

Анализ факторов, влияющих на инвестиционную привлекательность и коммерческий потенциал технологии Direct-to-Device

Analysis of the factors influencing investment attractiveness and commercial potential of the Direct-to-Device technology

Научная статья представляет собой аналитическое исследование перспектив развития технологии прямой связи между спутником и смартфоном. В работе представлена актуальная информация о мировом рынке, рассмотрены коммерческие, технологические и регуляторные аспекты развития рынка. Кроме того, в статье рассмотрены возможные драйверы и барьеры, а также варианты использования технологии на коммерческом рынке спутниковых услуг связи.

The scientific article is an analytical study of the prospects for the development of direct communication technology between a satellite and a smartphone (Direct-to-Device, D2D). The work presents relevant information on the global D2D market, considers commercial, technological and regulatory aspects of market development. The article also considers possible drivers and barriers, as well as the possibilities of using D2D in the commercial market of satellite communication services.

Ключевые слова: спутниковая связь, Direct-to-Device, рынок спутниковых сервисов D2D, целевая аудитория, абонентский терминал, прямой спутниковый доступ, единые технологические стандарты

Keywords: satellite communications, Direct-to-Device, D2D satellite services market, target audience, subscriber terminal, direct satellite access, unified technological standards



МАНОЙЛО АНДРЕЙ ВАЛЕРЬЕВИЧ

Заместитель генерального директора по эксплуатации, АО «Спутниковая система «Гонец»

E-mail: a.manoilo@gonets.ru

MANOILLO ANDREY

Deputy CEO for Operations, JSC "Satellite System "Gonets"



КАЗИНСКИЙ НИКИТА ВЛАДИМИРОВИЧ

Генеральный директор, АО «Организация «Агат»

E-mail: KazinskiyNV@agat-rosocosmos.ru

KAZINSKY NIKITA

CEO, JSC "Organization "Agat"

**ЧЕРЕНКОВ ПАВЕЛ ГЕННАДЬЕВИЧ**

Генеральный директор,
ООО «Ситроникс Спейс»

E-mail: info@sitronics.com

CHERENKOV PAVEL

CEO, "Sitronics Space", LLC

**ПИВКИН АЛЕКСЕЙ ЛЕОНИДОВИЧ**

Заместитель генерального директора
по стратегическому развитию,
АО «Организация «Агат»

E-mail: PivkinAL@agat-roskosmos.ru

PIVKIN ALEKSEY

Deputy CEO for Strategic Development, JSC "Organization "Agat"

**СПАССКАЯ МАРИЯ ВИКТОРОВНА**

Начальник отдела бизнес-планирования
и анализа Управления перспективных
программ и инвестиционного анализа,
АО «Организация «Агат»

E-mail: SpasskayaMV@agat-roskosmos.ru

SPASSKAYA MARIYA

Head of Business Planning and Analysis Department of
Prospective Programs and Investment Analysis Directorate,
JSC "Organization "Agat"

Для цитирования: Манойло А.В. Анализ факторов, влияющих на инвестиционную привлекательность и коммерческий потенциал технологии Direct-to-Device / А.В. Манойло, Н.В. Казинский, П.Г. Черенков, А.Л. Пивкин, М.В. Спасская // «Экономика космоса». – 2024. – № 9. – С. 08-18. – DOI 10.48612/agat/space_economics/2024.03.09.02

Введение

В настоящее время в сфере спутниковых телекоммуникаций активно обсуждаются перспективы применения технологии прямого доступа с мобильного телефона к спутниковым каналам связи Direct-to-Device (далее – D2D). Ряд участников рынка, в том числе известные международные компании Apple, Globalstar и SpaceX, стартапы Lynk Global и AST SpaceMobile, уже заявили о пробных кейсах внедрения новой технологии^{1, 2}. В начале 2024 года глобальный спутниковый оператор Iridium сообщил о планах по созданию собственной низкоорбитальной группировки, совместимой со стандартами 5G, используемыми смартфонами массового

рынка, с целью предоставления им доступа к службам обмена сообщениями и сигналам SOS вне зоны действия сотовой связи с 2026 года. А SpaceX в январе 2023 года запустила первую партию из шести спутников Starlink, которые обладают возможностями спутникового D2D³. Среди преимуществ современных спутниковых систем, которые сближают их возможности с наземными сетями, специалисты отрасли выделяют возможность создания зон плотного покрытия с множественным перекрытием и внедрение в спутниковых сетях гибких схем абонентского подключения, что делает их менее зависимыми в условиях быстрого изменения радиопомеховой обстановки [1].

¹ «Iridium переходит на стандартизированные спутниковые сервисы direct-to-device» [Электронный ресурс] // SpaceNews: [сайт]. [2024]. URL: <https://spacenews.com/iridium-pivots-to-standardized-direct-to-device-satellite-services/> (дата обращения: 01.08.2024).

² «Технология direct-to-device должна пройти четыре этапа развития, прежде чем полностью реализовать свой потенциал» [Электронный ресурс] // Analysys Mason: [сайт]. [2024]. URL: https://www.analysismason.com/contentassets/7c01d1d7d2614309a3f2db8b64adbce7/analysys_mason_satellite_d2d_phases_mar2024_nsi039.pdf (дата обращения: 22.07.2024).

³ «Операторы мобильной связи должны выбирать партнеров по спутниковой D2D-связи в зависимости от своих стратегий создания созвездий и уровня развития» [Электронный ресурс] // Analysys Mason: [сайт]. [2024]. URL: <https://www.analysismason.com/research/content/articles/mno-satellite-d2d-partnerships-nsi039/> (дата обращения: 15.06.2024).

