

УДК: 629.7:339.13

К вопросу о «новой эре» коммерциализации космоса

To the Matter of a “New Era” for Commercialization of Outer Space

Мировые и российские СМИ активно развивают темы о начале новой эры коммерциализации космоса, эффективности инвестиций в космические технологии и преимуществах, которые получают инвесторы-первопроходцы. Подходящий момент, чтобы проанализировать обоснованность таких утверждений, вспомнить о пионерах коммерциализации космоса из 20 века и посмотреть на реальные экономические достижения нынешних американских миллиардеров-энтузиастов. В качестве примера подробно рассмотрены запуски компании SpaceX в 2022 году с точки зрения их экономической результативности и новизны как бизнеса. Рассмотрены существующие и перспективные направления спроса на услуги космической отрасли, сделаны выводы по основным группам имеющих и потенциальных клиентов, заинтересованных в таких услугах.

The beginning of a new era for space commercialization, high-yield space technology investments and first-mover advantages for the pioneer investors – all these hot topics are now in the headlines of the world and Russian media. It is the right time to analyze the real grounds of these optimistic claims, to recall the 20th century pioneers in space business and examine actual economic achievements of today’s US billionaires particularly enthusiastic about space development. As an example, the author takes a close look at 2022 SpaceX launches through the lens of their economic performance and novelty of business. He also makes analysis of the existing and prospective demand areas for space services and draws conclusions on the key segments of the current and potential customers of these services.

Ключевые слова: коммерциализация космоса, космический бизнес, экономическая эффективность бизнес-проектов в космосе, направления спроса на космические услуги

Keywords: commercialization of outer space, space business, economic performance of space projects, segments of demand for space services



ШОХИН ВАДИМ СЕРГЕЕВИЧ

Заведующий отделом проектного управления Центра отраслевых и корпоративных проектов ИСИЭЗ НИУ ВШЭ
E-mail: vshokhin@hse.ru

SHOKHIN VADIM

Head of project management department Industry and corporate projects division ISSEK HSE

Введение

«Практика показывает, что космические технологии – это инновационный бизнес, который могут успешно развивать не только государства, но и частные компании. Существует множество примеров, доказывающих, что инвестиции в космические технологии и исследования приносят колоссальную прибыль, так как находят применение в «земных» отраслях» [1].

Эта фраза повестки ПМЭФ-2022 ярко характеризует информационный фон вокруг космоса. И в России, и за рубежом. Казалось бы, человечество уже больше полувека осваивает космос, однако по какой-то причине это удачное сочетание приятных для бизнесмена понятий – инвестиции и колоссальные прибыли – стало возможным совсем недавно.

В статье мы попробуем разобраться, что послужило причиной повышенного интереса к развитию бизнеса в космосе в последние несколько лет, и был ли какой-нибудь бизнес в космосе раньше. Ведь создается впечатление, что идея о бизнесе в космосе – это что-то свежее, это передовая идея нынешнего дня. А бизнес-пионеры раньше как будто сидели, мечтали и ждали, но только сейчас дождались своего часа и теперь могут отправляться осваивать космос. Затем на примере одного известного бизнесмена-энтузиаста посмотрим, что он запускал в космос в 2022 году. И попытаемся понять, есть ли в этих запусках зачатки нового бизнеса, или бизнеса-то пока никакого нет. Заодно поговорим об основных группах клиентов, которым могут быть интересны услуги, связанные с космосом. И, конечно, посмотрим, что это за услуги. В завершение постараемся определить, насколько обоснован нынешний оптимизм в отношении новой эры коммерциализации космоса.

Большие надежды и скромные результаты

Итак, о причинах повышенного интереса СМИ к бизнесу в космосе. На первый взгляд, места для бизнеса в космосе много. Можно, например, оказывать услуги по выводу на орбиту спутников, можно заниматься производством спутников для желающих их использовать. Можно самим использовать спутники и с их помощью оказывать услуги клиентам на Земле или в космосе. Можно развивать робототехнику и производить космических роботов, которые, например, будут ремонтировать спутники и т.д. У всех этих направлений есть финансовые показатели (денежный поток, внутренняя ставка доходности (IRR) и чистая приведенная стоимость (NPV)), которые можно сравнивать с другими видами как космического, так и земного бизнеса. Есть операционная, инвестиционная и финансовая деятельность, периоды окупаемости, амортизация основных

средств (спутники тоже не вечны) и т.п. Сочетания этих показателей отличают бизнес от хобби, спонсорства и других приятных и не очень способов потратить или заработать деньги. Пока что из всего перечисленного набора показателей в СМИ наиболее широко представлена информация о снижении затрат для желающих освоить космос. Благодаря снижению цены на электронные компоненты и технологии для изготовления спутников, и благодаря снижению стоимости доставки 1 кг груза на орбиту, возможность запустить свой собственный спутник для среднестатистического землянина действительно возросла.

Всё так. Доставка груза на низкую околоземную орбиту за последние 60 лет и правда изрядно подешевела. Тогда расценки были порядка 1 млн. долларов США за 1 кг [2]. В 2023 году предлагаемая стоимость доставки космического аппарата в рамках запусков Smallsat rideshare program mission компании SpaceX составляет 275 тысяч долларов США за 50 кг плюс 5,5 тысяч долларов за каждый дополнительный килограмм [3]. Да, это не все затраты, есть еще стоимость спутника, есть затраты по его размещению на орбите. Но уровень цен выглядит вполне доступным даже для среднего российского бизнеса. Собственно, это и есть основной повод для оптимизма СМИ относительно перспектив бизнеса в космосе – стоимость запусков и космических аппаратов действительно снизилась, а их технологический потенциал и доступность возросли.

«Космос больше не является исключительной прерогативой правительств, аэрокосмических и военных корпораций. Бизнес, которой ищет новые возможности, может получить преимущества первопроходца» – пишут эксперты крупнейшей международной фирмы по стратегическому консалтингу [4]. Доля государства, военных и ученых в космосе будет всё меньше. Бизнеса – больше. Больше частных телекоммуникаций, дистанционного зондирования Земли, суборбитальных перелетов, космического туризма. Больше коммерции, самостоятельности, независимости от государства. Именно так формируется представление, например, о запусках SpaceX (Space Exploration Holdings LLC), о том, как гениальный бизнесмен и организатор занялся космосом. Очевидно – и для того, чтобы заработать денег. Иначе бы капитализация SpaceX не достигла 137 млрд. долларов к январю 2023 года [5].

Конечно, у консультантов может быть свой интерес в раскручивании темы коммерциализации космоса. Мы помним примеры раскрученных тем вроде dot-com или Проблемы 2000 года. Однако миллиардер зря в космос не полезет, уж он-то наверняка знает, что делает.

По итогам 2022 года компания SpaceX отчиталась

о 61 запуске семейства ракет Falcon [6], превысив рекорд СССР 1980 года (60 успешных пусков ракет семейства Р-7 за год) [7]. Что же выводила на орбиту SpaceX в 2022 г. и имеют ли отношение эти запуски к «бизнесу, который может получить преимущества первопроходца»?

34 запуска доставили на орбиту спутники Starlink (к настоящему времени группировка состоит из ~3300 спутников) [6] в рамках собственного проекта SpaceX.

27 запусков доставили на орбиту спутники для «различных клиентов, включая NASA» [6]. Из этих клиентов:

- 12 запусков – в интересах государственных агентств, включая полеты к МКС (4), военных ведомств США и других стран (4), а также запуски в интересах иных государственных заказчиков (4) [8].
- 15 запусков – в интересах частных компаний (здесь также учтены пуски, в которых наряду с частными спутниками на орбиту был доставлен груз и от государственных заказчиков). Из этих пятнадцати – 9 запусков были произведены по заказу компаний, которые исторически имеют спутниковую группировку (начали формировать её с 60х-90х гг. прошлого века [9]): Eutelsat S.A. (3 запуска), SES S.A. (2 запуска), Intelsat S.A. (2 запуска), Globalstar Inc. (1 запуск), Nilesat Co. (1 запуск). Бизнес этих компаний – телекоммуникации: спутниковое телевидение, корпоративный интернет, мобильная связь, каналы связи и широкополосный доступ для клиентских систем на земле, на море и в воздухе.

