

# Контуры космической стратегии России

Outlines of Russia's Space Strategy



**Г. Г. Малинецкий,**

д. физ.-мат. н., профессор, заведующий отделом математического моделирования нелинейных процессов Института прикладной математики (ИПМ) им. М. В. Келдыша РАН  
✉ GMalin@Keldysh.ru

**G. G. Malinetskiy,**

Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Head of the Department of Mathematical Modeling of Nonlinear Processes at the Keldysh Institute of Applied Mathematics (IPM) of the Russian Academy of Sciences



**М. В. Максимова**

Младший научный сотрудник Федерального научно-клинического центра космической медицины ФМБА России  
✉ maria.mcsimova@yandex.ru

**M. V. Maximova,**

Junior Researcher at the Federal Scientific and Clinical Center for Space Medicine of the FMBA of Russia

В настоящее время и Россия, и мировая система находятся в точке бифуркации. Прежняя траектория, связанная с ускоренным технологическим развитием и глобализацией, в варианте, продвигавшемся Западом, потеряла устойчивость. Наступает время выбора направления дальнейшего движения. В полной мере это относится к космической отрасли, являющейся важной частью нашей техносферы, фронтиром научных исследований и важным инструментом обеспечения национальной безопасности. Именно сейчас важно понять, к чему мы хотим и можем прийти через 20–30 лет, опираясь на системный анализ, идеи математического моделирования и накопленный опыт. Масштабные программы космической деятельности ведущих стран являются в этом контексте важным, но далеко не решающим аргументом. Цель этих заметок — очертить контуры желаемого будущего российского космоса, начать содержательное обсуждение этой важной темы. Римский философ Луций Сенека утверждал: «Для человека, который не знает, к какой гавани он направляется, ни один ветер не будет попутным». Настало время обсудить наш порт назначения.

Существующие проблемы космической деятельности в России связаны с целым рядом причин, которые в свою очередь имеют единое аксиологическое начало. Космическая деятельность не только в России, но и в мире испытывает недостаток новых императивов развития, приобретая по сравнению с прошлым космонавтики всё более утилитарный характер. Эта трансформация связана с целым рядом факторов, одним из которых, «зонтным» для всех остальных, является недостаточность стратегического видения космической отрасли в России. В настоящий момент в основных стратегических документах нет чёткой концепции сравнительно долгосрочного будущего космической деятельности. Необходимость обращения к космическим мощностям для реализации ряда целей и измеримые проблемы в космической отрасли диктуют необходимость анализа текущего состояния отрасли и построения прогнозов и рекомендаций её дальнейшего развития.

В статье рассматриваются императивы космических программ нескольких ведущих стран и предлагаются императивы перспективных космических исследований России.

Currently, both Russia and the world system are at a bifurcation point. The previous trajectory associated with accelerated technological development and globalization, in the version promoted by the West, has lost its stability. It's time to choose the direction of further movement. This fully applies to the space industry, which is an important part of our technosphere, a frontier of scientific research and an important tool for ensuring national security. Right now it is important to understand what we want and can achieve in 20 to 30 years, based on system analysis, mathematical modeling ideas and accumulated experience. The large-scale space activity programs of the leading countries are an important, but far from decisive argument in this context. The purpose of these notes is to outline the contours of the desired future of Russian space, to begin a meaningful discussion of this important topic. The Roman philosopher Lucius Seneca argued: "For a man who does not know which harbor he is heading for, no wind will be fair." It's time to discuss our destination port.

The existing problems of space activity in Russia might be attributed to a number of reasons, which have a single axiological basis. Moreover, space activity worldwide is experiencing a lack of new development imperatives, acquiring an increasingly utilitarian character in comparison with the past of cosmonautics. This transformation is associated with a number of factors, one of which, general among all other reasons, is the lack of a strategic vision of the space industry. At the moment in Russia there is no clear concept of a relatively long-term future of space activities in main strategic documents. The necessity to turn to space in order to achieve a number of goals and measurable problems in the space industry dictates the need to analyze the current state of the industry and make forecasts and recommendations for its further development.

The article examines the space programs imperatives of several leading states and suggests the imperatives of future space research in Russia.

**Ключевые слова:** космическая деятельность, синергетика, аттрактивное управление, аттрактор, образ будущего, космическая отрасль, космические программы ведущих держав, перспективы российского космоса

**Keywords:** space activity, synergetics, attractive management, attractor, image of the future, space industry, space programs of the leading powers, Russian space activity prospects

*Чтобы стать крылатым, нужно стремиться к полёту.  
Ю. А. Гагарин*

## Введение

В настоящее время в публичном дискурсе в России нет понимания, зачем нужен космос, как нет и его идейного восприятия. Такой образ будущего существовал в прошлом: от него отказались, исходя из соображений его утопичности. Этот образ будущего был воплощён в космизме и — позже — в утопии космической фантастики СССР. Во многом произошедшая из космизма, советская космическая фантастика 1960–1970-х более прицельно формировала образ

будущего для советской космонавтики и шла нога в ногу с её развитием. Сила этих проектов заключалась не только в создании принципиально нового восприятия космоса, но и в наличии мощных идейной и технократической составляющих, которые позволяли этим парадигмам некоторое время поддерживать себя. Амбиции политических структур реального общества оказались сильнее ценностных приоритетов, выделенных этими проектами. Несмотря на это, эти утопии оказались «сильными», способными к созданию возможности для самореализации.

Такое положение дел в достаточной мере обосновывает целесообразность применения подхода, который мог бы изменить восприятие космоса и, возможно, с помощью него вывести отрасль из кризисного состояния. Изменение восприятия космоса, переориентация его из прикладных, коммерциализируемых императивов в по-настоящему фундаментальную и прорывную сферу, формирование «коллективной мечты» могло бы поспособствовать решению текущих проблем и вывести отрасль из кризиса. Необходим новый образ будущего, новое восприятие космоса, иначе говоря, новый аттрактор.

«В синергетике аттрактором называется область фазового пространства, которая притягивает траектории системы, определяющиеся различными начальными условиями. В социальных системах... можно приблизительно определить его как некоторую целевую точку в будущем, к которой будет стремиться система независимо от внешних условий. Аттракторы являются результатом целеполагания и формируют желаемый образ конечного состояния системы в условном будущем. ...Говоря языком стратегического управления, аттрактор — это сверхвлиятельный образ будущего» [8].

Существуют три основные, необходимые и достаточные характеристики аттрактора:

1. способность к формированию новой мировоззренческой парадигмы;
2. возможность воплощения хотя бы части прикладных концептов, составляющих аттрактор;
3. способность к сокращению количества вариантов развития социальной системы.

Третья характеристика является в случае кризиса тем якорем или путеводной звездой, которая позволяет системе отчётливо двигаться к «намеченному», отменяя по пути все неподходящие варианты.

Видится, что именно этот подход является одним из наиболее оптимальных вариантов выхода из кризиса космической отрасли.

Однако, прежде чем предлагать собственный аттрактор, необходимо проанализировать текущее состояние системы космической деятельности в России, а также рассмотреть вопрос наличия подобных проектов в космических отраслях других космических держав.

## ЧАСТЬ 1. РОССИЙСКИЙ КОСМОС КАК СИСТЕМА: СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ

*Прежде, чем лезть к звёздам,  
человеку надо научиться жить на Земле*  
Клиффорд Саймак

Российская космонавтика базируется на советском наследии, которое до некоторых пор по инерции обеспечивало положение России как космической державы и, соответственно, её престиж. Однако состояние международной системы изменилось, а ресурсы и мощности, оставшиеся с советского времени, постепенно растратились или потеряли актуальность. Несмотря на это, новых серьёзных и конкурентоспособных проектов предложено не было.

Для подтверждения этого тезиса целесообразно рассмотреть сегодняшние результаты целеполагания в космической отрасли для оценки их эффективности. Ниже приведён список основных законодательных актов, регулирующих космическую отрасль, в которых отражены нынешние императивы. Согласно статье 71 Конституции РФ, космическая деятельность входит в перечень направлений федерального ведения. Ключевыми стратегическими документами, связанными с развитием космической отрасли, являются:

- Закон РФ от 20 августа 1993 г. № 5663-I «О космической деятельности»;
- «Основные положения основ государственной политики Российской Федерации в области космической деятельности на период до 2030 года и дальнейшую перспективу» от 19 апреля 2013 г. № Пр-906;
- Федеральный закон от 13 июля 2015 г. № 215-ФЗ «О Государственной корпорации по космической деятельности «Роскосмос»;
- Федеральная космическая программа России на 2016–2025 годы;
- До 2015 года также была активна Государственная программа «Космическая деятельность России на 2012–2015 годы».

Основной интерес в рассмотрении стратегического управления космической отраслью представляет второй документ, фактически определяющий принципы и приоритеты государственной политики в области космоса до 2030 года. Оговорка «и дальнейшую перспективу» говорит о потенциально долгосрочном стратегическом масштабе планирования.

С точки зрения структуры документа, в нём отсутствуют структурные элементы, составляющие ценностную часть концепции стратегии — видение и миссия, то есть некоторые аналоги образа будущего. Часть формулировок, которые с натяжкой можно было бы отнести к ним, представлены в терминологии целей и интересов. Цели и интересы РФ в космосе представлены в II главе документа, в разделе 5 и состоят из шести пунктов. Условно эти пункты можно обозначить следующим образом:

1. космический суверенитет (гарантированный доступ России в космос со своей территории);
2. космическая связь и телекоммуникации;
3. фундаментальное и прикладное научное изучение космоса;
4. участие в международных космических проектах;
5. повышение конкурентоспособности России на мировом космическом рынке;
6. развитие коммерческого сектора в космической отрасли

Однако помимо обозначенных интересов во II главе документа существует ещё один пункт, который более полно раскрывает, зачем нужна защита этих интересов, зачем вообще нужна космическая деятельность в России. Эта формулировка скорее отсылает к миссии отрасли, являясь менее конкретной, чем указанные выше цели: «6. Реализация названных государственных интересов призвана обеспечить поддержание статуса России как одной из ведущих космических держав» [11]. Именно эта установка

определяет некое подобие образа будущего отрасли — по крайней мере, её основных приоритетов, — и в современном актуальном контексте оно представляется катастрофически недостаточным. 2022 год показал отсутствие необходимости и далее с кем-либо соревноваться на международной арене, так как речь идёт не о престиже государства, а о его выживании. В этом случае императивы развития и долгосрочные цели не могут звучать точно так же, как звучали ранее, и требуют пересмотра.

Также интерес представляет Федеральная космическая программа России на 2016–2025 годы (далее — ФКП), которая была утверждена Правительством РФ от 23 марта 2016 г. как один из основных документов стратегического управления космической отраслью. Цель развития космической деятельности в РФ, определённая ФКП, звучит следующим образом: «Обеспечение государственной политики в области космической деятельности на основе формирования и поддержания необходимого состава орбитальной группировки космических аппаратов, обеспечивающих предоставление услуг в интересах социально-экономической сферы, науки и международного сотрудничества, в том числе в целях защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, а также реализации пилотируемой программы, создания средств выведения и технических средств, создание научно-технического задела для перспективных космических комплексов и систем» [18].

Обобщая все цели, определяемые в публичном дискурсе, следует сказать, что основные результаты процесса целеполагания в космической деятельности РФ сводятся к двум обозначенным выше императивам: сохранению статуса космической державы и более частному, определённом ФКП, связанному с поддержанием состава орбитальной группировки и реализации текущей пилотируемой программы. Будущие цели в общем напоминают существующие. Дмитрий Rogozin в интервью в июне 2022 года рассказал о приоритетах проекта новой программы: «Это, прежде всего, как минимум, удвоение орбитальной группировки, создание космических аппаратов на российской электронной компонентной базе и независимого космического приборостроения, а также сборка спутников, в том числе для программы „Сфера“, по одной технологии из приборов, разрабатываемых холдингом „Российские космические системы“. Семь спутникостроительных организаций [Роскосмоса] сейчас начнут работать в полную мощь, чтобы обеспечить всем необходимым как Роскосмос, так и Министерство обороны РФ и других заказчиков» [5].

Очевидно, что в текущих условиях — смены международной системы, прямой идеологической конфронтации и вооружённого конфликта, — старые императивы требуют пересмотра. Тем не менее, тотальный пересмотр существующей аксиологии космоса не может быть проведён без понимания существующих проблем и состояния отрасли. Видится необходимым выявить текущее состояние отрасли, чтобы оценить эффективность используемого подхода и организации отрасли.

## Космическая отрасль РФ как система: общее состояние

По мнению многих исследователей космической отрасли России, сейчас она близка к кризисному состоянию, если не находится в кризисе. Этот кризис носит не только экономический характер, но его экономическое измерение выявляет множество проблем. Если оценить космический бюджет крупнейших космических держав или расходы на космические программы (рис. 1), становится очевидным, что Россия

### Расходы государств на космические программы в 2022 г., \$ млрд



Рис. 1. Расходы государств на космические программы

Источник: Statista, 2022

сейчас на порядок отстаёт по финансированию отрасли от, например, США. Бюджет «Роскосмоса» без учёта оборонной части в 2020 году составил 176 млрд рублей, в то время как бюджет США на 2020 год составил около 22,6 млрд долларов [1]. «Если сравнить финансирование отрасли с аналогичными вложениями в других странах, то можно сделать неутешительный вывод о том, что Россия находится на 4 месте в мире по уровню выделения средств на гражданские космические программы и отстаёт от лидера (США) более чем в 5 раз» [2].

Также для понимания масштабов отставания России в нынешней космической гонке интересно посмотреть на структуру космической экономики и оценить положение России и основных игроков в ней.

Современная космическая экономика полностью отражает текущие тенденции своей структурой. Весь космический рынок в 2022 году оценивался [21] в \$464 млрд, и обладал следующей структурой (рис. 2):

Выделяется ряд основных «доменов» — направлений деятельности человека по использованию космического пространства. По классификации PwC к ним относятся соответственно:

- Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ)
- Навигация
- Телекоммуникация (связь)
- Орбитальная экономика

Отдельно также можно вынести такие направления, как спутникостроение, пусковые услуги и орбитальное обслуживание, однако они являются лишь частями формирования целевых космических проектов. Отдельно выделяется научное направление.

Структура земной орбиты выглядит следующим образом: на конец апреля 2022 на орбите Земли находилось 5 465 спутников, из которых 3 433 принадлежит

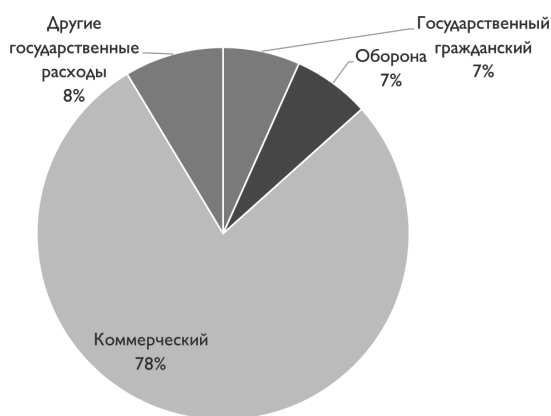


Рис. 2. Структура мирового космического рынка  
 Источник: Euroconsult Space Economy report 8<sup>th</sup> Edition

США, 172 – России, 541 – КНР. Остальные страны, включая страны Европы, владеют соответственно 1 319 спутниками (рис. 3).

Как видно по структуре спутниковой группировки на орбите Земли, направления-«домены» гражданского космоса распределены по количеству очень неравномерно.

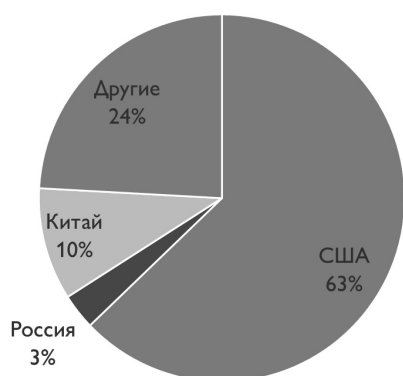


Рис. 3. Структура орбитальной группировки Земли по государственной принадлежности  
 Источник: Union of Concerned Scientists

Структура земной орбиты выглядит следующим образом (рис. 4):

Эта структура показывает очевидный перевес как в контексте государств запуска, так и в целевом назначении спутников. По количеству запущенных аппаратов на первом месте оказываются США, при этом подавляющее большинство спутников на орбите – это спутники связи, которые, как уже показал военный конфликт на Украине, могут использоваться как спутники двойного назначения. Лидирующую позицию по количеству среди них занимают спутники Starlink компании SpaceX – их 2218. Следующей по количеству идёт британская группировка OneWeb – на орбите находится 426 спутников. Также крупную группировку представляет SpaceBEE (150 спутников) и Iridium (74 спутника). Китайская группировка спутников связи насчитывает 66 аппаратов, группировка России – 87.

Несмотря на то, что статистически до сих пор бюджет «Роскосмоса» показывал скорее положительную динамику, интересно распределение бюджетных средств: «Эффективность финансирования РКО нельзя оценивать, исходя только из объема государственных вложений в эту отрасль. Здесь важно рассмотреть те направления, по которым они осуществляются. Анализ расходов на реализацию Федеральной космической программы на 2006–2015 гг. показал следующее. Из всех расходов на Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы около 65% (323,8 млрд. руб.) приходится на работы по российскому сегменту международной спутниковой системы» [5]. Это ещё не всё: «На остальные направления, такие как космические средства связи и ретрансляции, средства управления космическими аппаратами научного и социально-экономического назначения, обеспечение надежности ракетно-космической техники, системные исследования и прикладные научно-исследовательские работы, направляется от 1% до 6%» [5]. Такое распределение средств говорит о стремлении поддерживать существующие проекты в ущерб запуску новых. Как пишут Л. В. Ерыгина и Р. С. Сердюк, «... в структуре финан-

## Структура орбитальной группировки

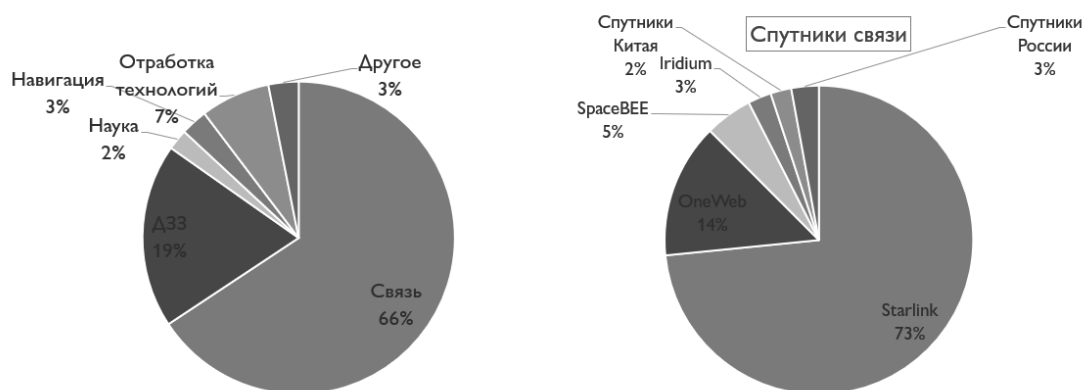


Рис. 4. Структура орбитальной группировки Земли по целевому назначению  
 Источник: Union of Concerned Scientists

сирования ФКП наибольший удельный вес занимает пилотируемое направление [т. е., программа МКС], на которое в разные годы выделялось до 60% общего бюджета ФКП, что привело к недофинансированию научных исследований и создания новых прорывных технологий» [2].

Экономические признаки возможного кризиса являются не единственным его подтверждением. Другой серьёзный аспект — «дефицит квалифицированных кадров на всех уровнях» [5]. Более того, тенденция абсолютно противоречит той, что была в космической отрасли ранее, до развала Советского Союза: «Из-за низкой заработной платы с предприятий РКО в первый год уходит каждый третий молодой работник» [5].

Всё это (недостаток кадров, сокращение расходов на гражданский космос в перспективе, распределение финансовых средств, направленное на поддержание текущих программ, а также задержки в реализации многих проектов) говорит в пользу кризисной обстановки в космической отрасли в РФ. С системной точки зрения, национальная космическая отрасль близка к точке бифуркации — стагнация, наблюдавшаяся в ней в последние годы (осуществление текущих проектов без запуска новых, комплексных и амбициозных; недостаток финансирования и т. д.), подводит к состоянию, в котором система начинает исчерпывать собственные ресурсы: старое и надёжное оборудование изнашивается, а кадровые, финансовые и институциональные проблемы не позволяют своевременно обновлять его и продвигать новые инициативы (рис. 5).



Рис. 5. Запуски по годам

Источник: Моисеев И.М., *Космическая политика России 2019 г.*

Как уже было сказано, космическая отрасль находится в состоянии кризиса или близка к нему. С позиции системного подхода можно говорить о близости её к точке бифуркации. «В каком-то месте пути попадаете развилка, где нужно принимать решения» [6]. Для социоэкономических систем неверный выбор нередко становится причиной структурного кризиса и приводит к возникновению ситуации, прямо угрожающей существованию системы. «Для перевыбора императивов развития нужен высокий уровень неопределённости: либо несколько вариантов будущего, либо целое множество; тогда и только тогда возможно формирование новых социальных аттракторов» [20]. Космическую отрасль в России в настоящий момент

или в ближайшем будущем можно характеризовать таким образом.

Необходимо рассмотреть конкретные проблемы, которые являются причинами такого состояния.

### Основные проблемы космической отрасли РФ

Состояние кризиса в космической отрасли вызвано целым рядом причин структурного, методологического и аксиологического характера. Первые обусловлены исторически сложившейся неэффективной институциональной организацией отрасли; другие же имеют более общий характер. С учётом специфики механизма формирования стратегии управления космической деятельностью в России, а также институциональной организации космической отрасли возможно выделить три основные проблемы управления космической деятельностью в РФ.

**1. Закрытая институциональная организация космической отрасли в РФ** создаёт определённые препятствия для постановки высокоуровневых, неприкладных целей, не связанных с текущими прибыльными проектами.

Структура космической отрасли в России в настоящее время является объектом критики в связи с рядом институциональных проблем, усложняющих осуществление космической деятельности как таковой. Эволюционный путь отрасли в современной России показал попытки обращения к тем или иным формам организации, однако в результате было принято решение остановиться на форме госкорпорации. Насколько адекватно такая организация отвечает специфике отрасли и текущим запросам — вопрос, требующий рассмотрения. «Отсутствие соответствующих механизмов приводит к тому, что космическое агентство самостоятельно определяет цели и задачи, за выполнение которых несет ответственность» [9]. Как пишут Т. С. Трубинова и Л. А. Иванченко, рассматривая период до создания Госкорпорации, «... анализ существующей системы управления космической отраслью показывает, что функции заказчика, производителя, а иногда и оператора космических систем нередко оказываются в руках Федерального космического агентства, не несущего ответственности за сроки их изготовления и решение поставленных перед ними задач» [17].

Такие сложности в значительной степени препятствуют постановке целей, не связанных с текущими проектами, приносящими прибыль, так как риски от «авантюрных» проектов могут показаться с финансовой точки зрения слишком большими. «Именно незавершенность системы государственного управления космической деятельностью определяет фактически сделанный выбор консервативного пути развития, который приводит к замедлению технического прогресса» [9]. Это утверждение соответствует реальному положению дел — действительно, часть существующих проблем в космической отрасли в России можно обосновать несовершенством системы управления, которая замкнута сама на себя и, с точки зрения теории систем, представляет собой относительно закрытую систему — сообщение с внешней средой происходит в уз-

ких рамках; не существует широких, сетевых каналов связи. Сама структура заказа в космической отрасли организована таким образом, что заказчик и исполнитель могут работать на соседних этажах одного и того же здания, буквально находиться в одной организации, и это замыкает процесс принятия решений на поиск наиболее выгодных вариантов. В этом отношении как положительный пример часто приводится организация ОПК в России — там существует отдельный уровень принятия решений (Министерство обороны), однако исполнители — предприятия ОПК — не входят в него с организационной точки зрения. Такая форма организации может обеспечивать принципиальное разделение заказа и подряда, и тем самым усложняет возможную коррупцию. Таким образом, особенности формирования стратегии в космической отрасли, а также особенности её институциональной организации способствуют замыканию отрасли саму на себя без возможности выхода на неприкладные цели.

**2. Стратегическое управление происходит с помощью принятого на сегодняшний день программно-целевого подхода**, который имеет свои ограничения.

У применяемого в России в рамках государственного стратегического управления *программно-целевого* подхода существует также ряд недостатков, снижающих эффективность управления. Количественные оценки результатов космической деятельности упрощают операционализацию таких прикладных направлений космической деятельности и облегчают выработку критериев оценивания успешности того или иного государства в космической деятельности. Как пишут О. Л. Ким и Н. П. Шкуратов, «Оценка эффективности реализации государственных программ Российской Федерации проводится с целью обнаружения в них проблемных мест, теневых операций, оптимизации процесса реализации программ и их ранжирования по критерию эффективности» [7]. Тем не менее, использование количественных показателей вымывает *качественную* суть того или иного направления.

При создании государственных программ, проектов, частных инициатив и т. д., при постановке целей развития учитывается широкий круг условий и принципов, однако есть один фактор, который может оказывать значительное влияние даже на процесс формулирования целей; это — способы оценки эффективности реализации тех или иных проектов. В случае выбора методики, связанной с количественными индикаторами, проблема может заключаться в следующем: формулирование тех или иных критериев оценки результативности приводит к тому, что и сами цели и задачи в дальнейшем начинают формулироваться так, чтобы быть «подгоняемыми» под эти критерии; более того — количественные показатели сами начинают подменять цели.

Приведём пример. Предположим, что существует государственная программа, основной целью которой является достижение к условному году М технологической независимости России в высокотехнологичной области N. При формулировании показателей оценки может произойти следующее: допустим, до сих пор технологической независимости препятствовала незрелость технологий и утечка мозгов за рубеж. По

результатам анализа этих проблем формулируются показатели: А — создание новых предприятий по производству компонентов С, которые должны обеспечить импортозамещение, в количестве К; и В — открытие I бюджетных мест для обучения специалистов в нужной области. Кроме того, блокируется поиск более дешёвых и эффективных способов решения этой же проблемы. Дорогие, традиционные получают преимущество перед новым, дешёвым и эффективным.

Теперь, с выделением таких критериев, для исполнителей программы цель — обеспечение технологической независимости в области N — подменилось индикатором-показателем А, и вместо того, чтобы работать на «качество», исполнитель начинает работать на «количество», т. е., например, создаёт очевидно неликвидные предприятия, не способные на самом деле решить поставленные задачи, закрывает предприятия после прохождения контрольной проверки и т. д. Кроме того, и строительство, и подготовка специалистов — это годы работы. И, следовательно, это дальнейший рост отставания от ведущих стран. В кризисной ситуации естественно было бы использовать уже имеющиеся ресурсы.

Этот пример можно считать грубым, потому что в реальности механизм выработки критериев (показателей и индикаторов), а также создания и постановки целей и самой процедуры оценки гораздо более сложный и тонкий, предполагающий годовую отчётность, создание планов-графиков и т. д. Тем не менее, негативное влияние использования такого подхода на возможность осознанного достижения конечной цели сложно переоценить<sup>1</sup>.

Применение качественных показателей тоже не лишено проблем, которые связаны со сложностью формулирования индикаторов, поэтому нельзя однозначно сказать, что отказ от подавляющего количества количественных показателей в целеполагании существенно изменит ситуацию. Однако космическая отрасль в наиболее амбициозном своём измерении зачастую оперирует качественными целями — запустить первый спутник, отправить первого человека в космос, — которые измеряются бинарно — был отправлен первый человек или нет, в этом и состоит оценка эффективности. Возможно, грамотная формулировка адекватных показателей поможет решить часть таких проблем. При этом очень важно определить, в каких областях мы действительно ходим добиться стратегического преимущества.

**3. Преимущественно прикладное восприятие космической деятельности** в основных стратегических документах; отказ от постановки глобальных целей.

В космическом пространстве находится множество ресурсов, которые предоставляют человечеству большие возможности прикладного использования. В связи с этим наибольшую долю в современную эпоху занимает именно экономическое направление — часть

<sup>1</sup> С позиции аттрактивного управления такой процесс выглядит как подмена одних аттракторов другими или вообще замена аттракторов количественными показателями, не имеющими под собой сути; с осторожностью можно сказать — симулякрами.

хозяйственных функций государство «переводит» на орбиту. Т. В. Скрыль и А. Ю. Марков предложили следующую формулировку для качественной оценки влияния космической отрасли на развитие общества: «Формирование современного облика земной цивилизации все в большей степени диктуется процессами освоения космоса, играющими ключевую роль в решении глобальных вызовов современности» [14]. Этот тезис скрывает под собой интересную дихотомию: с одной стороны, многие сегодняшние процессы действительно «вынесены» в околоземное пространство: спутниковая связь, обеспечивающая моментальные коммуникации и интернет для поддержки значительной доли процессов в военном, экономическом, политическом, научном и прочих измерениях цивилизации; возможная обработка данных на космических серверах, наблюдение за Землёй уже почти в режиме реального времени — словом, прикладные задачи, решаемые с помощью космических мощностей, действительно определяют облик цивилизации. Косвенным подтверждением этого тезиса будет являться значительный рост количества публикаций в системе Scopus по запросу «space» в разделах «Бизнес, менеджмент и бухгалтерский учет» и «Экономика, эконометрика и финансы», наблюдаемый с конца 1990-х годов.

С другой стороны, ставится всё больше конкретных прикладных задач, которые почти никак не связаны с фундаментальным знанием и всё более ориентированы на краткосрочный прикладной результат, т. е. наличие снижения масштаба целей; и во-вторых, это снижение сроков. Цели становятся более «реалистичными» (при этом наблюдается тенденция к маргинализации более «прорывных» целей), в действительности — более выполнимыми, — а также более прикладными. Они отображают либо конкретные коммерческие интересы, либо низкоуровневые политические интересы, но уже не отвечают, как то было ранее, глобальным императивам. Таким образом, очевидно, что цивилизация сейчас «развёрнута» к космосу совершенно не так, как раньше, и цели в космосе тоже стали другими. В 1960-х годах человечество прошло точку бифуркации. Можно было либо найти «общее дело», каким могло бы быть освоение космоса, Солнечной системы, либо продолжать наращивать стратегические ядерные силы, уже тогда позволявшие уничтожить цивилизацию. К сожалению, был выбран второй вариант. Поэтому сказать, что космос во всех отношениях определяет облик цивилизации, будет скорее неверно: большинство высокоуровневых целей цивилизации, ответов на «Вызовы» (в терминах выдающегося британского историка Арнольда Тойнби) и решений глобальных проблем в пространственном отношении «располагаются» на Земле. Образно выражаясь, финансы, менеджмент и бухгалтерия на данном этапе развития человечества категориально не содержат в себе освоения даже Солнечной системы, не говоря уж о дальнем космосе. Все существующие цели, размещённые в открытых документах, ориентированы на гораздо более узкие предметные поля, чем те, что ставились ещё в 1970-е годы. Можно сказать, что человечество превратилось из экстраверта в интроверта, заменив космическую экспансию созданием и освоением компьютерного

пространства, по сути — лишилось амбициозных «внешних» целей за пределами Земли, замкнулось внутри, на использовании космического пространства как всего лишь очередного плацдарма для решения своих локальных проблем.

На фоне этой тенденции глобального характера происходят изменения на национальном уровне. Управление космической отраслью осуществляется консолидированными усилиями, и общие, «трендовые» цели определяются на высоком уровне после обработки большого количества информации, такой как состояние мирового рынка, успехи отдельных крупных игроков, национальные интересы и т. д. Результатами такого анализа являются как публичные документы, как, например, упомянутые выше Федеральная космическая программа, так и закрытые, секретные решения (пример — лунная программа СССР). Эти документы, как уже было сказано ранее, формируются, исходя из анализа очень чувствительных к малейшим изменениям тенденций, иными словами — на основе анализа значительного количества данных из самых разных источников.

Формирующиеся таким образом цели определяют, как правило, некую единую картину. В рамках космической отрасли традиционно выделяется ряд направлений — например, фундаментальные исследования, спутникостроение, средства выведения т. д. Процесс работы в рамках разработки ФКП, например, над целями и задачами, связанными со спутниковой группировкой — сложный и комплексный, требующий учёта большого количества факторов. По итогам работы над разработкой этой цели у ЛПР (лиц, принимающих решения) формируется некая картина, которая, в их понимании, является результатом выполнения задач по этой цели. Предположим, одной из задач является увеличение количества спутников на орбите до некоторого целевого показателя — в этом случае такой картиной будет являться понимание акторов, что именно будет достигнуто с увеличением этого показателя, как будет выглядеть будущее, где такое количество спутников будет существовать на орбите.

Поднимаясь выше по сформированной стратегии, мы, тем не менее, не обнаруживаем некий наиболее общий желаемый результат, определённый конечный образ будущего, который на данной лестнице абстракции находится наиболее высоко. В нынешней парадигме это может быть, скажем, сохранение страной космического потенциала, как приведено в Федеральной космической программе, но даже за этой формулировкой не видится реальным предположить, какого типа образ будущего здесь имеется в виду. Г. Костин, один из разработчиков жидкостного ракетного двигателя (ЖРД) для «Союзов» и других ракет-носителей, комментируя организацию проекта ракеты-носителя (РН) «Ангара», говорит о недостатке понимания императивов развития отрасли (с использованием термина «цель» в данном смысле) так: «Ракетно-космическая отрасль как важнейшая отрасль высоких технологий не может привести к достижению заданных параметров, если не будет развиваться по целевому принципу. Нужны долгосрочные целевые программы, целевое развитие науки, технологий, производства, кадровая

политика. Без этого не было бы ни полета Гагарина, ни «Воеводы», ни «Энергии». На целевое развитие работали команды Сергея Королева, Валентина Глушко, Владимира Челомея... сегодня в Роскосмосе в целом, к сожалению, целевого принципа управления и развития нет» [16].

Целесообразно тезисно обозначить выявленные проблемы для упрощения дальнейшего анализа:

1. Замкнутая неэффективная институциональная организация космической отрасли.

2. Ограничения, вызванные ориентацией на количественные показатели принятого на сегодняшний день программно-целевого подхода.

3. Снижение масштаба целей, рост приоритетности низкорисковых прикладных проектов; более глобальных целей в основном не ставится.

Пункты 1 и 2 настоящего списка являются одновременно и причиной, и следствием пункта 3, так как сегодняшнее состояние не порождает потребности в более глобальных целях, однако, в то же время, ориентированность на локальные цели способствует поддержанию устоявшихся инструментов.

Наблюдаемый процесс — деградация целей и интереса к космосу, — по всей видимости, обоснован недостатком системного видения отрасли и одновременно является причиной возникновения отраслевого кризиса. В публичном дискурсе субъектов управления космической отрасли не обнаруживается чёткого понимания образа будущего отрасли. Это в достаточной мере обосновывает целесообразность применения подхода и метода, которые могли бы изменить восприятие космоса и, возможно, тем самым вывести отрасль из кризисного состояния. Даже грамотно построенное и доступное публично стратегическое видение космической отрасли не будет в состоянии переломить данную тенденцию, так как будет ориентировано прицельно на образ отрасли в будущем, но не на контекст — восприятие непосредственно космоса. Таковым путём решения видится обращение к системному подходу к управлению и синергетической теории социального управления. Формирование новой системной точки притяжения — аттрактора — могло бы, вероятно, позволить космосу в России переориентироваться на новые императивы развития и с институциональной точки зрения явиться «надстройкой» к уже устоявшимся практикам, компенсируя выявленные проблемы.

## ЧАСТЬ 2. КАК У НИХ?

*«Я не уверен, что человеческая раса проживёт ещё хотя бы тысячу лет, если не найдёт возможности вырваться в космос. Существует множество сценариев того, как может погибнуть всё живое на маленькой планете. Но я оптимист. Мы точно достигнем звёзд»*

*Стивен Хокинг*

Первая часть исследования показала, что России при (и для) сохранении космических амбиций необходимо менять *modus operandi* в собственной космической деятельности, причём делать это, ориентируясь на чётко сформулированный аттрактор, одновременно

не забывая о меняющемся контексте. Однако Россия на космическом рынке не одна, и возникает справедливый вопрос, как прошли эту трансформацию другие акторы и прошли ли вообще. Многие стремятся переориентировать институциональный конструкт своей космической отрасли под реалии рынка, но при этом лишены чётко определённых амбиций, кроме общих слов о сохранении места в космосе и необходимости обладать собственными космическими мощностями. «В настоящий момент космический рынок оценивают в 350–450 миллиардов евро, однако независимые прогнозы предсказывают, что до 2040 года стоимость достигнет 1 триллиона евро. Страны и регионы, которые не обеспечат себе независимый доступ к космосу и его автономное использование, станут стратегически зависимыми и экономически лишёнными значительной части этой *value chain*» [43: 5] — такого рода аргументация выступает в качестве причины для переброса хотя бы части бюджета и мощностей в космический сектор. Однако, как будет показано дальше, авторы процитированного отчёта настаивают на том, что этой причины недостаточно: «Освоение космоса — это нечто большее, чем программа по преодолению технологических вызовов. Она также должна преобразовать общество таким позитивным образом, чтобы её ценность для общества была очевидна. Космос уже затрагивает все аспекты жизни общества, от развлечений и коммуникаций до навигации и коммерции. Понимание ценности его влияния и перспектив, которые автономные исследовательские возможности человека привнесут во все аспекты жизни общества, является ключом к формированию веры в будущее» [43: 24].

По сути, это прямое указание на необходимость создания аттрактора для достижения хотя бы каких-то целей в меняющихся условиях. В настоящее время происходит серьёзная переоценка космических ценностей, связанная с уже упоминавшимся феноменом *New Space*, и этот парадигмальный сдвиг сильно повлиял на облик отрасли в целом. «До сравнительно недавнего времени роли государств и коммерческих компаний промышленности при решении космических задач были понятным образом разделены: коммерческие компании зарабатывали деньги, решая прикладные задачи в интересах конечных потребителей и поставляя космические средства и услуги государству. Государства, в свою очередь, исследовали и осваивали космос и решали прикладные задачи, направленные на генерацию общественного блага, к разновидности которого относятся, в частности, формирование общедоступной инфокоммуникационной инфраструктуры (типа навигационного поля) и обеспечение обороноспособности» [30: 8]. Однако ввиду достижений технического прогресса и вытекающих из него изменений — например, миниатюризации спутников, удешевления доступа в космос до такой степени, что даже сравнительно небольшой по капитализации актор вполне может позволить себе купить место в очередном запуске и т. д., возникла необходимость в пересмотре существующей схемы заказа. «Начало этому процессу положено в США в 2004 году принятием новой стратегической программы *Vision for Space Exploration*, за которой последовала новая редакция национальной космической



политики и запуск космическим агентством NASA коммерческой орбитальной программы логистики Commercial Orbital Transportation Services (COTS)» с новым подходом к заказу [30: 8].

Для понимания скорости изменений интересно посмотреть на неформальную хронологию институционализированного New Space (Space 2.0.):

- 2012 г. — создание первых «официальных» космических стартапов (лёгкие ракеты-носители (РН) и услуги вывода грузов на орбиту).
- Конец 2014 г. — обнародование первого государственного документа, разрешившего частные инвестиции в отдельные сегменты сектора космических услуг.
- 2017 г. — начало бурного роста инвестиций в сектор «нового космоса».
- 2019 г. — первый успешный запуск частной ракеты стартапом iSpace в июле (запуск в ноябре 2018 г. частного РН Landspace был неудачным), и одновременно проработка целого ряда нормативно-правовых мер в поддержку рынка. Иными словами, де-факто и де-юре «открытие» рынка.
- 2020 г. — вероятный «новый старт» отрасли благодаря завершению первого раунда формирования нормативно-правового регулирования и первого цикла инвестиций на фоне обострения «техновойны» Китая и США [23].

Это становится вызовом в структурном направлении; с другой же стороны можно наблюдать очевидное усиление конкуренции: «выход в космос» становится всё более доступным: «Десять лет назад только около 50 стран располагали достаточными средствами для развития космической отрасли, в то время как в 2018 году, например, в Греции, Австралии, Зимбабве, Турции и Люксембурге были недавно созданы космические агентства, что свидетельствует о признании важнейшей роли аэрокосмической отрасли в поддержке национального социально-экономического, стратегического и технологического развития» [42: 2].

Перестройка космических рынков идёт полным ходом, и ввиду указанных в первой части проблем Россия может опоздать к этому космическому переделу. «... одна из ключевых проблем — отсутствие стратегического мышления национального уровня. В госкорпорации и отрасли в целом существуют стратегические документы и стратегически мыслящие люди, и даже видение технологических трендов. Однако до сих пор непонятно, что и зачем Россия делает в космосе» [24]. Автор аналитической статьи задаётся, по сути, тем же вопросом — в чём смысл космоса для России? Он предлагает ответить на него через анализ рынка и новых структурных трендов, но этот подход имеет существенный недостаток: даже если очень скрупулёзно изучить средства и контекст, привлекательная цель вряд ли возникнет сама по себе.

Здесь интересно обратиться к другому разрезу отрасли, в ключе которого возможны изменения. На заседании Никитского клуба ещё в 2013 году Д. Б. Пайсон предложил такую «структуру» космической деятельности: «Недавно родилась замечательная дихотомия — и здесь нам помог, озвучив её, вице-премьер Дмитрий Олегович Рогозин: у нас есть прагма-

тичная космонавтика и романтическая космонавтика. Прагматичная — это военный космос, дистанционное зондирование Земли, связь, навигация. В то время как романтическая — это космические исследования и освоение человеком космоса, освоение Луны, освоение Марса (если будет найден способ бороться с радиацией) и так далее. По этим направлениям очень различается и смысл деятельности, и целеполагания, да и, вообще говоря, задействуются часто разные структуры. То есть машиностроение и последующее использование того, что мы построили, — это разные вещи, разные отрасли промышленности, разные сферы экономики и разные подходы» [31: 33].

На наш взгляд, вопрос заключается именно в цели последующего использования, то есть в «романтической» космонавтике. Есть ли она у других государств?

