Системный анализ подходов к созданию бизнес-услуг на основе космической информации

А. А. Романов, А. А. Романов

АО «Центральный научно-исследовательский институт машиностроения»
Московская обл., Королёв, 141070, Россия
E-mail: AARomanov@tsniimash.ru

В статье анализируются проблемные вопросы и ключевые тенденции перехода от экосистемы космической деятельности, ориентированной на создание изделий космической техники, к экосистеме организации бизнес-услуг в эпоху NewSpace. Отмечается важный организационный аспект, состоящий в том, что успех такого перехода сильно зависит от государственной поддержки, особенно на начальном этапе. Ожидается, что в ближайшей перспективе за счёт глубокой цифровой трансформации и автоматизации космической деятельности, облегчающих доступность космических данных для широкого круга потребителей, возможно кардинальное снижение цен на космическую информацию. Обозначены проблемы становления глобального коммерческого рынка, использующего данные дистанционного зондирования (ДДЗ) Земли и возможные пути их решения. Показано, что основной проблемой мирового рынка выступает практически полностью неразвитый рынок массовых услуг, для понимания и развития которого полезно использовать методологию оценки ценности информации, использующую цепочку создания ценности космических бизнес-услуг на основе космических данных ДЗЗ. Главной целью статьи стал поиск ответов на вопросы: смогли ли созданные стартапы и подходы к коммерциализации обеспечить безболезненный переход в новую систему производственных отношений, разработку и создание новых подрывных технологий и изделий космической техники, а также какие новые решения и подходы нужно внедрить в практику отраслевой деятельности? Основной вывод статьи формулирует, что превращение ДДЗ в массовые услуги возможно только при широком и свободном доступе к ним любого пользователя на условиях минимальных цен как на информацию, так и на средства получения, обработки, хранения и распространения всех доступных данных.

Ключевые слова: космическая деятельность (КД), результаты космической деятельности (РКД), экосистема космической деятельности, коммерциализация космической деятельности, бизнес-услуги, данные дистанционного зондирования (ДДЗ) Земли, спутниковые снимки, ценность космической информации

Одобрена к печати: 12.08.2021
DOI: 10.21046/2070-7401-2021-18-4-9-24

Экосистемный подход к описанию космической деятельности

Наступившая эра «Космос 4.0 — Космос для конкретного человека» (Hany, 2016) применительно к космической индустрии имеет своей целью обеспечение эффективной производственной и коммерческой деятельности. Для этого в настоящее время пересматриваются взаимоотношения государственных институциональных организаций и частных предприятий посредством внедрения механизмов частно-государственного партнёрства. Это обусловлено тем, что с момента зарождения космической индустрии главным выгодоприобретателем от результатов её деятельности всегда было государство, выступая одновременно заказчиком, спонсором, разработчиком, изготовителем, эксплуатантом и потребителем результатов космической деятельности (РКД). Соответственно, и вся инфраструктура космической деятельности (КД) принадлежала государству.

Коммерциализация КД начала активно внедряться с переходом мировой космической индустрии в 80-х гг. прошлого столетия в эпоху New Space Era (NewSpace), характеризующуюся созданием большого количества стартапов во всех сегментах: Upstream, Midstream и Downstream. Так, в сегменте Upstream сосредоточена вся деятельность по обеспечению жизненного цикла космического аппарата (КА), ракеты-носителя (РН) и разгонного блока (РБ), предназначенных для отправки в космос, а также вся относящаяся к этому продукция

и услуги. В секторе Midstream аккумулируется деятельность по поддержке наземной инфраструктуры космической промышленности: космодромы, наземные комплексы управления, центры по приёму, обработке и распространению сырых космических данных. Сегмент Downstream обеспечивает все мероприятия, использующие данные и знания, получаемые из космоса применительно к решению земных задач, а также продукцию и услуги для их поддержки.

Первые инициативы по коммерциализации стимулировались привлекательностью космического туризма, облегчённого доступа в космос и быстро растущим использованием малых спутников. Именно поэтому КД привлекла новых предпринимателей, как начинающих, так и крупных сетевых игроков со значительным инвестиционным потенциалом. Эта революция началась в Кремниевой долине и распространилась по всему миру (Tkatchova, 2018).

Указанным изменениям сопутствуют несколько принципиально новых аспектов: появляются новые инвесторы, во множестве возникают новые стартапы, осуществляется новая космическая политика, регулирующая взаимоотношения собственников и потребителей РКД, проявляются новые угрозы, формируются новые потребности, внедряются новые технологии, а также новые цепочки создания ценности. Все они оказывают влияние на КД, поскольку предопределяют собой необходимость в совершенно новой среде её осуществления — новой экосистеме, в которой на равноправной основе должны уживаться как государственные институциональные образования, так и предприятия частного бизнеса во всём их многообразии. Аналогия с экосистемным подходом в данном случае весьма уместна, поскольку позволяет более чётко описать воздействие условий окружающей среды на повседневную деятельность, а также взаимоотношения и взаимодействие всех участников производственного процесса.

В работе (Denis et al., 2020) приведён подробный обзор современного состояния мировой космической индустрии и дан прогноз перспектив её развития. При этом материал предлагает видение новой организации экосистемы КД, а не анализирует последовательно упрощённую архитектуру индустрии. Результаты проведённого анализа позволили сформулировать некоторые проблемные вопросы, требующие решения для обеспечения появления нового качества в КД.

Изменение традиционных алгоритмов повседневной деятельности предприятий космической индустрии и национальных космических агентств, а также используемых бизнес-моделей в эпоху NewSpace показывает, что основными отличиями становятся не столько сами технологии, сколько «стиль» функционирования компаний. При этом реализуемые принципы деятельности фокусируются в первую очередь на предоставлении услуг, изменении моделей ценообразования, использовании коммерчески доступных изделий и новых подходов к обеспечению надёжности. Всё это обеспечивает пошаговое наращивание характеристик создаваемой продукции, пересмотр сложившихся методов разработки и проектирования изделий в рамках монопредприятий на совместное проектирование с заказчиком и поставщиками в вертикальных интегрированных структурах, а также использование культуры гибкой организации работ. Таким образом, можно сказать, что инновационные свойства компании в большей степени зависят не от её возраста (опыта предшествующих работ и размера), а от способности быстрой адаптации к новым принципам работы и новым путям ведения бизнеса. Применительно к бизнес-услугам это отражает принципиально новый подход: «приведите пользователя к данным, а не данные к пользователю» (Sudmanns et al., 2019).

Модель новой экосистемы КД формируется пятью основными компонентами: 1) рынками и пользователями; 2) ракетно-космической промышленностью, включающей головные предприятия и поставщиков из уже созданных компаний и стартапов; 3) операторами услуг; 4) источниками финансирования; 5) национальными государственными структурами (космическими и оборонными ведомствами) и международными регулирующими органами. Данную модель условно можно разделить на три взаимно увязанных блока: блок ресурсного и нормативно-правового обеспечения, блок разработчиков и производителей космических технологий и блок поставщиков рыночных услуг на основе РКД. Подобная экосистема взаимодействует с некосмическими отраслями экономики посредством заказчиков новых коммерческих услуг через уже существующие и вновь возникающие рынки.