Таким образом, основная доля запусков приходится на проект Starlink (рис. 1). В остальных запусках доминируют госагентства и 5 компаний, которые более 20 лет предоставляют телекоммуникационные услуги



Рис.1. Обтекатель ракеты-носителя Falcon 9, которая служит для запуска спутников Starlink
Источник: www.americaspace.com

(это традиционная ниша услуг спутникового ТВ, дополненная мобильной связью и передачей данных). Безусловно, это совершенно коммерческие, независимые от государства клиенты, но нельзя сказать, что это какой-то новый бизнес. Скорее – очень старый и традиционный. Эти компании стали первопроходцами еще в XX веке и сейчас дополняют свою линейку новыми продуктами (например, ранжируют продукты по отраслям – передача данных для нужд энергетиков, передача данных для сельского хозяйства и т.п.). Однако в основе этих продуктов всё то же предоставление доступа к спутниковой передаче данных для телерадиовещания, связи, энергетиков, фермеров, морских судов и пр.

На новых, мелких, «начинающих» заказчиков пришлось 6 запусков из 61. Есть сомнения, что это можно назвать «переломным моментом в освоении космоса» [10]. Может быть это и есть тот самый сегмент запусков SpaceX, который является началом эры массового коммерческого освоения космоса? Посмотрим на них поподробнее. Первый из них произведен в рамках проекта OneWeb (Network Access Associates Ltd.). Это еще один проект раздачи интернета со спутников. Компания основана в 2012 году, первый спутник запущен в 2019. В марте 2020 г. компания подала на банкротство. В рамках процедуры банкротства компания была реорганизована и сменила собственников, в число которых вошло Правительство Великобритании и Eutelsat S.A. (один из старейших провайдеров спутниковой связи с собственной спутниковой группировкой). Данная компания пока не выглядит удачным примером бизнеса вообще, да и бизнес её вполне традиционен для последних 20 лет использования космоса.

Еще один запуск – доставка к Луне модуля НАКУТО-R M1 (создан частной компанией Ispace Inc., Япония) с демонстрационным грузом, включая луноход Рашид (ОАЭ). В рамках этого же пуска на орбиту Луны будет выведен зонд NASA (Lunar Flashlight). В СМИ этот запуск освещался как «начало новой эры коммерческих миссий на Луну» [11]. Под коммерцией здесь, видимо, имелось в виду, что начиная с 11.12.2022 (дата запуска) любая частная компания за плату может запустить что-нибудь на Луну. Понятно, в чём может быть бизнес Ispace Inc. – в создании лунных модулей для доставки коммерческих грузов на Луну. Однако, чтобы такой бизнес состоялся, в его основе должен быть спрос со стороны компаний-заказчиков, которые собираются как-то коммерчески пользоваться Луной. Пока информации от компаний о сути бизнеса, которым они собираются заниматься на Луне и какими-то его финансовыми параметрами (хотя бы сумме начальных инвестиций, срокам окупаемости или предполагаемой

выручке) – нет. А это больше похоже на демонстрацию транспортных возможностей в рекламных целях. Со своей стороны выражаем надежду, что коммерциализация Луны не ограничится рекламным бизнесом и не сведется к размещению названий популярных сильногазированных напитков на её поверхности.

Третий запуск из шести – отправка космических туристов компании Axiom Space Inc. на Международную космическую станцию. Компания основана в 2016 году и видит перспективы в космическом туризме и разработке модулей для нового, коммерческого сегмента МКС (рис. 2). Это был её первый запуск. В отношении туризма – нельзя сказать, что это новый вид бизнеса. Space Adventures Inc. организует запуски космических туристов уже более 20 лет. На эту услугу действительно есть спрос, однако опять же – это не создание какого-то нового бизнеса в космосе, а просто транспортная услуга. Что касается проекта Axiom Space по созданию коммерческого сегмента МКС – пока в открытых источниках нет ответа на всё тот же основной вопрос – кто будет потребителем этих коммерческих площадей, какой бизнес сделает коммерчески эффективным их создание и эксплуатацию.

И, наконец, три пуска “Smallsat rideshare program mission” (105, 40 и 59 малых спутников). Это, наверное, как раз те немногие запуски аппаратов с «высокой будущей стоимостью функций, которые они могут предоставлять непосредственно на орбите, таких как обслуживание на орбите, НИОКР и производство» [4]. Большинство из них можно отнести к двум группам – «демонстраторы возможностей» и «изучение Земли из космоса». Как-то пока не тянет ни на прорыв бизнеса в космос, ни на переломный момент его коммерческого освоения.



Рис. 2. Проект космической станции, которую планирует развернуть на орбите частная компания Axiom Space.
Источник: www.space.com

Вернемся к проекту Starlink. Возможно, именно он – тот самый локомотив коммерциализации космоса? Да, есть некоторые нюансы в определении коммерциализации. Скажем, запуск на орбиту коммерческого груза (спутник Intelsat S.A.) частной компанией (SpaceX) – несомненно коммерческий проект для обеих сторон. А доставка на МКС астронавтов NASA или спутника от госзаказчика носителями SpaceX – тоже коммерческий? Да, но только для SpaceX, так как у госзаказчика свои цели, для достижения которых он готов довольствоваться доходностью или сроками проектов, неприемлемыми для частного бизнеса. И пока получается, что основным коммерческим проектом в космосе для SpaceX является свой собственный проект Starlink, а его коммерческая составляющая очевидно предполагает, что сервисы, которые оказывает Starlink, окупят расходы на разработку, производство и доставку на орбиту спутников Starlink. А также на разработку, производство и эксплуатацию самих средств доставки (ракет Falcon).

Дальше логично сравнить финансовые параметры проекта Starlink с каким-нибудь некосмическим проектом и увидеть, что его IRR за 3 (5, 7 и т.д.) лет не уступает «земной» доходности в автомобилестроении, пищевой промышленности, т.е. в каких-то традиционных для бизнеса отраслях. И сделать вывод, что коммерциализация космоса – дело решенное.

С этим пока проблемы. Starlink – внутренний проект компании SpaceX, его финансовые показатели не публикуются. Ни фактические, ни ожидаемые. Целевые показатели проекта Starlink если и появляются в открытых источниках, то в виде заявлений основателя SpaceX. Например, о том, что в 2025 году выручка Starlink составит 30 млрд. долларов [12]. Зарубежные издания по-разному интерпретируют это заявление. Возможно, имелась в виду общая выручка SpaceX, которую также непросто найти, так как SpaceX не является публичной компанией и не публикует отчетность.

По расчетам из открытых источников выручка SpaceX в 2020 году составила 1,4 млрд. долларов (18 запусков) [13]. Можно предположить, что в 2022 году в результате 61 запуска выручка SpaceX составит ~5 млрд. долларов (включая «выручку» от запуска ракет с собственными спутниками). Таким образом целевая выручка от проекта Starlink в 2025 г. должна составить ~25 млрд. долларов. Это разница между 30 млрд. долларов (общая выручка SpaceX) и 5 млрд. долларов (выручка от запусков).

Предлагаем несложный расчет, чтобы проверить обоснованность этих прогнозов:

К концу 2022 года на орбите работали порядка 3300 спутников Starlink [14] и у компании SpaceX есть

разрешение Федеральной комиссии по связи США об увеличении группировки до 12 тысяч спутников [15]. Максимальная пропускная способность каждого – 23 Гбит/с [16]. После размещения всех 12 тысяч спутников на орбите максимальный трафик всей группировки составит 276 000 Гбит/с.