Таким образом, чтобы понимать, что может стать аттрактором для российской космонавтики в меняющемся мире, необходимо иметь представление о том, как организовано «космическое» в других государствах, какой ответ в них даётся на текущие вызовы. Прежде всего, интерес представляют США и Европа в лице Европейского Космического агентства, Китай и Индия — ключевые космические державы. Именно о них пойдёт речь в нескольких следующих разделах.

#### Космическая отрасль США. Миссионеры рынка в космосе

*«Мы решили отправиться на Луну... Мы решили отправиться на Луну в этом десятилетии и сделать другие вещи не потому, что это легко, а потому что это трудно, потому что эта цель заставит нас собрать и оценить свои силы и способности, потому что этот вызов мы готовы принять, мы не готовы его откладывать мы хотим победить...»*

*Джон Кеннеди. Речь 12.09.1962*

С появлением и развитием феномена SpaceX американская космонавтика столкнулась лицом к лицу с новой реальностью. Перетянув за последние несколько лет на себя одеяло по количеству запусков в год и став полноценной частной космической корпорацией, детище Илона Маска не могло не стать едва ли не самым важным в США действующим лицом на космическом рынке.

Однако, несмотря на успехи и капитализацию SpaceX, компания не заменяет непосредственно NASA. И, прежде чем углубляться в нюансы американского целеполагания, необходимо рассмотреть структуру и особенности космической отрасли США.

NASA — федеральное агентство, правопреемник основанного ещё в 1915 году Национального консультативного комитета по воздухоплаванию. 29 июля 1958 года Президент Эйзенхауэр подписал Национальный закон об аэронавтике и космосе, учредив NASA (на вызов советского Спутника нужно было отвечать, и отвечать срочно). Сейчас NASA — независимое агентство, относящееся к федеральному правительству США. Администрация Президента ставит цели и задачи космической отрасли, в то время как NASA,

являясь исполнительным институтом, отвечает за реализацию гражданской космической деятельности. В контур NASA входят научно-исследовательские центры, которые проводят исследования и разработки. Самые известные — центр Маршалла, центр Джонсона, центр Годдарда и другие.

Важным нюансом в структуре американской космической отрасли является разделение заказа: гражданский и военный космос не идут в одной связке, хотя сейчас наблюдается тенденция к гибридизации. Заказ в гражданской сфере отправляется напрямую предприятиям промышленности, которые действуют в традиционных рыночных условиях (по крайней мере, номинально). Иногда NASA спонсирует отдельные предприятия — так, например, в 2021 году NASA выделило 415 миллионов долларов на финансирование программы «Коммерческие пункты назначения на низкой околоземной орбите» (CLD). При этом в NASA поступило 11 предложений, но финансирование получили только три компании Blue Origin, Nanoracks и Northrop Grumman Corporation [26: 12].

В этом документе говорится: «Разработка предложений — это первый из двух этапов перехода NASA на концепцию использования коммерческих космических станций. На первом этапе частная промышленность в координации с NASA сформулирует и разработает коммерческие возможности по доставке грузов на низкую околоземную орбиту, отвечающие потенциальным потребностям правительства и частного сектора. Ожидается, что первый этап продлится до 2025 года. На втором этапе разработанные космические станции будут сертифицированы для использования людьми, после чего их выведут на орбиту, чтобы начать коммерческую и научную деятельность» [26: 13].

Есть ещё один пример, более ранний: «В 2006–2016 гг. НАСА последовательно реализовала целую серию мероприятий по созданию новой системы обслуживания МКС. Стартовой стала программа разработки космических «грузовиков» (Commercial Orbital Transportation Services — COTS), в рамках которой Агентство обеспечило софинансирование НИОКР и демонстрационных полетов для отработки доставки грузов к МКС с фактическим обязательством впоследствии закупить услуги частных подрядчиков. Эта часть, согласно открытым данным, стоила Агентству 700 млн. долл. при том, что еще 1 млрд. долл. вложили частные инвесторы... Финальной чертой COTS достигли две компании — SpaceX и Orbital ATK» [24].

Таким образом, NASA поддерживает конкуренцию среди подрядчиков, давая заказы на разработку не только своим подведомственным центрам. Однако феномен SpaceX вывел эту конкуренцию на новый уровень — не помешало даже работающее в отрасли антимонопольное законодательство. «... SpaceX — это неформальный лидер нового поколения космических малых инновационных предприятий (стартапов), своего рода символ феномена «астропренёрства» или «Нового космоса» (Astropreneurs, NewSpace)» [24].

Основанная в 2002 году, SpaceX (Space Exploration Technologies Corporation) уже несколько лет держит планку первенства с точки зрения технологического развития и спектра направлений деятельности среди

коммерческих космических компаний на мировом рынке. При этом в индустрии продолжают действовать и развиваться как традиционные диверсифицированные корпорации аэрокосмического сектора (Boeing, Lockheed Martin, Airbus), так и «новые» или обновляющиеся компании второго эшелона, настаивающие на принципиально пионерских подходах к коммерческой космической деятельности (Blue Origin, Orbital, Sierra Nevada Corporation, Axiom Space и др.) [30: 9].

И SpaceX выгоден. Коммерческая аэрокосмическая промышленность ориентируется на рыночный спрос на недорогой, быстрый и гибкий доступ в космос. Компания использует небольшие ракеты-носители для проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ с целью предоставления коммерческих услуг по запуску на рынок микроспутников. По сравнению с государственной аэрокосмической промышленностью, она в большей степени полагается на рынок капитала и обмен технологиями через открытый рынок, в то время как традиционные государственные партнеры менее гибки и менее охотно делятся опытом с партнёрами, особенно из частного сектора [42: 7].

Детище Илона Маска заняло нишу не только в области доступа в Интернет (речь идёт, разумеется, о спутниках Starlink — по количеству спутников, как было показано раньше, компания в разы опережает целые государства), но и в области обеспечения недорогого «челночного» доступа в космос. Остановимся сначала на спутниках Starlink.

Группировка Starlink — предполагаемая «сеть» из множества небольших спутников, окутывающая Землю, — на настоящий момент занимает более 50% от общего количества спутников на орбите Земли и более 70% среди спутников связи. По данным Visual Capitalist от 23 сентября 2023 года, количество спутников Starlink составляет 3395 (следующее место занимает влившаяся в тренд на создание глобальных сетей связи британская компания OneWeb с 502 спутниками). Всего планируется развернуть на орбите до 12 тысяч спутников с возможным увеличением группировки до 42 тысяч в будущем. Starlink предоставляет широкополосный доступ в Интернет по всему миру (кроме ряда «недружественных» Америке стран, включая Россию, КНДР и другие). Жизненный цикл одного спутника составляет 5 лет, по истечении которых он сгорает в атмосфере (интересно, что с июня 2023 года произошёл резкий скачок числа выведенных из строя спутников — сгорело 212 аппаратов. Причины остаются неизвестными, однако с учётом использования спутников Starlink украинской стороной появляются предположения о неслучайности таких происшествий. Так, например, Китай уже заявлял об угрозе, которую несёт спутниковая система Маска). Спутники весят около 260 кг и запускаются они по 60 аппаратов за раз. С недавнего времени для запуска используются ракеты-носители с возвращаемой ступенью, что позволяет Маску удешевить запуск для своей компании.

Целесообразно рассмотреть рентабельность таких ракет подробнее. «Общая стоимость доставки килограмма груза на международную космическую станцию составила около 89 000 долларов для SpaceX, одной

из самых ценных частных компаний в Соединенных Штатах, в то время как стоимость доставки груза на Space Shuttle составляла 272 000 долларов» [42: 7]. Запуск грузов дорожает со временем. Более того, для разных заказчиков цена различается: в то время как коммерческие заказчики получают значительные скидки на пусковые услуги компании SpaceX, и, следовательно, используют многоразовые носители с большой выгодой, NASA и Минобороны США как госзаказчики оплачивают полную стоимость таких запусков.

Начатая Илоном Маском практика повторного использования ступеней ракет — т.н. возвращаемая ступень, которая после незначительного ремонта может быть использована снова — также является новаторской и удешевляет запуск для конечного потребителя. В среднем изготовление ракеты-носителя занимает около 65% стоимости запуска, и логично предположить, что переиспользование ступеней должно быть значительно выгоднее. Однако есть несколько нюансов. Во-первых, многоразовые ракеты теряют в грузоподъемности — этот фактор, однако, со временем перекрывается разработкой всё новых поколений ракет-носителей. Во-вторых, изготовление многоразовой ракеты дороже, чем изготовление одноразовой. Однако эти минусы не носят фундаментальный характер и при должной доработке и развитии технологий имеют перспективу сгладиться. На настоящий момент, по некоторым оценкам, одноразовые системы всё-таки являются более выгодными, однако вполне вероятно, что в недалёком будущем многоразовые ракеты-носители прочно займут рынок. На настоящий момент эта технология оправдывает себя экономически только при наличии «якорного» заказчика, который готов заплатить полную стоимость за пуск, и в Америке такого заказчика пока нет.

Однако не только перечисленные выше достижения стали факторами успеха SpaceX. Есть ещё один нюанс, который интересен с точки зрения аттрактивности. «Успех в современном технологическом предпринимательстве предполагает не только хорошую технологию и бизнес-модель, но и нарратив, историю, которая повышает ценность предложения компании для потребителей и инвесторов. В этом отношении SpaceX — почти идеальный кейс. На бытовом уровне это продажа техногенной романтики в мире, где цифровая, виртуальная «начинка» изменились, а «материальный» мир (кроме смартфонов, ноутбуков и планшетов как «окон» в мир виртуальности) — нет. Маск в определенном смысле слова «реаниматор» старой космической романтики 1960–1970-х гг» [24].

Целесообразно перейти к целям и задачам американской космонавтики. С самого начала космической эры США строили грандиозные планы (как, впрочем, и СССР в тот период), однако к настоящему моменту большинство планов оказалось не воплощено. После программы Shuttle никаких серьёзных, прорывных проектов больше не было. Можно даже вспомнить про комиссию Огустина, после которой тогдашний президент Барак Обама принял решение отказаться от текущей лунной программы, потому что она отстаёт от графика и перетягивает внимание с других проектов.

Представители республиканской партии традиционно имели больше космических притязаний.

В 2017 году президент Дональд Трамп подписал Директиву 1 о космической политике, положившую начало очередному изменению национальной космической политики: оно предусматривало запуск комплексной программы под руководством США с партнёрами из частного сектора по возвращению людей на Луну с последующими миссиями на Марс и далее. Это стало базой для создания космической программы «Артемиды» (Artemis), которая по сути является частью стратегии M2M — Moon to Mars, то есть «От Луны к Марсу». В отношении средств доставки космических кораблей к Луне NASA (хотя не без юридических сложностей) сотрудничает со SpaceX. Часть миссии предполагается реализовать с помощью лунного посадочного модуля Starship HLS.

Администрация Байдена программу отменять не стала, хотя нелюбовь демократов к космосу — это известная проблема американской космонавтики, — и запуск миссии Artemis I произошёл именно при ней, однако сейчас кажется сомнительным, что запланированная на 2024 году высадка людей на Луну произойдёт в срок: США сейчас переключены на совершенно другие проблемы. «... в новой американской администрации Дж. Байдена в настоящее время нет горячих поклонников освоения космического пространства. Наоборот, демократические администрации США последних тридцати лет постоянно урезали финансирование как военной космической программы, так и НАСА на фоне амбициозных «зеленых» и социальных программ» [25]. Более того, если посмотреть на документы типа «National Aeronautics Science and Technology Strategic Priorities» [41], там вообще не обнаружится ничего про какие-то амбициозные проекты по освоению космоса. Только устойчивое развитие.

Тем не менее, как уже было сказано, программа не была отменена. В чём же суть стратегии NASA по освоению Луны и затем Марса? В документе «NASA's Moon to Mars Strategy and Objectives Development» показана наглядная картинка, позволяющая понять ключевую ценность, которую программа может принести США (рис. 6):

То есть это национальное положение, наука и вдохновение. Вот зачем США стремится вернуться на Луну и последовать дальше. (Кстати, если открыть страницу программы Artemis на сайте NASA [32], тоже можно

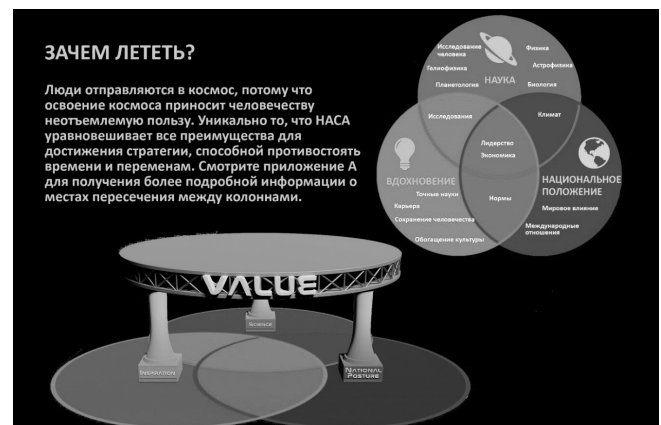


Рис. 6. Ценности программы M2M

Источник: [40]

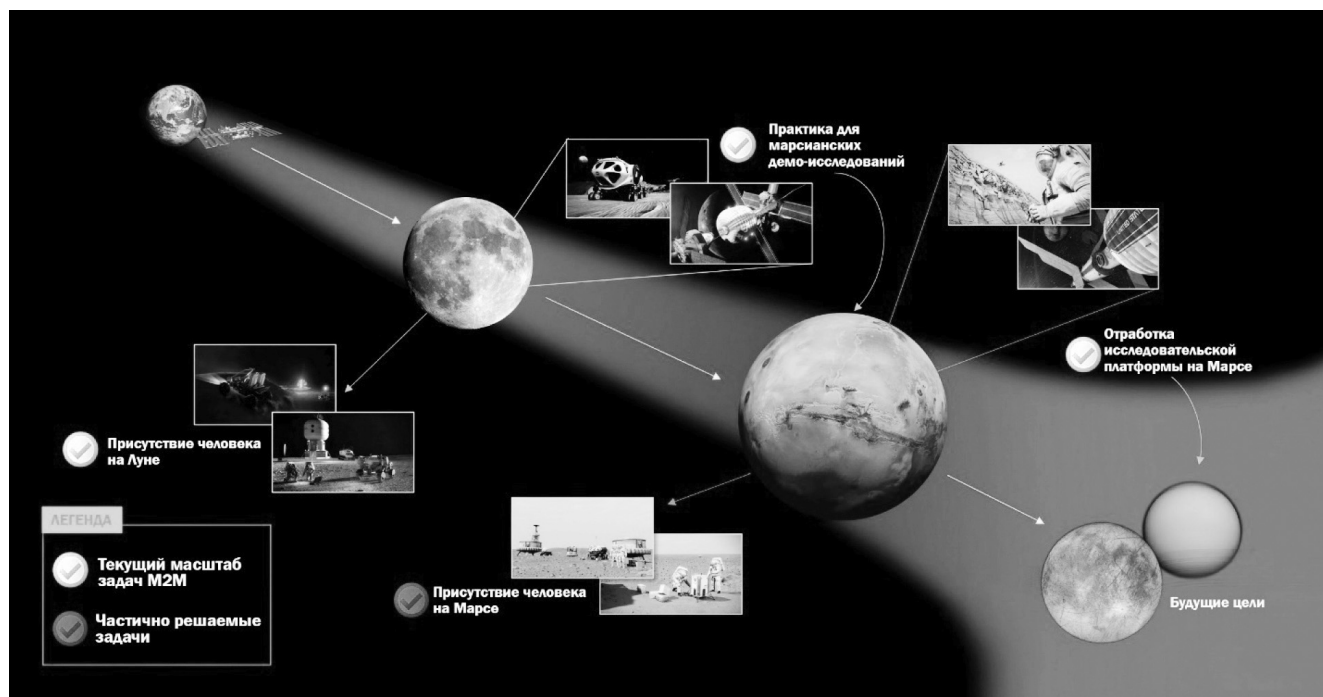


Рис. 7. Последовательность стратегии М2М

Источник: [40]

увидеть определение приоритетов: открытия, экономические возможности и... вдохновение следующим поколением. Последнее вполне обладает аттрактивными чертами).

Администратор NASA Билл Нельсон в вступительном слове к стратегии М2М определил похожие ценности: «Мы возвращаемся на Луну, чтобы остаться. Учиться, жить и творить. Заниматься невероятной наукой, которой мы больше нигде не можем заниматься. Продолжать наращивать возможности нашей страны в космосе, оказывая положительное влияние на нашу экономику, нашу безопасность и нашу повседневную жизнь. И мы идем, чтобы вдохновить поколение Артемиды на расширение человеческого присутствия и исследования по всей Солнечной системе — и за ее пределами» [40: 1].

В документе представлено 63 задачи, которые предполагается решить программой. В основном они касаются науки. Среди них есть также ряд принципов, ценностей, которыми предполагается руководствоваться при осуществлении миссии:

1. Международное сотрудничество: Партнерство с международным сообществом для достижения общих целей и задач.
2. Промышленное сотрудничество: Сотрудничество с промышленностью США для достижения общих целей и задач.
3. Возвращение экипажа: Безопасное возвращение экипажей на Землю при одновременном смягчении неблагоприятных последствий для здоровья экипажа.
4. Время экипажа: максимально увеличьте время экипажа, доступное для научной и инженерной деятельности, в рамках запланированной продолжительности миссии.

5. Ремонтпригодность и повторное использование: когда это практически осуществимо, проектируйте системы, обеспечивающие ремонтпригодность, повторное использование и/или переработку отходов, чтобы поддерживать долгосрочную устойчивость операций и повышать независимость от Земли.
6. Ответственное использование: осуществлять всю деятельность по исследованию и использованию космического пространства в мирных целях в соответствии с международными обязательствами и принципами ответственного поведения в космосе.
7. Интероперабельность: Обеспечение интероперабельности и общности (технических, операционных и технологических стандартов) между системами, элементами и экипажами на протяжении всей кампании.
8. Использование низкой околоземной орбиты: Использование инфраструктуры на низкой околоземной орбите для поддержки полетов с Луны на Марс.
9. Коммерция и развитие космоса: способствовать расширению экономической сферы за пределы околоземной орбиты для поддержки промышленности и инноваций США. [40: 18].

В документе также представлена последовательность действий для достижения поставленных целей. Она раскрыта на этом изображении (рис. 7):

Программа Artemis уже начала воплощаться: первый тестовый полёт был совершён в 2023 году. Однако сроки выполнения программы затягиваются — едва ли первый пилотируемый полёт на Луну состоится в 2024 году.

Вот поэтапный план программы Artemis:

Artemis 1	Тестовый беспилотный полёт к Луне
Artemis 2	Пилотируемый облёт Луны

Artemis 3	Посадка на Луну с экипажем
Artemis 4	Высадка космонавтов на лунную орбитальную станцию Gateway
Artemis 5	Посадка к южному полюсу Луны, доставка двух элементов на ОС Gateway
Artemis 6	Посадка на Луну с экипажем, доставка плюзового модуля
Artemis 7	Высадка на Луну с доставкой лунного крейсера
Artemis 8	Высадка на Луну с доставкой средств материально-технического обеспечения и компонентов среды обитания
Artemis 9	Высадка на Луну с доставкой лунной логистики
Artemis 10	Высадка на Луну, длительное пребывание на поверхности Луны <sup>2</sup> .

Планы выглядят грандиозно. Однако США сталкивается с целым рядом проблем, и, если некоторые из них уже упоминались в тексте, например, разное отношение двух крупнейших партий в Конгрессе к важности космической программы или фактически монополизация рынка SpaceX, есть ещё два момента, о которых важно упомянуть для дополнения картины.

Во-первых, однозначно можно сказать о занятости США другими проектами и внутренними проблемах, на которые приходится обращать внимание. Есть ещё один нюанс, связанный с менталитетом. Говоря о гибридизации военного и гражданского космоса, И. В. Данилин приводит интересную статистику: «Следует отметить и один чисто культурный аспект. Несмотря на то, что военные никогда не «уходили» из коммерческого космоса, сейчас в отрасль приходят люди воспитанные в несколько иной культуре. В частности, опросы показывают, что 80% респондентов видят в космических полетах фактор поддержки научных открытий. Как показывает пример с разработчиками систем искусственного интеллекта в Google, отказавшимися работать на Пентагон, это может создать некоторые сложности с продвижением новой парадигмы космической политики» [25]. Если США продолжит курс на гибридизацию, то рискует потерять, по крайней мере, часть умов и рабочей силы, которая выступает против интеграции гражданской космической деятельности с военным космосом.

Во-вторых, это чисто технологический аспект. SpaceX, однозначно лидируя в космической отрасли, тоже сталкивается с неудачами. Ни у одного актора космической деятельности никогда не получается всё совершенно гладко, однако в случае с NASA и SpaceX эти неудачи становятся стратегическими: космическое агентство США делает ставку на SpaceX в своих миссиях, и поэтому, например, неудавшийся полёт прототипа корабля Starship в апреле 2023 года вызывает беспокойство в том, что планы осуществляются именно в нужное время и так, как предполагалось.

Разумеется, есть и другие проблемы, как они есть у всякого в космической отрасли, однако при этом

важно помнить, что лидерство и по количеству запусков, и по объёму космического бюджета до сих пор принадлежит США — и потому говорить о скором падении американской космонавтики сейчас, вероятно, слишком опрометчиво.

**Космическая отрасль Европы.  
Короли упущенных возможностей**

*Мы Европу потерять не можем. Европа без России — не Европа, Россия не раз спасала Европу от самой Европы.*

С. Лавров

Консолидированный европейский космос имеет своё институциональное выражение в форме Европейского космического агентства (ЕКА). Рассматривать космические программы отдельных стран Европы (а они существуют!) — задача, смысл которой будет сводиться к скрупулёзному бухгалтерскому пересчёту, так как основной мейнстрим всё равно задаётся «Объединённой Европой» (по факту же окажется, что «гранды» Евросоюза, который, кстати, по своему составу вовсе не тождественен ЕКА, задают мелодию и здесь, и на самом деле «Объединённая Европа» вновь сведётся к крупнейшим европейским странам-донорам). Вот как распределяется космический бюджет в Европе (рис. 8):

Консолидированный космический бюджет Европы (upstream), 2021, €М

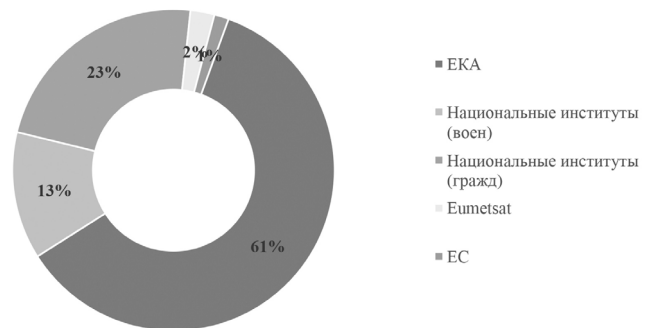


Рис. 8. Консолидированный космический бюджет Европы (upstream), 2021

Источник: [35]

Прежде чем говорить об истории и структуре ЕКА, интересно было бы остановиться на основных акцентах Европы в освоении космоса, так как это позволит в дальнейшем оценивать их деятельность, в том числе и организационную, через призму основных приоритетов. «На протяжении десятилетий Европа занимала лидирующие позиции в использовании космоса для фундаментальной науки, наблюдения за климатом, точной навигации и мониторинга погоды. Благодаря этой направленности в настоящее время она не имеет себе равных, в частности в области использования Космоса для Земли (наблюдение Земли, навигация, телекоммуникации) и космической науки для исследования Вселенной. За последние 30 лет Европа решила не инвестировать в лидерство в космической гонке

<sup>2</sup> [https://ru.wikipedia.org/wiki/Артемиды\\_\(космическая\\_программа\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Артемиды_(космическая_программа))

и автономию в освоении космоса человеком» [43: 6].

В результате в Европе наблюдается такая картина по пилотируемым программам (рис. 9):

Теперь, когда приоритеты Европы понятны, необходимо вернуться к ключевым вехам. ЕКА было создано в 1975 году как наследник двух первых европейских космических объединений — ESRO и ELDO. На май 2023 года ЕКА насчитывало 22 государства-члена (состав ЕКА не совпадает с составом Евросоюза) со штаб-квартирой в Париже. «... членами ЕКА являются исключительно государства. Однако в качестве формы взаимодействия между организациями между ЕС и ЕКА установлено стратегическое партнерство, что способствует осуществлению тесного сотрудничества в области освоения космоса» [29]. На момент создания участников было всего 10, и в их списке легко найти «грандов» Евросоюза: Бельгия, Дания, Франция, Германия, Италия, Нидерланды, Испания, Швеция, Швейцария и Великобритания. В некоторых программах в нынешний момент участвует Канада.

Необходимо разобраться в структурной организации ЕКА и его отношениях с политическими институтами объединённой Европы.

«ЕКА управляется Советом ЕКА (Совет Министров). Совет формируется из министров государств-участников ЕКА: от одного государства по одному министру с правом голоса. Представители государств-членов могут иметь заместителей, советников» [29]. Соответственно цели и задачи в ЕКА определяются Советом Министров. Формально возглавляет ЕКА Генеральный директор, который выбирается Советом на четыре года в две трети голосов всех государств-членов, входящих в состав ЕКА.

За реализацию проектов и программ гражданско-го космоса отвечают Директорат и Штаб-квартира ЕКА. Интересна специфика заказа: проектирование и производство ракетно-космической техники отданы

предприятиям промышленности (с незначительной долей госсобственности) на конкурентной основе. Более того, в практике у ЕКА распределять 85% бюджета в форме контрактов. Кроме того, в Европе существует конкуренция в плане разделения заказа между ЕКА и Еврокомиссией: «Европейское космическое агентство (ЕКА) и Еврокомиссия, то есть де-факто правительство Европы, пытаются договориться между собой по политике в области госзаказа, основываясь на совершенно разных принципах. ЕКА заказывает с точки зрения fair geographic return — справедливого географического возврата — то есть космическая техника на предприятиях стран-членов ЕКА заказывается в объёмах, пропорциональных вкладу соответствующей страны в бюджет ЕКА. И это приводит к достаточно специфическому разделению космического заказа. Еврокомиссия выступает за равноправную конкуренцию на всём общеевропейском пространстве, и поэтому при прочих равных, если заказ расторгивается ЕКА или Еврокомиссией, структура исполнителей может получаться совершенно различной. Сейчас они между собой поделили тематики. То есть ЕКА занимается наукой, пилотируемой тематикой, космическими технологиями и ракетами-носителями, а Еврокомиссия — навигационной системой Galileo и дистанционным зондированием Земли» [31: 47]. Это обсуждение Никитского клуба произошло в 2013 году, сейчас же отношения между ЕС и ЕКА претерпели некоторые изменения.

22 июня 2021 г. ЕКА и ЕС подписали новое финансовое рамочное соглашение о партнерстве (FFPA). Новая космическая программа ЕС обеспечит преемственность и укрепит успешные флагманы, такие как Galileo, Copernicus и EGNOS. Соглашение также будет поддерживать новые инициативы, особенно в области безопасной связи, исследований и разработок и коммерциализации космоса, где ЕКА будет играть

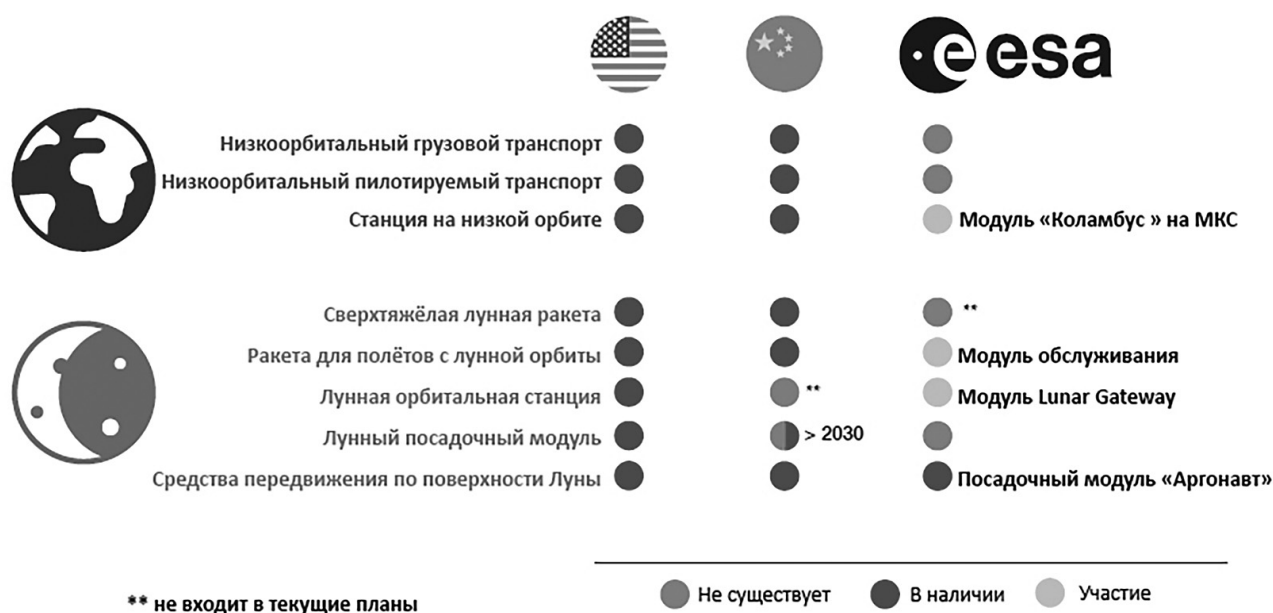


Рис. 9. Достижения ЕКА в пилотируемой космонавтике, 2023

Источник: [43]

ключевую роль, а также предлагать новые возможности финансирования для предпринимательства. Инвестиции ЕС в размере почти 9 миллиардов евро в период с 2021 по 2027 год, которые будут направлены ЕКА и европейской промышленности на разработку систем и программ нового поколения, имеющих решающее значение для экономики и «зелёной» и цифровой Европы. Это финансирование пополняет бюджет ЕКА и, таким образом, консолидирует амбициозный набор обязательных и факультативных программ, определенных государствами-членами ЕКА.

«Стоит отметить, что первые попытки развития государственно-частного партнерства в области исследования и использования космического пространства были заложены при создании программы Galileo. Государственно-частное партнерство при создании программы Galileo предполагало, что на первом этапе программы инвестирование осуществляется коммерческими предприятиями. Однако данная идея потерпела крах, так как коммерческие организации Европы оказались не готовыми к масштабным инвестициям с неясными перспективами возврата. Таким образом, в рамках программы Galileo была подчеркнута ключевая роль государственного участия при развитии крупных инфраструктурных объектов, в том числе и в космической деятельности Европы» [29].

Всё сказанное выше способствует формированию определённой картины происходящего в европейском космосе.

Теперь, имея в виду все структурные и экономические нюансы организации космической отрасли Европы, необходимо рассмотреть результаты европейского целеполагания. Уже приводилась цитата о предполагаемом росте космического рынка до 1 триллиона евро к 2040 году. «Report of the High-Level Advisory Group on Human and Robotic Space Exploration for Europe. Revolution Space» на этом не заканчивается: заявив, что те, кто проиграет в этой новой космической гонке, станут аутсайдерами в управлении цепочками переделов, авторы отчёта (среди которых, кстати, присутствует немало высокопоставленных европейских чиновников, включая бывшего генерального секретаря НАТО и всевозможных министров) декларируют прямо: «Целью Европы должно быть завоевание трети этого будущего рынка». Более того, авторы отчёта призывают Европу решить уже сейчас, какую роль в меняющемся мире она хочет занять — наблюдателя, клиента или лидера [43: 5]. Это достаточно амбициозное заявление: на фоне происходящих в мире событий едва ли у Европы есть достаточно ресурсов, которые возможно вложить в интенсивное и скорое развитие космической отрасли с целью достижения ведущих позиций в перестроившемся мире.

Дальше в отчёте сказано интересное. Сказав, что Европе нужен мощный рывок для покорения необходимых высот, авторы, по сути, предлагают ей найти себе аттрактор (и до самого конца отчёта активно педалируют эту идею): «Смелая миссия активизировала бы и произвела революцию во всей европейской экономике, далеко за пределами космического сектора, и вдохновила бы поколение европейцев строить будущее. Высадка на Луну была программой, опреде-

лившей жизнь целого поколения. Она мобилизовала 400 000 человек из 20 различных секторов экономики США, создав симбиотические государственно-частные партнерства, определяющие будущее, силы которых все еще находят отклик сегодня» [43: 7].

Причём в данном случае признаётся, что ни наука, ни ДЗЗ, по сути, аттрактором для Европы не станут: необходимы пилотируемые миссии в космос и на планеты Солнечной системы (рис. 10). «Поскольку все неевропейские постоянные члены Совета Безопасности ООН (США, Китай, Россия) являются космическими державами, обладающими пилотируемой космонавтикой, и вскоре к ним присоединится Индия, Европа со своим отсутствием амбиций скромно стоит в сторонке и остаётся в изоляции... Если Европа хочет формировать мир будущего, ей необходимо начать процесс трансформации уже сейчас» [43: 9]. Более того, авторы отчёта уверяют, что цена бездействия будет гораздо выше, чем объём вложенных в амбициозный европейский космос инвестиций (рис. 10).

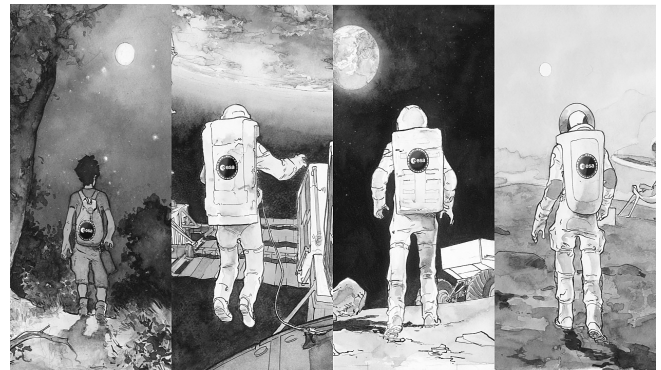


Рис. 10. Вдохновение для европейской космонавтики

Источник: [44]

Авторы отчёта очень пронизательно выделили суть аттрактивного подхода, ни разу не прибегнув к нему в своём труде: «Согласно многим прогнозам, смена парадигмы космической деятельности повлечет за собой полное разрушение целых секторов экономики, компаний и человеческой деятельности в целом. Компании и страны, готовые к освоению космоса, получат огромное технологическое и конкурентное преимущество» [43: 14].

Акцент, однако, делается на наболевшей для Европы проблеме: упущенных возможностях. По словам авторов, это типично для Европы — упускать доминирование в тех областях, где у неё изначально были хорошие позиции. Так произошло с Интернетом, так сейчас происходит с искусственным интеллектом (ИИ), и ясно звучит призыв — не дайте такому же произойти с космосом.

Это чёткая позиция с ясным аттрактором. Однако... Это не официальный документ, выпущенный теми, кто в действительности принимает решения в космической отрасли Европы. А если взглянуть именно на официальные документы, всё окажется гораздо более печальным.

На сайте ЕКА представлено их «Видение» — обзор стратегических целей развития до 2025 года. [33]. Повестка дня на период до 2025 года определяет пять

ближайших приоритетов, а также видение развития ЕКА до этого года.

«Первым приоритетом является укрепление отношений между ЕКА и ЕС. ЕКА будет тесно сотрудничать с Европейской комиссией в разработке совместных планов в области космоса в Европе и реализации космических программ для европейских граждан. Европейская комиссия обеспечивает важное политическое руководство космической деятельностью, включая инициирование и финансирование флагманских проектов, отвечающих общественным потребностям, таких как «Copernicus» и «Galileo», которые работают чрезвычайно хорошо» [33]. Как видно, формат разделения по тематикам оказался для ЕКА и ЕС рабочим.

«Во-вторых, у нас есть огромные возможности в коммерциализации. По внешним оценкам, в 2040 году рынок космоса, или космическая экономика, составит около 1 трлн. долларов США. Может ли Европа позволить себе не участвовать? Конечно, нет. Европейские космические компании должны быть в числе крупнейших и лучших космических компаний, внося весомый вклад в более экологичное и цифровое восстановление экономики» [33].

Третий пункт сосредоточен на безопасности: «В-третьих, мы должны убедиться, что космос служит европейской безопасности граждан. Это фундаментальная ценность. В метеорологии у нас есть прогнозы погоды, которые важны для безопасности людей или для каждого отдельного гражданина; сигналы Galileo, опять же, очень важны для безопасности. Мы должны посмотреть, что мы можем сделать в области безопасности вместе с нашими государствами-членами» [33].

Четвёртый пункт рассуждает о сохранении космического статуса — не только Россия озабочена этой проблемой: «В-четвертых, в области космических перевозок, а также в освоении космоса перед нами стоят программные задачи, которые нам необходимо решить. Нам необходимо прогрессировать в обеих областях и развивать важнейшие технологии и возможности, чтобы Европа не утратила своего превосходства в космосе» [33].

По результатам анализа этих целей один вывод сделать можно без труда: образ будущего космической отрасли в Европе тоже не является публичным — если вообще существует. Про амбициозные пилотируемые миссии здесь вообще нет ни слова. Отдельные компании и аналитики стремятся предложить свой образ будущего, настаивают на необходимости его создания — хотя бы из национальной европейской гордости. Однако, по сути, все эти призывы игнорируются или в лучшем случае упаковываются в целый четвёртый пункт важного программного документа. «Люди рождаются исследователями, и Европе необходимо использовать человеческую природу, воплотить космическую мечту о воображаемых мирах и вдохновлять отдельных людей смелыми коллективными амбициями» — подобных идей в европейских программных документах вообще нет (как, к сожалению, и в российских) [43: 18]. Наиболее ёмко ситуация описана самими авторами — «Рядом с этими вызовами [изменение климата, проблемы безопасности] освоение космоса может показаться «приятной второстепенной задачей» [43: 30].

Отчёт всё-таки экономический — поэтому авторы предлагают институциональные меры для достижения мечты, не останавливаясь на идеологических (читай, аттрактивных) мерах. Подчёркивается роль государственно-частного партнёрства: игра не должна идти в одни ворота, обеспечивая процветание только госсектора (как происходит в России) или только частного бизнеса (как происходит в США). «Самое важное для воплощения смелых идей — правильная структура их реализации. Она должна основываться на чётких общественных действиях, ориентированных на решение сложных задач и направленных на достижение общей цели» [43: 26]. Учитывая, что одной из ключевых частей парадигмы New Space является «Рост разнообразия форм государственно-частного партнёрства и постепенный пересмотр восприятия общественного блага в сфере космической деятельности как чистого продукта деятельности государственных агентств» [30: 11], можно сказать, что Европе предложено идти в мейнстриме нового космоса.

По результатам анализа есть основания заявлять, что в Европе нашлись акторы, способные хотя бы предложить аттрактивный подход на высоком уровне. Однако остаются серьёзные сомнения в том, что их предложения будут учтены, имея в виду нестабильность европейской экономики, существующие геополитические проблемы и растущий во всём мире коммерческий космический прагматизм.

И подтверждением этого соображения может стать информация, высказываемая на публичных площадках. По данным И. Косенкова, присутствовавшего на космической конференции в Мюнхене (Munich New Space Summit 2023, проводившийся 15–17 мая 2023), можно предположить, что эту гонку Европа уже проиграла: «Все надежды на будущее европейской пилотируемой космонавтики связаны с политической волей США развертывать новые орбитальные станции (И это говорит глава LEO и суборбитальных программ Airbus)... Денег в Европе на космос никогда не будет столько же, сколько в США, поэтому надо быть умнее с меньшим бюджетом, полагаться на лучшие европейские технологии»<sup>3</sup>.

### Космическая отрасль КНР. Алеет Восток

*Обладание миром — это блаженство народа, а защита мира — ответственность народной армии. Не везде на планете царит мир, и мир необходимо защищать*

*Си Цзиньпин*

«Космические технологии относятся к числу приоритетов первого уровня КНР как минимум с 2012 г. Окончательно в качестве приоритетных они были закреплены в документах высокого и высшего уровня КНР в 2015–2016 гг., а в 13-м Пятилетнем плане — в числе Стратегических перспективных отраслей, а также в программе «Сделано в Китае 2025» [23].

Определение космоса одной из приоритетных задач помогло КНР выдвинуться в лидеры космической от-

<sup>3</sup> <https://t.me/openspace121>



расли: «Являясь показателем международного статуса, космические технологии стали фактором формирования мировой космической конкуренции, при этом Соединенные Штаты, Россия и Китай конкурируют за доминирующее положение в первом эшелоне освоения космоса; Европейский союз, Япония, Индия и Бразилия конкурируют во втором эшелоне; третий эшелон включает в себя другие страны, обладающие независимыми возможностями запуска спутников, включая Израиль, Иран, Северную Корею, Южную Корею, Южную Африку и Пакистан. Однако важно понимать, что Китай не всегда был одним из лидеров отрасли и приобрёл этот статус сравнительно недавно: до успешного запуска ракеты Long March 5B в 2020 году Китай считался частью второго эшелона в соревновании космических технологий. [42: 1].

Китай осуществляет свою космическую программу примерно с того же времени, что и страны Запада. Китай вошёл в космическую эру даже раньше создания NASA в 1958 году — первые институциональные успехи китайской космонавтики пришлось на 1956 г., когда в КНР была создана 5-я академия Министерства обороны, осуществлявшая исследования по ракетной тематике. Весомый вклад в развитие ракетной программы КНР внесло сотрудничество с СССР, который передал Китаю образцы ракет Р-2 и Р-5, однако это сотрудничество не продлилось долго [27].

