

ПРОЕКТ МЕЖРЕГИОНАЛЬНОГО СПУТНИКА СВЯЗИ ДИАПАЗОНОВ KU ИКА ДЛЯ СТРАН ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

Шейн Роман Юрьевич

roman.shein98@mail.ru

Магистрант специальности «Радиотехника, электроника и телекоммуникации»
физико-технического факультета ЕНУ им. Л.Н.Гумилёва, Нур-Султан, Казахстан
Научный руководитель – С.Т. Дюсенев

В этой статье рассматриваются предпосылки к созданию, а также особенности разработки проекта будущего спутника связи Республики Казахстан, работающего одновременно в частотных диапазонах Ku и Ka и имеющего возможность оказывать телекоммуникационные услуги всем странам Центральной Азии. Рассмотрен основной современный конкурент отечественных спутниковых решений – глобальная система спутниковой связи Starlink, проведено сравнение спутниковых систем Starlink и KazSat-2R.

Введение. 26 сентября 2019 года президент Республики Казахстан Касым-Жомарт Токаев выступил на заседании 74-й сессии Генеральной Ассамблеи ООН с предложением создать на территории столицы нашего государства межрегиональный центр Организации Объединённых Наций по Целям устойчивого развития стран Центральной Азии. Для того, чтобы создание подобного центра в Республике Казахстан стало возможным и осуществимым, требуется помимо прочих модернизационных процедур повысить общий уровень информационно-коммуникационных услуг в стране. На сегодняшний день подавляющее большинство телекоммуникационных услуг конечным потребителям предоставляется посредством трёх направлений – сотовой, оптоволоконной и спутниковой связи. Перед Казахстаном, как страной с очень обширной территорией и неоднородным комплексным рельефом, встаёт необходимость развития ниши спутниковых коммуникаций, ведь как правило, провести оптоволокно в множество удалённых населённых пунктов страны неоправданно дорого, а в гористых и болотистых местностях зачастую и совсем практически невыполнимо. В сравнении же с сотовыми решениями, спутниковая связь обладает относительными преимуществами в скорости и оперативности процесса развёртываемости сетей, а также возможности предоставления надёжных каналов передачи данных в любой точке, находящейся в пределах зоны покрытия спутника (спутниковой группировки) [1].

Таким образом, спутниковая связь имеет ряд преимуществ по отношению к альтернативным телекоммуникационным способам обеспечения связи:

1. Спутники удобны и наиболее подходят для вещания и передачи информации одновременно на много тысяч наземных станций.
2. Спутниковые решения незаменимы в гористой местности и малонаселённых пунктах как с экономической, так и с технической точки зрения.
3. Современное клиентское оборудование для организации спутниковых каналов связи (яркий пример – VSAT-антенны) сравнительно недорогое, просто в установке и удобно в эксплуатации.
4. Изолированность и защищённость канала связи, а также независимость сети от телефонных операторов.

Перспективность и целесообразность создания спутника связи смешанного диапазона частот межрегионального масштаба. На сегодняшний день Республикой Казахстан активно эксплуатируются ресурсы двух отечественных телекоммуникационных спутников – KazSat-2 и KazSat-3. Оба КА (космических аппарата) обеспечивают приём и передачу сигналов в диапазоне связи Ku (от нем. Kurz-unten – «короткий-нижний», то есть диапазон связи ниже K-диапазона). В связи со стремительным ростом рынка спутниковых

технологий, свободные ресурсы этого частотного диапазона иссякают ввиду их интенсивного использования и повсеместного роста числа космических аппаратов для коммуникаций.

За последнее десятилетие интерес к более перспективному и востребованному частотному диапазону Ka (от нем. kurz – «короткий» и англ. above «над», то есть частотный диапазон выше K-диапазона) растёт экспоненциально. Частоты и длины волн Ku, K и Ka диапазонов представлены ниже в сводной таблице 1. Диапазон связи Ka предлагает конечному пользователю получить доступ к каналам ШПД (широкополосных данных), тем самым увеличивается доступная пропускная способность. Помимо этого, за счёт использования более высоких частот по отношению к диапазону Ku, при прочих равных сигналы до и от ИСЗ (искусственного спутника Земли) с транспондерами Ka-диапазона будут передаваться с меньшей задержкой [2].

Таблица 1. Частотные характеристики диапазонов спутниковой связи Ku, K и Ka.