Текущая скорость при работе со Starlink для пользователя – 100Мбит/с. Это означает, что Starlink может одновременно поддерживать 2,76 миллиона пользователей. При абонентской плате 99 долларов в месяц [17], годовая выручка Starlink составит ~3,3 млрд. долларов. А не 25 млрд.

Можно предположить, что пропускная способность сети не будет постоянно загружена на 100% всеми пользователями и что, пользуясь этим, Starlink сможет привлечь на абонентское обслуживание, например в 3 раза больше пользователей (8,28 миллионов человек). В этом случае годовая выручка Starlink составит ~10 млрд. долларов, но опять же – разрыв с целевыми 25 миллиардами очень велик.

Можно также включить в выручку и продажу абонентских терминалов Starlink по цене 499 долларов США за терминал [18]. Однако это не совсем корректно. Во-первых – это разовая продажа терминала абоненту и она, в отличие от основных услуг Starlink, не будет источником выручки (не будет повторяться) в следующих периодах. Во-вторых, по неоднократным сообщениям президента SpaceX стоимость производства терминала превышает цену его продажи абоненту в несколько раз и SpaceX принимает меры по снижению стоимости производства терминала (назывались цифра 3 тысячи долларов и, в дальнейшем, заявлялось о снижении себестоимости терминала до 2400 долларов, затем до 1500 и 1300 долларов) [18]. То есть это пока скорее затраты компании, чем выручка. Но тем не менее, даже если добавить к нашей расчетной выручке разовую продажу терминалов всем 8,28 миллионам будущих пользователей Starlink по 499 долларов США, это добавит 4,1 млрд. долларов к нашим расчетным 10 миллиардам. Итого 14 миллиардов долларов в отдельный год. Затем – опять по 10 млрд. долларов в год. Это не сильно приближает нас к целевым 25 миллиардам. И уж тем более неубедительно смотрится на фоне капитализации компании (137 млрд. долларов). И совсем неубедительно на фоне текущего количества клиентов Starlink, которое по заявлению компании в декабре 2022 года составило ~1 млн. человек [19]. И которое нужно увеличить за 3 года в 8 раз чтобы приблизиться к результатам нашего оптимистичного расчета. И которых все равно не будет достаточно, чтобы достичь целевой выручки в 25 млрд. долларов.

Вероятно, что-то подобное компания поняла и сама, или, возможно, кто-то из инвесторов SpaceX несколько лет назад пришел к похожим выводам и задал вопросы топ-менеджменту. Поскольку в октябре 2019 года компания обратилась в МСЭ¹, а в мае 2020 года – в Федеральную комиссию по связи США с заявками об увеличении группировки еще на 30 000 спутников [20, 21]. А также с заявкой на использование спутников второго поколения, которые позволят увеличить пропускную способность сети.

В ноябре 2022 года заявка в Федеральную комиссию по связи США была одобрена частично: разрешено использование 7500 спутников нового поколения (Gen2). И не в дополнение, а в составе имеющегося лимита в 12 тысяч спутников [22]. 28 декабря 2022 года первая партия из 54 спутников Starlink Gen2 была отправлена на орбиту.

Можно дальше строить предположения и считать пропускную способность новых спутников. Можно придумывать, откуда возьмутся платежеспособные абоненты на слабозаселенных территориях с отсутствием наземной интернет-инфраструктуры (Starlink декларирует свою ориентированность именно на средне и слабозаселенные территории [23]). Можно вспомнить, кстати, как команда проекта Loon² (раздача интернета с аэростатов) не обнаружила достаточного количества таких абонентов на слабозаселенных территориях. И в 2021 году, через 9 лет после создания компании, после миллиона часов налета аэростатов в стратосфере [24], после создания аэростатов, которые могут находиться в полете больше года, компания свернула проект с формулировкой: «... путь к коммерческой эффективности оказался более длинным и рискованным, чем ожидалось» [25].

А можно просто подытожить сказанное: пока оснований для того, чтобы назвать проект Starlink коммерческим, а точнее коммерчески перспективным (не говоря – успешным) недостаточно. Косвенно это подтверждается регулярным откладыванием выделения Starlink в отдельную компанию и проведения IPO: в 2019 году основатель SpaceX предполагал это сделать «через 3 года», в 2021 году – «за несколько лет до того, как выручка Starlink будет достаточно предсказуемой», а в 2022 году – «через три или четыре года» [26]. Мы также не знаем ожиданий и стратегии собственников SpaceX. Возможно, их совсем не удивило заявление основателя компании о необходимости в три раза увеличить размер спутниковой группировки по сравнению

¹Международный союз электросвязи (International Telecommunication Union, ITU)

²Проект компании Loon LLC (дочерняя компания Alphabet Inc.)

с изначально заявленным (вероятно, соразмерно увеличив расходы по проекту).

Недостаточно информации и о том, что собой представляет сам SpaceX. Возможно, это компания, созданная в противовес United Launch Alliance, и её основным инвестором и бенефициаром является та же NASA.

Или это проект типа пирамиды «сделать PR на настроениях о покорении космоса, провести IPO на пике ожиданий инвесторов и выйти из проекта, оставив инвесторов с их ожиданиями».

Здесь можно вспомнить динамику курса акций Virgin Galactic, которая позиционирует себя как организатор туристических суборбитальных (а в перспективе и орбитальных) полётов, разработчик космических кораблей и ракетных двигателей (рис. 3). В июле 2021 года, перед первым суборбитальным полетом с участием основателя компании – Ричарда Бренсона, акции Virgin Galactic котировались на уровне ~50 долларов США за акцию [27]. Через год после полета, в июле 2022 г. – 7 долларов за акцию [27]. Да, там не было темы IPO, но если рассмотреть SpaceX с этого ракурса, то вариант «сделать IPO после анонсирования подготовки SpaceX к запуску на Марс и не полететь на него» – выглядит не так уж и фантастично. Однако это уже другой вид бизнеса – это бизнес на ожиданиях освоения космоса, а не на его реальном освоении. Как бы цинично это не звучало – все стороны получают то, чего добиваются. SpaceX увеличит собственный капитал, NASA сохранит подрядчика и конкуренцию между подрядчиками, инвесторы – останутся хоть и с обесценившимися акциями, но, всё же – с ожиданиями освоения космоса. Пусть и несколько отложенными. А там – может и Starlink дойдет до «достаточно предсказуемой выручки» и IPO, а может будет другой проект коммерциализации космоса – это уже не так важно. Еще раз вспоминая Alphabet Inc. и Loon LLC: путь к коммерческой эффективности может оказаться «более длинным и рискованным, чем ожидалось».

Однако всё это пока не приближает нас к пониманию перспектив массового выхода бизнеса в космос. Есть ли у бизнеса интерес к космосу, ради которого стоит снижать стоимость запусков и космических аппаратов?

Интерес не в смысле возможности купить и запустить спутник дешевле, чем это было 10 лет назад. И не в смысле – пока титаны, связанные с государством, реализуют свои частно-государственные проекты – можно арендовать у них немного места и запустить что-то своё. В отношениях с титанами и государством есть риск того, что и государство, и титаны могут внезапно найти более насущные дела на Земле, и для небольшого частного заказчика очередной запуск превратится в покупку места в спасательной шлюпке на Титанике. Да, эта сделка



Рис. 3. Компания Virgin Galactic организует туристические суборбитальные полеты на своем космолете SpaceShipTwo. Источник: Журнал «Русский космос», www.roscosmos.ru/33683

в краткосрочной перспективе принесет благо и продавцу места, и покупателю, но это разовая операция. А отличительная черта бизнеса – постоянный денежный поток.

То есть речь корректнее вести о возможности и желаний бизнеса финансировать свои запуски, не связанные с решением задач государства, и не сфокусированные на нём, как на единственном клиенте. А финансировать запуски придется регулярно, так как активы в виде спутников амортизируются. Кубсаты в среднем – за 2 года с последующим выводом с орбиты [28], спутники Starlink – в среднем за 5 лет [29]. Срок эффективного использования коммерческих спутников больших группировок типа GlobalStar и Iridium Communications Inc., которые начали выводить на орбиту в 90-е годы прошлого века, составил 5-8 лет [30].

