

ИНТЕГРИРОВАННЫЕ СПУТНИКОВО-НАЗЕМНЫЕ СЕТИ В БУДУЩИХ БЕСПРОВОДНЫХ СИСТЕМАХ

ПУЛАТОВ Ш.У., ГАФУРОВ А.Ш.

Ташкентский университет информационных технологий имени Мухаммада Ал-Хоразми

Аннотация. Интеграция спутниковых и наземных сетей может стать краеугольным камнем в реализации предполагаемой неоднородной глобальной системы для повышения качества обслуживания конечных пользователей. Из-за своей изначально большой занимаемой площади спутники могут эффективно дополнять и расширять плотные наземные сети как в густонаселенных районах, так и в сельских районах, а также предоставлять надежные критически важные услуги.

Ключевые слова: Интеграция спутниковых и наземных сетей, В соответствии с изложенным выше обсуждением, Спутники LEO.

Abstract. In this context, the integration of satellite and terrestrial networks can be a cornerstone in the implementation of the proposed heterogeneous global system for improving the quality of service for end users. Because of their inherently large footprint, satellites can effectively complement and expand dense terrestrial networks in both densely populated areas and rural areas, and provide reliable mission-critical services.

Keywords: Integration of satellite and terrestrial networks, In line with the above discussion, LEO satellites.

В последние годы беспрецедентный и постоянно растущий спрос на широкополосную высокоскоростную, гетерогенную, сверхнадежную, безопасную и низкую задержку связи мотивировал и возглавлял определение новых стандартов и технологий беспроводной связи, известных как 5G. В частности, с точки зрения сети, можно выделить несколько различных тенденций, таких как, например, эволюция в сторону более умных устройств, резкое увеличение количества подключаемых носимых устройств и устройств межмашинного взаимодействия (M2M) или усиление услуг дополненной реальности (AR) и виртуальной реальности (VR). Концепция, представленная МСЭ для систем ИМТ-2020 еще в 2015 году, выдвинула на первый план ряд технических требований к будущим системам, как, например: (а) увеличение скорости передачи данных до 100 раз; (б) уменьшение задержки в 10 раз; и (в) 100-кратное увеличение эффективности сети. Эти сложные требования возникают вместе с другими ключевыми драйверами, такими как появление Интернета вещей (IoT), то есть миллиарды объектов, подключенных к

Интернету, который является средством для создания умных городов, или необходимость обеспечения надежности, устойчивости и доступности сети, а также кибербезопасность. Ключевая роль, которую системы 5G будут играть во всемирных экономических и социальных процессах для поддержки вертикальных сервисов следующего поколения, нацеленных на создание полностью связанного общества, таким образом, ведет к массовому научному и промышленному интересу к коммуникациям

5G. Беспроводная связь будущего (5G и выше) объединит не только людей, но и вещи, данные, приложения, умные города и транспорт в интеллектуальное, интегрированное и бесшовное сетевое общество.

В этом контексте интеграция спутниковых и наземных сетей может стать краеугольным камнем в реализации предполагаемой неоднородной глобальной системы для повышения качества обслуживания конечных пользователей. Из-за своей изначально большой занимаемой площади спутники могут эффективно дополнять и расширять плотные наземные сети как в густонаселенных районах, так и в сельских районах, а также предоставлять надежные критически важные услуги. В прошлом было слабое взаимодействие между спутниковым и наземным сообществами, которые развивались почти независимо друг от друга, и это приводило к сложной апостериорной интеграции между двумя системами для обеспечения бесшовных услуг. Благодаря внедрению новых стандартов связи 5G и извлечению уроков из прошлого опыта,

Это отражено, в частности, в рамках стандартизации 3GPP, в которой недавно был одобрен и инициирован новый элемент исследования по неназемным сетям (NTN). Ожидается, что системы NTN будут поддерживать услуги 5G в изолированных или удаленных областях, которые не могут обслуживаться или недостаточно обслуживаются наземными сетями, чтобы повысить надежность и непрерывность услуг 5G для M2M и IoT и обеспечить масштабируемость сети 5G. Во время недавних встреч 3GPP RAN исследования первой фазы для NTN были сосредоточены на определении нескольких сценариев, которые можно разделить на категории в зависимости от типа полезной нагрузки спутника, т. Е. Прозрачные или регенеративные. В частности, с одной стороны, когда развертываются прозрачные спутники на геостационарной околоземной орбите (GEO) или низкой околоземной орбите (LEO), спутник работает как ретранслятор радиочастоты, обеспечивая транзитное соединение с узлом NodeB следующего поколения (gNB), расположенным на системном шлюзе (GW); в этом случае спутник, таким образом, работает как радиоблок (RU), в то время как общий удаленный радиоблок (RRU) дополняется модулем основной полосы частот (BU) в GW. С другой стороны, когда рассматривается регенеративная полезная нагрузка, к SatCom могут применяться концепции функционального разделения; в частности, стек протоколов gNB может быть разделен на разные уровни для реализации на борту спутника, работающего как распределенный модуль gNB (gNB - DU), в то время как остальные верхние уровни реализуются на GW в централизованном модуле (gNB -CU). Также оценивается возможность реализации нескольких шлюзов, что требует высокой степени координации и расширенных функций управления мобильностью для обеспечения надлежащей координации на всех уровнях протокола. В соответствии с изложенным выше обсуждением также предусматривается возможность множественной связи между спутниковой и наземной сетями. Интеграция спутниковых и наземных сетей и, в частности, влияние, которое типичные спутниковые ухудшения могут иметь на эфирный интерфейс и протоколы 5G, вызывает необходимость рассмотрения ключевых аспектов, связанных с формами сигналов, сигнализацией и распределением ресурсов по отношению к физическому уровню (PHY), а также возможные модификации процедур верхнего уровня из-за больших задержек и новые бизнес-модели для создания коммерчески жизнеспособных решений для производителей и операторов.

