботизации. В первую очередь данная проблема будет наиболее актуальна для Польши, Венгрии и Словакии. По предварительным оценкам Института, роботизация в этих странах приведет к 35–36-процентному сокращению рабочих мест. Далее — Италия, Испания и Португалия. Здесь следует обратить внимание на то, что неравномерный рост безработицы в разных странах вызовет большой рост трудовой миграции населения, которую будет довольно трудно ограничить.

# Этические проблемы

ПОПЫТКИ ОПИСАТЬ ПРАВИЛА ПОВЕДЕНИЯ РАЗУМНЫХ РОБОТОВ ПРЕДПРИНИМАЛИСЬ ФАНТАСТАМИ НЕОДНОКРАТНО, НО НАИБОЛЕЕ ЗНАМЕНИТЫ, БЕЗ ВСЯКОГО СОМНЕНИЯ, ТРИ ЗАКОНА РОБОТОТЕХНИКИ, ВПЕРВЫЕ ПРЕДЛОЖЕННЫЕ В 1942 ГОДУ АЙЗЕКОМ АЗИМОВЫМ В РАССКАЗЕ «ХОРОВОД».

*Позднее Азимов добавил к этим законам Нулевой закон: «Робот не может причинить вред человечеству в целом». Техническая реализация этих законов в настоящее время невозможна — и будет невозможна еще довольно долго.*

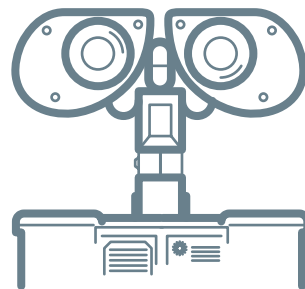


## Какой должна быть этика общения человека с роботом?

Известна проблема личной привязанности хозяев к своим роботам. Многочисленные эксперименты и наблюдения за людьми, так или иначе взаимодействующими с роботами, показывают тенденцию: чем больше робот похож внешне на человека, тем сильнее может быть привязанность.

Это проявляется не только для антропоморфных роботов. Например, американские солдаты, использующие роботов для разминирования, давали им имена, а в случае уничтожения или выхода из строя робота даже проводили церемонию похорон. Солдаты признавались, что воспринимали этих роботов как настоящих боевых товарищей.

С расширением внедрения роботов в повседневную жизнь будут развиваться всевозможные роботозависимости, например желание определенных типов людей общаться только с роботами



## Какой должна быть этика общения робота с человеком?

В настоящее время роботы не обладают самосознанием, и не создан еще робот, который бы представлял себе даже самые простые последствия своих действий. С другой стороны, машины становятся быстрее, разумнее, мощнее, так что необходимость наделить их моралью все более и более актуальна.



Чем сложнее, многофункциональнее и гуманоиднее будут становиться роботы, тем непредсказуемее станут связанные с ними моральные дилеммы и неоднозначные ситуации. Уже сейчас список всевозможных неудобных вопросов «про роботов» очень обширен. Вот только некоторые из них.

## 1 ЗАКОН

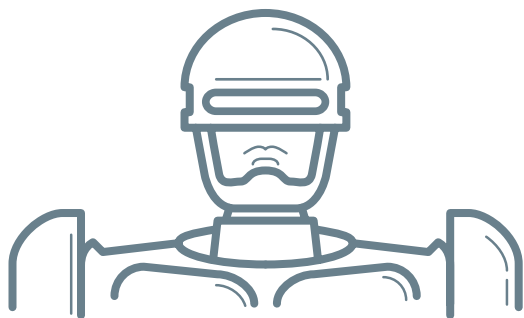
Робот не может причинить вред человеку или своим бездействием допустить, чтобы человеку был причинен вред.

## 2 ЗАКОН

Робот должен повиноваться всем приказам, которые дает человек, кроме тех случаев, когда эти приказы противоречат Первому закону.

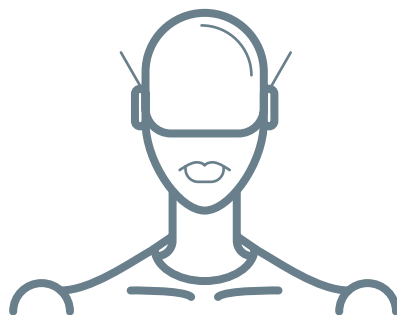
## 3 ЗАКОН

Робот должен заботиться о своей безопасности в той мере, в которой это не противоречит Первому и Второму законам.



### Считать ли робота, обладающего ИИ, личностью?

Сейчас перед обществом, к счастью, этот вопрос не стоит, но при развитии систем с ИИ он будет требовать все больше внимания. Архитектура современных компьютерных систем только начинает осваивать такие понятия, как самосознание (ощущение системой посредством датчиков своих параметров, самодиагностирование и самопереконфигурирование при обнаружении неисправностей). Они необходимы в первую очередь для уменьшения эксплуатационных расходов и обеспечения надежности систем. В машинах следующих поколений могут появиться и гораздо более развитые механизмы, связанные с выделением достаточных объемов памяти для хранения истории действий робота и рефлексии его на эти действия. Однако прогресс в области компьютерных архитектур за последнее десятилетие несколько замедлился, а в США подобные работы засекречены.



### Допустим ли робот в роли сексуального партнера?

Работы над созданием роботов, которые могут исполнять роль сексуального партнера человека, ведутся уже сейчас, особенно активно они проходят в Японии. В случае успеха таких роботов неизбежно возникнут и связанные с этим различного рода моральные проблемы.

В итоге обществу придется выбирать между массовой безработицей с ее спутником — резким разделением общества между занятыми и безработными/эпизодически работающими — и новым подходом к самим понятиям труда и занятости. Что неизбежно повлечет за собой полную перестройку устройства социума и культурных ценностей.

Есть исторический пример решения похожей задачи — Польша в 70-е годы прошлого века. Там ограничили создание крупных сельскохозяйственных предприятий только тяжелыми для обработки землями, а населению раздали участки земли площадью до четырех гектаров и таким образом трудоустроили население, которое могло превратиться в армию безработных. Только, чтобы применить этот рецепт, придется найти область, оставшуюся не захваченной роботами.

## Правовые проблемы

На технологическом симпозиуме в Массачусетском технологическом институте (MIT) генеральный директор SpaceX Илон Маск назвал роботов «самой большой угрозой для человечества» и призвал к установлению национального и международного регулирования исследований искусственного интеллекта. Отметим, что основной массив возникающих вокруг роботов юридических проблем носит международный характер.

В первую очередь на повестке дня юридические проблемы, возникающие при применении боевых роботов. Эксперты отмечают, что «безлюдные системы» радикально обезличивают войну, создавая не просто физическую, но и психологическую дистанцию, из-за чего слишком легко можно забыть, что с обеих сторон — живые существа. Во время боевых действий возникает много трудных вопросов: например, как надежно отличить гражданских лиц от военных? Что делать, если противник прикрывается гражданскими лицами? Ответы на них может дать прежде всего практика военного применения боевых роботов.

При этом, скорее всего, станет ясно, что использование вооруженных и полностью автономных роботов не поддается регулированию и должно быть полностью запрещено. Сделать это уже сейчас призывают многие международные группы. Наибольший резонанс вызвало открытое письмо с призывом к введению такого запрета; его подписали многие известные ученые, специалисты в области искусственного

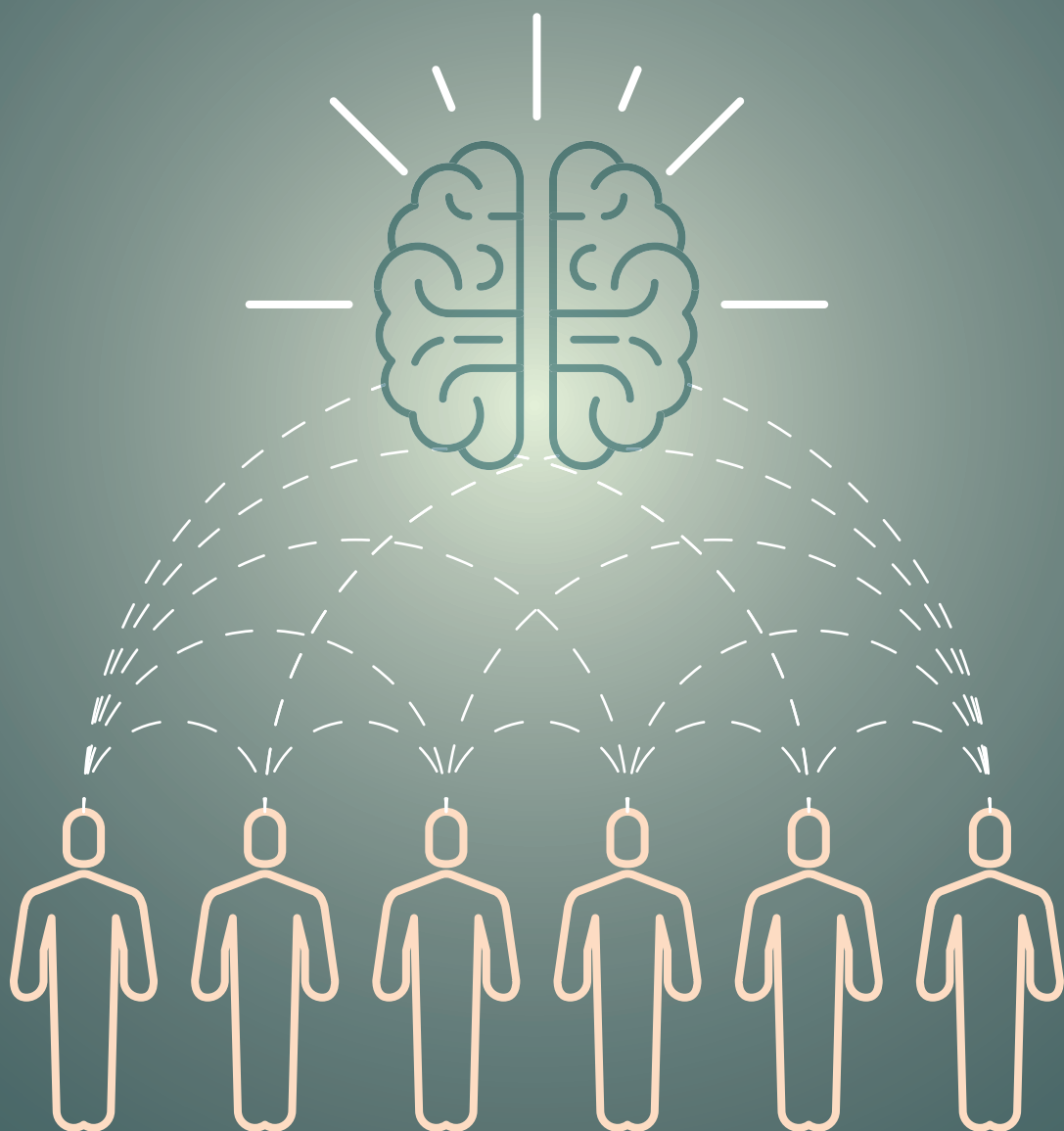
интеллекта и предприниматели, в том числе Стивен Хоукинг, Илон Маск и Ноам Хомски. Однако существует мнение экспертов, что автономные роботы будут одной из важнейших технологий XXI века, а инвестиции в них являются катализатором развития новых технологий.

Широкое применение всех видов роботов первоначально вызовет всплеск их похищений, а также криминальное применение определенных видов роботов. Уже сейчас дроны и коптеры широко применяются для переправки через границу контрабанды и наркотиков. Кражи роботов потребуют обязательного введения их уникальной маркировки производителями, систем регистрации принадлежности робота определенному владельцу, ведения операционной системой робота журналов его действий (журналирование), а для медицинских, мобильных, охранных, некоторых видов сервисных роботов — видеорегистрации действий и окружения. В области гражданского права основной вопрос, который должен быть юридически решен: кто в конкретном случае должен нести ответственность за действия робота — он сам, владелец или производитель?

С развитием систем с ИИ возникают и принципиально новые юридические вопросы, для решения которых у человечества нет никаких прецедентов, поскольку будущее — это в том числе и новая этика равенства и неравенства; и, раздавая право «личности» направо и налево, западный мир прямо сейчас столкнулся с тем, что настало время дискутировать о правах роботов. Один из важных вопросов — имеет ли робот право на самозащиту?

В настоящее время создаются различные группы, которые начали заниматься вопросами применения роботов. Так, группа ученых, инженеров и специалистов по этике из разных стран создала в Лондоне Фонд за ответственное использование робототехники (Foundation for Responsible Robotics — FRR), который пытается заставить власти и бизнес обратить внимание на влияние роботов на общество — от рисков массовой безработицы до нарушения прав человека.

С нарастанием проблем количество таких групп, фондов, движений будет нелинейно расти. Тематика робототехники постепенно начнет входить в программы политических партий, занимая в них все более заметное место.



## ПОЛЮШКО-ПОЛЕ

*В ближайшие годы есть все шансы стать свидетелями прорыва в области нейротехнологий. Обратить внимание на то, какой пласт социальных проблем он может поднять, попробовал в своем рассказе известный российский фантаст **Евгений Лукин**.*

— Либераст!!! — Звонкое, как пощечина, слово выскочило из открытых дверей бара в пустой актовый зал и, отразившись от стен, разлетелось на мелкие отголоски.

Я приостановился. Похоже, братья-писатели опять превращают мирную попойку в политический митинг.

— Кто либераст?  
— Ты либераст!  
— Я — либераст?!  
— Всем низкий поклон, — сказал я, входя. — И кто у нас тут либераст?  
— А вот он либераст!  
— Сам ты либераст!

Я оглядел коллег, коих за обеденным столом насчитывалось ровно двое.

Прозаик Блудов. Неуклюж. Губошлеп. Симулируя деревенское происхождение, прикидывается слабоумным. А может, уже и не прикидывается даже. Привычка, знаете, вторая натура.

С легкой руки Ивана Алексеевича Бунина принято думать, что истинный писатель обязан обладать зоркостью, чутким слухом, тончайшим обонянием. Блудов —

дальтоник с хроническим насморком, легкой глухотой и усеченным словарным запасом. Однако все перечисленное уравнивается главным его достоинством: Блудов пишет правду.

Второй — лирический поэт Леха Тушкан. Недавно закодировался, и это, поверьте, трагедия. Ибо что может быть противоестественнее трезвого антисемита! В итоге зол на всех, а на меня в особенности — за дружбу с Ефимом Голокостом.

М-да... Если в ряды либеральной интеллигенции уже и таких верстают, значит, до тотальной мобилизации рукой подать.

— А почему он либераст? — спрашиваю Тушкана.

— Он не любит русский народ! — патетически восклицает Леха.

Внимательно смотрю на обиженно отдутые губы Блудова.

— Странно... — говорю. — Вроде ко мне он всегда хорошо относился...

И это правда. Отношения у нас с Блудовым неплохие. Дело в том, что мою ненависть к городу он сплошь и рядом принимает за любовь к деревне.

— А ты тут при чем?

— Так я и есть русский народ, — объясняю, присаживаясь.

— Не показывай на себе — сбудется... — мстительно изрекает Леха Тушкан.

Памятлив, однако. В прошлый раз я поймал его на эту фразу, когда спорили о Пушкине. Жарко спорили. Как будто в Союз писателей Александра Сергеевича принимать собирались. И Леха имел неосторожность выразить жестами величие пушкинского таланта.

Окоченевший от обиды прозаик Блудов внезапно являет признаки жизни: смотрит на меня, на Леху.

— Знаешь, кто либераст? — угрюмо вопрошает он. — Вот кто!

И тычет в мою сторону.

Я усмехаюсь.

Ни тот ни другой, разумеется, и понятия не имеют о том, что таится у меня в правом кармане пиджака.

\*\*\*

Долгое время чемпионом по рассеянности среди гениев заслуженно считался Норберт Винер. А потом явился на свет Ефим Григорьевич Голокост и всех затмил. Знаете, как он женился?

Однажды пришла к нему дама; причем, согласно легенде, ничего личного, вполне деловой визит. Галантный хозяин встретил гостью в прихожей, помог снять пальто (сам по обыкновению витая в облаках), затем по инерции расстегнул блузку, совок юбку... Когда спохватился, приятно удивленная дама была уже в одних колготках.

Естественно, что как честный человек он просто обязан был на ней жениться. Брак, кстати, не удался. Жить с великим изобретателем уровня Теслы, сами понимаете, не каждой женщине по силам. Тем более что способы, с помощью которых Ефим Григорьевич пробовал наладить гармонию в быту, неизменно поражали своеобразием и неожиданностью решения.

Позвонивши вчера в дверь давнего своего знакомого, я опять застал его в полной прострации. Мировая скорбь глядела на меня с порога выпуклыми темными глазами.

— Что-нибудь случилось, Фима?

Голокост траурно кивнул и отступил, пропуская меня в квартиру. Почуввав недоброе, я первым делом бросил опасливый взгляд на стену прихожей, где висел политбареометр — самое, пожалуй, зловещее из Ефимовых изобретений. Однако длинная тонкая стрелка устройства если и приблизилась к отметке «революция», то на полделения, не больше.

— А-а... — догадался я наконец и скроил сочувственную мину.

Три траурных кивка в ответ.

Стало быть, догадка моя верна. Отчаявшись найти общий язык с супругой, Ефим Григорьевич на прошлой неделе сконструировал очередной приборчик. С виду портсигар портсигаром, а по сути — довольно мощный генератор социального поля. Стоит включить, как начинается процесс слипания отдельно взятых человеческих личностей в единое целое.

Нет-нет, никакой политики! Собирая данное устройство, Голокост преследовал исключительно личные цели — хотел, так сказать, затянуть супружеские узы потуже.

- И что?!
- Ушла к соседу... — мрачно сообщил изобретатель.
- Насовсем?!
- Наверное...

Что ж, если вдуматься, все правильно: слипание происходит хаотично, абы как — и трудно сказать заранее, кто с кем слипнется. В любом случае утешать Ефима не стоило. Неплохо изучив его за время нашего знакомства, я понимал, что расстроен он не столько утратой супруги, сколько неудачей эксперимента.

- Выключить не пробовал?
- Выключил сразу, что толку? — последовал унылый ответ.
- Но поле-то — исчезло!
- Поле — исчезло! А сосед остался...
- И что ты теперь собираешься делать? — небескорыстно любопытствовал я. — С этим своим прибором...

Голокост трагически вскинул плечи. Наверняка отправит в кладовку, где много уже чего пылилось подобного.

- Слушай, а подари мне его!
- Да пожалуйста...

И, пока Ефим не передумал, я взял со стола похожую на портсигар вещицу и сунул ее в правый карман пиджака.

\*\*\*

Раздробился народ, озлобился... Когда это было такое видано, чтобы два литератора, сойдясь за рюмкой водки (пусть даже одной на двоих, поскольку Леха в завязке), сразу со склоки начали! Обычно как? Быстренько поклонятся в любви — и давай перемывать косточки отсутствующим коллегам! А тут с лету политику друг другу шьют, только что в драку не лезут...



Причина, как мне иногда кажется, ясна. Оставшись в одиночестве и, упаси боже, задумавшись, человек обязательно усомнится в том, во что свято верил при свидетелях. Спасение одно: быстренько найти несогласного, затеять с ним ругань — и чем она яростней, тем быстрее вернется ощущение собственной правоты. Нечто подобное мы обычно видим на ток-шоу.

Нет, не зря я позаимствовал у Голокоста его изделие. Надо, надо как-то восстанавливать людское единство, хотя бы в пределах Союза писателей. Ефим, конечно, гений, но, на мой взгляд, беда его в том, что неправильно он использует свои изобретения. Да и не он один. Взять электричество. Ведь сколько веков подряд считалось, будто оно только для фокусов и годится: бумажку примагнитить, искорками потрещать...

Заказал я стопочку и, предвкушающе огладив потаенный в кармане приборчик, стал ждать, когда народу в баре поприбавится.

Время было обеденное. В бар заглянула сильно располневшая от постов детская писательница Стенькина и с беспокойством оглядела присутствующих. В прошлом году она издала книжку о зверятах «Выдрочки» и с тех пор считала всех своих коллег-литераторов похабниками и зубоскалами.

При виде ее поэт с прозаиком примолкли, перестали обзывать друг друга либерастами и, посопев, спросили у барменши по котлете с гречкой.

Затем в актовом зале гулко грянули зычные, неотвратимо приближающиеся голоса — и вскоре в бар вторглись два сильно враждующих одностаничника: Захар Чертооседлов и Кондрат Односисий. Первый идеологически представлял собой белое казачество, второй — красное.

— Ахóшпос?.. — страшно кричал Кондрат, заголая zenки. — Ахóшпос?..

Присутствующие взглянули на него с привычным ужасом, однако сегодня мордень буйного Кондрата скорее пылала весельем, нежели гневом.

— А хошь посмеяться? — одолел он наконец фразу.

Уяснив, что на фронтах гражданской войны перемирие, а стало быть, свары в данный момент не предвидится, все выдохнули и вернулись кто к еде, кто к закуске. Я поднялся и, извинившись, покинул бар — настроить приборчик.

Как уже было сказано, изделие имело сходство с портсигаром, что, впрочем, неудивительно, поскольку за основу конструкции Ефим взял именно портсигар. Откинув латунную крышку, я обнаружил под ней штук восемь пальчиковых батареек и пару-тройку чипов... или как там эта чепуха называется? Спаяно все наспех, ничего не понять, зато отчетливо различим переключатель с процарапанными иголочкой цифрами от нуля до четырех. В данный момент рычажок пребывал в нулевой позиции.

Стоило его тронуть, разноголосица в баре оборвалась, и палец мой испуганно отдернулся. На всякий случай я выждал несколько секунд. Из отверстого дверного проема доносилось лишь неловкое покряхтывание. Видимо, все-таки не прикосновение к регулятору было причиной этого краткого безмолвия — просто, надо полагать, красный казак Кондрат Односисий привел в исполнение свою угрозу рассмешить.

Наконец, к сотрапезникам вернулся дар речи — Стенькина попросила передать ей солонку. Успокоившись, я перевел рычажок на единичку, защелкнул латунную крышечку и, спрятав устройство, вернулся в общество.

\*\*\*

Кондрат сидел бука букой — шутки не понимают. Увидев меня, оживился, повеселел.

— У татарина — что у собаки, — немедленно оскорбил он мое национальное достоинство, — души нет — один пар!

Следует пояснить, что, по словам бабы Лели, среди моих предков затесался крещеный казанский татарин, о чем я однажды имел неосторожность проговориться.

Но и за мной тоже не заржавело.

— У наших казаков обычай таков, — бодро ответил я поговоркой на поговорку, — поцеловал куму — да и губы в суму!

В отличие от прочих мы с Кондратом обмениваемся колкостями скорее из спортивного интереса, не вкладывая душу и не разрывая аорты.

— А как мы вас на Куликовом поле! — не отставал он.

— А мы вас на речушке Калке!

Чокнулись, выпили.

- Кстати, — вспомнил я. — Сделал вчера лингвистическое открытие. Слово «казак», во-первых, исконного происхождения, во-вторых, произведено от глагола. Ну сам смотри: верстать — верстак, тесать — тесак...
- Казать — казак?
- Вот именно! Стало быть, казачество — это то, что кажется. То есть глюк. Самый известный глюк российской истории...

Похоже, генератор социального поля, даже работая на единичке, и впрямь провоцировал общее примирение. Тема-то, согласитесь, скользкая, а все по-прежнему незлобивы, кушают с аппетитом, никто ни на кого не обижается...

Приятная эта мысль так и осталась незавершенной.

- Можно подумать, кроме казачества, и людей на Руси не было! — вспыхнул внезапно Леха Тушкан. — Беглые все! Соху бросит, семью бросит и айда на Дон в разбойнички — сабелькой махать!
- Слышь, ты, кацап! — окрылся Захар Чертооседлов. — Да если б не мы, кто б тебя тогда от турок защищал?
- Ага! Защищали вы там! — вмешался обидчивый прозаик Блудов. — Чуть державу не загубили! Не зря вас на Урале до сих пор Разиным отродьем кличут...
- На Урале?! Чья бы корова мычала! Пугачевщину вспомни!
- А кто Романовых на трон возвел? — запоздало взревел Кондрат Односисий, начисто забыв, что не пристало ему, красному казаку, ссылаться на свергнутое самодержавие.
- Вернулись поляки... — не устояв перед соблазном, язвительно продекламировал я. — Казáков привели...

Спыхватился, осекся. Ишь, рот раскрыл! Сиди, молчи и слушай — хотя бы ради чистоты эксперимента.

- Пошли сумбур и драки, — ликующе подхватил цитату Леха. — Казáки и поляки... Поляки и казáки... Нас паки бьют и паки... Мы ж без царя, как раки, горюем на мели...
- Так то ж воровские были казаки!
- А других и не бывает!

Тщетно детская писательница Стенькина пыталась вернуть беседу в идеологически правильное русло.

— Масоны! Это все масоны!.. — в отчаянии повторяла она, но кто бы ее услышал! Глотки и у казапов, и у казаков — луженые, а сама Стенькина изъяснялась в основном с помощью щебета. Прощебетала пятьдесят лет кряду. Потом разом погрузнела, устала, щебет стал глух и невнятен, но изъясняться по-другому она уже не могла.

В некотором замешательстве я раскрыл под столом портсигар. Рычажок по-прежнему стоял на единичке. Странно... Обычно изобретения Ефима Голокоста при всей их внешней простоте отличались надежностью и безотказностью. В чем же дело? Почему, вместо того чтобы сплотиться, все кинулись друг на друга? Хотя, с другой стороны, сплотились — и кинулись...

Слипание отдельных личностей воедино пошло, как видим, по этнической линии: станичники, отринув политические разногласия, стремительно ополчались против осмелевших лапотников. Про басурманов, с которых все началось, забыли, но кацап Леха (по глазам вижу) готов уже был примкнуть к писательнице Стенькиной.

— Три недоделанные нации! Хохлы, казаки и евреи! И качают права, и качают! Можно подумать, других не притесняли — только их...

Одно из двух: либо мне следовало вернуть регулятор в нулевое положение, надеясь, что склока угаснет сама собой (ох, сомнительно!), либо рискнуть и перевести рычажок на двойку.

Я решил рискнуть.