Кстати – упомянутые пионеры коммерциализации космоса GlobalStar и Iridium пережили банкротство через непродолжительный период после запуска первых спутников. Iridium – в 1999, практически через год после создания, запуска первых спутников и первого тестового звонка по спутниковой связи: подвёл недостаточный спрос на услугу, претензии клиентов к качеству и дороговизне как спутниковой связи, так и мобильных устройств. GlobalStar подал на банкротство в 2002, через 4 года после запуска первого спутника. Это хорошее напоминание о том, что бизнес, как и космос не прощает ошибок.

А есть ли спрос?

Попробуем зайти со стороны спроса. Кому интересны или могли бы быть интересны космические услуги. Сюрприза здесь пока не случилось – наиболее реальным направлением бизнеса в космосе является бизнес, связанный с обслуживанием государственных интересов. Это логично, так как государствам, особенно крупным,

вполне естественно смотреть на себя в масштабах страны и мира. В том числе и с орбиты. И в первую очередь – с точки зрения обороны и безопасности. ВПК на Западе в основном частный, поэтому вполне нормально видеть среди “Smallsat rideshare program mission” спутники частной компании Capella Space основанной в 2016 году, которая работает по контрактам с ВВС США и Национальным управлением военно-космической разведки США. Собственно, там же вполне нормально видеть и спутники ВВС США, но если частный подрядчик может что-то сделать в интересах национальной обороны и по приемлемой цене – почему нет?

Борьба с природными катастрофами актуальна для многих стран и это тоже функция государства – в рамках того же запуска на орбиту был доставлен спутник компании Orbital Oracle Technologies GmbH (OroraTech), предназначенный для мониторинга природных пожаров. Результаты мониторинга используются компанией в рамках собственной программной платформы для прогнозирования пожаров. И таких сервисов можно придумать много – главное, чтобы был запрос у государства. И желание бизнеса с государством работать.

Крупный бизнес – это уже существующий и, наверное, самый перспективный потребитель новых космических услуг. Это тоже большие масштабы и интерес к возможности посмотреть на свои активы с орбиты. Например, для дистанционного зондирования Земли, получения гиперспектральных изображений для разведки полезных ископаемых и разработки их запасов. Или для мониторинга ледовой обстановки для своего флота. Для мониторинга почвы и климата в интересах предприятий АПК. Для мониторинга состояния объектов генерации, передачи и распределения электроэнергии в интересах энергетических компаний. Для мониторинга застрахованных активов в интересах страховых компаний. Теоретически, со временем, инструменты наблюдения, которыми пользуется крупный бизнес, будут доступны и для мелкого и среднего бизнеса. И он их тоже для чего-то применит. Однако – всё это опять не новый бизнес, а общедоступный сервис с бородой из 70-х годов прошлого века: первый спутник программы Landsat был запущен в 1972 году. Как раз для использования данных мониторинга для сельского хозяйства, картографии, геологии, лесоводства, образования и т.п.

Неплохо бы также помнить, что у этого космического сервиса есть прямой и вполне доступный для малого и среднего бизнеса конкурент. Да и крупному бизнесу этот конкурент очень интересен. Речь об оказании тех же самых сервисов с помощью беспилотных летательных аппаратов (БЛА), для которых не нужен космодром и средства доставки в космос. Вполне достаточно газона

перед домом. Это не только удобнее, но и значительно дешевле. А всё потому, что достижения электроники в части производительности и компактности аппаратуры наблюдения доступны не только для космической индустрии.

И да – у нас осталось еще одно перспективное направление для бизнеса в космосе, которое развивалось, развивается и будет развиваться. Это космический туризм. Его могут позволить себе люди с эго планетарного масштаба, вопрос цены здесь вторичен, и странно было бы бизнесу этим не воспользоваться (рис.4).

В остальном – вопрос в деталях, которые отличают бизнес от хобби для энтузиаста. В масштабах спроса и цены на эти услуги. То есть в том, кто сможет себе позволить космические услуги, насколько они действительно востребованы и можно ли на них построить устойчивый, регулярный бизнес с интересным для инвесторов сочетанием доходности и риска. К сожалению, признаков удачного решения этого вопроса и примеров построения какого-то нового бизнеса в космосе с понятными финансовыми параметрами, который можно противопоставить производству



Рис 4. Японский миллиардер Юсаку Маэзава внутри Российского сегмента МКС во время своей туристической миссии в декабре 2021 г.
Источник: журнал «Русский космос», www.roscosmos.ru/336

продукции и услуг на Земле – мы не нашли.

Пока запуск малых спутников, не связанных с обслуживанием государственных интересов, больше напоминает эру энтузиастов и стартаперов с большой долей самопиара. Такие периоды интереса к стартапам регулярно возникают. Мы помним не только энтузиазм в отношении инвестиций в недвижимость в Японии в 80-х гг. 20 века и в доткомы на рубеже 20-21 вв., но и недавний бум на инвестиции в стартапы на фоне пандемии. Сколько там было позитивных идей и сколько разочарований. Компания по производству искусственного мяса Beyond Meat в 2019 году вышла на IPO и привлекла 3,8 млрд. долларов США. Через 2 года, в 2021 г. её капитализация достигла почти 10 млрд. долларов, а к настоящему времени сократилась в 10 раз [31], компания уже несколько лет генерирует прогрессирующий убыток, уволены 19% персонала. Причина – на продукт оказался очень ограниченный спрос. Он есть, но недостаточен для того, чтобы компания хотя бы вышла в прибыль. И у инвесторов нет оснований полагать, что достаточный спрос появится в обозримом будущем [32].

Этот пример приведен для сопоставления масштабов – оценочный размер рынка космического туризма в 2022 г. – 1 млрд. долларов [10]. Рынок коммерческих сервисов на основе спутников (ИКТ) – 77,1 млрд. долларов [33]. Частные инвестиции в «космическую экономику» в 2022 г. ~20 млрд. долларов (снижение в два раза по сравнению с 2021 годом) [34]. То есть это всё цифры, близкие к масштабам одного или нескольких стартапов, чьи основатели и инвесторы в порыве энтузиазма поверили в рынок искусственного мяса, в возможность его естественного роста на основе ретроспективной динамики. И не посчитали необходимым изучить ограничения спроса со стороны своих соседей, таких же землян, за которыми не нужно было летать в космос, чтобы спросить их мнение.

Есть что-то общее между всеми этими восторгами по поводу космических бизнесов. Похоже на то, как если бы газеты с восторгом писали о каком-нибудь традиционном бизнесе, типа железнодорожных перевозок, и новой идее – сделать железную дорогу из Москвы на Северный полюс для нужд ВПК, а через 20 лет предоставить гражданам доступ к этому маршруту и снизить тарифы в надежде, что там, далеко-далеко, в снегах и льдах будет развиваться новый бизнес. Прорыв бизнеса на полюс. Только там будет развиваться не бизнес. Среди активных пользователей этой дороги мы найдем всё тех же старых знакомых – военных, ученых и да, туристов, куда же без них. Может быть – немного крупного бизнеса в лице вахтовиков, когда у них руки дойдут до подводных добычных комплексов в Арктике. И это

если повезет, т.к. рентабельная добыча может оказаться совсем в другом месте. Да, можно улучшить инфраструктуру для туристов на Северном полюсе, можно собирать там снег, плавить его, разливать в бутылки и продавать под люксовым брендом «Полярная вода». Но это всё слишком незначительно по сравнению с колоссальными инвестициями на строительство такой железной дороги. Несерьезно.