С 1970-х годов Китай запускал всё более сложные миссии в космос, что сделало государство крупной космической державой (рис. 11). В 2003 году пилоти-

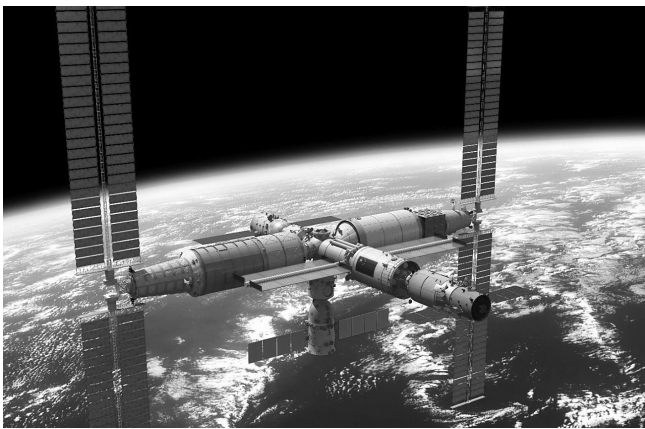


Рис. 11. Визуализация будущей китайской космической станции

Источник: <https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/psa/hsti/orbital-opportunities.html>

руемые космические программы Китая принесли свои первые плоды — тогда в космос был запущен космический корабль «Шэньчжоу-5», на котором находился первый китайский космонавт (тайконавт) Ян Ливэй. Успехи продолжались — китайский посадочный модуль «Чанъэ-Три» совершил первую мягкую посадку на Луну в декабре 2013 года.

Китай начал лидировать в мире по количеству орбитальных запусков в 2018 году (35 спутников) и продолжал делать это в 2019 году (34 спутника). К марту 2020 года Китай (363 спутника) занимал второе место в мире после Соединенных Штатов (1327 спутников) по общему количеству действующих спутников.

В июне 2020 года Китай завершил разработку своей системы позиционирования и навигации Beidou (BDS), альтернативы принадлежащей правительству США глобальной системе позиционирования (GPS) [42].

Прежде чем говорить о переходе Китая к коммерческому освоению космоса и планах на будущее, необходимо рассмотреть организационную структуру китайских космических институтов.

Космическая отрасль Китая имеет очень сложную и многоуровневую организацию. Руководство космической программой КНР формально осуществляется Государственным космическим управлением (CNSA), в его официальные обязанности входит гражданский космос и развитие международных проектов. CNSA подчиняется Госуправлению по оборонной науке, технике и промышленности (SASTIND), агентству, отвечающему за управление ВПК в составе Министерства промышленности и информатизации. Руководитель CNSA имеет ранг замминистра. «О значимости космической отрасли в системе оборонной промышленности свидетельствует тот факт, что в 2013–2016 гг. глава CNSA Сюй Дачжэ был по совместительству замминистра промышленности и информатизации и возглавлял SASTIND» [27].

CNSA занимается координацией космической деятельности различных участников, включая частный сектор: оно также является главным регулирующим агентством коммерческих космических программ. Появление CNSA немного напоминает создание Госкорпорации «Роскосмос»: управление было основано в 1993 году при разделении Министерства аэрокосмической промышленности на CNSA и Китайскую космическую корпорацию (CASC) соответственно. Бывшее учреждение было ответственно за принятие решений, новое переориентировалось на роль исполнителя. Однако реформа не дала ожидаемого результата, так как, по сути, два учреждения всё равно оставались одним агентством, и её пришлось развить. В ходе полной реконструкции в 1998 году CASC был разделён на множество малых предприятий, находящихся в государственной собственности. Тем самым создавалась система, подобная той, что используется в странах Запада в конструировании институционального каркаса оборонной промышленности, когда акторы, являющиеся государственными агентствами, устанавливают свои принципы деятельности, затем с ними заключают контракт на эксплуатационные требования. Эти акторы находятся в собственности государства, но государством не управляются.

Таким образом, в коммерческой космической программе Китая важную роль играют крупные государственные предприятия. Две крупные государственные компании аэрокосмической промышленности, а именно Китайская космическая корпорация (CASC) и Китайская корпорация аэрокосмической науки и промышленности (CASIC), были созданы в 1999 году. Эти две компании создали коммерческие дочерние компании, чтобы конкурировать в коммерческих космических программах (например, ExPac под управлением CASIS и China Rocket под управлением CASC). Обе корпорации работают под надзором правительственной Комиссии по контролю и управлению

государственным имуществом (SASAC) и, как и CNSA, также подчинены SASTIND.

Говоря о коммерческом космосе Китая, стоит отметить, что до недавнего времени в Китае, как и в России, не было коммерческого космического сектора, в котором фирмы конкурировали бы за продажу космической продукции и услуг государственным и частным заказчикам внутри страны и за рубежом.

В эру коммерциализации космоса Китай вошёл в 2014 году, начав, как и США, стимулировать частный сектор для инициирования коммерческих космических программ. Был выпущен так называемый Документ 60 — Руководящие заключения Государственного совета по инновациям в инвестиционных и финансовых механизмах в ключевых областях и поощрению социальных инвестиций. 2015 год считается началом вхождения частного сектора в космическую отрасль, когда было создано несколько крупных частных компаний; старая система, в которой ранее полностью доминировали государственные компании, обзавелась новыми элементами. В августе 2019 года CASC запустила ракету Jielong-1, а в июле того же года Китайский стартап «i Space» запустил ракету Hyperbola-1 с космодрома Цзюцюань. «В июле 2019 г. Национальная комиссия по развитию и реформам исключила основные производства спутниковых систем из числа отраслей, где действуют ограничения на иностранные инвестиции. Можно сказать, что к 2020 г. парадигма New Space окончательно получила «официальный» статус в космической политике КНР» [23]. Соответствующее нормативное регулирование создавалось в тот же период.

Основной предпосылкой такой политики было предположение, что коммерческие космические программы позволят направить больше ресурсов в космическую отрасль и, что более важно, будут способствовать инновациям и повышению эффективности. С другой стороны, соображение, что государство, которое отказалось бы от коммерциализации космоса и открытия сектора для частных компаний, имело бы гораздо меньше преимуществ в рамках новой космической гонки, не могло не влиять на решения китайских властей. Космические технологии широко используются для реализации военных и гражданских целей, и коммерциализация является основным путём содействия устойчивому развитию космической стратегии. Облегчив гражданское использование космических технологий, государство может добиться ускорения развития аэрокосмической отрасли и повышения его прибыльности, тем самым значительно снижая финансовое бремя правительства.

Кроме того, в пользу коммерциализации космоса для китайской отрасли существовал также аргумент, парадоксальным образом связанный с безопасностью. Космическая гонка и международное положение Китая создало ситуацию, в которой спутники, принадлежащие правительству и военным, могут быстро стать мишенями потенциальных врагов. В этом контексте коммерческие спутники с меньшей вероятностью подвергнутся угрозе атак. Таким образом, в случае чрезвычайной ситуации или военного положения гражданские спутники частных компаний всё ещё смогут предоставлять минимальный уровень услуг.

В настоящее время частные аэрокосмические компании Китая в основном сосредоточены на исследованиях и разработках ракет-носителей, являющихся фундаментальной ценностью коммерческой аэрокосмической отрасли. Они предназначены в первую очередь для удовлетворения двух типов потребностей рынка: один — запуск небольших коммерческих спутников, а другой — полеты человека в космос, что требует значительного увеличения грузоподъемности ракеты и существенного снижения стоимости запуска [42: 7].

Не обходится и без вызовов. Коммерческие космические технологии Китая до сих пор заметно отстают от американских. В пользу этого, по мнению QIAN Jiwei & LIU Wojian, говорит стоимость космических программ. Например, стоимость полезной нагрузки ракеты-носителя SpaceX Falcon 9 составляет всего 2700 долларов США за килограмм, в то время как стоимость Kuaizhou-1A, разработанного ведущим государственным игроком Китая CASIC, сейчас оценивается в 20 000 долларов США за килограмм. Стоимость полезной нагрузки для Kuaizhou 11, последующей модели, оценивается в 10 000 долларов США за килограмм [42: 7].

Китай по-прежнему сталкивается со многими проблемами в развитии коммерческих космических программ, типичных для государств, осуществляющих коммерциализацию космической отрасли:

1. Плохая координация между государственным и частным секторами в коммерческих космических программах.
2. Незрелость финансовых возможностей частных космических компаний.
3. Отсутствие адекватной правовой и политической поддержки для частных аэрокосмических компаний.

Среди прочих проблем можно также выделить отсутствие явной и справедливой конкуренции на рынке. Высокая степень конкуренции должна поддерживаться подрядчиками и координирующим космическим агентством. Жёсткая конкуренция за контракты со стороны космического агентства является стимулом для отдельных фирм повышать эффективность и быть более инновационными.

Говоря о недостатках в финансировании, можно также сказать, что господдержка парадигмы New Space по линии центрального правительства связана, скорее, с формированием нормативно-правового поля и политических «сигналов» инвестиционному сообществу, региональным властям и госкомпаниям. Чётких свидетельств о прямых субсидиях или иных бюджетных мерах нет. Зато налицо скрытое субсидирование, аналогичное мерам США. Это, прежде всего, доступ частных компаний к инфраструктуре космодромов. Отдельной и важной мерой являются (со)инвестиции по линии госфондов. В перспективе разнообразная поддержка New Space будет расти, так как в апреле 2020 г. Национальная комиссия по развитию и реформам включила космические технологии в число «новых инфраструктур». Видимо, предполагаются и стимулирующие меры по линии инициативы «Пояс и путь», в частности, в рамках развития сети коммуникационных и навигационных спутников [23].

Более того, есть большие сомнения в том, что все провозглашённые коммерческие космические компа-

нии Китая являются во всех смыслах частными. Часть из них — спиноффы государственных компаний, дочерние предприятия с мажоритарным или 100% пакетом акций, принадлежащим государственному предприятию-основателю (наиболее известна «дочка» крупнейшей космической корпорации CASIC — Ехрасе, разрабатывающая легкие РН [23]; государственно-частные предприятия; крупные корпорации, создавшие «дочек» — маленькие и якобы отдельные предприятия. Строго говоря, к «амбициозным космическим стартапам» они не относятся, хотя последние существуют на китайском космическом рынке.

Ещё одним вызовом отрасли является пока не сформировавшаяся рыночная культура. Бывшие инженеры госкорпораций и ученые не всегда чувствуют рынок и спрос, слабо понимают потребности клиентов, руководствуясь техноромантизмом и «инженерным детерминизмом» [23].

Также существуют проблемы регулирования — множество белых пятен, областей, в которых правовые нормы не установлены или недостаточны. С похожей проблемой сталкивается любая система, решившая кардинальным образом сменить парадигму и перестроиться — как в данном случае — на принципиально новую форму организации рынка. По опыту других отраслей, можно предположить, что с этой проблемой Китай справится сравнительно быстро.

Что же является целями Китая в космическом пространстве?

В последние годы Китай продолжает продвигать свою цель стать ведущей космической державой и совершает шаги, направленные на достижение этой цели, в том числе и с помощью коммерческих мощностей.

В 2016 г. CASIC опубликовала план пяти больших аэрокосмических коммерческих проектов, рассчитанный более чем на 10 лет, с объемом инвестиций в размере более 14,5 млрд. долл. США в текущих ценах. Они включают создание региональной сети для БПЛА, локальной вычислительной сети, широкополосного и узкополосного глобального спутникового интернета (к 2020–2021 г.), челнока Тэнъюнь (к 2030 г.) [27].

В «Белой книге» (так называется программный документ по космической деятельности в Китае, публикуется раз в пять лет) заявлено множество амбициозных целей.

- В ближайшие пять лет Китай сосредоточит внимание на ключевых сферах деятельности в космической области, таких как космическая транспортная система, космическая инфраструктура, пилотируемые космические полеты, исследование дальнего космоса, космодромы и телеметрия, наблюдение и контроль, тестирование новых технологий и управление космической средой.
- Китай готов исследовать полярные области Луны и рассматривает возможность реализации пилотируемой высадки на ее поверхность. Кроме того, в соответствии с документом, страна будет совершенствовать мониторинг космического мусора, расширять систему управления космической средой, создавать систему защиты от угроз, исходящих от малых околоземных небесных тел, а также соз-

давать систему мониторинга космической погоды «космос-Земля».

- Китай будет и далее наращивать потенциал сферы социально-значимых услуг, предоставляемых с помощью спутников, и содействовать расширению сферы прикладного использования космических технологий.
- Китай продолжит исследования в области космической науки, включая исследования и разработки по таким программам, как спутник для изучения гравитационных волн, зонд «Эйнштейн» и передовая солнечная обсерватория космического базирования.
- Наряду с этим, Китай призвал страны мира проводить углубленные обмены и сотрудничество в аэрокосмической сфере на основе равенства, взаимной выгоды, мирного использования и инклюзивного развития, подчеркивается в документе.
- Между Китаем и другими странами будет расширяться сотрудничество в области отбора и подготовки космонавтов, совместных полетов и в других областях. Кроме того, Китай будет укреплять взаимодействие в возглавляемом им проекте международной лунной исследовательской станции [22].

Подводя итог, можно сказать, что к теме коммерциализации космической отрасли Китай подходит с характерно восточным прагматизмом. При этом, в рамках сложившейся политической ситуации, и несмотря на достаточно обособленную и независимую политику, именно Китай призывает крупнейших игроков к развитию сотрудничества. «Китаю, России и США, независимо от политической ситуации, необходимо поддерживать и укреплять сотрудничество в космосе ради всеобщего прогресса» — заявил Ван Гоюй, основатель компании Beijing Shiyu Outer Space Consulting.

### **Космическая отрасль Индии. На ракете из колеса Сансары**

*Хочешь изменить мир — стань этим изменением  
Махатма Ганди*

Несмотря на выдающиеся космические успехи Индии, до последнего времени о ней редко говорили как о сильной космической державе. Однако сейчас становится всё труднее игнорировать как её стремительно растущую долю на космическом рынке, так и научные достижения. Тот факт, что Индия уже запустила миссии на Луну и Марс и планирует отправить гражданина Индии на низкую околоземную орбиту в 2023 году, говорит о принадлежности государства к космическому клубу крупных игроков отрасли. По данным IFRI, «Индия ежегодно инвестирует в космос около 1,8 миллиарда долларов, чему способствуют низкие затраты на рабочую силу и производство, а также недорогие запуски» [39]. Чем движима Индия в своих космических амбициях? IFRI утверждает, что для космической деятельности Индии существует три основных стимула: Это Национальная гордость, предпринимательство и национальная безопасность. По сути, это объясняет не слишком, как может показаться,

амбициозные цели Индии. Однако необходимо разобратся подробнее.

Постановкой целей и задач космической деятельности в Индии — занимается Космическая Комиссия правительства Индии.

План ISRO Vision 2025, разработанный Космическим центром Викрама Сарабха (VSSC), определяет такие цели в космосе:

1. Разработка спутниковых систем связи и навигации для обеспечения связи в сельской местности, обеспечения безопасности и предоставления услуг мобильной связи.

2. Расширение возможности получения изображений для управления природными ресурсами, погодой и оказания помощи в исследованиях изменения климата.

3. Дальнейшее развитие научных космических миссий для улучшения понимания Солнечной системы и Вселенной.

4. Создание пусковой установки большой грузоподъемности.

5. Разработка многоразовых ракет-носителей.

6. Разработка пилотируемой программы полета человека [38].

Ещё одним из основных документов, по которому можно судить о космической отрасли Индии в настоящий момент, является Космическая политика-2023. Основные приоритеты космической политики Индии отчётливо обрисованы в разделе «Видение». Индия стремится:

*Расширять космический потенциал; обеспечивать, поощрять и развивать процветающее коммерческое присутствие в космосе; использовать космос в качестве движущей силы развития технологий и извлекаемых выгод в смежных областях; развивать международные отношения и создавать экосистему для эффективного внедрения космических приложений всеми заинтересованными сторонами*

#### для

*социально-экономического развития и безопасности страны, защиты окружающей среды и жизни людей, мирного освоения космического пространства, стимулирования общественного сознания и научных поисков [36].*

Если следовать канонам стратегического менеджмента, видением это не является. Непонятен образ будущего космической отрасли страны; к чему именно стремится Индия в космосе. В рамках индийской космической политики исследователь снова сталкивается с проблемой недостаточности образа будущего.

Однако необходимо разобратся, правомерно ли обвинять Индию в недостатке космических амбиций, имея в виду представление об истории её космической деятельности. Для этого необходимо рассмотреть историю развития космических программ Индии.

Изначально цели индийской космической программы формулировались как достаточно прикладные. Викрам Сарабх, «отец индийской космической программы», в начале индийской космической эры заявлял: «Есть люди, которые сомневаются в необходимости космических исследований в развивающейся стране. ...Мы не испытываем иллюзий и не собираемся

конкурировать с экономически развитыми странами в исследовании Луны или планет или в том, что касается пилотируемых космических полетов. Но мы убеждены: если мы хотим сыграть важную роль в развитии страны и помочь Индии сделать это в сообществе наций, мы должны стать непревзойденными мастерами в том, что касается применения передовых технологий к реальным проблемам человека и общества» [45: 24].

За время своей космической истории Индии удалось достичь выдающихся успехов, создав как собственную спутниковую группировку, так и заняв прочную позицию «космического извозчика» за счёт дешёвых (и удешевляющихся) и частых запусков. По оценкам индийских экспертов, Индия, продолжая работу над удешевлением производства, в перспективе сможет запускать космические корабли всего за треть цены, предлагаемой основными конкурентами [28]. Индия стремится продолжать оставаться одной из ведущих космических держав, проводя научные и исследовательские программы (например, миссии «Чандрайан» для роботизированного исследования Луны) и ориентируясь на первые миссии с экипажем (программа «Гаганьян»).

Перспективные же цели космической программы Индии не так скромны, как может показаться: «Среди перспективных проектов, находящихся сейчас в разработке, — собственная космическая станция и многоразовый шаттл. Кроме того, индийские ученые разрабатывают проект лунной станции. При этом продолжается отработка ракетных технологий: индийские ученые и конструкторы пытаются максимально удешевить запуски, повысив конкурентоспособность своих ракет» [28]. «При помощи своей космической программы Индия, помимо насущных инфраструктурных проблем, решает две основные внешнеполитические задачи: закрепление претензий на роль великой державы и наращивание влияния в южноазиатском регионе» [28].

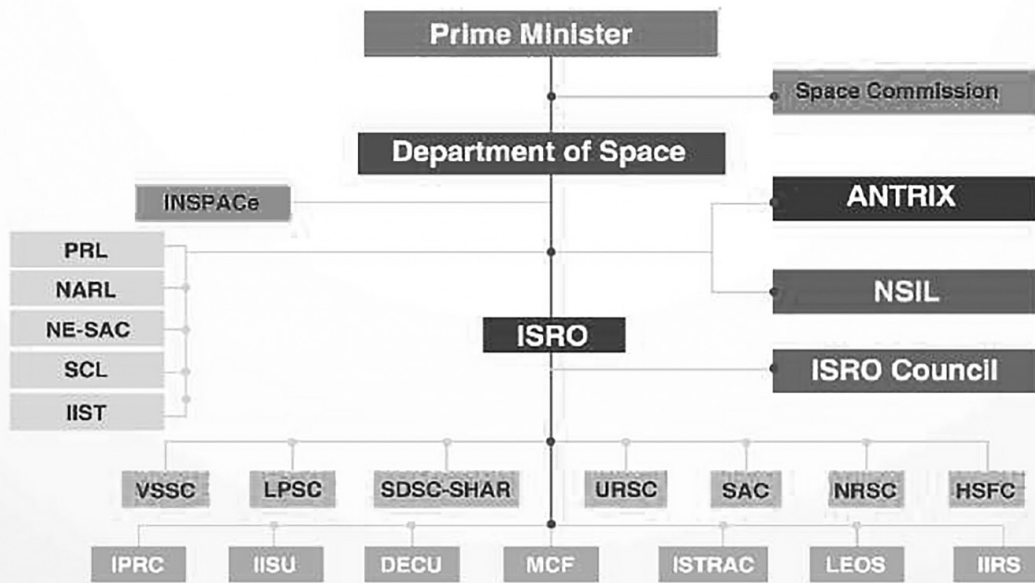
Однако среди успехов Индии это далеко не всё. Один из выигранных аспектов индийской космической отрасли особенно интересен в контексте существующих в России проблем в этом отношении. Речь идёт об институциональной организации космической отрасли в Индии (рис. 12).

Институт, который принимает решения в отрасли — Комиссия по космосу правительства Индии. За реализацию гражданской космической программы отвечает Департамент космических исследований Правительства Индии (DOS) и подотчётная ему Индийская организация космических исследований (ISRO), которая ориентирована на проектирование, производство и эксплуатацию космической техники. За годы своего существования они сумели добиться немалых успехов.

Однако самой интересной отличительной чертой индийской космонавтики является форма ответа Индии на вызов усиливающейся идеологии New Space.

Как указано в космической политике Индии, это государство тоже вступило на путь объединения частной и государственной космонавтики. «Правительство Индии приступило к реформам в космической области в 2020 году, открыв двери для расширения участия

## Organisation Chart



**PRL:** Physical Research Laboratory **NARL:** National Atmospheric Research Laboratory **NE-SAC:** North Eastern Space Applications Centre **SCL:** Semi-Conductor laboratory **IIST:** Indian Institute of Space Science and Technology **ISRO:** Indian Space Research Organisation **INSPACE:** Indian National Space Promotion and Authorization Center **Antrix:** Antrix Corporation Limited **NSIL:** NewSpace India Limited **VSSC:** Vikram Sarabhai Space Centre **LPSC:** Liquid Propulsion Systems Centre **SDSC:** Satish Dhawan Space Centre **URSC:** U R Rao Satellite Centre **SAC:** Space Applications Centre **NRSC:** National Remote Sensing Centre **HSFC:** Human Space Flight Centre **IPRC:** ISRO Propulsion Complex **IISU:** ISRO Inertial Systems Unit **DECU:** Development and Educational Communication Unit **MCF:** Master Control Facility **ISTRAC:** ISRO Telemetry, Tracking and Command Network **LEOS:** Laboratory for Electro-Optics Systems **IIRS:** Indian Institute of Remote Sensing

Рис. 12. Структурная организация индийской космонавтики

Источник: [37]

негосударственных организаций в осуществлении комплексной деятельности в космической области и с целью обеспечить им равные условия для игры» [36].

Хотя несколько компаний частного сектора сотрудничали с ISRO в качестве поставщиков и производителей компонентов (около 80% производства Polar Satellite Launch Vehicle (одна из основных индийских ракет-носителей) осуществляется частной промышленностью), их роль, как правило, остается ограниченной, а интеллектуальная собственность, связанная с программами ISRO, принадлежит агентству, что не позволяет компаниям продавать производные продукты и услуги частным компаниям и другим клиентам. Начиная с 2015 года ISRO пыталась стимулировать появление коммерческой космической экосистемы путем расширения участия частных субъектов, что приводит к тому, что некоторые стартапы разрабатывают продукты и услуги в восходящем направлении (например, Teamindus, Skyroot Aerospace, Bellatrix Aerospace, Dhruva Space) и нисходящем (например, Satsure, Earth2Orbit). Однако эти компании сталкивались с многочисленными трудностями при росте в рамках индийской космической экосистемы, такими как ограниченный доступ к финансированию и неадекватная местная нормативно-правовая база [34].

Ввиду растущей доли частного бизнеса на мировом космическом рынке по всему миру и для использования огромного неиспользованного потенциала, существующего в стране с точки зрения человеческих ресурсов, технической находчивости, возможностей,

созданных в отраслях космического сектора, было сочтено разумным предоставить негосударственным организациям возможность осуществлять независимую космическую деятельность.

Для достижения этой цели Кабинет министров Союза в мае 2020 года объявил об историческом решении открыть космический сектор и обеспечить участие индийского частного сектора во всем спектре космической деятельности. В космической политике 2023 года изложены такие приоритеты: «В соответствии с концепцией, изложенной для космического сектора, правительство стремится придерживаться целостного подхода, поощряя более активное участие частного сектора во всей производственно-сбытовой цепочке космической экономики, в том числе в создании космических и наземных активов.

Таким образом, индийские потребители космической техники или услуг (таких как связь, дистанционное зондирование, услуги передачи данных, услуги запуска и т. д.), будь то из государственного или частного секторов, должны иметь право напрямую приобретать их из любого источника, будь то частного или государственного» [27].

Для этой цели в 2020 году в Индии было создано IN-SPACE (Indian National Space Promotion & Authorisation Centre) — автономное агентство «единого окна» для негосударственных космических организации при Департаменте космических исследований Правительства Индии. По сути, это лицензирующий орган, своеобразный «МФЦ» для индийского косми-

ческого бизнеса. В основном он занимается согласованием и выдачей разрешений частным компаниям для занятий космической деятельностью. Среди тех направлений деятельности, которые было решено отдать в руки частным компаниям, находится, например, создание и/или эксплуатация космического объекта; запуск и эксплуатация ракет-носителей, включая суборбитальные запуски; распространение данных ДЗЗ высокого разрешения; продажа/покупка/передача космических объектов на орбите и т. д. [27]. Однако деятельность Центра этим не исчерпывается. IN-SPACE должен заниматься также:

- сотрудничеством с промышленностью — как национальной, так и зарубежной — в целях продвижения определенных видов космической деятельности и утверждения Индии в качестве предпочтительного поставщика услуг для удовлетворения глобальных потребностей в продуктах/услугах в космическом секторе;
- работой с научными кругами над расширением космической экосистемы и налаживанием связей между промышленностью и научными кругами;
- обеспечением упрощенного доступа государственных и негосударственных структур и к данным дистанционного зондирования, получаемым с помощью космоса, собранным за счет государственных расходов;
- санкционированием пусковых манифестов для инфраструктуры запуска, созданной за счет государственных расходов с целью обеспечения равного доступа негосударственных организаций к данной инфраструктуре;
- и т. д. [27].

Кроме того, в то же время было создано и New Space India Limited (NSIL), которое занимается поддержкой компаний на частном космическом рынке.

Такое делегирование полномочий по работе с бизнесом позволит Индии существенно перераспределить распределение направлений деятельности государственных космических институтов. Так, например, ISRO, как Национальное космическое агентство, сосредоточится, в первую очередь, на исследованиях и разработке новых космических технологий и приложений, а также на расширении понимания человеком космического пространства. По сути, снятие части административной нагрузки с индийского космического агентства может позволить ему ориентироваться на более амбициозные задачи по исследованию и освоению космического пространства, оставив развитие космической экономики как таковой на долю негосударственных организаций.

### Итог

При рассмотрении таким образом основных акторов на космической арене современного мира становится очевидным следующее соображение: роскошь аттрактора себе могут позволить только устоявшиеся игроки; те же, кто лишь недавно выбился из «второго эшелона» освоения космоса ориентируются на прагматичные, легко квантифицируемые цели. Вторая космическая гонка, которая происходит сейчас, не подраз-

умекает, по мнению большинства высокопоставленных в космической отрасли деятелей, смелых и амбициозных целей в сфере «романтической» космонавтики.

Китаю и Индии требуется выбиться «в люди» и закрепиться там, и несмотря на темпы их развития и успехи, видно, что пока они стараются существовать в режиме, догоняющем тренды. США использует другой подход, который, вероятно, сработал не совсем так, как ожидалось: отдав всё «прагматичное» на откуп рынку, институты отрасли стремились облегчить себе «романтическую» космонавтику, но упустили фактор Илона Маска, который, в свою очередь, сам стремится предложить аттрактор своим почитателям. При этом Администрация Президента и NASA оказались отодвинуты в сторону, но не утратили полномочий по целеполаганию. Таким образом, в США оказывается сразу несколько акторов, предлагающих аттрактивные идеи. В Европе ситуация развивается по третьему сценарию: акторы, желающие и способные предложить аттрактор и даже объясняющие структурные и экономические механизмы, которые могли бы позволить это сделать, не обитают сейчас (по крайней мере, формально) непосредственно в правящих кругах, и сталкиваются с сопротивлением со стороны тех, кто к космосу действительно относится как к «приятной второстепенной задаче».

Вероятно, что сейчас государство, которое сможет не только создать аттрактор, но и правильно вписать его в экономический контекст (или грамотно делегировать прагматичное прагматикам, т. е. частному бизнесу) сможет выиграть вторую космическую гонку. Важно не упустить момент.

### Космические императивы России

*В США производственные мощности позволяют производить около 3 тысяч аппаратов в год. В Китае создано шесть производств, которые сегодня в состоянии производить 1000–1500 аппаратов в год. А мы только 40. Вот сравните. Неконкурентоспособны. Перед нами стоит задача перевернуть ситуацию.*

*Ю. И. Борисов, глава «Роскосмоса»*

В настоящее время и Россия, и мировая система находятся в точке бифуркации. Прежняя траектория, связанная с ускоренным технологическим развитием и глобализацией, в варианте, продвигаемом Западом, потеряла устойчивость. Наступает время выбора направления дальнейшего движения. В полной мере это относится к космической отрасли, являющейся важной частью нашей техносферы, фронтиром научных исследований и важным инструментом обеспечения национальной безопасности. Именно сейчас важно понять, к чему мы хотим и можем прийти через 20–30 лет, опираясь на системный анализ, идеи математического моделирования и накопленный опыт. Масштабные программы космической деятельности ведущих стран являются в этом контексте важным, но далеко не решающим аргументом. Цель этих заметок — очертить контуры желаемого будущего российского космоса, начать содержательное обсуждение этой важной темы.

Римский философ Луций Сенека утверждал: «Для человека, который не знает, к какой гавани он направляется, ни один ветер не будет попутным». Настало время обсудить наш порт назначения.

### От тактики к стратегии

*Стратегия без тактики — это самый медленный путь к победе. Тактика без стратегии — это шум перед поражением.*

Сунь-Цзы

Чтобы наметить перспективу надо разобраться в сути того переходного периода, в котором мы находимся. В одном из фантастических романов предложена удачная формулировка: «Понять значит упростить», иными словами, выделить наиболее важные причинно-следственные связи. На языке теории самоорганизации или синергетики это означает найти *параметры порядка* — ключевые переменные, которые с течением времени начинают определять динамику остальных характеристик системы [46].

Существенно время, на котором происходит управление, в зависимости от которого наиболее важные процессы могут быть различными. Дело в том, что имеет место *парадокс планировщика*. Отличное решение, принятое в расчете на пятилетний срок, может быть посредственным в десятилетней перспективе и разрушительным в четвертьвековом горизонте. Кроме того, для многих сложных систем имеет место *горизонт прогноза*. В них есть неустойчивость, приводящая к тому, что малые причины могут вызвать большие последствия. Это, естественно, ограничивает возможности прогноза.

Рассмотрим большие характерные времена, измеряемые веками, и мировую историю. Если в качестве ключевой переменной рассматривать *собственность на средства производства*, то мы приходим к историческому материализму и социально-экономическим формациям, начиная от первобытно-общинной и кончая коммунистической, к идее неуклонного социально-технологического прогресса. По этому пути шли, создавая исторический материализм.

Однако возможны другие подходы и соответствующие проекции. Исторический материализм создавался Марксом и Энгельсом в XIX в., в эпоху промышленной революции и классовой борьбы, и ориентировался на то, чтобы накормить голодных и облегчить жизнь большинства населения. Это время прошло.

Оглядываясь назад, можно сказать, что XX в. привел к огромным успехам в развитии науки и технологий. Индикаторы этого очевидны. За прошедшее столетие жителей на планете стало почти вчетверо больше. Средняя ожидаемая продолжительность жизни в большинстве развивающихся стран увеличилось вдвое. По сути, ученые, инженеры и врачи воплотили мечту Фауста о второй молодости. Кроме того, оказалось, что и при капиталистическом, и при социалистическом строе можно накормить голодных.

Исходя из этого, естественно в качестве параметра порядка рассматривать роль науки как источника развития общества. Такой подход предложил американ-

ский социолог Дэниел Белл в теории постиндустриального общества. Вначале эту концепцию рассматривали как один из многих вариантов социальных теорий. Однако тотальная компьютеризация, увеличение числа вычислительных машин до 6,2 млрд., развитие Интернета и множества социальных сетей выдвинули ее на первый план.

Результаты своей теории Белл сформулировал следующим образом: «На протяжении большей части человеческой истории *реальностью была природа*: и в поэзии, и в воображении люди пытались соотнести своё «я» с окружающим миром. Затем *реальностью стала техника*, инструменты и предметы, сделанные человеком, однако получившие независимое существование вне его «я», в овеществленном мире. В настоящее время *реальность является, в первую очередь, социальным миром* — не природным, не вещественным, а исключительно человеческим — воспринимаемым через отражение своего «я» в других людях... Поэтому неизбежно, что постиндустриальное общество ведет к появлению нового утопизма, как инженерного, так и психологического. Человек может быть переделан или освобожден, его поведение — запрограммировано, а сознание изменено. Ограничители прошлого исчезли вместе с концом эры природы и вещей. Но не исчезла двойственная природа самого человека — с одной стороны, убийственная агрессивность, идущая от первобытных времен и направленная на разрушение и уничтожение буквально всего, а с другой — поиск порядка в искусстве и в жизни, понимаемого как приведение воли в состояние гармонии» [47: 663].

При таком подходе деление мировой истории будет иным.

*Традиционное общество* (до XX в.). Человек покоряет и исследует природу. В центре внимания *объект труда*. Человек осваивает «первую природу» — биосферу. В этот период стремительное развитие получили механика, физика, химия, техника, математика.

*Индустриальное общество* (XX в.). В его основе машины и главные среди них — компьютеры. Огромное внимание уделяется *средствам труда* и инструментам получения желаемых результатов — *технологиям*. Стремительно развиваются науки об обществе — экономика, социология, психология, а также военная техника. Рождаются масштабные междисциплинарные подходы — кибернетика (теория связи и управления в организме, в обществе, в технике) и синергетика (теория самоорганизации). Развивается и совершенствуется вторая природа — *техносфера*.

Именно в этой фазе развития человечество начинает исследовать и использовать космос. Значение этого комплекса технологий огромно. Межконтинентальные баллистические ракеты с ядерными боеголовками позволили человечеству более 70 лет обойтись без мировых войн. Они дали абсолютное оружие, обеспечили стратегическую стабильность и коренным образом изменили мировоззрение. Глобальная безопасность оказалась неразрывно связана с дамочловым мечом, висящем над человечеством.

Стоит обратить внимание на компьютерный контекст всех этих технологий. Первую атомную бомбу в СССР считали на логарифмической линейке.

Решение о создании отрасли, выпускающей вычислительную технику, в нашей стране было принято после того, как было осознано, что для освоения космоса надо считать не только много, но и очень быстро. Шаг в космос привел к созданию огромного числа новых удивительных технологий. Например, когда была поставлена задача обеспечить мягкую посадку космического аппарата на поверхность Марса, то, как выяснилось, традиционные астрономические подходы позволяют определить координаты планеты с точностью в 700 км. Мягкая посадка требовала в 1000 раз большей точности — 700 м. И эта «тихая революция», необходимая для обеспечения космических полетов, была сделана советскими учеными.

*Постиндустриальная фаза* (начавшаяся с 2000 г.). Основные возможности и самые серьезные угрозы связаны с человеком — *субъектом труда*, одновременно превращающим его в *объект*. Основные события разыгрываются в третьей природе — *инфосфере*, включающей пространство общения, информации, данных, знаний, мемов (образов, живущих в массовом сознании). Биотехнологии, когнитивные технологии, новая медицина, могут преобразить человека, открыть новые горизонты.

Следует обратить внимание на полувекую паузу, в течение которой существенно снизилось число запусков, а космонавтика свелась к рутинным полетам по околоземной орбите. Космический кризис существенно изменил наши мировоззрения и представления о будущем, и, конечно, это заслуживает отдельного обсуждения [48].

Коротко говоря, оборонные задачи, которые ставили перед собой ведущие страны, оказались решены. Научные достижения относились, прежде всего, к сфере фундаментальной науки, которая исследует неизвестные свойства Природы, Человека и Общества. Однако история техники показывает, что практическое воплощение результаты фундаментальных исследований находят примерно через полвека [49]. И в отсутствие острой международной конкуренции с этим можно подождать...

В 1960-х гг. альтернативную точку зрения высказал выдающийся математик и организатор науки, «главный теоретик космонавтики», академик М. В. Келдыш. Он считал, что будущее советской науки связано с исследованием дальнего космоса. По его мысли, советская космическая отрасль, в которой работало 1200 заводов и трудилось около 1,5 млн. чел., должна была быть логикомотивом, источником высоких технологий, которые далее давали бы импульс развитию других отраслей народного хозяйства [50]. И действительно, только в ходе работы над системой «Энергия–Буран» было создано около 1500 новых технологий. К сожалению, прогнозы и ожидая выдающегося ученого не осуществились.

Чтобы избежать предвзятости приведем цитату из книги известного российского футуролога А. Б. Перелегина о выборе, который человечество делает, определяя свою стратегию в космосе: «С отступлением линии фронта мера неопределенности возрастает. Когда человек совсем уйдет из Космоса, массовое сознание окончательно поглотит раннесредневековые поведенческие паттерны...

Отступление с космических плацдармов — неважно, осуществляется ли оно из экономических соображений, или мотивируется ценностью человеческой жизни, или обосновывается философско-психологическими императивами, — есть одновременно и отход с Земли на землю. А для европейской цивилизации, жизнесберегающими ценностями которой является свобода и познание, а структурообразующим принципом — развитие, в том числе и в форме неограниченной экспансии, потеря захваченного пространства означает движение вспять по времени. «Кино», которое прокручивается в обратную сторону.

И опять-таки — это не поэтический образ, а реальность, в том числе и экономическая. С семидесятых годов падает производительность капитала. К концу XX в. этот параметр опустился до уровня 1890-х гг., причем скорость падения нарастала [51: 557,558].

И здесь мы подходим к центральному моменту. Под силу ли нам исследовать и использовать космос? Потянет ли космическую отрасль мировая экономика? До XVII в. темп роста производительности труда составлял 0,2–0,4%. Это другой мир. Достаточно перелистать страницы «Дон-Кихота», чтобы убедиться, насколько он отличается от нашей реальности. В том мире были свои выдающиеся достижения. Достаточно вспомнить эпоху Великих Географических открытий. Взлет науки и технологий произошел в XVII в., когда достижения исследователей начали активно применять в мореплавании, строительстве, технике. Именно в это столетие были созданы теоретическая и математическая физики.

Количество перешло в качество — с 1780 по 1830 гг. произошла Первая промышленная революция. Она принесла паровой двигатель, огромные фабрики, железные дороги и темпы роста производительности труда, превысившие 2%.

За ней последовала Вторая промышленная революция. Появилось электричество, двигатель внутреннего сгорания, телеграф, телефон, кино, водопровод, лифты и ещё более быстрый прогресс — 2,3%.

Основатель и руководитель Давосского экономического форума Клаус Шваб пишет о следующих промышленных революциях, которые являются цифровыми: «Третья промышленная революция началась в 1960-х гг. Обычно её называют компьютерной или цифровой революцией, так как её катализатором стало развитие полупроводников, использование в шестидесятых годах прошлого века больших ЭВМ, в семидесятых и восьмидесятых — персональных компьютеров и сети Интернет в девяностых» [52: 16]. При этом рост производительности упал до 0,4%.

По мысли Шваба мы переживаем Четвертую промышленную революцию: «Она началась на рубеже нового тысячелетия и опирается на цифровую революцию. Ее основные черты — это «вездесущий» и мобильный Интернет, миниатюрные производственные устройства (которые постоянно дешевеют), искусственный интеллект и обучающиеся машины» [52: 16].

Судя по прогнозам, после 2030 г. темпы роста производительности труда упадут до 0,2%. Взлет, начавшийся в XVII в., завершается, и это может иметь очень серьезные экономические и социальные последствия:



«Это не значит, что промышленность будет полностью ликвидирована. Но это значит, что промышленность будет очень ограничена... Или как «изящно», в кавычках, выразился Шваб в своей книге «большую часть мира ожидает патагонизация». Патагония — это область в Аргентине, где живут пастухи, гуачо, где натуральная экономика» [53].

Сказанное подтверждает график зависимости мультифакторной производительности (труда и капитала) в американской экономике (см. рис. 13). И здесь виден резкий спад после «золотого десятилетия» 1955–65 гг. [54].

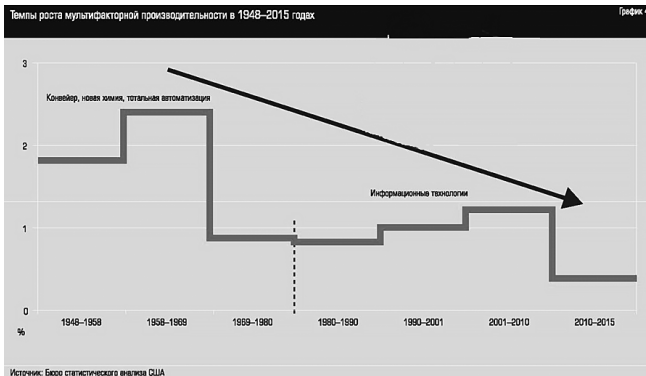


Рис. 13. Изменение мультифакторной производительности (труда и капитала) в американской экономике

Источник: [54]

Несмотря на все нынешние и грядущие проблемы космическую отрасль непременно следует сохранить даже при разрушении многих других отраслей промышленности. Не вдаваясь во многие тактические детали, обратим внимание на две стратегические причины.

Анализ показывает, что стратегическим преимуществом человечества в ходе биологической эволюции стала *наша способность к самоорганизации*, умение привлекать к решению собственных проблем любое количество незнакомцев и благодаря этому повышать вероятность успеха. Наши предки научились передавать жизнеспасающие технологии в пространстве (из региона в регион) и во времени (от поколения к поколению). Это позволило нам создать *технологическую цивилизацию*.

Информационно-телекоммуникационный комплекс, важной частью которого являются космические системы, позволяет многократно расширить *сценарии самоорганизации* общества, создавать виртуальные университеты, институты, клубы, медицинские центры, службы спасения и многое другое.