\*\*\*

На секунду все примолкли и, словно бы очнувшись, заново оглядели друг друга.

— Ты лучше скажи, за что вы моего деда раскулачили? — ни с того ни с сего проклокотал белоказак Захар Чертооседлов. — И расстреляли в тридцать седьмом!..

— Позво-оль!.. — взревел красный Кондрат. — Ты ж говорил, он у тебя под Сталинградом погиб!..

Действительно, до девяносто первого года Захар Чертооседлов утверждал, будто дед его защищал Сталинград и был убит фашистским снайпером; но потом

к власти пришла демократия и начала с того, что погасила Вечный огонь на Аллее Героев. Вы не поверите, однако уже на следующий день дедушка Захара оказался расстрелянным в тридцать седьмом за принадлежность к зажиточному казачеству.

Ладно, расстрелян — и расстрелян, да вот как на грех (лет через несколько) государство опомнилось и спешно принялось восстанавливать опрометчиво утраченные ценности: вновь запылал Вечный огонь, вновь замерли в почетном карауле школьники со скорлупками ППШ в руках — и растерялся Захар Чертооседлов, сам уже не зная, где же все-таки погиб его дедушка.

ППШ — пистолет-пулемет образца 1941 года системы Шпагина.

— Так у меня ж два деда было! — нашелся белоказак. — Один в тридцать седьмом, другой под Сталинградом...

И такое тут началось обострение классовой борьбы... Вдобавок слово «Сталинград» откликнулось в подсознании именем Сталина. Загомонили все. Равнодушных не осталось.

- А что сказал Черчилль? А?! Что он сказал? Сталин принял Россию с сохой, а оставил...
- Без сохи?
- С атомной бомбой!!!
- Да подавился ты своей атомной бомбой! Кто крестьянство уничтожил?
- Уничтожил?.. А вот те и уничтожили, кто вместо того, чтобы землю пахать, в писатели полезли!..

Получалось, что, усилив напряжение социального поля в нашем баре (и, как выяснилось впоследствии, не только в нем), я тем самым уменьшил число враждующих сторон, зато накалил обстановку. Раньше точек зрения насчитывалось как минимум три (антиказаки, антикацапы и антисемиты). Теперь компания раскололась надвое: одни — за коммунизм, другие — против.

- Вот скажут: ты умрешь, а Советский Союз возродится... — неистово гремел Кондрат. — Ни минуты не поколеблюсь, умру, но вы, суки, снова будете жить в Советском Союзе!
- Ну ты жук! Сам, значит, помрешь, а нам в Советском Союзе жить?!
- Тихо! Ти-ха!.. Ленин чему учил? Первым делом захватить почту, вокзал и телеграф...
- Да кому он сейчас нужен, телеграф? При интернете...
- А неважно! Телеграф — это символ! У кого в руках телеграф — тот и победил...

Итак, механизм явления, можно сказать, обнажился: перевод регулятора с цифры на цифру сплачивает людей в группы. Беда, однако, в том, что группы эти люто ненавидят друг друга... Хотя, позвольте! А если взять и перейти на следующее деление? По логике, две фракции должны слиться в одну. Браниться станет не с кем — и вот оно, долгожданное согласие!

Я снова раскрыл портсигар и решительно сдвинул рычажок.

\*\*\*

Как и в прошлый раз, все загнулись — возникла краткая пауза. Затем над стойкой взмыло разгневанное личико барменши.

- Вот вы тут орете, — бросила она в сердцах, — а через неделю нас, может, выселять придут!
- Откуда выселять?
- Отсюда! Из Дома литераторов!
- С какой это радости?
- А с такой радости, что племяннику вице-мэра помещение под офис потребовалось!
- Не имеют права! Мы — общественная организация!
- Союз художников — тоже общественная! И Союз композиторов — общественная! А выселили как миленьких!
- Сейчас Год литературы!
- Вот в честь Года литературы и выставят...

Бар взбурлил.

- Сволочи! Разворовали страну, разграбили! Все им мало!
- Беспредел! Одно слово — беспредел!
- Мочить их, козлов! — завопил кто-то пронзительнее всех, и лишь мгновение спустя до меня дошло, что это я сам и завопил.

Вздрогнул, огляделся со страхом. Вокруг налитые кровью глаза, криво разинутые орущие рты. Вот оно, единомыслие.

Но я еще владел собой, я еще был вменяем. Последним усилием воли заставил себя откинуть латунную крышечку, собираясь вырубить к едрене фене дьявольское

устройство, однако пальцы, вместо того чтобы перевести рычажок в нулевое положение, сами (клянусь, сами!) сдвинули его на четверку. То есть на максимум.

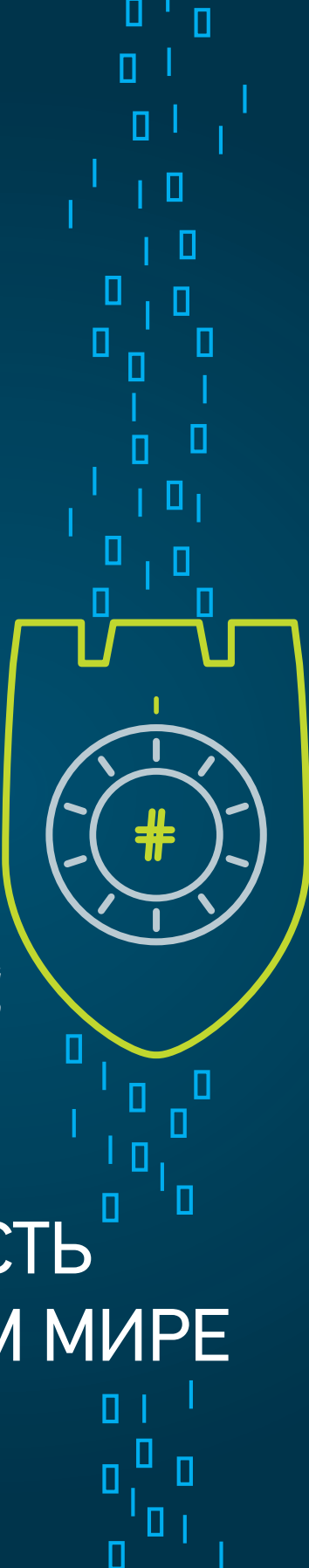
А дальше...

\*\*\*

А дальше, ваша честь, все представляется мне как-то смутно и обрывчато. Будто в бреду, ей-богу! Помню — вскочили, помню — рванулись к выходу, охваченные единым яростным порывом.

Улица была запружена народом. Асфальт — в осколках стекла, неподалеку — опрокинутый эвакуатор. Надо же! Крохотное ведь устройство, в портсигаре умещается, а накрыло весь квартал! Разъяренные люди выскакивали из арок, из переулков, потрясая кулаками, скалками, бейсбольными битами...

И кинулись мы всей оравой захватывать телеграф.



*Сегодня вопросы кибербезопасности все еще кажутся большинству людей экзотикой. Но на горизонте каких-то 10–20 лет именно они будут определять основы общественной безопасности. О том, как и почему, рассказывает генеральный директор компании Zecurion **Алексей Раевский**.*

# БЕЗОПАСНОСТЬ В ЦИФРОВОМ МИРЕ



Старый, теплый ламповый мир исчез. Ураганный темп развития информационных технологий превратил его в цифровой. Стало возможным то, что еще несколько лет назад казалось научной фантастикой. Нам доступна любая информация и любые услуги на кончиках пальцев — 24 часа в сутки, в любом месте, где есть хоть какая-то цивилизация, определяющаяся сейчас покрытием сотовых сетей. Это очень удобно, это экономит время и силы, это позволяет бизнесу получать больше выручки, создавать больше рабочих мест, платить больше налогов. Однако такая цифровая феерия неизбежно становится питательной средой для различного рода паразитов — хакеров, кибермошенников, кибертеррористов.

Уже сегодня общество терпит серьезные убытки из-за несовершенных технологий информационной безопасности и не повсеместного их использования. Например, в 2014 году ущерб российских компаний от утечек информации составил круглую сумму в 1 млрд долл., а объем рынка киберпреступлений в области только интернет-банкинга составил почти 10 млрд руб. Идет интенсивная обкатка кибероружия, которое может применяться как государствами, так и террористами. Причем применяться не только против военных объектов, но и гражданских — компаний, заводов, объектов инфраструктуры.

К 2035 году вопрос информационной безопасности общества должен решаться на совершенно ином уровне, чем сейчас, — в противном случае мы просто не справимся со всеми угрозами. При этом речь идет именно о гражданских технологиях

информационной безопасности. Государственные органы, которые традиционно отвечают за защиту государственной тайны, к сожалению, практически не проявляют активности в области защиты информации граждан и компаний, их частных данных, коммерческой тайны. Между тем безопасность — это важнейший аспект использования информационных технологий в обществе, и от того, насколько использование этих технологий безопасно, зависит эффективность деятельности базовых общественных институтов. Попытаемся более детально посмотреть, какие опасности будут подстерегать информационное общество через 20 лет.

Одним из наиболее популярных ИТ-героев в кино и литературе является искусственный интеллект. Хотя среди специалистов до сих пор нет однозначного понимания, что это такое, прогресс в данной области впечатляет. Вот пример: в 2014 году первая компьютерная программа прошла тест Тьюринга — специальный тест, созданный для того, чтобы отличить искусственный интеллект от естественного. Чатбот, написанный разработчиками из России и Украины, выдавал себя за 13-летнего одессита, и члены жюри не смогли определить, человек или программа общается с ними. Возможно, при ином составе судей и другой методике оценки программа могла и не достичь требуемого результата, но тем не менее успехи компьютерных ботов очевидны. В будущем программы научатся еще точнее моделировать поведение людей.

Со временем возросшие технические мощности и более точное копирование поведения человека позволят компьютеру симулировать активность десятков тысяч пользователей, самостоятельно писать новостные сообщения, комментировать их, спорить друг с другом. Понять, принадлежит сообщение человеку или компьютеру, будет практически невозможно.

Сети подобных ботов будут успешно формировать общественное мнение, гораздо эффективнее спама предлагать услуги и товары. Собственно, это начинает происходить уже сейчас. А по мере развития технологий борьба с ботами станет одной из наиболее сложно решаемых задач специалистов по ИБ.

Существуют и более серьезные реализации искусственного интеллекта. Программы уже с 90-х годов прошлого века побеждают людей в шахматы, а суперкомпьютер Watson, разработанный компанией IBM, в 2011 году выиграл у американских чемпионов интеллектуальной шоу-игры Jeopardy! (российский аналог шоу — «Своя игра»). Сейчас Watson «получил» медицинское образование и используется в медицинских учреждениях для помощи врачам в диагностике злокачественных опухолей. Интернет-гигант Google и ряд традиционных производителей автомобилей и авиатехники выпускают беспилотные автомобили и летательные аппараты, полностью управляемые программами.

Очевидно, компьютеры уже давно превосходят человека по ряду способностей, а со временем разрыв будет лишь увеличиваться. В результате станут активно развиваться системы автоматизированного управления; ведь управление со стороны человека будет неизбежно тормозить машины, снижать их эффективность и скорость. К счастью, осознание программой себя как личности и уничтожение всего человечества является пока лишь сюжетом фантастических произведений. Тем не менее постоянное увеличение вклада искусственных мозгов в управление сложными и опасными физическими объектами неизбежно приведет к тому, что киберпреступники будут пытаться модифицировать содержимое этих мозгов с тем, чтобы вывести управляемые ими устройства из строя или подчинить их своему контролю.

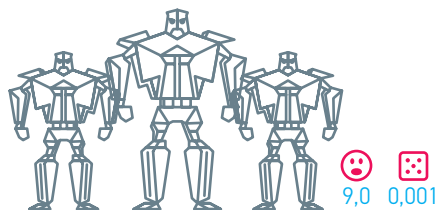
Другой тенденцией, набирающей популярность, являются облачные технологии. В России они приживаются достаточно тяжело, но в скором времени неоспоримые положительные стороны технологии превысят инертность рынка и хранить свои данные в облаке будут не только частные лица, но и корпорации, а также государственные органы. При этом масштаб проблемы, связанной с потерей контроля над данными, многократно возрастет. Механизмов, которые могли бы сделать абсолютно прозрачное и защищенное от несанкционированного доступа хранилище, на сегодняшний день не существует. В свою очередь, с увеличением числа пользователей и объемов хранимой в облаке информации критичность утечек данных будет только возрастать. Поэтому развитие средств защиты информации от утечек и несанкционированного доступа в облаке — один из серьезнейших вызовов ИТ-индустрии будущего.

Подключение к интернету стало обыденной повседневностью не только для устройств, которые непосредственно для этого предназначены (компьютеры, планшеты, смартфоны). К сети подключаются устройства, которые раньше никак не ассоциировались с доступом в сеть, — например, бытовая техника, различные приборы, используемые в здравоохранении, транспорте, управлении зданиями, и др. В конце первой декады XXI века количество подключенных устройств превысило население земного шара, а к 2035 году таких устройств будет, по разным оценкам, более 30 миллиардов. В отсутствие принципиально новых моделей обеспечения безопасности интернет вещей рискует быстро превратиться в рассадник вредоносных программ, генерирующий огромные объемы паразитного трафика и участвующий в многочисленных ботнетах. Угрозы будущего реализуются уже сегодня. В начале 2014 года была зафиксирована масштабная рассылка нежелательных писем из сети зараженных устройств, включающей большое количество бытовой техники, телевизоров, мультимедийных центров и даже холодильники. Также серьезные риски представляет несанкционированный доступ к таким



## УПРАВЛЕНИЕ КРИТИЧЕСКИ ВАЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРОЙ

Автоматика будет управлять 99% всех электронных систем, в том числе на производстве, в медицине, ЖКХ, армии. Заменить компьютеры человеком будет невозможно — слишком большое время реакции снизит эффективность управления. В результате мы окажемся уязвимы перед сбоями автоматики вследствие аварий или направленных атак.



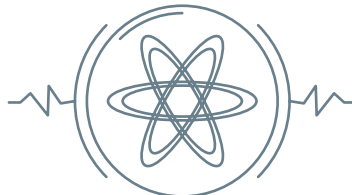
## СИЛЬНЫЙ ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

Подразумевает, что машины смогут учиться, решать незнакомые задачи, осознавать себя. При этом сильный искусственный интеллект может идентифицировать человека как угрозу своему существованию и начать с ним войну.



## ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

С развитием облачных сервисов возрастет масштаб проблемы, связанной с потерей контроля над корпоративными данными. Уже сегодня с увеличением числа пользователей и объемов информации критичность утечек информации из облаков велика.



## КВАНТОВЫЕ КОМПЬЮТЕРЫ

Квантовые вычисления сделают практически бессмысленными большинство современных методов шифрования — ключ будет легко подбираться квантовым компьютером.



## СОЦИАЛЬНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

Известные сегодня техники социальной инженерии будут успешно использоваться и в 2040 году. Однако ее развитие, а также появление телепатических способностей в результате смешанных браков с представителями других планет резко повысят успешность подобных атак.

 0...10 — Возможный ущерб при реализации риска

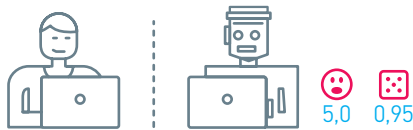
 0...1 — Вероятность реализации риска в больших масштабах



## ЗАВИСИМОСТЬ ОТ СЕТЕВЫХ РЕСУРСОВ

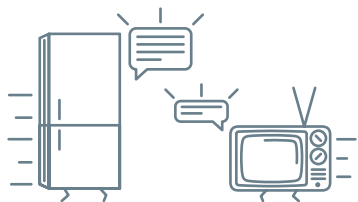
Повсеместная доступность сетевых ресурсов превратит компьютеры в терминалы для потребления контента. В результате любой сбой или авария сети превратит компьютеры в бесполезный набор микросхем, приведет к нарушению коммуникаций, потере информации.

7:7



## ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

В будущем программы научатся точно моделировать поведение людей. Сети подобных ботов будут успешно формировать общественное мнение, гораздо эффективнее спама предлагать услуги и товары. Борьба с ботами станет одной из наиболее сложно решаемых задач специалистов по ИБ.



## ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ И СВЕРХБОЛЬШИЕ ДАННЫЕ

3,5 0,55

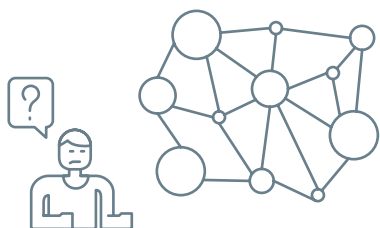
Огромные объемы накопленной и вновь создаваемой информации потребуют качественных изменений в области хранения и обработки данных. А интернет вещей рискует превратиться в рассадник вредоносных программ, генерирующий паразитный трафик и участвующий в многочисленных ботнетах.



## УТЕРЯ ДАННЫХ

2,5 0,8

В будущем нам грозит потеря солидной части информации из-за отсутствия совместимости современных носителей и перспективных устройств чтения, а также устаревания самих носителей и потери ими эксплуатационных характеристик.



## УСЛОЖНЕНИЕ ИТ-СИСТЕМ И УТЕРЯ ТЕХНОЛОГИЙ

4,0 0,55

В определенный момент контроль над процессом развития технологий будет потерян, т. к. он окажется слишком быстрым и сложным для понимания человеком. Лишь немногие специалисты будут понимать суть не только отдельных элементов, но и систем в целом.

устройствам по сети. И если телевизоры и холодильники представляют не очень серьезную опасность с этой точки зрения, то получение доступа к кардиостимулятору, автомобилю или системе «умный дом» может повлечь существенный ущерб и даже человеческие жертвы.

С развитием облачных технологий доступность сетевых ресурсов (как контента, так и вычислительных возможностей) станет повсеместной. Сам доступ упростится и удешевится настолько, что надобность в классических персональных компьютерах отпадет, компьютеры превратятся в терминалы для потребления контента (развитие нынешних планшетов). В результате любой сбой или авария, временная недоступность удаленных ресурсов превратят компьютеры в бесполезный набор микросхем, приведут к нарушению коммуникаций, потере информации.

При этом факторы, нарушающие работоспособность сетей, могут быть самыми различными, например природные аномалии, целенаправленные атаки злоумышленников, техногенные катастрофы. С этой точки зрения высока актуальность развития технологий защиты от целенаправленных атак, вирусов и вредоносного ПО.

Управление различными системами все активнее переходит от человека к компьютерам. В будущем автоматика будет управлять 99% всех электронных систем, в том числе на производстве, в сфере ЖКХ, медицине, армии. Заменить компьютеры человеком станет практически невозможно — слишком большое время реакции неизменно будет снижать эффективность управления.

В результате мы окажемся уязвимы перед сбоями автоматики вследствие аварий или целенаправленных атак. В качестве примера такой атаки можно привести вывод из строя промышленного оборудования ядерной программы Ирана в конце первой декады 2010 года с использованием компьютерного вируса. Вирус, разработанный разведывательными службами Израиля и США, был нацелен на промышленные системы, аналоги которых используются для управления предприятиями, аэропортами, электростанциями. Это был первый вирус в истории, который физически разрушил объекты инфраструктуры, и стоимость его разработки составила сотни тысяч долларов. Сегодня подобные вирусы становятся доступны всем желающим за символическую плату, и попадание их в компьютеры, управляющие объектами инфраструктуры, — вопрос времени.

Понятно, что системы управления, подключенные к сетям общего пользования, привлекают повышенное внимание хакеров, мошенников, террористов. При этом ситуация, когда кибератака сможет вывести из строя или отключить, к примеру, систему электроснабжения целого города, видится вполне реалистичной.

Кроме развития технологий, повышенное внимание следует уделить образованию и подготовке специалистов. Усложнение информационных систем вскрыло недостатки современных программ образования. В будущем ситуация обострится. Взрывной рост количества и номенклатуры умных устройств приведет к появлению большого количества узких специалистов, разбирающихся в конкретных продуктах или узких участках крупных информационных систем. Лишь немногие высококвалифицированные специалисты будут понимать суть не только отдельных процессов, но и функционирования систем в целом и их связей с другими системами. Увеличение удельного числа специалистов-техников, умеющих обслуживать и поддерживать работоспособность некоторых участков ИТ-системы, но не способных качественно ее изменить и улучшить, в конечном итоге приведет к замедлению темпа развития технологий, неуклонно возрастающего на протяжении тысячелетий. В отдельных случаях технологии могут быть даже утрачены.

Нельзя забывать, что самым слабым местом любого технологического процесса является человек. Информационная безопасность активно рассматривает в числе угроз социальную инженерию — способ преодоления системы защиты, в котором авторизованного пользователя обманом вынуждают совершить какие-либо действия, выгодные злоумышленникам; в простейшем варианте сообщить пароль для входа в систему. Методы социальной инженерии возникли задолго до появления компьютеров и будут существовать всегда. Однако развитие сетевых сервисов и социальных сетей позволит мошенникам собирать больше информации о потенциальной жертве, проще вступать с ней в контакт и входить в доверие. Поэтому можно ожидать, что социальная инженерия будущего станет более целенаправленной и более изощренной. Это значит, что минимальные навыки обеспечения информационной безопасности и знакомство с правилами разумного поведения должны возникать на общекультурном уровне, прививаться в школе — а может быть, и раньше.

Продвижение информационных технологий сопровождается повышением их влияния на нашу повседневную жизнь, а значит, их бесперебойное и безопасное функционирование становится все более и более критичным. Если вопросам информационной безопасности будет уделяться недостаточно внимания, в конечном итоге это приведет к ограничению использования информационных технологий в обществе. Это будет означать снижение эффективности деятельности нашего общества, заведомый проигрыш в глобальной конкурентной борьбе и деградацию.

Для борьбы с новыми угрозами традиционные технологии обеспечения информационной безопасности будут малоэффективны. Многие специалисты возлагают большие надежды на квантовые компьютеры и квантовую криптографию. Действительно, построение квантового компьютера будет серьезным прорывом в области

информационных технологий, поскольку ознаменует использование принципиально новой физической основы для вычислительной техники. Однако использование квантовых компьютеров в защите информации и квантовой криптографии позволит решить несколько частных, довольно узких задач, которые не очень сильно повлияют на общую картину.

В будущем необходимы принципиально новые инфраструктурные средства защиты, которые обеспечат превентивность и тотализацию контроля. Подобные технологии используются сейчас в системах защиты от утечек корпоративных данных. Благодаря контролю всех каналов сетевых коммуникаций и действий пользователей можно эффективно анализировать содержимое пересылаемой информации и блокировать потенциально опасные действия. При этом такие системы развиваются в сторону не просто обнаружения и предотвращения, а прогнозирования и предсказания утечек. Это становится возможным на основании анализа того, какие данные пользователь хранит на своем компьютере, истории его переписки, круга контактов, используемых программ. В результате потенциальные нарушители выявляются на ранних стадиях, количество инцидентов и материальный ущерб от них снижаются. Видится логичным использование таких технологий для контроля и анализа действий частных пользователей — при этом необходимо сделать так, чтобы сами эти системы не наносили существенного ущерба из-за проникновения в личное информационное пространство. Возможно создание своего рода иммунной системы киберпространства, которая сама будет реагировать, во-первых, на компьютеры-зомби, рассылающие спам и участвующие в атаках, а во-вторых, на потенциальных злоумышленников и киберпреступников.

Для правильной подготовки всех без исключения граждан к рискам и опасностям киберпространства вопросы личной информационной безопасности должны стать предметом обязательного изучения в школе, например в рамках дисциплины «Основы безопасности жизнедеятельности» — жизнедеятельность сейчас стала настолько связана с цифровым миром, что игнорировать это на уровне образования неправильно.

Проблема развития таких технологий и, в целом, обеспечения адекватного уровня гражданской информационной безопасности осложняется тем, что в настоящее время основная движущая сила здесь — это множество относительно небольших компаний, которые сосредоточены на обслуживании сегодняшнего рынка и мало заинтересованы в выстраивании общей стратегии и глобальных решений. Для развития новых технологий и их внедрения здесь необходимы соответствующее венчурное или государственное финансирование и политическое решение — возможно, даже координация на межгосударственном уровне.

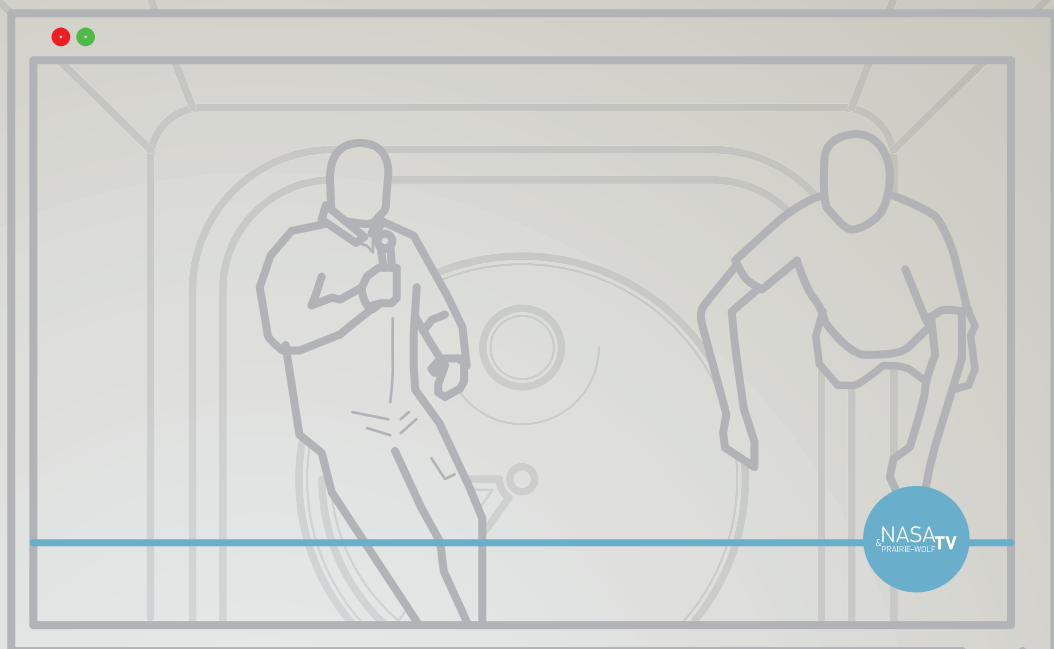


Существующие органы лицензирования и регулирования рынка информационной безопасности (ФСТЭК и ФСБ) являются по сути военными организациями, ориентированными на защиту государственной тайны, и на нужды гражданского рынка реагируют реактивно и по остаточному принципу. В такой ситуации было бы логичным создание федерального государственного или общественного органа, отвечающего за информационную безопасность в гражданской сфере. Этот орган мог бы формировать и проводить в жизнь государственную политику гражданской информационной безопасности; координировать деятельность компаний в данной области; взаимодействовать с правоохранительными органами для более эффективного расследования и предотвращения киберпреступлений; выявлять «белые пятна» и «больные места», которые мешают внедрению новейших информационных технологий и приводят к потерям. Также этот орган мог бы выступать в роли эксперта при обсуждении финансирования новых проектов.