Так же и в отношении космоса: человечество уже 65 лет делает орбитальные запуски, а такое впечатление, что только военные знают, зачем им нужен космос. Они знали это в самом начале и знают теперь. Причём, в самой что ни на есть практической плоскости. Знают зачем им нужны именно такие средства доставки и именно такие космические аппараты. И почему лучше их иметь, чем не иметь, и как это выгодно с точки зрения как военной, так и не военной экономики. Возможно, в самом начале, они не знали, как это повлияет на выручку народного хозяйства, но вполне осознавали, что в случае отказа от космической программы был риск остаться не только без выручки, но и без народного хозяйства вообще. Риск/доходность, всё правильно. Вот у кого стоило бы поучиться. Всё что было потом больше похоже на смесь художественной литературы и попыток хоть как-то применить возможности космической индустрии в мирных целях. Типа «вот было бы прекрасно, если бы эта индустрия еще и деньги приносила». Идеально – больше, чем в неё вложено. Хотя бы в виде налогов с бизнесменов, которые получают, как нам сообщил консультант из McKinsey, «преимущества первопроходца».

Что-то получается, спору нет. Как бы мы жили без спутниковых навигационных систем? Без ГЛОНАСС и GPS? Хотя как-то бы жили. Вот спросите, как бы мы жили без телевизора или холодильника, или стиральной машины? Или без компьютера и смартфона? Тут и спутниковая навигация и космос поблекнут (за исключением спутникового ТВ, конечно, оно навеки в сердцах землян). Особенно учитывая, что на телевизорах, холодильниках, стиральных машинках и смартфонах человечество заработало в разы больше денег, чем в них инвестировало. А на GPS? Создан на средства налогоплательщиков, оператор – Космические силы США. Ясно, спасибо. За спутниковую навигацию можно не беспокоиться, военные знают, зачем она им нужна. Заодно и гражданские без навигаторов не останутся.

Возможно, мы упускаем что-то важное? Какой-то большой перспективный сегмент? Может быть добычу полезных ископаемых на Луне (рис. 5)? Тема известная, в СМИ освещается часто. Кстати, ещё лет 30 назад у СМИ был интерес к теме добычи полезных ископаемых



Рис. 5. Коллаж на тему добычи ресурсов на Луне.
Источник: www.cosmosmagazine.com/space/mining-the-moon/

на дне океана. Речь не об углеводородах, с их добычей на шельфе нефтяники и газовщики давно отлично справляются, а о золоте, цинке, марганце, серебре и меди. Да, есть своя специфика – на дне морском, в отличие от Луны, высокое давление. Но, согласитесь, морское дно гораздо ближе, чем Луна, да и с давлением на глубинах до 3 км человечество научилось справляться, спросите тех же нефтяников-газовщиков с их подводными добычными комплексами. Однако в последние годы тема подводной добычи минералов из СМИ почти исчезла. Наверное потому, что пионер этого направления – компания Nautilus Minerals, основанная в 1987 году, несмотря на разработку специального оборудования для добычи, пробное бурение скважин в 2007 году и подтверждение значительных запасов золота и меди на соответствующих месторождениях, не пережила затянувшуюся на 30 лет инвестиционную фазу и в 2019 году подала на банкротство.

Активы и лицензии Nautilus Minerals достались компании DSMF Ltd., но до добычи дело так и не дошло. Да и немного их было, этих пионеров промышленного освоения морского дна. Сейчас этим серьезно занимается только Japan Oil, Gas and Metals National Corporation (JOGMEC), которая с 2013 года извлекает из-под воды различные полезные ископаемые в небольших объемах. В масштабах мировой добычи её деятельность ничтожна. Несмотря на слово «Корпорация» в названии – это государственное агентство. В таком контексте разговоры о бизнесе по добычке чего-либо на Луне вызывают, скорее, улыбку. Далеко и дорого. По сравнению со стоимостью сырья на Земле.

Если, конечно, мы не говорим о далеком будущем (лет через 100), в котором ресурсы Луны используются для производства или обслуживания космических аппаратов в рамках планов по освоению других экзопланет.

Действительно, почему бы не посмотреть чуть шире – если есть желание создать рынок сбыта, который

бы окупал инвестиции в космос, придется создавать его если не в космических, то хотя бы в планетарных масштабах. То есть не лениться, собраться, в том числе и финансово, колонизировать другую планету и выстраивать межпланетную экономику. Но здесь загвоздка не в ракетостроении, а в биологии – известные нам планеты не подходят для жизни землян. Разреженная атмосфера, радиация, слишком низкая или слишком высокая температура, другая гравитация и т.п. Короче – всё не то. Жить там в стеклянных коробках – это опять не про рынок, а про военных, ученых и туристов с это теперь уже межпланетного масштаба. Чтобы колонизировать планеты по-настоящему, нам придется эволюционировать. Чтоб и разреженная атмосфера была нам в радость, и при марсианских -60С ходить без свитера и не перегреваться. И питаться тем, что там растёт. Или лежит под ногами. Естественным путём мы так эволюционировать не сможем, условий нет. И не предвидится. По крайней мере климатологи нас подобными сценариями не обнадеживают. Так что без биотехнологий – никуда. Причём специальных колонистов придется создавать для каждой приглянувшейся нам экзопланеты. У приматов накопился впечатляющий опыт естественной эволюции – достаточно посмотреть на останки массивных австралопитеков или яванских питекантропов, чтобы убедиться – были б условия, а уж природа модифицирует примата точно под них. Выражаем надежду, что, изучив этот опыт, наши биотехнологи еще лучше разберутся в клеточных процессах и вырастят нам подходящих колонистов.

А дальше – привычные нам рыночные отношения метрополии и колоний. Это землянам хорошо знакомо, есть большой опыт (рис. 6). Инвестиции в создание колонии и обмен товарами, создание которых в колонии



Рис. 6. Лунная база в представлении художника.
Источник: www.esa.int

(плюс транспорт) дешевле, чем в метрополии. И – наоборот. Возможно, на Россе 128b ценятся шестизубые вилки и двенадцатиугольные тарелки Гжельского фарфорового завода. И еще миллион позиций всякой всячины. А нам бы не помешали пара миллионов тонн никеля в год. Вечно он у нас куда-то девается. Доставьте его нам астероидами пожалуйста, базис поставки DDU орбита Земли, дальше мы сами. И так – постоянно, год за годом, век за веком. И крупный бизнес, и средний и малый и индивидуальные предприниматели с обеих сторон. Все при деле. Постоянный денежный поток, инвестиции, выручка, прибыль.

Конечно, экзопланеты нужно выбирать с умом. Это всё-таки объект для инвестиций. Мы же про бизнес, правда? Но и колонии на Земле тоже выбирались и управлялись с умом. Чтобы веками поддерживать метрополии.

И вот здесь нам опять придется вспомнить про космическую промышленность и, к сожалению, признать, что пока не так уж и развиты наши технологии, и не так уж и дешевы запуски и спутники, чтобы на них запустить бизнес межпланетного масштаба. Ведущие экономики мира годами собирают деньги, а ведущие ученые годами работают ради запуска радиоуправляемой машинки на Марс, а мы пытаемся обсуждать серьезный бизнес. Не рано ли? Или, может, самое время поднять ставки?

Заключение

Приходится признать, что работы по приведению космической индустрии в подходящий для бизнеса вид еще непочатый край, а риторику СМИ пора бы заменить вопросом – «когда же вы наконец серьезно займетесь космосом?». Можно посмотреть на достижения коллег из машиностроения, которые перемещают грузы и людей за деньги. За тот же период. Например, в следующем после запуска первого искусственного спутника, 1958 году компания Honda выпустила мотороллер Super Cub. Благодаря этому мотороллеру поехала вся Юго-Восточная Азия. К настоящему моменту продано более 100 млн. этих изделий производства только Honda. А сколько было отдельно продано двигателей Super Cub для других мотороллеров. Сколько его китайских клонов было продано под индексом 139FMB и установлено на китайские мотороллеры. Миллиард? А для скольких бизнесов он обеспечивал и обеспечивает

логистику – и не сосчитать. Сооснователь Honda Takeo Фудзисава создавал продукт, который должен продаваться, и знал, кому он будет его продавать:

«Мотороллер должен быть таким, чтобы разносчик лапши мог вести его одной рукой, а в другой держать лоток с лапшой. Это значит рычага сцепления на руле не будет» [35]. Поэтому вывод первый – ракетостроители похоже серьезно про бизнес до самого последнего времени не думали. Нет признаков, что они делают это теперь. Выставить счёт за перевозку – это не бизнес.