При этом возникает закономерный вопрос: а является ли обсуждаемая трансформация космической индустрии от чисто государственной к частно-государственной прерогативой только ведущих игроков космического рынка? Ответ очевиден: конечно же, нет. Даже если предполагаемые преобразования начнутся существенно позднее, чем они начались в США, практически все участники экосистемы космической деятельности в том или ином виде должны будут пройти аналогичный путь. Сегодня и страны Европейского союза, и Индия, и Китай объявили о своих амбициозных коммерческих космических программах. В монографии (Цифровая..., 2020) приводится обширный обзор статей о переходе к эпохе NewSpace в перечисленных государствах, активно участвующих в космической гонке.

Ещё один очень важный организационный аспект перехода к новой экосистеме состоит в том, что его успех сильно зависит от государственной поддержки подобного перехода, особенно на первом этапе. Неслучайно инициатива создания новой экосистемы мировой космической индустрии принадлежала ведущим национальным космическим агентствам: НАСА (Национальное управление по аэронавтике и исследованию космического пространства США, *англ.* NASA — National Aeronautics and Space Administration), ЕКА (Европейское космическое агентство, *англ.* ESA — European Space Agency), CNES (*фр.* Centre National d'Études Spatiales, Национальный центр космических исследований Франции), CNSA (*англ.* China National Space Administration, Китайское национальное космическое управление), ISRO (*англ.* Indian Space Research Organisation, Индийская организация космических исследований), которые приняли решение реструктурировать частный космический сектор и выступили первыми заказчиками и покупателями его продукции, а также поддержали его развитие законодательными инициативами. Аналогичные меры были предприняты государственными органами и в отношении инфо-телекоммуникационного сектора, поскольку коммерциализация космической деятельности невозможна без их тесного взаимодействия.

Одна из существенных особенностей новой космической экосистемы — возникновение новых частных инвесторов, поскольку до 2010 г. более 75 % объёма финансирования в секторе ДЗЗ обеспечивало государство. Понятно, что только государственное финансирование не может обеспечить взрывной рост массового рынка ДДЗ. В данный период времени появились новые частные компании, обеспечивающие 100%-е финансирование разрабатываемым космическим технологиям и услугам, что привело к возникновению по крайней мере двух подрывных подходов: 1) частая съёмка заданных районов с высоким пространственным разрешением вместо одиночных снимков высокого пространственного разрешения; 2) создание очень дешёвой инфраструктуры, обеспечившей существенное снижение цены снимков. Необходимость данных прорывов связана с новым качеством получаемых на их основе услуг: от анализа статических изображений к выявлению, анализу и прогнозу развития динамического состояния наблюдаемых объектов. Это, в свою очередь, способствует появлению принципиально новых пользователей спутниковых снимков, значительно расширяя существующие рынки.

Для обеспечения подобной услуги, прежде всего, представляется целесообразным использование возможностей уже существующих спутниковых систем, в то же время для мониторинга динамики необходимо использовать новые многоспутниковые группировки с количеством спутников в несколько сотен штук. Соответственно, изготовление такого числа спутников требует совершенно нового подхода к их производству: от нескольких КА в год к нескольким КА в день, что само по себе представляет совершенно нетривиальную задачу обеспечения цепочки поставок комплектующих элементов.

В публикации (State..., 2020) приведены обобщённые результаты работы глобальной космической индустрии в 2019 г., из которых видно, что производство спутников в 2019 г. обеспечивало только 4,6 % глобальной выручки от КД. В то же время доля выручки за счёт предоставления услуг составила более 45 % с максимальным вкладом от трансляций спутникового телевидения и предоставления услуг фиксированной спутниковой связи.

В своей новой стратегии развития ЕКА, наряду с объявленной целью завершения реформирования агентства, определило также три главных направления коммерциализации КД: подготовка специалистов, равноправный доступ к финансированию и быстрое внедрение инноваций (ESA..., 2021).

Инновационные финансовые схемы инвестиций в КД

Источники инвестиций имеют разную природу в зависимости от преследуемых целей. Соответственно, ожидания относительно характера и уровня отдачи от инвестиций могут сильно различаться: бизнес-ангелы более склонны поддерживать КД стартапа в среднесрочной и долгосрочной перспективе, в то время как некоторые венчурные капиталисты более требовательны к быстрым финансовым результатам. Очевидно, что в существующих условиях развития рассматриваемого коммерческого направления в отношении механизмов финансирования остаётся гораздо больше вопросов, чем ответов, особенно на начальном этапе.

Новые попытки создания коммерческих предприятий, выходящих за рамки использования только спутниковых изображений, не замедлили себя ждать. Ожидается, что достигаемая при этом синергия может стать ключом к реорганизации миссий любой перспективной специализированной группировки. Возможная тенденция заключается в том, чтобы в конечном итоге получить глобальную «космическую унифицированную платформу», способную выполнять смешанные миссии, легко адаптируемые в зависимости от решаемых целевых задач.

Адаптация существующих и новых космических предприятий к новой экосистеме

Повсеместное использование технологий COTS (*англ*. Commercial Of The Shelf, Готовое коммерческое изделие), разработанных для применения в секторах экономики вне космического, а также методов проектирования, изобретённых в сфере разработки программного обеспечения (DevOps (*англ*. Development operations)), привело к тому, что очень многие новые игроки стали активно внедрять в космическую индустрию достижения четвёртой промышленной революции (Hany, 2016). В первую очередь это затрагивает предприятия сектора Upstream. В сущности, это означает, что космическая деятельность из обособленной, узко специализированной и изолированной становится рутинной для всё большего числа участников.

Современный ритм жизни приводит к тому, что наиболее успешными, в соответствии с выводом Чарльза Дарвина, становятся «не самые сильные или самые умные, а те, кто быстрее всего адаптируются к возникающим изменениям». Количество спутников ДЗЗ в текущее десятилетие утроится по сравнению с предыдущим, и первым, наиболее значимым следствием этого станет многократно возросшее количество данных, используемых в услугах целого ряда приложений. Данное обстоятельство требует коренного изменения структуры и состава предприятий сектора Downstream, влияющих на формирование рынка ДДЗ. При этом практически все игроки данного сегмента столкнутся со специфическими особенностями, обусловленными большими объёмами данных, высокими скоростями их распространения и огромным разнообразием (Probst et al., 2016). Поскольку рынки услуг космической связи и навигации уже достаточно устойчивы, далее рассмотрим проблемные вопросы становления рынка услуг на основе ДДЗ.

Тренды и проблемы становления рынка коммерческих услуг на основе ДДЗ

Поскольку начиная с 2014 г. наиболее активно и успешно формируется европейский рынок, проанализируем основные проблемы и тенденции, возникшие при его создании. Прежде всего отметим, что доступ к данным системы ДЗЗ Copernicus, являющейся базовой и обеспечивающей бесплатное предоставление данных, не ограничен по объёму и унифицирован для любого пользователя, при том что годовой объём поставляемых данных достигает $8 \cdot 10^{15}$ байт (Пбайт). Ожидается, что к 2022 г. от одного КА Sentinel будет получаться около 25 Пбайт данных.

Очевидно, что для управления подобными объёмами данных и применяются такие цифровые услуги, как облачные вычисления, Большие данные (включая научные и геопространственные), а также Интернет вещей. При этом данные ДЗЗ могут доставляться конечному пользователю посредством различных каналов распространения, таких как прямая продажа компанией-оператором, непосредственный приём данных со спутника (в основном клиентами международных государственных организаций), продажи через уполномоченных продавцов, обеспечивающих компаниям выходы на внутренние рынки, а также продажи через специальные веб-геопорталы из архивных данных или онлайн-библиотеки снимков. Каждый из перечисленных способов распространения данных имеет свои достоинства и недостатки.

