

УДК 621.395.721.5

**ПРОБЛЕМЫ 6G СЕТЕЙ
PROBLEMS OF 6G NETWORKS**

Д.И. Чернявский

Научный руководитель – Ю.В. Суходолов, к.т.н., доцент
Белорусский национальный технический университет, г. Минск
D. Cherniavsky

Supervisor – Y. Sukhodolov, Candidate of Technical Sciences, Docent
Belarusian national technical university, Minsk

Аннотация: в данной статье рассматриваются 6G сети, проблематика их создания, а также возможные методы решения этих проблем.

Abstract: this article discusses 6G networks, the problems of their creation, as well as possible methods for solving these problems.

Ключевые слова: 6G сеть, передача сигнала, беспроводная связь.

Keywords: 6G network, signal transmission, wireless communication.

Введение

Существуют пять поколений технологий передачи данных, 1G или аналоговые, 2G, 3G, 4G и, соответственно, 5G.

1G сети – это аналоговые системы, построенные на аналоговой модуляции радиосигналов, главной функцией которых является осуществление передачи голоса на расстояние. Беспроводные сети в этом поколении были плохо развиты, подвержены сильным искажениям и обладали очень низкой скоростью передачи данных.

В то же время 2G сети – это идейный продолжатель первого поколения сетей, который имел явное отличие – использование цифровых радиосигналов с частотой 800 – 900 МГц, это дало ряд преимуществ: улучшенное качество звука, повышенная производительность за счет шифрования данных при отправке, а также дешифровке при получении, вкуче с намного большей защищенностью сигнала.

3G – третье поколение технологии связи. В отличие от прошлого поколения, связь основывается на пакетной передаче данных на границе дециметрового и сантиметрового диапазона (900 – 2100 МГц), что, в свою очередь, позволяет применять высокоскоростную беспроводную передачу данных, организовывать видеотелефонную связь, работать с видео данными в режиме онлайн. 4 и 5G сети – это логичное эволюционное развитие технологий прошлых поколений, плавно развивающее их идеи: повышение защищенности обмена данными между клиентами за счет введения новых методов шифрования трафика, увеличение скорости и объёма доступа каналов данных благодаря расширению покрытия полосы передачи в канале, увеличению количества антенн и агрегации частот. Также в 5G сетях был произведен переход в более высокий частотный диапазон в 24 ГГц и выше (при 2,4 и 5 ГГц в сетях 4G).

Основная часть

6G сети – это шестое поколение беспроводной связи, которое претендует на прорыв в сфере мгновенной передачи информации, что, безусловно, предоставит опору для дальнейшей более глубокой цифровизации жизни. За счет повышения скорости и количества одновременных хостов, использующих один канал передачи данных, ожидается, что произойдет толчок в развитии таких направлений, в массовом ключе, как виртуальная и дополненная реальности, повсеместная мгновенная связь, повсеместный искусственный интеллект и интернет вещей. Будет упрощаться интеграция и использование интеллектуальных автоматизированных систем, которые будут основаны на мобильных вычислениях и искусственном интеллекте.



Рисунок 1 – Потенциальные потребности в спектре и возможности 6G

Для успешной реализации этой технологии потребуется обновить составные части предыдущего поколения или разработать с нуля новые модули сети. Темы, которые привлекают внимание исследователей: стандартизация требований к спектру, каналные измерения, нанофотодетекторы, антенные решетки со сверхбольшой апертурой, новые формы сигнала модуляции.

Ожидается, что новые стандарты требований к спектру в новом поколении сетей 6G позволит, использовать гораздо более широкую полосу пропускания – выше, чем даже полоса миллиметрового диапазона, и намного более высокий предельный диапазон – вплоть до терагерцового диапазона. За счет разработок китайских исследователей, становится возможна высокоскоростная передача данных, которая использует вихревые миллиметровые волны – чрезвычайно высокочастотные радиоволны с быстро меняющимися спинами. В рамках этих изменений потребуются расширение спектра и дополнительные полосы, которые будут обеспечивать расширенную гибкость при развертывании сетей следующего поколения.