Вывод второй: соответственно и из бизнесменов кто мог – давно приспособился к использованию космической техники и возможностей как они есть. Да, основной объем бизнеса входит в категории «следить» и «передать информацию». Так затем изначально космические программы и создавались. Да, там еще была функция «доставлять по маршруту земля-орбита-земля, очень быстро». Она сейчас используется частично, в гражданских целях и это очень хорошо: доставить что-нибудь на орбиту или доставить космонавтов на Землю. Ну, может в перспективе – заменить давно ушедший Конкорд быстрым перелетом из Москвы в Вашингтон. Нет, не за 20 минут и не с жесткой посадкой. Вполне можно за час и с мягкой. Или туристов покатать по суборбите. Но даже это уже серьезный технологический вызов для современной космической промышленности. И опять – скорее от безысходности, в виде развлечения для миллионеров.

Вывод третий: не всё очевидно даже с традиционным бизнесом в космосе. Отчетность энтузиастов – закрыта, IPO – не предвидится, банкротства в отрасли – дело привычное. С Земли поджимают конкуренты в виде БЛА. Рискованное это дело – космический бизнес.

Вывод четвертый. Современные космические технологии сыроваты для их использования в целях развития бизнеса. Тем более – масштабного. Дорого, медленно, да ещё и биотехнологий не хватает. И о наличии стратегических планов делать что-то в этом направлении никто не слышал. Ни у государств, ни у корпораций. Так что, похоже, развивать космические технологии для того, чтобы организовать в космосе масштабную бизнес-среду с большим числом интересантов придется еще много десятилетий, если не столетий. Но это естественно – приз большой, целый космос, и инвестиции потребуются соответствующие.

Список литературы

1. Бизнес за пределами атмосферы: развитие рынка космических услуг: [Электронный ресурс] // Фонд «Росконгресс» (ранее – Фонд «Петербургский международный экономический форум»), 2022. URL: <https://forumspb.com/archive/2022/programme/54671/> (Дата обращения: 02.03.2023).
2. Launch Cost Per Kilogram to Low-Earth Orbit (LEO): [Электронный ресурс] // Научно-информационная сеть ResearchGate, 2022. URL: https://www.researchgate.net/figure/Launch-Cost-Per-Kilogram-to-Low-Earth-Orbit-LEO-US-Thousands_fig1_361415873 (Дата обращения: 02.03.2023).
3. Smallsat rideshare program: [Электронный ресурс] // Space Exploration Holdings LLC (SpaceX). URL: <https://www.spacex.com/rideshare/> (Дата обращения: 02.03.2023)
4. Ryan Brukard. How will the space economy change the world?: [Электронный ресурс] // Деловой журнал McKinsey Quarterly. 28.11.2022. URL: <https://www.mckinsey.com/industries/aerospace-and-defense/our-insights/how-will-the-space-economy-change-the-world> (Дата обращения: 02.03.2023).
5. Anurag Kotoky. SpaceX Valued at \$137 Billion in Latest Funding Round, CNBC Says: [Электронный ресурс] // Информационное агентство Bloomberg. 03.01.2023. URL: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2023-01-03/spacex-valued-at-137-billion-in-latest-funding-round-cnbc-says>. (Дата обращения: 02.03.2023).
6. Mike Wall. 61 rocket launches! SpaceX celebrates record-breaking 2022: [Электронный ресурс] // Онлайн-издание Space.com. 04.01.2023. URL: <https://www.space.com/spacex-celebrates-2022-61-launches>. (Дата обращения: 02.03.2023).
7. Alexandra Witze. 2022 was a record year for space launches: [Электронный ресурс] // Научный журнал Nature. 11.01.2023. URL: <https://www.nature.com/articles/d41586-023-00048-7>. (Дата обращения: 02.03.2023).
8. Launches: [Электронный ресурс] // Space Exploration Holdings LLC (SpaceX). URL: <https://www.spacex.com/launches/> (Дата обращения: 02.03.2023)
9. Eutelsat S.A. – первый спутник группировки был запущен в 1983 г. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.eutelsat.com/en/group/about-us.html>. (Дата обращения: 02.03.2023).
- SES S.A. – первый спутник запущен в 1988 г. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ses.com/about-us/our-history-highlights>. (Дата обращения: 02.03.2023).
- Intelsat S.A. – первый спутник запущен в 1965 г. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.intelsat.com/meet-intelsat-1/> (Дата обращения: 02.03.2023).
- Globalstar Inc. – первый спутник запущен в 1998 г. NASA: [Электронный ресурс]. URL: <https://nssdc.gsfc.nasa.gov/nmc/spacescraft/display.action?id=1998-008A> (Дата обращения: 02.03.2023).
- Nilesat Co. – первый спутник группировки был запущен в 1998 г. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.nilesat.com.eg/en/Pages/Index/1?type=2&type=2>. (Дата обращения: 02.03.2023).
10. Ryan Brukardt, Jesse Klempner, Daniel Pachtod, Brooke Stokes. The role of space in driving sustainability, security, and development on Earth: 19.05.2022 [Электронный ресурс] // McKinsey & Company, 2022. URL: <https://www.mckinsey.com/industries/aerospace-and-defense/our-insights/the-role-of-space-in-driving-sustainability-security-and-development-on-earth>. (Дата обращения: 02.03.2023).
11. Jeff Foust. Falcon 9 launches ispace lander and NASA cubesat to the moon: 11.12.2022. [Электронный ресурс] // Онлайн-издание Spacenews. 2022. URL: <https://spacenews.com/falcon-9-launches-ispaceland-lander-and-nasa-cubesat-to-the-moon/>. (Дата обращения: 02.03.2023).
12. Patrick McGee. Elon Musk says SpaceX prepared to spend \$30bn on Starlink: 29.08.2021. [Электронный ресурс] // Financial Times. URL: <https://www.ft.com/content/4f992537-59f6-4d09-b977-c33945dbac5e>. (accessed 02.03.2023).
13. Is SpaceX Really Worth \$74 Billion?: 16.04.2021. [Электронный ресурс] // Forbes. URL: <https://www.forbes.com/sites/greatspeculations/2021/04/16/is-spacex-really-worth-74-billion/?sh=4b99d43c5127>. (Дата обращения: 02.03.2023).
14. Elizabeth Howell. SpaceX aims to start launching next-gen Starlink satellites this month – report: 20.12.2022 [Электронный ресурс] // Онлайн-издание Space.com. URL: <https://www.space.com/spacex-starlink-satellite-new-generation-launch>. (Дата обращения: 02.03.2023).
15. Application for Fixed Satellite Service by Space Exploration Holdings, LLC (FCC 18-161 IBFS File No. SAT-LOA-20170301-00027, 15.11.2018 г.): [Электронный ресурс] // FCC Report (Database Report/Search Tool for FCC Information). URL: <https://fcc.report>. (Дата обращения: 02.03.2023).
16. Yiming Huo. Space Broadband Access: The Race Has Just Begun: [Электронный ресурс] // Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). 28.06.2022. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9810065/> (Дата обращения: 02.03.2023).