ФСТЭК — Федеральная служба по техническому и экспортному контролю России.

Необходим и информационно-аналитический центр по информационной безопасности, который занимался бы рассылкой всем заинтересованным лицам бюллетеней о новых опасностях, новых видах мошенничества и угрозах, способных стать причиной хищения денежных средств, уничтожения информации, нарушения права на коммерческую тайну и тайну частной жизни.

В существенной мере все это может быть функционалом каких-то служб общественной безопасности будущего, когда риски личных цифровых угроз и информационной безопасности могут существенно превзойти традиционные проблемы общественной безопасности, с которыми человечество уже научилось в той или иной степени бороться.



*В современном мире уже порой плохо различимы  
действительно происходящее и медийная реальность.*

*И новые бизнес-модели делают их переплетение  
всё более причудливым. Известный российский  
фантаст **Сергей Лукьяненко** предположил,  
как это может отразиться на освоении космоса.*

## МАЛЕНЬКОЕ КОСМИЧЕСКОЕ ПУТЕШЕСТВИЕ

Энтони Гири, капитан космического корабля «Марсианин», появился в рубке одновременно с тихим зуммером наручного коммуникатора, как раз в тот момент, когда второй пилот Робин Райт уже перестала рыдать. Гравитации в корабле, можно сказать, не было — легкая закрутка вокруг оси использовалась в основном, чтобы мусор не летал в воздухе. Поэтому Робин Райт сидела, пристегнувшись, в кресле пилота, а корабельный врач и биолог Хелен Вагнер висела в воздухе рядом, лицом к лицу с ней. При появлении Энтони доктор неодобрительно посмотрела на капитана, но смолчала.

- Что случилось, Робин? — спросил Энтони после секундного раздумья. Можно было, конечно, сделать вид, что он ничего не заметил, но выглядеть сосредоточенным лишь на космическом полете сухарем Энтони надоело.
- Надо же, заметил, — фыркнула Хелен.
- Ничего... ничего страшного, капитан, — Робин вытерла глаза платком. — Я не расстроена, нет-нет. Я просто в шоке.

Энтони терпеливо ждал. Он знал, что у него в такие моменты очень собранное, доверительное лицо. И, к его стыду, ему это нравилось. Капитан Гири непроизвольно покоился на камеру внутреннего наблюдения, фиксирующую все, происходящее в рубке.

- Капитан... Я стала матерью! — выкрикнула Робин, одновременно с надрывом — и с гордостью.

— Как? — капитан вздрогнул.

— Так же как Андрей!

Энтони почувствовал, как на лбу у него выступает пот. Конечно, его учили, как справляться с космическим психозом — десять месяцев полета к Марсу, год на Красной Планете, еще год обратного пути... психологи допускали, что кто-то из членов экипажа окажется психически неустойчив. Его гораздо больше смущало то, что Хелен выглядела абсолютно спокойной, будто верила Робин. А если психоз поразил еще и врача их маленького экипажа...

— Робин, — сказал Энтони. — Робин, сын Андрея родился на Земле. Его жена забеременела за неделю до нашего старта. Но Андрей мужчина. А ты — женщина.

— И что? — возмутилась Робин.

— Это сексизм, капитан, — неодобрительно сказала Хелен.

— Я не сексист! — возмутился Энтони. — Но ведь рожают женщины! Это факт, простите! Жена Андрея могла родить. Твой муж, Робин, родить не мог!

— Сексист, — вздохнула Хелен.

Робин еще раз промокнула глаза, вздохнула и уже спокойнее объяснила:

— Я сдавала яйцеклетки перед полетом. На всякий случай. Оказывается, Джон решил сделать мне сюрприз. Он оплатил суррогатную мать, какую-то Марийку из Восточной Европы, чтобы та выносила нашего ребенка. Сегодня у меня родилась дочь.

— А, — сказал капитан. — А... Ну да...

— Вот видите, капитан, — укоризненно сказала Хелен. — Вам даже в голову не пришла такая простая и естественная мысль! Это сексизм.

— Я поразился, что Джон не предупредил Робин, — попытался выкрутиться Энтони. — Я и подумать не мог, что такой ответственный шаг возможен без ее согласия.

— Да, это возмутительно, — согласилась Хелен. — Я предложила нашей милой Робин подать на мужа в суд и отобрать ребенка.

— Все-таки я потерплю до конца полета, — всхлипнула Робин, поколебавшись. — Я понимаю, что в приемной семье нашей крошке будет лучше дожидаться моего возвращения, но...

На руке у капитана вновь пискнул коммуникатор, и он с облегчением сказал:

— Я вас покину. Мои поздравления с рождением дочери, Робин.

Энтони поспешно ретировался, краем уха услышав слова Хелен:

— Знаешь, дорогая, мы могли бы воспитывать девочку вместе... когда вернемся...

Проплыв по центральному коридору, заглянув по пути в оранжерею и научный модуль, капитан вплыл в двигательный отсек. Андрей Леонов, специалист по ядерной двигательной установке корабля, копался во вскрытом модуле управления. Рядом плавал в воздухе его планшет. При появлении начальства Андрей сделал маленький глоток из фляжки и спрятал ее в карман полетного комбинезона — почти незаметно для Гири, но внутренняя камера наверняка зафиксировала это движение очень четко.

— Ты опять пьешь водку, Андрей? — неодобрительно спросил капитан.

— Где я возьму водку, Антон? — ответил Андрей со своим ужасным русским акцентом. — У меня осталось всего две бутылки — на день посадки на Марсе и на тот случай, если найдем марсиан... Это чистый спирт из системы охлаждения реактора. Очень полезно, когда имеешь дело с радиацией.

— А что, если ты выпьешь весь спирт?

Андрей пренебрежительно отмахнулся:

— Брось, капитан! Систему охлаждения реактора тоже делали русские. Количество спирта в ней рассчитано на умеренное потребление.

Энтони вздохнул. Спорить было бесполезно. Андрей пил. Русский пил постоянно, с первого дня старта. Он был груб, он пил водку, он чинил сложные механизмы пинками или ударами кувалды.

Это всем нравилось.

— Ты уже слышал про Робин? — поинтересовался он.

— Вот же умора, — усмехнулся Андрей. И добавил по-русски: — Иван родил девочку, велел тащить пеленку.

— Джон, — поправил Энтони. — Ее мужа зовут Джон. И при чем тут пеленка?

— Не парься! — махнул рукой Андрей. — Сами разберутся. У нас в России не принято лезть в чужие семейные свары. Ты лучше сюда посмотри.

Капитан подплыл к Андрею и заглянул в нутро модуля управления. Как и все члены экипажа, даже врач и геолог, он обладал базовыми инженерными знаниями.

Результат осмотра ему очень не понравился.

- Кажется, у нас перегорел... перегорел...
- Перегорела вот эта хреновина, — сказал Андрей. — Вообще-то это импульсный модулятор. Но проще говорить «хреновина».
- У нас есть запасная... запасной модулятор?
- Нет, — ответил русский. — Считалось, что он не может сломаться. Включить двигатели на торможение у нас теперь не получится.

Энтони подумал и спросил:

- Ты сможешь починить?
- Я попробую, — ответил Андрей. — Завтра станет ясно, получится или нет.

Капитан успокоился. Если его энергетик так говорит, значит, все получится. На всякий случай он все же спросил:

- А в чем причина поломки?
- Это долгая и печальная история, Антон, — ответил Андрей. — Но я расскажу ее... вкратце...

Он потянулся к своему планшету, что-то включил. Заиграла тоскливая русская песня. В ней речитативом рассказывалось о мужчине, который искал свою любимую и спрашивал о ее месторасположении дерева, времена года, погодные явления и астрономические объекты. Энтони смутно припомнил, что в пройденном перед полетом экспресс-курсе русской культуры он читал поэму главного русского поэта африканского происхождения, Александра Пушкина. Там были другие слова, но герой тоже пытался найти невесту путем опроса небесных тел и природных явлений. Видимо, какая-то старинная русская традиция.

Под эту печальную песню Андрей и начал свой рассказ.

- Нас было двое в семье. Близнецы — частое явление в России, это связано с особенностями нашего климата и питания. Также близнецов часто привлекают к космическим программам, поскольку мы хорошо дублируем друг друга. Так вот, мой родной брат не полетел на Марс, он остался работать на заводе. Так пал жребий! Понятно, что он был ужасно огорчен, он даже не пришел проводить меня на старт. Именно мой брат Борис собирал этот модуль. И тот отказал сегодня, в день моего... нашего рождения. Ты думаешь, это случайно?
- Ты хочешь сказать... — растерянно произнес Энтони.

- Да, капитан. Мой брат позавидовал мне, потому что я, единственный из всех русских, лечу в первую экспедицию на Марс. И он подстроил все так, чтобы важная деталь сломалась именно сегодня.
- Это чудовищно. Я не верю, что твой брат мог так поступить!
- А я убежден, — твердо сказал Андрей. — На его месте я сделал бы то же самое... Хорошо, капитан. Не беспокойтесь. Я попробую починить эту хреновину.

В задумчивости капитан выплыл из отсека. Конечно, он все понимал. Близится конец года, в эти дни события имеют тенденцию нестись галопом. Но уж как-то слишком много всего... ребенок Робин, брат Андрея...

— Капитан?

Судя по расстроенному лицу Амами Юки, их компьютерного гения, неприятности на «Марсианине» еще не закончились.

- Что-то с главным процессором? — спросил капитан наугад.
- Нет, капитан. Позвольте пригласить вас к себе, капитан. Я прошу уделить мне три минуты вашего драгоценного времени, капитан, — тихо сказала Амами.

Бросив быстрый взгляд на часы, капитан вплыл вслед за Амами в компьютерный отсек, заполненный светящимися экранами, мигающими лампочками, крутящимися шутовскими непонятного назначения. Предупредил:

- У нас осталось очень мало времени, Амами.
- Я знаю, капитан. Три минуты, — Амами кивнула.

«Она признается мне в любви! — с ужасом подумал Энтони. — Точно. Она признается мне в любви. Больше никому. Вагнер любит Райт. Леонов любит только водку и механизмы. Пьер месяц назад принял целибат. Джошуа безумно любит свою молодую жену, оставшуюся на Земле».

- Капитан, я зафиксировала сигналы неизвестного происхождения, — сказала Амами. — Мне кажется, они идут с Марса!

Энтони выдохнул.

- С Марса? Ты уверена? Может быть, это какой-то наш исследовательский зонд?

Амами сделала странное движение головой, будто кивала и качала ею одновременно.

- Да, с Марса. Это совершенно точно не наш зонд. Странные сигналы. Ту-ут, ту-ут, ту-ут, — тихонько напела она.
- Будем разбираться, — кивнул Энтони. — Это очень, очень ценная информация, Амами! Спасибо.

Он поплыл к люку.

- А еще я вас люблю, капитан, — прошептала ему вслед Амами. — Но не решаюсь сказать об этом.

Энтони сделал вид, что не услышал. Выплыл в центральный коридор, стараясь сохранить то грубовато-мужественное лицо, за которое его порой обзывали то капитаном Пайком, то капитаном Кирком.

И в этот момент таймер снова пискнул, отмеряя окончание ежедневных двадцати двух минут ужаса и позора.

Энтони поднес к губам коммуникатор и произнес:

- Экипажу! Все свободны, спасибо. Попрошу собраться в кают-компанию через пятнадцать минут для сеанса связи с Землей.

\*\*\*

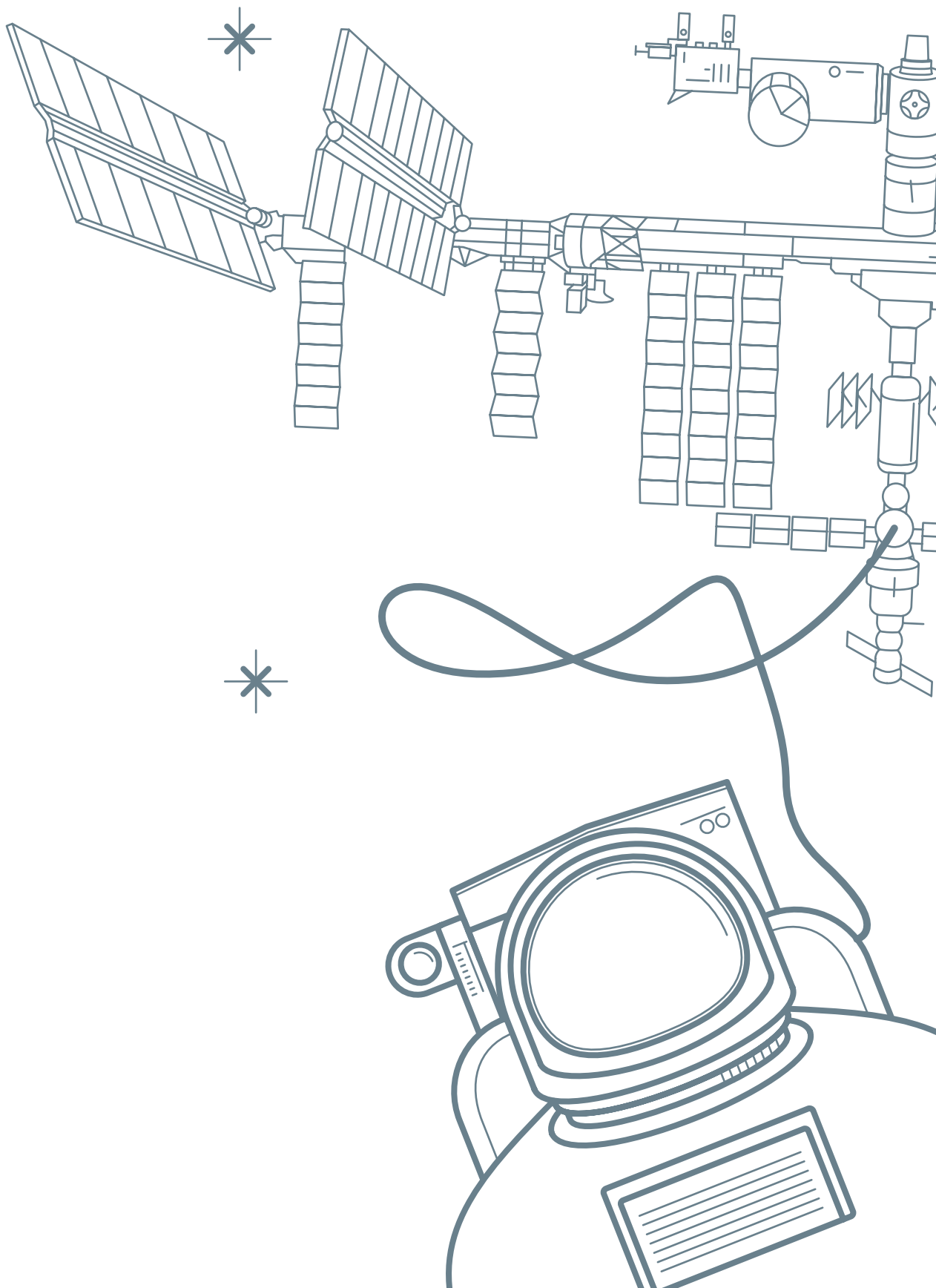
В кают-компанию царило веселье.

- И тут я говорю: «Вы сексист, капитан!» — с хохотом произнесла Хелен, сидевшая в обнимку с Джошуа. — А у капитана в глазах — полнейшее непонимание... Ой, извини, Энтони!

Капитан миновал комингс люка и махнул рукой.

- Ничего. Это было... Это было очень свежо. Неожиданно и свежо. Робин, скажи, это не чересчур? Ведь надо будет как-то поддерживать...





— Не беспокойтесь, про дочь — это правда, — засмеялась Робин. — Ну сами посудите, когда я вернусь, мне будет под пятьдесят. И еще все эти космические лучи... Мы с мужем так и договорились заранее. Под Рождество, когда будет самое критическое время полета...

Энтони понимающе кивнул и признался:

— У меня тоже есть несколько заготовок. Я собирался сегодня рассказать вам... Но вы и сами справились.

В этот момент засветился экран дальней космической связи. Пробежали знакомые титры: NASA & Prairie-wolf TV.

Потом появилось лицо генерального продюсера. Где-то за ним, в глубине кабинета, маячили бледные лица руководителя полета и генерального конструктора «Марсианина». Они всегда принимали близко к сердцу истории о неполадках на борту корабля. Генпродюсер порой шутил: «Вы моя лучшая целевая группа — реагируете точь-в-точь как средняя домохозяйка!»

Но им, конечно, слова пока не давали.

— Неплохо, неплохо, — сказал генеральный продюсер. Из его уст это была настоящая похвала. — Очень хороший ход с рождением дочери. Признаться, вы даже меня на мгновение удивили. Сломавшийся прибор — более банально, я помню, у нас такое уже было три месяца назад...

— Вот только тогда это было по-настоящему, — мрачно сказал Андрей, потягивая из пакета молочный коктейль.

— ...но с братом — с братом вышло хорошо! Как говорил ваш Станиславский? Верю! Суровый брат из суровой России, шлет смертельный привет в космос!

— Как жаль, что у меня нет брата, — пробормотал Андрей.

Его, конечно же, не услышали. До Земли было почти двенадцать световых минут.

— Ну и с сигналами с Марса — неплохо, — закончил продюсер. — Прошу вас только не скатываться в эту, как ее, фантастику. Не надо марсиан! Нужен лишь намек на них! Нужно ощущение тайны! Понимаете?

Он покрутил пальцами в воздухе.

— Но в целом — хорошо. Когда мы решили добавить в ваше реалити-шоу чуть больше мыла — многие сомневались. Но я настоял на своем решении! И рейтинг сразу пошел вверх. Нас снова смотрит весь мир! Людям плевать на этот Марс, на космос, на все ваши приборы... простите уж за откровенность. А вот настоящие, живые человеческие отношения... Страсти! Любовь и ненависть! Именно это, подлинное и настоящее, позволило сделать рентабельным ваш полет, ваше маленькое космическое путешествие. Настоящие чувства — вот наш девиз! Лишь они имеют значение! Отдыхайте, друзья мои. До завтра!

Экран погас. Руководителю полета сегодня опять так и не дали слова: межпланетная связь дорога.

— А с сигналом что делать? — тихо прошептала Амами на ухо капитану.  
— Каким сигналом? — рассеянно спросил Энтони.  
— С Марса. Ту-ут, ту-ут, ту-ут...

Энтони подумал мгновение, глядя на пьющего молоко Андрея и флиртующую с Джошуа Хелен.

— Сотри от греха подальше, — сказал он. — Я думаю, ты ошиблась. Это не с Марса, а, например, с Венеры. Очень венерианский звук: ту-ут, ту-ут.  
— Хорошо, — пообещала Амами. — Сотру.

И игриво куснула капитана за мочку уха.

# МИРОВАЯ КОСМОНАВТИКА: ПРАВО ВЛАДЕНИЯ

*Время великих космических свершений началось и закончилось во второй половине XX века. Что будет дальше? Популяризатор космоса и писатель [Антон Первушин](#) анализирует основные существующие сейчас в мире сценарии космической экспансии.*



Пилотируемая космонавтика была и остается одним из самых важных и величественных видов деятельности человечества. В ней сочетаются передовая наука, высокие технологии и особая культура, задающая новые стандарты жизни. Государство, развивающее национальную космонавтику, определяет контуры и стандарты будущего, что дает очевидное преимущество при решении геополитических вопросов: наличие космонавтики, всегда имеющей двойное назначение, заставляет считаться с собой.

Как и любой другой крупномасштабный инновационный проект, затрагивающий практически все сферы жизни государства, национальная космонавтика нуждается в формировании последовательной стратегии, внутри которой можно выделить несколько промежуточных и одну-две главные цели. В настоящее время основными игроками сформулированы четыре почти равноправные стратегии дальнейшего развития космонавтики. Рассмотрим каждую из них и постараемся проанализировать и понять, какой путь может стать оптимальным для развития отечественной космической программы.

## Под знаком Марса

Марс — наиболее подходящая для колонизации планета Солнечной системы. Поэтому с начала XX века, когда были заложены теоретические основы космонавтики, она считается главной стратегической целью внеземной экспансии человечества. Однако до начала 1970-х годов стратегия опиралась на ошибочные представления о Марсе: ученые полагали, что соседняя планета обладает плотной атмосферой, морями и реками, а также развитой биосферой. Исследования, проведенные советскими и американскими межпланетными аппаратами, опровергли общепринятую точку зрения: Марс оказался холодным пустым миром с разреженной атмосферой, состоящей в основном из углекислого газа. Не доказано и существование там хотя бы простейших форм жизни. Таким образом, еще пятьдесят лет назад представление о главной стратегической цели экспансии изменилось, но парадоксальным образом сама стратегия осталась неизменной. В частности, научные данные поставили под сомнение необходимость колонизации соседних планет, ведь с учетом реальных условий, обнаруженных там, оценочная стоимость подобной программы возросла на порядок: с десятков до сотен миллиардов. Тем не менее идея освоения Марса остается приоритетной в глазах общественного мнения, и космические агентства отдают ей должное даже в тех случаях, когда не располагают хотя бы минимальными техническими возможностями для первых шагов к ее реализации (например, о своих «марсианских амбициях» заявляли правительства Венесуэлы и Ирана).

В настоящее время только США имеют потенциал для того, чтобы в обозримом будущем отправить к Марсу свою пилотируемую экспедицию. Залогом этого является группировка исследовательских аппаратов на ареоцентрической орбите и плането-

Национальное управление по воздухоплаванию и исследованию космического пространства (*англ.* National Aeronautics and Space Administration, *сокр.* NASA) — ведомство, принадлежащее федеральному правительству США, подчиняющееся непосредственно вице-президенту США. Ответственно за гражданскую космическую программу страны, а также за исследование воздушно-космического пространства.

ходы, много лет работающие на поверхности. Ни у одной другой страны нет подобных достижений. Кроме того, тема освоения Марса, подогреваемая пропагандистскими усилиями [NASA](#), по-прежнему популярна в американском обществе. Поэтому, когда правительство США после гибели шаттла «Columbia» в феврале 2003 года было вынуждено пересмотреть космическую политику страны, выбор был сделан в пользу Марса.

Новая программа, утвержденная в то время администрацией Джорджа Буша-младшего, получила название «Constellation». Она предусматривала задачу возвращения американских астронавтов на Луну до начала 2020 года с перспективой

подготовки экспедиции на Марс. Техническими средствами для осуществления замысла должны были стать ракеты-носители «Ares I» и «Ares V», а также многоцелевой космический корабль «Orion». Впрочем, агентство NASA, приняв программу к исполнению, так и не сумело найти ей внятное обоснование: скажем, не был дан ответ, зачем вообще лететь на указанные небесные тела, если их гораздо практичнее изучать с помощью дистанционно управляемых роботов.

Не смог найти объяснение и президент Барак Обама, занявший свой пост в январе 2009 года. Через год, представляя проект бюджета NASA, он указал, что на «Constellation» потрачено 9 млрд долларов, но она не дала ничего нового в плане технологий и перспектив. Посему предлагается свернуть ее в пользу поддержания Международной космической станции (МКС), эксплуатация которой продлена до 2020 года, и создания орбитальных аппаратов нового поколения: заправщиков, ремонтных роботов, надувных модулей и перспективных двигательных установок. Но у программы «Constellation» нашлись влиятельные защитники, и президенту Обаме, которого успели окрестить «могильщиком астронавтики», пришлось выдержать серьезный бой. В итоге он пошел на уступки, найдя компромиссный вариант. Финансирование NASA было увеличено: до 100 млрд долларов на пять лет. Уцелел проект корабля «Orion», который должен начать полеты после 2020 года, вернув лидерство США в космосе. Вместо ракеты «Ares I» будет использоваться ракета «Delta IV Heavy», вместо «Ares V» — перспективная сверхтяжелая ракета «SLS» (Space Launch System).

Первый испытательный полет корабля «Orion» прошел успешно, хотя и со значительным сдвигом по сроку — 5 декабря 2014 года. Следующий назначен на ноябрь 2018 года, причем корабль сразу отправится в облет Луны. Третий полет корабля «Orion» (на этот раз с экипажем) был запланирован на август 2021 года, однако недавно выпущено официальное заявление, что он перенесен на более позднюю дату, вплоть до апреля 2023 года. Последнее изменение в программе связано с тем, что меняется график запусков перспективной ракеты «SLS». Специалисты собираются наращивать ее грузоподъемность непосредственно в период летно-конструкторских испытаний, поэтому в простейшем варианте она стартует в 2018 году, второй вариант полетит в начале 2020-х годов, третий и самый тяжелый — в 2030-х годах.

Здесь необходимо выделить главное. Планы высадки астронавтов на Луну, которые входили в программу «Constellation», полностью свернуты, однако по-прежнему основной целью обсуждаемой стратегии обозначен Марс; причем администрацией Обамы открыто заявлено, что первая экспедиция на соседнюю планету состоится во второй половине 2030-х годов. Однако реальность подобной высадки вызывает серьезные сомнения. Проблема в том, что ни корабли «Orion», ни ракеты-носители «SLS» не способны обеспечить пилотируемую экспедицию в полном объеме.

Необходим большой межпланетный корабль, необходимы системы мягкой посадки на Марс и ракетные ступени для взлета с Марса, необходима принципиально новая система жизнеобеспечения, которая покроет потребности экипажа без связи с Землей на протяжении двух или даже трех лет выполнения миссии. И, конечно, необходимо испытать все эти высокотехнологические новинки в космосе до того, как экспедиция отправится в путь. Пока же видны только нарастающие проблемы: в июне 2015 года потерпел аварию надувной атмосферный тормоз «LDS» (Low Density Supersonic Decelerator) — один из важнейших элементов будущего корабля для посадки на Марс.