Наименование диапазона	Частоты электромагнитного спектра	Спектр длин волн
Ku	12-18 ГГц	2,5 – 1,67 см
K	18-26,5 ГГц	1,67 – 1,13 см
Ka	26,5-40 ГГц	1,13 – 0,75 см

С другой же стороны, уже в середине октября 2023 года заканчивается срок активного существования спутника KazSat-2, работающего исключительно в Ku-диапазоне. Уже несколько лет ведутся работы над проектированием КА KazSat-2R, который планируется разместить над точкой стояния, ранее занимаемой KazSat-2 (86,5° ВД на ГСО (геостационарной орбите). Стоит выделить, что у Ku-диапазона сегодня есть свой клиент, не нуждающийся в более высоких пропускных способностях (а, соответственно, и не готовый платить большую сумму за аренду ресурса в Ka-диапазоне). Именно поэтому разрабатываемый проект спутника связи планируется не акцентировать на одном определённом частотном диапазоне, а спроектировать его таким образом, чтобы на одном космическом аппарате одновременно находились транспондеры двух частотных диапазонов. Ku-ретрансляторы будут поддерживать старых пользователей спутника-предшественника KazSat-2. В тот же момент, ретрансляторы Ka-диапазона выведут спутниковые услуги РК на новый уровень и привлекут новых потребителей.

Ввиду того, что ранее для Казахстана спутники связи смешанного диапазона частот не разрабатывались, в исследовательской работе были рассмотрены и проанализированы особенности проектирования зарубежных ИСЗ смешанного диапазона. Такие страны, как США, Франция, Канада, Россия уже долгое время эксплуатируют спутники связи, одновременно работающие в нескольких частотных диапазонах. Наибольший интерес при разборе подобных спутников представляли конкретно космические аппараты с ретрансляторами Ku и Ka. Как пример, спутник компании TelesatCanada – AnikF2, имеющий в оснащении 114 транспондеров, среди которых 50 – Ka, 40 – Ku, а остальные 24 – S-диапазона частот [3]. В сравнении, на борту KazSat-2 всего 20 транспондеров, KazSat-3 – 28.

Помимо этого, в целях повышения уровня телекоммуникаций в целом, перспективным направлением рассматривается создание не простой спутниковой системы связи, земные станции в которой располагаются только на территории нашего государства, а разработка такой спутниковой системы, техническое оснащение космического аппарата в которой удовлетворяет требованиям для предоставления услуг в межрегиональном формате. Важно заметить, что в составе оборудования активного на сегодняшний день спутника KazSat-3 уже имеются зачатки и предпосылки межрегионального космического аппарата. Третий KazSat имеет два транспондерных луча – один из которых чётко зафиксирован над территорией Казахстана, а другой является перенаправляемым, что отмечено на рисунке 1. В общем и целом, любое государство, граничащее с РК и заинтересованное в получении

спутниковых ресурсов для организации сетей связи, может запросить у Казахстана соответствующее разрешение на перенаправление второго транспондерного луча KazSat-3 на территорию своей страны.

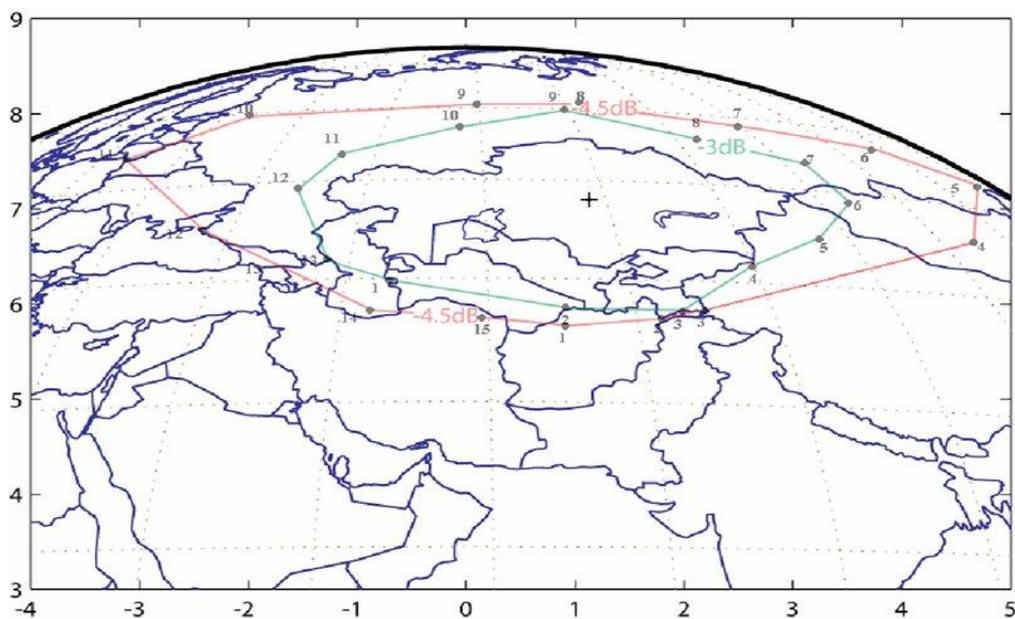


Рисунок 1. Расположение зон покрытия двух транспондерных лучей КА KazSat-3.