17. Joey Roulette. Musk's SpaceX pegs initial Starlink internet price at \$99 per month: 27.10.2020. [Электронный ресурс] // Информационное агентство Reuters. 2022. URL: <https://www.reuters.com/article/us-spacex-starlink-beta-idUSKBN27C30D>. (Дата обращения: 02.03.2023)
18. Michael Kan. SpaceX Prepares to Cut Starlink Dish Cost by Half Later This Year: 25.08.2021. [Электронный ресурс] // PC Magazine. 2021. URL: <https://www.pcmag.com/news/spacex-prepares-to-cut-starlink-dish-cost-by-half-later-this-year> (Дата обращения: 02.03.2023).
19. SpaceX. Starlink now has more than 1,000,000 active subscribers: 19.12.2022. [Электронный ресурс] // Twitter, Inc. URL: <https://twitter.com/SpaceX/status/1604872936976154624>. (Дата обращения: 02.03.2023). Доступ к ресурсу в РФ ограничен Роскомнадзором.
20. Caleb Henry. SpaceX submits paperwork for 30,000 more Starlink satellites: 15.10.2019. [Электронный ресурс] // Онлайн-издание Spacenews. 2019. URL: <https://spacenews.com/spacex-submits-paperwork-for-30000-more-starlink-satellites/> (Дата обращения: 02.03.2023).
21. Application for Fixed Satellite Service by Space Exploration Holdings, LLC (SpaceX Gen2 NGSO Satellite System, IBFS File No. SAT-LOA-20200526-00055): 26.05.2020. [Электронный ресурс] // FCC Report (Database Report/Search Tool for FCC Information). URL: <https://fcc.report>. (Дата обращения: 02.03.2023).
22. Application for Fixed Satellite Service by Space Exploration Holdings, LLC (FCC 22-91, IBFS File Nos. SAT-LOA-20200526-00055 and SAT-AMD-20210818-00105): 18.08.2021. [Электронный ресурс] // FCC Report (Database Report/Search Tool for FCC Information). URL: <https://fcc.report>. (Дата обращения: 02.03.2023).
23. Elon Musk. Starlink is designed for low to medium population density: 07.10.2021 [Электронный ресурс] // Twitter, Inc. URL: <https://twitter.com/spacex/status/1446156822692315138?lang=en>. (Дата обращения: 02.03.2023). Доступ к ресурсу в РФ ограничен Роскомнадзором.
24. LOON – Automated Operations in the Stratosphere: 2021. [Электронный ресурс] // ICAO. URL: <https://www.icao.int/Meetings/innovation-series/Pages/Loon.aspx>. (Дата обращения: 02.03.2023).
25. Eric Teller. Loon's final flight: 22.01.2021 [Электронный ресурс] // The moonshot factory (X Development LLC). 2021. URL: <https://blog.x.company/loons-final-flight-e9d699123a96>. (Дата обращения: 02.03.2023).
26. Michael Sheetz. Elon Musk says an IPO of SpaceX's Starlink satellite internet business is still 3 or 4 years away: 07.06.2022. [Электронный ресурс] // CNBC. 2022. URL: <https://www.cnbc.com/2022/06/07/spacex-starlink-ipo-elon-musk-says-offering-is-3-or-4-years-away.html>. (Дата обращения: 02.03.2023)
27. Quotes. Virgin Galactic Holdings Inc.: [Электронный ресурс] // CNBC. 2022. URL: <https://www.cnbc.com/quotes/SPCE>. (Дата обращения: 02.03.2023)
28. Mark Matney, Andrew Vavrin, Alyssa Manis. Effects of CubeSat Deployments in Low-Earth Orbit: 2017. [Электронный ресурс] // NASA Johnson Space Center. URL: <https://ntrs.nasa.gov/>. (Дата обращения: 02.03.2023).
29. Tereza Pultarova, Elizabeth Howell. Starlink satellites: Everything you need to know about the controversial internet megaconstellation: 23.11.2022. [Электронный ресурс] // Онлайн-издание Space.com. URL: <https://www.space.com/spacex-starlink-satellites.html#:~:text=A%20Starlink%20satellite%20has%20a,in%20this%20so%2Dcalled%20megaconstellation>. (Дата обращения: 02.03.2023).
30. Kristine L. Ferrone. Majority of satellites exceed design life: 06.12.2019. [Электронный ресурс] // The Aerospace Corporation. 2019. URL: <https://aerospace.org>. (Дата обращения: 02.03.2023).
31. Market capitalization of Beyond Meat: [Электронный ресурс] // Companies Market Cap. 2023. URL: <https://companiesmarketcap.com/beyond-meat/marketcap/>. (Дата обращения: 02.03.2023).
32. Spencer Young, Brian Baker, Justin Cook, Jagadish Upadhyaya. Plant-based meat gets a reality check: 27.09.2022. [Электронный ресурс] // Deloitte. 2022. URL: <https://www.deloitte.com/global/en/our-thinking/insights/industry/consumer-retail/future-of-fresh-food-sales/plant-based-meat-sales.html>. (Дата обращения: 02.03.2023).
33. Global Satellite Communication Market Size, Share & Trends Analysis Report by Component (Equipment, Services), by Application (Broadcasting, Airtime), by Vertical, by Region, and Segment Forecasts, 2022-2030: [Электронный ресурс] // Research and Markets. 2022. URL: <https://www.researchandmarkets.com/reports/5390564/global-satellite-communication-market-size-share> (Дата обращения: 02.03.2023).
34. Space Market Digest №5 – 2022 Investments, the LEO Satellite Market and Space Exploration Perspectives: [Электронный ресурс] // The European Space Agency. URL: <https://commercialisation.esa.int/2023/02/space-market-digest-5-2022-investments-the-leo-satellite-market-and-space-exploration-perspectives/> (Дата обращения: 02.03.2023).
35. Quality Products have no International Boundaries / 1956: [Электронный ресурс] // Honda Motor Co., Ltd. 2023. URL: <https://global.honda/heritage/episodes/1956qualityproducts.html>. (Дата обращения: 02.03.2023).

