

Один из самых главных компонентов любой мобильной связи — базовая станция, то есть комплекс антенн, которые принимают и передают радиосигналы от телефона к телефону. Такие антенны устанавливаются на специальные вышки высотой от 70 до 100 метров (впрочем, на практике башни бывают и ниже 70 метров). На одной вышке может стоять несколько базовых станций, работающих в одном из нескольких стандартов связи — 2G, 3G, 4G или 5G.

Когда на телефон абонента поступает звонок или он набирает номер, аппарат отыскивает ближайшую к нему базовую станцию и посылает на нее сигнал «идентификации». Станция принимает этот сигнал, обрабатывает, а затем перенаправляет в центр коммуникации для определения оператора мобильной сети и переключает разговор на ближайшую к абоненту базовую станцию с самым сильным сигналом оператора.

Системы, которые обеспечивают беспроводную связь со смартфонами, потребляют много энергии. Последние исследования показали, что это потребление особенно увеличивается на «последней миле» — участке сети, где данные поступают от провайдера конечному пользователю.

Вышки излучают радиоволны во всех направлениях, они доходят до всех телефонов в округе. Но откликается на сигнал только телефон пользователя, опознавший в этом сигнале код, который смартфон передал на базовую станцию. Иными словами, на «последней миле» большая часть энергии тратится «впустую»: распространяясь в пространстве, сигнал сталкивается с различными препятствиями, в результате чего он поглощается, отражается и рассеивается, то есть происходит потеря значимой части данных.

Поскольку базовая станция и смартфоны обмениваются данными по беспроводной сети, поиск телефоном одного конкретного сигнала быстрее разряжает его аккумулятор, кроме того, растет потребление энергии «от сети» и самой базовой станции (она работает дольше).

Чтобы обеспечить более экономичное использование энергии базовыми станциями и увеличить время работы смартфонов от одного заряда батареи, необходимо свести к минимуму потерю беспроводного сигнала. Добиться этого можно, если сократить расстояние передачи данных по беспроводной среде. В таком случае сотовые вышки можно будет уменьшить в размере, из-за чего они станут потреблять гораздо меньше энергии. Об этом в своей статье, опубликованной на сайте электронного архива препринтов arXiv, рассказали исследователи из Калифорнийского университета (США).

Ученые использовали программное обеспечение с открытым исходным кодом Sionna для моделирования передачи данных от базовых станций на мобильные телефоны и протестировали различные конфигурации сетей на 3D-моделях реальных городов из OpenStreetMap (некоммерческий веб-картографический проект). Целью специалистов было понять, как покрытие разных стандартов мобильной связи сократит потребление энергии.

«Решить проблему „энергоэффективности мобильной связи“ можно с помощью более плотного покрытия. В эпоху стандарта 4G многие специалисты предлагали увеличить количество сотовых вышек, однако при таком раскладе эта технология не позволит телефону достаточно быстро переключаться с одной вышки на другую, что необходимо в случае подобного уплотнения. Проблему можно решить с помощью 5G, которое дает возможность быстро увеличить количество базовых станций и повысить энергоэффективность», — пояснил Агрим Гупта (Agrim Gupta), один из авторов исследования.

Во время моделирования американские ученые выяснили, что лучше всего эффект потери энергии на «последней миле» снижают плотные покрытия 5G, которые обеспечиваются за счет замены одной более крупной базовой станции несколькими меньшими. Эксперимент показал, что благодаря такому покрытию можно будет уменьшить необходимую высоту размещения базовых станций до 15 метров. Это позволит устанавливать комплекс небольших антенн на деревьях или уличных фонарных столбах, то есть для этих систем больше не потребуются специальные вышки.

Кроме того, ученые узнали, что такое «уплотнение» приводит примерно к трехкратной экономии электроэнергии в сетях, используемых базовыми станциями, а также к увеличению времени автономной работы телефона на 50 процентов. Если заряд батареи смартфона «держится» 12 часов, то благодаря такой сети время его работы увеличится до 18 часов.

По словам авторов исследования, эти показатели обеспечиваются за счет резкого снижения мощности передачи данных смартфонами на 10-15 децибел, поскольку небольшие базовые станции будут располагаться в среднем в пять раз ближе к мобильным телефонам, чем сейчас находятся вышки.

Сегодня количество подключений к сетям 5G растет во всем мире. Больше всего этих сетей действует в городах Западной Европы, США, Индии, Китая. Относительно массовое развертывание 5G-сетей в России намечено на 2024 год. Пока что эта

## Вышки 5G существенно увеличат время автономной работы мобильных телефонов

технология доступна только в нескольких крупных городах страны, среди них Москва и Санкт-Петербург.