Вместе с тем достигнутые результаты применения технологии Direct-to-Device пока находятся далеко от ожиданий пользователей, привыкших к высокоскоростным сервисам наземных сотовых сетей. На сегодняшний день пакет сервисов D2D включает только передачу текстовых и экстренных сообщений, что явно недостаточно для полноценных современных коммуникаций, а также существенно ограничивает востребованность подобных услуг со стороны потребителей и, соответственно, готовность платить за эти услуги. А некоторые из ключевых игроков рынка мобильных коммуникаций с осторожностью относятся к идее объединения функционала сотовых и спутниковых сетей в одном устройстве⁴.

Тем не менее технология D2D имеет хорошие шансы в будущем создать новый рынок, емкость которого будет исчисляться миллиардами долларов США в денежном выражении. По данным консалтингового агентства Euroconsult, приведенным в аналитическом отчете «Перспективы рынков D2D и IoT», выпущенном в 2023 году, количество абонентов, подключенных по технологии D2D, достигнет 130 миллионов к 2032 году⁵.

Текущее состояние и оценка рынка Direct-to-Device в мире

Упомянутое ранее консалтинговое агентство Euroconsult в своих отчетах прогнозирует экспоненциальный рост пропускной способности в мире или так называемой глобальной пропускной способности⁶. В сегменте фиксированной спутниковой связи эксперты ожидают увеличения этого показателя с 28 Тбит/с в 2023 году до 195 Тбит/с к 2030 году, то есть в общей сложности в 7 раз. В первую очередь, такой существенный рост будет обеспечен за счет функционирования многоспутниковых орбитальных группировок Starlink и OneWeb, а одним из драйверов станет рынок прямой связи между космическим аппаратом и абонентским устройством пользователя. Орбитальные группировки в количестве сотен и тысяч спутников выводят на качественно новый уровень показатели пропускной способности и для мобильных пользователей спутниковых сервисов, которые также измеряются сегодня в терабитах [2].

При этом вопрос о том, сколько времени потребует-

ся для становления и развития рынка Direct-to-Device, учитывая необходимость обеспечения совместимости устройств, доступности радиочастотного спектра и приемлемой для пользователя стоимости услуг и абонентских терминалов, остается открытым.

Вместе с тем постоянно растущий спрос на мультимедийные услуги со стороны пользователей стационарной и мобильной связи побуждает научное сообщество, отрасли промышленности и форумы по стандартизации переосмыслить коммуникационную парадигму и архитектуру протоколов, используемых в интернет-технологиях. Поскольку спутник будет играть ключевую роль в этой картине, все шире и глубже прорабатываются аспекты технической интеграции наземных и спутниковых сетей [3].

Развитие технологии D2D позволит обеспечить глобальность покрытия Земли, открыть новые возможности развития рынка спутниковых услуг и сервисов, повысить выручку операторов спутниковой связи и предоставить услуги связи для жителей труднодоступных и удаленных регионов. Кроме того, технология будет способствовать созданию добавленной стоимости благодаря взаимодействию большого количества участников в цепочке создания такой стоимости [4]. Сюда войдут как производители чипсетов и микроэлектронных компонентов, OEM-производители (англ. original equipment manufacturer – компания, производящая детали и оборудование, которые могут быть проданы другой компанией под своей торговой маркой), так и разработчики, создатели космических систем, программных продуктов, а также непосредственно операторы и сервис-провайдеры.

Если говорить о рынке D2D в мире, то, по оценке Euroconsult, к 2032 году выручка от реализации сервисов по данной технологии составит около 6,8 млрд долларов. Прогноз ежегодного роста абонентов услуги представлен на рис. 1.

Сервисы и потенциальные потребители

Основными сервисами, которые будут предоставляться на рынке D2D, являются⁷:

1. Сервисы экстренных сообщений для оказания помощи в критических и чрезвычайных

⁴ «Qualcomm прекращает сотрудничество по подключению телефонов Android к спутникам Iridium» [Электронный ресурс] // SpaceNews: [сайт]. [2023]. URL: <https://spacenews.com/qualcomm-ends-partnership-for-connecting-android-phones-to-iridium-satellites/> (дата обращения: 09.07.2024).

⁵ Рынок спутниковой телефонной связи [Электронный ресурс] // Satellite Markets & Research: [сайт]. [2024]. URL: <https://www.satellitemarkets.com/satellite-phone-market> (дата обращения: 09.07.2024).

⁶ «Direct-to-Device: вопрос стоимостью в 100 миллиардов долларов» [Электронный ресурс] // SpaceNews: [сайт]. [2023]. URL: <https://spacenews.com/direct-to-device-a-100-billion-question/> (дата обращения: 09.07.2024).

⁷ Перспективы рынков D2D и Интернета вещей. Экспертный анализ экосистемы, включающий прогноз доходов на 10 лет для рынков D2D и Интернета вещей. 8-е изд. 2023.