Общая цепочка создания добавочной стоимости с использованием ДДЗ (*рис. 1*) включает ряд подсистем, каждая из которых осуществляет специфические функции обработки и управления данными (Giuliani et al., 2020). Традиционно она включает пять основных процессов высокого уровня: получение, анализ, сопровождение, хранение и использование данных. Создание и внедрение инновационных технологий и продуктов, реализующих перечисленные процессы, и может стать основой деятельности компаний по формированию соответствующих бизнес-услуг. В работе (Barsi et al., 2019) предложено по аналогии с процессом разработки сложных технических систем называть такую цепочку создания ценности ДДЗ жизненным циклом создания услуги.

Рис. 1. Цепочка создания ценности в новой экосистеме космической деятельности

Анализ процесса становления коммерческого рынка ДДЗ позволяет сформулировать следующие проблемные вопросы и предложить возможные пути их решения.

Проблема 1: существующая практика использования РКД в области ДЗЗ характеризуется высокой разобщённостью участников, работающих независимо друг от друга, что приводит к необходимости создания интегрирующей экосистемы.

Проблема 2: чтобы «сырые» ДДЗ стали пригодными для дальнейшего использования, их необходимо предварительно обработать.

Проблема 3: для превращения принятия решений в полезный инструмент принципиальным для потребителей оказывается извлечение информации, её анализ и отбор.

Проблема 4: для информационной поддержки принятия решений на институциональных рынках трудно подбирать и поставлять высококачественную, надёжную информацию.

Инновационные решения, предлагаемые для разрешения перечисленных проблем, например в материалах (BlackBridge..., 2015), хотя и являются уникальными, представляют собой

всего лишь примеры, не закрывающие возможности создания новых продуктов. Очевидно, что на рынке существуют и другие компании, разрабатывающие соответствующие приложения, представляющие собой новое поколение игроков на рынке коммерческих услуг на основе ДДЗ, получивших сленговое обозначение «поставщики 2.0». Архитектура предлагаемых сервисов представлена на *рис. 2*.

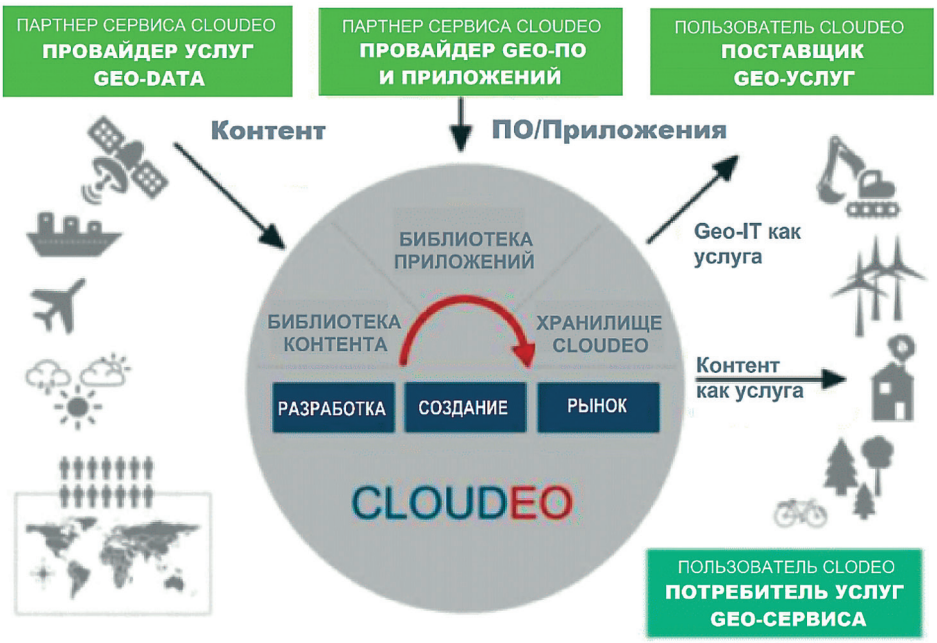

Рис. 2. Облачная платформа сбора, обработки и распространения ДДЗ

Кроме того, новые поставщики услуг, по сравнению с существующими традиционными поставщиками ДДЗ, продвигают на рынки ДДЗ подрывные тенденции, обусловленные в первую очередь использованием для получения информации меньших по размерам и более дешёвых спутников. Главная инновация, предлагаемая поставщиками ДДЗ 2.0, — сделать доступными облачные данные, с которыми любой желающий может работать без необходимости фактической загрузки всего объёма данных, а сконцентрироваться только на конкретной информации, относящейся к области его непосредственного интереса.

Запуск многочисленных инноваций, связанных с Большими данными, кроме всего прочего, влияет и на рынок труда — как прямо, так и косвенно. Непосредственно — на занятость людей в организациях космической отрасли, а косвенно — через их занятость в других отраслях, на которые повлияла эволюция и деятельность в космическом секторе. С этим напрямую связана и **проблема «дефицита талантов»**, учитывая, что на конец 2015 г. была заполнена только одна треть созданных во всём мире рабочих мест. Это обстоятельство обусловлено тем, что интеллектуальный анализ данных требует от персонала весьма специфического набора компетенций: глубокого понимания бизнеса, владения методами визуализации данных, а также компьютерным программированием и методами статистического анализа (Цифровая..., 2020).

Изменение структуры потребления (рынка услуг)

Исторически рынок услуг на основе использования РКД формировался в двух сегментах: институциональном (профессиональном) и массовом (коммерческом). Очевидно, что институциональный рынок в своей базовой основе не может быть массовым, а соответственно,

и количество потребителей (пользователей) его услуг также ограничено. Следовательно, используемая продукция представляет собой уникальные изделия, адаптированные под специфических пользователей, а потому и достаточно дорогая.

При этом следует иметь в виду, что заказчик, потребитель, пользователь и покупатель услуг могут представлять собой различных субъектов рынка. Часто, особенно на институциональных рынках, они могут выступать в одном лице. Причём финансирование их деятельности, как правило, обеспечивает государство, в то время как на массовом рынке пользователь одновременно выступает и покупателем, поскольку он тратит на оплату услуг свои собственные средства.

Сразу отметим, что рынки использования космических технологий формировались не единовременно. Сначала коммерциализировался рынок услуг космической связи, затем навигации и только в настоящее время началось активное формирование рынка услуг, основанного на информации, получаемой от спутников ДЗЗ. Такая последовательность внедрения мероприятий коммерциализации, по нашему мнению, была обусловлена тем, что связь и навигация практически сразу представляли собой традиционные массовые рынки с отчётливо выраженной и понятной услугой.

Начиная с 2010 г. стало приходить понимание, что затраты на КД не соизмеримы с получаемыми результатами и что полное государственное финансирование космической деятельности не обеспечивает необходимой отдачи от вложенных значительных средств. Как НАСА (Heracleous et al., 2018), так и ЕКА (Merhaba et al., 2019) объявили о смене парадигмы использования РКД, а также о создании перспективных средств космической техники за счёт привлечения в этот сектор частных инвестиций. Следует отметить, что к этому времени произошли значительные изменения и в организационной структуре глобальной космической индустрии. По состоянию на 2019 г. общий объём глобальной выручки от КД составил около 270 млрд долларов США.