Вторая причина состоит в том, что создание и запуск космических аппаратов является междисциплинарной, системной, интегральной технологией. Ее реализация требует высокого уровня развития физики, химии, математики, материаловедения и ещё очень многих отраслей науки и техники. Космическая деятельность нуждается в поддержании этих отраслей на высоком уровне. Неудачи в космических запусках показывают, что и где идет не так, как надо. Эта деятельность дает основание для дальнейшего технологического развития, не говоря о решении прикладных

и научных задач. Другими словами, это ресурс развития. Здесь можно привести два примера. Первый связан с «Началами» Евклида, во многом определившими ход научного и социального развития европейской цивилизации. Несмотря на исторические кризисы эту книгу и представленный в ней аксиоматический подход удалось сохранить, хотя в определенный период истории европейцы знали ее только в переводе с арабского. Она стала основой для развития математики Нового времени.

Напротив, отказ от какой-либо технологии может изменить траекторию страны, а с ней и всю мировую историю. В начале XV в. в китайской империи Мин был создан парусный флот, который состоял не менее чем из 250 судов. Этот флот совершил 7 путешествий из Китая в Юго-Восточную Азию, Цейлон и Южную Индию. Корабли этого флота доходили до Ормуза в Персии, а отдельные эскадры до нескольких портов в Аравии и Восточной Африке. «Плавающие сокровищницы», входившие в состав флота, имели длину не менее 117 м и ширину не менее 48 м, то есть в два раза длиннее крупнейших европейских деревянных судов XVIII — начала XIX вв. Они были шире, чем максимальная ширина судов, способных пройти через Панамский канал. У них было до 9 мачт и 5 палуб. Во флоте были танкеры с водой, суда для скота и земледельческие суда, на которых выращивали сою и получали высокий урожай<sup>4</sup>. Если бы развитие продолжилось в этом направлении, то именно китайцы, а не европейцы открыли бы Америку, и мировая история стала бы совсем другой. Однако в стране начались перевороты, построенный флот уничтожили, а строительство новых кораблей объявили тяжёлым государственным преступлением. И реальность оказалась совсем не такой, какой она могла бы быть, если бы морские технологии в Китае в последующее время продолжали бы развиваться...

На каком языке говорить о стратегии развития мировой космической отрасли?

Основополагающая идея здесь принадлежит выдающемуся математику, философу, мыслителю Никите Николаевичу Моисееву и *связана с переходом от управляемого к направляемому развитию* [55].

В своё время Леонард Эйлер заложил основы теории оптимального управления и вариационного исчисления. Эйлер исходил из ньютоновской концепции математического моделирования и описания реальности. Этот подход сводится к следующему.

1. Выбирается набор чисел, полностью характеризующих изучаемую систему  $\vec{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ , — *фазовых переменных*.

2. Определяется множество возможных состояний системы  $t$  — *фазовое пространство*  $G$ .

3. Находятся дифференциальные уравнения, связывающие скорости изменения фазовых переменных с их значениями

$$\frac{d\vec{x}}{dt} = \vec{f}(\vec{x}), \quad 0 < t < \infty, \quad \vec{x}(0) = \vec{x}_0.$$

<sup>4</sup> [https://ru.wikipedia.org/wiki/флот\\_Чжэн\\_Хэ](https://ru.wikipedia.org/wiki/флот_Чжэн_Хэ)

Задав начальные данные  $\vec{x} = \vec{x}_0$  и решив это уравнение, мы получаем зависимость  $\vec{x}(t)$ , характеризующую состояние системы в момент  $t$ . Ньютон считал, что со временем ученые сумеют решить тем или иным способом все такие уравнения с помощью карандаша и бумаги.

Эйлер, имея в виду конкретные приложения и исходя из ньютоновского подхода ставил следующую задачу.

Рассматривается система, в которой правые части зависят не только от вектора фазовых переменных  $\vec{x}(t)$  ..., но и от функции управления  $\vec{u}(t)$  и времени  $t$

$$\frac{d\vec{x}}{dt} = \vec{g}(\vec{x}(t), \vec{u}(t), t).$$

Считается, что выполнены граничные условия

$$\vec{x}(t_0) = \vec{x}_0^*, \vec{x}(t_1) = \vec{x}_1^*.$$

Качество управления определяется тем, насколько мал функционал

$$\eta = \int_{t_0}^{t_1} F[\vec{x}(t), \dot{\vec{x}}(t), \tau] d\tau.$$

Задача оптимального управления состоит в нахождении функции  $\vec{x}(t)$  и управления  $\vec{u}(t)$  для времени  $t_0 \leq t \leq t_1$  ..., которые минимизируют этот функционал. Описанная постановка задачи относится к *управляемому развитию*.

Значение теории оптимального управления огромно. Без решения ряда задач с помощью методов этой теории не было бы космических полетов [56].

К сожалению, применение этих подходов к социально-экономическим системам, к проблемам стратегического планирования не привело к удовлетворительным результатам. Теория оказалась не применима в той области, где она особенно нужна...

Обсуждая эту проблему, академик Н. Н. Моисеев часто приводил следующий пример. Представим себе, что точки А и В находятся на берегах неспешно текущей реки, и нам надо попасть из точки А в точку В за наименьшее время при заданной мощности двигателя и известном профиле течения. Классика здесь прекрасно работает.

Но в социально-экономической, научно-технической и военной сферах мы сталкиваемся с совершенно иной ситуацией. Мы имеем дело с бурной рекой, где имеют место пороги. Наши представления о её течении весьма приблизительны. Мы имеем не исправный мотор, а весло или шест, которым мы можем оттолкнуться, когда нам это кажется разумным. Речь уже не идет о времени, через которое нам надо переправиться через реку и оказаться где-нибудь поближе к точке В. Нам нужно постоянно оценивать возможности достичь желаемого и пользоваться ими, когда они появятся. Управление в этом случае он назвал *направляемым*. Такая ситуация характерна для руководителей во многих областях, которые имея немного, хотят добиться многого. «Политика есть

искусство возможного», — говорил в своё время Отто фон Бисмарк.

Какие же математические образы и концепции описывают эту вновь и вновь возникающую ситуацию?

Выдающийся математик, физик и философ Анри Пуанкаре на рубеже XX в. предложил исследовательскую программу, связанную с изучением более сложного и парадоксального нелинейного мира. Ньютон смотрел на описание реальности с позиций господина Бога, считая, что мы, в конце концов, решим все интересные уравнения и сумеем узнать состояние интересующего нас объекта *в каждый момент времени*.

Пуанкаре спустил математиков с небес на землю. Во множестве случаев нас интересует, что же с описываемой системой произойдет в конце концов, на больших характерных временах, при  $t \rightarrow \infty$ . Есть и ещё одно упрощение — в открытых системах, способных к обмену энергией, веществом или информацией с окружающим миром, большую роль начинают играть процессы рассеяния или, как говорят физики, диссипация. Кроме того, существенной оказывается самоорганизация, приводящая к тому, что на длительных временах сложные системы начинают вести себя просто. Это приводит к тому, что «предельных режимов», «целей развития» гораздо меньше, чем самих систем. За внешним многообразием скрывается внутреннее единство.

Математическим образом этих представлений является притягивающее множество в фазовом пространстве или *аттрактор* (от английского “to attract” — притягивать). Аттрактор обладает двумя свойствами.

– Он инвариантен: если  $\vec{x}(t_1) \in A$  ..., то и  $\vec{x}(t_2) \in A$  при  $t_2 > t_1$ . Иными словами, если точка  $\vec{x}(t)$ , определяющая состояние нашей системы, попала в аттрактор, то  $\vec{x}(t_2) \in A$ , определяющая состояние нашей системы, в нем и останется.

– У аттрактора  $A$  есть область притяжения  $B \supset A$  ... Другими словами, если  $\vec{x}(t_1) \in B$  ..., то через некоторое время  $t_2 > T$ ,  $\vec{x}(t_2) \in A$  ... То есть точки, принадлежащие области притяжения  $B$ , окажутся в  $A$ .

Систем много, аттракторов по сравнению с ними мало. Например, если  $\vec{x} = x_1$ , то аттрактор всего один, если  $\vec{x} = (x_1, x_2)$ , то аттракторов 2. Если размерность пространства больше, то всё сложнее, но и там лучше иметь дело с аттракторами, которые предложил исследовать Пуанкаре, а не с недостижимым совершенством ньютоновской картины мира.

В этой связи возникает идея *аттрактивного управления*. Ее иллюстрирует рис. 14.

Нашей целью, допустим, является попадание управляемой системы в аттрактор  $B$ . У этого аттрактора есть область притяжения  $A$ . Если начальные данные окажутся в этой области, то через определенное время система окажется в аттракторе  $B$ , в который мы и хотим попасть. Отсюда понятно, как следует действовать, — надо прикладывать усилия, чтобы оказаться в области притяжения  $A$ . Напротив, если мы оказались в области притяжения  $D$  аттрактора  $C$ , то тогда надо постараться из нее выбраться. Малые усилия через достаточно большое время позволяют получить значимые результаты.

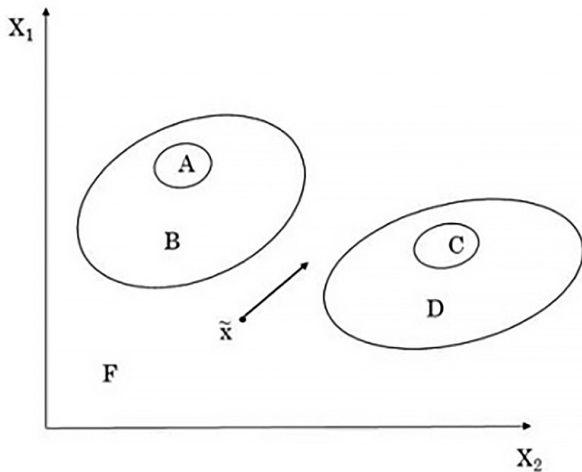


Рис. 14. Рисунок 2. Возможная картинка в фазовом пространстве

A и C — аттракторы, B и D — их области притяжения, F — точка, соответствующая начальному состоянию системы  $\tilde{x}$

В нелинейной динамике известен «эффект бабочки». Рассматривая странные аттракторы, описывающие хаос, Эдвард Лоренц в 1960-х гг. обратил внимание на то, что взмах крыльев бабочки в нужное время в нужном месте может привести через две-три недели к разрушительному урагану в сотнях километров от того цветка, на котором сидела бабочка. Объяснение этого явления просто, — взмах крыльев бабочки привел к тому, что атмосфера вышла из области притяжения того аттрактора, который был связан с хорошей погодой, и попала в область притяжения аттрактора, описывающего ураган.

Естественно, интуитивно подобная ситуация осознавалась много веков назад. В историю вошло изречение военачальника и стратега Сунь-Цзы (VI в. до н. э.): «Лучшее из лучшего — покорить огромную армию не сражаясь. Поэтому самая лучшая война — разбить замыслы противника; на следующем месте — разбить его союзы; на следующем месте — разбить войска. Самое худшее — осадить крепости».

Из этого императива исходят гибридные, информационные, консциентальные войны, дипломатия, реклама и многие другие сферы.

Естественно при формировании действий, исходя из представлений об аттрактивном управлении, возникает множество осложняющих факторов — шум, изменение параметров системы, связанное с технологическим и социальным развитием, конкуренция, в ходе которой оппоненты также стремятся изменить область притяжения желаемого нами аттрактора. По-видимому, концепция аттрактивного управления близка к представлениям Н. Н. Моисеева о *направленном развитии* [57].

С аттракторами связано представление об *идеологии*, понимаемой как синтез долгосрочного научного прогноза и образа желаемого будущего. Поэтому аттракторы социально-технологических систем определяются, среди прочего, состоянием и ожиданиями общества, большими проектами, представлениями о будущем. Проблема последнего полувека состояла в отсутствии «космического аттрактора» для человечества.

Ведущие державы решили проблемы с военным космосом. Было осознано, что достигнута *стратегическая стабильность*, и это ограничило дальнейшие усилия.

Научные интересы оказались не так велики, чтобы осуществить стратегические прорывы в этой области. Сейчас часто обсуждаются «космические ресурсы» [58,59]. По-видимому, это дело очень далекого будущего. Например, люди по-прежнему говорят и пишут, что на Луне более, чем достаточно гелия-3, который позволит решить энергетические проблемы человечества. Для этого в ходе управляемого термоядерного синтеза (УТС) надо будет достичь температуры в 1 млрд. К. Это очень далеко от нынешних показателей и возможностей современной техники и, скорее, относится к области научной фантастики.

По мысли лауреата Нобелевской премии Ж. И. Алферова УТС не имеет будущего. Есть более простые способы решения этих проблем, — 1% энергии Солнца, попадающей на территорию Сахары, более, чем достаточно для решения нынешних проблем энергетики.

К космическим ресурсам относится русская поговорка: «За морем телушка полушка, да рубль перевоз».

К какому «космическому аттрактору» человечества хотело бы прийти?

— *Демилитаризация космоса*. Отсутствие оружия и космических аппаратов военного назначения и баллистических ракет. Земля слишком мала, чтобы использовать космос для войны.

— *Использование космоса для систем связи и дистанционного зондирования Земли*. Информация является главным продуктом всей космической деятельности.

— *Научная компонента*. Космическая деятельность могла бы стать «общим делом» человечества. В самом деле, полет человека на Марс оценивают в \$500 млрд., к тому же здесь нужно создать множество высоких технологий. Естественно было бы опираться в подобном проекте на самоорганизацию и общие усилия.

Пока же в этой области действуют, исходя из стратегий ушедшей индустриальной эпохи.

Прежде чем говорить о «российском аттракторе» космической отрасли обратим внимание на принципиальные изменения, произошедшие за последние десятилетия в этой сфере.

— *массовое, конвейерное производство спутников* ведущими державами и крупными компаниями. Фирма Илона Маска производит 6 спутников в день;

— *активная самоорганизация в космической отрасли*, переход от задач, решаемых большими дорогами спутниками, к работе космических группировок. В этой ситуации задачу решает не один спутник, а их множество;

— *существенное удешевление запуска спутников*. В ходе запуска космического корабля на орбиту выводятся десятки спутников;

— *миниатюризация космических аппаратов*, спутники, решающие поставленные задачи, становятся все меньше;

— *многократное повышение надежности космических запусков*. Например 20.06.2021 компания Blue Origin запустила корабль New Shepard, на котором присутствовал основатель этой компании и интернет-

гиганта Amazon миллиардер Джефф Безос. Капсула экипажа достигла высоты 106 км. Это был суборбитальный полет с параметрами, не позволяющими выйти на орбиту искусственного спутника. Ракета-носитель New Shepard приземлилась вертикально в пяти милях от места запуска. Кроме того 11.06.2021 основатель компании Virgin Galactic Ричард Брэнсон совершил успешный полет на ракетоплане VSS Unity и заявил о начале космического туризма;

– *приход в космическую сферу предпринимателей*, готовых в своих компаниях создавать не только спутники, но и космические корабли;

– *растущая роль компьютерных систем и искусственного интеллекта* в космической деятельности.

В оценке ситуации в космической отрасли России будем исходить из оценок главы «Роскосмоса» Ю. Н. Борисова.

Мировая космическая группировка насчитывает свыше 8,9 тыс. спутников, за десятилетие она выросла примерно в десять раз. Российская орбитальная группировка насчитывает 220 спутников, то есть около 2,5%. При этом компания Starlink уже имеет группировку примерно из 4 тыс. спутников, которые дешевле российских. По словам Ю. Н. Борисова сборка одного аппарата идет около 18 месяцев. При таких условиях не удается создавать многоспутниковые группировки, надо менять модель производства и переходить к конвейерной сборке. Президент РФ поручил обеспечить массовый запуск спутников и радикально снизить стоимость доставки космических аппаратов на орбиту [60]. Россия вкладывает примерно 1/90 от того, что мир тратит на космическую отрасль.

Интересна оценка Ю. Н. Борисовым пилотируемой программы России: «Вы знаете, что Международная космическая станция уже подходит к финишу своего существования. Мы продлили работу российского сегмента до 2028 г., но, к сожалению, она уже превысила все допустимые сроки существования, при этом 80% российского оборудования на МКС находится за пределами гарантийных сроков, и российские специалисты занимаются больше ремонтом станции, чем проведением научных экспериментов на борту. Принято решение о создании Российской орбитальной станции (РОС), первый модуль которой предполагается вывести на орбиту в 2027 г., а к 2032 г. будет создана её полная конфигурация. До 2032 г. в этот проект предполагается вложить \$609 млрд.» [61].

Российская космическая промышленность должна создать мощности, позволяющие к 2025–26 гг. выпускать 200–250 аппаратов в год, а к 2030 г. нарастить их выпуск до 400 аппаратов в год.

Российская автоматическая межпланетная станция «Луна-25» 19.08.2023 столкнулась с поверхностью Луны из-за нештатного функционирования бортового комплекса управления. По мнению Борисова, дело в том, что данный аппарат создавался целых 16 лет, в то время как срок реализации подобных проектов не должен превышать 5–7 лет.

По мысли руководителя госкорпорации к 2030 г. России надо иметь группировку минимум в 1000 аппаратов, а для этого следует запускать 200–250 аппаратов в год.

Отрасль находится в «непростом состоянии» — ее убытки в 2022 г. превысили \$50 млрд., в 2021 году составили \$31 млрд. Глава госкорпорации так охарактеризовал её развитие в ходе реформ: «Жили, доедая советские наследство. Мы просто проспали это время. Надо четко рассчитывать свое будущее и место на мировом рынке. Россия не может себе позволить не иметь конкурентоспособную космическую отрасль» [62]. Другими словами, в течение нескольких лет наша страна не имела своего «космического аттрактора».

Глава госкорпорации рассказал о разработке в нашей стране ядерного буксира «Зевс», который можно будет использовать в российско-китайской лунной программе для доставки крупногабаритных грузов на Луну: «Чтобы лететь к Луне, нужен носитель совершенно другого плана — сверхтяжелый. Нужно большой груз доставить туда, а если мы еще собираемся осуществить посадку, а в будущем и экспансию строительства лунной станции, нужно доставить достаточный объем груза, надо позаботиться об энергоснабжении будущей станции. А кроме ядерной энергетики сделать это практически невозможно. Россия имеет безусловный приоритет сегодня в мире в области ядерной космической энергетики» [63].

По мысли Борисова российскую и западную космонавтику связывает только МКС. Он также сетует на недостаточные зарплаты в космической отрасли.

Радует серьезная объективная оценка руководителем космической области существующего положения дел. Планы также представляются разумными. В ближайшие годы станет ясно, какие дела последуют за этими словами. Но это не снимает вопроса о том, каким должен быть «космический аттрактор» России, какой должна быть стратегия нашей страны в этой отрасли.

### Цели и перспективы космической отрасли

*Великие индустрии никогда не создавались отдельными компаниями. В космосе есть место для многих победителей.*

Дж. Безос

Космическая стратегия определяется вектором развития цивилизации, которая её реализует. Глобализация в экономической, финансовой, социальной, культурной сферах, которую проводил в течение нескольких десятилетий Запад, завершается. Однако она по-прежнему имеет место в научном, технологическом, образовательном пространствах. В настоящее время западные страны реализуют *сценарий столкновения цивилизаций*, соперничающих в схватке за невосполнимые природные ресурсы, обоснованный американским социологом С. Хантингтоном [64]. Россия ставит на диалог цивилизаций, однако можно ожидать, что в ближайшие полвека мы будем иметь место с цивилизационным развитием.

Такой подход подтверждают и заявления российских руководителей. На пленарной сессии Всемирного русского народного собора Президент РФ сказал: «Русский мир — это все поколения наших предков и наши потомки, которые будут жить после нас. Русский мир — это Древняя Русь, Московское царство,

Российская империя, Советский Союз, это современная Россия, которая возвращает, укрепляет и умножает свой суверенитет как мировая держава. Русский мир объединяет всех, кто чувствует духовную связь с нашей Родиной, кто считает себя носителем русского языка, истории, культуры независимо даже от национальной или религиозной принадлежности» [65].

Необходимость перемен к лучшему и соперничество с другими цивилизациями определяют императивы развития ряда высокотехнологичных отраслей, потребность иметь науку и образование мирового уровня. Президент подчеркивает, имея это в виду, ключевое значение переживаемого периода в Послании Федеральному Собранию 01.03.2018: «И наконец, в мире сегодня накапливается громадный технологический потенциал, который позволяет совершить настоящий рывок в повышении качества жизни людей, в модернизации экономики, инфраструктуры и государственного управления. Насколько эффективно мы сможем использовать колоссальные возможности технологической революции, как ответим на её вызов, зависит только от нас. И в этом смысле ближайшие годы станут решающими для будущего страны... Дело в том, что скорость технологических изменений нарастает стремительно, идет резко вверх. Тот, кто использует эту технологическую волну, вырвется далеко вперед. Тех, кто не сможет этого сделать, она, эта волна, просто захлестнет, утопит. Технологическое отставание, зависимость означает снижение безопасности и экономических возможностей страны. Именно так, а не иначе обстоит дело... Именно отставание — вот главная угроза, вот наш враг. Если не переломим ситуацию, оно будет неизбежно усиливаться» [66].

Космический аттрактор России можно спроектировать на три плоскости — экономическая компонента, научное пространство, сфера национальной безопасности.

Начнем с первой сферы. Экономический эффект от космической отрасли может быть достаточно большим. Например, каждый доллар, потраченный на американскую программу «Аполлон» принес за прошедшие 40 лет четырнадцать долларов прибыли. Когда Джона Кеннеди спросили, что же дала космическая программа Америке, он ответил: «Массу прекрасных микросхем». Масштабные междисциплинарные проекты могут дать неожиданные результаты: «Космонавтика сильна тем, что ставит задачи будущего перед настоящим. И таким способом прямо стимулирует прогресс. Многие из бытовых технологий, которыми мы сегодня всюду пользуемся, появились бы позже или не появились бы совсем, если бы не было космонавтики. Тефлоновые сковородки, «липучки» на одежде, энергосберегающие системы, интегральные микросхемы, калькуляторы, энергетические газовые турбины, изоляционные материалы, водоотталкивающие, ткани автомобильная сигнализация, пожарные скафандры, подвижные протезы — вот лишь самые известные из предметов, которые пришли в нашу жизнь из космонавтики» [67: 416,417].

Отсюда следует важный вывод — необходим быстрый, эффективный алгоритм, позволяющий переносить технологии из космической области в другие

сферы экономики, а также предприниматели и компании, готовые использовать эту стратегию развития. Это требует экономических условий. Годовые проценты по кредиту в обрабатывающей промышленности, как показывает мировой опыт, должны быть не более 12–14%, в сфере высоких технологий — 3–4%.

Франция известна высокими налогами среди крупных стран — с каждого евро прибыли предпринимателем в этой стране должен заплатить 39 евроцентов налогов, в России с каждого рубля надо заплатить 79 копеек... [68] О развитии сферы высоких технологий, экономике космической отрасли не приходится говорить при таких показателях. Как же быть?

Стоит напомнить о «голландской болезни» — негативном эффекте для экономики страны в результате бума в каком-то её секторе. Название связано в том, что в Голландии в 1959 г. были открыты месторождения природного газа. Активная торговля газом привела к деградации других секторов экономики, инфляции, безработице, общему снижению уровня жизни. Россия в больших масштабах продает нефтегазовые ресурсы и руды — невозполнимые природные богатства. Компании, которые этим занимаются, поставлены в привилегированное положение. Как быть с космической отраслью?

Представим себе следующий мысленный эксперимент. Предположим, что Пётр I в свое время запретил бы строить корабли. Что было бы в этом случае? Конечно, он не «прорубил бы окно в Европу». Россия осталась бы без Балтийского, а затем и без Черного морей, в которых бы действовали совсем иные державы. Естественно, в этом случае не пришлось бы рассчитывать на присоединение зауральского Севера, Восточной Сибири, Чукотки, Камчатки и Дальнего Востока к нашему Отечеству. Упущен был бы шанс на превращение через несколько веков России в сверхдержаву. «Технологические решения», недопонимание цены вопроса привели бы к геополитическому проигрышу...

Не имея развитой космической промышленности мирового уровня, мы теряем позиции в информационной, военной, социальной, научной сферах. Из стран «высшей лиги» в мировой политике мы позволяем себе перейти в страны «первой лиги», отдаем право первородства, соглашаясь быть не субъектом, а объектом многих предстоящих изменений.

Другой исторический пример связан с Транссибирской магистралью. Вопреки всем возражениям С. Ю. Витте сумел превратить ее строительство в «большой проект XIX века». Без реализации этого проекта нам не удалось бы удержать огромные пространства России, включая Дальний Восток. Созданные технологии надо поддерживать и развивать. Витте говорил, что строит железные дороги на 100 лет. После этого транспортную инфраструктуру по его мнению надо будет существенно обновить. К сожалению, этого не было сделано. Транспортный поток между Европой и Китаем огромен, однако на российские магистрали Запад–Восток приходится всего несколько процентов грузов. Во времена Витте поезда по Транссибу ходили со скоростью 15 км/час. Конечно, с тех пор многое изменилось — поезда стали длиннее и тяжелее, но в течение последних лет они... ходили с той же скоростью.

Хочется думать, что ситуация изменится к лучшему. Провал в конкретной отрасли во многом определил геоэкономику современной России. Более того, компания РЖД планирует нарастить свои возможности, построив еще один аналог Байкала-Амурской магистрали. Это ошибка! Нелепо увеличивать численность парусного флота, рассчитывая на перспективу, в то время как появились надежные и хорошо работающие пароходы. Не вдаваясь в обсуждение транспортных проблем, заметим, что вакуумный транспорт позволяет, двигаясь по вакуумной трубе, прокладка которой существенно дешевле, чем строительство высокоскоростных железнодорожных трасс, со «сверхсамолетными» скоростями — 6400 км/час. [69]. Обратим внимание, что печальная традиция отечественной бюрократии связана с тем, что несмотря на множество перспективных отечественных разработок в этой области она отправляет всё это в «долгий ящик». Заметим, что у представителей наших властей интерес к вакуумному транспорту появился только после того, как о схожем проекте заявил Илон Маск. Другими словами, мы вновь и вновь «закладываем отставание» в принимаемые планы. Та же ситуация в космической отрасли — лидерство СССР в 1960–70-х гг. сменилось отказом от соперничества, застоем, а затем и откатом назад.

Вернемся к реанимации космической отрасли в плоскости ее гражданского использования. Основным «продуктом» этой промышленности является информация. Ее наличие решает очень много проблем. В частности, повышается *наблюдаемость* процессов на территории России, а также ряда других стран. Из теории управления следует, что в этом случае увеличивается *управляемость* всей социально-технологической системы. Появляется возможность сделать то, там и тогда, когда нужно, используя более слабые воздействия, по сравнению с тем случаем, когда у нас нет существенной информации.

Среди множества приложений обратим внимание на *управление рисками природных и техногенных катастроф и социальных нестабильностей*. Мировая статистика утверждает, что каждый рубль, вложенный в прогноз и предупреждение аварий и стихийных бедствий, позволяет сэкономить от 10 до 100 рублей, которые пришлось бы вложить в ликвидацию или смягчение последствий уже произошедших бед. Для крупных катастроф России коэффициент риска превышает 1000 [70].

Неурожаи, пожары, наводнения требуют поддержки населения, предпринимателей, государственных структур ряда стран. Сплошь и рядом эти показатели многократно преувеличиваются. Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) позволяет понять, какова ситуация на самом деле, и уже на этой основе принимать решения.

Космические системы стали очень важным инструментом для навигации людей и транспортных средств. Это повышает безопасность путешествий и перевозок и существенно удешевляет их — появляется возможность в каждый момент времени представлять, где же на самом деле находится машина, корабль или самолет. Это открывает перспективу и для автоматизации многих транспортных систем.

Тем не менее, важнейший итог развития этих космических технологий — новый, более высокий уровень социальной самоорганизации, в одних случаях позволяющий создать единое информационное поле, в других организовать совместную деятельность, в третьих вовремя прийти на помощь.

Какой должна быть космическая отрасль? Приведенные рассуждения и рис. 15 дают ответ. На этом рисунке показана динамика доходов гражданского космоса. Видно, что наибольший доход дают услуги, оказываемые запущенными спутниками, связанными с информацией, получаемой и передаваемой космическими аппаратами. Доля этого сектора превышает 60%. Вторым «китом», на котором держится эта индустрия, является наземное оборудование, — около 30%. Обилие навигаторов, сделавших космические технологии «земными», говорит само за себя. Это именно те устройства, которые позволяют работать с космической информацией. Далее идет производство спутников, доля которых в общей прибыли сокращается, — не более 10%. На критическое состояние этой отрасли и обращает внимание глава «Роскосмоса» Ю. И. Борисов. И, наконец, индустрия запусков, — лестница в космос, доля которой составляет 3%, около \$6 млрд. Именно на этом рынке Россия и конкурирует с другими странами! В течение ряда лет её доля на мировом рынке запусков составляла до 40%, однако сейчас она сокращается. Прекрасно, что эта часть космической промышленности у нас есть — в самые тяжелые, «оканные» 1990-е гг. именно она и помогла «выжить» российскому космосу. Но мы сейчас по-прежнему используем старые ракетносители, в то время как другие страны создают более дешевые и надежные новые системы.

Без лестницы в дом не войти. Но если в доме есть только лестница, то такое строение никому не нужно. Роль «извозчика» для аппаратов других стран, которую в течение ряда лет играла космическая отрасль нашей страны в мире, не является выигршной... Наши предложения не уникальны, и доля этого сектора в мировом космическом бюджете очень невелика...

Развитие нашей космической отрасли требует комплексного, системного подхода. Нужно в своей стране вырастить *потребителей* космической информации и создать инструменты, позволяющие эту информацию получать. Мир движется по пути цивилизационного развития, поэтому следует, в первую очередь, ориентироваться не на продажу космических услуг, а на использование космоса в рамках нашего государства-цивилизации.

Так же, как во времена Петра I в связи с флотом, так же, как при прокладке Транссиба во времена С. Ю. Витте, развитие российского космоса следует рассматривать как важнейший приоритет. *Без собственного космоса, находящегося на лидирующих позициях в мире, нас ждет геополитическое поражение.*

Во многих отношениях Российская Федерация является небольшой и не очень богатой страной. В самом деле, численность населения нашего Отечества составляет лишь 2% от мирового. При этом нынешние демографические тенденции пока неблагоприятны, — для воспроизводства населения страны надо чтобы

на женщину приходилось в среднем 2,1 ребенка, у нас сейчас 1,5, а в разгар реформ было 1,15.

По величине валового внутреннего продукта на душу населения до начала боевых действий на Украине наша страна находилась на 83-й позиции. Экстремальные географические условия России приводят к тому, что значимых зарубежных инвестиций у нас нет и не будет. Дело в том, что холодный климат на большей части её территории приводит к очень дорогому (по сравнению с многими другими государствами) строительству, необходимости топить построенное большую часть года, а также сытно кормить и тепло одевать рабочую силу. Предполагаемые инвесторы прекрасно понимают, что значительная часть вложенного уйдет на то, чтобы решать именно эти проблемы, что делает продукцию более дорогой, чем та, которая произведена в более благоприятных условиях. Доля прибавочного продукта по сравнению со странами с более благоприятным климатом у нас невелика.

Отсюда следует важный вывод. Мы должны в стратегической перспективе ориентироваться на *внутренний рынок*, — всё, что может производиться в странах с более благоприятными условиями для мирового рынка будет производиться именно в них. *Естествен-*

*ной нишей для России на мировом рынке должна быть сфера высоких технологий.* Мы должны делать то и так, как не умеют в других странах. Космическая отрасль России является очень важной сферой высоких технологий и может быть востребована не только внутри страны, но и за ее пределами, хотя рассчитывать надо, прежде всего, на себя.

Для прорыва в Атомном и Космическом проектах были созданы, соответственно, министерства среднего и общего машиностроения. Дело в том, что освоение нового требует *резкого повышения технологической культуры*, а также реорганизации управленческих структур, которые должны были быть ориентированы не на стабилизацию и производство старого, а на создание и воплощение нового.

По этому же пути, вероятно, следует идти в реанимации российской космической отрасли. Либеральная организация производства «не тянет» российский космос.

Минсредмаш в своё время был «государством в государстве» и отчасти до сих пор остается в таком положении. Именно это и позволяет ему занимать ключевые позиции в секторе высоких технологий России и мира. Очевидно, схожие подходы надо ис-

## МИРОВАЯ ЭКОНОМИКА КОСМОСА (\$)

ИСТОЧНИК: HAVER ANALYTICS, MORGAN STANLEY.



Рис. 15. Распределение доходов в разных отраслях космической отрасли

Источник: <https://www.morganstanley.com/ideas/investing-in-space>

пользовать и в космической промышленности. Первые шаги на этом пути очевидны.

*Упорядочение зарплат.* Зарплаты в космическом секторе, как правило, очень низки. Зарплата программиста, писавшего код для «Луны-25», судя по сообщениям СМИ, составляет Р27 тыс., зарплата доктора физ.-мат. наук, зав. отделом составляет Р40 тыс., зарплата кондуктора составляет Р60 тыс., зарплаты школьных учителей в школах, созданных олигархами Р220–240 тыс. Из этого невеселого списка следует, что государство пренебрегает развитием космической отрасли. Идея «крутиться», «подрабатывать» порочна — всерьез заниматься многими делами невозможно, в любой полноценной деятельности мы приходим к её имитации. Низкие зарплаты в космическом секторе в конце 2023 г., судя по сообщениям СМИ, удивили Президента. «Космическая романтика», увлеченность своим делом не должна быть оправданием нищенского существования. Мы живем при капиталистическом строе в его российском воплощении. И наши, и зарубежные компании готовы конкурировать за квалифицированных специалистов. Поражает сокращение кадров, имеющих большой опыт, в то самое время, когда новых квалифицированных специалистов днем с огнем не найти.

*Ликвидация «аутсорсинга».* Многие космические фирмы имели санатории, поликлиники, детские лагеря, большой социальный пакет, вспомогательные структуры, обслуживающие их деятельность. В целях «оптимизации» всё это часто оказывалось ликвидировано. В результате этого жизнь сотрудников этих коллективов становилась хуже. Тем более перед нами опыт Министерства обороны времен «сердюковщины» — лучше иметь хорошее «свое», чем плохое «чужое».

*Конец эпохи «менеджеризма».* Результатом российских реформ стало представление о том, что руководить министерством, компанией или другой крупной структурой может человек, не прошедший соответствующую школу и не понимающий в порученной ему деятельности. Вспомним легендарных руководителей космических предприятий — С. П. Королёва, М. К. Янгеля, В. Н. Челомея, научного руководителя советского атомного проекта И. В. Курчатова, вошедших в историю авиаконструкторов. Психологи утверждают, что среди сотни человек обычно находятся люди, способные к большой организационной работе. Но это недостаточно в сфере высоких технологий! У руководителя в этой области должен быть за спиной груз своих ошибок, а также значимые удачи и единомышленники. Советский опыт подтверждает такой подход.

Менеджеры, не имеющие соответствующего багажа как правило, не могут сделать выбор между проектами, предлагаемыми техническими решениями, альтернативными стратегиями. Да и кто им поверит, и кто их поддержит, если в области, которой руководят, они являются новичками? Исходя из этого, у них два варианта действия — либо найти компетентного человека, своеобразного «кардинала Ришелье», который будет делать за них стратегическую содержательную работу, либо выполнять то, что велит руководство, считая себя только исполнителем полученных указаний.

Приведем слова предшествовавшего главы «Роскосмоса» Д. О. Рагозина: «Космос в России — как религия. Она состоит из трех частей: это догма, чудеса и таинства, то есть приобщенность к внутреннему содержанию». Он, исходя из этого, предложил «десять заповедей госкорпорации». В качестве первой он предложил особый контроль за выполнением госзаказа: «Даже комментировать не буду. Это должно быть понятно как «Отче наш»... В-четвертых, надо сформировать единую техническую политику отрасли. ...В-шестых, устроить ежегодные аттестации исполнительным директорам. В-седьмых, создать Совет рационализаторов. В-восьмых, отказаться от долго реализуемых программ. В-девятых, проводить международное сотрудничество на коммерческой основе. Десятая заповедь: «Мы не готовы к псевдоблаготворительности в ущерб нашим бизнес-интересам». [71]

По-видимому, здесь неверно оценивается состояние общества, либо желаемое выдается за действительное. Энтузиазм, самоорганизация, космическая романтика очень важны, но время, на которых они многое определяют, невелико. Далее должна возникнуть эффективная организация и начаться систематическая целенаправленная работа.

То, что мы имеем другую реальность, отличную от советской, показывает сравнение сроков выполнения больших программ и проектов. В самом деле, космодром в Байконуре построили за 1,5 года. Причина этого понятна — половина строителей участвовали в Великой Отечественной войне и прекрасно понимали, что создают щит и меч СССР, и чем скорее будет он создан, тем лучше. Советская атомная бомба была создана за 4 года (1945–49), несмотря на огромные потери в войне. В комплексе «Сколково» в новой России за 5 лет планировали «создать условия, благоприятные для инновационной деятельности». Рогозин утверждал, что строительство космодрома Восточный будет идти постоянно. По его словам «Он всегда будет строиться, потому что каждая ракета требует своего собственного стартового комплекса» [72].

Меняются не только сроки, но и социальная среда. Очень многие советские мальчишки мечтали стать космонавтами, а в новой России в течение ряда лет имели место большие трудности при наборе в отряд космонавтов. В одном из ведущих предприятий космической промышленности Ракетно-космической корпорации (РКК) «Энергия» им. С. П. Королёва против бывшего президента корпорации В. Солнцева было возбуждено два уголовных дела, по одному из которых он был признан виновным, против другого президента РЛЛ В. Лапоты было возбуждено уголовное дело о причинении ущерба в размере Р9 млрд.<sup>5</sup>

Правонарушения при строительстве космодрома «Восточный» вошли в историю. На совещании с членами правительства в 2019 г. В. В. Путин заявил: «Сто раз сказано было: «Работайте прозрачно. Деньги большие выделяются. Проект носит практически общенациональный характер. Нет, воруют сотнями миллионов. Сотнями миллионов! Уже несколько десятков уголовных дел

<sup>5</sup> [https://ru.wikipedia.org/wiki/РКК\\_«Энергия»](https://ru.wikipedia.org/wiki/РКК_«Энергия»)



возбуждено. Состоялись уже решения судов, в тюрьме люди сидят. Нет. Порядка в этом до сих пор и не удалось навести как следует». И действительно, во время строительства было похищено  $\text{R}11$  млрд., из которых вернуть удалось только треть, обвинительные приговоры были вынесены более 30 фигурантам (в целом строительство комплекса должно было обойтись в  $\text{R}300$  млрд.). По данным Генпрокуратуры с 2014 по 2018 г. было выявлено около 17 тыс. нарушений [73]. Проверка выявила, что на «Восточном» был украден каждый 10-й рубль. [74] К выполнению космических проектов привлекли Генеральную прокуратуру. Какая уж тут религия...

Не возьмемся оценивать деятельность руководства космической отрасли России. Однако с системной точки зрения интересна оценка самого Д. О. Рагозина: «Я пришел работать в Роскосмос в конце мая 2018 г., то есть четыре года назад. В самое сложное для нашей страны время. Помню, как каждый день приходилось искать решения и деньги, чтобы не остановились системообразующие предприятия... Проектирование как и 50 лет назад шло с помощью ватмана и кульманов. Обрабатывающее оборудование устарело и обносилось... На «Восточном» предыдущим генподрядчиком первой очереди строительства космодрома были брошены недостроенные объекты ключевой инфраструктуры... Аварийность зашкаливала. Отрасль была практически деморализована. Отсутствовало понимание дальнейших путей развития. Коррупционные скандалы не прекращались. Финансирования не хватало. Научно-технический задел еще с советских времен был полностью исчерпан...

Спустя четыре года я оставляю отрасль, которая сумела вырваться из болота системного кризиса... Несмотря на активность американских конкурентов ожила наша пилотируемая космонавтика. Наша гордость — российский сегмент МКС пополнился сразу двумя модулями, в том числе многофункциональными лабораториями модуля «Наука»... Наш легендарный, надежный, пилотируемый корабль «Союз-МС» в жесткой конкурентной схватке показал свой колоссальный запас прочности... Запуск Роскосмосом ядерного буксира в 2030 г. на орбиту станет мощнейшим прорывом человечества в дальний космос.

В этом году правительством одобрен разработанный «Роскосмосом» федеральный проект спутниковой орбитальной группировки «Сфера». Первый аппарат которой, кстати, отправится в космос уже в этом году.

Готовится к запуску и первый в России радиолокационный аппарат. Началось обновление новым поколением спутников орбитальной группировки «Глонасс»... Ракетно-космическая промышленность вышла из системного кризиса» [75].

Обратим внимание только на два момента. Работа в большей степени была направлена на то, чтобы выйти из кризиса и восстановить, хотя бы отчасти, те возможности, которые были у советской космической отрасли. В монологе, части которого мы цитировали, нет сопоставления с реалиями и достижениями космического сектора других цивилизаций...

На наш взгляд сейчас, говоря о развитии космической отрасли в ее гражданской плоскости, стоит сосредоточиться на иных целях.

– Развитие космической промышленности до уровня, позволяющего производить тысячи космических аппаратов в год. Это требует модификации и, вероятно, строительства новых предприятий. Очевидна необходимость нового оборудования, инновационной активности и создания условий, при которых мы будем иметь приток квалифицированных специалистов, а не их отток из отрасли.

– Рост числа потребителей, успешно и эффективно использующих космическую информацию, прежде всего, внутри страны. Надо «строить дом», а не сосредотачиваться на «лестнице» — индустрии запусков. Выход и расширение сектора использования возможностей космических аппаратов, быстрое развитие отечественных средств обработки этих данных. Отказ от стратегии «импортодополнения» и акцент на собственных возможностях. Успехи в решении этой задачи внутри страны естественно расширят возможности для международного сотрудничества. Здесь ситуация как на рынке вооружений — бессмысленно делать оружие «только для чужих», если им не вооружены «свои».

– Подъем технологического уровня всей отрасли. Индикатором здесь является повышение надежности работы космических аппаратов и снижение стоимости запусков, а также время их работы в космосе.

– Приобретение качественно новых возможностей, позволяющих и всему обществу, и космической отрасли выйти на новый, более высокий уровень. Здесь уместен императив И. В. Курчатова «обгонять, не догоняя».