Также с вводом терагерцовой полосы в спектр передачи сигнала возникнут проблемы, которые придется решить. А именно, канальным измерениям в новой терагерцовой полосе будут присущи более высокие потери на трассе луча в свободном пространстве. Также в связи с молекулярным поглощением будет происходить нежелательное взаимодействие с водяным паром, согласно закону Бера-Ламберта, потери на молекулярное поглощение экспоненциально возрастают с увеличением расстояния передачи.

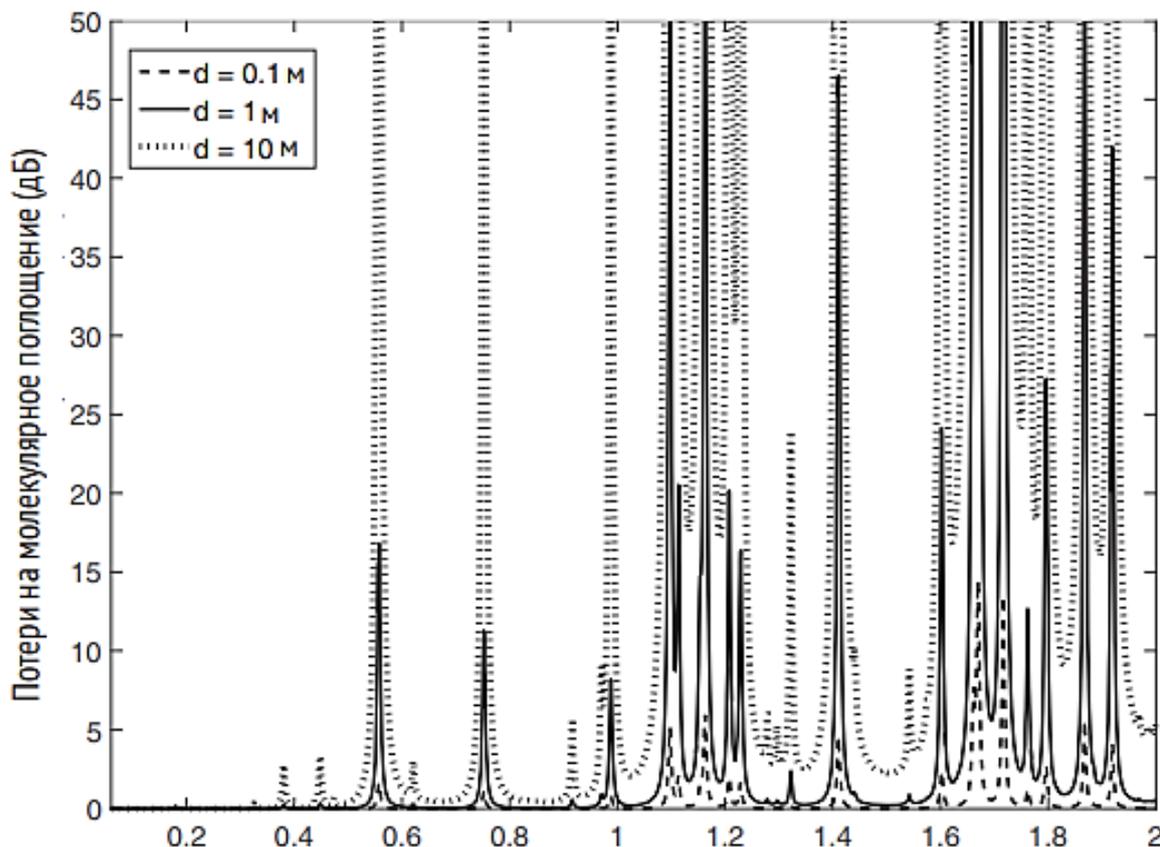


Рисунок 2 – Потери на молекулярное поглощение в ТГц-диапазоне

Существует проблема с формированием изображений с рабочей частотой выше 1 ТГц, она заключается в ограничениях быстродействия кремниевых компонентов. Современные системы построения изображений выше 1 ТГц в большей части основаны на больших оптических системах и слишком громоздки для интеграции. Развитие нанотехнологий может решить проблему мобильности при помощи нанофотодетекторов. Главное их преимущество, помимо обработки в тераполосах, это их небольшой размер, экономичность, масштабируемость и энергоэффективность вкуче с достаточным уровнем быстродействия. Главный претендент на глобальное использование – это чувствительная матрица из углеродных нанотрубок. Она может преобразовывать освещающее ТГц-излучение в измеряемый фототок в цепи считывания. Кроме того, эта матрица может быть изготовлена на гибкой подложке для использования в носимых устройствах.

Решетки со сверхбольшой апертурой является многообещающей технологий для сверхмассивных систем Mass Input Mass Output (множественный ввод, множественный вывод). Они представляют собой решетки, состоящие из

большого количества антенн, которые совместно обеспечивают обслуживание распределенных пользователей. В дополнение к расширению взаимодействия с отправителями данных, эта технология позволяет использовать пространственное мультиплексирование большого количество устройств связи, что существенно улучшает обработку данных от размещенных в одном районе устройств. Но все еще не выбраны алгоритмы, которые будут удовлетворять требованиям, сильно отличающимся от требований традиционного семейства массивных ММО.