С учетом постоянного сдвига сроков и возникающих технических сбоев можно уверенно констатировать: в лучшем случае до конца 2040 года NASA сумеет запустить корабль по облетной траектории вокруг Марса без высадки на его поверхность. Однако к тому времени космическая стратегия США наверняка изменится, а первая межпланетная экспедиция будет отложена на неопределенный срок.

## Лунный вариант

В отличие от американских коллег российские специалисты не замахиваются на Марс. Разумеется, они выражают готовность участвовать в некоем международном проекте освоения соседних планет, если он когда-нибудь стартует, но не более того. Поэтому в проекте Федеральной космической программы на 2016–2025 годы (ФКП-2025) была объявлена другая стратегическая цель — Луна.

На первом этапе программы предлагается отправить к ближайшему небесному телу пять исследовательских аппаратов: «Луна-25» (2019 год), «Луна-26» (2021 год), «Луна-27» (2022 или 2023 годы), «Луна-28» (после 2025 года), «Луна-29» (до конца 2029 года). Все они будут подробно изучать Луну, основное внимание уделяя ее южному полюсу, где, по мнению селенологов, находится водный лед, который может стать исходным материалом для жизнеобеспечения будущей базы или даже основой для водородно-кислородного топлива. Аппараты могут быть доставлены к Луне с помощью ракеты-носителя «Союз-2.1б» или в более тяжелом варианте — перспективной ракетой «Ангара-А5».

После получения необходимых данных на южном полюсе Луны, в районе кратера Богуславский, начнется развертывание так называемого «Лунного полигона»,

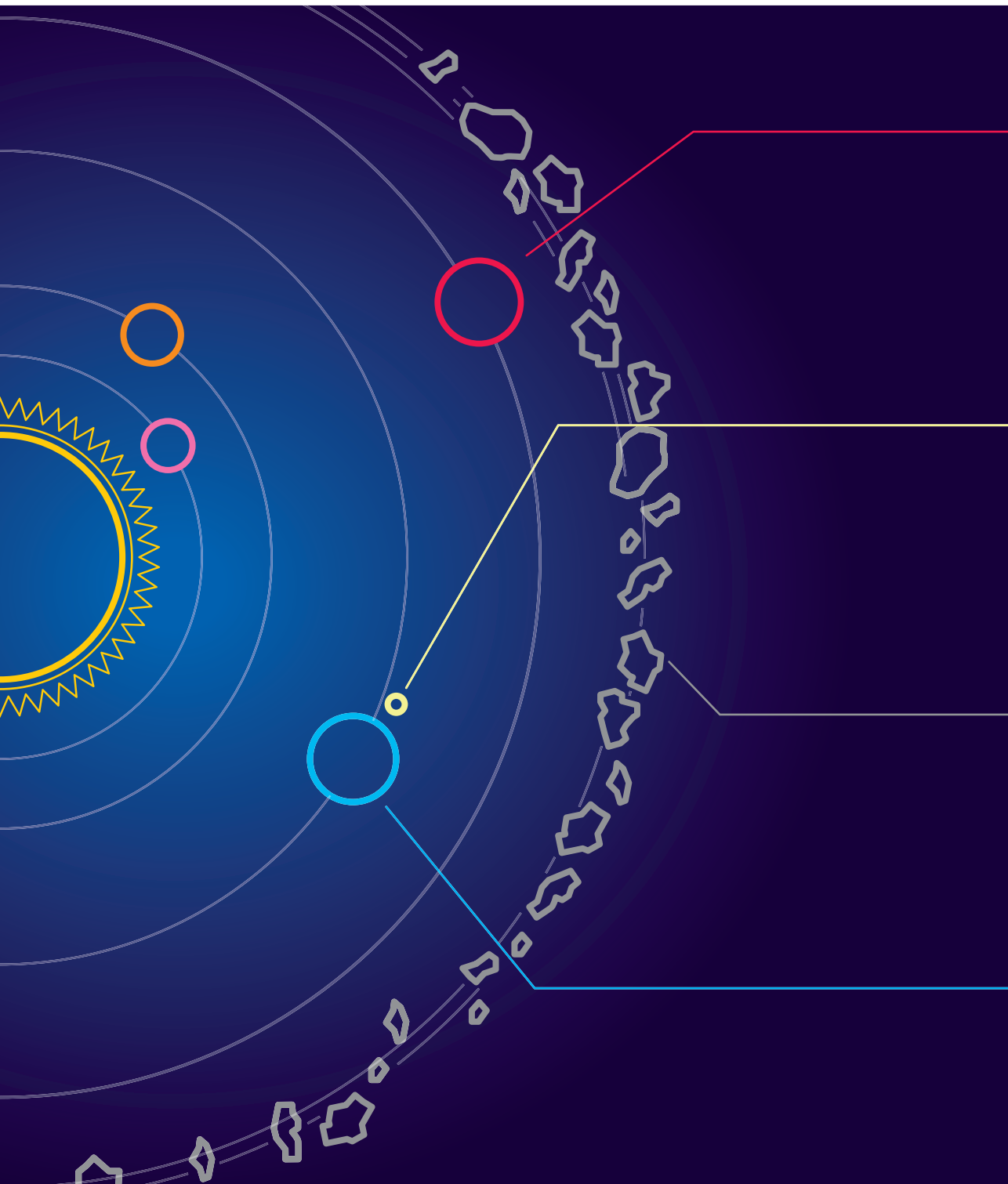


то есть комплекса научных станций для дальнейшего изучения местности. Параллельно планируется начать отработку средств для доставки туда космонавтов. Летные испытания нового корабля «Федерация» на околоземной орбите начнутся в 2021 году. Он дважды стартует в беспилотном варианте, а еще через три года состоится его первый рейс с экипажем на борту. Поначалу запускать корабль будут с помощью ракеты «Ангара-А5». Для полета корабля вокруг Луны, запланированного на 2025 год, потребуется два запуска ракеты: одна выведет в космос корабль, другая — разгонный блок.

Следующий этап начнется в 2026 году. К тому моменту должен быть построен сверхтяжелый модульный вариант ракеты-носителя «Феникс», аванпроект которой обсуждается. Если по каким-то причинам ее испытания задержатся, то можно использовать модернизированную «Ангару-А5» путем установки кислородно-водородной третьей ступени («Ангара-А5В»). В период с 2027 по 2030 годы с ее помощью к Луне отправятся межорбитальный буксир, модуль орбитальной станции, посадочный корабль и танкер с топливом. Тогда же, ориентировочно в 2030 году, состоится первая пробная высадка космонавтов на поверхность Луны. Со временем там начнется и строительство небольшой базы, рассчитанной на кратковременные посещения (до двух недель). Бюджет российской лунной программы оценивается в 12,5 трлн рублей, в том числе 2 трлн до 2025 года и еще 4,5 трлн — до 2035 года.

Заявленные планы выглядят эффектно, однако для их реализации предстоит сделать очень многое. Сегодня специалисты готовятся подступить лишь к подготовительному этапу освоения Луны, который Советский Союз реализовал полвека назад. Кроме того, поскольку сроки сдачи объектов космодрома Восточный постоянно переносятся, а бюджет лунной программы подлежит секвестру, можно сделать уверенный вывод: до 2035 года говорить о высадке российских космонавтов на лунную поверхность вряд ли возможно. В самом благоприятном случае состоится полет вокруг Луны экипажа на корабле «Федерация».

Но возникает вопрос: какую ценность для дальнейшего развития космонавтики имеет Луна? Проблема в том, что ресурсы экспансии ограничены, а техника специализирована. Если Россия начнет серьезное освоение Луны, то она окажется привязанной к ней на десятилетия: при смене стратегии внеземную инфраструктуру придется почти полностью заменить. В качестве обоснования необходимости освоения Луны специалисты приводят аргумент, что когда-нибудь там понадобится развернуть средства для снабжения Земли дешевой энергией. Однако на современном уровне цивилизации потребность в подобной экзотике отсутствует, поэтому до конца столетия освоение Луны гарантированно будет приносить лишь убытки.



Программа  
Государство  
Исполнитель  
Стратегическая цель  
Технические средства  
  
Установленные сроки  
достижения главной цели

«Constellation»  
США  
NASA  
высадка экспедиции на Марс  
ракеты-носители «Delta IV Heavy» и «SLS»,  
космический корабль «Orion»  
  
до конца 2040 года

Программа  
Государство  
Исполнитель  
Стратегическая цель  
Технические средства  
  
Установленные сроки  
достижения главной цели

«Лунный полигон»  
РФ  
«Роскосмос»  
создание базы на Луне  
ракеты-носители «Ангара-А5В» и «Феникс»,  
космический корабль «Федерация»  
  
до конца 2035 года

Программа  
Государство  
Исполнитель  
Стратегическая цель  
Технические средства  
  
Установленные сроки  
достижения главной цели

«Flexible Path»  
США  
NASA  
изучение и освоение астероидов  
ракета-носитель «SLS»,  
космические корабли «Orion» и «Tranquility»  
  
до конца 2026 года

Программа  
Государство  
Исполнитель  
Стратегическая цель  
Технические средства  
  
Установленные сроки  
достижения главной цели

«Commercial Crew Transportation Capability»  
США  
SpaceX  
создание коммерческой околоземной инфраструктуры.  
ракеты-носители «Falcon 9» и «Falcon Heavy»,  
космический корабль «Dragon V2»  
  
до конца 2021 года

По этой же причине нельзя всерьез рассматривать лунные программы государств, которые только недавно начали претендовать на более глубокое освоение космоса (Китайская Народная Республика, Европейский союз, Индия, Япония и т. д.): все они так или иначе следуют вышеописанной стратегии, стремясь воспроизвести достижения полувековой давности и оставаясь в сфере космической деятельности технически зависимыми от США и РФ.

## Гибкий путь

В 2009 году президент Обама поручил комиссии Нормана Огастина изучить обоснованность космических программ и изыскать возможность сокращения бюджета NASA в условиях экономического кризиса. В ходе анализа члены комиссии пришли к выводу, что для реализации всех планов агентства необходимо, наоборот, увеличить его финансирование, но и это не гарантирует, что они будут реализованы в срок. Со своей стороны комиссия предложила оригинальную стратегию внеземной экспансии, названную «Flexible Path».

Авторы новой стратегии исходили из концепции постепенного совершенствования технических средств через решение небольших, но ярких задач в ближнем и дальнем космосе. Когда будут построены корабль «Orion» и сверхтяжелая ракета-носитель «SLS», NASA предстоит организовать несколько важных миссий. В первую очередь состоится тренировочный полет вокруг Луны продолжительностью до двух недель. За ним последуют визиты в точки Лагранжа систем Земля-Луна (20 суток) и Земля-Солнце (от 30 до 90 суток). Точки Лагранжа — это районы равновесия гравитационных сил между двумя космическими телами, находящимися на стабильных орбитах. В них удобно размещать космические обсерватории и ретрансляционные спутники, а также можно искать обломки астероидов или реликтовую космическую пыль. Тогда же состоится рейс к одному из модулей программы «Apollo», которые до сих пор летят по орбите рядом с Землей (например, объект J002E3 оказался разгонным блоком «Apollo-12»). Взятие проб конструкционных материалов с них поможет узнать, какое долговременное влияние на изделия оказывает космическая среда.

В дальнейшем целями космических рейсов станут астероиды, сближающиеся с Землей. Их принято разделять на три группы: «амуры» пересекают орбиту Марса, но не всегда орбиту Земли; «аполлоны» являются околоземными

астероидами, орбиты которых пересекаются с земной с периодом больше одного года; «атоны» пересекают нашу орбиту с периодом менее одного года, то есть «ходят» вокруг Солнца внутри орбиты Земли. В настоящий момент открыты и каталогизированы 3729 «амуров», 6923 «аполлона», 937 «атонов» — широчайшее поле для деятельности!

На начальном этапе планируется до конца 2020 года отправить к одному из небольших астероидов беспилотный аппарат, который сможет «заарканить» его и отбуксировать на окололунную орбиту для дальнейшего изучения и использования (Asteroid Redirect Mission). Затем, не позднее декабря 2025 года, к этому астероиду отправится экипаж, который высадится на его поверхность, установит научное оборудование, изучит химический состав грунта и соберет образцы. В качестве космического корабля для выполнения оригинальной миссии специалисты рассматривают «Orion» и новый модуль МКС «Tranquility». Последний привлекает тем, что оборудован шестью стыковочными узлами. Один из них сегодня занят обзорным модулем «Cupola», но остальные, после отсоединения от станции, могут использоваться для сборки корабля. Например, к паре боковых узлов можно присоединить два легких аппарата для исследования космоса «SEV» (Space Exploration Vehicle), по внешнему виду напоминающих миниатюрные бескрылые шаттлы. После прибытия всего комплекса к астероиду «SEV» должны будут отстыковаться и подойти к космической скале вплотную. Причем предложено соединить два «SEV» длинным манипулятором: в таком варианте один аппарат обеспечивал бы «плавание» связки вблизи астероида за счет своих двигателей, а второй подошел бы к самой поверхности небесного тела без включения реактивных струй, которые способны потревожить грунт.

Чтобы стимулировать интерес к освоению астероидов со стороны корпораций и частных инвесторов, в мае 2015 года Американская комиссия по ценным бумагам и биржам (SEC) выдвинула законопроект «US Commercial Space Launch Competitiveness Act» (HR 2262), дающий право гражданам США на владение ресурсами, добываемыми в космосе. 26 ноября президент Обама подписал его, после чего документ обрел силу закона.

Появление нового закона было практически проигнорировано российскими средствами массовой информации, однако он, без сомнения, будет иметь глобальные последствия, которые затронут интересы и нашей страны. Во-первых, его поспешное принятие прямо указывает на актуальность изменения стратегии США в области космической деятельности: программа «Flexible Path» становится приоритетной для американского правительства. Во-вторых, закон направлен на углубление

сотрудничества NASA с «частниками» и на привлечение дополнительных инвестиций в негосударственные космические проекты. В-третьих, девальвируется «Договор о космосе» (Договор о принципах деятельности государств по исследованию и использованию космического пространства, включая Луну и другие небесные тела), заключенный Советским Союзом, Соединенными Штатами Америки и Великобританией 27 января 1967 года и прямо указывающий, что природные космические объекты не могут принадлежать какому-либо государству или группе лиц. Фактически принятие закона в одностороннем порядке, без проведения открытых международных консультаций, является негласным объявлением войны за контроль над небесными телами, которые в ближайшие годы попадут в сферу национальных интересов США.

## Частный космос

Последние годы в сферу космической деятельности все увереннее вмешиваются независимые от государства организации. Понятно, что «частников» привлекали и раньше: американские компании боролись за государственные заказы в рамках программ «Apollo» и «Space Shuttle», однако до сих пор общую политику и конфигурацию систем определяло только руководство NASA. У «частников» не хватало ресурсов и специалистов, чтобы вывести свои проекты за стадию обсуждения. Информационная научно-техническая революция позволила им обрести дешевые вычислительные ресурсы большой мощности, избавившись от массы подготовительной работы: несколько грамотных инженеров ныне могут заменить конструкторское бюро и опытный завод.

Наибольших успехов на этом поприще добился американский миллиардер Илон Маск, сделавший состояние на разработке электронных платежных систем. В июне 2002 года он основал компанию SpaceX (Space Exploration Technologies Corporation), которая занимается созданием линейки ракет-носителей «Falcon» и космических кораблей «Dragon». Изначально система «Falcon-Dragon» предназначалась для туристических полетов на орбиту. Однако ситуация после закрытия программы «Space Shuttle» резко изменилась, и техника, создаваемая SpaceX, оказалась востребована NASA для доставки грузов на МКС. Больше того, сегодня ее рассматривают в качестве основного пилотируемого транспортного средства. Первый «Dragon» совершил успешный испытательный полет 8 декабря 2010 года (т. е. задолго до полета корабля «Orion»), причем отклонение места приводнения

возвращаемого модуля от расчетной точки составило всего 800 м. И такого блестящего результата удалось добиться за семь лет компании, персонал которой составляет 1200 человек.

Обращает на себя внимание и тот факт, что «Dragon», оставаясь легким космическим кораблем второго поколения типа «Союз», сконструирован по принципиально иной схеме: на Землю возвращается не спускаемый аппарат, а весь корабль целиком. И разработчики обещают, что когда-нибудь для его приземления будут применяться не парашюты, а специальные тормозные двигатели. Соответственно, и садиться он сможет с высокой точностью, маневрируя в атмосфере.

Вообще говоря, возвращаемые модули — любимый «конек» Илона Маска. 22 декабря 2015 года состоялся первый пуск ракеты-носителя «Falcon 9» с возвращаемой стартовой ступенью. Ракета успешно вывела на орбиту одиннадцать коммерческих спутников, после чего стартовая ступень совершила мягкую посадку на остатках топлива. Хотя для обеспечения возвращения ступени потребовалось внести значительные изменения в ее конструкцию и форсировать двигатель, масса полезной нагрузки, выводимой на орбиту, оказалась заметно ниже, чем при обычных запусках. Все это снижает коммерческую привлекательность «Falcon 9» с возвращаемой ступенью, однако в дальнейшем может оказать серьезное влияние на рынок пусковых услуг и перспективные программы. Если у компании SpaceX за счет многоразовости носителей и кораблей получится снизить стоимость орбитального запуска до диапазона 5–7 млн долларов (против современной цены в 61,2 млн долларов, что уже сопоставимо с российскими ценами), то это кардинально изменит всю структуру сектора мировой экономики, связанного с космической деятельностью. Кроме того, технология ракетной посадки будет востребована при освоении ближайших небесных тел.

Другие озвученные планы SpaceX тоже впечатляют. На апрель 2016 года запланирован первый испытательный запуск тяжелой ракеты «Falcon Heavy», грузоподъемность которой позволит выводить в космос не только большие телекоммуникационные спутники, но и блоки межпланетных кораблей. Еще через год на орбиту отправится корабль «Dragon V2» с экипажем, который пристыкуется к МКС. Таким образом, еще до конца 2017 года существующая монополия госкорпорации «Роскосмос» на пилотируемые полеты будет нарушена.

Подытоживая, можно сказать, что «частники» пока не допущены определять глобальную стратегию внеземной экспансии, но зато они способны предложить альтернативу при развитии существующей инфраструктуры, составляя заметную конкуренцию не столько NASA, сколько иностранным, прежде всего российским, корпорациям на рынке пусковых и эксплуатационных услуг.

## Пять задач освоения астероидов

- 1** НАУЧНОЕ ПОЗНАНИЕ:  
астероиды могут дать нам уникальную информацию о том, как формировалась Солнечная система.
- 2** ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ УГРОЗЫ ИЗ КОСМОСА: рано или поздно какой-нибудь из астероидов опасно приблизится к Земле, и человечество должно быть готово к тому, чтобы увести его в сторону.
- 3** ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ И КОММЕРЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА РЕСУРСОВ:  
астероиды содержат в себе редкие полезные ископаемые и материалы, подходящие для создания внеземной инфраструктуры.
- 4** «СПОРТИВНЫЙ» ИНТЕРЕС:  
государство, граждане которого высадутся на астероиды, навечно зафиксирует исторический приоритет в этой области.
- 5** РАСШИРЕНИЕ ВЛИЯНИЯ:  
изучение возможности управления астероидами, подразумевающей в том числе аспекты военного применения.





# Право владения

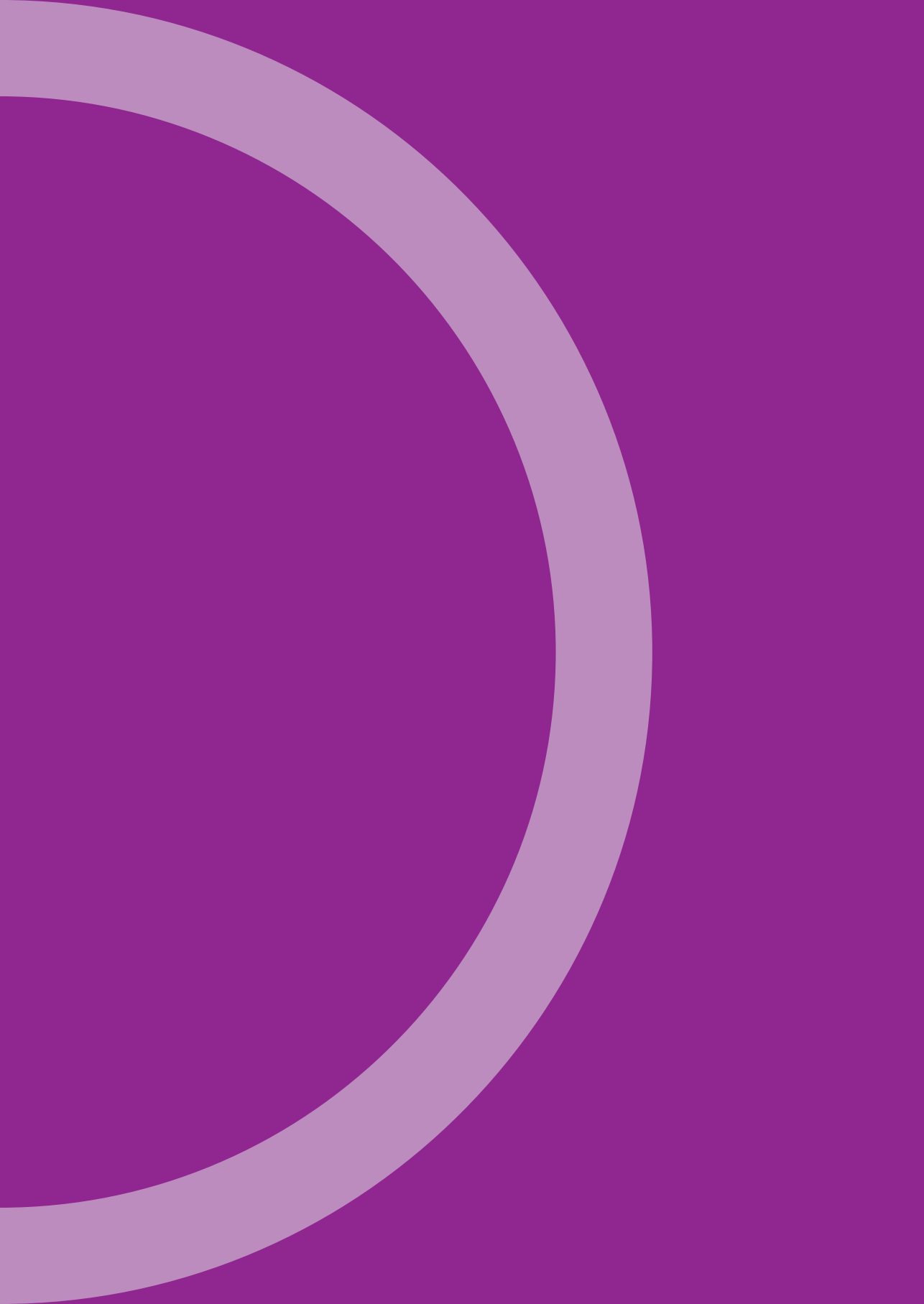
Сравнивая существующие космические стратегии, мы видим, что выбор конкретной цели внеземной экспансии на десятилетия вперед определит конкретные задачи по ее достижению, а также возможные итоги и последствия.

На основе изученных фактов можно сделать предположение, что правительство США определилось с окончательным выбором стратегии в пользу сближающихся астероидов, используя в своей риторике Марс лишь в качестве уступки общественному мнению: под экспедицию с высадкой на его поверхность не выделяются необходимые ресурсы.

Существует как минимум пять задач, которые предполагается решить в рамках программы по изучению и освоению астероидов. Первая задача — научное познание: астероиды могут дать нам уникальную информацию о том, как формировалась Солнечная система. Вторая задача — предотвращение угрозы из космоса: рано или поздно какой-нибудь из астероидов опасно приблизится к Земле, и человечество должно быть готово к тому, чтобы увести его в сторону. Третья задача — инвентаризация и коммерческая разработка ресурсов: астероиды содержат в себе редкие полезные ископаемые и материалы, подходящие для создания внеземной инфраструктуры. Четвертая задача — «спортивный» интерес: государство, граждане которого высадутся на астероиды, навечно зафиксирует исторический приоритет в этой области. Пятая задача — изучение возможности управления астероидами, подразумевающей в том числе аспекты военного применения.

Все эти задачи могла бы решать и российская космонавтика. Отказ от развития технологий, которые станут симметричным ответом на американскую стратегию захвата ресурсов малых небесных тел, в пользу освоения Луны, ценность которой весьма сомнительна, является серьезной ошибкой.

В настоящее время у России еще есть возможность пересмотреть Федеральную космическую программу и обозначить новые стратегические цели в рамках комплекса мер по блокированию преимуществ «Flexible Path». Больше того: до тех пор, пока США не развили свою независимую внеземную инфраструктуру, наше государство остается единственным на планете, которое способно начать работу в области изучения и освоения астероидов, имея значительную фору по времени. Однако через двадцать лет, к концу 2035 года, шанс опередить конкурентов в борьбе за право владения космосом будет утрачен навсегда.





ВЫБОР ПУТИ

# СЦЕНАРИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

*Давать точный прогноз на 20 лет вперед невозможно. Но можно попробовать посмотреть, между какими основными направлениями развития будет осуществляться выбор. Для этого специалисты из **Центра макроэкономического анализа и краткосрочного прогнозирования** подготовили сценарную модель.*

*Белоусов Д. Р. (ЦМАКП), Апокин А. Ю. (ЦМАКП),  
Ганичев Н. А. (ИНП РАН), Кошовец О. Б. (ИНП РАН),  
Сабельникова Е. М. (ЦМАКП), Фролов И. Э. (ИНП РАН)*



Очень трудно сделать точный прогноз, особенно о будущем.

