

УДК 621.396

## ВЕРОЯТНОСТЬ НЕПРЕРЫВНОЙ РАБОТЫ СИСТЕМЫ McWiLL В НИСХОДЯЩЕМ КАНАЛЕ

Н. А. ШНИПОВА

(Представлено: канд. техн. наук, доц. В. Ф. ЯНУШКЕВИЧ)

Рассматривается метод определения вероятности непрерывной работы системы McWiLL. Для анализа того, как восходящий канал LTE влияет на нисходящий канал McWiLL, в MATLAB была создана модель Монте-Карло для мобильных станций LTE.

**Ключевые слова:** система McWiLL, модель Монте-Карло, спектральная эффективность, помехи.

McWiLL работает в полосе частот 1785–1804,8 МГц и использует дуплекс с временным разделением (TDD). Полоса пропускания может быть 1 МГц или 5 МГц. Эта технология находит применение в концепции построения сетей умного города, где необходимо собирать информацию с большого количества датчиков. Передаваемые данные не требуют использования сверхширокополосных устройств. [1]

Но в сравнении с технологией 3GPP LTE в диапазонах 1710–1785; 1805–1880 МГц (диапазон 3) применяет дуплекс с частотным разделением как для восходящей, так и для нисходящей линии связи. Полоса пропускания может составлять 1,4 МГц, 3 МГц, 5 МГц, 10 МГц или 20 МГц. Технология 3GPP LTE используется для мобильной связи четвертого поколения как в городской, так и в сельской местности.

Следовательно, внеполосное излучение McWiLL может вызвать помехи для LTE в технологиях Band 3 и наоборот. Следовательно, целью данной работы является проведение анализа возможных помех между радиотехнологиями McWiLL и LTE в полосе частот 1785–1805 МГц для дальнейшего изучения электромагнитной совместимости между этими радиотехнологиями применимых критериев, которые следуют. [2]

Рассмотрим два метода совместного использования частот службами радиосвязи или радиостанциями. Первый метод детерминистический, а второй основан на моделировании методом Монте-Карло.

Исследуемый сценарий помех показан на рисунке 1. В этом сценарии исследуются множественные помехи от мобильных станций LTE мобильной станции McWiLL, когда абонентская станция перемещается от центра к краю соты.

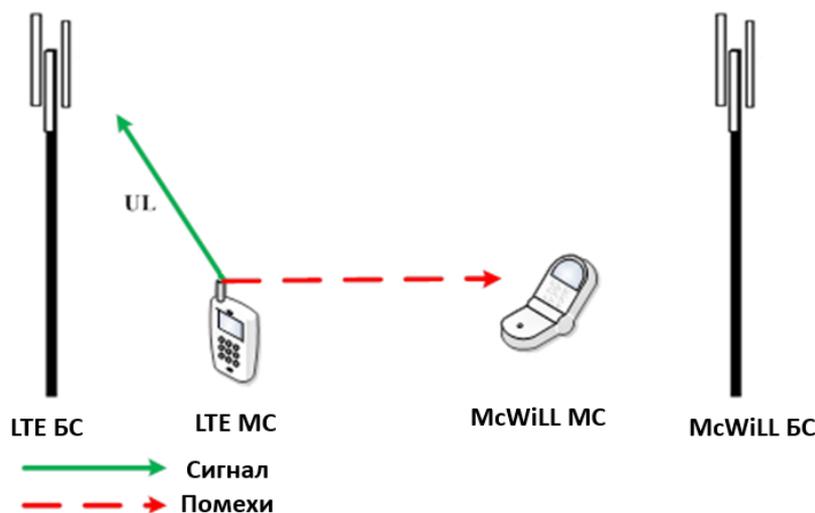


Рисунок 1. – Исследуемый сценарий помех

Критерием оценки уровня помех по методу Монте-Карло является сравнение спектральной эффективности системы без учета помех (только при наличии собственных шумов) и при наличии помех.