В соответствии с изложенным выше обсуждением также предусматривается возможность множественной связи между спутниковой и наземной сетями. Интеграция спутниковых и наземных сетей и, в частности, влияние, которое типичные спутниковые ухудшения могут иметь на эфирный интерфейс и протоколы 5G, вызывает необходимость рассмотрения ключевых аспектов, связанных с формами сигналов, сигнализацией и распределением ресурсов по отношению к физическому уровню (PHY), а также возможные модификации процедур верхнего уровня из-за больших задержек и новые бизнес-кейсы для создания коммерчески жизнеспособных решений для производителей и операторов.

В соответствии с изложенным выше обсуждением также предусматривается возможность множественной связи между спутниковой и наземной сетями. Интеграция спутниковых и наземных сетей и, в частности, влияние, которое типичные спутниковые ухудшения могут иметь на эфирный интерфейс и протоколы 5G, вызывает необходимость рассмотрения ключевых аспектов, связанных с формами сигналов, сигнализацией и распределением ресурсов по отношению к физическому уровню (PHY), а также возможные модификации процедур верхнего уровня из-за больших задержек и новые бизнес-кейсы для создания коммерчески жизнеспособных решений для производителей и операторов.

Когда рассматриваются спутники LEO, следует отметить, что для обеспечения глобального охвата услугами требуется мега-группировка спутников. Это одна из новых проблем в бизнесе спутниковой связи, и она основана на концепции, согласно которой необходимы сотни низкоорбитальных и, возможно, недорогих спутников для покрытия земного шара или, в любом случае, больших территорий. По данным МСЭ, преодоление цифрового разрыва является краеугольным камнем для достижения целей в области устойчивого развития, поставленных Организацией Объединенных Наций в 2015 году. В этом контексте в настоящее время предложено несколько коммерческих предприятий, которые находятся на ранних стадиях развития с участием глобальных групп небольших компаний. спутники. Примерами являются OneWeb, SpaceX, Telesat и второе поколение O3b. Совместное предприятие OneWeb нацелено на производство недорогих, сверхвысокопроизводительных спутников для обеспечения возможности соединения Long Term Evolution (LTE) на глобальном уровне за счет развертывания примерно 640 спутников LEO, запуск которых в настоящее время ожидается к концу 2019 года. Очевидно, что такие мегагонstellации создают дополнительные проблемы, помимо тех, связанные с технологической осуществимостью, например, воздействие на космический мусор. Это серьезная проблема для космической среды и одна из наиболее исследуемых как в промышленности, так и в академических кругах.

Другая область, вызывающая беспокойство, - это интерференция между созвездиями и между ними и спутниковыми системами GEO. такие мегакозвездия создают дополнительные проблемы, помимо тех, которые связаны с технологической осуществимостью, например, воздействие на космический мусор. Это серьезная проблема для космической среды и одна из наиболее исследуемых как в промышленности, так и в академических кругах. Еще одна проблема, вызывающая беспокойство, - это интерференция между созвездиями и между ними и спутниковыми системами GEO. Такие мегакозвездия создают дополнительные проблемы, помимо тех, которые связаны с технологической осуществимостью, например, воздействие на космический мусор. Это серьезная проблема для космической среды и одна из наиболее исследуемых как в промышленности, так и в академических кругах. Другая область, вызывающая беспокойство, – это интерференция между созвездиями и между ними и спутниковыми системами GEO.

Список используемых источников

1. Чернявский Г.М., Бартенев В.А. Орбиты спутников связи. — М.: Связь, 1978.
2. Сомов А.М., Корнев С.Ф. Спутниковые системы связи. — М.: Горячая линия — Телеком, 2012.
3. Ибраимов Р. Р., Давронбеков Д.А., Пулатов Ш.У., Хатамов А.П. Спутниковые системы связи и приложения – М: Учебное пособие, 2018.

Сведения об авторах

Пулатов
Шерзод Ўткирович

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологий мобильных связей» Ташкентского университета информационных технологий имени Мухаммада Ал-Хоразмий shpulatov@mail.ru

Гафуров
Асрор
Шораим ўгли

Магистрант 1-курса, лаборант кафедры технологий мобильных связей Ташкентского университета информационных технологий имени Мухаммада Ал-Хоразмий, Gafurov_Asror6@mail.ru