*Н. Бор*

На рубеже 2035 года исчерпываются почти все устойчивые тренды, кроме очень долгосрочных природно-ресурсных, климатических и отчасти демографических; на первый план выходят имеющие стохастический характер процессы в научно-технологической сфере — крупномасштабные научные и технологические прорывы, существенно изменяющие структуру экономики и общества и почти не поддающиеся прогнозированию. Ситуацию будет усугублять качественный рост турбулентности в глобальной экономике, финансах, геополитике (включая постепенное, но последовательное повышение уровня конфликтности). Так, сегодня анализ будущего предполагает, так или иначе, учет возможности реструктурирования глобального экономического пространства и риски нового масштабного экономического и финансового кризиса на рубеже 2010–2020-х годов.

Столь высокий уровень неопределенности практически исключает лобовые решения прогнозных задач — слишком много придется делать оговорок. Потому мы определили сценарный подход как наиболее адекватный задаче. В рамках сценарного подхода неопределенность максимально вытесняется в пространство выбора между отдельными сценариями. Набор (дерево) сценариев должен быть внутренне согласован, а противоречия (если они прописаны) в их рамках — должны быть контролируемыми и использоваться для характеристики возможного развития.

# Инвариантные тренды глобального развития

Что было, то и будет; и что делалось, то и будет делаться, и нет ничего нового под солнцем. Бывает нечто, о чем говорят: «смотри, вот это новое»; но это было уже в веках, бывших прежде нас. Нет памяти о прежнем; да и о том, что будет, не останется памяти у тех, которые будут после.

*Эккл. 1, 9–11*

## Изменение демографической структуры

В развивающихся странах важнейшим фактором, определяющим демографическую ситуацию, станет очередная волна снижения смертности, вызванная модернизацией здраво-охранения, улучшением питания и санитарно-культурных практик

Соответственно, рождаемость там все еще высокая (но постепенно снизится), а смертность, особенно младенческая и детская, — уже низкая. По мере снижения рождаемости в развивающихся странах под воздействием урбанизации, распространения культуры потребления и других процессов демографическая ситуация начнет подтягиваться (разумеется, тренд этот «длинный», и окончательно его закрепления вряд ли можно ожидать ранее середины века) к стандартам развитых стран — с низким, фактически околонулевым, приростом населения. И если в настоящее время население развивающихся стран — относительно молодое в силу высокой смертности, то в перспективе демографическая структура начинает сдвигаться в сторону повышения среднего возраста. Таким образом, старение населения становится общим трендом и для развитых, и для развивающихся стран.

Важным — правда, с неясными перспективами — глобальным демографическим фактором может стать отмена политики «одна семья — один ребенок» в Китае и даже, в перспективе, возможный переход к стимулированию рождаемости. Разумеется, снятие сверхжесткого давления на рождаемость способно привести к определенному ускорению роста глобального населения. Однако если данный фактор имеет временный характер, то постоянно действующие факторы, такие как очередная волна индустриализации и урбанизации Китая, вероятно, приведут к уровню рождаемости менее двух детей на женщину в репродуктивном возрасте.

Весьма вероятно сохранение — а быть может, и усиление — миграционных процессов. Хотя в подробностях описать развитие этого тренда вряд ли возможно. Сегодня миграционный тренд поддерживается в значительной мере демографическим дисбалансом между развитыми (богатыми, постаревшими, трудодефицитными) и развивающимися (бедными, молодыми, трудоизбыточными) странами. Но в долгосрочной перспективе демографический расклад будет меняться, а с ним и движущие факторы миграционных процессов.

Непосредственно из такой ситуации вытекают:



*рост значимости «болезней пожилых людей». По мере старения населения как в развитых, так и в развивающихся странах начнет расти значимость дорогостоящих в лечении «болезней пожилых людей»;*



*рост значимости образования в течение всей жизни и образовательных технологий в целом. Постепенно усиливающиеся ограничения по предложению трудовых ресурсов в основных странах (и развитых, и индустриализующихся) станут приводить к необходимости обеспечивать конкурентоспособность и экономический рост преимущественно не за счет демографического или миграционного притока, а за счет непрерывной модернизации человеческого капитала;*



*рост значимости специфических технологий, ориентированных на пожилых людей (прежде всего, очевидно, средств ИКТ и транспортных средств для пожилых людей и лиц с ограниченными возможностями; распространение образовательного, финансового и прочего контента, ориентированного специально на пожилых людей);*

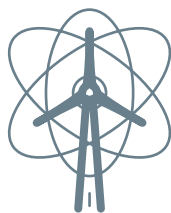


*рост переноса в развитые страны социальных, межнациональных/межконфессиональных конфликтов, сопряженных с миграцией населения из развивающихся стран.*

И такие последствия не являются изолированными. В свою очередь, они определяют значимые макроэкономические факторы, характеризующие ландшафт, в котором придется развиваться экономике и обществу:



*переход к «урбанистическому» типу потребления — усиление спроса на качественные продукты питания (в КНР и арабских странах уже сейчас — рост спроса на говядину), экологически чистую продукцию (в странах Запада), опережающий рост спроса на чистую воду;*



*развитие неуглеводородных технологий в электроэнергетике (атомная энергетика, развитие коммерчески эффективных технологий солнечной и ветровой энергетики) в рамках общей электрификации потребления с учетом общей тенденции к повышению энергоэффективности — «размен» между интенсивно растущим потреблением электроэнергии и существенно более медленной динамикой потребления углеводородных энергоносителей, особенно нефтепродуктов. К концу периода можно ожидать существенной интенсификации работ по развитию термоядерных технологий — хотя их коммерческое внедрение, вероятно, найдет за пределами 2030–2035 гг.;*



*осложнение ситуации с пенсионными (шире — финансовыми) системами, тенденция к усилению напряженности на рынке «длинных денег». Рост численности пожилого населения, изменение баланса между занятым в экономике населением и пожилыми людьми (причем почти безотносительно к тому, выстроена в конкретной стране пенсионная система или жизнеобеспечение пожилых людей происходит за счет добровольных накоплений и межпоколенческих трансфертов) будет вести к снижению нормы накопления в развивающихся странах (государства АТР, Россия, ряд арабских стран). Это, в свою очередь, способно снизить возможности этих стран финансировать дефициты (соответственно, перепотребление) развитых стран. Еще одно следствие — возможность возникновения напряженности на рынке венчурного финансирования и шире — финансирования (высокорискованных) инновационных проектов.*



## Усиление международной конфликтности

Данная тенденция может быть связана с возникновением новых центров технологической, а значит, и экономической силы (соответственно, вступающих друг с другом в периферийные и «непрямые» конфликты) и кризисом существующих институциональных систем, ориентированных на «моноцентрическую» модель международных отношений. Дополнительно подогревать ситуацию тут могут возникающие ресурсные и демографические проблемы.

Более подробно сценарии мирового общественно-политического устройства рассмотрены в сценарной модели Евгения Кузнецова.

## Актуализация экологических, климатических и ресурсных проблем

Можно ожидать роста ценности экологически чистой продукции и ландшафтов, отчасти связанного с усилением урбанизации в глобальном масштабе и, соответственно, с углублением специализации отдельных регионов — в том числе, видимо, формированием глобальных территорий «экологического/ресурсного резерва», отчасти — с запредельным уровнем экологической нагрузки в ряде развивающихся стран, включая страны АТР.

Намечается тенденция к усилению дефицита ряда видов жизненно важных ресурсов, включая чистую питьевую воду и плодородную землю. Загрязнение подпочвенных вод, эрозия почв, деградация ландшафтов превратились в значимый фактор ухудшения качества жизни населения ряда крупных стран. Очевидно, это вызов для целого ряда российских отраслей (отнюдь не только российских — в Китае ситуация с загрязнением воды еще хуже) — и промышленных, и особенно сельскохозяйственных, в которых уровень отставания от современных технологий водопользования просто колоссален.

На горизонте 2035 года можно ожидать гораздо более активного, чем сейчас, включения в политическую и технологическую повестку дня вопросов, связанных с адаптацией к долгосрочным и сверхдолгосрочным процессам, включая климатические: «глобальное потепление», вызвано ли оно действием антропогенных факторов или долгосрочными естественно-природными процессами; возникновение/ослабление крупных океанических и атмосферных течений (Эль-Ниньо, Гольфстрим); подъем уровня мирового океана.

Возникнет тренд на удорожание природных ресурсов. В первую очередь это относится к углеводородам, урановому сырью, отдельным видам металлов. Речь здесь

идет не о физической нехватке тех или иных видов ресурсов, а о переходе к добыче все более дорогих их видов: например, сланцевые нефти, нефтяные пески, тяжелые и вязкие нефти, рассеянные месторождения металлов и т. д.

В контексте технологических трендов следует, что цены на энергоносители будут иметь принципиально сценарный характер: либо победит тренд на удорожание традиционных углеводородов, либо (по крайней мере, после 2020–2025 годов) начнется ускоренный переход к новым, неуглеводородным энергетическим технологиям, что способно сильно ударить по нефтяным ценам.

Как итог, наиболее значимыми факторами влияния на экономическое развитие с точки зрения экологии и природных ресурсов станут:

- возникновение тренда к экономии ресурсов (особенно к концу прогнозного периода), прежде всего — энергетических и водных, а также отдельных видов металлов. Резкая активизация работ по снижению антропогенной нагрузки на природную среду, распространению технологий замкнутого производственного цикла (по воде, теплу, возможно, еще каким-то ресурсам);
- существенный рост значимости экологических стандартов (в том числе и «де-факто»), как фактора допуска на рынки, особенно развитые;
- рост волатильности цен на природные ресурсы, результат борьбы тенденций, как связанных с ростом себестоимости добычи — так и связанных с ростом энергоэффективности в результате применения новых энергетических технологий;
- возникновение (усиление) миграционных потоков населения, обусловленных истощением природных ресурсов/ухудшением природной среды. Возникновение новых «ресурсных конфликтов» в развивающихся странах — по поводу доступа к воде, плодородным почвам и т. д.

## Повсеместность информационно-коммуникационных технологий

Развитие информационно-коммуникационных технологий является почти инвариантным в силу уже набранной инерции технологического развития и сделанных крупномасштабных инвестиций. Особенностью развития ИКТ станет,

очевидно, их тотальное проникновение во все сферы как жизни человека, так и производства товаров и услуг. Последнее по-разному скажется на развивающихся и на развитых экономиках:

- для первых возникнет возможность частичного продвижения вверх по технологической цепочке, включая развитие элементной базы (с точностью до возможности «вписаться» в нарастающую волну создания технологической базы ИКТ на новых физических принципах), программного обеспечения и контента;
- для вторых возникнет еще одна предпосылка реиндустриализации, основанной на поддержании (точнее, воспроизводстве) технологического разрыва с отстающими экономиками и на персонализации, индивидуализации продукции — в том числе и традиционной индустриальной (включая, например, автомобильную промышленность).

При этом существует и, видимо, будет нарастать тенденция роста удельного веса «мягкой» составляющей в добавленной стоимости конечной продукции — программного обеспечения, интеллектуальной собственности, услуг. Основную прибыль начинают получать не фабрики, производящие непосредственно «железо» (процессоры, ЭКБ и пр.), а владельцы интеллектуальной собственности, определяющие уникальные свойства товара. Это уже сегодня принципиально меняет структуру ИТ-рынка и будет определять его развитие в среднесрочной перспективе, по крайней мере до появления принципиально новых технологий, связанных с производством ключевых компонентов.

Существует возможность срыва очередного рывка в развитии из-за недоинвестирования или нерешения фундаментальных проблем технического и/или научно-го характера. При этом замедление развития ИКТ будет, видимо, означать и торможение в развитии энергетических технологий, для части которых (например, связанных с использованием квантовых эффектов) развитие ИКТ представляется условием создания новых технологий, а для части, например, адаптивных энергосетей — условием самого их функционирования. Кроме того, неизбежно замедлится и развитие смежных технологий — биомедицинских (развитие которых — особенно на базе геномных и протеомных исследований — основано на интенсивном использовании самых современных информационно-коммуникационных технологий); нового материаловедения (нанотехнологии; технологии создания композитных материалов; биосовместимых материалов); новых энергетических технологий (ядерная и термоядерная энергетика; адаптивные энергосистемы; нанофотоника) и др. Фактически «сбой» в развитии ИКТ приводит к общему торможению научно-технологического развития.

## Биомедицинские технологии становятся новым технологическим ядром

В рамках формирования нового технологического уклада (понятно, что «в полную силу» его формирование и развертывание начнется где-то на рубеже 2030-х годов, но развитие технологической базы, очевидно, уже происходит — и будет происходить в ближайшие 15 лет) биомедицинские технологии, по оценкам экспертов, станут ключевым и экономически наиболее перспективным направлением.

Приоритетными направлениями станут генетическая диагностика и генная терапия, производство совместимых с человеческим организмом искусственных тканей и органов, биосинтез лекарств, клеточная терапия. Также существенное развитие получают междисциплинарные направления, биоинформатика и новые направления в области биоинженерии.

В рамках генетики формируется ключевая новая область медицинских технологий — фармакогенетика (изучение взаимосвязей между болезнями, генами, протеинами и фармацевтическими средствами). Фактически это новое направление в медицине — создание таргетных препаратов на основе результатов расшифровки генома.

## Сценарии глобального развития

Существующие тренды развития позволяют выделить основные развилки, которые являются отправными факторами для формирования пространства глобальных сценариев долгосрочного развития:

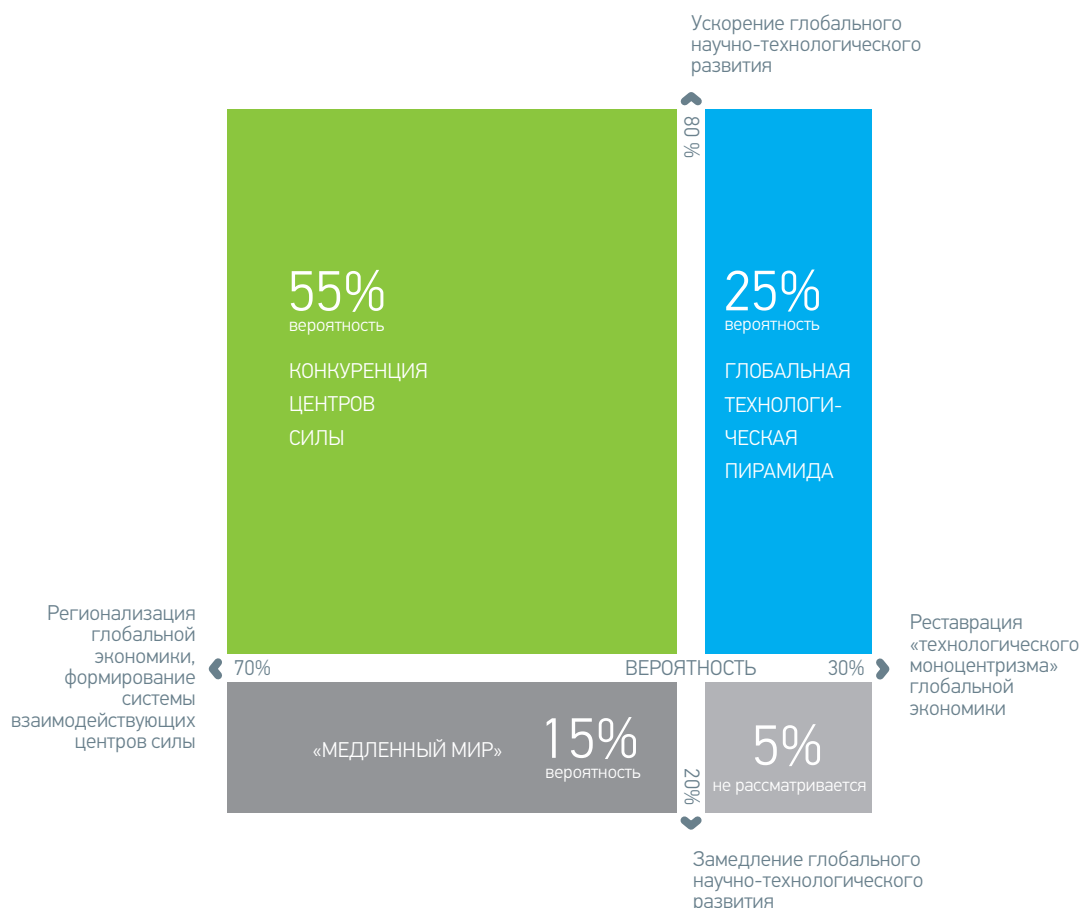
- **Интенсификация vs. торможение научно-технологического развития**, определяемые как успехом или срывом в реализации соответствующих направлений развития науки и технологий, так и общей ситуацией в глобальной экономике (затягиванием или, наоборот, ускорением глобального экономического кризиса; решением фундаментальных научных проблем в сфере энергетики, ИКТ и т.д.). Отдельный фактор — развитие технологий безопасности, неразрывно связанное с реализацией того или сценария проявления конфликтного потенциала.

*С этой развилкой хорошо коррелирует еще одна часто рассматриваемая аналитиками развилка: дорогие энергоносители (соответственно — добыча альтернативных энергоносителей, что предполагает дорогую нефть, обеспечивающую высокую рентабельность проектов) vs. дешевые энергоносители (в результате разработки проектов в области альтернативной энергетики). Даже если считать цены энергоносителей первичными, вариант дешевых энергоносителей неизбежно обеспечивает развитие энергоемких проектов, связанных с новыми производственными технологиями и новыми материалами, а дорогих — вызывает торможение научно-технологического развития (ИКТ, нового материаловедения, новых энергетических технологий).*

- Модель устройства глобальной экономики: сохранение предкризисной «иерархической» модели глобальной экономики (центр развития науки и технологий — США, центр производства высокотехнологичной продукции — США, Евросоюз и отчасти Китай, среднетехнологичной — АТР, включая Китай) vs. фрагментация глобального экономического и технологического пространства на ряд макрорегиональных кластеров, объединяющих внутри себя основные компетенции в области научно-технологического развития, высоко- и среднетехнологичного производства, финансового, кадрового и ресурсного обеспечения. Проекцией этой тенденции на технологическую сферу является наличие в числе приоритетных технологий таких трудноэкспортируемых за пределы наиболее развитых стран технологий, как технологии персонализированной и превентивной медицины, ряд технологий нового материаловедения и т. д.

Основными глобальными сценариями долгосрочного развития, обладающими достаточными шансами по реализации, являются:

Конкуренция центров силы. Сценарий основан на фрагментации глобального экономического пространства на несколько крупных геополитических пространств — «центров силы» (вокруг США/Великобритании; «старого» Евросоюза»; КНР; возможно — России/ЕвразЭС), формировании на каждом из них полноценного набора компетенций по проведению фундаментальных исследований и прикладных НИОКР, производству и продвижению на рынок высоко- и среднетехнологической продукции, формированию собственных финансовых и институциональных моделей, обеспечивающих концентрацию финансовых ресурсов на решении задач нового инновационного рывка.



Основными развилками, формирующими сценарии, являются развилки в сфере научно-технологического развития и в сфере общей структуры мировой экономики. Соответственно, вероятности реализации конкретных сценариев глобального развития получаются (с округлением с шагом в 5 проц. пунктов) как произведение вероятностей реализации каждого из вариантов развилки по данным сферам. Так, вероятность сценария «конкуренции центров силы» (55%) округленно равна произведению вероятностей «регионализации глобальной экономики» (70%) и «ускорения научно-технологического развития» (80%).

Технологическое развитие в каждом из этих глобальных кластеров происходит интенсивно, что обеспечивает «давление» на мировые цены на ресурсы, в том числе — на углеводороды (что особо значимо для России). Трансграничные потоки инвестиций в этом сценарии интенсивны, особенно внутри центров силы, которые, вероятно, станут формироваться по известной валлерстайновской модели «центр-полупериферия-периферия».

В то же время на границах центров силы можно ожидать усиления борьбы за контроль над значимыми геоэкономическими районами, источниками сырья и т. д. Проблема для России — в том, что как минимум одна из таких потенциальных конфликтных зон — в Центральной Азии, одном из ключевых регионов с точки зрения национальной безопасности нашей страны (еще одна конфликтная зона прямо на глазах формируется на Украине).

Глобальная технологическая пирамида. Сценарий основан на сохранении существующей сейчас моноцентрической модели мировой экономики — глобального финансового, институционального, технологического и силового доминирования США и их ближайших союзников. В том числе — через наращивание лидерства в сфере новых технологий, связывания за счет этого наметившихся «финансовых пузырей» и осуществления реиндустриализации, нивелирующей высокую стоимость человеческих ресурсов в экономиках развитых стран.

В силу восстановления экономического роста и наличия в глобальной экономике «дешевых денег» происходит интенсивный скачок в ИКТ и «новой энергетике», а затем и в медико-биологических технологиях, новом материаловедении, производственных технологиях. В этих условиях можно ожидать существенного расширения научно-технологического аутсорсинга, с передачей ряда конкретных исследований на технологический аутсорсинг (например, в страны АТР, Индию и т. д.), оставляя за наиболее технологически развитыми странами разработку концепций, проведение фундаментальных исследований, системную интеграцию инновационных продуктов.

Цены на углеводороды в данном сценарии — низкие, что обусловлено как давлением на производителей со стороны технологического центра (США), так и интенсивной реализацией технологических проектов в области новой энергетики (в том числе супераккумуляторов), адаптивных энергосистем и энергосбережения. Развитие глобальной экономики в данном сценарии примерно соответствует докризисному; есть риск очередного цикла «накопление кризисного потенциала — реализация финансового пузыря».

«Медленный мир». Сценарий означает срыв намечающегося в настоящее время рывка в сфере научно-технологического развития. В этой ситуации преимущество получают не технологические лидеры, а страны, способные к высокоэффективным массовым улучшающим инновациям. Соответственно, данный сценарий фактически подразумевает отказ от технологической (а значит, и общеэкономической) моноцентричности глобальной экономики и одновременно — высокую вероятность классического финансового кризиса в развитых странах, если подкрепленные финансированием ожидания бурного развития новых технологий и отраслей не реализуются.

В этом варианте происходит регионализация глобального экономического пространства — однако технологического рывка (по финансовым причинам или из-за нерешенных глубоких научных и технологических проблем, связанных с рывком в ИКТ, новом материаловедении, биологии) не происходит. «Отстающие» центры силы постепенно подтягиваются по технологическому уровню к глобальным лидерам (хотя бы из-за диффузии технологий).

Это означает, что центр тяжести в научно-технологической политике перемещается с прорывных на улучшающие инновации — более дешевые и не требующие проведения высокорискованных прорывных научных исследований. В этом сценарии в силу большей ресурсоемкости глобальной экономики можно ожидать и больших цен на углеводороды, и рисков «ресурсных» конфликтов между центрами силы.

При этом сейчас в глобальной политике, экономике и научно-технологической сфере происходят серьезные изменения, которые можно охарактеризовать как «тектонические сдвиги», способные привести к определенной модификации этих сценариев.

## 1. Происходит модификация моноцентрической модели развития

Запущено создание Трансатлантического и Транстихоокеанского партнерств. Налицо развитие макрорегиональных экономических союзов («партнерств»), интегрирующих вокруг США экономических игроков, имеющих значительный научно-производственный («старый ЕС», Япония, Республика Корея), трудовой (Вьетнам, Филиппины) или природно-ресурсный (Южная Америка, Австралия) потенциалы. Соответственно, формируется (точнее, обновляется) своеобразная «планетарная модель» глобальной экономики. Они позволят «ядру», глобальным лидерам — США, Японии и «старому Евросоюзу» — эффективно использовать имеющиеся конкурентные преимущества, получить недискриминационный доступ к ресурсам «периферии» — развивающихся стран.



Если развитым странам удастся при этом запустить новый виток технологического развития, это позволит обеспечить глобальное лидерство США и их ближайших союзников еще, как минимум, на среднесрочную перспективу.

Необходимо отметить, что указанные интеграционные инициативы изначально базируются на ранее созданных весьма мощных политических (соответственно, институциональных) и силовых механизмах, связанных с функционирующими механизмами НАТО, американско-японо-южнокорейского и американско-австралийско-новозеландского союзов.

## 2. Продолжается интенсивное развитие индустриальных проектов в Китае, России и США

Причем в России (Национальная технологическая инициатива и др.) и в США эти проекты закономерно имеют общую черту — попытку опереть индустриализационные проекты на новейшую технологическую базу, соответствующую решениям «завтрашнего» или даже «послезавтрашнего» (персонализированная медицина, нейроинтерфейс и т. д.) дня.

Смысл здесь в том, чтобы создать контролируемый технологический отрыв между странами-лидерами и менее развитыми странами, по возможности ограничив или в принципе исключив шанс копирования технологий менее развитыми странами. Поэтому важным является не допустить в нашей стране «ухода пара в свисток», что в последнее время достаточно часто происходит с глобальными модернизационными проектами.

## 3. Дальнейшее усиление значимости силового фактора в переконфигурации глобального политического пространства

Все последние годы наблюдается быстрый рост конфликтности как в регионах, традиционно считающихся очагами конфликтов глобального масштаба (Ближний и Средний Восток, Корейский полуостров), так и в новых (Восточная Европа). При этом ведущими странами «осваиваются» новые формы конфликтов — в первую очередь внешняя поддержка политической дестабилизации и повстанческих движений в «третьих странах». Они (наряду с широким использованием частных военных компаний, транснациональных радикальных организаций и т. д.) позволяют активно действовать в регионах, имеющих ключевое значение для стратегических противников, — но при этом управлять уровнем конфронтации, не допуская (пока) чрезмерного усиления конфликтности.

Еще более индикативным является развертывание в наиболее «субъектных» странах (США, Китае, России) целого пакета программ в области создания стратегических наступательных и оборонительных вооружений, соответствующих средств разведки и управления, прямо нацеленных на противостояние своим основным противникам, проведение учений и стратегических тренировок, направленных непосредственно (вплоть до отработки нанесения тактических ядерных ударов) на подготовку войск/сил к боевым действиям высокой интенсивности против основных противников.

#### 4. Возникновение рисков новой коррекции финансовых рынков

В настоящее время глобальная экономика находится в ситуации стратегической нестабильности. С одной стороны, явно начинается посткризисный экономический подъем — прежде всего в США. Этот подъем стратегически в значительной степени опирается на ожидания дальнейшего ускоренного научно-технологического развития, а также на свершившуюся «углеводородную революцию» в самих США, позволившую резко снизить стоимость топливно-энергетических ресурсов для американской экономики.

Отмеченный экономический подъем является одной из основ для долгосрочного американского лидерства; в силу этого его стимулированию уделяется довольно значительное внимание.