– Подготовка специалистов, позволяющих осуществить рывок космической отрасли России. В условиях развала средней школы страны и большинства вузов это сложная, но решаемая задача.

Прокомментируем эти направления. Планируя развитие конкретной отрасли, естественно ориентироваться на локомотивные, быстро и успешно развивающиеся отрасли промышленности. Ключевой их них является компьютерно-математическая индустрия. В самом деле, в мире работают в настоящее время более 6,2 млрд. компьютеров. Степень интеграции элементов на кристалле в течение многих лет растет в соответствии с законом Мура, а соответственно такими же темпами растет быстродействие вычислительных машин  $Q \sim 2^{t/\tau}$ , где  $\tau = 2$  года.

В соответствии с этим производительность современных суперкомпьютеров в  $10^{18}$  раз больше, чем для первых образцов вычислительных машин (см. рис. 16). В настоящее время произошла «весна искусственного интеллекта». Нейронные сети, имитирующие взаимосвязи между нейронами головного мозга человека, получили сверхчеловеческие возможности (см. рис. 17). Ученые «научили учиться» такие машины, их не надо программировать. Они учатся «методом проб и ошибок», но в силу огромного быстродействия этих «проб» оказывается очень много, и компьютер меняет в соответствии с ними свои стратегии, решающие правила, команды управления.

Приведем два примера, показывающие уже имеющиеся возможности. В течение многих лет ученым не удавалось научить компьютер играть в старинную

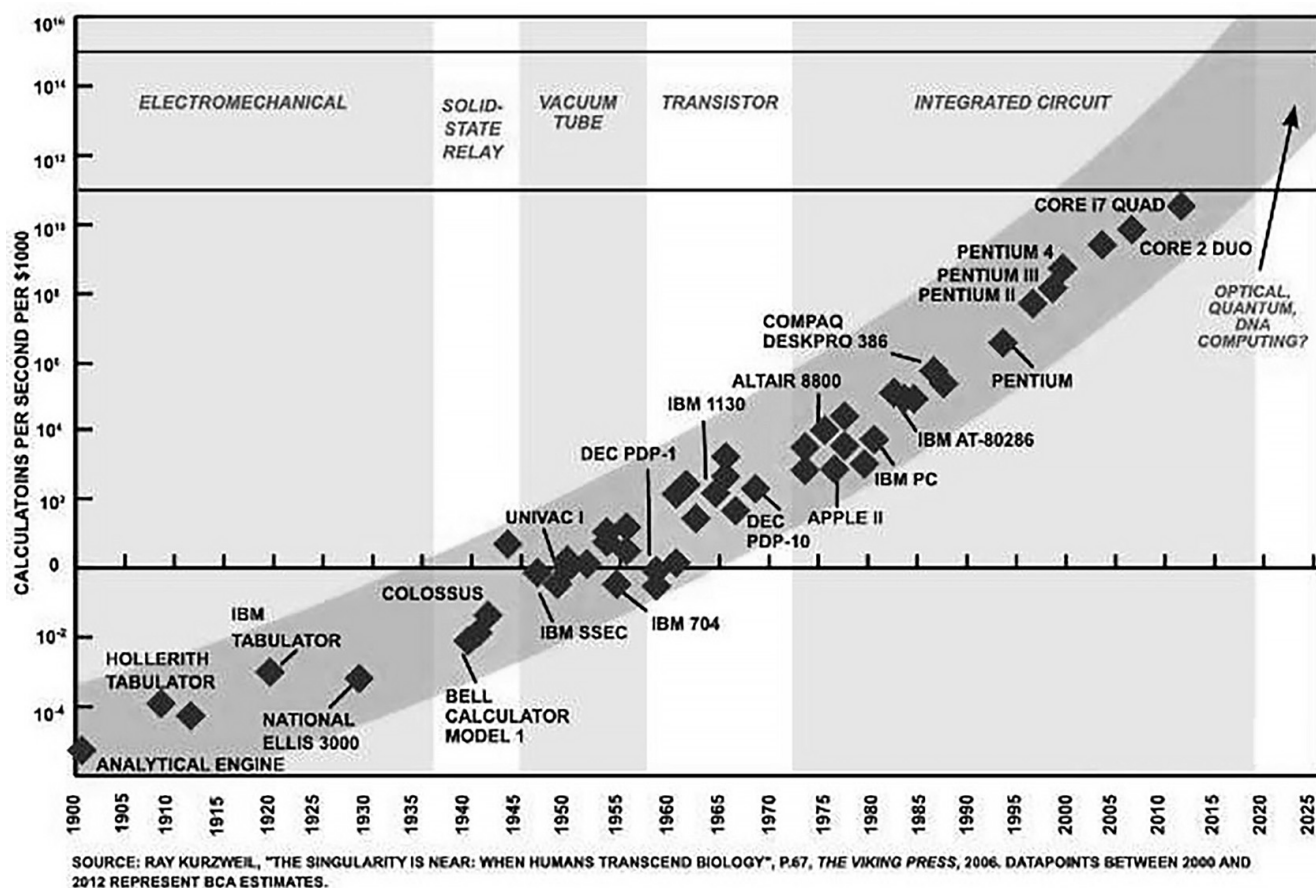


Рис. 16. График, иллюстрирующий закон Мура

По оси абсцисс — время, по оси ординат — число операций, которое компьютеры производили за одну тысячу долларов.

Заметим, что в настоящее время наблюдается замедление роста производительности.

Вероятно в пору подумать о нашей стратегии в случае, когда будут достигнуты предельные значения.



Рис. 17. Искусственный интеллект сейчас может представить страны в виде девушек

Перед нами Россия, Ямайка и Франция.

Источник: <https://neuroillustrator.site/nejroset-ochelovechila-mir/>

китайскую игру го. Если шахматы сравнить с боем, то го — это война. Число положений на доске превышает  $10^{170}$  (число атомов во Вселенной космологи оценивают в  $10^{82}$ ).

За поединком чемпиона мира, китайского спортсмена Кэ Цзе с программой AlphaGo 27.05.2017 следили сотни миллионов китайцев. Программа показала новый стиль игры, который идет вразрез с вековой традицией. Чемпион поиграл машине три партии и заявил: «В прошлом году я думал, что стиль игры AlphaGo близок к человеческому. Но сегодня я понял, что она играет как бог игры го» [76: 28]. В Китае этот

матч восприняли как историческое событие, сравнимое с запуском первого спутника или первым полетом человека в космос.

Второй пример. Глаз здорового человека содержит 115–120 млн. палочек и 7 млн. колбочек — фоторецепторов, определяющих наше зрение. В мозге по нынешним представлениям не более 20 уровней обработки зрительной информации. Современные нейронные сети могут иметь несколько миллиардов оптических сенсоров и около сотни уровней обработки информации. При этом открываются возможности для гиперспектрального дистанционного зондирования, включающего множество спектральных диапазонов. Естественно, такой «глаз» видит гораздо больше и лучше, чем человек.

Другими словами, развитие компьютерной отрасли сейчас неотделимо от уровня компьютерно-математической промышленности. «Луна-25» разбилась по мнению экспертов из-за неточностей в компьютерной программе. Можно взять и другой пример: Аппарат «Фобос-Грунт», запущенный 09.11.2012, должен был отправиться к спутнику Марса Фобосу и взять с его поверхности образцы грунта. Но после отделения от ракеты-носителя у аппарата не включились двигатели. Гендиректор НПО им. Лавочкина прокомментировал произошедшее так: «Как

бы мы ни старались, предусмотреть на Земле всё, что может случиться в космосе, просто невозможно... Поэтому с какого-то уровня целесообразной уже становится летная проверка, естественно, с риском невыполнения миссии. И так было всегда. Например, в советское время из 58 лунных миссий только 29 были успешными. И в целом у каждого проекта есть три взаимосвязанных параметра: сложность миссии, затраты средств и времени на подготовку и риски... В какой-то момент — видимо, в результате всяческих урезаний бюджета — эти лунные проекты просто исчезли. Видимо, решили, что это слишком долго, дорого, поэтому будем запускать сразу на Фобос... Здравая идея последовательного наращивания сложности миссий где-то выплеснулась. У нас же в стране вообще есть проблема с системным подходом, в том числе и в космической отрасли.

Есть удивительное совпадение: Американская миссия MSL—Mars Science Laboratory, которая доставила марсоход «Кьюриосити». У этого аппарата на третьи сутки зависла машина. Но так как средства выведения уже толкнули аппарат в направлении Марса, то у американцев было время, чтобы машину перезагрузить, программное обеспечение поправить — и все пошло гладко. Когда мы включили звездник, точнее должны были включить, и у нас прошел перезапуск компьютера, то мы ничего не могли сделать... Стала ясна необходимость срочного внедрения строго промышленного подхода к программированию. Внедрения системы этапных рассмотрений с привлечением экспертов» [77].

Кроме организационной неразберихи и отсутствия стратегии неудачи нашей страны в космосе показали, что нам надо иметь не только отличную *свою* вычислительную технику, но и высококвалифицированных компьютерщиков, программистов, технологов, специалистов по математическому моделированию. Где их взять? И средняя, и высшая школа страны деградировали. В международном рейтинге по умению применять знания по математике, физике и естественным наукам, чтению на родном языке наши ребята находятся в четвертом десятке... Вузы учат, в лучшем случае, как в индустриальную эпоху («много о совсем немногом»), но мы вступили в постиндустриальную эпоху, в которую большинство проблем, стоящих перед нами, междисциплинальны. Как быть?

Опять на помощь может прийти советский опыт. Такая же ситуация имела место в СССР, когда страна разворачивала атомную промышленность. Специальные группы, отдельные вузы, такие как МИФИ, сориентированные на решение именно этой решаемой страной задачи. Отличников технических вузов приглашали на полгода сверхинтенсивных занятий с последующим распределением на объекты отрасли. Важно понимание у руководства страны необходимости стратегического прорыва и ключевого значения космической и компьютерной промышленности.

В настоящее время Президент в качестве императива нашей страны-цивилизации обозначил *обретение суверенитета*, понимаемого в широком смысле. Эта концепция подразумевает *технологический суверенитет*. Данное понятие является системным, очевидно

включающим научную, образовательную, технологическую, управленческую компоненты и сферу, касающуюся космической деятельности страны.

Представим себе, что золотая рыбка пообещала бы исполнить одно желание в сфере развития космической деятельности в плоскости, касающейся гражданского космоса. Что следовало бы выбрать? Логика представляется следующей.

Мы уже обращали внимание на аналогию и тесную взаимосвязь между развитием компьютерных и космических технологий. Продолжим эту линию рассуждений.

Вначале в 1950–60-х гг. речь шла об огромных, дорогих вычислительных машинах, создать и использовать которые было под силу только большим государствам. Они применялись для решения оборонных задач, и ведущие эксперты всерьез утверждали, что для страны будет вполне достаточно иметь 4–5 таких устройств.

Дальнейший прогресс привел к их удешевлению, массовому использованию и появлению множества сфер, в которых их можно применить.

Однако цифровая революция произошла позже на другом уровне, когда был создан интернет. Это позволило компьютерам заменить почту, телефон, телевизор, кинозалы, театр, конференц-залы, каналы обмена секретной информацией, торговые сети, биржу, школьные занятия, университеты, создать рабочие места для сотен миллионов людей. Блокчейн открыл двери для формирования нового типа экономических систем. Интернет изменил среду и открыл новые возможности для самоорганизации. Если считать *биосферу* первой природой, *техносферу* — второй, то при жизни нашего поколения появилась третья природа — *информационно-телекоммуникационная среда*.

Точно так же в космической отрасли вначале каждый запуск космического аппарата был событием. Многие успешные миссии вошли в историю. Основным заказчиком освоения космического пространства были военные ведомства.

Затем число запусков росло. Космические аппараты стали дешевле и легче. Для них появилось очень много работы в разных областях.

Аналогом Интернета в космосе стала *глобальная спутниковая система*. Почему? Развитие космической индустрии ведет нас к *интернету вещей*, к широкому использованию *искусственного интеллекта* (ИИ). Появляется возможность управлять явлениями и процессами в тысячах километров от нас, в том числе в труднодоступных местах. Глобальные спутниковые системы (ГСС) выводят человечество на новый уровень самоорганизации, делая мир единым целым в информационно-телекоммуникационном пространстве. Мир преобразуется, и последствия происходящих изменений будут огромны. Однако уже сейчас понятно, что цивилизации, не имеющие ГСС, окажутся в проигрышном положении, а могут быть и, вероятно, будут выброшены из истории. Технологическая гонка, развернувшаяся в XXI в., беспощадна.

Размышляя о стратегии освоения космоса Россия в гражданском сегменте, естественно посмотреть

на «траектории успеха» других компаний, связанных с космической деятельностью. В качестве такого примера выбрать американскую компанию Space Exploration Technologies Corporation, Space X (корпорация космических технологий), производителя космической техники. Она была создана в марте 2002 г., в апреле 2022 г. имела 12 тыс. сотрудников (судя по другим источникам сейчас компания имеет 6 тыс. сотрудников) и оборот \$2 млрд. (2018 г.). Эта компания была основана американским предпринимателем, работающим в инновационном секторе экономики, Илоном Маском. Цель компании — *сократить расходы на полеты в космос и создать технологии, необходимые для колонизации Марса*.

Первая цель является особенно важной. Мировой опыт технического развития показывает, что решающим (а в определенном смысле и последним) этапом развития новшества является его массовое использование, что требует, чтобы предлагаемое было достаточно дешевым.

Также мыслят и специалисты, исследующие развитие цивилизаций. Например, Ниал Фергюсон сродни «приложений-убийц», обеспечивших победу Запада в течение последних 500 лет над странами Востока — выделил среди прочих два приложения: «*Общество потребления*». Промышленная революция произошла там, где существовали предпосылки: наличие техники, увеличивающей производительность, и растущего спроса на качественные и дешевые товары, начиная с хлопчатобумажной одежды» и «*Современная медицина*». Почти все главные открытия в медицине в XIX–XX веках (в том числе имеющие значение для борьбы с тропическими болезнями) совершили западноевропейцы и североамериканцы» [78: 404].

Действительно, люди веками носили одежду и ткали ткани, но возможность делать это быстро и дешево преобразила общество. Иметь достаточно много одежды, часто менять её стало нормой. Сформировалась большая промышленность, превратившая новшество в норму. Люди всегда лечили друг друга, но развитие технологий, создание достаточно дешевых лекарств и способов оказания медицинской помощи привело к качественному переходу. То, от чего люди умирали, стало неприятностью, с которой люди вполне могут справиться. Результат впечатляющ — средняя продолжительность жизни в странах третьего мира удвоилась.

Капитализм XX в. и сама идея *общества потребления* была связана с деятельностью Генри Форда. Машину из дорогого и ненадежного предмета роскоши, каждая поломка в котором заставляла обращаться к производителю, он превратил в товар массового спроса. Во-первых, он удешевил автомобиль настолько, что, проработав пару лет на заводах Форда, рабочие могли кутить свою машину. Во-вторых, была создана дилерская сеть, которая, собственно, и продавала автомобили и обслуживала их. Наступило время автомобилизации Америки.

Имея в виду теорию аттрактивного управления, можно сказать, что создание массовых, дешевых, используемых большинством товаров или услуг является одной из ключевых черт того аттрактора, к которому и хотелось бы прийти.

Более того, выход на такой аттрактор позволяет уйти в «технологический отрыв». Это наглядно показывает развитие компьютерной индустрии, где «дешевое побеждает дорогое». Сотни миллиардов долларов, полученных от продажи мобильных телефонов, смартфонов, планшетов, позволяют вкладывать огромные средства в научные исследования и опытно-конструкторские разработки, в создание и покупку новых технологий. Компании, не являющиеся гигантами, лишены возможности проведения таких масштабных работ.

Именно по этому пути в космической области и пошел Илон Маск.

Он пообещал, что компания SpaceX сможет снизить цену за килограмм полезного груза, доставляемого на орбиту до \$1100. В данный момент цена составляет \$5000.

С июня 2014 г. минимальная цена запуска ракеты-носителя для коммерческого заказчика составляла \$61,2 млн. С мая 2016 г. минимальная цена, указывается для запусков с полезной нагрузкой, позволяющих осуществить возвращение первой ступени для ракеты Falcon \$61,2 млн. (до 5,5 т на геопереходную орбиту), для Falcon Heavy — \$90 млн. (до 8 т. на ГПО). Геопереходная орбита является переходом между опорной орбитой (высота около 200 км) и геостационарной орбитой (35786 км).

Это предложение стало одним из самых дешевых в космической индустрии (характерная прежняя цена — \$120 млн.).

Обратим внимание на основные достижения этой компании и их даты:

- 2008: созданная компанией ракета-носитель Falcon-1 с жидкостными двигателями вывела полезную нагрузку на околоземную орбиту;
- 2010: космический корабль Dragon, успешно выведенный на орбиту и возвращенный на Землю;
- 2013: запуск спутника на геопереходную орбиту;
- 2015: первая в истории посадка первой ступени на Землю, выполненная после вывода полезной нагрузки на околоземную орбиту;
- 2016: первая успешная посадка первой ступени ракеты-носителя Falcon-9 на морскую платформу;
- 2017: первый запуск и посадка использованной ступени ракеты-носителя Falcon-9;
- 2018: первый успешный запуск и посадка использованных ступеней сверхтяжелой ракеты-носителя Falcon Heavy;
- 2020: впервые в истории частный космический корабль Crew Dragon успешно выведен на орбиту с двумя астронавтами на борту;
- 2022: компания стала лидером по запуску ракет-носителей, произведя 61 запуск — это более 1/3 запусков за год, чаще всего запускалась ракета Falcon-9 (60 запусков), которая доставляла спутник Starlink<sup>6</sup>.

Интересна история создания компании SpaceX. В 2001 г. Илон Маск говорил: «Рано или поздно жизнь должна выйти за пределы нашего синего-зеленого

<sup>6</sup> <https://ru.wikipedia.org/wiki/SpaceX>

шарика — или мы выйдем» и предоставил проект доставки роботизированной теплицы для выращивания растений для внеземных колоний. Тогда, по мнению 30-летнего предпринимателя, вдохновленного идеями научного фантаста Айзека Азимова, это должно было стать первым шагом на пути к созданию марсианских поселений. Маск высоко ценил «космическую мечту» К. Э. Циолковского и успехи советской космонавтики. Он приехал в нашу страну купить несколько ракет для начала своей деятельности. Однако справиться с отечественной бюрократией не удалось даже Илону Маску, и он двинулся в космос сам с коллегами, прокладывая этот путь.

Стоит обратить внимание на несколько причин быстрого взлёта и успехов компании SpaceX.

– *Наличие миссии*, определяющей спектр разрабатываемых подходов и проектов. Эта миссия связана с полетом на Марс и, в конечном итоге, с освоением этой планеты. По мысли Илона Маска историки будущего из людей, живших в XV в., будут вспоминать только Христофора Колумба, открывшего европейцам новое пространство — Америку. Среди тех, кто жил в XX в., будут вспоминать только Юрия Гагарина, открывшего человечеству космическое пространство. Предприниматель надеется, что в XXI в. будут вспоминать именно его как человека, впервые ступившего на поверхность Марса. Можно спорить, разумна ли эта миссия, однако она помогает найти талантливых, амбициозных, целеустремленных людей и привлечь их в космическую отрасль.

– *Наличие цели и инструмента*, позволяющего занимать космической деятельности всё более важное место в жизни общества. Это *удешевление* космических запусков и связанное с этим расширение набора задач, которые можно решать, используя космос.

– *Наличие профессиональной, технологической, инновационной среды*, ускоряющей разработку и реализацию космических проектов. Численность сотрудников компании SpaceX составляет 6000 тыс. чел., «Роскосмоса» — 180 тыс. Кроме того, небольшие космические фирмы, получившие значимые результаты, есть у американских миллиардеров Брэнсона и Безоса. Достаточно высокий технологический уровень в стране позволяет весьма дешево заказывать комплектующие космических аппаратов и устанавливать связи со смежниками. Сложившаяся инновационная среда позволяет гигантам получать новшества и изобретения у небольших компаний, что ускоряет развитие. Наличие потока предложений и жесткой экспертизы (из 1000 поступающих проектов венчурные фонды в среднем поддерживают 7) позволяет снизить риски в высокотехнологичной среде до приемлемого уровня.

– *Поддержка государством нескольких частных компаний, решающих сходные или близкие задачи и связанная с этим конкуренция*. Можно вспомнить ряд советских конструкторских бюро в авиации, работавших даже в тяжелые годы Великой Отечественной войны, компании по производству космических систем, подводных лодок или других образцов новой техники. «Лишние» расходы, связанные с дублированием, оправдались возможностью найти лучший вариант.

В США идут по этому пути, позволяющему развиваться быстрее, активно используя финансовые ресурсы страны. К сожалению, у нас в ходе реформ был взят курс на монополизацию разработок в ряде секторов высоких технологий.

Космическая деятельность обширна. Дело дошло до туризма. Например 08.04.2022 компания SpaceX совместно с НАСА и Axiom Space запустили туристическую миссию. Стоимость поездки обошлась каждому туристу в \$55 млн. На орбите экипаж провел 17 дней. Ряд компаний объявили о больших перспективах этого направления.

Каким должен быть «российский космический аттрактор», который предстоит сформировать после десятилетий тяжелых реформ?

На наш взгляд, *следует сосредоточить усилия на поддержании, развитии и создании космических систем, ориентированных на массовое использование*.

Обратим внимание на глобальные навигационные спутниковые системы. Их сейчас четыре — американская GPS, российская ГЛОНАСС, европейская Galileo и китайская Бейдоу. Американская и советская, а позже и российская создавались вначале как инструмент для вооруженных сил, используемый для навигации кораблей и наведения ракет, и лишь позже начали применяться в гражданских целях. Европейская система гражданская и привязана к GPS, технически нестабильна.

Китайская система — самая многочисленная и ориентированная главным образом на обеспечение навигации на территории КНР.

Систем GPS не работает в северных широтах. ГЛОНАСС задумывалась для обеспечения навигации на Севере [79]. Вместе с тем, бытовые устройства получают сигнал от всех систем. Реальной возможности отключить только Россию от GPS у американцев нет. Другой вариант — надавить на производителей электроники и запретить производить устройства, принимающие сигнал ГЛОНАСС.

Система глобального позиционирования включает не только спутники, но и наземные станции. Они разбросаны по всему миру, и чем их больше, тем точнее работает система. В настоящее время в России прорабатываются соглашения о создании таких станций на территории Венесуэлы, объединенных Арабских Эмиратов, Аргентины, Бразилии, Парагвая. В частности, был запущен спутник нового поколения «ГЛОНАСС-К2», созданный без импортных комплектующих [80]. Следующим этапом станет создание высокоорбитального сегмента. В него войдут шесть аппаратов на наклонных геосинхронных орбитах в трех плоскостях. Это увеличит точность позиционирования.

Интернет существенно изменил реальность и без преувеличения можно сказать, что он привел высокотехнологичную электронику и компьютерную технику в каждый дом. Естественно с той же меркой подойти и к космическим системам, позволив им провести интернет в каждую точку земного шара. Несколько стран работают над созданием глобальных спутниковых систем для обеспечения высокоскоростного широкополосного доступа в Интернет в местах, где он был недоступным или оказывался слишком дорогим.

Лидером в данной области является компания SpaceX, создавшая глобальную спутниковую систему Starlink. К настоящему времени запущено около 5 тыс. спутников, планируется для обеспечения всей группировки довести численность космических аппаратов до 12–40 тыс. Каждый спутник весит 227–260 кг; предполагается, что эти аппараты будут служить 5–10 лет.

В мае 2019 г. была запущена первая группировка из 60 спутников-прототипов. Данная группировка используется в 47 странах, к маю 2023 г. число ее пользователей превысило 1,5 млн.

Спутники размещаются на высотах от 340 до 614 км, что намного ускоряет скорость передачи информации по сравнению со спутниками, находящимися на геостационарных орбитах. Спутники оснащены электрическими двигателями, позволяющими им поднимать свою орбиту, маневрировать на орбите и сходиться с ней после окончания использования.

Отличие от спутниковых систем связи Иридиум, Глобстар, Thuraya эта система не подключается непосредственно к телефонам. Она привязана к пользовательским терминалам небольшого размера (с коробку из-под пиццы), которые уже непосредственно взаимодействуют с мобильными телефонами, смартфонами, планшетами. Стоимость всей системы должна составлять \$10 млрд. Естественно, широкое использование системы во многих странах позволяет получить существенный доход.

С 2022 г. Starlink применяется в боевых действиях вооруженными силами Украины для связи между подразделениями и наведения оружия, дронов и артиллерии.

Аналогичные спутниковые системы создают Европа, Россия и Китай, однако Starlink занимает лидирующие позиции в этой области. В этой связи стоит обратить внимание на Федеральный проект «Комплексное развитие космических технологий» («Сфера»), предусматривающий создание глобальной многофункциональной инфокоммуникационной спутниковой системы. К 2030 г. планировалось создание в рамках «Сферы» группировки их 640 космических аппаратов. Эксперты утверждают, что развитие «Сферы» позволит, кроме прочего, организовать в России массовое движение беспилотников и в воздушном пространстве, и на земле. Роскосмос оценивает создание системы в \$1,5 трлн. Первый запуск был успешно произведен 22.10.2022<sup>7</sup>.

Этот проект получил поддержку у Президента России: «У нас есть своя программа «Сфера», которая предполагает запуск на ближайшие несколько лет 600 с лишним спутников, которые будут заниматься и позиционированием, и зондированием Земли, и связью. Это будет вообще прорыв. Это будет еще одно направление, где мы можем осуществить прорыв, потому что качество связи будет такое, что сможет, по сути, заменить кабельную связь и по качеству, и по охвату всей территории будет не хуже, но должна быть дешевле и доступнее. Это в целом может привести

к абсолютной революции в сфере связи», — заявил он 07.06.2018 [81].

Того же мнения придерживался Д. О. Рогозин, в бытность его главой «Роскосмоса»: ««Сфера» — это заявка на полную независимость нашей страны в вопросе обеспечения бизнеса и государственных органов власти всеми космическими сервисами — связными, сервисами наблюдения, управления инфраструктуры. Безусловно, это создает колоссальный космический результат», говорил он 26.04. 2022.

По-видимому, именно это направление должно было бы стать основным вектором развития гражданского космоса России, важным национальным проектом. Этот проект мог бы привести к совершенно другому уровню самоорганизации населения в огромной стране. «Сфера» обеспечила бы наблюдение, а в ряде случаев помогла бы контролировать множество процессов на территории России. Надежная связь дает совершенно иные социальные и экономические возможности людям.

К сожалению, выполнение этого проекта затянулось, несмотря на решение Президента по ускорению реализации данного ключевого проекта. Огромная бюрократическая система и быстрое эффективное выполнение масштабных высокотехнологичных проектов, видимо, плохо совместимы в наших условиях.

Боевые действия на Украине показали, насколько важен Starlink, и как хорошо было бы иметь систему «Сфера» сейчас, а не в отдаленном будущем.

Стоит обратить внимание на осознание властью и народом важности подобного проекта. Ближайший аналог такого «фазового перехода» — внедрение мобильной связи. Лидеры в такого рода проектах получают то, что остальной мир должен покупать. В этой сфере важны творцы и профессионалы, а не «квалифицированные потребители» сделанного другими.

Поучителен взлет и падение компании Nokia. Эта фирма взлетела на реализации национального проекта, направленного на то, чтобы каждый финн мог поговорить с каждым, где бы он ни находился на территории страны. Эта задача была блестяще решена, и в ходе её реализации были созданы отличные мобильные телефоны.

Выручка этой компании с 1996 по 2001 гг. увеличилась с €6,65 млрд. до €31,72 млрд. Nokia занимала самую большую долю рынка и была мировым лидером в области мобильных телефонов в 1993 г. Она доминировала в мире до 2007 г., с долей рынка, превышающей 50% в то время. Далее компания ориентировалась на «старое и проверенное», а не на появившиеся инновации, и в результате пришла к падению [82].

Вывод прост — недостаточно иметь аттрактор и добиться успеха на пути к нему. Много определяет темп движения и поставленные цели, а также готовность использовать возникающие инновации и ставить на «новое и перспективное», а не на «старое и проверенное», организовывать «конкуренцию творцов», а не «монополию своих».

Хочется надеяться, что в структурах, отвечающих за развитие российского космоса, это будет понято.

<sup>7</sup> [https://ru.wikipedia.org/wiki/Сфера\\_\(целевая\\_программа\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Сфера_(целевая_программа))

**Космические системы  
и национальная безопасность**

*Можно не интересоваться войной,  
Но война заинтересует вас.  
Л. Троицкий*

*Кто владеет космосом — тот владеет миром.  
Л. Джонсон*

Инструменты и тактика в области военного космоса меняются очень быстро, однако параметры порядка, определяющие стратегию, являются медленными переменными. Характерное время, определяющее их динамику, меняющее тенденции, составляет несколько десятилетий. Вместе с тем эта динамика существенна. Чтобы принимать ключевые решения и формировать политику, стоит иметь в виду не только отдельные деревья или стремительно меняющиеся события, но и весь лес, частью которого эти деревья являются, и аттракторы, определяющие направление развития. Именно эти медленные переменные мы и обсудим.

Происходящее в начале XXI в. напоминает динамику конца XIX в. — происходит переход от однополярного к многополярному миру, слабеющий доминант стремится удержать власть и союзников, опираясь на военную силу. В конце XIX в. таким доминантом была Великобритания, в начале XXI в. — США.

Новые центры силы пытаются переформатировать прежнюю систему международных отношений. Доминант стремится конвертировать свое технологическое преимущество в военную силу. Если возможности претендентов достаточно велики, то это может привести к мировой войне. В результате такого события становится иным только геополитический статус многих держав. В частности, меняется этот статус у двух ведущих держав, существенно превосходящих остальных. До войны это могла быть одна пара стран, после войны эта пара может быть другой. [83]

И действительно, сейчас в мире сложились две сравнимые по возможностям коалиции. Промышленное производство КНР составляет более \$11 трлн. ВВП этой страны по паритету покупательной способности превысит показатель Запада, не достигающий \$9 трлн. (в том числе США — \$4,1 трлн., Япония — \$1,72 трлн., Германия — \$1,37 трлн., Канада — \$0,54 трлн.). При этом промышленное производство Индии оценивается в \$2,6 трлн., России — \$1,42 трлн. (рост примерно на 4%), Бразилии — \$0,73 трлн. [84]. Естественно стремление Запада переломить ситуацию уменьшения своих возможностей и роста влияния других центров силы. Как это ни раз бывало в истории, в преддверии крупных военных столкновений организуется череда локальных военных конфликтов.

Ставка на военную силу и на возможность мировой войны декларируется многими представителями американской элиты. Приведем несколько цитат из книги директора частной разведывательно-аналитической организации STRATFOR Джорджа Фридмана. «Есть много ответов на вопрос, почему экономика США столь сильна, но самый простой из них — военная мощь этой страны» [стр. 30]. «США лишь набирает силу. XXI

столетие станет веком Америки» [85: 31]. «Америка возникла в результате войны и продолжает воевать по сей день со все возрастающим темпом» [85: 59]. «Компьютер в гораздо большей степени, чем автомобиль или «кока-кола», представляет собой уникальное проявление американского проявления разума и реальности» [85: 39]. «Внутренние проблемы, особенно на юге, будут отвлекать внимание России от Запада. В конце концов страна развалится и без войны (как уже разваливалась в 1917 г., и это произошло снова — в 1991 г.), а вскоре после 2020 г. рухнет военная мощь России» [85: 163].

Стратегическая стабильность в мире сегодня определяется возможностью России и США нанести в случае ядерной атаки неприемлемый ущерб противнику в ответном ударе. Стратегические ядерные силы (СЯС) — межконтинентальные баллистические ракеты на земле, на подводных лодках, на самолетах сыграли двоякую роль. С одной стороны они являются дамочным мечом, висющим над человечеством — катастрофа с оружием такого уровня может иметь глобальные последствия. С другой стороны, наличие СЯС, масштабное применение которых может уничтожить цивилизацию на Земле или отбросить ее на много веков назад, позволило миру почти 80 лет обходиться без мировых войн.

В историю вошли работы коллектива выдающегося математика, философа, мыслителя Н. Н. Моисеева и группы его американского коллеги К. Сагана. Они показали, что масштабный обмен ядерными ударами, суммарная мощность которых превышает 1000 Мт (это мощность всего 10 водородных бомб, которые были созданы ещё во времена Н. С. Хрущёва) будут иметь необратимые последствия. Пепел и пыль, выброшенные на высоту многих километров, приведут к многомесячной ядерной ночи — солнечные лучи не будут доходить до поверхности Земли. Это приведет к резкому похолоданию и ядерной зиме, в ходе которой значительная часть всей биосферы будет уничтожена. Кроме того, после наступят глобальные климатические изменения, которые могут поставить под вопрос само существование нашего вида на планете [86].

Ключевым элементом в войне является точное целеуказание, и в этом роль космических и компьютерных систем огромна. Это прекрасно понимали американские президенты. Джон Кеннеди заявлял, что хотя «никто не может точно сказать, каково будет значение овладения космосом», но вполне может быть, что «космос является ключом к нашему будущему на земле» [87: 62].

Вплоть до настоящего времени США тратят огромные усилия на доминирование в «военном космосе». В настоящее время на различных орбитах находится около 6 тыс. искусственных спутников Земли (ИСЗ), среди которых 63% принадлежит США, 10% — Китаю, 3% — России. За период с 2008 по 2020 гг. глобальная спутниковая индустрия почти удвоилась и достигла \$271. Только за первое полугодие 2022 г. на орбиты было выведено 703 ИСЗ. [86]

Спутники осуществляют разведку и наблюдение, обеспечивают радиотехническое сопровождение, связь, используются в навигации и метеорологии, занимаются отслеживанием пусков баллистических ракет.

Только в программе НАСА «Системы наблюдения Земли» в США фигурирует 21 тип спутников.

Много лет и в нашей стране, и в США создаются системы уничтожения спутников противника: «В Советском Союзе 1 ноября 1963 года на околоземную орбиту был успешно выведен первый маневрирующий спутник «Полет-1», а 12 апреля 1964 г. был запущен «Полет-2». Перехват в космосе был впервые совершен 1 ноября 1968 г. Эти космические аппараты были созданы в конструкторском бюро В. Н. Челомея. В середине 1970-х гг. работы по космическому оружию были начаты в НПО «Энергия» под руководством В. П. Глушко» [89: 8].

За прошедшие 60 лет было создано множество разнообразных точных и эффективных спутников и средств борьбы с ними. Однако, если мы исходим из теории аттрактивного управления и представим перспективу, то становится ясно, что мы в данном случае движемся не к тому аттрактору. Устойчивость всей системы не увеличивается, а уменьшается. Спутники стали важной частью всей системы сдерживания, и их уязвимость делает всю эту систему более неустойчивой, чем раньше. Апокалипсис не должен начаться из-за сбоя в компьютере или поломки в спутнике, которую можно ошибочно приписать действиям врага.

На этот опасный ход событий, на «спутниковую неустойчивость» обратил внимание в свое время польский фантаст, футуролог и философ Станислав Лем. Он пишет: «Если дело доходит до равновесия сторон в конфликте, то какая-нибудь из сторон пытается преодолеть потолок. Потолком предкосмической фазы можно считать состояние, при котором каждая сторона может как локализовать, так и уничтожить средства противника. В конце этой фазы становятся доступным для уничтожения как баллистические ракеты глобального радиуса действия, помещенные в кору планеты, так и все подвижные стартовые установки на поверхности или даже на плавучих островах.

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

Штабы пытаются избежать этой угрозы. Как морские острова являются непотопляемыми авианосцами в эру обычных войн, так и ближайшее небесное тело, то есть Луна, может стать неуничтожаемой базой для обороны, которая первой освоит ее в военных целях. Поскольку Луна только одна, то каждая из сторон пытается первой на ней обосноваться.

Единственной стратегически оптимальной реакцией на способность противника прерывать связь является придание собственным вооружениям в Космосе возрастающей боевой автономии. Возникает ситуа-

ция, при которой все штабы осознают бесполезность централизованных командных операций. Равновесие становится всё более шатким: если однажды случится прямой конфликт между спутниками, которые будут ослеплены или уничтожены, то, как пламя во время степного пожара, он перебросится на саму планету.

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

Таким образом, вначале мы имеем порог для лобового столкновения сил на планете, а следующая фаза — милитаризация Космоса, наиболее важная вещь — от этого вида состязания с определенного момента уже не удастся отказаться». [90: 19,20]

Процитированный фрагмент из последнего романа Лема «Фиаско», опубликованного в 1986 г., можно считать прогнозом того, что сейчас происходит на Земле. Луна начинает осваиваться противостоящими друг другу коалициями государств.

Уникальный ресурс, обеспечивающий жизнедеятельность лунной базы — вода. Они есть в ложбинах кратеров в зонах вечной ночи. На вершинах кратеров расположены зоны вечного дня, постоянно находящиеся на Солнце. Значит, солнечные батареи должны располагаться именно там. Северный полюс осваивают страны НАТО во главе с США, Южный — страны БРИКС во главе с Китаем и Россией. В частности, станция «Луна-25» должна была прилуниться именно на Южный полюс и оценить там наличие воды. Туда же должны отправиться в 2025–26 гг. станции «Чанъэ-6» и «Чанъэ-7», а в 2028 г. «Луна-27».

В США самым серьезным образом относятся к перспективам развития военного космоса. В книге американского аналитика Джона Коллинза «Военно-космические силы: ближайшие 50 лет» нынешняя ситуация сравнивается с основами геополитики, развиты Х.Дж.Макиндером (1861–1947). На рубеже XX в. он выделил Восточно-Центральную Европу и Россию как «Глубокий тыл» глобальной мощи, а Африку и остальную часть Евразии назвал «Мировым островом». Постулаты его теории таковы:

- кто правит Восточной Европой, тот правит Глубоким Тылом;
- кто правит Глубоким тылом, тот правит Мировым островом;
- кто правит Мировым островом, тот правит Миром» [87: 164].

Очевидно, что при таком взгляде Россия играет ключевую роль в Восточном полушарии. По мысли Коллинза «околоземное пространство, простирающееся на высоту 50 тыс. миль от Земли, будет ключом к военному господству к середине XXI века». Постулаты его теории таковы:

- кто правит околоземным пространством, тот господствует над планетой Земля;
- кто правит Луной, тот господствует над околоземным пространством;
- кто правит точками  $L_4$  и  $L_5$ , тот господствует над системой Земля–Луна.

Точки  $L_4$  и  $L_5$  — это точки либрации Луны: места, где притяжение Земли и Луны равны. В теории военные базы, помещенные в эти точки, могут оставаться



там очень долго без потребности в горючем. Для застрявших солдат космоса они могут оказаться эквивалентами «командных высот» [87: 164,165].

Очень хотелось бы, чтобы мир развивался по другому сценарию. Следует вложить усилия, чтобы попасть в область притяжения другого аттрактора, в котором космос не является ареной военных приготовлений и, тем более, полем сражений.

«Эффект зеркала», о котором пишет Лем, тоже хорошо известен в стратегии. Например, он характерен для гонки вооружений соперничающих стран. Между оборонными комплексами этих государств возникает положительная обратная связь: рост вооружений одной стороны приводит к ещё большему увеличению продукции оборонного комплекса другой. Эти качественные соображения отражает количественно классическая линейная модель Ричардсона [91]. Она описывает события, разворачивающиеся в течение ряда лет. Однако ситуация может оказаться гораздо хуже, если происходит эскалация конфликта или перерастание локального столкновения стран в мировую войну. Соперничающие страны приходят к выводу, что враг перешел обозначенные ими «красные линии» и надо увеличивать масштаб противодействия. Противники готовят неожиданности друг для друга, и это вносит дополнительную неопределенность. Существует математический образ такой сверхбыстрой неустойчивости — *режим с обострением*. В таком режиме ключевая переменная, характеризующая систему, неограниченно возрастает за ограниченное время [92]. Конечно, такие модели описывают часть процесса — стремительный рост уровня противостояния. Далее начинают включаться ограничивающие факторы.

Из сказанного следует, что сохранение цивилизации на Земле требует *запрещения использования каких-либо космических систем в военных целях, включая системы связи, навигации, дистанционного зондирования Земли, предупреждения о ракетном нападении*. Важно, чтобы эти меры по демилитаризации космоса были приняты до начала масштабных военных конфликтов.

Реален ли такой путь в будущее? История показывает, что он возможен и неизбежен. Ведущим странам удалось подписать соглашение о запрещении химического и бактериологического оружия, запрещении ядерных испытаний в атмосфере, океане и космосе. Нашей стране и США удалось договориться о многократном сокращении числа ядерных боеголовок (см. рис. 18).

Альфред Нобель, изобретатель динамита, премией которого до сих пор награждают ученых, политиков и писателей, говорил, что «хочет изобрести оружие такой силы и мощности, чтобы человечество ужаснулось и навсегда прекратило войны». Лауреат Нобелевской премии по химии Фриц Габер, «отец химического оружия», считал, что массовое производство и использование отравляющих веществ очень поможет Германии в Первой мировой войне. История научила, что сделка с дьяволом не решает никаких проблем, а создает новые, в том числе и в космической сфере.