Возрастающая конкуренция. Однако, в связи с событиями на мировом рынке телекоммуникаций в последние два года у спутников серии KazSat появился мощный конкурент в отношении обеспечения РК спутниковой связью. Этим конкурентом является глобальная спутниковая система связи Starlink от компании SpaceX, целью которой является покрытие всего околоземного пространства на разных высотах орбиты LEO (низкая околоземная орбита) телекоммуникационными спутниками. В общей сложности, в рамках проекта Starlink планируется выведение на орбиты 11943 спутников к 2027 году. По состоянию на февраль 2021 года, выполнено 8% от общего плана [4]. Но почему окончательное решение об отказе в разработке KazSat-2R и согласии на переход к использованию спутников Starlink всё ещё не принято? Ответ можно дать, проанализировав принципиальные отличия в двух конкурирующих спутниковых решениях.

Во-первых, KazSat-2R планируется размещать на ГСО (35 786 км над уровнем моря), а спутники Илона Маска находятся на орбитах, особенностью которых является постоянное перемещение спутников по ним относительно поверхности Земли. В такой ситуации, в области приёма сигнала земной станцией должны находиться несколько космических аппаратов одновременно, причём таковые выходят из поля зрения постоянно за счёт своего движения [5, С.63].

Во-вторых, мощность и качество передачи сигналов определяется, прежде всего, расстоянием между КА и наземной станцией, а также полосой пропускания самой антенны. Геостационарные спутники должны обладать транспондерами с высокой полосой пропускания, так как один такой спутник, как правило, работает на приём и передачу информации одновременно множеству клиентов на Земле. В случае со спутниковыми группировками системы Starlink, у каждого пользователя в «поле зрения» находится одновременно несколько спутников. Логично утверждать, что такие спутники могут обладать сравнительно гораздо меньшей полосой пропускания.

И наконец, в-третьих, стоимость одного аппарата Starlink – 100 тысяч долларов США, однако конечная стоимость всей спутниковой группировки Starlink – несколько миллиардов долларов, в то время как распланированная стоимость одного ИСЗ KazSat-2R – 100 млн долларов [6]. Тем не менее, на сегодняшний момент разрабатываемый отечественный

спутник будет выполнять услуги исключительно для казахстанского клиента, в то время как спутниковая система связи Starlink—будет оказывать те же самые услуги, но в глобальном масштабе.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Пояснительная записка к дипломному проекту на тему: Разработка системы эксплуатационного управления спутниковых каналов связи для ООО «Диалог» на базе платформы LabVIEW // Министерство образования и науки Российской Федерации Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Северо-Кавказский государственный технический университет" Факультет информационных технологий и телекоммуникаций. – Ставрополь, 2011. – С.43-48.
2. Макаренко С. И. Использование космического пространства в военных целях: современное состояние и перспективы развития систем информационно-космического обеспечения и средств вооружения // Системы управления, связи и безопасности. 2016. №4. – С.213.
3. Gunter's Space Page. [web-site]: Gunter Dirk Krebs 1996-2021. URL: https://space.skyrocket.de/doc_sdat/anik-f2.htm (дата обращения: 2.04.2021)
4. Янина Ноэль. Индустрия 4.0. Starlink: почему космический интернет Маска будет монополистом.[Электронный ресурс]: АО «РОСБИЗНЕСКОНСАЛТИНГ», 1995–2021.Режим доступа: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/5f72f4e39a7947caaf0f5bf1>(дата обращения: 2.04.2021)
5. Афонин А. А. Повышение эффективности спутниковых сетей, реализуемых на основе технологий VSAT: дис. канд. техн. наук: 05.12.13 - Системы, сети и устройства телекоммуникаций / Московский авиац.институт. М.: 2011. 218 с.
6. Почему спутники Илона Маска в 1 000 раз дешевле, чем KazSAT-2R - инженер-конструктор. [Электронный ресурс]:2021 Sputnik. Режим доступа: <https://ru.sputnik.kz/radio/20200203/12727873/sputniki-mask-kazsat-2r-konstruktor.html>(дата обращения: 4.04.2021)