Тем самым «разогрев» американских и глобальных финансовых рынков, по большому счету, основан на двух ожиданиях:

- общего оживления глобальной экономики, пусть и более медленного (в рамках «newnormal»), чем в докризисный период;
- технологического рывка в США, базирующегося на научно-технологическом прорыве в сферах ИКТ, биотехнологии, ядерной и термоядерной энергетики и т. д.

Проблема в том, что обе эти предпосылки содержат в себе довольно значительные риски.

Общемировой экономический рост мало того что замедляется (в значительной мере под воздействием торможения в Китае и ряде стран с переходной экономикой) — его замедление маркирует кардинальные изменения в самой глобальной экономике. Перестает работать модель «инновации и кредитное потребление в США — производство и сбережения в АТР»: Китай более не способен поддерживать американскую экономику за счет вывоза своих быстро сокращающихся сбережений и выстраивает собственную инновационную систему. США выстраивают, опять-таки, целостную

научно-производственную систему, призванную реализовать преимущества в технологическом развитии в США через создание соответствующего ей высокотехнологичного производственного комплекса.

Возможности технологического прорыва в ограниченные сроки предполагают решение целого ряда задач фундаментального характера (нейроинтерфейс — создание «карты мозга» в рамках проекта BRAIN Initiative, термоядерная энергетика — решение задач в области фундаментальной физики, другие направления — прорывы в области фундаментальной биологии, материаловедения, психологии и т.д.).

Однако никаких гарантий успешности решения задач фундаментального характера, разумеется, не существует. Более того, с учетом тренда на постепенное удорожание научных исследований можно ожидать, что возникнет еще и дополнительный риск: мало того что соответствующие научные результаты могут быть не достигнуты из-за нерешенности содержательных проблем — существует и риск сворачивания по крайней мере части дорогостоящих программ в случае, если возникнет существенный финансовый кризис (аналогично, дефицит бюджетных ресурсов в ходе кризиса 2008–2010 гг. привел в США к отказу от развития пакета перспективных обычных вооружений Future Combat Systems).

Кроме того, необходимо иметь в виду, что еще в 90-х годах совершился переход к частному финансированию технологических процессов, в том числе через финансовый рынок (соотношение государственных и частных инвестиций в НИОКР в США изменилось с 50-х до 90-х годов «зеркальным образом»: с 70:30 до 30:70). Соответственно, для рынка технологий стали выполняться те же основные правила, которые работали на любых других рынках с сильной финансовой составляющей (например, рынке энергоресурсов), включая манипулирование ожиданиями реальных и потенциальных инвесторов. Тогда сегодня, с учетом фазы экономического цикла, вероятно, наблюдается искусственная «возгонка» ожиданий относительно темпов (сроков реализации) и возможных результатов экономического развития. Если это так, то, тем более, за перегревом и образованием финансового пузыря на рынке технологических активов последует закономерное «схлопывание», сопровождаемое еще и массовым разочарованием в «не выстреливших» технологических направлениях.

При этом опыт ситуации 1990-х — начала 2000-х (так называемый «крах доткомов») показывает, что возникновение рыночного пузыря вполне может привести к реальному прорыву на тех или иных технологических рынках, и вполне возможно, что на этом строится расчет. В силу этого существует довольно значительный риск новой крупномасштабной коррекции на финансовых рынках на рубеже 2010–2020 гг. (скорее в 2017–2019 гг.).

## Основные компоненты сценариев глобального развития

	КОНКУРЕНЦИЯ ЦЕНТРОВ СИЛЫ	ГЛОБАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПИРАМИДА	«МЕДЛЕННЫЙ МИР»
<p>ЦЕНЫ НА РЕСУРСЫ</p> 	Умеренные	Низкие	Низкие
<p>ТРАНСГРАНИЧНЫЕ ПОТОКИ КАПИТАЛА</p> 	Умеренные/низкие между центрами силы, высокие внутри цент- ров силы	Очень интенсивные внутри «глобальных партнерств», ограничен- ные по масштабам за их пределами	Умеренные
<p>НАУЧНО- ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ</p> 	Интенсивное. Высокая значимость энергетиче- ских технологий. Расхождение националь- ных технологических приоритетов. Рост значимости оборонных технологий	Интенсивное. Глобаль- ная технологическая повестка дня. Глобальный технологиче- ский аутсорсинг внутри центров силы, рынок технологических инноваций за их пределами	Замедлено. В отсутствие технологических прорывов — бум улучшающих инноваций

## ГЛОБАЛЬНАЯ КОНФЛИКТНОСТЬ



## КОНКУРЕНЦИЯ ЦЕНТРОВ СИЛЫ

Высокий уровень, наличие скрытой борьбы центров силы в третьих странах. Локальные «войны по доверенности». Высокий уровень конфликтов в зонах, не вошедших в те или иные центры силы

## ГЛОБАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПИРАМИДА

Умеренный уровень, за счет конфликтов внутри слабо управляемой «мировой периферии», интенсивное функционирование глобальных институтов урегулирования конфликтов

## «МЕДЛЕННЫЙ МИР»

Высокий уровень. Конфликты за ресурсы (в том числе «скрытые»)

## МАСШТАБЫ ТРАНСФОРМАЦИОННОГО КРИЗИСА



Очень высокий; возможна вторая волна глобальной рецессии на рубеже 2010–2020 гг.

Умеренный; фактически воспроизведется существующая модель глобальной экономики. Есть риск образования и «схлопывания» глобального финансового пузыря в 2020–х гг.

Высокий

# ЧЕРНЫЕ ЛЕБЕДИ

маловероятные события, обладающие  
значительным общесистемным эффектом

### КОНКУРЕНЦИЯ ЦЕНТРОВ СИЛЫ

Схлопывание финансовых  
пузырей  
(вероятность умеренная)

Альтернатива технологической  
сингулярности внутри сценария!

Большая азиатская война  
(вероятность умеренная)

Технологическая сингулярность  
(вероятность умеренная)

Альтернатива коллапсу  
финансовых рынков внутри  
сценария!

Экспансионистский Китай  
(вероятность средняя)

≈ 2020 г. СРОКИ  
РЕАЛИЗАЦИИ

≤ 30% ВЕРОЯТНОСТЬ  
РЕАЛИЗАЦИИ

ВЫСОКИЙ СИСТЕМНЫЙ  
ЭФФЕКТ

### ГЛОБАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПИРАМИДА

Схлопывание финансовых  
пузырей  
(вероятность средняя)

Альтернатива технологической  
сингулярности внутри сценария!

Технологическая сингулярность  
(вероятность повышена)

Альтернатива коллапсу  
финансовых рынков внутри  
сценария!

Финансовый кризис, вызванный «схлопыванием» сначала  
технологических финансовых пузырей, а затем, возможно,  
и (отдельных) рынков государственного долга развитых стран.

### «МЕДЛЕННЫЙ МИР»

Большая азиатская война  
(вероятность высокая)

Экспансионистский Китай  
(вероятность средняя)

≈ 2018–2020 г. СРОКИ РЕАЛИЗАЦИИ  
≤ 20% ВЕРОЯТНОСТЬ РЕАЛИЗАЦИИ  
КРАЙНЕ ВЫСОКИЙ СИСТЕМНЫЙ ЭФФЕКТ

Экспансионистский Китай. Структурные проблемы в китайской экономике, накладывающиеся на ресурсные ограничения (прежде всего, связанные с намечающимся дефицитом трудовых ресурсов — эхо старой политики «одна семья — один ребенок») могут привести к длительному замедлению экономического развития. Это, в свою очередь, актуализирует «законсервированные» в условиях быстрого роста благосостояния социальные конфликты. Результатом может стать делегитимация сложившегося в стране социального порядка. Выход китайские элиты, вероятно, станут искать в формировании новой консолидирующей идеологии. Наиболее естественное решение — национализм; в условиях многонациональной страны (правда, с доминированием одной, ханьской, этнической группы) он, скорее всего, будет направлен не внутрь страны, а вовне, в том числе в логике «восстановления (широко понимаемой) исторической справедливости». В этом случае Китай, с его мощной армией и экономикой, способен стать источником угроз безопасности, в том числе для стран — традиционных партнеров России (возможно, и ее самой).

≈ 2018–2020 г. СРОКИ РЕАЛИЗАЦИИ  
≤ 20% ВЕРОЯТНОСТЬ РЕАЛИЗАЦИИ  
СРЕДНИЙ СИСТЕМНЫЙ ЭФФЕКТ

Большая азиатская война, способная стать результатом распространения радикального исламизма в тех или иных формах, особенно при неудаче попыток операций по стабилизации ситуации в Сирии, Ираке и Афганистане. Способна охватить Афганистан, Пакистан, страны Центральной Азии. Обязательно потребует участия России и Ирана.

≈ 2025 г. СРОКИ РЕАЛИЗАЦИИ  
ТРУДНООЦЕНИМА ВЕРОЯТНОСТЬ РЕАЛИЗАЦИИ  
ОЧЕНЬ ВЫСОКИЙ СИСТЕМНЫЙ ЭФФЕКТ

Технологическая сингулярность. Возможность возникновения «насада» прорывных технологических инноваций, с одной стороны — взаимно обуславливающих друг друга (как эффективная быстродействующая технология дистанционной работы с Big Data обуславливает возможность создания дистанционной медицины и т. д.) и при этом оказывающих мощное системное воздействие на структуру экономики и общества.

## Технологические аспекты глобальных сценариев

В настоящее время мировое научно-технологическое развитие характеризуется высоким уровнем неопределенности в формировании нового магистрального направления развития технологий на средне- и долгосрочный период.

Высокий уровень неопределенности обусловлен, с одной стороны, продолжающимися кризисными/стагнационными явлениями в мировой экономике (медленные темпы роста стран Европейского союза, сохраняющиеся бюджетные проблемы в США, замедление динамики экономики Китая, спад нефтяных цен, угрожающий рецессией экономик стран — нефтяных экспортеров и пр.), что означает возникновение повышенных инвестиционных рисков — а значит, и повышенных рисков замедления распространения новых технологий.

С другой стороны, неопределенность в дальнейшем основном направлении развития технологий обусловлена ситуацией в самой научно-технологической сфере, которую многие аналитики интерпретируют как «инновационную паузу», характеризующуюся постепенным исчерпанием предыдущей технологической волны, основанной на ИКТ, и, на этом фоне, недоформированностью новой волны, которая предположительно будет базироваться на конвергенции био-, нано- и информационно-коммуникационных, а также, возможно, и когнитивных технологий.

Вместе с тем уже сейчас, хотя бы в силу сделанных инвестиций и сложившихся ожиданий, в благоприятных общеэкономических условиях можно предположить развертывание нескольких качественно новых технологических трендов. Можно говорить даже о формировании нового технологического уклада — хотя пока с уверенностью утверждать, что происходит именно «укладообразование», разумеется, трудно:

- станут экономически приемлемыми технологии альтернативной энергетики, снижающие зависимость от углеводородных топливно-энергетических ресурсов (реакторы на быстрых нейтронах, водородная энергетика, солнечная энергетика; активизируются работы по термоядерной энергетике);
- уже начался переход от микроэлектроники к наноэлектронике как новому «ядру» информационных технологий. На горизонте 20 лет возможно говорить о начале перехода к ИКТ на новых физических принципах;
- ожидается революция в здравоохранении на основе использования генетических методов лечения и биоинформатики.



В итоге в области мирового научно-технологического развития на период до 2030 г. существуют два основных сценария: 1) ускорение и 2) замедление научно-технологического развития. Отметим, что (едва ли не впервые за несколько десятилетий) существует достаточно высокий (порядка 20%) риск замедления научно-технологического развития, что, однако, не означает невозможности выполнения «революционного» сценария в результате реализации различных «wildcards» — создание супераккумуляторов, прорывы в области фотоники, нейротехнологий, создание искусственного интеллекта, новых материалов и пр.

*Wildcards («дикие карты») или «джокеры» — в прогностике это очень маловероятные, но крайне значимые события. Другое название таких событий (благодаря Нассиму Талебу) — «Черные лебеди».*

*Обычно к ним относят события преимущественно катастрофические. На самом деле «джокер» может быть и позитивным. Например, неожиданная важная инновация. Считается, что Wildcard очень трудно или невозможно предсказать аналитическим путем.*

Дальше мы рассмотрим технологическую картину при реализации сценариев, связанных с интенсивным технологическим развитием, — «глобальная технологическая пирамида» и «конкуренция центров силы». Помимо существенно более высокой вероятности, именно готовность к ним и способность быть конкурентоспособными является наиболее серьезным вызовом для нашей страны.

Исходя из описанных выше трендов по основным технологическим областям, представляется, что до 2020 г. технологическое развитие будет иметь преимущественно эволюционный, а не революционный характер. В ряде областей (ИКТ, биотехнологии) продолжится «дожимание» технологических возможностей существующей технологической базы (кремниевая электроника, дженерики и др.). В ряде областей (возобновляемые источники энергии, автомобилестроение, промышленные технологии) будут идти процессы постепенного расширения применения передовых технологий (новые материалы для солнечных панелей, интеллектуализация автомобилей, расширение использования инженерного ПО и композитных материалов).

В районе 2020 г. можно ожидать формирования развилки в области передовых производственных технологий (ППТ) и автомобилестроения, связанных с успешностью внедрения киберфизических систем и новых материалов, в том числе — композитов.

2014

2017

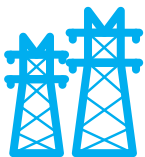
2020

МИРОВАЯ  
ЭКОНОМИКАПузыри на рынках  
суверенного долга

Реструктуризация и начало новой фазы цикла

Оживление финансовых  
рынков

ЭНЕРГЕТИКА

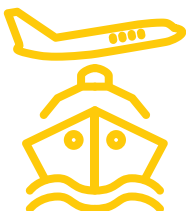


Солнечная энергетика

Нетрадиционное УВС

SmartGrid

ТРАНСПОРТ



Электромобили

Расширение  
применения композитов

ИКТ



Сенсоры

Облачные вычисления

МЕДИЦИНА

Распространение  
дженериков

Биосенсоры

3D-биопечать

Массовое  
секвенирование геномаПТТ И НОВЫЕ  
МАТЕРИАЛЫ

Автоматизация выкладки композитов

Материалы для солнечных  
батарей, аккумуляторов

Повышение гибкости ПС

3D-печать  
1-я волна

2014

2017

2020



Ближе к 2025 г. можно ожидать формирования развилки в сфере энергетики и транспорта, связанных с развитием технологий солнечной энергетики, реакторов на быстрых нейтронах, созданием супераккумуляторов и электромобилей. Помимо этого, на рубеже 2025 г. могут проявиться развилки в области ИКТ — переход на фотонные технологии, медицины — комплексный переход к концепции превентивной и персонализированной медицины, возникнуть прорывы в области регенеративной медицины и нейротехнологиях.

## Глобальная технологическая пирамида

### Энергетические технологии

Сценарий «глобальной технологической пирамиды» в силу более низких предполагаемых цен на энергоносители будет способствовать ограниченному развитию дорогостоящих технологий добычи углеводородов в высоких широтах. Технологии будут развиваться в направлении удешевления добычи нетрадиционных углеводородных ресурсов, в первую очередь сланцевого газа. Однако по данным Прогноза развития энергетики мира и России до 2040 года, подготовленного ИНЭИ РАН, эксперты прогнозируют появление технологий, которые позволят качественно расширить географические границы «сланцевой революции» (безводные технологии добычи нефти и газа низкопроницаемых пород) после 2020 г. Масштабное освоение арктических ресурсов углеводородов, в случае отсутствия революционных изменений по другим энергетическим технологиям и повышения цены на нефть, начнется не ранее 2020-х гг.

В качестве Wildcard можно рассматривать технологию экономически выгодной добычи газовых гидратов в начале-середине 2020-х гг.

В области атомных технологий основным технологическим направлением, имеющим революционный потенциал и возможность реализации в среднесрочном периоде для всех сценариев глобального технологического развития, является технология реакторов на быстрых нейтронах, позволяющая замкнуть ядерный цикл и в разы повысить ресурсную базу атомной энергетики. Причем Россия является весьма активным игроком на данном поле.

В области альтернативной энергетики основным драйвером роста в последние годы стала солнечная энергетика, установки которой существенно растут в 2014 г. на фоне продолжающегося снижения цен на солнечные панели. В рамках сценария «глобальной технологической пирамиды» солнечная энергетика, благодаря

существенному снижению цен на солнечные панели, должна в долгосрочной перспективе стать одним из основных источников электроэнергии, о чем свидетельствуют прогнозы Международного энергетического агентства.

С другой стороны, по оценкам аналитиков, наметившееся в последние годы падение цен на солнечные панели во многом было связано их перепроизводством. После ряда крупных банкротств производителей солнечных батарей и постепенного роста спроса избыток солнечных панелей уже в ближайшем будущем может смениться дефицитом, что способно остановить дальнейшее падение цен.

При существенном росте доли генерации электроэнергии за счет возобновляемых источников энергии возникает проблема управления электросистемами, которая отчасти решается за счет внедрения технологий SmartGrid, однако требует также включения в центральную или локальные электросистемы промышленных накопителей энергии, прорыва в создании которых пока не наблюдается.

## Авиаракетно-космическая отрасль и транспорт

Можно ожидать, что в области авиастроения основные направления будут развиваться вокруг повышения эффективности силовых установок, расширения применения композитных материалов, а также в сфере создания все более сложных и многофункциональных беспилотных систем, в том числе гиперзвуковых летательных аппаратов военного назначения.

В области космических транспортных систем выделяется программа США по созданию Системы космических запусков для освоения дальнего космоса (в частности — Марса), в рамках которой в настоящее время NASA приступает к проектам создания сверхтяжелой ракеты и многоразового космического корабля. Планы по освоению дальнего космоса есть и у России (целью является Луна). В настоящее время Роскосмос запросил более 200 млрд руб. на создание ракеты-носителя сверхтяжелого класса.

Несколько другая ситуация сложилась в мировом автомобилестроении. В предыдущее десятилетие в данной отрасли резко усилилась конкуренция, в том числе с компаниями из развивающихся стран, что стимулировало своеобразную гонку технологических проектов. Речь, в частности, идет о внедрении новых силовых установок, прежде всего — в электро- и гибридных автомобилях. Помимо этого, в качестве важного и перспективного направления может рассматриваться повышение интеллектуализации автомобилей вплоть до внедрения автоматического

управления, которое разрабатывается такими компаниями, как Google, Tesla, Nissan, Volvo и др. Другая «горячая» тенденция — расширение применения композитных материалов в автомобилестроении, которое, по-видимому, будет увеличиваться по мере отработки и совершенствования технологий производства композитных деталей (в частности — за счет автоматизации выкладки волокна).

## Информационно-коммуникационные технологии

В области ИКТ просматриваются две основные тенденции развития: условно «интенсивная», связанная с продолжением роста производительности электроники, скорости передачи информации и др.; и «экстенсивная» — расширенное распространение применения технологий ИКТ на физические объекты и формирование киберфизических систем.

Технологическое развитие по первому направлению в настоящее время идет по двум линиям. Во-первых, «дожимаются» возможности традиционной кремниевой электроники, разрабатываются технологии 5G для беспроводной передачи данных на скоростях до 10 Гбит/с. Ожидается, что первые такие сети будут введены в коммерческую эксплуатацию уже до 2020 г. Также важным трендом для развития сетей беспроводной передачи данных должны стать принципиально новые технологии планирования сети и внедрение технологии SDN (программно-определяемая сеть).

Во-вторых, продолжаются исследования в области перехода на качественно новую технологическую базу на базе фотонных технологий. В настоящее время активно разрабатывается и тестируется приемо-передающая аппаратура, работающая на базе фотонных технологий, предпринимаются попытки создать квантовый компьютер. Так, в США в рамках создания исследовательских центров по передовым производственным технологиям в октябре 2014 г. было объявлено о создании Центра в области фотоники, на что правительство выделило около 100 млн долл.

Основной особенностью развития ИКТ при реализации сценария «глобальной технологической пирамиды» будет географическая концентрация патентов на критически важные технологии, а также центров консолидации прибыли в наиболее технологически развитых странах при широкой передаче на разработки дополняющих и улучшающих инноваций на периферию.

Существенным драйвером роста рынка ИКТ в среднесрочной перспективе может стать развитие киберфизических систем (в том числе в рамках концепции

«интернета вещей») — внедрение сенсоров, оснащенных передатчиками данных, в бытовые приборы, транспортные средства, а в перспективе и создание различных киберфизических систем, в области инфраструктуры — «умных энергосетей» (SmartGrid); транспорта — интеллектуальные системы управления движением, автопилоты на автомобилях; интеллектуализация домов — концепция «умный дом», «умный город»; а также в создании «цифровых фабрик» — максимально автоматизированных производственных мощностей.

Пока индустрия интернета вещей (IoT) находится на начальной стадии развития. По мнению консорциума Industrial Internet Consortium, созданного ведущими электронными производителями, уже к 2020 г. количество глобально взаимосвязанных устройств, образующих этот самый интернет вещей, достигнет 50 миллиардов устройств, и ими будет генерироваться более 40% всего интернет-трафика в мире.

В бытовом использовании сенсоры уже начали массово использоваться в смартфонах, однако качественный скачок возможен лишь при массовой реализации концепции «умного дома». Особенностью сценария формирования «глобальной технологической пирамиды» может стать концентрация ключевых технологий для внедрения системы сенсоров в рамках нескольких крупных транснациональных корпораций, уже сейчас активно действующих на этом рынке. В частности, одним из ключевых игроков на рынке оборудования и систем для «умного дома» стала компания Google. Еще более глубокая интеграция и создание киберфизических систем предполагается в рамках реализации проектов «цифровых фабрик», которые разрабатываются, например, в рамках инициативы «Industry 4.0» в Германии.

Одним из наиболее масштабных рынков сенсорных технологий должно стать развитие различных интеллектуальных систем, в первую очередь связанных с решением проблем крупных городских агломераций, — так называемый «умный город» (SmartCity). К основным элементам такой системы можно отнести развитие «умных» энергетических систем для управления и распределения электроэнергии. Системы «умный дом», внедряемые в рамках таких проектов, должны будут при минимальном участии человека контролировать управление процессами освещения, терморегуляции, энергопотребления и пр. Кроме того, в рамках «умных городов» акцент предполагается делать на создании сетей связи не только между миллионами оснащенных датчиками и сим-картами устройств и приборов, но также на выстраивании принципиально новых автоматизированных систем взаимодействия между ключевыми институтами (бизнесом, образованием, госорганами). По прогнозу консалтинговой компании Frost&Sullivan, к 2020 г. в мире должно появиться 26 «умных городов».

## Медицина и биотехнологии

В настоящее время актуальные тренды в области биотехнологий — это развитие превентивной, персонализированной и регенеративной медицины. Каждое из перечисленных направлений медицины в той или иной степени опирается на последние достижения в области расшифровки генома человека, синтетической биологии и др. Помимо этого, в последние годы в США и ЕС запущены большие проекты по исследованию человеческого мозга.

### **Превентивная медицина**

*Нацелена на переход от концепции «лечения болезней», при которой к старости у человека возникает целый ряд хронических заболеваний, к концепции «поддержания здоровья», с использованием как данных о геноме конкретного человека, так и различных биосенсоров для постоянного контроля состояния здоровья.*

### **Персонализированная медицина**

*Нацелена на использование лекарств и методов лечения, наиболее адаптированных к конкретному человеку, с применением как данных о геноме конкретного человека, так и различных вариантов таргетной терапии.*

Несмотря на успехи в удешевлении секвенирования человеческого генома, пока еще далека от реализации разработка комплексного подхода к формированию превентивной и персонализированной медицины на основе расшифровки генома человека, что могло бы означать качественный переход в области медицины. Так, остаются проблемы с однозначным соотношением функционирования тех или иных генов и различных отклонений в области здоровья человека.

В области регенеративной медицины технологические прорывы, связанные с использованием стволовых клеток и 3D-биопринтеров для печати органов, также находятся на стадии отработки технологий. Так, в Японии недавно было дано разрешение на проведение первых клинических испытаний стволовых клеток на человеке, а наиболее оптимистичные обещания по печати широко востребованных человеческих органов обещают осуществить печать человеческой почки в 2018 г. (хотя большинство специалистов в мире считают, что человеческая почка для пересадки будет напечатана не раньше 2030 г.).



В мировой фармацевтике, по-видимому, будет доминировать тенденция адаптации к снижению эффективности и экономического эффекта от исследований, что будет способствовать запуску процесса системного перехода на концепцию превентивной медицины и внедрению более революционных методов лечения. В целом, по-видимому, развитие биомедицинских технологий в рамках данного сценария будет отличаться развитием следующих тенденций:

- создание таргетных препаратов на основе результатов расшифровки генома;
- разработка нового поколения фармакологических препаратов для борьбы с раком на основе изучения и расшифровки генома человека и технологизации результатов исследований генов, ответственных за различные онкологические заболевания;
- развитие новых иммунотерапевтических подходов к лечению онкологических заболеваний в рамках создания нового поколения препаратов-вакцин, способных активировать иммунитет против опухоли;
- дальнейшее внедрение технологий, основанных на использовании эмбриональных стволовых клеток;
- разработка технологий производства специализированных продуктов, направленных не на оздоровление человека «вообще», а нацеленных на решение конкретных проблем потребителей с учетом их физиологических особенностей, а также новых методов консервации, в том числе сохраняющих вкусовые качества.

## Передовые производственные технологии и новые материалы

В 2011–2013 гг. в ряде ведущих стран, в частности в США, Великобритании и Германии, был сформирован новый технологический приоритет — передовые производственные технологии (advanced manufacturing), — объединивший различные технологические направления, связанные с информационными технологиями, технологиями автоматизации и роботизации производства, 3D-печати, а также новыми материаловедческими технологиями. Предполагается, что за счет комплексного внедрения ППТ удастся добиться существенного повышения гибкости производственных процессов и ускорения внедрения в производство новых моделей продуктов, что позволит перейти на новую бизнес-модель, ориентированную на кастомизированное производство.