При перемещении мобильной станции McWiLL из центра соты в край оценивается отношение сигнал/(шум+помеха) при случайном равномерном распределении мобильных станций с учетом LTE. Критерием оценки допустимых помех является снижение спектральной эффективности системы Маквил из-за уменьшения SINR при учете влияния помех.

Для определения вероятности непрерывной работы системы Маквил относительное падение спектральной эффективности, обозначенное как  $\gamma$  используется (1).

$$\gamma = \frac{\gamma_1 - \gamma_2}{\gamma_1}, \tag{1}$$

где  $\gamma_1$  – спектральная эффективность системы Маквил для идеального сценария (без каких-либо помех);  $\gamma_2$  – спектральная эффективность системы Маквил для сценария множественных помех.

При  $\gamma$  значении 0 деградация спектральной эффективности отсутствует ( $\gamma_1 = \gamma_2$ ). При  $\gamma$  равенстве 1 спектральная эффективность снижается до 0 ( $\gamma_2 = 0$ ). Таким образом, предпоследнее значение эмпирической функции распределения относительного падения спектральной эффективности между всеми сгенерированными ситуациями распределений MC LTE определяет вероятность того, что спектральная эффективность в нисходящем канале больше 0.

Эти расчеты были выполнены для режимов работы 1 МГц и 5 МГц для шести каналов системы Маквил, и полученные результаты представлены на рисунках 2 и 3.

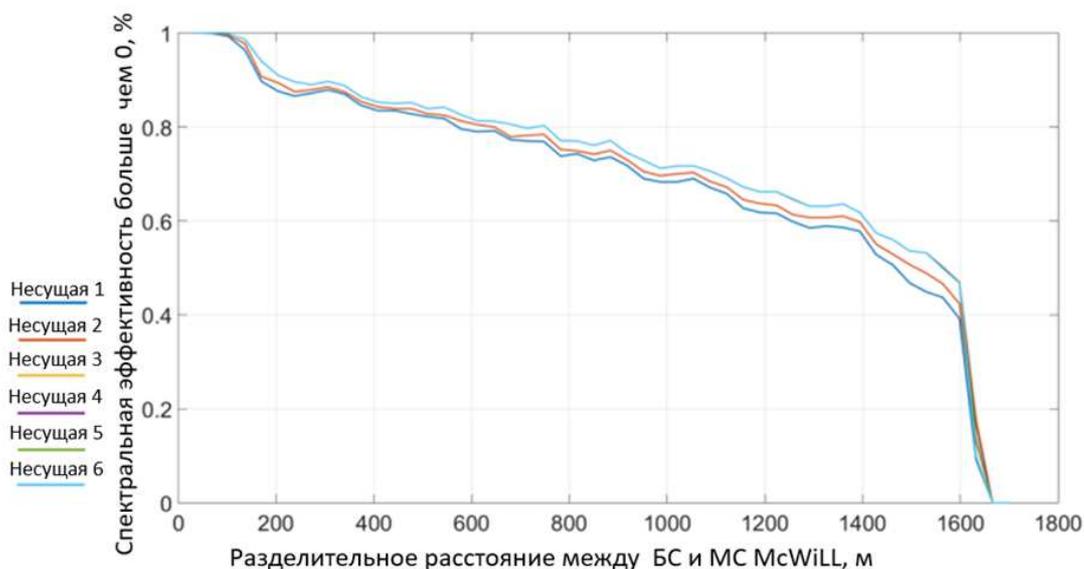


Рисунок 2. – Вероятность того, что спектральная эффективность системы McWill в нисходящем канале больше нуля для режима работы 1 МГц