Стоит обратить внимание на заключенный в свое время договор о противоракетной обороне (ПРО). Правящим элитам удалось осознать, что в этой сфере

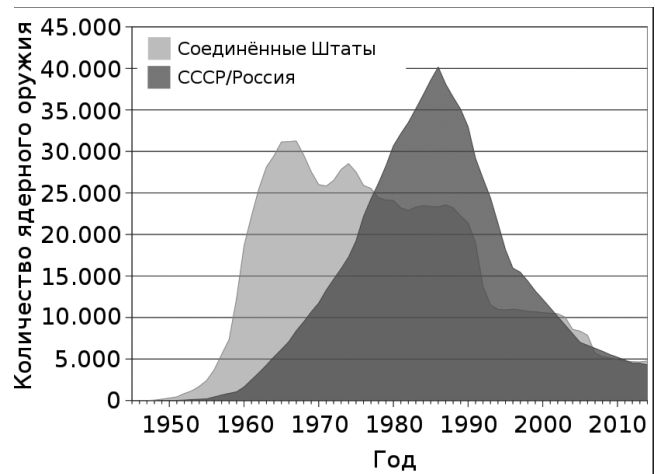


Рис. 18. Изменение числа ядерных зарядов у нашей страны и у США

И в этой области можно найти компромисс и отодвинуться от края пропасти

Источник: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Карибский\\_кризис](https://ru.wikipedia.org/wiki/Карибский_кризис)

щит неотделим от меча. Договор был заключен СССР и США в 1972 г., а в 2002 г. США вышли из него, очевидно, полагаясь на свое технологическое превосходство. С 1983 по 1993 гг. во времена Рональда Рейгана в США реализовывалась стратегическая оборонная инициатива, известная также как «Звездные войны». Она оказалась «космическим блефом».

Не обсуждая сложных и нерешенных физических проблем, связанных с боевыми станциями на орбите с лазерным оружием с ядерной накачкой, обратим внимание только на одну деталь. Масштабное столкновение стран с использованием межконтинентальных баллистических ракет, противоракет, спутниковых систем требовало для управления компьютерного обеспечения. По оценкам экспертов его создание должно было использовать работу квалифицированных программистов. Объем этой работы оценивается в 2 млн. человеко-лет, что ставит крест на этой программе.

Также дело обстоит и с демилитаризацией космоса, — лучше отойти от края пропасти, чем пытаться строить мост через нее, тем более, что второй край пропасти не виден...

Перейдем с уровня глобальных к уровню локальных конфликтов, в которых благодаря компьютерным и космическим системам изменилось очень многое. Оружие всегда характеризовалось такими параметрами как *дальнобойность, поражающая сила, скорость и точность*. В США были вложены большие усилия, направленные на то, чтобы ядерное оружие могло быть доставлено в любую точку земного шара в течение часа. Межконтинентальные баллистические ракеты дают все возможности для этого. Сигналы распространяются со скоростью света. Убойная сила обычного, неядерного оружия с начала промышленной революции оказалась увеличена на 5 порядков, то есть в 100 тыс. раз.

Остаются скорость срабатывания на угрозу и точность, — ключевые параметры, в улучшении которых соперничают оборонные комплексы воюющих армий.

Обратимся к боевым действиям: «В настоящее время разведывательная информация со спутников

формально нейтральных государств передается одной из сторон конфликта для уничтожения вооруженных и техники другой стороны. Так, США и их союзники из Североатлантического альянса открыто заявляют на самых разных уровнях, включая глав государств, что они обеспечивают армию Украины разведанными со своих ИСЗ, в частности, снимками высокого разрешения в любую погоду и время суток. Это сведения о расположении военных объектов, техники и подразделений российской армии. Министерство обороны (МО) и Министерство иностранных дел (МИД) подтверждают эту информацию. Министр обороны РФ С. К. Шойгу сообщил, что «работает почти вся натовская спутниковая группировка. По нашим оценкам, больше 70 военных и свыше 200 гражданских спутников работает на то, чтобы разведывать месторасположение наших подразделений» [88: 17,18].

Очевидно, всё зависит от того, насколько важна, эффективна и востребована информация со спутников для воюющей стороны. Если она действительно принципиальна, то можно бороться со спутникам оппонентов, тем более имея для этого инструменты. Однако это уже следующий, более высокий уровень эскалации конфликта.

Технологическое развитие кардинально меняет облик войн.

В соответствии с концепцией О. Тоффлера способ ведения войны отражает способ создания богатств.

Первая и Вторая мировые войны происходили в *индустриальной фазе развития цивилизации*. Для этой фазы характерна *массовость* производства, образования, культуры, информации, армий. Создано было оружие массового уничтожения. Численность армий и жертв составляла миллионы человек, военные действия шли на огромных пространствах.

Принципы этой эпохи — *линейность, стандартизация, специализация, синхронизация*. Линейность означает, что значимый экономический результат дает эффект масштаба, — чем больше, тем эффективнее. Естественно стремление элит обеспечить полную занятость населения. Стандартизация позволяет быстро и дешево производить огромные партии одинаковых товаров. Специализация означает, что в течение многих лет человеку не придется менять место работы. Отсюда и императив того времени: «Незаменимых нет!» Синхронизация означает, что разные части огромной социально-экономической машины должны работать согласованно.

Масштабы войн этой эпохи впечатляют. Во Второй мировой войне со стороны США воевало 15 млн. чел. В этой стране было сделано миллион винтовок и пулеметов, 300 тыс. самолетов, 100 тыс. танков и бронемашин, 71 тыс. военно-морских судов и 41 млрд. единиц боеприпасов [87: 173].

Дальнейшее развитие военных технологий описано С. Лемом в миниатюре об оружии XXI в. [93] Вначале этот текст воспринимали как шутку, но оказалось, что смысла в нем гораздо больше, чем во многих научных статьях. Главную мысль Лема можно проиллюстрировать на графике, отражающем развитие военной авиации (см. рис. 19).

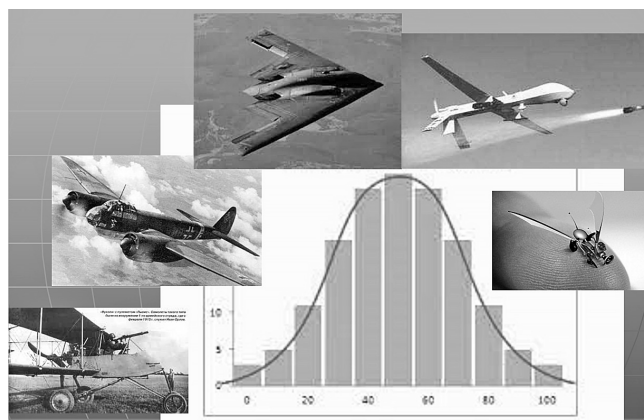


Рис. 19. Диалектика развития военной авиации  
Рост большинства показателей сменяется падением.  
Однако эффективность соответствующего оружия возрастает.  
Малые выигрывают у большого.  
Точность выигрывает у ударной мощи

Вначале растет скорость, высота и грузоподъемность самолетов. Самолетов и летчиков очень много, как и следует из логики индустриального развития. Затем появляются стратегические бомбардировщики. Их стоимость в последнее время колеблется между \$1 и \$2 млрд., их несколько десятков, но именно они несут значительную часть всего ядерного запала сверхдержавы.

Индустриальная эпоха заканчивается, и начинается постиндустриальная фаза развития цивилизации, в которой *один* объект может радикально изменить ситуацию. Можно вспомнить Карибский кризис. Джон Кеннеди спросил своих генералов, гарантируют ли они, что *ни одна* советская атомная бомба не окажется в Америке. Отрицательный ответ военных определил позицию президента, а во многом и финал самого Карибского кризиса.

И уже на этом этапе становится ясным, что именно человек становится самым уязвимым и ненадежным элементом многих систем вооружений. Компьютерные и космические системы во многих случаях становятся быстрее, точнее, эффективнее тех боевых систем, в которых задействован человек. Кроме того, он намного дешевле тех видов оружия, где нужны люди, — ведь в последних масса усилий уходит на то, чтобы обеспечить их защиту, безопасность... На сцену выходят беспилотники. В течение многих столетий разные виды оружия соперничали друг с другом. В настоящее время беспилотники в воздухе, в космосе, на воде и под водой, на суше уверенно выигрывают у оружия индустриальной эпохи. При этом системы, которые отработывались в ходе создания стратегических вооружений, приходят на поле боя в локальных конфликтах.

Это наглядно показывают боевые действия на Украине. Системы ПВО настолько совершенны и разнообразны, что риск полетов самолетов над территорией противника становится слишком большим. Приходится искать другие средства поражения.

Противотанковые ракеты почти в тысячу раз дешевле танков, которые они поражают. Именно поэтому зачастую танки стреляют с закрытых позиций.

Беспилотники и космические системы принципиально преобразовали ход боевых действий. Если в про-

плом скрытность была одним из ключевых инструментов полководца, то современные средства наблюдения сделали «прозрачными» и поле боя, и тыл. Конечно, это изменило и тактику, и логистику. Это сделало иной войну — появилась возможность поражать *только* военные объекты, оборонные предприятия и инфраструктуру, избегая жертв среди мирного населения.

Следующий уровень, на который позволяют выйти современные и перспективные технологии, — это действия стай и команд роботов, решающих общую задачу. Происходит переход к «безлюдным войнам». Стая «кремниевой саранчи» может превратить основную часть используемых вооружений в бесполезный металлолом, парализовать инфраструктуру и жизнь в больших городах. Очевидно, здесь тоже нужно срочно заключать международные договоры, чтобы мир не втянулся в этот разрушительный виток гонки вооружений.

Схожая ситуация имеет место в космосе. В начале космической эры на орбиту выводились огромные корабли. Достоинством баллистических ракет считалась возможность нести большой груз. Однако и здесь происходят перемены, в соответствии со сценарием Лема. Вместо запуска одной тяжелой ракеты, за которой достаточно следить структурам противника, можно иметь сотню малых, каждая из которых помещается в морском контейнере и, тем не менее, может доставить боеголовку на другой континент. На следующем этапе возникают группировки, среда из объектов, решающих общую задачу. Уничтожение одного, и даже большей доли их, не изменит ситуацию, — его заменят оставшиеся и выполнят его функции. В одном запуске начали выводить на орбиту много десятков космических аппаратов. Идеи системного анализа благодаря компьютерным и космическим технологиям начали всё более широко применяться на практике.

Осталось сделать два шага, которые принципиально изменят войны.

Первый шаг связан с автоматизацией боевых устройств. Машина должна определять «свой» или «чужой» и уничтожать «чужого», если ей дано такое задание. В самом деле, ахиллесовой пятой современных беспилотников является их постоянная связь с оператором. Именно её и прерывают антидроновые ружья. Автоматизированный объект оказывается неуязвим относительно большинства средств, которые применяются против него сегодня.

Конечно «игры машин» могут оказаться достаточно сложным делом, но перспектива такого шага очевидна.

Второй шаг — управление боевыми средствами из космоса. Это неудобно делать с геостационарной орбиты (35786 км), — задержка сигнала составляет 119 мс. Это слишком много для многих видов вооружений. Однако если спутник находится на высоте 550 км (как в системе Starlink Илона Маска), то время задержки составляет 1,8 мс. И это совсем другая картина. Появляется возможность очень многими боевыми средствами управлять из космоса.

Человек является самым дорогим, ценным и важным ресурсом в системах вооружений. Разумеется, следует помнить что каждый человек — это целый мир. Кант доказывал, что к человеку следует относиться как

к цели, а не как к средству. В любом случае важно сохранить своих людей. Самолет без пилотов, танки без водителей, корабли без матросов дают для этого все возможности. Современные компьютеры и системы искусственного интеллекта позволяют осуществлять стандартные действия по управлению боевой техникой не хуже, чем человек. Системы управления с космическим и воздушным сегментом позволяют организовать взаимодействие различных инструментов вооруженной борьбы. Возникают перспективы войны «машин против машин», в которой ракеты ориентированы на поражение не живой силы и населения, а военных объектов и инфраструктуры противника. Развитие идет именно в этом направлении. Без большого боевые действия на Украине можно сравнить с «Первой мировой войной с применением беспилотников».

Реализация этих двух шагов, вероятно, определит предстоящую *революцию в военном деле*, если об ограничении в создании вооружений в ряде направлений сейчас не удастся договориться. Этот виток возможной гонки вооружений несет новые риски. Это война в киберпространстве и в космическом пространстве. В отличие от войн индустриальной эпохи, в которых речь шла о возможном уничтожении миллионов людей, здесь логика может быть совсем другой. Руководство страной осуществляет около 80 человек, — остальная часть управленческого аппарата только выполняет принятые ими решения. В ходе войны вполне достаточно оставить этих людей без связи и информации, лишить инструментов управления. После окончания войны вполне достаточно поставить на эти 80 позиций людей, которые просто будут выполнять указания победителей.

Информация, которая может быть получена благодаря космической, воздушной, компьютерной разведке, принципиальна: «Сейчас один бомбардировщик F-117, совершив один вылет и сбросив одну бомбу может выполнить задачу, для решения которой во Второй мировой войне нужно было 4,5 тыс. вылетов бомбардировщиков B-17 и сброса 9000 бомб, а во Вьетнаме 95 боевых вылетов и сброса 190 бомб» [87: 119].

Сегодня в основе действия многих видов оружия лежит информация, а не объем боевой мощи.

Глава космического командования США Дональд Дж. Кутин утверждал: «при будущих уменьшенных, преобразованных силах мы еще больше будем полагаться на космос. Космические вооружения будут на авансцене» [87: 152]. Растущее значение военного космоса может изменить весь облик обороны и нападения. При этом принципиальна интеграция, согласованное развитие космических и информационных систем. Обратим внимание на оценку одного из ведущих американских экспертов в области обороны Н. Мунро: «Превосходство в информации или знаниях может выигрывать войны. Но это превосходство невероятно непрочно. «В прошлом, — пишет Мунро, — когда у вас было пять тысяч танков, а у противника только тысяча, у вас могло быть превосходство пять к одному, но испариться оно может в один миг от сгоревшего предохранителя». Или от лжи. Или от неспособности защитить своё преимущество от тех, кто хочет его украсть».

Причина этой непрочности в том, что знание как ресурс сильно отличается от прочих. Оно неистоцимо. И его могут применять обе стороны одновременно. И оно не линейно — то есть малые причины могут вызывать непропорциональные последствия. Крошечный кусочек верной информации может дать колоссальное стратегическое или тактическое преимущество. Нехватка этого кусочка может привести к катастрофе» [87: 222,223].

Это особенно наглядно проявляется в войне сильного противника с более слабым. В «Первой кибервойне» или «Войне в Заливе» между США и Ираком в 1991 г. американцы «ослепили» армию Саддама Хусейна, лишив его информации и связи.

Стоит обратить внимание на качественное изменение вооруженных сил, согласующееся с тем, что происходит в сфере производства. В последней всё большая доля населения работает за экранами, зачастую не выходя из дома. Во многих случаях люди видят информацию, получаемую космическими системами и действуют в соответствии с ней.

Тоффлер в этой связи пишет: «Мы видели, что по мере развития экономики меняется отношение «основного» и «вспомогательного» труда. Аналогичная тенденция наблюдается в военном деле... Солдаты говорят не об «основном» и «вспомогательном» труде, но о «зубе» и «хвосте»... Генерал Пьер Галуа отмечает: «Соединенные Штаты послали к Заливу 500 000 человек, и было ещё от 200 000 до 300 000 войск резерва и обеспечения. Но на самом деле войну выиграли всего две тысячи человек. Хвост вырос до невероятных пропорций. В этот хвост попали даже программисты, — как мужчины, так и женщины, — оставшиеся в США, и некоторые из них работали на своих ПК, находясь дома».

Опять таки: что происходит в экономике, повторяется в армии» [87: 123].

Принципиальным оказывается согласованное и скоординированное развитие космических и информационных систем. Быстродействие вычислительной техники в течение многих лет росло в геометрической прогрессии (см. рис. 16). К сожалению, Россия, по сути, сегодня не участвует в этой компьютерной гонке. Не следует сбрасывать со счетов результаты российских реформ, техническую сферу. Если ориентироваться на возможные конфликты, затрагивающие космический сегмент обороны, то надо быстро восполнить отставание в информационно-телекоммуникационной области. Спутник является важным инструментом системы обороны, поэтому естественно у ведущих держав возникли инструменты противостояния им. В частности, к последним относятся *спутники-инспекторы*.

Это небольшая платформа, которая может менять свою орбиту, подлететь к космическому аппарату, выяснить, в каких радиочастотах он излучает, и перехватить данные, которые он передает. При необходимости облачко пыли может парализовать работу космического разведчика. Не следует рассчитывать на какие-то договоры и соглашения, которые, тем более, американцы не считают нужным соблюдать. Мы здесь находимся в «серой зоне». Нынешнюю ситуацию можно сравнить с противоборством военных кораблей в море — манев-

ры, уворачивания, атаки, другие действия, разворачивающиеся в околоземном пространстве» [94].

Кроме того, можно обратить внимание на отечественную противоракету А-235 «Нудель». Испытания показали, что она может уничтожить не только межконтинентальные баллистические ракеты, но и спутники. Это оружие, которым надо пользоваться с большой осторожностью. В американском журнале *National Interest* утверждается, что «уничтожение даже одного спутника противоракетой создаст вокруг планеты облако опасных обломков, которые, проносясь со скоростью 17500 миль/ч, могут представлять кошмарную угрозу для других спутников любой нации на протяжении десятилетий или даже столетий» [95].

Тонкое, точное и сложное оружие имеет свои риски. Конечно, одного спутника мало. Однако страна, желающая воевать, но не имеющая большой группировки на орбите может «занудить» космос, организовав ряд взрывов на орбите. При этом на ближайшие 200 лет человечество может остаться без космических перспектив. Облака обломков космических аппаратов, летящих на огромных скоростях, сделают риски космических запусков неприемлемо высокими. Но при этом ведущие державы также останутся без своих космических возможностей.

У «слабых» есть и другие варианты лишения «сильных» своих позиций в космосе.

Ещё один риск можно назвать *война с неизвестным противником*. И космические, и компьютерные системы являются элементами сложной системы управления. Малые воздействия могут привести к неверному срабатыванию системы или к ее разрушению. Естественно, противник постарается, чтобы эти разрушения были и в нужное время сработали. При этом мы даже можем не узнать, кто автор организации неверного функционирования или разрушения, приписав это известным нам врагам. Открывается огромное поле для провокаций.

Из истории известно несколько случаев, когда компьютерные системы американской армии давали сигнал, что СССР переводит силы ядерной триады в положение, предвещающее удар по Америке...

Приведем пример, показывающий, что сейчас системы управления вооружениями и оборонными комплексами находятся под дамокловым мечом. Ядерная программа Ирана вызывает беспокойство у элит Израиля и США, которые стремятся затормозить её. Чтобы добиться этого был создан компьютерный вирус *Stuxnet*. Судя по данным американской прессы, израильтяне построили целый комплекс, имитировавший иранские установки для обогащения урана. На «имитационных центрифугах» отработывалось внедрение вируса в систему и атаку на неё. История попадания этого вируса в систему управления центрифугами в Иране могла бы стать основой для захватывающего детектива. Опустим детали. Вирус, попадая в систему управления, заставлял вращаться центрифуги для разделения изотопов гораздо быстрее, чем предусмотрено. В результате вирус *Stuxnet* в 2010 г. поразил 1368 из 5000 центрифуг по обогащению урана на заводе в Натанзе, а также сорвал сроки запуска атомной электростанции в Бушере. Заказчик диверсии формально

не известен. Причиненный ущерб отбросил ядерную программу Ирана на несколько лет назад. [96]

Нетрудно предположить, что и наши инструменты находятся в сетях системы управления Запада и ждут своего часа, и соответствующие образцы программного обеспечения Запада находятся в отечественных сетях. Технологическое развитие привело к тому, что мы начали играть в очень опасную игру...

Ещё один вариант опасных военных технологий можно назвать «вместо человека». Компьютерные системы могут действовать существенно быстрее людей, обрабатывать огромные объемы информации, наконец, во многих случаях их не надо защищать. Начатое одной машиной может сделать другая. К тому же стремительно развиваются методы использования стай и команд. На парадах уже демонстрируются стаи в 1000 беспилотников, управляемых *одним* летательным аппаратом. В полной мере это относится и к космическому сегменту обороны. Системы с искусственным интеллектом многократно усилили возможности вычислительных машин. Компьютеры выигрывают в шахматы, в го, в также во много других игр, превосходят чемпионов мира. Естественно возникает соблазнительная стратегия *вообще обойтись без людей в ходе военных действий*. Наличие видов оружия, действующих самостоятельно, без контроля операторов, усиливают эту тенденцию. На первый взгляд, кажется, что остался один шаг до этой удивительной, новой реальности...

Именно его-то и нельзя делать! Имеет место так называемый *барьер Лема*. «Там, где поражение от победы отделяют *часы* (или дни) и *километры* (или сотни километров), а любая ошибка командования может быть исправлена переброской резервов, умелым отступлением или контратакой, то роль случая можно с успехом свести к минимуму.

Но там, где успех боевых операций зависит от микрометров и наносекунд, на сцену, подобно новому богу войны, предрешающему победу или разгром, выходит случайность в чистом и как бы увеличенном виде, пришедшая к нам из микромира, из области физики атома...

Появляющиеся одна за другой новые системы оружия характеризовались возрастающим быстродействием, начиная с *принятия решений* (атаковать или не атаковать, где, каким образом, с какой степенью риска, какие силы оставить в резерве и т.д.); и именно это возрастающее быстродействие снова вводило в игру фактор случайности, который принципиально не поддается расчету. Это можно выразить так: системы неслыханно быстрые ошибаются неслыханно быстро» [93: 550,551]

Грустно, если апокалипсис состоится из-за случайной ошибки, некорректности в программе или неверно сработавшего сенсора. Введение в игру систем с искусственным интеллектом не улучшает, а ухудшает ситуацию. Исследования показали, что во многих системах искусственного интеллекта имеют место *галлюцинации*.

Эта логика ведет нас к очевидному выводу: *последние решения должен принимать человек*. Нам надо не ускорять, а замедлять принятие решений в военной сфере, чтобы у людей был шанс избежать *неоправданного*. Чтобы отодвинуться от края завтрашной

пропасти ведущим державам надо об очень многом договариваться. Мудрость сегодня должна позволить избежать кризиса и катастрофы, связанной с военным столкновением завтра.

Стоит обратить внимание еще на один момент. Население страны должно в значительной степени одобрить войну, которую ведет их держава, даже если действия разворачиваются за тысячи километров от него. Например, большинство американцев уверены, что их «не достанут», какие бы события ни происходили в других частях планеты. Конечно, это не так. События и в Палестине, и на Украине многие американцы рассматривают как междоусобицу между мятежными провинциями или как компьютерный фильм. Тоффлер перечисляет 6 инструментов, которые позволяют формировать массовое сознание американцев таким образом: «все эти годы регуляторы в погонах использовали одни и те же шесть инструментов. Это как гаечные ключи, предназначенные для выкручивания мозгов.

Один из наиболее употребительных — обвинение в зверствах...

Второй общеупотребительный инструмент — гиперболизация, раздувание ставок, стоящих на кону в битве или в войне...

Третий гаечный ключ в сумке военного регулятора — демонизация и (или) дегуманизация противника...

Четвертый инструмент — поляризация. «Кто не с нами, тот против нас».

Пятый — заявление о божественной миссии...

И наконец, самый, быть может, мощный ключ из всех — это метапропаганда, направленная на дискредитацию пропаганды противника... Её цель — недоверие оптом, а не в розницу» [87: 248–251].

Отсюда видны контуры космического аттрактора.

– *Учитывая весьма небольшое количество спутников России на орбите по сравнению с группировками США и Китая акцент должен быть сделан на спутниках-инспекторах и других инструментах, способных уничтожить наиболее опасную часть орбитальной группировки противника.*

– *Система спутников Starlink и другие подобные системы коренным образом меняют военное дело — сосредоточение войск, логистика, расположение штабов, складов и вооружений. Туман войны рассеивается, России надо иметь глобальную низкоорбитальную группировку, а в её отсутствие в настоящее время восполнять необходимый информационный поток другими инструментами наблюдения и разведки.*

– *«Ахиллесовой пятой» космической группировки России является отставание нашей страны в развитии собственного информационно-телекоммуникационного комплекса, нужны свои, производимые в России, компьютеры. Без этого из числа ресурсных доноров России не вырваться.*

– *Барьер Лема, перспективы сферомехики и освоения Луны в военных целях, реальная возможность «войны с неизвестным противником» заставляют заключать договоры в области космических систем и ряда других высоких технологий. Эпосы многих народов включают переход к новому образу жизни после большой масштабной войны. Было бы очень важно*

договориться о контурах новой реальности без новой разрушительной войны.

– Основным объектом и субъектом изменений в новой реальности является человек. Однако по-прежнему войны выигрывает, как говорил Бисмарк, «школьный учитель и приходской священник». Основная часть мира не представляет смыслов, ценностей, действий, культуры нашей цивилизации. Воевать, как известно, лучше с тем, кого не знаешь и не понимаешь. Космический сегмент информационного пространства России может существенно изменить ситуацию к лучшему.

### Космический аттрактор в научном пространстве

*Слышал легенду  
Будто когда-то  
Эту страну населяли гиганты  
Будто бы жили  
Странной судьбою:  
Были готовы к работе и к бою  
От недостатка  
Хлеба и мяса  
Бредили Марксом, Победой и Марсом  
Снежной тайгой,  
Арктикой хмурой,  
Яркими звездами над Байконуром...*  
А. Гуськов

Вероятно, надо дать ответ на ключевой вопрос, касающийся научных исследований. Что мы хотим узнать?

Оглянемся в прошлое. Почему гелиоцентрическая система Николая Коперника (1473–1543) положила начало первой научной революции и оказала очень сильное влияние на прогресс? По очень простой причине. В геоцентрической системе Птолемея Земля занимала исключительное, уникальное положение, а чтобы найти расположение планет на небосводе нужны были сложные геометрические построения от 35 до 90 окружностей, параметры которых не выводились из чего-то более простого. Естественно всё внимание богов или других высших сил в древних мифах или мировых религиях сосредотачивались именно на уникальной Земле, занимавшей центральное место в мироздании. Вспомним «Илиаду» и «Одиссею», из которых во многом и выросла европейская культура. Но если планет много, то рассчитывать на серьезное отношение богов, вникающих в наши дела, не приходится... Надо надеяться на себя и строить картину мира по-другому. Коперниковского импульса оказалось достаточно для пятивекового развития естественных наук.

Но сейчас они вновь переживают кризис! Их ключевыми направлениями были попытки понять мегамир, осмыслить рождение Вселенной, построить теории, описывающие происходящее на миллиардах световых лет от нас. Альтернативой было исследование всё более и более мелких фрагментов реальности. Но, как пронципально заметил Нильс Бор: «Всё, что мы называем реальным, состоит из вещей, которые не могут рассматриваться как реальные». Дело в том, что естественные науки должны опираться на эксперименты, которые мы можем повторять вновь и вновь, пока не поймем про-

исходящее. Но со Вселенной так не получается — она дана нам в единственном экземпляре. Не оправдались и надежды на Большой адронный коллайдер — ученые не получили того, что ожидали, что могло бы радикально изменить их взгляд на мир. Коллайдер-то у нас тоже один! Мы не можем повторить эксперименты на другом приборе, и это кардинально отличается от традиции естественных наук. Как быть? «Несмотря на то, что две наши интеллектуальные экспедиции направились в противоположных направления — в сторону самого большого и в сторону самого малого, — они привели в одно и то же место — в царство математических структур» [97: 558].

И на этом этапе наука превращается в искусство. Например, академик Я. Б. Зельдович надеялся связать микро и мега, создавая космомикродинамику. В самом деле, создать ускоритель элементарных частиц в 100 раз превышающий по размерам Большой адронный коллайдер, видимо не удастся, а значит, и детально исследовать частицы с соответствующими энергиями. Но ведь такой ускоритель уже есть — это Космос и его динамика определяется свойствами микрочастиц, возникающими по ходу его развития. И можно попробовать поставить *обратную задачу* — по наблюдению нынешнего Космоса определить свойства микрочастиц. Те, кто имел дело с обратными задачами, знает, что решений они обычно имеют очень много, и должны быть веские соображения, позволяющие выбрать из многого одно. Тем более, что свойства нашей Вселенной определяются, судя по нынешним воззрениям, 32 параметрами [97], которые разложились так удачно, что в нашей реальности есть жизнь.

Конечно, тут возникает множество удивительных соображений и парадоксов. Например, в результате каждого изменения в интерпретации квантовой механики Эверета вселенная ветвится. В одной вселенной после измерения оказывается, что спин направлен вверх, в другой, далее не взаимодействующей с ней, — вниз. Интересно, сколько же вселенных мы породили, работая с этим текстом? В теории квантовой телепортации предполагается, что сигнал распространяется бесконечно быстро, но с его помощью нельзя передать информацию.

Возможный выход понятен. Наука дает знания, позволяющие управлять, и это естественно ограничивает диапазон масштабов, процессы на которых для нас особенно важны. Например, от тысячной доли размера протона до расстояния до ближайших звезд.

Что могло бы сейчас дать такой же мощный импульс естественным наукам, как гелиоцентрическая концепция Коперника? Конечно, открытие жизни в других мирах! Одному из авторов этого текста довелось работать в исследовательской программе академика Э. М. Галимова, посвященной этой проблематике [98]. В основе этой программы лежала теория самоорганизации или синергетика. Если считать, что жизнь — неустойчивость, возникающая в открытой, нелинейной, далекой от равновесия системе химических реакций, то выясняется, что нет никаких принципиальных ограничений для такого типа самоорганизации. С этих же позиций рассматривалось возникновение генетического кода — своеобразного

«языка» передачи наследственности, фактически единого для всех обитателей Земли. Если считать, что этот язык сформировался случайно, то в этом случае время такого процесса превосходит все разумные пределы, но если учитывать процесс самоорганизации, то получаются вполне приемлемые сроки. [99]. Судя по этим физическим соображениям, жизнь во Вселенной должна возникать вновь и вновь. Очень интересно найти другие варианты жизни или её остатки. Это позволит разобраться, что в нашей биосфере является типичным и закономерным, а что случайным.

Ещё больший интерес представляет наличие цивилизаций. В 1960 г. Фрэнк Дрейк предложил формулу, оценивающую вероятность нашего контакта с другими цивилизациями

$$N = R \cdot f_p \cdot n_e \cdot l_i \cdot f_i \cdot f_e \cdot L,$$

где  $N$  — количество разумных цивилизаций, готовых вступить в контакт;  $R$  — количество звезд, образующихся в год в нашей галактике;  $f_p$  — доля солнцеподобных звезд, обладающих планетами;  $n_e$  — среднее количество планет (и спутников) с подходящими условиями для зарождения цивилизации на звезде, обладающей планетами;  $f_i$  — вероятность зарождения жизни на планете с подходящими условиями;  $f_i$  — вероятность возникновения разумных форм жизни на планете, на которой есть жизнь;  $f_e$  — отношение количества планет, разумные жители которых способны к контакту и ищут его, к количеству планет, на которых есть разумная жизнь;  $L$  — время, в течение которого разумная жизнь существует, может вступить в контакт и хочет этого.

Многие из этих коэффициентов по-разному оценивались разными группами исследователей. По оценке Дрейка,  $L = 1000$  лет. Для нашей цивилизации  $L$  можно отсчитывать с 1938 г., со времени создания радиоастрономии<sup>8</sup>.

Имеет место парадокс, сформулированный в 1950 г. выдающимся физиком Энрико Ферми<sup>9</sup>. Этот парадокс состоит в следующем. Судя по формуле Дрейка, должно быть значительное количество технологически развитых цивилизаций, готовых к контакту с нами. С другой стороны, отсутствуют какие-либо наблюдения, подтверждающие это. Где зонды, космические корабли или радиопередачи? Отсюда следует, что либо наше понимание природы не учитывает принципиально важных моментов, либо наши наблюдения неполны и ошибочны.

Было выдвинуто множество гипотез для объяснения этого парадокса — от представлений об уникальности нашей формы жизни до «гипотезы зоопарка», исходящей из того, что более развитые цивилизации не считают нужным давать нам знать о себе в силу начальной стадии нашего технологического развития...

Судя по представлениям экологии, наш вид занимает позицию абсолютного хищника, своеобразной «раковой опухоли» на теле биосферы, потребляющей

все доступные ресурсы и уничтожающей остальные виды. Как это обычно бывает в нелинейных системах, со временем все большую роль начинают факторы, ограничивающие наш рост, которые, в конце концов, могут привести к катастрофе. Тысяча лет — очень небольшое время по космическим масштабам.

Значение ответов на вопросы о других формах жизни во Вселенной или иных цивилизациях трудно переоценить. Ответы на них могли бы не только дать импульс современной науке, но и определить наше будущее.

Огромные достижения астрономии сделали проблему поиска новых форм жизни во Вселенной ещё более актуальной. Эти достижения связаны с открытием *экзопланет* — планет, находящихся за пределами Солнечной системы. Первые экзопланеты были обнаружены в конце 1980-х гг. Огромную роль в открытии экзопланет сыграли выведенные в космос телескопы. По состоянию на середину декабря 2023 г. подтверждено существование 5573 экзопланет в 4111 планетных системах. Общее количество экзопланет в галактике Млечный путь оценивается не менее, чем в 100 млрд., из которых от 5 до 20 млрд. являются «землеподобными». Общее число обитаемых экзопланет в нашей галактике ученые оценивают в 300 млн. Кроме того, 34% солнцеподобных звезд имеют в обитаемой зоне планеты, сравнимые с Землей<sup>10</sup>.

Вероятно, что императив развития научного космоса заявленный Э. М. Галимовым, сейчас стал очевиден: «Нужно понять, что сегодня исследование Солнечной системы, изучение внеземного вещества, химического строения Луны и планет, поиск внеземных форм жизни, понимание физики Вселенной — это передовая линия фундаментальной науки. Современные космические исследования следует рассматривать не как одно из направлений или разделов науки. **Без результатов, полученных в космических исследованиях не полноценны ни физика, ни биология, ни химия, ни геологические науки.** Это всё равно, как если бы в XIX в. в какой-либо стране решили развивать науку, игнорируя существование электрических явлений и ожидания «инноваций» только от паровых двигателей. Принимали бы такую науку, да и такую страну всерьез?» [100: 10].

В 1961 г., когда в космос полетел Юрий Гагарин, давались оптимистические прогнозы развития космической эры. — 1971 г. — полет на Марс, 1981 г. — полет на Венеру, 1991 г. — обитаемые орбитальные станции, начало XXI в. — строительство первых городов на Луне.

Сергей Павлович Королев планировал осуществить полет на Марс в 1974 г. В 1967 г. в Институте медико-биологических проблем была осуществлена годичная имитация полета на Марс трех исследователей. Эксперимент успешно закончился, но психологическая нагрузка на каждого из исследователей оказалась огромной.

XX в. в космосе был «временем первых» — первый спутник, первый человек в космосе, первая съемка обратной стороны Луны, первый луноход, и этот список

<sup>8</sup> [https://ru.wikipedia.org/wiki/Уравнение\\_Дрейка](https://ru.wikipedia.org/wiki/Уравнение_Дрейка)

<sup>9</sup> [https://ru.wikipedia.org/wiki/Парадокс\\_Ферми](https://ru.wikipedia.org/wiki/Парадокс_Ферми)

<sup>10</sup> <https://ru.wikipedia.org/wiki/Экзопланеты>

можно ещё продолжать и продолжать. Но это время закончилось по нескольким причинам. Чтобы размышлять о будущем надо разобраться в них.

Важнейшая проблема связана с двигателями для космических аппаратов. Ее прекрасно описал А. И. Первушин: «Циолковский выбрал в качестве критерия достижимости ракетами небесных тел способность развить скорости, равные скорости Земли при её движении по орбите (30 км/с). Он также показал, что даже при использовании самой легкой и высококалорийной смеси (водород + кислород) масса топлива в 193 раза будет больше массы ракеты... Когда речь заходит о реальной ракете, формула начинает обрастать коэффициентами, учитывая несовершенство ракеты, двигателя и т. д. Да и с водородно-кислородным топливом все непросто — символический клуб «водородных» держав, сумевших создать свой «национальный» водородно-кислородный двигатель, до сих пор намного скромнее клуба ядерных держав» [67: 62]. Атомный ракетный двигатель имеет свои серьезные проблемы. Его надо охлаждать и снабжать корабль огромными конструкциями, осуществляющими излучение «лишней» энергии.

Время первых породило профессию, сообщество, своеобразную культуру космонавтов. Космонавт Ю. М. Батурин написал большую книгу об этой профессии и о подготовке к полету. Он же предложил парадоксальную формулу: «Космонавт — это система профессиональных заболеваний, обладающая профессиональным здоровьем, позволяющим лететь в космос».

В своё время К. Э. Циолковский выступал не только как механик, инженер, но и как писатель-фантаст. Он писал: «Сначала неизбежно идут: мысль, фантазия, сказка, за ними шествует научный расчет, и уже в конце концов исполнение венчает мысль... Но нельзя не быть идее: исполнению предшествует мысль, точному расчету фантазия» [101: 50].

В своё время журналисты рассмотрели проекты, которые обсуждались в журнале «Техника — молодежи». Выяснилось, что почти все они оказались со временем реализованы, хотя и несколько позже, чем предполагали авторы. Видимо, то же самое сейчас происходит и с космическими проектами — важно, чтобы разрыв между желаемым и осуществившимся не оказался слишком большим. Работа в космосе опасна — с 1961 г. по 29.05.2018 там побывало 553 человека, и каждый двадцать второй погиб [101: 130].

Интересно признание нидерландского космонавта Андре Кейпера: «Если ты становишься астронавтом, в тебе есть авантюрная жилка. Ты делаешь странные вещи в трудных условиях. Ты бросаешь свою научную карьеру. Ты становишься глазами и руками науки. Я просто хочу в космос, даже если я там ничего не буду делать» [101: 161]. Он ждал своего полета в космос 19 лет. Это важная часть профессии. Очень многие несмотря на многолетние изнурительные тренировки, на свою подготовку и желание, так и не совершили полета, к которому готовились всю жизнь.

В ходе подготовки к работе в космосе Ю. М. Батурин вывел несколько правил, которым должен, по его мнению, следовать человек, связывающий свою судьбу

с космосом. Стоит обратить внимание на некоторые из них:

- Профессионализм берет верх над риском.
- Не оценивай мечту в категориях вероятности.
- В опасной ситуации поступай так, как делали до тебя, и останешься жив.
- В космонавтике мелочей нет. Так и в жизни. не пренебрегай «мелочами».
- Не позволяй страху ни сковывать тебя, ни управлять тобой. Страх — всего лишь сигнал.
- Сложная техника живет своей жизнью. Поступай так, чтобы она находилась в гармонии с твоей жизнью
- Решения принимаются и мыслями, и чувствами (рационально и эмоционально) [101].

Прежняя и нынешняя работа космонавтов заслуживает искреннего восхищения. Ее важнейшая часть — ликвидация поломок, предотвращение аварий, устранение чрезвычайных ситуаций на корабле. Помочь в космосе некому — приходится надеяться на себя. Более того, именно такой фантасты часто представляют работу космонавтов будущего. Фантаст Станислав Лем среди поломок и чрезвычайных ситуаций представлял жизнь своего любимого героя — пилота Пиркса [102].

История техники показывает, что эта ветвь развития связана с автоматизацией, с заменой человека машинами. По этому пути шла авиация — всё большее число задач удалось поручить беспилотникам. Очень тяжелым оказался переход от 3-го к 4-му поколению боевых самолетов. Огромные дополнительные нагрузки привели к тому, что при этом переходе многие пилоты утратили летное здоровье. Еще более трудным оказался переход от 4-го к 5-му поколению машин... Однако 6-го поколения военных истребителей, скорее всего, не будет — пилотов по мнению ряда ведущих экспертов заменят компьютеры и системы искусственного интеллекта. При этом будут сняты многие технические ограничения, связанные с использованием человека в такой технике. Естественно изменится тактика — там, где речь не идет о жизни пилота, уровень риска может быть гораздо большим.

Приведем фрагмент из статьи начальника Центра подготовки космонавтов (ЦПК) Сергея Крикалёва, показывающий, что в космической отрасли дела обстоят таким же образом. Он пишет: «Каждое поколение космических аппаратов выдвигало новые требования к деятельности экипажей. Требовало разработки современных тренажеров, уточнения методологических принципов и способов подготовки космонавтов.

Это было связано с тем, что непрерывно возрастала длительность и сложность полетов в космос.

Можно выделить три характерных этапа развития системы отбора и подготовки космонавтов, обусловленных существенным усложнением пилотируемых программ и связанных с принципиальным изменением её научно-методической базы.

*1 этап.* 1961–71 гг. связан с автономными полетами на транспортных кораблях типа «Восток», «Восход» и первых «Союзах» продолжительностью до 4 суток.

*2 этап.* 1971–77 гг. отмечен полетами на станциях «Салют» — «Салют-5» продолжительностью до 60 суток.



III этап начался в 1977 г. Его особенность — длительные (в среднем до 200 суток) полеты на долговременных станциях «Салют-6», «Салют-7», «Мир», МКС.

На первом этапе в подготовке космонавтов преобладали медицинские аспекты. В 1967 г. появился корабль «Союз» с расширенными возможностями управления со стороны экипажа, что привело к развитию инженерно-технической подготовки.

На втором этапе возросла сложность деятельности космонавтов. Экипажи, состоящие из двух человек, должны были освоить управление не только транспортным кораблем «Союз», но и станцией «Салют». Потребовалась дифференциация видов подготовки и их интеграция в единой программе.

Третий этап связан с дальнейшим усложнением деятельности космонавтов. Начало полетов в 1980 г. нового транспортного корабля типа «Союз-Т», управляемого бортовым цифровым компьютером, привело к принципиальному изменению технологии подготовки. Резко возросшая длительность пребывания на долговременных орбитальных станциях вызвала многократный рост физических, эмоциональных и информационных нагрузок на членов экипажей. Все это потребовало развития научно-методической базы подготовки, совершенствования методов послеполетной реабилитации космонавтов.

Одной из ключевых стала информационная проблема. Число полетных операций, управляющих воздействий и контролируемых параметров, используемых при управлении МКС, составляет десятки тысяч единиц. Объемы информации настолько велики, что освоить их в полном объеме практически невозможно. Требуется эффективное структурирование, снижение объема и повышение ценности информации, сообщаемой космонавтам. Совершенствование подготовки космонавтов идет именно в этом направлении» [103: 15].

График, показывающий увеличение продолжительности полета из статьи [103] (см рис. 20) показывает, что профессия космонавта приближается к пределу возможностей человека. Это естественный признак того, что скоро эти задачи возьмет на себя техника.