В российской космической промышленности в первой ветви Upstream сосредоточены предприятия, обеспечивающие производство ракетно-космической техники, запускаемой в космос. В большей части её финансирование обеспечивают бюджетные средства государства, хотя определённые подвижки по включению механизмов частно-государственного партнёрства начинают проявляться всё активнее. Выручка в этой ветви глобальной космической индустрии составляет приблизительно 25 % от общего объёма. Выручка во второй ветви — Midstream — не превышает 10 %. И наконец, на третью ветвь — Downstream — приходится самая существенная часть как выручки, так и прибыли от использования РКД, составляющая более двух третей от общего объёма.

Применительно к структуре российской космической промышленности основная деятельность сосредоточена на предприятиях со 100%-й собственностью государства, обеспечивающих деятельность первой и частично второй ветвей. Третья ветвь, которая потенциально обеспечивает максимальную прибыль от использования РКД, на сегодняшний день практически не развита, а потому стратегически оказывается наиболее привлекательной для потенциального вложения инвестиций. На основе зарубежного опыта можно сказать, что главным механизмом развития данной ветви становится внедрение совместно с университетами и институтами развития бизнес-инкубаторов, реализующих конкретные демонстрационные проекты в интересах конкретных потребителей. Только после того как подобная инфраструктура в Российской Федерации будет создана, можно будет говорить об учреждении устойчивого рынка коммерческих космических услуг.

Виды космических услуг

В бизнесе традиционно выделяются три вида направлений: B2G (от *англ*. business to goverment, услуги государственным органам власти и организациям государственного сектора экономики), B2B (от *англ*. business to business, услуги бизнес-структурам и организациям частного сектора экономики) и B2C (от *англ*. business to consumer, услуги массовым конечным

потребителям). Основные потребители РКД — это федеральные министерства и ведомства, наиболее крупные из которых в Российской Федерации — Министерство обороны, Министерство по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий и Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет). На протяжении многих лет активный интерес к использованию космических технологий проявляют Министерство сельского хозяйства и Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом». Известно, что общее количество таких институциональных потребителей невелико и не превышает несколько десятков. В этом смысле потенциал коммерческих услуг такого рода оказывается ограниченным и не имеет значительного потенциала роста.

Услуги B2C насчитывают в потенциале миллионы пользователей и, следовательно, представляют для коммерциализации максимальный интерес, поскольку в этом случае пользователь услуги выступает ещё и её покупателем, оплачивая услугу из собственных средств.

Попытаемся теперь сформулировать, а что же, собственно, представляет собой услуга, сформированная на основании данных спутниковой съёмки земной поверхности?

Услуги на основе использования ДДЗ

В работе (Denis et al., 2017) приведена таблица (*таблица*), классифицирующая заказчиков и потребителей (пользователей) информационных услуг, основанных на использовании ДДЗ Земли.

Заказчики и потребители информационных услуг по ДДЗ Земли

Рыночные ниши	Оборона, B2G	Гражданские ведомства, B2G	Коммерческие структуры, B2B	Рынок товаров, 2C
Типовая деятельность	Картирование, разведка, C2-ISR	Картография, мониторинг окружающей среды	Сельское хозяйство, нефть и газ, страхование и т. д.	Картирование, услуги геолокации, другие веб-сервисы
Готовность	Высокая	Высокая	Переменная	Низкая
Потенциал роста	Средний	Высокий	Высокий	Высокий
Количество	100	100–1000	Несколько тысяч	Миллионы

Примечание: C2-ISR — command and control of live intelligence, surveillance and reconnaissance, командование и управление разведки, наблюдения и рекогносцировки.

Из *таблицы* видно, что хорошо развитыми и готовыми к активному использованию снимков становятся институциональные рынки, обеспечивающие интересы в основном государственных органов. Массовые же коммерческие рынки на сегодняшний день и за рубежом находятся в зачаточном состоянии.

Сложившаяся на рынке ДДЗ практика работы операторов и провайдеров спутниковых снимков определила два возможных бизнес-сценария.

До недавнего времени рынок спутниковых снимков в основном исповедовал подход «постоянной погони» за рекордно высоким пространственным разрешением. Главный недостаток такого подхода состоял в том, что из-за высокой цены спутниковых снимков потребителем подобных продуктов могли быть либо государственные структуры, либо «элитные» пользователи (haute couture (с *фр.* высокая мода), по образному выражению Ж. П. Антикидиса (J. P. Antikidis), автора концепции e-CORCE). А это только институциональный рынок, который, как уже было показано ранее, не может быть массовым. Ключевые критерии в бизнес-сценарии подобных провайдеров базируются на том, что значительный процент от общей выручки компании поступает от продажи снимков ДЗЗ. В рассмотренном смысле подобный подход, по-видимому, уже исчерпал себя и постепенно исчезнет с рынка.

Формирующийся сегодня рынок новых участников нацелен на внедрение стратегии, ориентированной на предоставление массовых дешёвых услуг prêt-à-porter (с *фр*. готовое к носке) и превращение ДДЗ в товарный продукт, главную ценность которого составляет не снимок сам по себе, а содержащаяся в нём полезная для потребителя информация и услуги, создаваемые на основе данных из различных источников. Причём как для институциональных, так и для частных клиентов необходимость интеграции используемых данных при оказании услуг может вызвать возникновение проблем безопасности и конфиденциальности, что иногда оправдывает внедрение услуги только в одном из сегментов. Другим важным фактором становится уровень автоматизации (обработка, «продвинутая» аналитика, используемые модели), а также потребность в использовании экспертного опыта в процессе создания информационной продукции.

Учитывая сказанное выше, можно сделать важный вывод: услуги B2G через модернизацию сегмента B2B, наконец, могут превратиться в B2C.

Ещё один вывод может быть сформулирован так: поскольку массовый рынок ДЗЗ на сегодня ограничен, устранение данного препятствия возможно, если ДДЗ действительно станут товаром с огромной конкуренцией между владельцами данных и спутников. И соответственно, только в этом случае для агрегаторов чистого контента или брокеров данных появится возможность использования всех доступных источников информации и не потребуется вкладывать средств в закрытые частные системы сбора данных. Ведь в конечном итоге им нужна информация, а не данные.

Часто значимость спутниковых данных (в смысле полезности их использования) значительно усиливается возможностью совместного использования с другими геопространственными данными, полученными традиционными средствами (The economic..., 2017). По-видимому, первой активное применение спутниковых данных в июне 2005 г. освоила компания Google в своём сервисе Google Earth/Map, изначально не лишённом некоторых недостатков, таких, например, как недостаточная оперативность обновления растрового покрытия цифровых карт, получаемых по спутниковым снимкам (e-CORSE..., 2008). Кроме того, существующие возможности систем ДЗЗ не позволяют обеспечить глобальную съёмку земной поверхности без пропусков с высоким пространственным (1 м и лучше), а также временным (1 раз в сутки) разрешением.

В этом отношении перспективные подрывные технологии системы e-CORCE (Antikidis, Favier, 2008) могли бы быть использованы не только для повышения производительности, но и в первую очередь для снижения затрат и упрощения эксплуатации системы. Это открывает путь к совершенно новым возможностям использования спутниковых изображений Земли и появлению очень прибыльных рынков, в некотором роде аналогичных телекоммуникационным и навигационным приложениям.