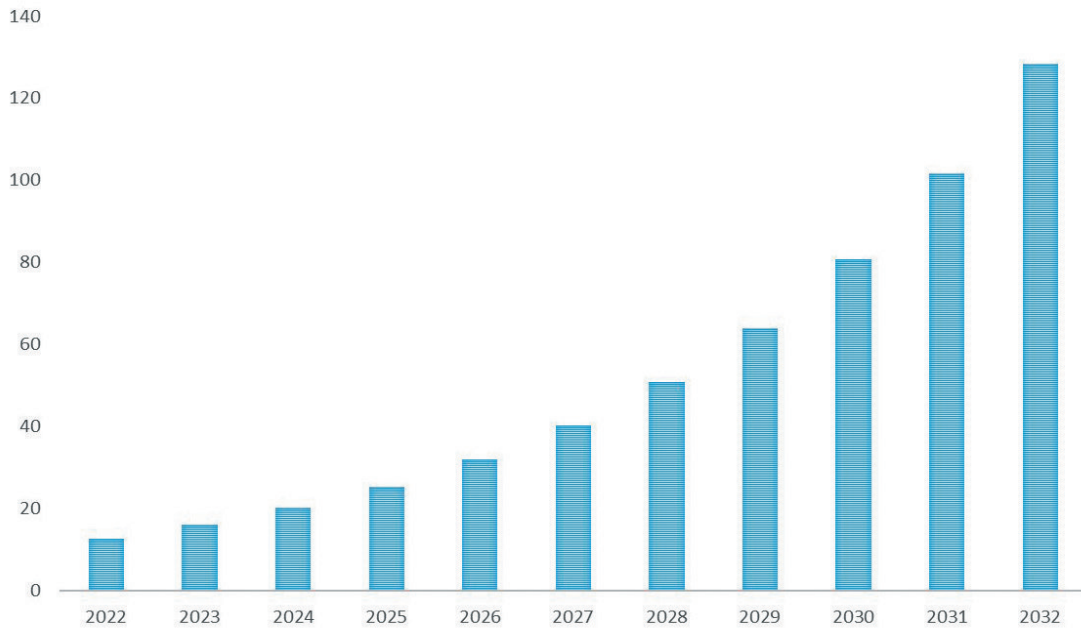


Рис. 1. Количество абонентов D2D на горизонте в период 2022-2032 гг., млн пользователей.
Источник: данные консалтингового агентства Euroconsult⁸

ситуациях. С использованием таких сервисов пользователи, где бы они ни находились, смогут отправлять сигналы бедствия, запрашивать помощь или быстро передавать важную информацию со своих смартфонов в ситуациях, требующих немедленной реакции. В качестве экстренных могут выступать как текстовые сообщения, так и короткие голосовые сообщения, передаваемые в виде пакетов данных небольшого объема (аналогично сервисам систем Globalstar, Iridium, «Гонец»).

2. Голосовые низкоскоростные сервисы, обеспечивающие в первую очередь голосовые вызовы и поддержку приложений с минимальными требованиями к скорости и объему передаваемых данных.
3. Высокоскоростной доступ в Интернет и возможности передачи данных, предназначенные для обеспечения надежного и быстрого соединения для различных приложений, включая просмотр веб-страниц и потокового видео. Услуги широкополосного доступа будут необходимы для пользователей, которым требуется бесперебойный и высококачественный доступ в Интернет.

Среди общемировых драйверов роста D2D можно назвать возрастающую мобильность абонентов за счет развития средств транспорта, новые технологические возможности, ведущие к дальнейшей миниатюризации устройств, и тенденцию к оказанию бесшовных телеком-

муникационных услуг, что увеличивает пользовательскую ценность телеком-продуктов.

С точки зрения целевых сегментов потребителей, в первую очередь можно выделить абонентов наземных операторов связи, которые хотят иметь возможность использовать привычные для них услуги связи, находясь за пределами наземного покрытия. Эти пользователи могут в большинстве случаев использовать услуги наземных сетей связи, но в случае необходимости оставаться на связи с использованием спутниковых сетей [5].

Также потенциальными потребителями услуг D2D являются пользователи, постоянно живущие за пределами наземного покрытия, как и группы населения, услуги связи для которых должны быть обеспечены в рамках программ устранения цифрового неравенства.

Подобная услуга будет востребована как в сегментах B2C, так и в сегментах B2B/B2G, для подвижных и стационарных объектов в удаленных, труднодоступных и, что немаловажно, малонаселенных регионах, так как для получения услуги не потребуется разворачивать сложную и дорогостоящую инфраструктуру, а достаточно будет лишь приобрести соответствующее абонентское устройство.

Зарождающимся направлением использования D2D является предоставление прямого спутникового доступа в устройства интернета вещей (англ. Internet of

⁸ Рынок спутниковой телефонной связи [Электронный ресурс] // Satellite Markets & Research: [сайт]. [2024]. URL: <https://www.satellitemarkets.com/satellite-phone-market> (дата обращения: 09.07.2024).

Things, далее – IoT). Его отличительной особенностью стало встраивание перспективных чип-антенн непосредственно в устройства IoT⁹. Сверхнизкая канальная задержка и высокая надежность современных спутниковых сетей стимулируют развитие данного направления и позволяют реализовывать ультрасовременные сценарии индивидуального распределения ресурсов между подключенными сервисами и/или сегментами сети IoT, в том числе в решениях, использующих искусственный интеллект [6].

Помимо выделения видов сервисов [7], которые могут быть реализованы с использованием технологии D2D, а также определения целевых сегментов потребителей, целесообразно рассмотреть варианты реализации проектов¹⁰ с точки зрения используемого частотного ресурса. Здесь возможны два подхода: использование радиочастотного спектра операторов мобильной наземной связи (англ. Mobile Network Operator, далее – MNO) или использование спектра, выделенного для мобильных спутниковых служб (англ. Mobile Satellite Service, далее – MSS) [8].

Использование существующего радиочастотного спектра операторов мобильной наземной связи (MNO)

В данном варианте координация спектра и нормативные аспекты являются самыми большими препятствиями, поскольку спутники будут использовать спектр, выделенный для наземного использования. Ожидается, что такая координация будет происходить на национальном уровне: Всемирная радиоконференция Международного союза электросвязи (ITU's World Radio Conference), на которой данный вопрос может быть рассмотрен, состоится в 2027 году. Кроме того, потребуется трансграничная координация или даже распределение спектра между экономическими субъектами, что также может быть затруднено, поскольку спектр, используемый одним MNO в одной зоне, может конфликтовать со спектром, выделенным другому MNO в соседней области, учитывая большую зону покрытия спутников.

Использование спектра, выделенного для мобильных спутниковых служб (MSS)

С включением неназемных сетей в стандарт и технические характеристики работы мобильных сетей поколения 5G (данная интеграция предусмотрена

в Релизе 17 международного консорциума 3GPP, разрабатывающего спецификацию для мобильной телефонии) основное устройство для работы в сетях 5G (смартфон) будет иметь возможность прямой связи со спутником, если она будет реализована на чипсетах. Поэтому главная задача для спутниковых операторов, владеющих таким радиочастотным спектром, – убедить MediaTek, Qualcomm и других производителей чипсетов 5G включить эти возможности в свои будущие разработки.