List of literature

1. Business beyond atmosphere: development of space services market: [Website] // Rosscongress Fund (formerly – St. Petersburg International Economic Forum Fund), 2022. URL: <https://forums.spb.com/archive/2022/programme/54671/> (accessed 02.03.2023).
2. Launch Cost Per Kilogram to Low-Earth Orbit (LEO): [Website] // Scientific network ResearchGate, 2022. URL: https://www.researchgate.net/figure/Launch-Cost-Per-Kilogram-to-Low-Earth-Orbit-LEO-US-Thousands_fig1_361415873 (accessed 02.03.2023).
3. Smallsat rideshare program: [Website] // Space Exploration Holdings LLC (SpaceX). URL: <https://www.spacex.com/rideshare/> (accessed 02.03.2023)
4. Ryan Brukard. How will the space economy change the world?: [Website] // McKinsey Quarterly. 28.11.2022. URL: <https://www.mckinsey.com/industries/aerospace-and-defense/our-insights/how-will-the-space-economy-change-the-world> (accessed 02.03.2023).
5. Anurag Kotoky. SpaceX Valued at \$137 Billion in Latest Funding Round, CNBC Says: [Website] // Bloomberg. 03.01.2023. URL: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2023-01-03/spacex-valued-at-137-billion-in-latest-funding-round-cnbc-says>. (accessed 02.03.2023).
6. Mike Wall. 61 rocket launches! SpaceX celebrates record-breaking 2022: [Website] // Space.com. 04.01.2023. URL: <https://www.space.com/spacex-celebrates-2022-61-launches>. (accessed 02.03.2023).
7. Alexandra Witze. 2022 was a record year for space launches: [Website] // Nature. 11.01.2023. URL: <https://www.nature.com/articles/d41586-023-00048-7>. (accessed 02.03.2023).
8. Launches: [Website] // Space Exploration Holdings LLC (SpaceX). URL: <https://www.spacex.com/launches/> (accessed 02.03.2023)
9. Eutelsat S.A. – first satellite launched in 1983: [Website]. URL: <https://www.eutelsat.com/en/group/about-us.html>. (accessed 02.03.2023).
- SES S.A. – first satellite launched in 1988: [Website]. URL: <https://www.ses.com/about-us/our-history-highlights>. (accessed 02.03.2023).
- Intelsat S.A. – first satellite launched in 1965: [Website]. URL: <https://www.intelsat.com/meet-intelsat-1/> (accessed 02.03.2023).
- Globalstar Inc. – first satellite launched in 1998. NASA: [Website]. URL: <https://nssdc.gsfc.nasa.gov/nmc/spacecraft/display.action?id=1998-008A> (accessed 02.03.2023).
- Nilesat Co. – first satellite launched in 1998: [Website]. URL: <https://www.nilesat.com.eg/en/Pages/Index/1?type=2&type=2>. (accessed 02.03.2023).
10. Ryan Brukardt, Jesse Klempner, Daniel Pachod, Brooke Stokes. The role of space in driving sustainability, security, and development on Earth: 19.05.2022 [Website] // McKinsey & Company. 2022. URL: <https://www.mckinsey.com/industries/aerospace-and-defense/our-insights/the-role-of-space-in-driving-sustainability-security-and-development-on-earth>. (accessed 02.03.2023).
11. Jeff Foust. Falcon 9 launches ispace lander and NASA cubesat to the moon: 11.12.2022. [Website] // Онлайн-издание Spacenews. 2022. URL: <https://spacenews.com/falcon-9-launches-ispaceland-lander-and-nasa-cubesat-to-the-moon/>. (accessed 02.03.2023).
12. Patrick McGee. Elon Musk says SpaceX prepared to spend \$30bn on Starlink: 29.08.2021. [Website] // Financial Times. URL: <https://www.ft.com/content/4f992537-59f6-4d09-b977-c33945dbac5e>. (accessed 02.03.2023).
13. Is SpaceX Really Worth \$74 Billion?: 16.04.2021. [Website] // Forbes. URL: <https://www.forbes.com/sites/greatspeculations/2021/04/16/is-spacex-really-worth-74-billion/?sh=4b99d43c5127>. (accessed 02.03.2023).
14. Elizabeth Howell. SpaceX aims to start launching next-gen Starlink satellites this month – report: 20.12.2022. [Website] // Space.com. URL: <https://www.space.com/spacex-starlink-satellite-new-generation-launch>. (accessed 02.03.2023).
15. Application for Fixed Satellite Service by Space Exploration Holdings, LLC (FCC 18-161 IBFS File No. SAT-LOA-20170301-00027, 15.11.2018 r.): [Website] // FCC Report (Database Report/Search Tool for FCC Information). URL: <https://fcc.report>. (accessed 02.03.2023).
16. Yiming Huo. Space Broadband Access: The Race Has Just Begun: [Website] // Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). 28.06.2022. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9810065/> (accessed 02.03.2023).
17. Joey Roulette. Musk’s SpaceX pegs initial Starlink internet price at \$99 per month: 27.10.2020. [Website] // Информационное агентство Reuters. 2022. <https://www.reuters.com/article/us-spacex-starlink-beta-idUSKBN27C30D>. (accessed 02.03.2023)
18. Michael Kan. SpaceX Prepares to Cut Starlink Dish Cost by Half Later This Year: 25.08.2021. [Website] // PC Magazine. 2021. URL: <https://www.pcmag.com/news/spacex-prepares-to-cut-starlink-dish-cost-by-half-later-this-year> (accessed 02.03.2023).
19. SpaceX. Starlink now has more than 1,000,000 active subscribers: 19.12.2022. [Website] // Twitter, Inc. URL: <https://twitter.com/SpaceX/status/1604872936976154624>. (accessed 02.03.2023). Access to the website is limited by Roskomnadzor.
20. Caleb Henry. SpaceX submits paperwork for 30,000 more Starlink satellites: 15.10.2019. [Website] // Spacenews. 2019. URL: <https://spacenews.com/spacex-submits-paperwork-for-30000-more-starlink-satellites/> (accessed 02.03.2023).

21. Application for Fixed Satellite Service by Space Exploration Holdings, LLC (SpaceX Gen2 NGSO Satellite System, IBFS File No. SAT-LOA-20200526-00055): 26.05.2020. [Website] // FCC Report (Database Report/Search Tool for FCC Information). URL: <https://fcc.report>. (accessed 02.03.2023).
22. Application for Fixed Satellite Service by Space Exploration Holdings, LLC (FCC 22-91, IBFS File Nos. SAT-LOA-20200526-00055 and SAT-AMD-20210818-00105): 18.08.2021. [Website] // FCC Report (Database Report/Search Tool for FCC Information). URL: <https://fcc.report>. (accessed 02.03.2023).
23. Elon Musk. Starlink is designed for low to medium population density: 07.10.2021 [Website] // Twitter, Inc. URL: <https://twitter.com/spacex/status/1446156822692315138?lang=en>. (accessed 02.03.2023). Access to the website is limited by Roskomnadzor.
24. LOON – Automated Operations in the Stratosphere: 2021. [Website] // ICAO. URL: <https://www.icao.int/Meetings/innovation-series/Pages/Loon-.aspx>. (accessed 02.03.2023).
25. Eric Teller. Loon’s final flight: 22.01.2021 [Website] // The moonshot factory (X Development LLC). 2021. URL: <https://blog.x.company/loons-final-flight-e9d699123a96>. (accessed 02.03.2023).
26. Michael Sheetz. Elon Musk says an IPO of SpaceX’s Starlink satellite internet business is still 3 or 4 years away: 07.06.2022. [Website] // CNBC. 2022. URL: <https://www.cnbc.com/2022/06/07/spacex-starlink-ipo-elon-musk-says-offering-is-3-or-4-years-away.html>. (accessed 02.03.2023)
27. Quotes. Virgin Galactic Holdings Inc.: [Website] // CNBC. 2022. URL: <https://www.cnbc.com/quotes/SPCE>. (accessed 02.03.2023)
28. Mark Matney, Andrew Vavrin, Alyssa Manis. Effects of CubeSat Deployments in Low-Earth Orbit: 2017. [Website] // NASA Johnson Space Center. URL: <https://ntrs.nasa.gov/>. (accessed 02.03.2023).
29. Tereza Pultarova, Elizabeth Howell. Starlink satellites: Everything you need to know about the controversial internet megaconstellation: 23.11.2022. [Website] // Space.com. URL: <https://www.space.com/spacex-starlink-satellites.html#:~:text=A%20Starlink%20satellite%20has%20a,in%20this%20so%2Dcalled%20megaconstellation>. (accessed 02.03.2023).
30. Kristine L. Ferrone. Majority of satellites exceed design life: 06.12.2019. [Website] // The Aerospace Corporation. 2019. URL: <https://aerospace.org>. (accessed 02.03.2023).
31. Market capitalization of Beyond Meat: [Website] // Companies Market Cap. 2023. URL: <https://companiesmarketcap.com/beyond-meat/marketcap/>. (accessed 02.03.2023).
32. Spencer Young, Brian Baker, Justin Cook, Jagadish Upadhyaya. Plant-based meat gets a reality check: 27.09.2022. [Website] // Deloitte. 2022. URL: <https://www.deloitte.com/global/en/our-thinking/insights/industry/consumer-retail/future-of-fresh-food-sales/plant-based-meat-sales.html>. (accessed 02.03.2023).
33. Global Satellite Communication Market Size, Share & Trends Analysis Report by Component (Equipment, Services), by Application (Broadcasting, Airtime), by Vertical, by Region, and Segment Forecasts, 2022-2030: [Website] // Research and Markets. 2022. URL: <https://www.researchandmarkets.com/reports/5390564/global-satellite-communication-market-size-share> (accessed 02.03.2023).
34. Space Market Digest №5 – 2022 Investments, the LEO Satellite Market and Space Exploration Perspectives: [Website] // The European Space Agency. URL: <https://commercialisation.esa.int/2023/02/space-market-digest-5-2022-investments-the-leo-satellite-market-and-space-exploration-perspectives/> (accessed 02.03.2023).
35. Quality Products have no International Boundaries / 1956: [Website] // Honda Motor Co., Ltd. 2023. URL: <https://global.honda/heritage/episodes/1956qualityproducts.html>. (accessed 02.03.2023).

Рукопись получена: 07.02.2023

Рукопись одобрена: 02.03.2023