Наиболее перспективными сферами использования ДДЗ в системе e-CORCE могли бы стать:

- массовый рынок поставщиков веб-услуг или других игроков (операторов связи и др.), которые будут использовать изображения e-CORCE в своих дорожных картах разработки и продвижения продукта/услуги. Этот массовый рынок основан на модели монетизации аудитории (массовые универсальные веб-порталы, тематические сайты, социальные сети и др.), но способен также расширяться за счёт прибыльных мобильных приложений (IPhone и т. д.);
- тематические рынки, в том числе с замещением рынков услуг для клиентов, которые уже используют географические изображения для тематических приложений, охватывающих объединение традиционных рынков, правительственные приложения (гражданская безопасность, сельскохозяйственная политика и др.) и профессиональные приложения (безопасность личности, гражданское строительство, информация и др.);
- новые рынки для клиентов, использующих недорогие спутниковые снимки для удовлетворения реальных потребностей, а также тех, кто будет создавать новые бизнес-приложения, объединяя, например, актуальные, регулярно обновляемые геопортальные данные с мобильностью их распространения через индивидуальные гаджеты.

Дополнительное приложение — это развитие сервисов аналитики изображений, ориентированных на новые потребительские рынки (например, финансы, страхование и т. д.) (Denis et al., 2020).

Проведённый системный анализ показывает, что в части коммерциализации использования ДДЗ космические снимки представляют собой только самое начало процесса создания ценности. Совмещение космических изображений земной поверхности с геопространственными данными, полученными из других источников, приведёт к возникновению нескольких новых подрывных технологий рассматриваемого рынка. В заключение данного раздела уместно привести аналогию между развитием процесса «золотой лихорадки» в США в XIX в. и созданием услуг ДЗЗ. Похоже, что, как и в случае калифорнийских золотокопателей, основные дивиденды получат поставщики сопутствующих товаров: кирок и лопат от Самюэля Бранана (*англ.* Samuel Brannan), шахтного оборудования от Лелана Стэнфорда (*англ.* Leland Stanford) и джинсовой одежды от Леви Страусса (*англ.* Levi Strauss). Применительно к мировой космической индустрии это могут быть компании по оказанию коммерческих услуг, поставщики ДДЗ, предприятия секторов информационных технологий и сектора Midstream, производители спутников с поставщиками комплектующих и составных частей, а также предприятия инфраструктуры пусковых услуг.

Ценность информации ДЗЗ

В общем случае ценность информации (ЦИ), получаемой из спутниковых снимков, сильно субъективна и зависит от того, для кого она предназначена и как предполагается её использовать. В этом смысле главные преимущества спутниковых снимков гипотетически заключаются в возможностях глобальности масштаба наблюдения и оперативности доведения полученных снимков до конечного потребителя. Следует помнить также, что конкретный потребитель хочет видеть ситуацию именно в нужном ему месте, в конкретное (нужное ему) время и за приемлемую (для него) цену. Только тогда он будет готов заплатить за оказанную услугу собственные деньги. А это означает, что невозможность съёмки заданного района в заданное время по любой причине, а также задержка в доведении информации даже на несколько часов часто делает услугу совершенно бесполезной. Данный аспект использования информации ДЗЗ подробно обсуждается в монографии (Manual..., 2020).

Визуальная информация, которая содержится в спутниковых снимках, используется уполномоченными лицами и индивидуальными пользователями для принятия конкретных управленческих решений в задачах мониторинга различных ситуаций, для детектирования и идентификации которых необходимо обеспечить нужную разрешающую способность снимков и динамику их обновления. Действительно, только понимая конечную «значимость» продукта и его компонентов в цепочке создания стоимости, компании могут подумать о том, как оптимизировать процессы принятия решений.

Споры, что́ является значимым на спутниковых снимках и как оценить эту значимость, ведутся в литературе на протяжении последнего десятилетия (Craglia, Pogorzelska, 2020; Pogorzelska, 2018). Обсуждение неизбежно переходит к вопросу, как измерить то, что кажется имеющим ценность. Соответственно, существует множество предложений, как определить ценность ДДЗ, и на сегодня единого мнения об этом, не говоря уже о том, как измерить эту ценность, попросту не существует.

Интересный подход к оценке значимости ДДЗ на основе использования дерева решений предложен в отчёте (Pearlman et al., 2019). Чтобы понять ценность ДДЗ, нужно, прежде всего, осознать, какие требования к ним предъявляет потребитель, чтобы в процессе принятия решений в результате использования информации могла быть извлечена хоть какая-то выгода. В принципе, существуют несколько возможных вариантов использования данных, информации и информационных продуктов. При этом ценность, создаваемая предельным увеличением объёма используемой информации, может возникать как в одной, так и в нескольких частях производственной цепочки создания стоимости.

Методология использования дерева решений предполагает, что информация, содержащаяся в снимках ДЗЗ, сама по себе не имеет ценности, если она не используется хотя бы в одном сценарии принятия решении. Следовательно, цель применения дерева решений — структурировать типы решений, принимаемых с использованием информации, и сравнить результирующие сценарии, как задействующие информацию из спутниковых снимков, так и без неё. В конечном итоге определяются потенциальные альтернативные пути принятия решений, результаты реализации этих путей, а также учитывается вероятность, что лицо, принимающее решение, выберет любой доступный вариант, предлагающий наилучшую доступную информацию, а также монетизированную стоимость каждого варианта принятия решения.

В многочисленных исследованиях подчёркивается, что ЦИ тесно связана с её использованием по целевому назначению. Некоторые авторы утверждают, что информация сама по себе не имеет внутренней ценности, ценность проявляется только после её использования, и эта ценность, прежде всего, связана с характером использования, а не с природой возникновения информации. Таким образом, одна и та же информация имеет разную ценность для разных пользователей.

Следовательно, ценность информации, полученной из ДДЗ, возникает тогда, когда она способствует принятию решений, направленных на достижение различной экологической, социальной и экономической выгоды. Данный вывод приводит к тому, что для получения значимого для пользователя результата на всех этапах работы с информацией провайдер услуги обеспечивает создание прибавочной стоимости конечного продукта в рамках процесса, называемого цепочкой создания ценности (Longhorn, Blakemore, 2007).

Иллюстрация применения данного подхода для оценки влияния цветения вредных водорослей в прибрежной курортной зоне приведена в отчёте (Pearlman et al., 2019). Показано, что конечной целью создания продукта оказывается проект системы прогнозирования и раннего оповещения населения о начале цветения ядовитых водорослей в прибрежной морской зоне.

При составлении прогноза развития событий использовались различные модели, усваивающие натурные и спутниковые данные, причём некоторые из них были получены совершенно для других целей. Для составления дерева решений были идентифицированы пользователи информационного продукта, а также бенефициары, которые могут получать потенциальную выгоду. К ним относятся производители питьевой воды, операторы объектов аквакультуры в прибрежной зоне, естественные рыбные промыслы, муниципалитеты прибрежных населённых пунктов, операторы чартерных судов, а также экологические службы, занимающиеся восстановлением заражённых акваторий. Среди участников разработки идеи подобной услуги были гидрологи, экономисты и менеджеры данных, имеющие опыт работы с анализом данных о цветении ядовитых водорослей.