Хотя использование радиочастотного спектра MNO может вывести услуги D2D на рынок раньше, что будет стимулировать более быстрый спрос пользователей, нормативная определенность и производительность (возможность обеспечения глобального покрытия) обеспечит долгосрочное преимущество операторам с радиочастотным спектром мобильных спутниковых служб MSS. Особенности различных вариантов использования радиочастотного спектра представлены на рис. 2.

Технологические аспекты развития направления Direct-to-Device

В технологической плоскости основные сложности Direct-to-Device связаны с необходимостью существенного увеличения бюджета канала связи из-за расстояния в несколько сотен километров между смартфоном и спутником в сравнении с максимальной дистанцией 20-25 километров до ближайшей вышки сотовой связи в наземных сетях. Увеличение размеров приемопередающей антенны – крайне сложное решение для отрасли сотовой связи, где внутрикорпусная антенна давно стала непреложным атрибутом. Альтернативный путь увеличения связного бюджета – повышение мощности передатчика абонентского терминала, что, в свою очередь, в разы повысит уровень излучения. Это повлечет усложнение сертификации абонентского устройства и может придать ему репутацию небезопасного в глазах потребителей, многие из которых с пристальным вниманием относятся к уровню излучения при покупке телефона. Видимо, именно поэтому Starlink и Huawei тестируют пока только низкоскоростной канал, не требующий высокой энергетики в канале связи. Расширение перечня сервисов в Direct-to-Device, планируемое Starlink в 2025 г., позволит включить вдобавок к текстовым сообщениям другие услуги: голосовую связь, а также передачу данных и связь с устройствами

⁹ Расширение возможностей интернета вещей с помощью спутниковой связи direct-to-device и компактных антенн [Электронный ресурс] // EchoStar Mobile: [сайт]. [2024]. URL: <https://echostarmobile.com/blog/expanding-iot-opportunities-with-satellite-direct-to-device-connectivity-and-compact-antennas/> (дата обращения: 27.08.2024).

¹⁰ Спутниковая связь direct-to-device: новый фактор отличия и роста для операторов мобильной связи [Электронный ресурс] // Analysys Mason: [сайт]. [2023]. URL: <https://www.analysismason.com/research/content/perspectives/satellite-direct-device-nsr/> (дата обращения: 09.07.2024).

	Использование MNO спектра	Использование MSS спектра
Участники рынка	<ul style="list-style-type: none"> • AST SpaceMobile • Lynk • Starlink 	<ul style="list-style-type: none"> • Globalstar • Inmarsat • Iridium • Omnispace
Совместимость с существующими абонентскими устройствами и доступность чипсетов	●	●
Производительность	●	●
Радиочастотное регулирование	●	●

● - отсутствие преимуществ
● - преимущество

Рис. 2. Преимущества в различных вариантах использования радиочастотного спектра.
 Источник: данные консалтингового агентства *Analysys Mason*¹¹

IoT¹². Скорость передачи данных пока компанией не раскрывается. В современной спутниковой связи голо-совой канал может поддерживаться на скорости от 4,8 Кбит/с, скорость канала для интернета вещей может начинаться с еще более низкой цифры. Поэтому расширение набора сервисов не означает пока кратного увеличения скорости передачи данных. Одновременно SpaceX заявляет, что для коммерческой реализации технологии ей потребуется «получение официальных разрешений регуляторов». Можно предположить, что эти разрешения могут касаться в том числе увеличения порогов допустимых излучений при работе со спутниковым смартфоном с увеличением скорости и объемов передачи данных. Пользователи наземных сетей привыкли к сервисам уровня не менее 4G, на соответствующие скорости ориентируются разработчики мобильных приложений и сетевых ресурсов. А это означает, что разработчикам Direct-to-Device придется преодолевать огромный разрыв, существующий в скоростях передачи данных между современными сотовыми сетями и действующими решениями. В противном случае сервис, скорее всего, останется невостребованным на массовом рынке.

Ученые Мюнхенского института информационных технологий провели исследование [9] относительно возможностей увеличения бюджета канала связи в технологиях Direct-to-Device [10]. Их вывод однозначен – для

достижения прорывного эффекта в технологии необходимо кратное увеличение площади антенных фазированных решеток в космосе. Решение этой задачи не потребует существенного увеличения мощности наземных терминалов. Но современные конвенциональные спутниковые системы не могут предложить требуемые антенные площади в десятки квадратных метров. Одним из инновационных решений вопроса распределенных фазированных решеток могло бы стать, по мнению ученых, создание групповых спутниковых отражателей на основе спутниковых роев [9]. Но с этой технологией в настоящий момент еще больше нерешенных вопросов, начиная от управления огромным количеством сверхмалых аппаратов и заканчивая их утилизацией.

Кроме того, создание космической инфраструктуры с гиперплощадными антеннами на сегодняшний день представляется крайне затратным. Примером таких спутников может являться аппарат «BlueWalker 3» с площадью антенной поверхности 64 кв. м. Его создатель и оператор, компания AST SpaceMobile, озвучила, что для развертывания 20 таких аппаратов потребуется 650 млн долларов, а для покрытия всей планеты потребуется 110 спутников, что обойдется в сумму около 4 млрд долларов. Очевидно, что эти затраты в совокупности с дальнейшим поддержанием дорогостоящей космической инфраструктуры должны окупаться продажей сервисов, что пока является существенным финансо-

¹¹ Спутниковая связь direct-to-device: новый фактор отличия и роста для операторов мобильной связи [Электронный ресурс] // *Analysys Mason*: [сайт]. [2023]. URL: <https://www.analysismason.com/research/content/perspectives/satellite-direct-device-nsr/> (дата обращения: 09.07.2024).