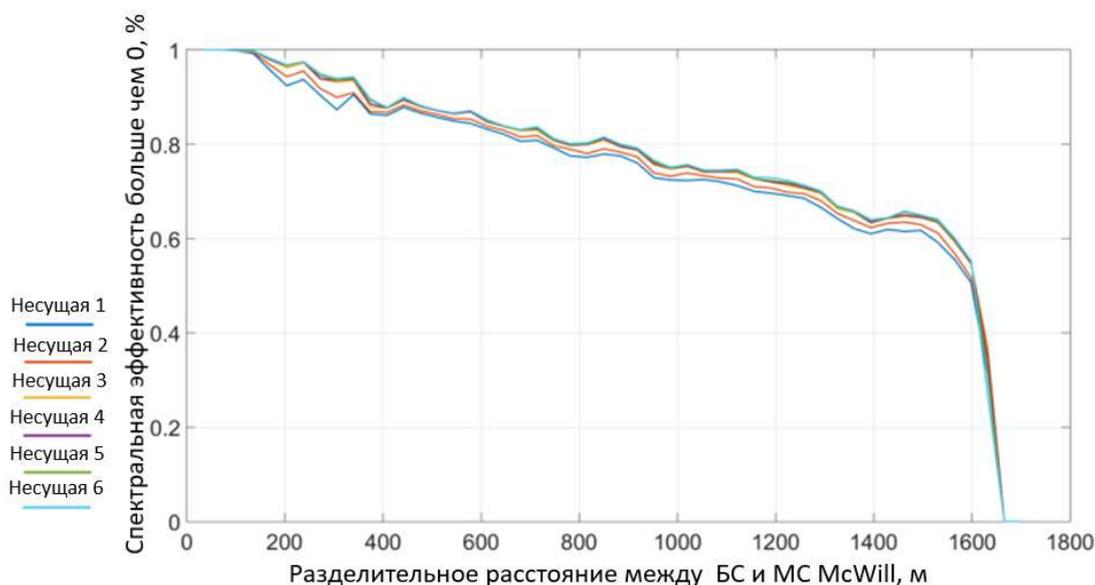


Рисунок 3. – Вероятность того, что спектральная эффективность системы McWill в нисходящем канале больше нуля для режима работы 5 МГц

Анализируя рисунки 1 и 2, видно, что вероятность того, что спектральная эффективность больше нуля, становится больше с расстоянием разноса и спектральная эффективность системы равна 0 в вершине ячейки. С другой стороны, это значение увеличивается, когда несущая частота перемещается от нижнего края полосы пропускания Маквил к верхнему краю. Аналогичные выводы можно сделать и для режима работы системы Маквил на частоте 5 МГц, но в этом случае деградация вероятности происходит менее быстро.

Оценена ACIR для первых шести каналов между LTE и пользовательским оборудованием Маквил для двух режимов работы 1MHz и 5MHz системы Маквил в нисходящем канале. Для определения того, как множественные помехи от излучаемой мощности МС LTE влияют на спектральную эффективность системы Маквил в нисходящем канале, в MATLAB была построена модель Монте-Карло, которая генерирует 1000 ситуаций равномерного распределения мобильных станций ИМТ в секторе ячейки 120 градусов. Результаты показали, что вероятность того, что спектральная эффективность больше нуля, больше 0,5, если расстояние разноса между БС Маквил и МС составляет менее 1500 м для полосы пропускания 1 МГц и 5 МГц. Кроме этого на рисунках 2 и 3 видно, что это значение увеличивается с ростом индекса перевозчика.

Следует отметить, что для режима работы 5 МГц деградация вероятности происходит менее быстро. Это можно объяснить более широким частотным разрывом между центральными частотами LTE и McWill, а также большей излучаемой мощностью базовой станции Маквил. Рекомендуется использовать несущие, начинающиеся с индекса 3 от ширины полосы Маквил для режима работы 1 МГц в нисходящем канале. Для режима работы 5 МГц ограничение индекса несущей отсутствует.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Технология McWiLL сеть нового поколения [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://www.profi2s.ru/resheniya/sistemy-svyazi-protokola-mcwill/> – Дата доступа: 08.09.2023
2. Ядро сети McWill [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://www.profi2s.ru/resheniya/sistemy-svyazi-protokola-mcwill/> – Дата доступа: 10.09.2023