Конечным информационным продуктом, использованным для рассмотрения ветвей дерева принятия решений, была система раннего предупреждения, основанная на спутниковых снимках, контактных наблюдениях в местах возникновения цветения и дополнительных аналитических возможностях. Поскольку наиболее «продвинутыми» пользователями информации данной системы выступают органы управления ресурсами питьевой воды, именно для них были определены различные сценарные варианты принятия решений, получаемых без использования ДДЗ. Возможным вариантом управленческого воздействия в случае возникновения заражения стало интенсивное обеззараживание воды. Второй вариант — недостаточно интенсивное обеззараживание. Соответственно, в случае слишком интенсивного обеззараживания возникают затраты, связанные как непосредственно с мероприятиями, так и с обеспечением потенциально альтернативными источниками воды (например, доставка в регион бутилированной воды). При недостаточном обеззараживании возникают риски для здоровья человека, включая желудочно-кишечные заболевания и амнезию; существуют также менее хорошо изученные долгосрочные риски для здоровья. В качестве наилучшего решения в данном случае может быть выбран оптимальный баланс затрат на мероприятия по преодолению последствий с рисками для здоровья человека.

В последнее десятилетие в сообществе пользователей ДДЗ устоялась широко признанная потребность в том, чтобы значение ЦИ представляло собой количественную меру, хотя её не обязательно нужно рассчитывать в денежном выражении. Выгода может быть выражена в некоторых косвенных показателях, например в снижении общей смертности и заболеваемости в наблюдаемом регионе, уменьшении ущерба капитальным вложениям, увеличении прибыли, улучшении благосостояния общества, экономии времени, экономии топлива, сокращении выбросов углекислого газа и многих других социальных и экономических измерениях.

Отметим, что термины «качество снимка» и «ценность снимка», несмотря на похожесть формулирования, отражают разную суть. До сих пор цены на ДДЗ в основном определялись «качеством изображения». На качество снимка влияет большое количество факторов, определяющими из которых являются GSD (*англ.* Ground Sample Distance, размер пикселя на местности), точность геолокации (географической привязки снимка), «свежесть» изображения (время получения снимка для анализа пользователем), а также радиометрическая точность (минимальный дискрет сигнала, регистрируемого съёмочной аппаратурой спутника). Обычная модель цены (за исключением прямого приёма телеметрии) — это цена за квадратный километр съёмки или за поставляемое полное изображение интересующей территории.

Вариант дорожной карты развития операторов бизнес-услуг ДЗЗ

Подходы к созданию новой бизнес-парадигмы оператора услуг ДЗЗ на основе концепции e-CORCE предложены в работе (Antikidis, Favier, 2011). Как уже отмечалось выше, e-CORCE — это новая система наблюдения Земли, еженедельно производящая снимки всей поверхности Земли с пространственным разрешением в 1 м. Эта концепция была разработана в 2006 г. специалистами CNES в ответ на большой спрос на спутниковые снимки земной поверхности со стороны различных геопорталов, поддерживающих их массовое использование. Выгодной отличительной чертой e-CORCE оказывается не только привлекательная, инновационная и недорогая космическая технология, но и упрощённое распространение снимков с использованием технологий интернета и сотовой связи.

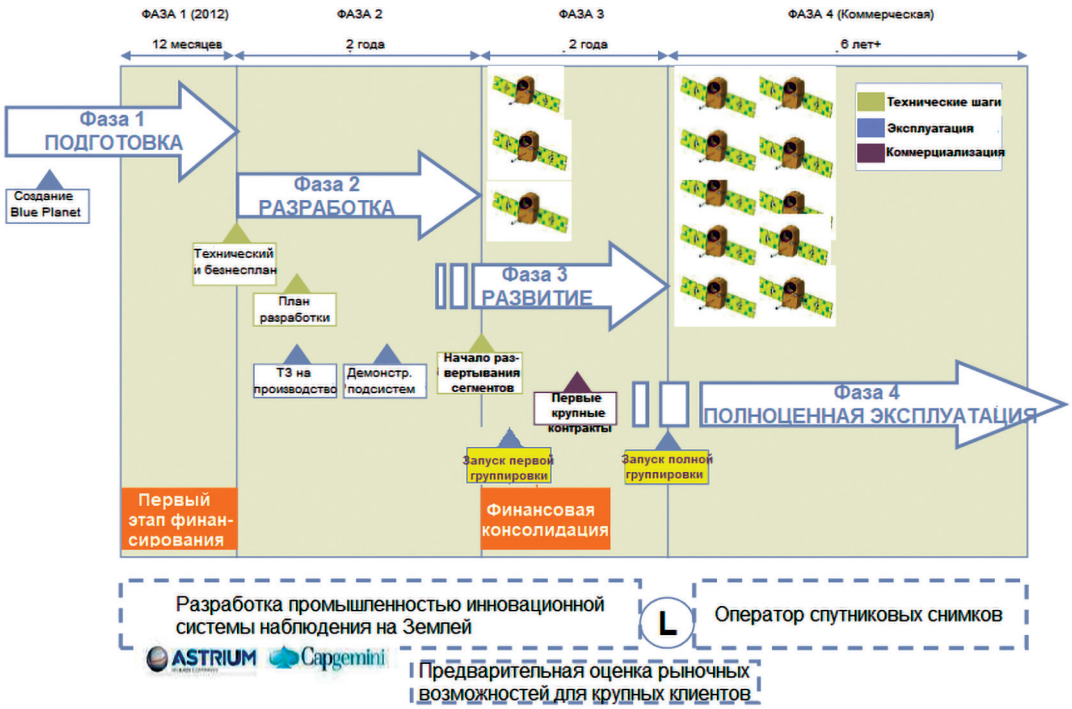

Рис. 3. Дорожная карта реализации проекта e-CORCE

Для капитализации прорывных проектов e-CORCE авторами было принято решение, собрав необходимых промышленных и финансовых партнёров, создать коммерчески прибыльную структуру под названием Blue Planet, которая призвана управлять производством, развёртыванием, эксплуатацией, маркетингом и дистрибуцией информационной продукции.

Дорожная карта реализации проекта включает в себя четыре основные фазы, представленные на *рис. 3* (см. с. 20). Общая длительность разработки по задумке составляла 5 лет.

Фаза предварительной подготовки (*1 год*)

С точки зрения технической перспективы цель данной фазы состояла в том, чтобы окончательно прояснить все технические концепции проекта, определяющие возможность создания системы e-CORCE. Хотя все концепции прошли процедуру независимой экспертизы в CNES, а также у некоторых потенциальных индустриальных партнёров, необходимо было предусмотреть некоторое время для того, чтобы обеспечить как полное одобрение техническими партнёрами масштабов проекта, так и согласование своевременного и достаточного финансирования. Уровень посевного финансирования первой фазы оценивался в 1 млн евро.

Фаза разработки (*2 года*)

Данная фаза обеспечивает создание техническими партнёрами реальных прототипов системы до начала изготовления элементов системы. На этой фазе компания Blue Planet начинает путь коммерческого продвижения проекта у клиентов или дистрибьюторов. Стоимость фазы оценена в 80 млн евро.

Фаза изготовления (*2 года*)

Данная фаза концентрируется на изготовлении 19 спутников для начального выведения на орбиту 13 КА. Одновременно заключаются первые ключевые контракты (включая операторов услуг добавленной стоимости и ключевые сети распространения продуктов системы), что должно обеспечить первую прибыль после запуска. Стоимость данной фазы оценена в 305 млн евро.