За счет расширения функциональности сенсоров новое поколение роботов способно уже сейчас частично или полностью работать автономно, эффективно взаимодействовать с людьми и окружающей средой и адаптироваться к разным условиям на основе данных машинного зрения, давления, тактильных датчиков и иных видов сенсоров. Дальнейшее развитие робототехники будет тесно связано с совершенствованием технологии сочетания датчиков (sensor fusion), предполагающей, что робот сможет собирать и анализировать данные с очень большого количества разных типов сенсоров на основе сложного комплекса программного обеспечения. По прогнозам консалтингового агентства Frost&Sullivan, рынок персональных роботов может вырасти до 17,4 млрд долл. к 2020 г., а объем рынка «продвинутых роботов» специального назначения (медицинских, промышленных и пр.) может достичь к 2025 г. 50 млрд долл.

В рамках ППТ рассматриваются технологии новой (в первую очередь солнечной) энергетики и использования передовых материалов, в частности — композитных. Включение их в комплекс ППТ связано с тем, что при использовании композитных материалов объединяются процессы проектирования самого материала и деталей из него. Совершенствование процессов производства композитных деталей, в том числе внедрение технологий автоматизированной выкладки, параллельного процесса контроля качества, в ближайшие годы, по-видимому, будет способствовать существенному наращиванию использования композитных материалов за пределами аэрокосмической промышленности — прежде всего в области строительства, автомобилестроения, где в настоящее время уровень проникновения композитных материалов крайне низок.

Несмотря на то что по отдельности основные направления, входящие в ППТ, уже в значительной степени развиты и сами по себе не являются новыми, предполагается, что за счет их комплексного применения и доработки они позволят обеспечить качественный переход на новую технологическую базу промышленности, нивелирующую фактор дешевой рабочей силы в развивающихся странах в определении конкурентоспособности той или иной страны для размещения высокотехнологичных производств.

В то же время пока качественного перехода от традиционных технологий не произошло: 3D-принтеры используются преимущественно для быстрого прототипирования (по-видимому, использование 3D-принтеров в печати конечных сложных изделий в значительных масштабах произойдет только после 2020 г.), производственные роботы нового поколения (самообучаемые, безопасные во взаимодействии с человеком и пр.) пока только разрабатываются, а массовый переход к «цифровым заводам» — дело не ближайших лет.

## Конкуренция центров силы

### Энергетические технологии

Особенностью сценария, при котором в мире будет формироваться несколько конкурирующих центров силы, автономно развивающих ключевые технологии, станет стремление таких центров обеспечить относительную независимость и опора на критически важные технологии. В сфере углеводородной энергетики в рамках сценария формирования нескольких центров силы ключевыми технологическими трендами на средне- и долгосрочный период будут усовершенствование технологий добычи нетрадиционных углеводородов и расширение географии их добычи на труднодоступные районы, в частности начало широкомасштабной добычи углеводородов на арктическом шельфе.

В сфере атомной энергетики большое значение приобретет разработка и освоение собственных технологий создания реакторов на быстрых нейтронах, позволяющих замкнуть ядерный цикл и повысить ресурсную базу атомной энергетики. Кроме того, в России (см. ниже) и в США активно поддерживается тема развития атомной энергетики малой и средней мощности, что может означать разворот от попыток революционного прорыва в атомной энергетике к попыткам адаптации технологий под нужды конечных пользователей.

В области альтернативной электроэнергетики будут в первую очередь востребованы технологии, способные обеспечить энергонезависимость при дефиците традиционных энергоносителей или их высоких ценах.

### Авиаракетно-космическая промышленность и транспорт

Отличительной характеристикой технологического развития в этой сфере при реализации сценария формирования нескольких альтернативных центров силы станет повышенная роль технологий оборонного и двойного назначения, параллельные работы в нескольких странах над новыми типами летательных аппаратов (беспилотных, гиперзвуковых), а также акцент на технологиях экономии топлива.

Параллельно возрастет роль копирования и совершенствования не обязательно новейших, но критически важных технологий оборонного назначения с целью обеспечения технологической независимости в наиболее важных сферах деятельности для того или иного центра силы.

Также за счет более острой конкуренции и относительно высоких цен на нефть будут более активно развиваться технологии, связанные с повышением экономичности летательных аппаратов и улучшением их тактико-технических характеристик за счет более широкого применения композитных материалов.

## Информационно-коммуникационные технологии

Особенностью развития ИКТ при реализации глобального сценария конкуренции нескольких центров силы станет снижение роли ведущих транснациональных корпораций в этой сфере и попытка формирования собственных технологических заделов по «железной» составляющей электронных систем в странах, претендующих на существенную роль в рамках альтернативных центров силы. Из-за этого, при сохранении общего тренда на увеличение стоимости конечных изделий именно информационной составляющей электронных систем, несколько возрастет роль технологических решений, позволяющих обеспечить независимость от импорта основных электронных компонентов и создание или копирования собственных фабрик по изготовлению микросхем.

Снизится роль аутсорсинга и передачи на периферию разработки дополняющих технологий. При этом можно ожидать своеобразной гонки при создании принципиально новых технологий, которые должны прийти на смену традиционной кремниевой электронике, однако обособление отдельных научных центров и снижение уровня международной кооперации между конкурирующими центрами силы может в целом замедлить процесс разработки таких сложных систем, которые требуют мобилизации ресурсов сразу нескольких центров силы.

Можно также ожидать более медленного развития сложных интегрированных информационных систем, требующих кооперации и взаимодействия множества разработчиков из разных стран. В частности, более медленное развитие инфраструктуры «умных городов», в которой большое значение имеет именно международное сотрудничество и использование чужого опыта.

## Биомедицинские технологии

В рамках данного сценария интенсивность научно-технологического развития на фоне дефицита капитала и высоких рисков реализации проектов будет низкой. Основной целью развития рынков био- и медицинских технологий станет обеспечение условий для ценовой конкурентоспособности продукции. Это означает приостановку или даже закрытие проектов в сфере создания прорывных технологий

и вместе с тем ориентацию на микроинновации (новинки, позволяющие компаниям оставаться на рынке).

Чтобы удержаться на плаву, развитые фармацевтические рынки будут опираться на экономию имеющихся ресурсов, а не на использование своего резервного потенциала. Сформируется новая модель мирового фармрынка, характеризующаяся смещением акцента с развитых на развивающиеся фармрынки и изменением товарной структуры с упором на перспективные узкоцелевые рынки и сокращением доли общих фармакотерапевтических групп. Ключевая проблема фармацевтического рынка при данном сценарии — рост затрат на исследования. К концу 2000-х гг. цена разработки одного нового препарата составляла около 800 млн долл., и стала вплотную приближаться к отметке в 1 млрд долл.

Развитие биомедицинских технологий будет идти по нескольким направлениям — в различных регионах будут доминировать собственные задачи, обусловленные текущим социально-экономическим развитием, сложившимся образом жизни и потребностями общества, а также имеющимися технологическими заделами. Развитие биотехнологий в США и странах Запада в первую очередь будет определяться модой на экологические решения во всем: от производства сырья (энергетика, нефтегазовый сектор, лесная промышленность) до кардинального изменения условий и образа жизни людей (включая их питание и одежду).

Основной тренд в области медицины будет связан с растущим спросом на технологии преодоления старости, продления жизни. Вторым важным направлением по-прежнему будет борьба с болезнями (прежде всего с теми, которые являются основной причиной смертности в промышленно развитых странах). Этот тренд будет иметь существенное значение и для развивающихся стран Азии и Латинской Америки. При этом на Западе и в Японии лечение болезней будет осуществляться на основе новой парадигмы: переход к воздействию на генетическом уровне, от воздействия на орган или систему организма к воздействию на гены и протеины. Уже сейчас развитие технологий в этом направлении преимущественно направлено на лечение болезней (создание новых и все более дорогостоящих препаратов) и их диагностику, и в значительно меньшей степени — на профилактику болезней путем поддержания здорового образа жизни.

Тем не менее основная тенденция в развитии системы здравоохранения в большинстве стран мира, по-видимому, будет заключаться в ее трансформации от клинической к превентивной. В связи с глобальной тенденцией старения населения в развитых странах прогнозируется бурное использование биоимплантатов и профилактических прецизионных биодобавок для заболеваний, связанных с профессиональными типами образов жизни. Помочь в этом направлении должны успехи генной инженерии.

Будет развиваться и интерес к персонализированной медицине. Однако сейчас экономика персонализированной фармацевтической индустрии вызывает немало вопросов: на разработку персонализированных препаратов уходит столько же средств, сколько и на разработку блокбастера, при этом каждое подобное лекарственное средство предназначено иногда всего лишь для нескольких тысяч пациентов, отчего его стоимость для каждого больного существенно возрастает. Поэтому вероятно, что главным заказчиком ПМ в этом сценарии станет государство. Успехи ПМ показывают, что она позволяет существенно (иногда до 20 лет) продлить срок жизни больным терминальными заболеваниями, в результате чего они будут продолжать трудиться, платить налоги и потреблять товары и услуги. Таким образом, с экономической точки зрения развитие персонализированной медицины для государства выгодно.

При этом потребуются изменение распределения средств в здравоохранении. Главной целью станет максимально точное определение групп пациентов, для которых то или иное лечение эффективно, на этом должно основываться распределение бюджетов на здравоохранение. Следовательно, на первоначальном этапе основное внимание целесообразно уделить развитию качественной диагностики. Государство должно взять на себя задачу формирования централизованного подхода к диагностике на основе создания специализированных центров.

При реализации данного сценария следует ожидать широкого распространения генетически модифицированных организмов, создания пищевых и технических культур с улучшенными или новыми свойствами с более низкой себестоимостью, в результате чего ожидается существенный рост сельскохозяйственного производства. Еще одним важным направлением, в основном в США, Японии и странах Запада, станет разработка «пищевых» технологий производства специализированных «полезных» продуктов, направленных не на оздоровление человека «вообще», а нацеленных на конкретных потребителей, с учетом их физиологических особенностей.

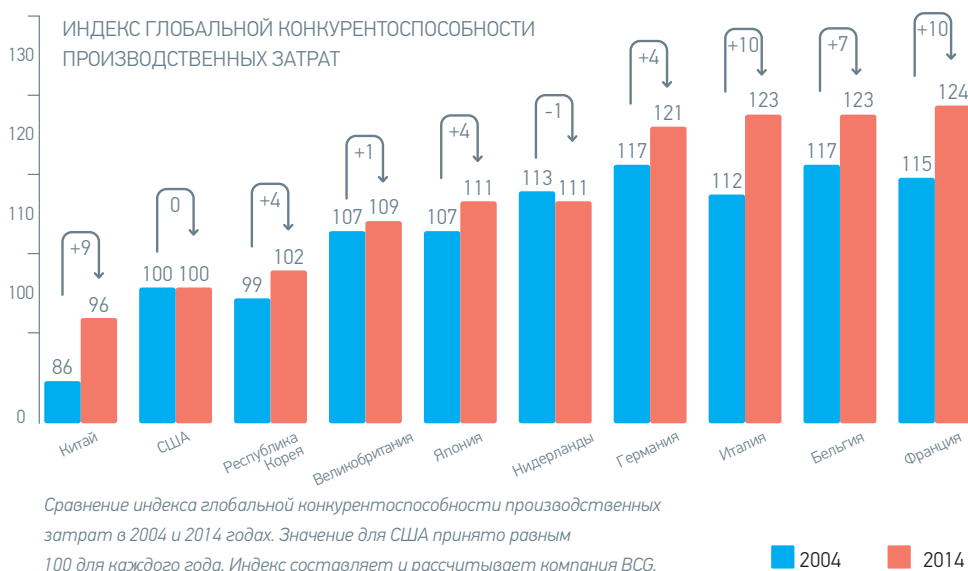
Также следует ожидать вовлечения в аграрную деятельность регионов, ранее в ней не занятых, в том числе в связи с неблагоприятным климатом, и широкого внедрения технологий, увязанных с решением этой задачи. Экономический потенциал данной сферы, по мнению экспертов, является сильно недооцененным, — таким образом, вложения в исследования и разработки по созданию новых сельскохозяйственных технологий потенциально весьма перспективны и позволяют получить как монопольное положение на рынке (или его отдельных сегментах), так и возможность обеспечивать продовольственную безопасность в условиях растущего населения земного шара и тенденции роста цен на продовольствие в последние несколько лет. Наибольшая государственная поддержка исследований и разработок в сфере сельского хозяйства принадлежит США. При этом доля частных инвестиций в исследования в этой сфере невелика.

## Передовые производственные технологии и новые материалы

В рамках сценария формирования нескольких конкурирующих центров силы особо важное значение будут иметь передовые производственные технологии, нацеленные на реструктуризацию производства в высокотехнологичных отраслях и перевод наиболее высокотехнологичных производств из стран Юго-Восточной Азии, в рамках политики по ослаблению этого потенциального центра силы.

Характерным примером необходимости развития ППТ в развитых странах является производство солнечных батарей. Несмотря на то что в 2000-е гг. основной спрос на солнечную энергетику формировался в США и ЕС и основными разработчиками и держателями передовых технологий также были компании из США и ЕС, к началу 2010-х гг. главным мировым производителем и экспортером солнечных батарей стал Китай, а многие известные компании из США и Европы обанкротились. Таким образом, даже разработка передовых технологических решений на базе существующих производственных технологий и традиционных бизнес-моделей не давала гарантий, что производство останется в развитых странах.

Тем более что уже сейчас теряется драматическая разница в издержках, стимулировавшая страновое разделение труда. С учетом быстрого роста заработной платы в Китае, а также снижения цен на природный газ в США в результате «сланцевой революции», по расчетам BCG разрыв в уровне производственных издержек между США и Китаем в настоящее время сократился до минимального уровня. В то же время сохраняется достаточно большой разрыв в производственных издержках между странами ЕС и Китаем.



Соответственно, успех реализации политики реиндустриализации в США возможен даже при незначительном прогрессе в ППТ, и процесс решоринга компаний уже наблюдается — так, согласно исследованию MIT, уже в 2012 г. более 15% американских компаний имели твердые планы по возвращению производств в США. А вот для успешного решоринга европейских компаний необходим значительный прогресс в технологиях автоматизации и роботизации производственных процессов, что снижает вероятность формирования в ЕС отдельного технологического центра силы в среднесрочной перспективе.

## Макроэкономические риски российской экономики

Невозможность оценить невозможное в некоторых случаях порождает трудности.

*Основы теории обработки информации в АСУ ПВО*

### Демографические риски

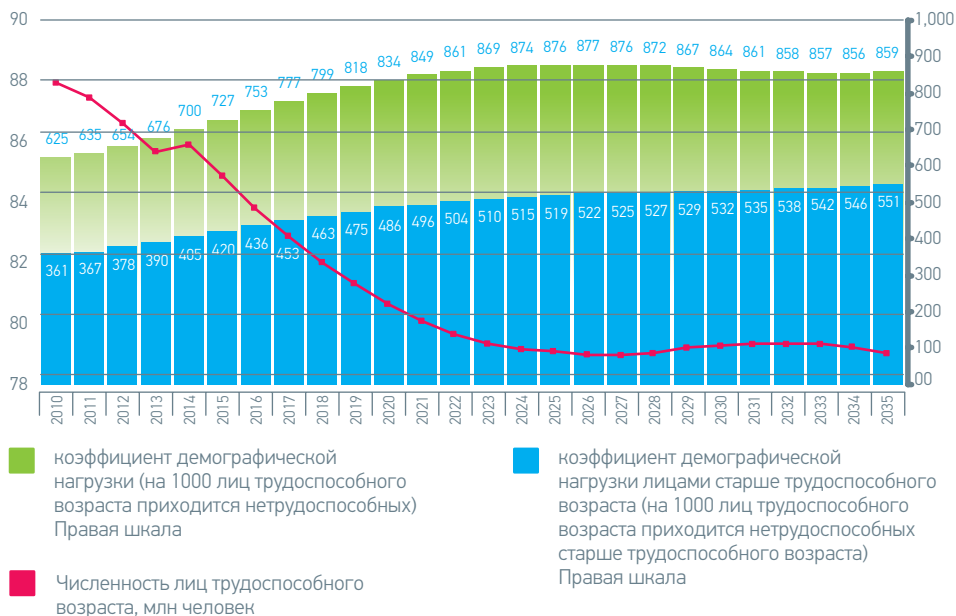
Как и для других промышленно развитых стран, для России актуальна тенденция старения населения. Она связана с тем, что страна переживает второй демографический переход — детей рождается мало (менее двух на женщину репродуктивного возраста), но снижение смертности в трудоспособном возрасте (в том числе по немедицинским причинам — в результате травматизма на производстве и транспорте, от насильственных причин и других) и позитивные сдвиги в медицине ведут к росту продолжительности жизни. В результате возрастает количество и доля пожилых людей в населении. Так, в России уровень демографической нагрузки лицами старше трудоспособного возраста возрастет с нынешних 420 пожилых на 1000 трудоспособных до более чем 530 пожилых на 1000 в 2030 г.

Такое развитие провоцирует возникновение следующих экономических и финансовых рисков:

- риск снижения бюджетной устойчивости в результате увеличения пенсионной нагрузки и ухудшения соотношения между занятыми в экономике и пенсионерами, роста затрат на здравоохранение;



## ДИНАМИКА ДЕМОГРАФИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ В ЭКОНОМИКЕ РОССИИ



Источник: по данным Демографического прогноза Росстата, средний вариант.

- **риск разбалансировки финансовой системы**, связанный с возникновением (это — новый феномен) дефицита как сбережений населения из-за изменения баланса между занятыми в экономике и пенсионерами, так и дефицитов в государственных резервных фондах из-за роста потребности в пенсионных и социальных расходах;
- **риски масштабного привлечения мигрантов**, неизбежного в условиях дефицита трудовых ресурсов, — усиление конфликтности, включая «импортируемую конфликтность» между различными этносоциальными группами мигрантов; рост бюджетной нагрузки, связанной с социальной адаптацией мигрантов);
- **технологические и структурные риски**, связанные с консервацией избыточной трудоемкости отдельных отраслей (жилищное строительство, торговля и др.), ведущие к отставанию соответствующих секторов от стандартов развитых стран.

## Риски негативного развития урбанизации

Поздняя индустриальная стадия развития, на которой находятся и в обозримой перспективе будут находиться российская экономика и общество, ведет к возникновению тенденции концентрации населения в мегаполисах (в наших условиях — городах-миллионниках), прежде всего — в так называемых «мировых городах» (в России это Москва и Санкт-Петербург), включенных в формирующуюся глобальную сеть постиндустриальных центров.

Это связано не только с более высоким уровнем жизни в этих центрах, но и, прежде всего, с качественно более широкими по сравнению со средними городами возможностями самореализации: наращиванием человеческого капитала и реализацией индивидуальной свободы выбора профессиональной траектории, стилем жизни и т. д.

Непосредственный социальный риск такого развития связан с оскудением человеческого и социального капитала средних городов и возникновением там, вслед за уходом квалифицированных кадров, «зон неразвития».

Косвенно это порождает экономический риск структурного характера: кризис средних городов может привести к существенному урону для ряда традиционных промышленных (машиностроительных и других) производств, ориентированных как раз на размещение в средних городах.

## Риски деградации природной среды

Территория России в значительной степени загрязнена в результате выбросов от промышленных и транспортных источников. Так, по данным Росгидромета, в 123 городах РФ (52% городского населения) уровень загрязнения воздуха характеризуется как высокий и очень высокий. В существенной мере такая же проблема присутствует и в развивавшихся в ускоренном темпе азиатских странах.

Сохранение высокого уровня загрязнения с учетом повышающихся требований населения к качеству жизни повышает риск оттока населения из промышленных регионов.

Одновременно с этим в глобальном контексте рост загрязнения природной среды, прежде всего в странах азиатско-тихоокеанского региона и, возможно, Центральной Азии, ведет к риску возникновения неконтролируемых внешних потоков мигрантов в Россию.

## Риски роста себестоимости добычи природных ресурсов

По мере перехода к новым районам добычи и новым видам добываемых ресурсов стоимость добычи российских углеводородов станет возрастать. При этом стоимость добычи российской нефти и газа — уже сегодня одна из самых высоких в мире и уже сейчас имеет тенденцию к росту. Одновременно в долгосрочной перспективе происходит стабилизация и снижение цен на углеводороды в результате технологических изменений.

Это означает высокий риск кризиса нефтегазовой отрасли, связанный с возникновением дефицита финансовых ресурсов у компаний сектора. Во всяком случае, избытком финансовых ресурсов нефтегазовый сектор в перспективе располагать уже не будет. Наоборот, возникает риск того, что, как и в середине 1990-х годов, он может стать крупным потребителем (а не донором, как сейчас) финансовых ресурсов других отраслей и секторов экономики.

Параллельно возникает макроэкономический риск потери устойчивости бюджета и платежного баланса, который в значительной степени привязан к экспорту углеводородов. Причем приток прямых иностранных инвестиций, ссуд и займов в той или иной степени тоже определяется конъюнктурой нефтегазовых рынков.

Необходимо отметить, что исчерпание возможностей привлечения и последующего перераспределения нефтегазовой ренты способно привести к системному кризису российской экономики.

## Риски «закрывающих технологий» и новых стандартов «де-факто»

Ряд технологий, разрабатываемых в настоящее время, может вызвать критически масштабные изменения в отраслевой структуре российской экономики — обусловив либо «закрытие» отдельных отраслевых рынков, либо, как минимум, затруднение доступа российской продукции на рынки сколько-нибудь развитых стран (соответственно, вытеснение российской продукции на низкодоходные и/или высокорискованные рынки развивающихся стран).

## Соотношение новых технологий и «закрываемых» ими видов деятельности

### НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Моделирование человеческого интеллекта, когнитивные модели сознания и поведения

Эволюция интернета (семантический веб, интернет вещей)

Радикальная трансформация рынков ИКТ в условиях смены технологий компонентной базы (прекращение действия закона Мура, развитие новых материалов, фотоники и др.). Создание прорывных квантовых технологий

Переход к персонализированной медицине, «медицине здоровья»

Радикальное увеличение продолжительности жизни

Управление когнитивными способностями человека

### «ЗАКРЫВАЕМЫЕ» ТЕХНОЛОГИИ И ВИДЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Широкий спектр «стандартизированного» анализа и прогнозирования в бизнесе (включая финансовые рынки), метеорологии, медицине (вплоть до «цифрового врача»), образовании («дистанционный учитель»), военном деле и т. д.

Революция в интеллектуальной деятельности (семантический интернет). Новые стандарты де-факто для потребительской и, возможно, инвестиционной продукции (интернет вещей), продукции военного назначения

Устаревание и «заккрытие» традиционных ИКТ; смена «стандартов де-факто» в сопряженных отраслях

Кризис традиционной массово-ориентированной медицины

Возможно распадение медицины на «старую» медицину для бедных и «новую» медицину для обеспеченных

Кризис традиционных бизнес-моделей, ориентированных на массовое производство лекарств

## НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Повышение экологических требований к производству, транспортным средствам, продуктам питания, потребительским товарам, зданиям и сооружениям, отходам. Ужесточение требований безопасности производственных процессов, транспорта, потребительских товаров, зданий и сооружений. Индивидуализация потребления

## «ЗАКРЫВАЕМЫЕ» ТЕХНОЛОГИИ И ВИДЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Новые стандарты де-факто, делающие рынки закрытыми для традиционных товаров

---

Технологии продвинутого производства и 3D-печати

Внутренний кризис трудоемких среднетехнологических машиностроительных и металлообрабатывающих отраслей. Возникновение новых бизнес-моделей в высокотехнологичных отраслях (качественное расширение аутсорсинга, в том числе малых и средних компаний). Стимулирование переноса производства в развитые страны (нивелирование фактора низких издержек)

---

Развитие новой энергетики, систем аккумулирования энергии, управления энергосетями

Вытеснение с рынка углеводородов, «дорогих» по себестоимости добычи. Возникновение тренда к опережающему расширению рынка электромобилей и «гибридов»

---

Развитие роботизированных транспортных средств и вооружений

Вытеснение с рынка оборудования, услуг и т. д., связанных с выполнением «стандартизированных» задач (на железной дороге и т. д.). Сжатие ряда рынков традиционной военной техники и вооружений

---

Развитие гибких роботизированных производств, позволяющих индивидуализировать выпуск массовой продукции

Внутренний кризис ряда традиционных отраслей: сжатие традиционных трудоемких производств («кандидаты» в лидеры новой роботизации — автопром; возможно, производство массовой потребительской электронной и электротехнической продукции). Расширение возможностей переноса производств

*Закрывающая технология — инновационная категория, которая в результате своего появления сокращает потребность в ресурсах, включая человеческие ресурсы. При этом закрывающая технология приводит к сворачиванию отдельных специальностей или отраслей промышленности без появления сравнимых по потребностям в ресурсах направлений.*

Основными перспективными направлениями технологического развития, которые имеют потенциал для возникновения значимых рисков в отдельных отраслях и/или производствах, по всей видимости, выступают следующие:

- развитие ИКТ (включая совершенствование элементной базы, переход к новым физическим принципам работы и другое) и стыка ИКТ и когнитивных технологий;
- переход к персонализированной медицине;
- развитие технологий продвинутого производства;
- развитие новой энергетики, энергосбережения, устройств аккумулирования энергии, управления адаптивными энергосистемами;
- развитие роботизированных транспортных средств и вооружений.

## Риски «нового социального неравенства»

Развитие технологий персонализированной медицины, радикального продления продолжительности жизни, управления когнитивными способностями, возможно — прямого интерфейса мозг-компьютер ведет к качественному росту возможностей индивида.

Проблема состоит в том, что — и в условиях России это особенно значимо — такой качественный рост будет происходить на фоне существующего (отчасти отражающего «рентную» структуру экономики) весьма значительного социального неравенства: все последние годы отношение средних уровней денежных доходов 10% населения с самыми высокими доходами и 10% населения с самыми низкими доходами составляет 16–17.

Фактический перевод социально-экономического неравенства в социально-биологическую плоскость может означать качественное изменение ситуации — изменение, для парирования которого сегодня отсутствуют необходимые инструменты, — и риск новых социальных конфликтов.

## Риск доступа к ключевым технологическим компетенциям

В рамках ряда сценариев глобального развития ожидается усиление конфликтов между центрами силы, что может сопровождаться риском затруднения доступа к ключевым для российской экономики и сферы безопасности технологическим компетенциям. В мягкой форме это уже наблюдается сейчас — в результате применения санкций, принятых в 2014 г.