Во «время первых» космические полеты решали одновременно три задачи.

- *Открытие новых возможностей* — первый спутник, первый человек в космосе, первый луноход и т. д.
- *Получение научных результатов.*
- *Совершенствование космической техники.*

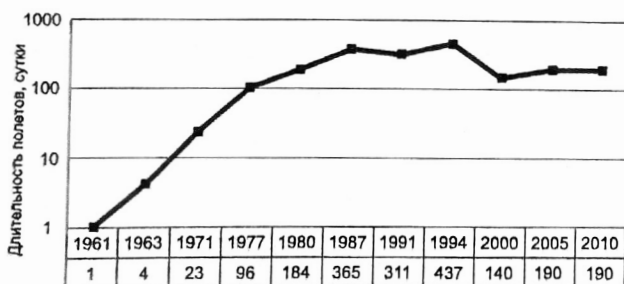


Рис. 20. Увеличение продолжительности космических полетов по годам в нашей стране

Научный космос все эти десятилетия активно развивался и сейчас эти задачи можно и нужно разделить. Обсудим подробнее каждое из этих направлений.

«Время первых» журналисты часто сравнивали с эпохой Великих географических открытий, длившейся с XV по XVII век. Именно в это время европейцами были открыты новые континенты, острова, территории, освоение которых повлияло на историю Европы и всего мира. Принципиальных отличий прошлой от нынешней ситуации три.

Мореплаватели были уверены, что, куда бы они ни прибыли, они найдут там людей, с ними можно торговать, их можно понять, с ними можно договариваться. Во-вторых, велика вероятность того, что удастся пополнить припасы, по мере необходимости, и после этого двигаться дальше. Очень важны были экономические соображения. Колумб-то искал путь в Индию и до конца жизни был уверен, что его нашел. Да и многие другие мореплаватели торговлю заморскими товарами имели в виду.

С космосом всё обстоит иначе. Что дает человеку посещение пустых, чуждых и весьма опасных островов? Удовлетворение собственной гордыни и толика информации, которая, скорее всего, окажется полезной лишь представителям следующих поколений.

Технологического прорыва не произошло. Мы и так представляем куда они могут долететь.

Разумеется, есть энтузиасты. Известность получила книга Р. Зубрина «Курс на Марс». В ней он пишет: «Ради науки, ради вызова, ради будущего — вот ради чего мы должны лететь на Марс» [104: 14]. «Мы собираемся послать экипаж на Марс не ради того, чтобы установить рекорд высоты и отчитаться об этом в «Авиационном альманахе». Мы хотим исследовать планету, чтобы понять, была ли она наполнена жизнью в прошлом, и узнать, может ли она стать домом для новой ветви человеческой цивилизации. Беспилотные зонды, пусть даже очень хорошо оснащенные, не способны выполнить эту работу... Чтобы узнать о Марсе действительно много, нам придется постоянно летать к нему, причем делать это часто», — продолжает он. [104: 225]

По оценке Зубрина полет на Марс в соответствии с нынешними представлениями требует \$500 млрд., а в соответствии с его подходом, предполагающим использование ресурсов самого Марса, предполагает затраты в \$50 млрд.

По-видимому, это вопрос будущего. Ближайшие 30–40 лет марсианские проекты будут за гранью наших технологических возможностей. Но возьмем более близкий и доступный объект — Луну. Нужны ли там поселения?

В ответе на этот вопрос есть и оптимисты, и пессимисты, и реалисты. Например, известный специалист по планетам Солнечной системы академик М. Я. Маров говорил: «Я думаю, что весь ход развития цивилизации приведет нас к необходимости это сделать. Человек — это говорил ещё К. Э. Циолковский — не останется вечно на Земле, и я абсолютно убежден, что именно Луна, а ни в коем случае не Марс — будет тем первым объектом, на котором возникнут достаточно серьезные объекты инфраструктуры, а затем, вероятно, и полномасштабная лунная база» [105: 134,135].

Директор Института космических исследований Л. М. Зелёный, вероятно, относится к реалистам: «Человек нужен на Луне, но не нужно ему там жить, а нужно работать вахтовым методом, примерно так, как у нас нефтяники осваивают арктические области. Обратная сторона Луны — действительно идеальное место для астрофизических наблюдений» [105: 137].

Генерального директора НПО им. С. А. Лавочкина В. В. Хартова можно отнести к пессимистам: «Мне кажется, что вот уж что лишнее на Луне, так это люди. Сейчас уже многое можно создать без присутствия человека, потому что появились 3D-принтеры... А человеку надо лететь только в том случае, если без его присутствия нельзя решить какую-то задачу, но пока таких задач не видно» [105: 136, 136]

Наверно, нас стоит отнести к пессимистам, считающим, что преодолеть пропасть нельзя в два прыжка. Первый аргумент связан с управлением рисками космических полетов.

Освоение космоса связано с высоким риском. И даже многократная проверка сверхсложных технических комплексов, создание больших организационных структур для управления, осуществления и обеспечения безопасности проектов не дает гарантий удачи.

28.01.1986 в результате взрыва внешнего топливного бака разрушился космический челнок «Челленджер», 7 членов экипажа погибли.

01.02.2003 за 16 минут до мягкой посадки взорвался челнок «Колумбия»; 7 членов экипажа погибли.

Эти катастрофы изменили траекторию развития космической отрасли, существенно замедлили её развитие.

Известно о 34 запусках к Луне советской, а затем российской космической программы, из них программа полета оказалась выполненной в 15 случаях.

Почему эпоха Великих географических открытий началась в XV в.? Корабль Колумба «Санта Мария» на наш сегодняшний взгляд кажется утлым суденышком, а расходы королевы Изабеллы и короля Фердинанда для организации экспедиции в Новый Свет не такими большими. Однако не стоит забывать, что понадобилось много веков, чтобы создать парусники, способные пересечь Атлантику, и люди, понимающие, как и почему это следует делать. По-видимому, в освоении космоса мы находимся в «доколумбовой эпохе».

В сказке «Конек-Горбунук» доброму молодцу всей нипочем — ни ключевая вода, ни кипяток, ни стремительные полеты за облака, и Конек всегда в трудную минуту поможет.

Многолетние исследования, проводившиеся в Институте медико-биологических проблем, Институте психологии, Центральном научно-исследовательском институте машиностроения (ЦНИИмаш) показали, что и отдельный человек, и коллектив долгое время работающие в экстремальных условиях, являются тонкими, сложными и весьма уязвимыми сущностями. Изменения образа жизни меняют и организм, и психику, и внутренний мир человека. И знаем мы об этом очень немного — гораздо меньше, чем нужно для обоснования серьезных проектов, связанных с длительным пребыванием людей в космосе.

Логика развития космической отрасли в её научном измерении приводит к тому, что именно компьютеры и системы искусственного интеллекта, запускаемые в космос, будут давать ответы на вопросы, задаваемые учеными. Дело в том, что мы создали инструменты, многократно превосходящие наши возможности в наблюдении, сравнении, анализе, действиях в формализованных ситуациях. Они действуют во многих случаях лучше, точнее и быстрее нас.

В течение многих лет исследователи многих стран летают на МКЦ. Вероятно, у них есть важные научные результаты. Но либо о них мало пишут, либо летать на эту станцию стало доброй традицией, либо дело в тонкой космической дипломатии, резоны которой не доступны пониманию.

С другой стороны, можно посмотреть на ключевые достижения в науке о космосе при все неполноте этого списка.

*Реликтовое излучение* — космическое сверхвысокочастотное фоновое излучение. Обладает высокой степенью изотропности и спектром, свойственным для абсолютно черного тела с температурой  $2,72545 \pm 0,0057$  К. Оно было предсказано теоретически Георгием Гамовым в 1948 г. в рамках теории Большого взрыва и обнаружено в 1965 г. При температуре плазмы 3000 К и примерном возрасте Вселенной 380 тыс. лет начали возникать атомы, и фотоны начали свободно перемещаться в пространстве. В 1983 г. был проведен первый эксперимент РЕЛИКТ-1 по измерению реликтового излучения с борта космического аппарата. Этот эксперимент позволил установить анизотропию реликтового излучения<sup>11</sup>.

Позже на основании данных эксперимента СОВЕ об обнаружении флуктуаций заявили американские ученые. В 2006 г. руководителям группы СОВЕ Джорджу Смуту и Джону Мазеру была присуждена Нобелевская премия по физике.

Сейчас это излучение исследуют радиотелескопы DASI (Degree Angular Scale Interferometer) и SPT (South Pole Telescope). До этого его исследовали космические радиотелескопы РЕКБРН-1 (СССР, 1983–84), СОВЕ (США, 1989–96), WMAP (США, 2001–09), Планк (ЕС, 2009–13).

Без преувеличения можно сказать, что реликтовое излучение является зеркалом, отражающим историю и крупномасштабную структуру Вселенной.

*Путешествие по Солнечной системе и за её пределами.* Миссия двух американских аппаратов «Вояджер-1» (запущен 05.09.1977) и «Вояджер-2» (запущен 20.08.1977) является одной из самых успешных и результативных за всю историю космонавтики.

Только один раз за 175 лет все планеты-гиганты — Юпитер, Сатурн, Уран и Плутон оказались в одной части Солнечной системы, и это дало шанс космическому аппарату посетить их.

«Вояджер-1» был в окрестности Юпитера и Сатурна, а «Вояджер-2» пролетел близко к Европе и Ганимеду — двум крупным спутникам Юпитера. Полученные данные позволяют предположить, что под ледяным

<sup>11</sup> [https://ru.wikipedia.org/wiki/Реликтовое\\_излучение](https://ru.wikipedia.org/wiki/Реликтовое_излучение)

покровом этих лун находятся океаны жидкой воды, и это шанс со временем увидеть другой вариант жизни.

«Вояджер-2» открыл 11 новых спутников Урана и два его кольца. Оказалось, что поверхность одного из этих спутников — Миранды — покрыта долинами и горными хребтами, говорящими о тектонической активности (см. рис. 21). Пролетая мимо Нептуна, «Вояджер-2» открыл 6 новых спутников планеты и гейзеры на Тритоне.

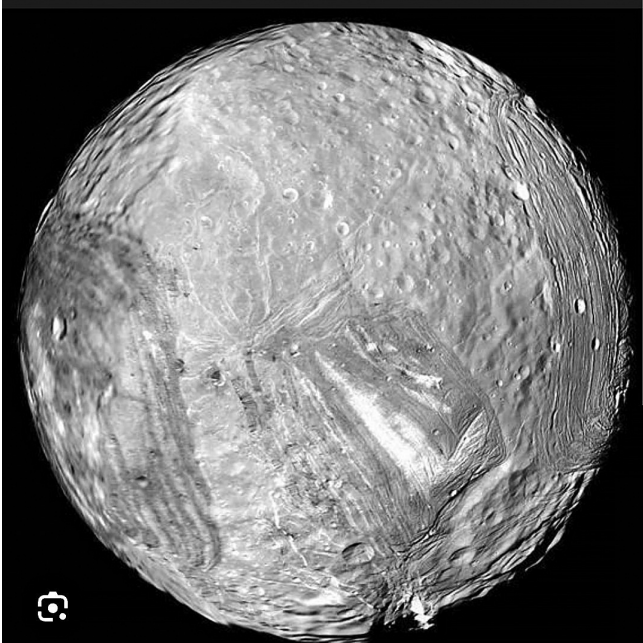


Рис. 21. Фотография луны Урана Миранды

Одно из выдающихся достижений космических исследований

Много неожиданного аппараты зафиксировали и за границами Солнечной системы. Они столкнулись не с линейным и постепенно убывающим магнитным полем, а с кипящей пеной из локально намагниченных областей протяженностью сотни миллионов километров каждый — подвижной ячеистой структурой, внутри которой линии поля постоянно разрываются и образуют новые области — магнитные «пузыри».

*Лунный грунт о рождение космической геологии.* Американский астрофизик Карл Саган писал: «Существуют фундаментальные вопросы, на которые каждое общество тем или иным путем ищет ответ — происхождение жизни, происхождение нашей планеты, происхождение природы и судьбы Вселенной».

Автоматическая станция «Луна-10» 24.09.1970 доставила 101 грамм лунного грунта (см. рис. 22). Позже эту задачу решали также советские аппараты «Луна-20», «Луна-24», а 16.12.2020 китайский аппарат «Чанъэ-5». У Луны много загадок. Обратим внимание только на одну, связанную с её происхождением. Американские ученые А. Камерон и В. Уард, ВХартман и Д. Дэвис 1975 г. выдвинули гипотезу, связывающую возникновение Луны с катастрофическим столкновением Земли и крупного космического тела (размером с Марс) (гипотеза мегаимпакта).

Анализ элементов и их изотопов, из которых состоит лунный грунт, исследование процессов испарения и математическое моделирование позволили акаде-

мику Э. М. Галимову и его сотрудникам выдвинуть альтернативный подход.

Галимов писал: «Десять лет назад я выдвинул гипотезу, смысл которой состоял в том, что Луна сформировалась не вследствие катастрофического удара, а как двойная система одновременно с Землей в результате фрагментации облака частиц. Так образуются двойные звезды. Железо, которым Луна обеднена, было утрачено вместе с другими летучими [элементами] в результате испарения» [106: 327,328],

Для естественных наук важнейшим событием является появление двух объектов для анализа вместо одного, существовавшего прежде. Появление нового поля исследований — космической геологии — наряду с прежде существующей земной, это полностью подтвердило.

*Открытие гравитационных волн.* Современная физика противоречива. Общая теория относительности и квантовая механика дают альтернативные картины нашей реальности. Поэтому важно и интересно найти эффекты, предсказанные этими теориями и проявляющимися на огромных масштабах. Таким эффектом является гравитационные волны, предсказанные Альбертом Эйнштейном на основании общей теории относительности. Такие волны представляют собой возмущения гравитационного поля, распространяющиеся подобно волнам.

При прохождении гравитационного поля расстояние между телами меняется. Трудность обнаружения гравитационных волн состоит в их очень малой величине.

Это становится ясно, если сравнить константу электромагнитного взаимодействия  $\alpha = e^2/\hbar c \approx 1/137$  и константу гравитационных сил  $\alpha_G = Gm_N^2/\hbar c \approx 0,5 \cdot 10^{-38}$ , где  $e$  — заряд электрона,  $\hbar$  — постоянная Планка,  $c$  — скорость света,  $G$  — гравитационная постоянная,  $m_N$  — масса нуклона.

Детектирование таких волн оказалось возможно с использованием интерферометра Майкельсона, позволяющего с большой точностью фиксировать изменение оптического пути света между зеркалами каждого плеча интерферометра.

При этом длина плеч должна была бы составить сотни километров. Ее удалось уменьшить, вводя в каждое плечо резонаторы Фабри-Перо, умножа-

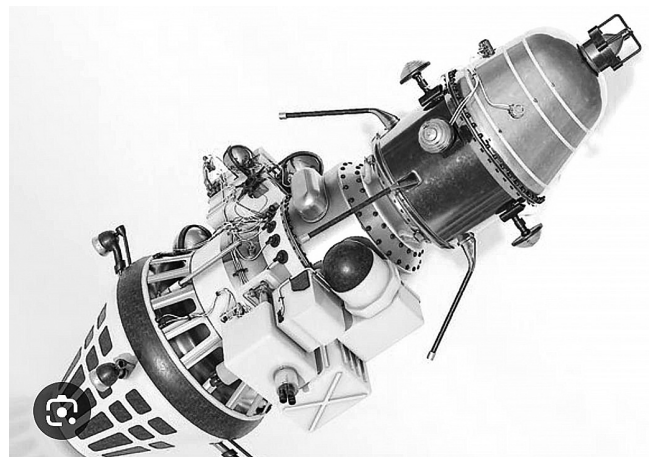


Рис. 22. Аппарат Луна-10

ющие длину пробега лучей. У коллаборации LIGO было два интерферометра с плечом по 4 км, у коллаборации VIRGO — один интерферометр с плечами по 3 км. Две исследовательские команды работали совместно. Сигнал слияния двух черных дыр был зарегистрирован 14.09.2015 этими двумя коллективами. По имеющимся оценкам массы черных дыр были около 36 и 29 масс Солнца. За десятые доли секунды в ходе их слияния была излучена энергия, эквивалентная трем массам Солнца. Произошло это грандиозное событие на расстоянии примерно 1,3 млрд. световых лет. Поразительно, что мы можем наблюдать события такого гигантского масштаба и строить теории, которые могут их описывать.

*Космические телескопы.* Важнейшим инструментом исследования космоса является телескоп. Первый в истории телескоп был изобретен итальянским ученым и священником Галилео Галилеем в 1609 г. С тех времен и до нынешних дней телескопы находятся на вершине научной и технической мысли. На Земле возможности телескопа-рефлектора определяются числом безоблачных дней в году и размерами зеркала-рефлектора. Приведем пример, показывающий сложность проблемы. В 1960 г. было принято решение о строительстве оптического телескопа в Зеленчукском районе Карачаево-Черкесии. Выдающийся математик, механик, президент АН СССР академик М. В. Келдыш активно поддерживал этот проект. Диаметр зеркала телескопа составляет 6 метров. В 1964 г. была отлита первая заготовка главного зеркала, которая медленно охлаждалась при заданном режиме более 2 лет. Создание зеркала заняло 10 лет, после этого решались сложные проблемы с логистикой, с его доставкой на вершину горы, затем телескоп начал активно использоваться.

Размещение телескопа в космосе не зависит от состояния атмосферы, появляется возможность регистрировать электромагнитное излучение в диапазонах, в которых земная атмосфера непрозрачна, прежде всего в инфракрасном диапазоне. Разрешающая способность телескопа в 7–10 раз больше, чем у такого же инструмента, расположенного на Земле. Поэтому многие важные и интересные космические проекты связаны с телескопами. Обратной стороной таких проектов является сложность их ремонта и обслуживания.

В качестве примера можно привести космический телескоп «Хаббл», запущенный в 1990 г. (см. рис. 23). Эта автоматическая обсерватория, вращающаяся вокруг Земли, была названа в честь американского

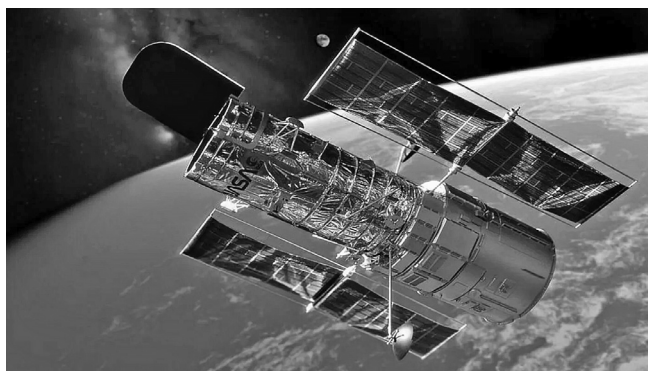


Рис. 23. Космический телескоп Хаббл

астронома Эдвина Хаббла. Она стала результатом совместного проекта НАСА и Европейского космического агентства. Волновой диапазон 0,11–2,4 мкм (ультрафиолетовый, видимый, инфракрасный). Важным достоинством космических телескопов является то, что им доступно излучение, приходящее через атмосферу, в частности, инфракрасное. Высота орбиты около 545 км, масса 11 т, диаметр рефлектора около 2,4 м<sup>2</sup>, площадь собирающей поверхности 4,5 м<sup>2</sup>. От начала проектирования до запуска на проект было затрачено \$2,5 млрд. (при начальном бюджете \$400 млн.), общие расходы на проект на 1999 г. превысили \$6,5 млрд.

В начале работы телескопа было выяснено, что имеет место неверная форма зеркала. Сдвиг возник произошел по вине техника, осуществляющего сборку прибора. Тем не менее, были созданы корректирующие системы. Обслуживание «Хаббла» производилось во время выходов в открытый космос в ходе четырех экспедиций. Они осуществлялись с помощью космических кораблей многократного использования «Спейс шаттл».

Объем, накопленный за время работы информации, превысил 80 Тбайт, около 4000 астрономов использовали его для наблюдений. Стоимость аппарата в 100 раз превышает стоимость сравнимого наземного телескопа.

Число значимых достижений, полученных с помощью этого аппарата, велико. Удалось получить высококачественные изображения столкновения кометы Шумейкера–Леви-9 с Юпитером в 1994 г. Впервые получены карты поверхности Плутона и Эриды. Открыты ультрафиолетовые полярные сияния на Сатурне, Юпитере, Ганимеди. Получены спектрометрические данные об экзопланетах. Найдено большое количество протопланетных дисков вокруг звезд в Туманности Ориона. Доказано, что процесс формирования планет происходит в большинстве звезд нашей галактики. Снимок «Столпы Творения» стал одним из самых известных снимков, полученных телескопом (см. рис. 24). Он наглядно показывает рождение новых звезд в Туманности Орёл. Частично подтверждена теория о сверхмассивных черных дырах в центрах галактик. Наблюдение квазаров позволили построить современную космологическую модель, расширяющуюся с ускорением, заполненную темной энергией и уточнен возраст Вселенной — 13,7 млрд. лет.<sup>12</sup>

Открываемая картина, связанная с исследованием космоса представляется парадоксальной. Состав вселенной представляется следующим (см. рис. 25)<sup>13</sup>. Построенная к настоящему времени физика относится к 4% материи — звездам и пр. и межгалактическому газу, в то время как 90% относится к темной энергии и темной материи, о которых у нас практически нет представлений. Другими словами, фундаментальные космические исследования последних десятилетий показали ограниченность нашего мировоззрения, представлений о Реальности. И это замечательный результат!

Сформулируем несколько выводов, касающихся аттракторов научного космоса России.

<sup>12</sup> [https://ru.wikipedia.org/wiki/Хаббл\\_\(телескоп\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Хаббл_(телескоп))

<sup>13</sup> [https://ru.wikipedia.org/wiki/Тёмная\\_энергия](https://ru.wikipedia.org/wiki/Тёмная_энергия)



Рис. 24. «Столпы творения»,

показывающие начальную стадию возникновения звезд

Это фото, получившее большую известность, один из впечатляющих результатов работы космического телескопа

Источник: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Столпы\\_Творения\\_\(фотография\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Столпы_Творения_(фотография))

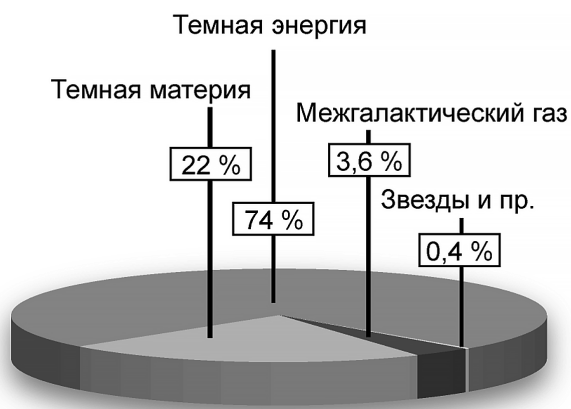


Рис. 25. Нынешнее представление о Вселенной показывают, что мы достаточно ясно представляем динамику четырех процентов имеющего вещества и различных полей

Источник: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Тёмная\\_материя](https://ru.wikipedia.org/wiki/Тёмная_материя)

— Для нашего мировоззрения и для космических исследований есть принципиальный вопрос. Существуют ли другие формы жизни и другие варианты сознания. Открытие экзопланет значительно увеличивает шанс найти ответ. Положительный ответ может дать импульс развитию науки на несколько столетий вперед.

— Усложнение работы космонавтов и космической техники, существенное число аварий и катастроф приводят к необходимости замены людей компьютерами и системами с искусственным интеллектом в космических экспедициях на ближайшие десятилетия.

— «Экологическая ниша» видов, обитающих на Земле, невелика. Ключевой является проблема — может ли человек жить где-либо кроме Земли.

— Со времен Галилея ключом к исследованию Вселенной является научное приборостроение, увеличение точности инструментов и повышение технологической культуры. Иного ключа к космическим успехам будущей

России нет. Следует самым активным образом развивать научное приборостроение в стране.

— Уровень научного космоса определяется тем, насколько быстрыми, эффективными и надежными являются компьютеры и телекоммуникационные системы, обеспечивающие анализ данных, их передачу и управление аппаратами. Такие системы являются «ахиллесовой пятой» отечественного космоса. Создание подобных систем — важнейшее направление развития.

— Цели важнее средств. Яркие, парадоксальные научные идеи для космических миссий важнее вопроса, на чем лететь. Чтобы преодолеть отставание от лидеров, надо расширить банк идей. Банк идей научного космоса в России должен быть гораздо шире, возможно благодаря не только отечественным, но и зарубежным исследователям.

— Принципиально быстрое внедрение изобретений, алгоритмов, новшеств, появившихся в научном космосе, в другие отрасли промышленности.

— Участие в международных научных космических проектах имеет смысл, если Россия в них выступает в качестве ведущего участника, а не наемной рабочей силы. Последнее сводится к тому, что ряд сотрудников таких проектов обычно оказывался во внешней или во внутренней эмиграции. При этом реализуемые в таких организациях миссии должны быть проектами мирового уровня не по названию, а по существу. Но этом уровне в течение многих лет работал Объединенный институт ядерных исследований в Дубне.

#### Совершенствование космической техники

Две вещи наполняют душу всегда новым и все более сильным удивлением и благоговением, чем чаще и продолжительнее мы размышляем о них, — это звёздное небо надо мной и моральных кодекс во мне.

И. Кант.

«Критика практического разума» (1788)

Исследование космического пространства показал, что космическим станциям на существующих технологиях доступны области в пределах Солнечной системы. Будем ли осваивать эти регионы космоса — вопрос открытый.

Фундаментальным вопросом является — доступны ли человечеству межзвездные путешествия и космическая экспансия, могут ли наши космические аппараты двигаться со скоростями, близкими к скорости света? Эти вопросы естественно возникают, и если мы думаем о больших характерных временах, а космическом аттракторе.

Размышляя об этом, мы возвращаемся к идеям Канта о пределах познания и возможностей человека и трем кантовским вопросам: «Что я могу знать? Что я должен делать? На что я могу надеяться?»

Конечно, рассуждения мыслителя о «вещах в себе» и незыблемых государственных законах далеки от нынешних реалий и вопросов, над которыми размышляют ученые. Но возможность и желательность межзвездной экспансии полностью укладывается в кантовскую логику.

Как достичь скоростей, близких к скорости света? В 1953 г. Эйген Зенгер написал книгу «К механике

фотонных ракет». Он рассчитывал, что удастся создать «абсолютный отражатель» для квантов, возникающих при аннигиляции вещества и антивещества. Однако для разгона корабля массой 100 т до скорости  $0,9c$  ( $c$  — скорость света — 299792 км/сек) потребуется 25 млн. т антивещества. По современным оценкам синтез *одного грамма* антивещества стоит \$10 трлн. [67: 379].

Естественно ученые ищут альтернативы. Исследовательская и инженерная программа Breakthrough starshot (Прорыв: Звездный выстрел) должен продемонстрировать технологию, позволяющую осуществить полет сверхлегкого беспилотного космического аппарата со скоростью  $0,2c$  и заложить основу для полета к Альфе Центавра в течение одного поколения. Этот проект был запущен в 2016 г. Ю. Мильнером и С. Хокингом и в настоящее время финансируется Юрием и Джулией Мильнер.

Система доставки включает в себя нанокraftы, включающие роботизированный космический аппарат) и световой парус. Сейчас появляется возможность создать пластину граммового масштаба, несущую камеры, фотонные двигатели, источники питания, навигационное и коммуникационное оборудование.

Нанотехнологии делают возможным создание парусов метрового масштаба, толщиной не более нескольких сотен атомов и массой в граммы. Заметим, что успехи в создании световых парусов были в нашей стране. В частности 04.02.1993 был проведен эксперимент «Знамя-2»: космический корабль «Прогресс-15» отстыковался от орбитальной станции «Мир», отошел на 160 м и развернул парус диаметром 20 м из металлизированной полимерной пленки толщиной 5 мкм (см. рис. 26) [107].



Рис. 26. Космический аппарат «Прогресс М-15» с развернутым солнечным парусом

Источник: [107].

Фазированные решетки лазеров потенциально могут давать энергию до 100 ГВт. При 50–70 ГВт космический корабль с массой в несколько грамм с парусом в 1 м за 10 мин будет разогнан до  $0,26c$ . Это позволит достичь Марса за 30 мин, пройти 1000 а. е. (1 а. е. соответствует среднему расстоянию от Земли до Солнца — 150 млн. км) за 12 суток и достичь Альфы Центавра примерно за 20 лет.

Профессор А. С. Дмитриев пишет: «Проекты типа «Starshot» с этой точки зрения выглядят как яркие вспышки надежды, связанной с возможностью в обозримом будущем прорваться в межзвездное пространство и достичь ближайших звезд в итоге этого прорыва. Появляется возможность создать технологии и технические средства, позволяющие изучать Солнечную систему на всю глубину и существенно менее затратно, чем с помощью средств классической космонавтики, к тому же со значительно большими скоростями исследования.

Важно ответить, что проекты такого типа, находящиеся на начальном этапе, требуют не гигантских материальных и финансовых затрат, а серьезной концентрации интеллектуальных усилий научно-технического и философско-идеологического сообщества... С этим у России и Союзного государства в целом всё в порядке». [107: 288,289]

Ещё один подход к межзвездным путешествиям связан со взрыволетами. «Отцом» этой идеи считают польского математика, одного из создателей водородной бомбы Станислава Улама. Идея проста — за корму корабля сбрасываются небольшие ядерные устройства, часть испаряющегося вещества ударяет по корме корабля, и тот летит вперед. Естественно взрыв вызывает огромное ускорение. Поэтому монтируется массивная плита-толкатель, между кораблем и плитой устанавливается амортизатор, аккумулирующий импульс и передающий его кораблю. Выдающийся физик XX в. Фримен Дайсон, участвующий в проекте, вспоминал: «Наш девиз был таков — Марс к 1965 году. Сатурн к 1970!».

Эти идеи воплощал проект звездолета «Орион». Судя по проекту, «Орион» был космическим кораблем, словно бы взятый из фантастического романа о далеком будущем. Его полезная масса измерялась тысячами тонн. Полторы сотни человек могли с удобствами расположиться в его комфортабельных каютах. «Орион» был бы построен подобно линейному кораблю, без мучительных способов снижения веса» (см. рис. 27) [67: 380]. Полет к Альфе Центавра должен был занимать на таком корабле от 40 до 100 лет.



Рис. 27. Таким виделся внешний вид взрыволета «Орион», который планировалось создать для межзвездных перелетов  
Источник: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Орион\\_\(взрыволёт\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Орион_(взрыволёт))

Программа развития «Орион» была рассчитана на 12 лет, расчетная стоимость \$24 млрд., что сравнимо с расходами на лунную программу «Сатурн-Аполлон». Программа «Орион» была закрыта в 1959 г. Идею взрывов поддерживали Карл Саган и Андрей Сахаров.

Стоит обратить внимание на проект звездолета «Дедал», выполненный в 1972 г. под руководством Алана Бенда. Над проектом работало 300 специалистов, а в качестве цели зонда была выбрана звезда Баркарда. В проекте предполагается использовать термоядерный синтез, а в качестве топлива — смесь из дейтерия и гелия-3. Последний предполагалось извлечь из атмосферы Юпитера.

Работы в направлении, связанном со взрывоопасными, продолжаются. К проблемам с радиоактивным загрязнением и опасности аварий таких конструкций требуют самого серьезного отношения. Однако путь к звездам для нас не закрыт

### Космос и общее дело

*Можно понять космос, но не себя; расстояние между человеком и его внутренним «Я» подчас больше, чем расстояние до звезд.*

*Г.К. Честертон*

Суть проблемы сформулировал герой романа «Солярис», написанного выдающимся фантастом, футурологом и философом Станиславом Лемом. Герои этого романа оказываются на орбите планеты Солярис, открытой более 150 лет назад. Обитателем планеты оказывается мыслящий океан — другая форма цивилизации. Один исследователь — Снаут — говорит другому: «Мы отправляемся в космос, приготовленные ко всему, то есть к одиночеству, борьбе, страданиям, смерти. Из скромности мы не говорим этого вслух, но думаем про себя, что мы великолепны. А на самом деле, на самом деле это не всё, и наша готовность оказывается лишь позой. Мы вовсе не хотим завоевывать космос, хотим только расширить Землю до его границ. Одни планеты пустыни, как Сахара, другие покрыты людям, как полюс, или жарки, как бразильские джунгли. Мы гуманны, благородны, мы не желаем покорять другие расы, стремимся передать им наши ценности и взамен принять их наследие. Мы считаем себя рыцарями святого Контакта. Это вторая ложь. Не ищем никого, кроме людей. Не нужно нам других миров. Нам нужно зеркало. Мы не знаем, что делать с иными мирами. Хватит с нас одного этого, и он нас угнетает» [108: 107].

Океан создает образы людей, наиболее важные для обитателей станций. Для психолога Криса Кельвина он создает любимую женщину Хари, которая в «настоящей», а не «космической» жизни совершила самоубийство. Крис оказывается не готов к диалогу, к счастью, к познанию происходящего, в конце концов. И он убивает Хари, причем делает это несколько раз.

Если перевести на язык, которым мы пользуемся, то у цивилизации будущего, какой её видит Лем, нет космического аттрактора. Есть необходимые технические средства, но они не заменяют цели исследования и покорения космоса.

Кант несмотря на трудности разумного постижения реальности был уверен в наличии незыблемого нравственного закона, который объединяет нас. Две мировые войны показали, что он заблуждался относительно императивов людей XXI в.

Гораздо ближе картина, которую очерчивает этнограф и историк Л. Н. Гумилёв. Существует цикл развития этноса, составляющий примерно 1200 лет. В ходе этого цикла меняется число людей, готовых пожертвовать своим благополучием, а иногда и жизнью, чтобы воплотить свои цели, ценности, идеалы — *пассионариев*. Им противостоят *субпассионарии*, стремящиеся воспользоваться возможностями общества, ничего не давая взамен. Промежуточное положение занимают *гармоники*, сочетающие в своей жизни общественную и личную пользу. При этом на каждой стадии этнос следует своим императивам [109]

Следуя этой логике, А. В. Колесников выделяет в обществе *космических* и *молекулярных* людей. Первые ориентируются на развитие общества, на расширение пределов доступного, стремятся больше отдать, чем взять. Молекулярные люди хотели бы больше взять, чем отдать, и ориентируются на сохранение гомеостаза. Более того, если верх берут молекулярные люди, а именно таковы проекты Четвертой промышленной революции, которые продвигаются Давосским экономическим форумом, то шансов на активное развитие космической отрасли у человечества нет. В этом контексте была построена математическая модель, объясняющая парадокс Ферми [110].

Как ни странно, именно освоение космоса могло бы стать делом пассионариев. А, может быть, и станет тем общим делом, которое объединит человечество. Например, Джон Кеннеди заявлял: «Будем вместе исследовать звезды» в своей инаугурационной речи 20.01.1961. он предлагал Н. С. Хрущёву начать совместную программу высадки на Луну (трех человек) и запуск более современных метеорологических спутников. Советский лидер отказался. Вероятно, именно тогда была неверно пройдена точка бифуркации. Мир оказался в области притяжения другого аттрактора. В 1962 г. разразился Карибский кризис. По счастью, не началась Третья мировая война.

Как быть в этой нелегкой ситуации? Вернуться к основам, к самоорганизации. Познание Космоса — это осмысление мира и себя, рывок в будущее, не надуманный, а подлинный ответ на кантовский вопрос «Что я могу знать?»

Но этого недостаточно. Чтобы двигаться к космическому аттрактору надо осознать уникальность каждого, понимать, что каждый человек — вселенная и что за время жизни он может воплотить ничтожную часть своих возможностей. Отсюда изменение отношения к прошлому, стремление продлить жизнь. Именно продление жизни является одной из ключевых задач науки XXI в. Одному из авторов этого текста довелось читать на Физтехе курс: «Проблемы науки XXI века». И в конце студенты поинтересовались: «Можно ли сдать ваш курс?» Сдать было можно, если сдающий расскажет, за что он получит свою Нобелевскую премию. Половина сдававших решила получить эту премию за решение проблем, связанных с бессмертием.

Остается удивляться, что схожие императивы выдвигал почти полтора столетия назад русский космист Николай Федоров (1829–1903).

Конечно, принципиальна междисциплинарность научных поисков и необходимость общего дела: «Ученые, разбившие науку на множество отдельных наук, воображают, что гнетущие и обрушивающиеся на нас бедствия находятся в ведомстве специальных знаний, а не составляют общего вопроса для всех, вопроса о неродственном отношении слепой силы к нам, разумным существам, которая ничего от нас, по-видимому, не требует, кроме того, чего в ней нет, чего ей недостает, т. е. разума правящего, регуляции. Конечно, регуляция невозможна при нашей розни, но рознь поэтому и существует, что нет общего дела; в регуляции же, в управлении силами слепой природы и заключается то великое дело, которое может и должно стать общим». [111]

Неизбежность смерти Федоров считал «философским суеверием»: «Как на глубоки причины смертности, смертность не изначальна, она не предоставляет безусловной необходимости. Слепая сила, в зависимости от которой находится разумное существо, сама может быть управляема разумом... Смерть есть свойство, состояние, обусловленное причинами, но не качество, без коего человек перестает быть тем, что он есть и чем должен быть» [111].

Философ считал, что «смерть есть просто результат

или выражение несовершеннолетия, несамостоятельной, несамобытной жизни, неспособности к взаимному восстановлению или поддержанию жизни. Люди еще недоросли, полусущества, но полнота личного бытия, личное совершенство возможно только при совершенстве общем. Совершеннолетие есть и безболезненность, бессмертие» [111].

Итак, императивы этого аттрактора: **самоорганизация** (общее дело) — **космос** (познание Реальности) — **бессмертие** (преображение человека).

Эти императивы вдохновляли основоположников космической эры. Но век прошел, и мы оказались там, где оказались... Стоит ли возвращаться к, казалось бы пройденному, к этому аттрактору?

Стоит! В этой связи вспоминается притча о Платоне и блуднице. Платон заспорил с блудницей, кто из них сильнее. Они встретили студента и заговорили с ним. Платон пообещал юноше рассказать те тайны и знания, которые он постигал всю жизнь, если студент пойдет с ним. Блудница пообещала порадовать студента бесплатно. Юноша предпочел пойти с девушкой. «И кто же из нас сильнее?», — спросила блудница. «Конечно, я. Ведь я зову его вверх, а ты вниз», — ответил Платон.

Локальное не всегда хорошо согласуется с глобальным. Тысячелетнее существование платоновской Академии показало, что он сильнее, что путь вверх есть.

У человека есть свой путь вверх.