Фаза коммерческой эксплуатации (*минимум 6 лет*)

Эта фаза соответствует периоду планируемой коммерческой эффективности. В результате создаётся основа коммерциализации, и после тестового этапа коммерческая деятельность e-CORCE станет полностью активной, принося солидный чистый доход, как описано в бизнес-прогнозах компании. Этап начнётся с 6-месячного периода тестирования, в течение которого будет осуществляться ранняя коммерческая деятельность.

В заключение данного анализа необходимо отметить, что существуют ещё несколько важных вопросов, влияющих на организацию процессов коммерциализации в космической отрасли, например применяемые модели финансирования (Как использовать..., 2018), но они выходят за рамки настоящей работы.

Заключение

Опыт трансформации мировой космической индустрии при её переходе в эру Space 4.0 («Космос 4.0») характеризуется созданием новой экосистемы КД, в которой основной акцент коммерциализации падает не на производство технических средств, а на оказание услуг на основе применения космических технологий спутниковой навигации, связи и ДЗЗ.

Основные виды космических услуг, оказываемых сегодня, сосредоточены на услугах B2G и B2B, в то время как услуги B2C всё ещё находятся на стадии становления. Подобные услуги узко специализированные и сильно зависят от конечного пользователя. Для существенного изменения ситуации необходимо повсеместно создавать инфраструктуру инновационных компаний сектора Downstream, обеспечивающих дешёвые унифицированные технологии.

Для оценки ценности ДДЗ представляется перспективным подход на основе использования цепочек ценности/деревьев принятия решений.

Максимально эффективное массовое использование спутниковых данных возможно только при широком и свободном доступе к ним любого пользователя на условиях минимальных цен как на информацию, так и на средства получения, обработки, хранения и распространения данных.

Необходимо организовать подготовку в ведущих технических вузах специалистов с широким кругом компетенций, охватывающих цифровую трансформацию космической отрасли на основе использования технологий шестого технологического уклада.

Анализ перспективной экосистемы КД показывает, что максимальную выручку при оказании услуг на основе использования космической информации могут получать компании-поставщики ДДЗ, предприятия секторов ИТ и сектора Midstream, производители спутников с поставщиками комплектующих и составных частей, а также предприятия инфраструктуры пусковых услуг.

Литература

1. Как использовать ценообразование на основе ценности? // fin-accounting.ru. 2018. URL: https://fin-accounting.ru/articles/2018/value-based-pricing-strategy.
2. Цифровая трансформация космического приборостроения // под ред. Романова А. А., Романова А. А., Урличича Ю. М., Королёв: АО «ЦНИИмаш», 2020. 397 с.
3. *Antikidis J. P.*, *Favier J. J.* The one meter shop concept // Acta Astronautica. V. 63. Iss. 1–4. July–Aug. 2008. P. 156–164.
4. *Antikidis J. P.*, *Favier J. J.* A new business paradigm for Earth Observation with the e-CORCE programme // 3rd Symp. Earth Observation Business. Session: Emerging EO Operators' development plans. 15–16 Sept. 2011, Paris. 2011. 5 p.
5. *Barsi Á.*, *Kugler Z.*, *Juhász A.*, *Szabó G.*, *Batini C.*, *Abdulmuttalib H.*, *Huang G.*, *Shen H.* Remote sensing data quality model: from data sources to lifecycle phases // Intern. J. Image and Data Fusion. June 2019. V. 10(4). P. 1–20. DOI: 10.1080/19479832.2019.1625977.
6. BlackBridge to Provide Satellite Imagery for Precision Agriculture Services // GIM International. May 12, 2015. URL: https://www.gim-international.com/content/news/blackbridge-to-provide-satellite-imagery-for-precision-agriculture-services.
7. *Craglia M.*, *Pogorzelska K.* The Economic Value of Digital Earth // Manual of Digital Earth / eds. H. Guo, M. Goodchild, A. Annoni. Springer Open, 2020. Ch. 19. P. 623–646.
8. *Denis G.*, *Alary D.*, *Pasco X.*, *Pisot N.*, *Texier D.*, *Toulza S.* From new space to big space: How commercial space dream is becoming a reality // Acta Astronautica. 2020. V. 166. P. 431–443.
9. e-CORSE: неогеография второго поколения // zoom.cnews.ru. 27.10.2008. URL: https://zoom.cnews.ru/rnd/article/item/ecorse_neogeografiya_vtorogo_pokoleniya.
10. ESA AGENDA 2025: Make space for Europe. 2021. 17 p. URL: https://esamultimedia.esa.int/docs/ESA_Agenda_2025_final.pdf.
11. *Giuliani G.*, *Mazzettic P.*, *Santoroc M.*, *Natividd S.*, *Van Bemmelene J.*, *Colangelie G.*, *Lehmann A.* Knowledge generation using satellite earth observations to support sustainable development goals (SDG): A use case on Land degradation // Intern. J. Applied Earth Observation and Geoinformation. 2020. V. 88. Art. No. 102068. P. 1–12.
12. *Hany M.* Aerospace 4.0™. Canada, 2016. 5 p. URL: https://aeroets.etsmtl.ca/documents/about/Aerospace_4.pdf.
13. *Heracleous L.*, *Terrier D.*, *Gonzalez S.* The Reinvention of NASA // Change Management. 23 Apr. 2018. 7 p.
14. *Longhorn R. A.*, *Blakemore M.* Geographic Information: Value, Pricing, Production, and Consumption. 1st ed. Boca Raton: CRC Press, 2007. 248 p. URL: https://doi.org/10.1201/9781420005172.
15. Manual of Digital Earth / eds. H. Guo, M. F. Goodchild, A. Annoni, Springer Open, 2020. 852 p.
16. *Merhaba A.*, *Ainardi M.*, *Aebi T.*, *Khairat H.* The Space Agency of the Future. Arthur D. Little, March 2019. 4 p. URL: https://www.adlittle.com/sites/default/files/viewpoints/adl_space_agency-min.pdf.

17. *Pearlman F.*, *Lawrence C. B.*, *Pindilli E. J.*, *Geppi D.*, *Shapiro C. D.*, *Grasso M.*, *Pearlman J.*, *Adkins J.*, *Sawyer G.*, *Tassa A.* Demonstrating the Value of Earth Observations — Methods, Practical Applications, and Solutions — Group on Earth Observations Side Event Proceedings: Open-File Report 2019–1033. U. S. Geological Survey. USGS. Department of the Interior. 2019. 33 p. URL: https://doi.org/10.3133/ofr20191033.
18. *Pogorzelska K.* EOVALUE: Review of EO Market Studies. Project 34538: EOVALUE. Deliverable D 2.1. European Commission. 2018. 67 p. URL: https://ec.europa.eu/jrc/communities/sites/jrccties/files/eovalue_d2.1_revieweomarket_studies_v1.pdf.
19. *Probst L.*, *Frideres L.*, *Cambier B.*, *Duval J.-P.*, *Roth M.*, *Lu-Dac C.* Space Tech and Services: Big Data in Earth Observation. Case study 64. European Union. Febr. 2016. 13 p.
20. State of the Satellite Industry: Report. SIA. Bryce Space and Technology. June 2020. 3 p. URL: https://brycetech.com/reports/report-documents/SIA_SSIR_2020.pdf.
21. *Sudmanns M.*, *Tiede D.*, *Lang S.*, *Trost G.*, *Augustin H.*, *Baraldi A.*, *Blaschke T.* Big Earth data: disruptive changes in Earth observation data management and analysis // Intern. J. Digital Earth. 2019. V. 13(7). P. 832–850. DOI: 10.1080/17538947.2019.1585976.
22. The economic impact of geospatial services: how consumers, businesses and society benefit from location-based information: Report. AlphaBeta, 2017. 92 p. URL: https://alphabeta.com/wp-content/uploads/2017/09/GeoSpatial-Report_Sept-2017.pdf.
23. *Tkatchova S.* Emerging Space Markets. 1st ed. Berlin; Heidelberg: Springer-Verlag, 2018. 138 p.