Реализация такого риска, в частности, будет означать существенное повышение нагрузки на российский научно-технологический комплекс — в настоящее время не готовый к подобному развитию событий в подавляющем числе ключевых технологических областей.

## Сценарии долгосрочного развития для России

Было бы величайшей ошибкой, и худшей ошибкой, которую может сделать марксист, думать...

*В. И. Ленин. «О значении воинствующего материализма», ПСС, т. 45*

Рассматривая сценарии долгосрочного развития для России, необходимо учитывать как глобальные инвариантные тренды и сценарии развития, так и собственные особенности, которые способны породить существенные коррективы в долгосрочные сценарии. Помимо уже рассмотренных макроэкономических рисков, существенным образом тут влияют следующие обстоятельства:

# Система внутренних сценариев для России





# 25%

## ГЛОБАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПИРАМИДА

### ТОЧЕЧНАЯ СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ

Попытка прорыва на отдельные технологические рынки с высокой маржинальностью.

Попытки максимально включиться в технологические проекты с внешней интеграцией

Реализация прорывных (в том числе высокорискованных) проектов в сфере науки и технологий.

Максимальная либерализация, поддержка приема прямых иностранных инвестиций и аутсорсинговых проектов

Активное формирование институтов, ориентированных на поддержку внутренних бизнесов, включая сферу науки и технологий

# 25%

# 15%

## «МЕДЛЕННЫЙ МИР»

### «УМНЫЙ СЫРЬЕВОЙ» СЦЕНАРИЙ

Разработка энергетических технологий (в том числе добычи углеводородов) и технологий энергоэффективности.

Использование сырьевой ренты для разработки отдельных приоритетных направлений. Активное развитие оборонных технологий

«Экономика крупных корпораций» (энергетических, оборонных и др.); соответственно — довольно жесткий институциональный режим. Поддержка перетока сырьевой ренты и политики энергоэффективности

# 15%

# \*5%

## ПРОЧИЕ СЦЕНАРИИ не рассматриваются

- имеющее, вероятно, средне- или долгосрочный характер ухудшение отношений с США и странами Евросоюза (их восстановление даже до уровня середины 2000-х годов потребует длительных целенаправленных усилий);
- на территории Евразии существенно возрастает уровень как конфликтного потенциала, так и значимость силовых (в широком смысле) возможностей;
- уроком реализации нескольких последних крупномасштабных проектов (например, SuperJet) и особенно функционирования российского высокотехнологичного комплекса в ходе последнего кризиса можно считать необходимость самостоятельно контролировать ключевые компетенции — и технологические, и финансовые (способность самим финансировать программы развития, включающие и инновационно-технологический, и инвестиционный компонент).

Отсюда следует важное ограничение для успешного технологического развития по соблюдению баланса: с одной стороны, требуется обеспечить достаточную концентрацию критических компетенций у российских компаний и разработчиков; с другой стороны, попытка «все делать самим» в большинстве случаев (за исключением довольно узкого круга оборонной продукции) способна привести к нарастающему технологическому отставанию от лидеров — сначала в отдельных компонентах и критических узлах готовой продукции, затем и в технологическом уровне готовых изделий, а значит, их конкурентоспособности. На этом основании можно с уверенностью говорить, что:

- коль скоро та или иная, с теми или иными внешними игроками кооперация необходима — то стратегия конкурентоспособности становится и стратегией внешней экспансии, продвижения на глобальные (макрорегиональные, в случае если произойдет регионализация глобального экономического пространства) рынки продукции; стратегия «российского чучхе» — закрыть страну и опираться на внутренний российский рынок — в долгосрочной перспективе бессмысленна;
- в силу развертывания негативных демографических трендов (роста пенсионной нагрузки и др.) бюджетная система превратится в точку напряженности в экономике. Поэтому модернизация за счет государственных ресурсов предельно затруднена;
- высокая напряженность платежного баланса в условиях нестабильности цен на углеводороды и необходимость в масштабном импорте оборудования, сырья, технологий.

# Технологические аспекты сценариев развития для России

## Собственный центр силы

### Энергетика

Наибольшие компетенции в сфере энергетики у России имеются в сфере ядерной энергетики. Соответственно, в данном сценарии ядерным энергетическим технологиям принадлежит особая роль. Прорыв здесь может быть связан с созданием реакторов на быстрых нейтронах.

В конце ноября 2015 г. на Белоярской АЭС был запущен и включен в энергосистему России энергоблок № 4 с первым в мире реактором на быстрых нейтронах с жидкометаллическим теплоносителем мощностью 800 МВт. Следующим этапом должно стать создание на той же АЭС к 2020 г. реактора на быстрых нейтронах с мощностью 1220 МВт.

Задачей при развитии этого направления является обеспечение существенного удешевления стоимости реакторов нового поколения: они обходятся на 30–40% дороже, чем типовой отработанный проект АЭС. Планируемое сокращение стоимости строительства и создание экономически эффективных энергетических установок может обеспечить РФ очень серьезное научно-техническое преимущество в долгосрочной перспективе. Реакторы на быстрых нейтронах действуют по замкнутому, практически безотходному циклу и могут использовать разное по составу топливо, включая «смесь» различных изотопов урана и других элементов, сходных с ним по качеству. Это позволит не только диверсифицировать источники топлива, но «дожигать» в таких реакторах отработанное ядерное топливо легководяных реакторов, что обеспечит решение очень важной задачи по замыканию ядерного цикла.

Перспективным направлением в долгосрочном периоде может стать выход на рынок мощных атомных опреснительных комплексов, которые можно устанавливать на базе атомных электростанций. К 2020 г. инвестиции в сектор опреснительных установок могут составить до 60 млрд долл., а совокупный рынок потребителей российских опреснительных комплексов (ОАЭ, Китай, Ливия, Индия и другие страны) оценивается в 27 млрд долл. По оценкам экспертов, у российских технологий есть хорошие шансы занять до 50% мирового рынка опреснительных установок. Другим перспективным рынком может стать создание транспортируемых и плавучих атомных энергоустановок, объем рынка которых к 2025 г. оценивается в 12 млрд долл.

Важное значение для реализации российских конкурентных преимуществ в области альтернативных источников энергии будет также иметь работа по международной программе создания термоядерного экспериментального реактора ITER.

Важным направлением также станет создание новых типов топлива:

- создание новых химических источников тока, разработка технологий получения топлив из ненефтяного и возобновляемого сырья, высокоэнергетических веществ и материалов;
- синтезирование новых мощных взрывчатых веществ, пластификаторов, окислителей, на основе которых могут создаваться топливные составы.

### Авиаракетно-космическая промышленность и транспорт

Наибольшими компетенциями Россия обладает в сфере военного авиастроения и судостроения; при этом в военном секторе остро стоит вопрос получения тех или иных ключевых, «запирающих» развитие компетенций — а в гражданском секторе проблемы общего технологического отставания и необходимости адаптации передовых импортируемых и/или российских оборонных технологий.

Потенциальным перспективным рынком, где у России есть существенный потенциал становления собственного технологического центра силы, является военное авиастроение. В рамках целевого сценария здесь в первую очередь необходимо решить задачу по разработке и созданию отечественной силовой установки, полностью соответствующей технологиям пятого поколения боевых самолетов, так как в этой сфере отставание российских авиастроителей от иностранных коллег наиболее заметно. Кроме того, важным направлением исследования на долгосрочную перспективу является разработка концепции и ключевых технологий бортовых экологичных энергетических установок на основе электрохимических генераторов электрической энергии (топливных элементов), использующих авиационные керосины и/или альтернативные топлива.

Авиационное двигателестроение критично и для гражданских проектов. Так, принципиально важной для перспективного российского проекта создания среднемагистрального лайнера МС-21 является локализация производства в России конкурентоспособных по экономическим параметрам силовых установок. Потенциальной заменой американской силовой установки должно стать семейство российских двигателей ПД-14.

Имеет смысл развивать унифицированные технологии, которые можно применять как в гражданском, так и в военном авиастроении. Примером может служить проект по созданию на Самарском научно-техническом комплексе им. Н. Д. Кузнецова универсального семейства двигателей на базе предназначенной для бомбардировщика Ту-160 силовой установки НК-32. Путем масштабирования газогенератора на базе НК-32 можно будет создать двигатель и для военно-транспортного самолета, и под перспективный проект пассажирского широкофюзеляжного самолета.

В космической сфере ключевой для данного сценария станет разработка в период до 2025 г. собственной высокоширотной космической орбитальной станции. При этом от дальнейшего развития российского сегмента Международной космической станции придется отказаться, но обязательства перед другими участниками программы должны быть выполнены. Часть модулей, предназначавшихся ранее для МКС, возможно ввести в состав новой станции. Кроме того, внимание будет уделено созданию универсального пилотируемого транспортного корабля нового поколения, который должен будет совершать полеты как на околоземную орбиту, так и к Луне.

Целесообразно сконцентрировать финансовые ресурсы на долгосрочных перспективных проектах связанных с прорывными технологиями, по которым у российских ученых есть уникальные наработки и заделы. Например, на начатом в 2010 г. проекте по разработке ядерной электродвигательной установки, которая наряду с российскими методами сохранения здоровья космонавтов в длительных полетах могла бы стать вкладом в международный проект полета на Марс.

Для сохранения за Россией доминирующих позиций на рынке коммерческих космических запусков необходима разработка более легкой и дешевой по сравнению с «Ангарой» ракеты-носителя. Им может стать разрабатываемый проект «Феникс» (Союз-5.1), способный при затратах в 50 млн долл. за запуск вывести на орбиту до девяти тонн полезной нагрузки и составить конкуренцию разрабатываемым сейчас в США PH Falcon.

В судостроительной промышленности главная перспектива также может быть связана с развитием продукции военного назначения. И здесь ключевую роль будет играть разработка нового поколения газотурбинных силовых установок. Кроме того, в сфере кораблестроения серьезное внимание должно быть уделено таким значимым мировым трендам, как развитие модульного кораблестроения. В рамках целевого сценария большое значение также имеет восстановление возможности крупнотоннажного судостроения, ориентированного на производство супертанкеров в гражданской сфере и авианесущих кораблей в военной.

## Информационно-коммуникационные технологии

Широкое внедрение в России различных технологий в области управления производством, а также M2M-технологий в социально значимых сферах (к примеру, внедрение электронных паспортов, медицинских карт, M2M-сетей и т. п.) может сформировать необходимый спрос на отечественные чипы. Реализация такого сценария станет возможной при условии, что в России будет выстроена иерархия дизайн-центров, связанных с поставщиками от разработчиков IP-блоков до разработчиков систем. Вместе с тем для дальнейшего совершенствования технологий производства процессоров идти по пути закупки импортного промышленного оборудования не получится. До производства микросхем по технологии 45 нм можно дойти путем глубокой модернизации имеющихся производственных мощностей, но для 28 нм нужно создавать принципиально новое производство.

Зарубежные технологии изготовления чипов топологических уровней от 28 нм и ниже запрещены к продаже в ряд стран, включая Россию. В долгосрочной перспективе основные усилия должны быть направлены на подготовку к «встраиванию» в новую «технологическую волну»; необходимо развивать технологические направления, которые станут востребованными через 10–15 лет и по которым у российских ученых есть хорошие «заделы». Одной из таких областей может стать создание фотолитографического оборудования для производства микросхем с топологическим размером 6 нм и менее на основе источников мягкого рентгеновского или экстремального ультрафиолетового излучения с длиной волны в 13,5 нм. Комплексное развитие этого направления может позволить в течение ближайших 10–15 лет сформировать в России необходимые условия для создания собственного фотолитографического оборудования принципиально нового класса и ликвидировать отставание от мировых лидеров в области микроэлектроники.

## Биомедицинские технологии

Реализация данного сценария должна предусматривать развитие ключевых направлений исследований в сфере биомедицинских технологий с учетом имеющихся фундаментальных заделов в области системной биологии, биохимии, биотехнологий, биофизики и физико-химической биологии, физиологии, медицины, экологии, борьбы с микроорганизмами и создания эффективных противомикробных препаратов. Имеет смысл делать акцент на нескольких технологических направлениях, по которым у российских ученых имеются заделы. К ним, в частности, относятся:

- создание пептидов и лекарств на их основе для лечения болезней типа сахарного диабета;
- создание нового поколения вакцин, способных активировать иммунитет человека против онкологических новообразований;
- создание инновационных вакцин на основе генномодифицированных опухолевых клеток пациента;
- разработка технологий лечения радиационных поражений кожи;
- нанореакторный синтез прекурсоров противотуберкулезных препаратов;
- создание высокоэффективных фотодинамических агентов, что открывает возможность подавления развития опухолей с помощью фотодинамической терапии;
- создание эффективных гемосорбентов для комплексной очистки крови пациентов;
- внедрение методического арсенала персонифицированной медицины.

## Производственные технологии и новые материалы

В этом направлении перспективными станут универсальные аддитивные производственные технологии, способные обеспечить выпуск широкой номенклатуры продукции под индивидуальные требования заказчиков из разных отраслей. Примером могут служить комплексы аддитивных станков (производство деталей из порошка соответствующего материала), которые могут применяться в автомобилестроении, авиастроении, производстве электродов и т. д.

Также должно развиваться создание технологических кластеров на базе универсальных комплексов механической обработки и производства структурных элементов, которые могут легко настраиваться под разные задачи и позволяют создавать детали для авиации, судостроения, автомобилестроения или строительной отрасли. Такие производства могут быть встроены сразу в несколько технологических цепочек.

Задача создания условий для выхода российской продукции на мировые рынки может быть решена за счет технологических решений, которые будут иметь критически важное значение в международном разделении труда. Такой нишей для России может стать совершенствование технологий мехатроники промышленных роботов (контроллеров, сенсоров, приводов, систем энергоснабжения и энергопотребления и т. д.), в частности создание сверхточных систем позиционирования, по разработке которых у ряда российских компаний есть существенные заделы. Например, создаются бесконтактные магнитные винтовые передачи без обратной связи, которые способны обеспечивать передвижение с точностью в доли нанометра на 200–300 мм или даже 400 мм.

Также перспективными направлениями в области промышленной робототехники для российских компаний могут стать те, где главным является программная составляющая:

- совершенствование методов и алгоритмов человеко-машинного взаимодействия и развитие коллаборативной робототехники;
- исследования по «облачной робототехнике» — разработка алгоритмов распределения информации между центром управления и бортовыми комплексами робота и т. п.;
- исследования в области совершенствования систем повышения автономности роботов, повышение степени «осознания» роботом обстановки вокруг него и динамическое планирование действий в недетерминированной среде.

Реализация данного сценария должна предусматривать прорывное развитие с учетом имеющихся фундаментальных заделов в области материаловедения и химии (в том числе нанохимии), которые созданы российской фундаментальной наукой, — с тем, чтобы обеспечить развитие в данном сценарии современными материалами. К числу таких материалов, в частности, относятся:

- высокопроизводительные мембраны, сочетающие высокие механические свойства с рекордными параметрами проницаемости и селективности разделения газовых смесей;
- аморфные сплавы и композитные нанокристаллические материалы;
- металлические нанопорошки.



## Мобилизационный сценарий

### Энергетика

В рамках данного сценария ключевым технологическим приоритетом для России становятся энергетические технологии, технологии добычи полезных ископаемых и технологии в сфере ИКТ, не требующие значительных капитальных инвестиций. В частности, в рамках данного сценария на первый план, по-видимому, будут выдвигаться проекты, связанные с атомной энергетикой, — создание малых и средних атомных реакторов, передача электроэнергии на дальние расстояния.

### Информационно-коммуникационные технологии

В сфере ИКТ особое внимание уделяется скорейшему развитию современной ИКТ-инфраструктуры, как физической (оптоволоконные линии, 4G, системы сенсоров для концепции SmartCity), так и информационной (электронное правительство, электронные паспорта и прочее).

### Биомедицинские технологии

Задачей может быть налаживание сотрудничества российских научных коллективов и биотехнологических компаний на имеющихся условиях с крупными западными компаниями, а также массовая закупка западных технологий и создание совместных производств.

Параллельно этому в рамках данного сценария видится необходимой поддержка имеющегося в РФ научного потенциала в области вирусологии, лечения заболеваний центральной нервной системы и в онкологии. Заделы в области вирусологии могут быть весьма востребованными в связи с решением проблемы резистентности инфекционных агентов к существующим препаратам; разработка новых лекарств в данной области позволит получить долю на мировом рынке. К тому же решение этой задачи отвечает запросам безопасности и устойчивого демографического и социального развития.

## Точечная специализация

В рамках данного сценария понятие «технологического приоритета», по-видимому, будет размываться, а направления поддержки технологического развития

станут определяться исходя из того, какие производственные цепочки будут формироваться на территории России. Предположительно государству предстоит активно поддерживать технологические направления, имеющие высокое социальное значение, — в области ИКТ и медицинских технологий.

Так, к примеру, упор будет сделан на стимулирование импорта технологий, обеспечивающих закрытие «узких мест» и создание качественно новых для России фармакологических и биотехнологических производств в кооперации с глобальными компаниями фарминдустрии (через встраивание российских R&D-центров

R&D (*англ.* Research and Development) — совокупность работ, направленных на получение новых знаний и практическое применение при создании нового изделия или технологии. Соответствует русск. НИОКР.

и научно-исследовательских институтов в производство глобальных компаний на условиях аутсорсинга), а также на поддержку приобретения высокотехнологичных активов в других странах.

Упор следует сделать на адаптацию и доведение иностранных технологий в сфере биомедицинских технологий, создание полноценной кооперации с иностранными предприятиями по производству фармакологической продукции.

Включение России в новые технологические рынки будет подразумевать акцент на разработку и тестирование таргетных препаратов для лидеров мировой фарминдустрии. Одновременно с этим следует сделать упор на покупку и доведение иностранных технологий таргетных препаратов как на одну из приоритетных сфер развития биотехнологий.

## «Умный сырьевой» сценарий

### Энергетика

Центральной задачей для РФ становится освоение углеводородных ресурсов в Арктике, где у России уже есть определенные заделы и обладание значительными территориями на арктическом шельфе, а также ряд необходимых технологий, например строительство атомных ледоколов. Но для освоения основных участков месторождений на арктическом шельфе России недостает многих критических технологий (технологии создания буровых платформ, которые могут работать в арктических условиях; технологии и оборудование для ведения геологоразведки в подобных климатических условиях и др.), что обуславливает необходимость кооперации российских компаний с ведущими зарубежными нефтяными и нефтесервисными компаниями. В 2013 — начале 2014 г. был подписан целый ряд

договоренностей между российскими и зарубежными компаниями по совместной разработке арктического шельфа и труднодоступных углеводородных ресурсов; однако после введения санкций большинство договоренностей было расторгнуто, и можно прогнозировать, что результаты санкций существенно замедлят освоение арктического шельфа российскими компаниями.

Более того, существенное падение нефтяных цен также в значительной степени ставит под вопрос реализацию ближайших планов по освоению арктического шельфа, как российского, так и зарубежного.

В области атомных технологий ставку имеет смысл сделать не на натриевые реакторы на быстрых нейтронах, а на свинцовые, что отложит начало коммерческой эксплуатации на долгосрочный период (после 2030 г.). Кроме того, перспективны являются технологии атомной энергетики малой и средней мощности.

## Информационно-коммуникационные технологии

В рамках сырьевого сценария задачу ухода от импортозависимости можно решать путем гибкой работы с иностранными поставщиками. Например, иностранным поставщикам могут предоставляться определенные налоговые льготы при условии согласия на трансфер технологий или выпуск своей продукции на отечественных предприятиях. Иностранному поставщику электронных компонент отечественными партнерами может быть предложена система стимулирующих мер в зависимости от уровня их согласия на локализацию производства и трансфер технологий, совместные разработки по перспективным направлениям улучшения продукции или технологического процесса и т. п. В случае, когда нет возможности локализовать производство на территории РФ, иностранным поставщикам можно предоставлять льготы в обмен на получение с их стороны юридических гарантий соблюдения долгосрочных контрактов и согласия на серьезные штрафные санкции в случае невыполнения их условий.

При современных тенденциях развития геополитической ситуации вхождение на приемлемых условиях в альянс с каким-либо ведущим иностранным разработчиком выглядит малореальным. Поэтому приоритетом в сфере ИКТ может стать встраивание в систему мирового разделения труда российских компаний, не занимающихся производством непосредственно электронной техники, но работающих в сфере проектировки, продажи, разработки сложных электронных систем и создания программного обеспечения.

К настоящему времени в сфере ИКТ сформировалось три наиболее распространенные бизнес-модели:

- производители, осуществляющие полный цикл разработки производства и сборки собственных радиоэлектронных устройств и компонентов и их программного обеспечения;
- «полупроводниковые производства» (silicon foundries), специализирующиеся на выпуске исключительно процессоров и электронных компонентов;
- компании, действующие в рамках так называемой «беспроизводственной» модели (fabless), занимающиеся только разработкой, проектированием и продажей микроэлектроники, но не имеющие собственных производственных мощностей.

К 2014 г. объем fables-сегмента мировой ИКТ-индустрии достиг 65 млрд долл. и продолжает расти опережающими темпами по сравнению с непосредственно производством. В этом секторе у российских компаний нет такого катастрофического отставания, как в сфере производства электронной компонентной базы, и есть хорошая возможность на равных конкурировать с ведущими международными игроками.

## Новые материалы

В долгосрочной перспективе основной задачей в сфере «новые материалы» должно быть разворачивание производства российских композиционных материалов по следующим направлениям:

- высокопрочные и высокомодульные углеродные волокна и композиты на их основе для развития аэрокосмической, ядерной и строительной отраслей;
- высокотемпературные непрерывные и дискретные волокна для создания теплоизоляционных, огнеупорных, огнезащитных и конструкционных материалов, работающих при высоких температурах, для нужд энергетики, металлургии и строительства;
- барьерные материалы на основе карбида кремния; углеродные электроды для черной и цветной металлургии, при одновременном резком повышении их эксплуатационных свойств (эти энерго- и ресурсоемкие материалы имеют одновременно большой экспортный потенциал).

## Биомедицинские технологии

Основное внимание в рамках этого сценария должно быть направлено на восстановление и разворачивание производства российских фармакологических препаратов, в том числе создание в данной отрасли конкурентоспособного сегмента по производству инновационных препаратов. Выполнение этой задачи потребует в рамках данного сценария разработки технологий создания нового поколения антибиотиков и лекарственных средств и формирования электронных медицинских карт и баз данных.

Следует отметить, что сейчас в области фармакологии конкурентные позиции российских предприятий даже на внутреннем рынке слабы. Также следует учитывать, что успехи биотехнологии и генной инженерии, ускорение разработки новых, принципиально более эффективных препаратов ведут к тому, что традиционная скорость создания новых препаратов на замену оригинальным лекарственным средствам, которые сходят с рынка, становится явно недостаточной.

Еще одной задачей станет необходимость создания продукции с более высокой добавленной стоимостью в сырьевых секторах. Для ее решения следует сосредоточиться на формировании технологических заделов для облегчения отечественным компаниям выхода на рынки глубокой переработки сырья (зерна, сырья для пищевой продукции, кормовых добавок), а также конечной продукции (биолекарства, биоматериалы, биотопливо).

Третьей важной задачей при реализации данного сценария будет являться поддержание здоровья населения, модернизация социальной сферы и инфраструктуры путем развития производства дженериков и в перспективе биодженериков. Кроме того, выполнение этой задачи потребует в рамках данного сценария разработки технологий создания нового поколения антибиотиков и лекарственных средств и формирования электронных медицинских карт и баз данных.

На начальном этапе реализации сценария следует провести технологический аудит российских био- и фармацевтических компаний для выявления конкурентных преимуществ и «узких мест» в сфере научно-технологического развития. Приоритетными будут задачи, намеченные ранее в «Комплексной программе развития биотехнологий до 2020 года» и в других госпрограммах и профильных федеральных целевых программ (ФЦП), а также проекты, реализуемые при поддержке институтов развития.

# ВОПРОСЫ 2035



Быстрое развитие «безлюдных» производственных и интеллектуальных технологий неизбежно приведет к снижению занятости населения. Как будет устроено глобальное общество, в котором целесообразной работой занято 15–20% населения? Каких новых социальных конфликтов можно ожидать? Будет ли скорректирована ситуация «over-education», порождающая спрос на дорогие рабочие места и соответствующие стили жизни?



Возникает ли риск биомедицинского закрепления социального неравенства? Что это означает для современных обществ западного типа, выстроенных на идее фундаментального равенства граждан?



Прогнозируется возможность достижения к 2035–2050 годам продолжительности человеческой жизни в 100–120 лет. Станет ли старение общества в развитых странах стимулом к стагнации? Реальна ли опасность того, что радикальное продление жизни вызовет дальнейшее снижение рождаемости?



В том случае, если развитые страны будут постепенно утрачивать технологическое лидерство в сравнении со странами Азиатско-Тихоокеанского региона, как смогут государства в этих странах реагировать на рост потребности в социальной поддержке (старение населения, общая «культура гедонизма»)?



К чему приведет усиление глобальных противоречий, размывающее институциональный мировой порядок? Насколько вероятен резкий рост локальных конфликтов, в том числе с применением оружия массового поражения? Ждет ли мир размывание «порога войны» через ее анонимизацию и применение неконвенционального оружия?



Какой будет реакция общества на то, что критически важные решения станут принимать системы искусственного интеллекта без участия человека? Возможные сценарии: в сфере военных конфликтов — применение оружия; в сфере медицины — вынесение диагноза и назначение лечения; в сфере управления самолетами и автомобилями — поведение в момент катастрофы.

*И. Агамирзян, Д. Белоусов, Е. Кузнецов и др.  
Составитель сборника В. Буров*

## **Вызов 2035**

Сборник подготовлен и издан по инициативе ОАО «РВК»



*Издатели В. Стабников, М. Горский*

*Руководитель проекта А. Шаченон  
Руководитель проекта от ОАО «РВК» Н. Смелкова  
Научный редактор В. Буров  
Редактор М. Горский  
Корректор Н. Стахеева  
Компьютерная верстка А. Саргсян  
Художник Ф. Кондраков*

*Подписано в печать 15.02.2016.  
Формат 70х100/16. Бумага офсетная.  
Печать офсетная.  
Усл. печ. л. 15,0.*

*Издательство «Олимп-Бизнес»  
121170, Москва Кутузовский проезд, 16*

*Напечатано в России*