#### Список использованных источников

1. В Роскосмосе сравнили свой бюджет и NASA [Электронный ресурс]. — Режим доступа. <https://tass.ru/ekonomika/7734535>
2. Ерыгина Л. В., Сердюк Р. С. Состояние российской ракетно-космической промышленности и тенденции ее развития // Сибирский аэрокосмический журнал. 2014. № 1 (53). <https://cyberleninka.ru/article/n/sostoyanie-rossiyskoy-raketno-kosmicheskoy-promyshlennosti-i-tendentsii-eyo-razvitiya>
3. Закон РФ от 20 августа 1993 г. N 5663-I «О космической деятельности». <https://base.garant.ru/136323>
4. Интервью Д. О. Рогозина. <https://www.roscosmos.ru/37817>
5. Калинина Ю. В. Российская космическая отрасль: проблемы и перспективы развития // Вестник Института экономики Российской академии наук. 2014. № 2. <https://cyberleninka.ru/article/n/rossiyskaya-kosmicheskaya-otrasl-problemy-i-perspektivy-razvitiya>
6. Капица С. П., Курдюмов С. П., Малинецкий Г. Г. Синергетика и прогнозы будущего/3-е изд. — М.: Эдиториал УРСС, 2003. — 288 с. — (Синергетика: от прошлого к будущему. № 3)
7. Ким О. Л., Шукуратов Н. П. Проблемы оценки эффективности реализации государственных программ в Российской Федерации // Вестник Коми республиканской академии государственной службы и управления. Теория и практика управления. 2019. № 23 (28), с. 11–13.
8. Максимова М. В. Аттрактивное управление: на стыке синергетики и конструирования идеологии // Наука. Общество. Будущее: Тезисы докладов 1-й Международной научно-практической конференции. — Тверь, 2023: Тверской государственный университет. С. 55–59.
9. Моисеев И. М. Развитие космической отрасли России: основные стратегии // Земля из космоса: наиболее эффективные решения. — 2012, № 13, с. 7–14.
10. Оноприенко В. Д., Емелин А. А., Жамкова В. С., Гавриков В. Е. Развитие основ методологии системного планирования ракетно-космической техники в ракетно-космической промышленности // К. Э. Циолковский и прогресс науки и техники в XXI веке: Материалы 56-х Научных чтений, посвященных разработке научного наследия и развитию идей К. Э. Циолковского. — Калуга: ИП Стрельцов И. А. (Изд-во «Эйдос»), 2021. С. 293–297.
11. Основные положения основ государственной политики Российской Федерации в области космической деятельности на период до 2030 года и дальнейшую перспективу от 19 апреля 2013 г. N Пр-906. <https://legalacts.ru/doc/osnovnyie-polozhenija-osnov-gosudarstvennoi-politiki-rossiiskoi-federatsii/>
12. Роскосмос считает, что вопрос урезания финансирования компании вызовет дискуссию в кабмине. <https://tass.ru/kosmos/9094629>
13. Россия сможет развивать ракетно-космическую программу, заявил Путин. <https://ria.ru/20220412/kosmos-1783066141.html>
14. Скрыль Т. В., Марков А. Ю. Проблемы реализации потенциала космической отрасли в процессе формирования цифровой экономики // ЦИТИСЭ. 2021, № 3 (29), с. 96–105.
15. Степанов А. А. Рынок космических услуг и форма организации Российской ракетно-космической отрасли // Известия высших учебных заведений: Экономика, финансы и управление производством. 2018, № 1 (35), с. 37–40.
16. Семенченко И. Три года бесцельного труда. <https://vpk-news.ru/articles/63505>
17. Трубинова Т. С., Иванченко А. О стратегическом планировании развития космической отрасли как направлении структурной экономической политики России // Решетневские чтения. 2016, № 20. <https://cyberleninka.ru/article/n/o-strategicheskoy-planirovanii-razvitiya-kosmicheskoy-otrasli-kak-napravlenii-strukturnoy-ekonomicheskoy-politiki-rossii>
18. Федеральная космическая программа России на 2016–2025 годы. <https://www.roscosmos.ru/22347>
19. Федеральный закон от 13 июля 2015 г. N 215-ФЗ «О Государственной корпорации по космической деятельности «Роскосмос»». <https://base.garant.ru/71127782>
20. Халуторных О. Н., Максимова М. В. Социальная утопия как инструмент аттрактивного менеджмента: философский аспект // Вестник Таджикского национального университета. 2021, № 3, с. 103–111.
21. Euroconsult Space Economy Report, 9th edition Press Release <https://www.euroconsult-ec.com/press-release/value-of-space-economy-reaches-424-billion-in-2022-despite-new-unforeseen-investment-concerns-2>
22. В Китае опубликована Белая книга о космической программе страны. <https://novosti-kosmonavtiki.ru/news/82652>
23. Данилин И. В. Китайский «новый космос»: состояние и перспективы. <https://russiancouncil.ru/analytics-and-comments/analytics/kitayskiy-novyy-kosmos-sostoyanie-i-perspektivy/>
24. Данилин И. В. Коммерческий космос и феномен «астропренёрства». <https://russiancouncil.ru/analytics-and-comments/analytics/kommercheskiy-kosmos-i-fenomen-astroprenyerstva/>
25. Данилин И. В. Космические инициативы США: ремилитаризация или гибрид? <https://russiancouncil.ru/analytics-and-comments/analytics/kosmicheskie-initsiativy-ssha-remilitarizatsiya-ili-gibrid/>



26. Деловой космос: десять главных событий за 2021 год. Отчет/Под общ. ред. Д. Б. Пайсона/Подготовлено Управлением исследований и инноваций (Д. Б. Пайсон, Д. А. Ботман, Ю. И. Дюгованец, М. В. Максимова) — М.: ПАО «Сбербанк», 2021. — 24 с.
27. Крашениникова Л. С. Космическая программа КНР: от советских ракет к собственной космической станции. <https://russiancouncil.ru/analytics-and-comments/analytics/kosmicheskaya-programma-knr-ot-sovetskikh-raket-k-sobstvennoy/>
28. Куприянов А. В. Самый дальний фронтир. <https://russiancouncil.ru/analytics-and-comments/analytics/samyi-dalnyi-frontir/>
29. Митрохина А. Х. Правовое регулирование деятельности Европейского Союза по исследованию и использованию космического пространства: дис. ... канд. юрид. наук: 12.00.10. Москва, 2014.
30. Сбер-Космос-Сбер. Отчёт о конференции 26 мая 2021 г. /Под общ. ред. А. Р. Ефимова. — М.: ПАО Сбербанк, 2021. — 56 с.
31. Цикл публичных дискуссий «Кто, что и как делает в космосе. Проекты и субъекты в космонавтике» Выпуск 75. — М., 2015. — 80 с.
32. NASA's Lunar Exploration Program Overview. <https://www.nasa.gov/specials/artemis/>
33. ESA Vision. <https://vision.esa.int/>
34. EU Global Action on Space. Market Report Asia. 2022, Iss. 1.
35. Eurospace facts & figures annual release. Key 2021 facts — Press release — copyright by Eurospace, 2022.
36. Indian Space Policy 2023. [https://www.isro.gov.in/media\\_isro/pdf/IndianSpacePolicy2023.pdf](https://www.isro.gov.in/media_isro/pdf/IndianSpacePolicy2023.pdf)
37. Rohera M. Indian Space Policy for the Private Sector. <https://aerospace.csis.org/indian-space-policy-for-the-private-sector/>
38. Goswami N., Garretson P. Scramble for the Skies The Great Power Competition to Control the Resources of Outer Space. Lanham: Lexington Press, 2020.
39. Goswami N. Indian Space Program and its Drivers: Possible Implications for the Global Space Market. Notes de l'Ifri, Ifri, January 2022.
40. NASA's Moon to Mars Strategy and Objectives Development. [https://www.nasa.gov/wp-content/uploads/2023/04/m2m\\_strategy\\_and\\_objectives\\_development.pdf](https://www.nasa.gov/wp-content/uploads/2023/04/m2m_strategy_and_objectives_development.pdf)
41. National Aeronautics Science and Technology Strategic Priorities. <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2023/03/032023-National-Aeronautics-ST-Priorities.pdf>
42. Jiwei Q., Bojian L. China's Space Industry: Background, Recent Developments and Challenges, 2020. <https://research.nus.edu.sg/eai/wp-content/uploads/sites/2/2021/08/EAIIBB-No.-1571-Chinas-space-industry-2.pdf>
43. Report of the High-Level Advisory Group on Human and Robotic Space Exploration for Europe. Revolution Space, 2023. [https://esamultimedia.esa.int/docs/corporate/h-lag\\_brochure.pdf](https://esamultimedia.esa.int/docs/corporate/h-lag_brochure.pdf)
44. Terraе Novae 2030+ Strategy Roadmap. [https://destination-orbite.net/documentations/Terraе\\_Novae\\_2030+strategy\\_roadmap.pdf](https://destination-orbite.net/documentations/Terraе_Novae_2030+strategy_roadmap.pdf)
45. Rao U. R. India's Space Program — Past, Present and Future. Harvard Asian Pacific Review. 2008, V.9, Iss.2, p.24.
46. Малинецкий Г. Г. Синергетика — новый стиль мышления: Предметное знание, математическое моделирование и философская рефлексия в новой реальности. — М.: URSS, 2022. — 288 с. — (Синергетика: от прошлого к будущему. № 105, Будущая Россия, № 35)
47. Белл Д. Грядущее постиндустриальное общество: Опыт социального прогнозирования. — М.: Academia, 2004. — 944 с.
48. Малинецкий Г. Г. Философский контекст космической паузы // Философские опыты. Вып. 12: Культура, история, познание / Под ред. Н. В. Гогоцкой. — М.: Издатель Воробьев А. В., 2021. С. 141–157.
49. Иванов В. В., Малинецкий Г. Г. Россия: XXI век. Стратегия прорыва. Технологии. Образование. Наука / Изд. 3-е. — М.: Ленанд, 2020. — 304 с. — (Будущая Россия. № 26)
50. М. В. Келдыш: Творческий портрет по воспоминаниям современников. — М.: Наука, 2002. — 398 с.
51. Перелспегин С. Возвращение к звездам: Фантастика и эволюция. — М.: АСТ; СПб: Terra Fantastica, 2010. — 570 с. — (Philosophy)
52. Шваб К. Четвертая промышленная революция. — М.: Издательство «Э», 2017. — 208 с. — (Top Business Awards)
53. Фурсов А. Глобальный суперкризис придет точно по расписанию. [https://zavtra.ru/blogs/global\\_nij\\_superkrisis\\_pridot\\_tochno\\_po\\_raspisaniyu](https://zavtra.ru/blogs/global_nij_superkrisis_pridot_tochno_po_raspisaniyu)
54. Гурова Т., Полуни Ю. Наступление «синих воротничков» // Эксперт. 2017, № 3, с. 13–17.
55. Моисеев Н. Н. Математические задачи системного анализа / Изд. 3, доп. — М.: Либликом, 2013. — 532 с. — (Синергетика: от прошлого к будущему. № 55)
56. Янг Л. Ч. Лекции по вариационному исчислению и теории оптимального управления / Пер. с англ. М. С. Элушвили, под ред. В. М. Алексеева. — М.: Мир, 1974. — 488 с.
57. Малинецкий Г. Г., Максимова М. В. Моисеевский императив направляемого развития. Как пролечь между Цицлилой и Харибдой / Моисеевские чтения. Гуманитарные вызовы и угрозы XXI века: VI Общероссийская научная конференция, доклады и материалы в 2-х томах / Том I / Под общ. ред. И. М. Ильинского. — М.: Издательство Московского гуманитарного университета, 2023. С. 3–17.
58. Шустов Б. Малые тела Солнечной системы как большие космические ресурсы // Знание-сила. 2023, № 3, с. 6–12.
59. Слюта Е. Газовые месторождения Луны, ключевые лунные технологии и вершины вечного света // Знание-сила, 2022, № 3, с. 13–15.
60. Волкова Ю. Борисов заявил о неконкурентоспособности российской индустрии спутников. <https://rbc.ru/politics/27/10/2023/653bab0b9a7947b643fb1909>
61. Зулкарнаева К. Юрий Борисов: «Перед нами стоит грандиозная задача перевернуть ситуацию». <https://prokosmos.ru/2023/10/27/yurii-borisov-pered-nami-stoit-grandioznaya-zadacha-perevernut-situatsiyu>
62. Галиуллина М. Юрий Борисов о провале России в космосе: «Жили, доедая советское наследство. Мы просто проспали». <https://oboz.info/yurij-borisov-o-provale-rossii-v-kosmose-zhili-doe-daya-sovetskoe-nasledstvo-my-prosto-prospali>
63. Павленко О. Борисов рассказал о не очень хорошем кадровом состоянии ракетно-космической отрасли. <https://www.kommersant.ru/doc/5954302>
64. Хантингтон С. Столкновение цивилизаций. — М.: АСТ, 2003. — 608 с. — (Philosophy)
65. Планарное заседание Всемирного русского народного собора. <http://kremlin.ru/events/president/news/72863>
66. Послание Президента Федеральному Собранию 1 марта 2018 г. <http://kremlin.ru/events/president/news/56957>
67. Первушин А. И. Последний космический шанс. — М.: Издательство «Э», 2016. — 464 с. — (civilization)
68. Социально-экономический бюллетень, 2022 / Под ред. А. В. Щербакова. — М.: Грифон, 2023. — 152 с.
69. Филлимонов В. В., Малинецкий Г. Г. и др. Интегральная транзитная транспортная система России на базе вакуумного магнитолевитационного транспорта / Проектирование будущего. Проблемы цифровой реальности. — М.: ИПМ им. М. В. Келдыша, 2018. С. 102–107.
70. Владимиров В. А., Воробьев Ю. Л., Малинецкий Г. Г. и др. Управление риском. Риск, устойчивое развитие, синергетика. — М.: Наука, 2000. — 432 с. — (Кибернетика: неограниченные возможности и возможные ограничения)
71. «Космос — это религия». Рогозин назвал 10 заповедей «Роскосмоса». <https://rusvesna-su.turbopages.org/rusvesna.su/s/news/1530178282>
72. Рогозин заявил, что строительство на космодроме Восточный будет идти постоянно. <https://tass.ru/roskosmos/10809043>
73. Степанов А. «И слышен нам не рокот космодрома». Как воровали миллиарды на Востоке. [https://tsargrad.tv/articles/i-slyshen-nam-ne-rokot-kosmodroma-kak-vorovali-milliardy-na-vostochnom\\_225504](https://tsargrad.tv/articles/i-slyshen-nam-ne-rokot-kosmodroma-kak-vorovali-milliardy-na-vostochnom_225504)
74. Барова Е. Космические хищения. На «восточном украден каждый 10-й рубль». [https://aif.ru/society/law/kosmicheskie\\_hishcheniya\\_na\\_vostochnom\\_ukraden\\_kazhdyy\\_10\\_rubl](https://aif.ru/society/law/kosmicheskie_hishcheniya_na_vostochnom_ukraden_kazhdyy_10_rubl)
75. Рогозин прокомментировал уход с поста главы «Роскосмоса». <https://ria.ru/20220715/roskosmos-1802769290.html>
76. Сейновски Т. Антология машинного обучения: Важнейшие исследования в области ИИ за последние 60 лет / Пер. с англ. М. А. Райтмана, Е. В. Сазановой. — М.: Эксмо, 2022. — 340 с. — (Библиотека MIT)
77. Коняев А. Представьте, как нам было обидно. <https://lenta.ru/articles/2013/01/29/laspase>
78. Фергусон Н. Цивилизация: Чем Запад отличается от остального мира. — М.: АСТ, CORPUS, 2017. — 544 с.
79. ГЛОНАСС переходит в наступление. [https://zavtra.ru/blogs/kto\\_kogo\\_otklyuchit\\_glonass\\_perehodit\\_v\\_nastuplenie](https://zavtra.ru/blogs/kto_kogo_otklyuchit_glonass_perehodit_v_nastuplenie)
80. Иевлев П. Россия запустила с космодрома Плесецк новейший навигационный спутник «Глонасс-К2». <https://digitalocean.ru/n/ghonass-k-uzhe-na-orbite>
81. Кузичева Д. Путин объявил о грядущей абсолютной революции в сфере связи. <https://iot.ru/promyshlennost/putin-obyavil-o-gryadushchey-absolyutnoy-revolutsii-v-sfere-svyazi>
82. Краткая история компании: От бумажной фабрики до эпического падения. <https://dzen.ru/a/YyF4tqyX9SNUssx6>
83. Аладин В, Ковалев В., Малков С., Малинецкий Г. Помни войну: Аналитический доклад российскому интеллектуальному клубу. — М.: Академия военных наук, 2015. — 472 с. — (Серия исследования русской цивилизации).
84. Табло / Завтра, 2023, № 50 (1562), с. 1.
85. Фридман Дж. Следующие 100 лет: Прогноз событий XXI века / Пер. с англ. А. Калинина, В. Наричи, М. Мацковской. — М.: Эксмо, 2010. — 336 с. — (Библиотека Коммерсантъ)
86. Моисеев Н. Н. Как далеко до завтрашнего дня... Свободные размышления, 1917–1993. — М.: Тайдекс Ко, 2002. — 488 с. — (Грани мира)
87. Тоффлер Э., Тоффлер Х. Война и антивоенная. Что такое война и как с ней бороться. Как выжить на рассвете XXI века / Пер. с англ. М. Б. Левина. — М.: АСТ, Транзитнига, 2005. — 412 с. — (Philosophy)
88. Ромашкина Н. П. Космос как сфера конфронтации // Информационные войны. 2023, № 2, с. 16–24.
89. Краснослободцев В. П., Кузьмин Ю. Н. и др. Космическая гонка: Завершение противостояния двух сверхдержав // Стратегическая стабильность. 2022, № 3 (100), с. 3–8.

90. Комаров С. М. Колонизация мира пыли//Химия и жизнь. 2023, № 5, с. 12–21.
91. Возмищева Т. Г. Модифицированная модель войны или сражения и гонки вооружения на основе модели Лотки–Вольтерра как модель конфронтации государств: Численный и качественный анализ//Информационное общество: образование, наука, культура и технологии будущего. Вып. 4. — СПб: Университет ИТМО, 2020. С. 72–91.
92. Ахромеева Т. С., Курдюмов С. П., Малинецкий Г. Г., Самарский А. А. Структуры и хаос в нелинейных средах. — М.: Физматлит, 2007. — 488 с.
93. Лем С. Системы оружия двадцать первого века или эволюция вверх ногами//Библиотека XXI века/Пер. с пол. К. Душенко. — М.: АСТ, 2003. С. 542–578
94. Романенков А. Подойдите ближе: Почему Запад так боится российских спутников-инспекторов. <https://life.ru/p/1529152>
95. Комплекс «Нудоль» на фоне других компонентов ПРО. <https://topwar.ru/183698-kompleks-nudol-na-fone-drugih-komponentov-pro.html>
96. Норин Е. Вирус страшнее бомбы. Как хакеры уничтожили ядерный завод в Иране. <https://life.ru/p/1047800>
97. Тегмарк М. Наша математическая Вселенная: В поисках фундаментальной природы реальности/Пер. с англ. А. Сергеева. — М.: АСТ, Corpus, 2017. — 592 с. — (Элементы)
98. Галимов Э. М. Феномен жизни: Между равновесием и нелинейностью. Происхождение и принципы эволюции/Изд. стереотип. — М.: URSS, 2013. — 256 с.
99. Чернавский Д. С. Синергетика и информатика: Динамическая теория информации/Изд. 5-е. — М.: Ленанд, 2017. — 304 с. — (Синергетика: от прошлого к будущему. № 13)
100. Галимов Э. М. Замыслы и просчеты: Фундаментальные космические исследования в России последнего двадцатилетия: Двадцать лет бесплодных усилий. — М.: Едиториал УРСС, 2010. — 304 с.
101. Батулин Ю. М. Властелины бесконечности: Космонавт о профессии и судьбе. — М.: Альпина Паблишер, 2018. — 676 с.
102. Лем С. Рассказы о пилоте Пирксе/Пер. с пол. — М.: АСТ, 2020. — 477 с. — (Эксклюзивная классика)
103. Крикалёв С. К. Российская система отбора и подготовки космонавтов//Стать космонавтом. Субъективная история с обратной связью/Жуков С. А. — М.: Издательство «РТСофт», 2011. С. 14–19.
104. Зубрин Р., Вагнер Р. Курс на Марс: Самый реалистичный проект полета к Красной планете/Пер. с англ. А. М. Зубаревой. — М.: Эусмо, 2017. — 480 с. — (цивилизация)
105. Луна или Марс?//Мозговой штурм. Избранные дискуссии/Урманцева А. — М.: ЗАО «СВР-Медиапроекты», 2013. С. 128–158.
106. Галимов Э. М. Кому нужны лунные камни? Выступления, интервью, научно-популярные публикации: 50 лет в науке. — М.: Красанд, 2012. — 576 с.
107. Дмитриев А. С. Межзвездные перелеты: Дорогу осилит идущий//Проектирование будущего. Проблемы цифровой реальности/Под ред. Г. Г. Малинецкого. — М.: ИПМ им. М. В. Келдыша, 2022. С. 282–290.
108. Лем С. Солярис/Пер. с пол. Д. Брускина. — М.: АСТ, 2021. — 285 с. — (Эксклюзивная классика)
109. Гумилёв Л. Н. От Руси к России: Очерки этнической истории. — М.: Экспресс, 1992. — 336 с.
110. Малинецкий Г. Г., Колесников А. В. Социологический подход к парадоксу Ферми//Искусственные общества. 2023, т. 18, № 2.
111. Забелин К. Русский космизм от Гагарина до Гагарина: Почему первым был Юрий, а не Николай. <https://knife.media/russian-cosmist>

## References

1. «V Roskosmose sravnili svoy byudzhety i NASA.» (2020). Tass. Retrieved from <https://tass.ru/ekonomika/7734535> (In Russ.)
2. Erygina, L. V., & Serdyuk, R. S. (2014). The state of the Russian rocket and space industry and trends of its development. *Sibirskiy aerokosmicheskij zhurnal*, (1), [online article]. Retrieved from <https://cyberleninka.ru/article/n/sostoyanie-rossiyskoy-raketno-kosmicheskoy-promyshlennosti-i-tendentsii-eyo-razvitiya> (In Russ.)
3. Federal Law of the Russian Federation No. 5663-I «On Space Activities» of August 20, 1993. Retrieved from <https://base.garant.ru/136323> (In Russ.)
4. «Interv'yu D. O. Rogozina.» Roskosmos. Retrieved from <https://www.roscosmos.ru/37817> (In Russ.)
5. Kalinina, Y. V. (2014). The Russian space industry: Problems and prospects for development. *Vestnik Instituta ekonomiki RAN*, (2), [online article]. Retrieved from <https://cyberleninka.ru/article/n/rossiyskaya-kosmicheskaya-otrasl-problemy-i-perspektivy-razvitiya> (In Russ.)
6. Kapitsa, S. P., Kurdyumov, S. P., & Malinetskiy, G. G. (2003). *Synergetics and Future Predictions*. 3rd ed. Moscow: Editorial URSS. (In Russ.)
7. Kim, O. L., & Shkuratov, N. P. (2019). Problems of assessing the efficiency of implementing state programs in the Russian Federation. *Vestnik Komi Respublikan Akademii gosudarstvennoy sluzhby i upravleniya*, (23), 11–13 (In Russ.)
8. Maximova, M. V. (2023). Attractive management: At the intersection of synergetics and ideology construction. *Science. Society. Future: Proceedings of the 1st International Scientific and Practical Conference*. Tver: Tver State University, 55–59 (In Russ.)
9. Moiseev, I. M. (2012). Development of the Russian space industry: Basic strategies. *Zemlya iz kosmosa: naibolee effektivnye resheniya*, (13), 7–14 (In Russ.)
10. Onoprienko, V. D., Emelin, A. A., Zhamkova, V. S., & Gavrikov, V. E. (2021). Development of the fundamental methodology for system planning of rocket and space technology in the rocket and space industry. In K. E. Tsiolkovsky and the Progress of Science and Technology in the XXI Century: Proceedings of the 56th Scientific Readings, 293–297. Kaluga: IP Streltsov I. A. (In Russ.)
11. «Osnovnye polozheniya osnov gosudarstvennoy politiki Rossiyskoy Federatsii v oblasti kosmicheskoy deyatel'nosti na period do 2030 goda i dalneyshuyu perspektivu.» (2013). Retrieved from <https://legalacts.ru/doc/osnovnye-polozheniya-osnov-gosudarstvennoy-politiki-rossiyskoi-federatsii/> (In Russ.)
12. «Roskosmos schitaet, chto vopros urezaniya finansirovaniya kompanii vyzovet diskussiyu v kabmine.» (2020). Tass. Retrieved from <https://tass.ru/kosmos/9094629> (In Russ.)
13. «Rossiya smojet razvivat' raketno-kosmicheskuyu programmu, zayavil Putin.» (2022). RIA Novosti. Retrieved from <https://ria.ru/20220412/kosmos-1783066141.html> (In Russ.)
14. Skryl, T. V., & Markov, A. Y. (2021). Problems of realizing the potential of the space industry in the process of forming a digital economy. *TsitisE*, (3), 96–105 (In Russ.)
15. Stepanov, A. A. (2018). The space services market and the form of organization of the Russian rocket and space industry. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii: Ekonomika, finansy i upravlenie proizvodstvom*, (1), 37–40 (In Russ.)
16. Semenchenko, I. (2020). Three years of aimless work. *Voenno-promyshlennyi kurier*. Retrieved from <https://vpk-news.ru/articles/63505> (In Russ.)
17. Trubinova, T. S., & Ivanchenko, A. (2016). On strategic planning for the development of the space industry as a direction of structural economic policy in Russia. *Reshetnevskie chteniya*, (20), [online article]. Retrieved from <https://cyberleninka.ru/article/n/o-strategicheskoy-planirovani-razvitiya-kosmicheskoy-otrasli-kak-napravlenii-strukturno-ekonomicheskoy-politiki-rossii> (In Russ.)
18. «Federal'naya kosmicheskaya programma Rossii na 2016–2025 gody.» (2016). Roskosmos. Retrieved from <https://www.roscosmos.ru/22347> (In Russ.)
19. «Federal'nyi zakon ot 13 iyulya 2015 g. N 215-FZ 'O Gosudarstvennoy korporatsii po kosmicheskoy deyatel'nosti 'Roskosmos'.'» (2015). Retrieved from <https://base.garant.ru/71127782> (In Russ.)
20. Khalutornykh, O. N., & Maximova, M. V. (2021). Social utopia as a tool for attractive management: The philosophical aspect. *Vestnik Tadzhijskogo natsional'nogo universiteta*, (3), 103–111 (In Russ.)
21. Euroconsult. (2022). *Space Economy Report*, 9th edition. Press Release. Retrieved from <https://www.euroconsult-ec.com/press-release/value-of-space-economy-reaches-424-billion-in-2022-despite-new-unforeseen-investment-concerns-2>
22. «V Kitae opublikovana Belaya kniga o kosmicheskoy programme strany.» (2022). *Novosti Kosmonavtiki*. Retrieved from <https://novosti-kosmonavtiki.ru/news/82652> (In Russ.)
23. Danilin, I. V. (2021). The «New Space» of China: Current state and prospects. *Russian International Affairs Council*. Retrieved from <https://russiancouncil.ru/analytiks-and-comments/analytiks/kitayskiy-novyy-kosmos-sostoyanie-i-perspektivy/> (In Russ.)
24. Danilin, I. V. (2020). Commercial space and the phenomenon of «astropreneurship.» *Russian International Affairs Council*. Retrieved from <https://russiancouncil.ru/analytiks-and-comments/analytiks/kommercheskiy-kosmos-i-fenomen-astroprenyertva/> (In Russ.)
25. Danilin, I. V. (2019). US space initiatives: Remilitarization or hybrid? *Russian International Affairs Council*. Retrieved from <https://russiancouncil.ru/analytiks-and-comments/analytiks/kosmicheskoe-initsiativy-ssha-remilitarizatsiya-ili-gibrid/> (In Russ.)
26. Paison, D. B., Botman, D. A., Dyugovanets, Y. I., & Maximova, M. V. (2021). *Business Space: The Ten Most Important Events of 2021*. Moscow: Sberbank. (In Russ.)
27. Krashennikova, L. S. (2016). China's space program: From Soviet rockets to its own space station. *Russian International Affairs Council*. Retrieved from <https://russiancouncil.ru/analytiks-and-comments/analytiks/kosmicheskaya-programma-knr-ot-sovetskikh-raket-k-sobstvenno/> (In Russ.)
28. Kupriyanov, A. V. (2018). The farthest frontier. *Russian International Affairs Council*. Retrieved from <https://russiancouncil.ru/analytiks-and-comments/analytiks/samy-dalnyi-frontir/> (In Russ.)
29. Mitrokhina, A. Kh. (2014). *Legal regulation of European Union activities in the exploration and use of outer space* (Doctoral dissertation). Moscow. (In Russ.)
30. «Sber-Kosmos-Sber: Conference Report, May 26, 2021.» (2021). Edited by A. R. Efimov. Moscow: Sberbank. (In Russ.)
31. «Tsikl publichnykh diskussiy 'Kto, chto i kak delayet v kosmose. Proekty i subyekty v kosmonavtike.'» (2015). Issue 75. Moscow. (In Russ.)
32. «NASA's Lunar Exploration Program Overview.» NASA. Retrieved from <https://www.nasa.gov/specials/artemis/>
33. «ESA Vision.» ESA. Retrieved from <https://vision.esa.int/>

34. «EU Global Action on Space: Market Report Asia.» (2022). Issue 1.
35. «Eurosace Facts & Figures Annual Release: Key 2021 Facts.» (2022). Eurosace. Press release.
36. «Indian Space Policy 2023.» ISRO. Retrieved from [https://www.isro.gov.in/media\\_isro/pdf/IndianSpacePolicy2023.pdf](https://www.isro.gov.in/media_isro/pdf/IndianSpacePolicy2023.pdf)
37. Rohera, M. (2021). Indian Space Policy for the Private Sector. CSIS. Retrieved from <https://aerospace.csis.org/indian-space-policy-for-the-private-sector/>
38. Goswami, N., & Garretson, P. (2020). Scramble for the Skies: The Great Power Competition to Control the Resources of Outer Space. Lanham: Lexington Books.
39. Goswami, N. (2022). Indian Space Program and its Drivers: Possible Implications for the Global Space Market. Notes de l'Ifri, Ifri. Retrieved from <https://www.ifri.org/en/publications/notes/notes-de-lifri/indian-space-program-and-its-drivers-possible-implications-global>
40. «Nasa's Moon to Mars Strategy and Objectives Development.» (2023). NASA. Retrieved from [https://www.nasa.gov/wp-content/uploads/2023/04/m2m\\_strategy\\_and\\_objectives\\_development.pdf](https://www.nasa.gov/wp-content/uploads/2023/04/m2m_strategy_and_objectives_development.pdf)
41. «National Aeronautics Science and Technology Strategic Priorities.» (2023). The White House. Retrieved from <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2023/03/032023-National-Aeronautics-ST-Priorities.pdf>
42. Jiwei, Q., & Bojian, L. (2020). China's Space Industry: Background, Recent Developments, and Challenges. EAI Bulletin, No. 1571. Retrieved from <https://research.nus.edu.sg/eai/wp-content/uploads/sites/2/2021/08/EAIIBB-No.-1571-Chinas-space-industry-2.pdf>
43. «Report of the High-Level Advisory Group on Human and Robotic Space Exploration for Europe. Revolution Space.» (2023). ESA. Retrieved from [https://esamultimedia.esa.int/docs/corporate/hlag\\_brochure.pdf](https://esamultimedia.esa.int/docs/corporate/hlag_brochure.pdf)
44. «Terra Nova 2030+ Strategy Roadmap.» ESA. Retrieved from [https://destination-orbite.net/documentations/Terra\\_Novae\\_2030+strategy\\_roadmap.pdf](https://destination-orbite.net/documentations/Terra_Novae_2030+strategy_roadmap.pdf)
45. Rao, U. R. (2008). India's Space Program — Past, Present and Future. Harvard Asian Pacific Review, 9 (2), 24.
46. Malinetskiy, G. G. (2022). Synergetics — A New Style of Thinking: Subject Knowledge, Mathematical Modeling, and Philosophical Reflection in a New Reality. Moscow: URSS. (In Russ.)
47. Bell, D. (2004). The Coming of Post-Industrial Society: A Venture in Social Forecasting. Moscow: Academia. (In Russ.)
48. Malinetskiy, G. G. (2021). The philosophical context of a space pause. In Filosofskie opyty, Issue 12, edited by N. V. Gonotskaya, 141–157. Moscow: Izdatel Vorobyov A. V. (In Russ.)
49. Ivanov, V. V., & Malinetskiy, G. G. (2020). Russia: XXI Century. Strategy for a Breakthrough. Technology. Education. Science. 3rd ed. Moscow: Lenand. (In Russ.)
50. M. V. Keldysh: A Creative Portrait through the Memories of Contemporaries. (2002). Moscow: Nauka. (In Russ.)
51. Pereslegin, S. (2010). Return to the Stars: Science Fiction and Evolution. Moscow: AST; SPb: Terra Fantastica. (In Russ.)
52. Schwab, K. (2017). The Fourth Industrial Revolution. Moscow: Izdatel'stvo «E». (In Russ.)
53. Fursov, A. (2023). Global Supercrisis Will Come Right on Schedule. Zavtra. Retrieved from [https://zavtra.ru/blogs/global\\_nij\\_superkrisis\\_pridyot\\_tochno\\_po\\_raspisaniyu](https://zavtra.ru/blogs/global_nij_superkrisis_pridyot_tochno_po_raspisaniyu) (In Russ.)
54. Gurova, T., & Polunin, Y. (2017). The advance of «blue-collar workers.» Ekspert, (3), 13–17 (In Russ.)
55. Moiseev, N. N. (2013). Mathematical Problems of Systems Analysis. 3rd ed. Moscow: Librom. (In Russ.)
56. Young, L. C. (1974). Lectures on the Calculus of Variations and Optimal Control Theory. Translated by M. S. Eluashvili, edited by V. M. Alekseev. Moscow: Mir. (In Russ.)
57. Malinetskiy, G. G., & Maximova, M. V. (2023). The Moiseev Imperative of Directed Development: Navigating Between Scylla and Charybdis. In Moiseev Readings. Humanitarian Challenges and Threats of the XXI Century: VI All-Russian Scientific Conference, Reports and Materials in 2 Volumes, Vol. I, 3–17. Moscow: Moscow Humanitarian University Press. (In Russ.)
58. Shustov, B. (2023). Small bodies of the solar system as major space resources. Znaniye-sila, (3), 6–12 (In Russ.)
59. Slyuta, E. (2022). Gas fields on the Moon, keylunar technologies, and the summits of eternallight. Znaniye-sila, (3), 13–15 (In Russ.)
60. Volkova, Y. (2023). Borisov said that the Russian satellite industry is uncompetitive. RBC. Retrieved from <https://rbc.ru/turbopages.org/rbc.ru/s/politics/27/10/2023/653bab0b9a7947b643fb1909> (In Russ.)
61. Zulkarnayeva, K. (2023). Yuri Borisov: «We face a grand task to turn the situation around.» Prokosmos. Retrieved from <https://prokosmos.ru/2023/10/27/yurii-borisov-pered-nami-stoit-grandioznayazadacha-perevernut-situatsiyu> (In Russ.)
62. Galilullina, M. (2023). Yuri Borisov on Russia's failure in space: «We lived off Soviet heritage. We simply slept through it.» Oboz. Retrieved from <https://oboz.info/yurii-borisov-o-provale-rossiv-kosmose-zili-doeodaya-sovetskoe-nasledstvo-my-prosto-prospali> (In Russ.)
63. Pavlenko, O. (2023). Borisov spoke about the poor personnel state of the rocket and space industry. Kommersant. Retrieved from <https://www.kommersant.ru/doc/5954302> (In Russ.)
64. Huntington, S. (2003). The Clash of Civilizations. Moscow: AST. (In Russ.)
65. «Plenary Session of the World Russian People's Council.» (2022). Kremlin. Retrieved from <http://kremlin.ru/events/president/news/72863> (In Russ.)
66. «Address by the President to the Federal Assembly on March 1, 2018.» (2018). Kremlin. Retrieved from <http://kremlin.ru/events/president/news/56957> (In Russ.)
67. Pervushin, A. I. (2016). The Last Space Chance. Moscow: Izdatel'stvo «E». (In Russ.)
68. «Socio-Economic Bulletin, 2022.» Edited by A. V. Shcherbakov. (2023). Moscow: Griffin. (In Russ.)
69. Filimonov, V. V., Malinetskiy, G. G., & others. (2018). Integral transit transport system of Russia based on vacuum magneticlevitation transport. In Projecting the Future: Problems of Digital Reality, 102–107. Moscow: IPM named after M. V. Keldysh. (In Russ.)
70. Vladimirov, V. A., Vorobyov, Y. L., & Malinetskiy, G. G. (2000). Risk Management. Risk, Sustainable Development, Synergetics. Moscow: Nauka. (In Russ.)
71. «Kosmos — eto religiya.» (2018). Rogozin named 10 commandments of Roscosmos. Russkaya Vesna. Retrieved from <https://rusvesna-su.turbopages.org/rusvesna-su/s/news/1530178282> (In Russ.)
72. «Rogozin stated that construction at the Vostochny cosmodrome will continue.» (2021). Tass. Retrieved from <https://tass.ru/turbopages.org/tass.ru/s/kosmos/10809043> (In Russ.)
73. Stepanov, A. (2019). «And we do not hear the roar of the cosmodrome.» How billions were stolen at Vostochny. Tsargrad. Retrieved from [https://tsargrad.tv/articles/i-slyshen-nam-ne-rokot-kosmodroma-kak-vorovali-milliardy-na-vostochnom\\_225504](https://tsargrad.tv/articles/i-slyshen-nam-ne-rokot-kosmodroma-kak-vorovali-milliardy-na-vostochnom_225504) (In Russ.)
74. Barova, E. (2020). Space thefts: Every tenth ruble is stolen at Vostochny. Argumenty i Fakty. Retrieved from [https://aif.ru/society/law/kosmicheskie\\_hishcheniya\\_na\\_vostochnom\\_ukraden\\_kazhdy\\_10\\_rubl](https://aif.ru/society/law/kosmicheskie_hishcheniya_na_vostochnom_ukraden_kazhdy_10_rubl) (In Russ.)
75. «Rogozin commented on his departure as head of Roscosmos.» (2022). RIA Novosti. Retrieved from <https://ria.ru/20220715/roskosmos-1802769290.html> (In Russ.)
76. Sejnowski, T. (2022). The Anthology of Machine Learning: Key AI Studies over the Past 60 Years. Translated by M. A. Wrightman & E. V. Sazanova. Moscow: Eksmo. (In Russ.)
77. Konyaev, A. (2013). Imagine how we felt. Lenta.ru. Retrieved from <https://lenta.ru/articles/2013/01/29/laspaces> (In Russ.)
78. Ferguson, N. (2017). Civilization: The West and the Rest. Moscow: AST, Corpus. (In Russ.)
79. «GLONASS is on the offensive.» (2023). Zavtra. Retrieved from [https://zavtra.ru/blogs/kto\\_kogo\\_otklyuchit\\_glonass\\_perehudit\\_v\\_nastuplenie](https://zavtra.ru/blogs/kto_kogo_otklyuchit_glonass_perehudit_v_nastuplenie) (In Russ.)
80. Yevlev, P. (2023). Russia launched the latest navigation satellite «Glonass-K2» from the Plesetsk cosmodrome. Digital Ocean. Retrieved from <https://digitalocean.ru/n/ghlonass-k-uzhe-na-orbite> (In Russ.)
81. Kuzicheva, D. (2023). Putin announced an impending absolute revolution in communications. IoT.ru. Retrieved from <https://iot.ru/promyshlennost/putin-obyavil-o-gryadushchey-absolyutnoy-revolutsiiiv-sfere-svyazi> (In Russ.)
82. «A brief history of the company: From paper mill to epic downfall.» (2023). Dzen. Retrieved from <https://dzen.ru/a/YyF4tqyX9SNUSsx6> (In Russ.)
83. Aladyin, V., Kovalyov, V., Malkov, S., & Malinetskiy, G. (2015). Remember the War: An Analytical Report for the Russian Intellectual Club. Moscow: Academy of Military Sciences. (In Russ.)
84. «Tableau.» (2023). Zavtra, (50), 1. (In Russ.)
85. Friedman, G. (2010). The Next 100 Years: A Forecast for the 21st Century. Moscow: Eksmo. (In Russ.)
86. Moiseev, N. N. (2002). How Long Until Tomorrow... Free Reflections, 1917–1993. Moscow: Taydex Co. (In Russ.)
87. Toffler, E., & Toffler, H. (2005). War and Anti-War: What War Is and How to Fight It. How to Survive at the Dawn of the 21st Century. Translated by M. B. Levin. Moscow: AST, Transitkniga. (In Russ.)
88. Romashkina, N. P. (2023). Space as a sphere of confrontation. Information Wars, (2), 16–24 (In Russ.)
89. Krasnoslobodtsev, V. P., Kuzmin, Y. N., & others. (2022). The space race: The end of the confrontation between two superpowers. Strategic Stability, (3), 3–8 (In Russ.)
90. Komarov, S. M. (2023). Colonization of the world of dust. Khimia i Zhizn', (5), 12–21 (In Russ.)
91. Vozmishcheva, T. G. (2020). A modified model of war or battle and arms race based on the Lotka-Volterra model as a model of state confrontation: Numerical and qualitative analysis. In Information Society: Education, Science, Culture, and Future Technologies, Issue 4, 72–91. Saint Petersburg: ITMO University. (In Russ.)
92. Akhromeeva, T. S., Kurdyumov, S. P., Malinetskiy, G. G., & Samarsky, A. A. (2007). Structures and Chaos in Nonlinear Media. Moscow: Fizmatlit. (In Russ.)

93. Lem, S. (2003). Weapon systems of the 21st century or evolution upside down. In *Biblioteka XXI veka*, translated by K. Dushenko. Moscow: AST, 542–578. (In Russ.)
94. Romanenkov, A. (2022). Come closer: Why the West is so afraid of Russian inspector satellites. *Life.ru*. Retrieved from <https://life.ru/p/1529152> (In Russ.)
95. «The Nudol system compared to other missile defense components.» (2021). *TopWar.ru*. Retrieved from <https://topwar.ru/183698-kompleks-nudol-na-fone-drugih-komponentov-pro.html> (In Russ.)
96. Norin, E. (2017). A virus more dangerous than a bomb: How hackers destroyed a nuclear plant in Iran. *Life.ru*. Retrieved from <https://life.ru/p/1047800> (In Russ.)
97. Tegmark, M. (2017). *Our Mathematical Universe: My Quest for the Ultimate Nature of Reality*. Moscow: AST, Corpus. (In Russ.)
98. Galimov, E. M. (2013). *The Phenomenon of Life: Between Equilibrium and Nonlinearity. Origin and Principles of Evolution*. Moscow: URSS. (In Russ.)
99. Chernavskiy, D. S. (2017). *Synergetics and Information: A Dynamic Theory of Information*. 5th ed. Moscow: Lenand. (In Russ.)
100. Galimov, E. M. (2010). *Designs and Miscalculations: Fundamental Space Research in Russia in the Last Two Decades: Twenty Years of Fruitless Efforts*. Moscow: Editorial URSS. (In Russ.)
101. Baturin, Y. M. (2018). *Masters of Infinity: An Astronaut on Profession and Destiny*. Moscow: Alpina Publisher. (In Russ.)
102. Lem, S. (2020). *Tales of Pirx the Pilot*. Moscow: AST. (In Russ.)
103. Krikalev, S. K. (2011). The Russian system of astronaut selection and training. In *Become an Astronaut. A Subjective Story with Feedback*, by S. A. Zhukov, 14–19. Moscow: RTSoft. (In Russ.)
104. Zubrin, R., & Wagner, R. (2017). *The Case for Mars: The Most Comprehensive Plan to Take Our Planet Back*. Moscow: Eksmo. (In Russ.)
105. «Moon or Mars?» (2013). In *Brainstorming. Selected Discussions*, by A. Urmantseva, 128–58. Moscow: ZAO «SVR-Mediaproekty.» (In Russ.)
106. Galimov, E. M. (2012). Who Needs Lunar Rocks? Presentations, Interviews, Popular Science Publications: 50 Years in Science. Moscow: Krasand. (In Russ.)
107. Dmitriev, A. S. (2022). Interstellar travel: The road is made by walking. In *Designing the Future: Problems of Digital Reality*, edited by G. G. Malinetskiy, 282–90. Moscow: IPM named after M. V. Keldysh. (In Russ.)
108. Lem, S. (2021). *Solaris*. Moscow: AST. (In Russ.)
109. Gumilyov, L. N. (1992). *From Rus to Russia: Essays on Ethnic History*. Moscow: Express. (In Russ.)
110. Malinetskiy, G. G., & Kolesnikov, A. V. (2023). A sociological approach to the Fermi Paradox. *Iskusstvennyye Obshchestva*, 18 (2). (In Russ.)
111. Zabelin, K. (2023). Russian cosmism from Gagarin to Gagarin: Why was Yuri first, not Nikolay? *Knife*. Retrieved from [https://knife.media/russian-cosmist\\_\\_](https://knife.media/russian-cosmist__) (In Russ.)