¹² Starlink Direct to Cell [Электронный ресурс] // *Starlink*: [сайт]. [2023]. URL: <https://www.starlink.com/ng/business/direct-to-cell> (дата обращения: 09.07.2024).

вым ограничением для Direct-to-Device. Видимо, в том числе по этой причине закончилось поначалу успешное сотрудничество спутникового оператора Iridium с одним из мировых лидеров рынка связного оборудования – компанией Qualcomm. В обращении к инвесторам о завершении сотрудничества официальный представитель Iridium Джордан Хассин сказал: «Цена была влиятельным фактором. Хотя Qualcomm доказал нам, что сервис Iridium [по доступу к спутниковому каналу из смартфона] был функционален, производители смартфонов не увидели «перспектив дальнейшей монетизации»¹³.

Рассматривая технологические альтернативы Direct-to-Device по обеспечению доступа в удаленных районах, нельзя пренебрегать уже существующими решениями по использованию опорных спутниковых каналов покрытия труднодоступных территорий. В частности, использование фемтосот в сочетании со спутниковым каналом способно обеспечить локальное покрытие на местности без необходимости для абонентов покупать спутниковый смартфон. В конкуренции со спутниковыми фемтосотами технологии Direct-to-Device придется доказать свою эффективность прежде всего по скорости передачи данных, где у нее наблюдается пока существенное отставание, т.к. опорную фемтосоту можно подключить на скоростях, доступных в спутниковых сетях (до 100 Мбит/с и выше), а затем предоставить пользователям канал связи с привычными для них характеристиками. Конкуренция будет наблюдаться в первую очередь в удаленных поселениях, в том числе временных, и на крупных подвижных объектах (автобусы, ж/д транспорт, самолеты, суда), где есть возможность подключения спутникового канала для связи с опорной сетью мобильного оператора.

Важно отметить и тот факт, что оказание услуг и сервисов D2D конечному потребителю невозможно без абонентских устройств. В решении данной задачи возможны два варианта.

Один из них – это создание проприетарных (от англ. property – собственность, дословно означает «принадлежащий на праве собственности») решений под радиочастотный спектр, уже находящийся в пользовании у оператора (именно такой вариант реализует Apple, используя для своих устройств возможности Globalstar, а также Huawei). Однако этот вариант предполагает

ограниченный рынок – отсутствие единых стандартов для разработчиков приведет к созданию большого количества оригинальных решений, которые будут востребованы пользователями конкретных систем связи, что неизбежно повлечет за собой высокую стоимость абонентских устройств для конечного потребителя. Кроме того, услуги будут ограничены базовыми услугами оповещения о чрезвычайных ситуациях и обмена сообщениями из-за ограниченной емкости систем, радиочастотный спектр и инфраструктуру которых они используют.

Второй вариант – стандартизация как технологии D2D в целом, так и абонентских устройств в частности. Это позволит унифицировать требования к абонентским устройствам, обеспечить возможность их производства большим количеством различными производителями, создать и развить массовый рынок абонентских устройств сегмента D2D и тем самым сделать их доступными для широкого круга потребителей. Развитие такого варианта станет возможным благодаря популяризации технологии NTN (англ. Non-Terrestrial Networks – «неназемные сети») международным сертифицирующим консорциумом 3GPP, начатой в Релизе 17 спецификаций и ожидающей продолжения в Релизе 18.

Рыночные перспективы внедрения технологии Direct-to-Device

Рыночная отдача Direct-to-Device будет в значительной мере зависеть от эффективности взаимодействия между спутниковыми и сотовыми операторами, поскольку для успешной реализации технологии необходимо глубокое объединение их ресурсов¹⁴. При том, что и те, и другие предоставляют услуги связи, у компаний в этих секторах совершенно разные подходы к ведению бизнеса, естественно выросшие из их исторических корней.

Спутниковые операторы изначально были (а многие и сейчас являются) государственными организациями, ориентированными на поддержание работоспособности систем и решение задач государства или системообразующих компаний. Часть спутникового ресурса реализуется на массовом рынке, но зачастую этот сегмент не является для оператора основным. В частности, оператор Iridium делает основной акцент на предоставление услуг государственным ведомствам, в том числе в сфере безопасности. Это накладывает существенный отпеча-

¹³ «Qualcomm прекращает сотрудничество по подключению телефонов Android к спутникам Iridium» [Электронный ресурс] // SpaceNews: [сайт]. [2023]. URL: <https://spacenews.com/qualcomm-ends-partnership-for-connecting-android-phones-to-iridium-satellites/> (дата обращения: 09.07.2024).

¹⁴ «Как объединение спутниковых и наземных услуг сотовой связи могло бы предложить лучшее из обоих миров» [Электронный ресурс] // SpaceNews: [сайт]. [2024]. URL: <https://spacenews.com/merger-satellite-terrestrial-cell-services-offer-best-both-worlds/> (дата обращения: 09.07.2024).

ток на работу спутниковых операторов, сконцентрированных на сегментах B2G и B2B с соответствующими инструментами продвижения и развития, типичными для системообразующих компаний. В частности, речь идет о выстраивании персональных коммуникаций с организациями и лицами, ответственными за принятие решений.

Мобильные операторы сразу создавались как коммерческие организации, от которых требовался максимальный возврат на инвестиции. Поэтому с первых дней работы они фокусировались на массовом рынке B2C, где действуют совсем другие механизмы взаимодействия с целевыми сегментами, большая часть которых – представители частных домохозяйств. Продвижение услуг на мобильном сотовом рынке связано в первую очередь с управлением потребительским мнением и реализацией рекламных стратегий с широким охватом.

Еще одним существенным отличием является подход к созданию конкурентных преимуществ¹⁵. Для спутниковых операторов это связано со стремлением к технологическому лидерству. Для мобильных операторов, работающих с сильно унифицированными сетями, конкурентные преимущества – это результат управления массовыми коммуникациями, гибкой ценовой политики, диверсификации услуг и горизонтальных продуктовых связей, в частности, с сервисами проводного доступа в сеть и цифрового ТВ.