System analysis of approaches to creating business services based on space information

A. A. Romanov, A. A. Romanov

AO Central Research Institute for Machine Building
Korolev 141070, Moscow region, Russia
E-mail: AARomanov@tsniimash.ru

The article analyzes the problematic issues and key trends in the transition from the ecosystem of space activities focused on the creation of space technology products to the ecosystem of creating business services in the era of New Space. An important organizational aspect is that the success of such a transition heavily depends on governmental support, especially at the initial stage. It is expected that in the near future, due to the deep digital transformation and automation of space activities, which facilitate the availability of space data for a wide range of consumers, a drastic reduction in the prices of space information is possible. The problems of the formation of a global commercial market using the Earth's remote sensing data (RSD) and possible ways to solve them are outlined. It is shown that the main problem of the world market is an almost completely undeveloped mass services market, for the understanding and development of which it is useful to use the methodology for assessing the value of information that uses the value chain of space business services based on RSD. The main purpose of the article is to find answers to the questions: have the established startups and approaches to commercialization been able to ensure a painless transition to a new system of industrial relations, the development and creation of new disruptive technologies and space technology products, as well as what new solutions and approaches need to be implemented in the practice of industry activities? The main conclusion of the article formulates that the transformation of RSD into mass services is possible only with wide and free access to them by any user on the terms of minimum prices, both for information and for the means of obtaining, processing, storing and distributing all available data.

Keywords: space activities, space activity results, space activity ecosystem, commercialization of space activities, business services, Earth remote sensing data (RSD), satellite images, the value of space information

Accepted: 12.08.2021
DOI: 10.21046/2070-7401-2021-18-4-9-24

References

1. https://fin-accounting.ru/articles/2018/value-based-pricing-strategy.
2. *Tsifrovaya transformatsiya kosmicheskogo priborostroeniya* (Digital transformation of space instrumentation), Romanov A. A., Romanov A. A., Urlichich Yu. M. (eds.), Korolev: AO "TsNIImash", 2020, 397 p. (in Russian).
3. Antikidis J. P., Favier J. J., The one meter shop concept, *Acta Astronautica*, Vol. 63, Issues 1–4, July–Aug. 2008, pp. 156–164.
4. Antikidis J. P., Favier J. J., A new business paradigm for Earth Observation with the e-CORCE programme, *3rd Symp. Earth Observation Business*, *Session: Emerging EO Operators' development plans*, 15–16 Sept. 2011, Paris, 2011, 5 p.
5. Barsi Á., Kugler Z., Juhász A., Szabó G., Batini C., Abdulmuttalib H., Huang G., Shen H., Remote sensing data quality model: from data sources to lifecycle phases, *Intern. J. Image and Data Fusion*, June 2019, V. 10(4), pp. 1–20, DOI: 10.1080/19479832.2019.1625977.
6. https://www.gim-international.com/content/news/blackbridge-to-provide-satellite-imagery-for-precision-agriculture-services.
7. Craglia M., Pogorzelska K., The Economic Value of Digital Earth, *Manual of Digital Earth*, H. Guo, M. Goodchild, A. Annoni (eds.), Springer Open, 2020, Ch. 19, pp. 623–646.
8. Denis G., Alary D., Pasco X., Pisot N., Texier D., Toulza S., From new space to big space: How commercial space dream is becoming a reality, *Acta Astronautica*, 2020, Vol. 166, pp. 431–443.
9. https://zoom.cnews.ru/rnd/article/item/ecorse_neogeografiya_vtorogo_pokoleniya.
10. ESA AGENDA 2025: Make space for Europe, 2021, 17 p., available at: https://esamultimedia.esa.int/docs/ESA_Agenda_2025_final.pdf.
11. Giuliani G., Mazzettic P., Santoroc M., Natividi S., Van Bemmelene J., Colangelie G., Lehmann A., Knowledge generation using satellite earth observations to support sustainable development goals (SDG): A use case on Land degradation, *Intern. J. Applied Earth Observation and Geoinformation*, 2020, Vol. 88, Art. No. 102068, pp. 1–12.
12. Hany M., Aerospace 4.0TM, Canada, 2016, 5 p, available at: https://aeroets.etsmtl.ca/documents/about/Aerospace_4.pdf.
13. Heracleous L., Terrier D., Gonzalez S., The Reinvention of NASA, *Change Management*, 23 Apr. 2018, 7 p.
14. Longhorn R. A., Blakemore M., Geographic Information — Value, Pricing, Production, and Consumption, 1st ed., Boca Raton: CRC Press, 2007, 248 p., available at https://doi.org/10.1201/9781420005172.
15. Manual of Digital Earth., H. Guo, M. F. Goodchild, A. Annoni (eds.), Springer Open, 2020, 852 p.
16. Merhaba A., Ainardi M., Aebi T., Khairat H., *The Space Agency of the Future*, Arthur D. Little, March 2019, 4 p., available at: https://www.adlittle.com/sites/default/files/viewpoints/adl_space_agency-min.pdf.
17. Pearlman F., Lawrence C. B., Pindilli E. J., Geppi D., Shapiro C. D., Grasso M., Pearlman J., Adkins J., Sawyer G., Tassa A., *Demonstrating the Value of Earth Observations — Methods*, *Practical Applications*, *and Solutions — Group on Earth Observations Side Event Proceedings: Open-File Report 2019–1033*, U. S. Geological Survey, USGS, Department of the Interior, 2019, 33 p., available at: https://doi.org/10.3133/ofr20191033.
18. Pogorzelska K., *EOVALUE: Review of EO Market Studies*, *Project 34538: EOVALUE. Deliverable D 2.1*, European Commission, 2018, 67 p., available at: https://ec.europa.eu/jrc/communities/sites/jrccties/files/eovalue_d2.1_revieweomarket_studies_v1.pdf.
19. Probst L., Frideres L., Cambier B., Duval J.-P., Roth M., Lu-Dac C., *Space Tech and Services: Big Data in Earth Observation*, *Case study 64*, European Union, Febr. 2016, 13 p.
20. Sudmanns M., Tiede D., Lang S., Trost G., Augustin H., Baraldi A., Blaschke T., Big Earth data: disruptive changes in Earth observation data management and analysis, *Intern. J. Digital Earth*, 2019, Vol. 13(7), pp. 832–850, DOI: 10.1080/17538947.2019.1585976.
21. *State of the Satellite Industry: Report*, SIA, Bryce Space and Technology, June 2020, 3 p., available at: https://brycetech.com/reports/report-documents/SIA_SSIR_2020.pdf.
22. *The economic impact of geospatial services: how consumers*, *businesses and society benefit from location-based information: Report*, AlphaBeta, 2017, 92 p., available at: https://alphabeta.com/wp-content/uploads/2017/09/GeoSpatial-Report_Sept-2017.pdf.
23. Tkatchova S., *Emerging Space Markets*, *1st ed.*, Berlin; Heidelberg: Springer-Verlag, 2018, 138 p.