

## ТЕХНОЛОГИЯ NOMA ДЛЯ ПЯТОГО ПОКОЛЕНИЯ СВЯЗИ

*Нурдаулетов Н.Г.*

В последние годы схемы неортогонального множественного доступа (NOMA) получили значительное внимание для сетей сотовой связи пятого поколения (5G) [1] - [2]. Основная причина принятия NOMA в 5G обусловлена его способностью обслуживать нескольких пользователей, используя одни и те же временные и частотные ресурсы. Существует два основных метода NOMA: power-domain и code-domain. NOMA достигает мультиплексирования в области мощности, тогда как в области кода достигает мультиплексирования кода.

NOMA использует кодирование с наложением в передатчике и последовательное подавление помех (SIC) в приемнике, таким образом мультиплексируя пользователей в области мощности. Как показано на рис. 1, базовая станция (BS) отправляет наложенные сигналы двум пользователям, где пользователь 1 имеет более высокий коэффициент усиления канала, чем пользователь 2. В NOMA обычно пользователь с более высоким коэффициентом усиления канала и пользователь с более низким коэффициентом усиления канала упоминается как сильный пользователь и слабый пользователь, соответственно. Сильный пользователь сначала вычитает сигнал слабого пользователя через SIC, а затем декодирует свой собственный сигнал; слабый пользователь рассматривает сигнал сильного пользователя как шум и непосредственно обнаруживает свой собственный сигнал. При худшем усилении канала и большем количестве помех слабому пользователю назначается большая мощность в NOMA для обеспечения справедливости.

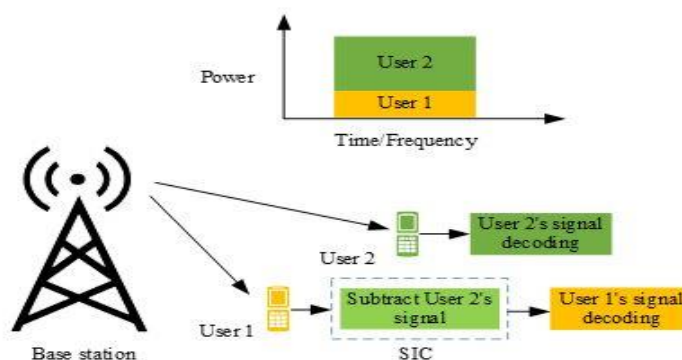


Рисунок-1. Мультиплексирование пользователей

NOMA доминирует в традиционном ортогональном множественном доступе (OMA) в нескольких аспектах, таких как:

1) Он достигает превосходной спектральной эффективности, обслуживая

нескольких пользователей в одно и то же время и с одинаковым частотным ресурсом, и уменьшая помехи через SIC;

2) Увеличивает количество одновременно обслуживаемых пользователей и, таким образом, поддерживает массовые подключения;

3) Из-за характера одновременной передачи пользователю не нужно проходить запланированный временной интервал для передачи своей информации, и, следовательно, он испытывает меньшую задержку;

4) NOMA может поддерживать справедливость в отношении пользователей и разное качество обслуживания за счет гибкого управления мощностью между сильными и слабыми пользователями [3]; в частности, поскольку слабому пользователю выделяется больше мощности, NOMA предлагает более высокую пропускную способность на границе соты и, таким образом, улучшает взаимодействие с пользователем на границе соты.

Разработчики впервые раскрыли потенциал NOMA для сетей сотовой связи 5G [4] и продемонстрировали, что NOMA превосходит OMA с точки зрения пропускной способности. С тех пор исследователи по всему миру начали исследовать, как преобразовать концепцию NOMA в методику радиодоступа следующего поколения. Большинство ранних работ по NOMA были сфокусированы на одном входе и одном выходе (SISO), в которых распределение мощности и справедливость для пользователя являются основными проблемами. Распределение мощности в NOMA направлено не только на максимизацию суммарного коэффициента, но и на суммарный. Это связано с тем, что NOMA назначит всю мощь сильному пользователю, если целью является максимизация суммарной скорости, и, таким образом, не предлагает усиления по сравнению с OMA.

Производительность NOMA может быть улучшена за счет сочетания его с технологией с несколькими входами и несколькими выходами (MIMO). В MIMO-NOMA пользователи объединяются в кластеры, а NOMA применяется только среди пользователей в одном кластере. После объединения пользователей в кластеры общий вектор предварительного кодирования совместно используется пользователями в одном кластере, что преобразует канал MIMO в несколько параллельных каналов SISO. В результате превосходство NOMA над OMA все еще сохраняется [6]. Общая структура MIMO-NOMA рассматривается в [5], что устраняет межкластерные помехи, применяя предварительное кодирование с нулевым форсированием и обнаружение на основе выравнивания сигналов. Эта работа предполагает идеальную мгновенную информацию о состоянии канала (CSI), которая может быть непрактичной для сценариев MIMO

В этой статье показано, что превосходная спектральная эффективность NOMA весьма перспективна для радиодоступа 5G. На сегодняшний день NOMA была исследована с разных точек зрения, включая распределение ресурсов. Потенциал NOMA не ограничивается только системами SISO; его

емкость может быть дополнительно увеличена путем применения NOMA в системах MIMO. Применение NOMA также проникает в другие системы связи, включая mmWave и системы видимого света. Чтобы сделать NOMA более практичным, необходимо преодолеть его ограничения, такие как распространение ошибок и ICI в многосотовых сетях.

#### Список литературы

1. «Неортогональный множественный доступ (NOMA) в степенной области в системах 5G: возможности и проблемы» / Ислам SMR, Н. Авазов, О.А. Добре и К.С. Квак // *IEEE Commun. SurveysTuts.* том III, № 99, с. 1-1, октябрь 2016 г.
2. 3GPP, R1-163111, «Первоначальные представления и результаты оценки неортогонального множественного доступа для восходящей линии связи NR», апрель 2016 г.
3. Z. Wei, J. Yuan, DWK Ng, M. ElKashlan и Z. Ding, «Обзор неортогонального множественного доступа по нисходящей линии связи для сетей беспроводной связи 5G», *ZTE Commun.* том 14, нет 4, с. 17-25, октябрь 2016 г.
4. Y. Saito и др., «Неортогональный множественный доступ (NOMA) для сотового будущего радиодоступа», *Proc. IEEE конференция по автомобильным технологиям (VTC Spring)*, 2013, Дрезден, Германия, стр.