Можно отметить еще один важный аспект – организационный. Благодаря устойчивым отношениям с государственными институтами и технологической сложности, требующей большого числа согласований от регуляторов, корпоративные структуры спутниковых операторов имеют в большей степени вертикальное построение. Они склонны к более длительным реакциям на изменяющиеся условия, так как должны учитывать многие факторы. Коммерческие операторы, в свою очередь, чаще работают как проектные команды, настроенные на решение бизнес-задач самым быстрым способом. Вертикальное подчинение есть и у них, но скорость реакции на изменение внешних условий в разы выше,

так как среда, в которой они работают, более однородна. Поэтому, помимо прочих задач, массовое внедрение Direct-to-Device включает в себя построение «моста» между мирами спутниковых и сотовых операторов, которые в силу сложившихся обстоятельств существенно отличаются.

Особенности регулирования

Помимо коммерческих, радиочастотных и технологических факторов, влияющих на рыночный успех технологии Direct-to-Device, существует еще одна важнейшая составляющая – регулирование со стороны государства. Приобретая смартфон со спутниковым каналом, пользователь сразу попадает в область действия законов, регулирующих использование спутниковых средств связи. И до поры до времени все выглядит приемлемо. К примеру, китайский пользователь покупает смартфон Huawei с функцией отправки коротких текстовых сообщений и сигналов SOS на территории Китая. Спутниковый канал предоставляется в данном случае китайской системой BeiDou, а сотовый – China Mobile¹⁶. Такой «танDEM» согласован регулятором КНР для использования на своей территории. Однако при пересечении с таким устройством российско-китайской границы и отправке хотя бы одного сообщения с территории нашей страны пользователь автоматически становится нарушителем закона, так как использование BeiDou в целях передачи данных в Российской Федерации на сегодняшний день не разрешено. Известно, что для законного использования спутниковой системы связи в пределах нашей страны необходимо выполнение трех условий: наличие станции сопряжения, согласование используемых диапазонов частот и подключение к Системе оперативно-розыскных мероприятий (далее – СОРМ). Все остальные варианты – вне закона.

Наличие станции сопряжения регламентируется «Правилами использования на территории Российской Федерации спутниковых сетей связи, находящихся под юрисдикцией иностранных государств»¹⁷, которые утверждаются Правительством Российской Федерации.

¹⁵ «Революция в спутниковой связи direct-to-device: ажиотаж и реальность» [Электронный ресурс] // *New Space Economy: [сайт]*. [2024]. URL: <https://newspaceeconomy.ca/2024/04/15/the-satellite-direct-to-device-revolution-hype-vs-reality/> (дата обращения: 09.07.2024).

¹⁶ Архитектура прикладного сервиса навигационной спутниковой системы BeiDou [Электронный ресурс] // *Спутниковая навигационная система Beidou: [сайт]*. [2019]. URL: <http://www.beidou.gov.cn/xt/gfzx/201912/PO20191227337275341705.pdf> (дата обращения: 09.07.2024).

¹⁷ Постановление Правительства Российской Федерации от 14.11.2014 № 1194 (ред. от 05.11.2020) «О международно-правовой защите присвоения (назначения) радиочастот или радиочастотных каналов и порядке использования на территории Российской Федерации спутниковых сетей связи, находящихся под юрисдикцией иностранных государств, а также о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации» (вместе с «Правилами проведения в Российской Федерации работ по международно-правовой защите присвоения (назначения) радиочастот или радиочастотных каналов», «Правилами использования на территории Российской Федерации спутниковых сетей связи, находящихся под юрисдикцией иностранных государств»).

Согласование используемых диапазонов частот, в свою очередь, осуществляется на глобальном уровне Международным союзом электросвязи. Дополнительно оператору требуется получить согласование используемых частот на государственном уровне. В России эту функцию выполняет Главный радиочастотный центр (ФГУП «ГРЧЦ»).

СОПМ на сетях операторов связи предназначена для выявления и отслеживания угроз безопасности государства и его граждан. Эти задачи решаются путем выборочного контроля – «прослушивания» передаваемой информации. СОПМ в том или ином виде применяются во многих странах: в Европе – это система Lawful Interception (LI), в США – CALEA (Communications Assistance for Law Enforcement Act). В США и Европе правоохранительный орган, чтобы получить требуемую информацию от СОПМ, должен предоставить оператору судебный ордер. В России пользователем СОПМ является Федеральная служба безопасности (ФСБ). Федеральный Закон «О связи» № 126-ФЗ, включая поправки, в том числе Постановление Правительства Российской Федерации № 2385 от 30.12.2020 «О лицензировании деятельности в области оказания услуг связи»¹⁸ и дополнения, известные как «Пакет Яровой»¹⁹, делают внедрение СОПМ обязательным для всех операторов связи.

Возвращаясь к Китаю, можно упомянуть о серьезной ответственности (вплоть до уголовного преследования) при провозе на территорию КНР неразрешенного спутникового оборудования, например, телефонов Iridium. Поэтому возможность использования глобальной зоны обслуживания с Direct-to-Device в реальности немигнует будет ограничена законами каждой конкретной страны, в которой окажется пользователь смартфона со спутниковым каналом. С учетом современной политической ситуации в мире данный фактор представляется существенным ограничением и для производителей смартфонов и для конечных пользователей, когда они столкнутся с риском нести уголовную ответственность за незаконное использование спутниковых средств связи.

Ранее упоминалось, что одним из факторов, способствующих развитию рынка D2D, является стандартизация абонентских устройств в рамках развития технологии NTN (англ. Non-Terrestrial Networks – «неназемные» сети) в спецификациях, выпускаемых международным консорциумом 3GPP. Эти работы получили отражение в Релизе 17 стандартов, опубликованных в декабре 2022 года. Стандартизация будет продолжена в следующей версии спецификации консорциума – Релизе 18.