В дополнение ко всем описанным выше проблемам, до сих пор не определена форма и схема модуляции сигнала. Главная проблема текущей схемы модуляции заключается в переносе на новое поколение сетей: обширные замирания из-за многолучевого распространения; очень низкая эффективность обслуживания сценариев расширенного покрытия с использованием спектра; высокий PAPR (отношение пикового уровня мощности сигнала к среднему), что приводит плохому взаимодействию с высокочастотными сигналами. Существует достаточно решений, которые решают те или иные вопросы, но еще не придуман ни один универсальный метод модуляции и определения формы сигнала. Среди множества предлагаемых решений выделены самые многообещающие: в сценариях, когда передача по линии связи ограничивается зоной покрытия, может применяться сигнал OFDM с дискретным преобразованием Фурье и расширением спектра с низким PAPR; для уменьшения PAPR применяют модуляцию по схеме двоичной фазовой манипуляции; технология ограничения спектра, которая позволяет очень гибкую обработку в частотной области, включая мультиплексирование пользователей и каналов, выделение ресурсов и агрегацию несущих.

Заключение

Подводя итог можно выделить ключевые факторы, которые определяют потребность в новом поколении сети

- Новые применения в различных сферах жизни: развитие онлайн бизнеса за счет расширения сфер виртуальной и дополненной реальности, применение ИИ в различных сферах автоматизации за счет потребления больших объемов данных, передаваемых в реальном времени.
- Также не малую роль сыграет распространение новых технологических решений: расширение не наземной связи, применение сетей как сенсоров и мониторинг окружающей среды в режиме реального времени.
- Переход на новый уровень в скорости передачи данных позволит перейти на нативную поддержку ИИ, встроенную высококлассную защиту данных и автоматически поддерживаемую добросовестность в предпринимательстве, диверсифицированную экосистему.
- Развитие удаленно обрабатываемого ИИ приведет к скачку в росте как потребительского, так и прочих рынков за счет автоматического анализа и обработке информации.

Развертывание 6G сетей планируется начать к 2026-2028 году.

Литература

1. Вэнь Тонг Сети путь от 5G к 6G / Вэнь Тонг, Пейин Чжу – ДМК Пресс, 2022. – 624 с.: ил.
2. Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/6G>. Дата доступа: 23.10.2022