Стоимость услуг и конкурентные предложения

Экономическая модель внедренной в смартфон технологии Direct-to-Device со стороны пользователя выглядит сейчас следующим образом. Смартфон Huawei Mate 60 Pro с поддержкой D2D на BeiDou в версии с памятью 12 Гб + 512 Гб будет стоить для европейского пользователя в пересчете около 88 000 рублей²⁰. Его аналог без Direct-to-Device Huawei Mate 60 в такой же комплектации обойдется покупателю в 75 000 руб. То есть за дополнительные 13 000 рублей абонент получает возможность двусторонней отправки текстовых сообщений и совершения голосовых спутниковых звонков. Стоимость минуты голосовой спутниковой связи сопоставима с услугами других спутниковых операторов, таких как Thuraya и Inmarsat, и колеблется в пересчете от 35 рублей за одну минуту (при разовой покупке пакета из 500 мин.) до 120 рублей за одну минуту при разовых звонках²¹. Дополнительно к оплате голосовых минут взимается абонентская плата в размере эквивалентном 135 рублям в месяц. При этом спутниковый функционал действует только на материковом Китае. За вложения в 70 000 рублей пользователь может приобрести спутниковый телефон Thuraya XT-Lite, который можно законно использовать на территории 150 стран без нарушения закона. Поэтому в нынешней ситуации пользователь, ориентированный на действительно глобальный роуминг, скорее предпочтет обычный спутниковый телефон, так как Huawei Mate 60 Pro с Direct-to-Device привязан исключительно к территории Китая.

13 августа 2024 года на ежегодной презентации

¹⁸ Постановление Правительства Российской Федерации № 2385 от 30.12.2020 «О лицензировании деятельности в области оказания услуг связи».

¹⁹ Федеральный закон от 6 июля 2016 г. № 374-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «О противодействии терроризму» и отдельные законодательные акты Российской Федерации в части установления дополнительных мер противодействия терроризму и обеспечения общественной безопасности» и Федеральный закон от 6 июля 2016 г. № 375-ФЗ «О внесении изменений в Уголовный кодекс Российской Федерации и Уголовно-процессуальный кодекс Российской Федерации в части установления дополнительных мер противодействия терроризму и обеспечения общественной безопасности».

²⁰ «Проверьте варианты цен Huawei Mate 60 и Mate 60 Pro» [Электронный ресурс] // HuaweiCentral.com: [сайт]. [2023]. URL: <https://www.huaweicentral.com/check-huawei-mate-60-and-mate-60-pro-variant-price/> (дата обращения: 09.07.2024).

²¹ «Сколько стоит позвонить через спутник на смартфоне Huawei Mate 60 Pro? Объявлены цены на пакеты связи» [Электронный ресурс] // iXBT.Live: [сайт]. [2023]. URL: <https://www.ixbt.com/live/mobile/skolko-stoit-pozvonit-cherez-sputnik-na-smartfone-huawei-mate-60-pro-china-telecom-obavila-ceny-na-pakety-svyazi.html> (дата обращения: 09.07.2024).

«Made by Google», на которой технологический гигант анонсирует новые технические устройства, был показан смартфон Google Pixel 9 – первое устройство на Android с поддержкой спутниковой связи для отправки SOS-сигнала и данных местоположения экстренным службам. Связь со спутником осуществляется благодаря модему Samsung Exynos 5400, адаптированному компанией Skylo для работы со спутниками компаний-партнеров ViaSat, Ligado и TerreStar. Начало продаж таких устройств ожидается осенью 2024 года по стоимости от 799 долларов в минимальной комплектации и от 999 долларов в комплектации «pro».

Заключение

Резюмируя, можно предположить, что парадигма развития технологий прямого спутникового доступа в ближайшие 10-15 лет не будет однородной. Наличие у существующих спутниковых операторов частотных координат в различных странах, наработанные партнерские соглашения на международном уровне, наличие развитых клиентских сервисов позволят им быть востребованными и продолжать оказывать в глобальном масштабе услуги спутниковой телефонии и доступа в Интернет. Существенным условием сохранения устойчивых позиций на рынке для этого сегмента станет возможность предоставления спутниковых сервисов по приемлемым для потребителей ценам. Это будет актуально как в отношении абонентских терминалов, так и сервисов, включая голосовые пакеты и доступ в Интернет.

С точки зрения эффективности вывод очевиден: спутниковые решения с прямым подключением к устройству не смогут конкурировать с наземными сетями или даже с традиционными спутниковыми каналами по скорости передачи данных. При этом основное внимание будет уделяться покрытию, а не пропускной способности. Лимиты по мощности сигнала ограничат скорость канала, но даже их невысокие уровни приемлемы для многих сервисов, таких как голосовые вызовы, обмен

сообщениями или интернет вещей. Спутники не заменят наземные решения, но смогут дополнить сетевую инфраструктуру MNO, предлагая повсеместное покрытие и открывая новые возможности для роста.

Впрочем, это только начало пути. По мере уплотнения спутниковых созвездий и развития технологий производительность систем будет быстро возрастать, открывая новые возможности, в частности, доступ к услугам широкополосной связи. В этом смысле ожидается, что выпущенный международным сертифицирующим органом 3GPP Релиз 18 позволит сделать шаг вперед в расширении потенциала и дополнении наземных сетей.

Для полноценного развития направления Direct-to-Device с идеей «беспроводной» работы спутникового и наземного сегментов отрасли связи предстоит пройти сложные и масштабные преобразования в самых различных сферах. Среди них – техническая и организационная интеграция спутниковых и сотовых операторов, вовлечение в процесс крупнейших производителей связного оборудования, построение принципиально новых спутниковых систем и огромная работа по международной координации между разрешительными инстанциями различных государств. Глобальное внедрение Direct-to-Device неминуемо потребует также выработки единых технологических стандартов в мировом масштабе, что на данный момент является крайне нетривиальной (если вообще выполнимой) задачей. В противном случае Direct-to-Device может остаться только функциональным расширением услуг мобильных операторов на локальном уровне, что может не устроить значительную часть или даже большинство пользователей спутниковых систем.

Чтобы в уравнении Direct-to-Device предложение стало равняться ожиданиям потребителей, необходимо выполнение еще многих условий, каждое из которых может иметь решающий вес для полноценного успеха технологии прямого спутникового доступа в сотовый смартфон.

Список литературы

1. Сети воздушного доступа: интеграция беспилотных летательных аппаратов, NAR и спутников / Л. Сон, Б. Ди, Х. Чжан, Чж. Хан. – Издательство Кембриджского университета, 2023. – 425 с.; ISBN 978-1108837934. – Текст: непосредственный.
2. Системы спутниковой связи: системы, методы и технологии. 6-е издание / Ж. Мараль, М. Буске, Чж. Сун. – Wiley, 2020. – 800 с.; ISBN 978-1-119-38208-9. – Текст: непосредственный.
3. Де Кола Т. Тенденции будущего в широкополосной спутниковой связи: информационно-ориентированные сети и вспомогательные технологии / Т. де Кола, Д. Тарки, А. Ванелли-Коралли. – Текст: непосредственный // Международный журнал спутниковой

связи и сетевого взаимодействия. – 2015. – № 33 (5). – С. 1-18.

4. Макаров С. В. Коммерциализация результатов космической деятельности: мировой опыт, проблемы и перспективные направления / С. В. Макаров, О. Е. Хрусталева. – Текст: непосредственный // Экономический анализ: теория и практика. – 2018. – Т. 17, № 7. – С. 1379-1396.

5. Основы маркетинга: пер. с англ. / Г. Армстронг, В. Вонг, Ф. Котлер. – М.: ООО «ИД Вильямс», 2010. – 1200 с. – Текст: непосредственный.

6. Построение сетей беспроводной связи будущего: теория и применение / В. Гуань, Х. Чжан. – Springer, 2024. – 122 с.; ISBN 978-3031582288. – Текст: непосредственный.

7. Романов А. А. Системный анализ подходов к созданию бизнес-услуг на основе космической информации / А. А. Романов, А. А. Романов. – Текст: непосредственный // Журнал «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса». – 2021. – № 4. – С. 9-24.

8. Сакалема Д. Ж. Подвижная радиосвязь / Под ред. профессора О. И. Шелухина. – М.: Горячая линия – Телеком, 2012. – 512 с.: ил.; ISBN 978-5-9912-0250-3. – Текст: непосредственный.

9. Тузи Д. Спутниковые роевые антенные решетки для прямого подключения к 6G / Д. Тузи, Т. Деламот, А. Кноп. – Текст: непосредственный // IEEE Access PP (99): 1-1. – 2022. – Т. 10. – С. 1-22.

10. Чоудхури М. З. Повышение качества обслуживания мобильных пользователей в автомобильной среде за счет развертывания мобильной фемтосотовой сети / М. З. Чоудхури, Сын Ке Ли, Бен Хан Ру, Намхун Парк, Ен Мин Чжан. – Текст: непосредственный // Международная конференция ICT Convergence. – 2011. – С. 1-15.

List of literature

1. Aerial Access Networks: Integration of UAVs, HAPs, and Satellites / L. Song, B. Di, H. Zhang, Zh. Han. – Cambridge University Press, 2023. – 425 p.; ISBN 978-1108837934. – Text: direct.

2. Satellite Communications Systems: Systems, Techniques and Technology. 6th Edition / G. Maral, M. Bousquet, Zh. Sun. – Wiley, 2020. – 800 p.; ISBN 978-1-119-38208-9. – Text: direct.

3. De Cola T. Future trends in broadband satellite communications: information centric networks and enabling technologies / T. De Cola, D. Tarchi, A. Vanelli-Coralli. – Text: direct // International journal of satellite communications and networking. – 2015. – № 33 (5). – pp. 1-18.

4. Makarov S. V. Commercialization of the results of space activities: world experience, problems and promising directions / S. V. Makarov, O. E. Khrustalev. – Text: direct // Economic analysis: theory and practice. – 2018. – Vol. 17, № 7. – pp. 1379-1396.

5. Fundamentals of Marketing: trans. from English / G. Armstrong, V. Wong, F. Kotler. – М.: ID Williams, LLC, 2010. – 1200 p. – Text: direct.

6. Network Slicing for Future Wireless Communication: Theory and Application / W. Guan, H. Zhang. – Springer, 2024. – 122 p.; ISBN 978-3031582288. – Text: direct.

7. Romanov A. A. Systems analysis of approaches to creating business services based on space information / A. A. Romanov, A. A. Romanov. – Text: direct // Journal “Modern Problems of Remote Sensing of the Earth from Space”. – 2021. – № 4. – pp. 9-24.

8. Sakalema D. J. Mobile radio communications / Edited by Professor O. I. Shelukhin. – М.: Goryachaya liniya – Telecom, 2012. – 512 p.; il.; ISBN 978-5-9912-0250-3. – Text: direct.

9. Tuzi D. Satellite Swarm-Based Antenna Arrays for 6G Direct-to-Cell Connectivity / D. Tuzi, T. Delamotte, A. Knopp. – Text: direct // IEEE Access PP (99): 1-1. – 2022. – Vol. 10. – pp. 1-22.

10. Chowdhury M. Z. Service Quality Improvement of Mobile Users in Vehicular Environment by Mobile Femtocell Network Deployment / M. Z. Chowdhury, Seung Que Lee, Byung Han Ru, Namhoon Park, Yeong Min Jang. – Text: direct // International Conference ICT Convergence. – 2011. – pp. 1-15.

Рукопись получена: 19.08.2024

Рукопись одобрена: 19.09.2024