

СЦЕНАРИИ ДОСТИЖЕНИЯ МАКСИМАЛЬНОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ В ЗОНЕ ОБСЛУЖИВАНИЯ

Урывский Л.А. (ORCID: 0000-0002-4073-9681),

Осипчук С.А. (ORCID: 0000-0002-6174-2986)

Институт Телекоммуникационных Систем, НТУУ «КПИ», Украина

E-mail: serg.osypchuk@gmail.com

Scenarios of achievement a maximal performance in the service area

Scenarios of maximal system productivity are described and analyzed based on comparison the cases with static and dynamic multiposition keying types selection.

Для обеспечения функционирования любой системы передачи выделяются ограниченные физические ресурсы канала связи: частотные, энергетические. В рамках этих ресурсов требуется обеспечить должную достоверность приема информации (например, $p_b=10^{-6}$), а также наилучшую скорость передачи информации, и, как следствие, наилучшую производительность. Удовлетворение указанных требований возможно при разных сценариях перераспределения ресурсов канала связи, что исследуется в данной работе. В результате перераспределения ресурсов канала связи на основе инструментов смены видов модуляции и параметров кодирования, удается достигать разной суммарной производительности системы передачи.

Производительность Y системы передачи информации определяется следующим образом [1]:

$$Y = \underbrace{V_C \cdot r_k \cdot \log_2 M}_{V_s} \cdot \underbrace{q \cdot S \cdot a}_{A} \cdot 3600 \quad (1)$$

где V_C – канальная (символьная) скорость, равная выделенной полосе частот ΔF ; r_k – скорость помехоустойчивого кодирования; M – число позиций модуляции; V_s – скорость источника данных; q – плотность абонентов; S – площадь зоны покрытия с обеспечением требуемой достоверности; a – коэффициент занятости абонента в час; A – нагрузка в зоне обслуживания.

Сценарий 1. Пусть имеются выделенные частотные ΔF и энергетические ресурсы $P_{изл}$ для базовой станции (БС); используется режим OFDMA (orthogonal frequency division multiplexing access), позволяющий распределять поднесущие суммарного сигнала между пользователями в зоне обслуживания; определенный вид многопозиционной модуляции (МПМ) с параметром k и скорость помехоустойчивого кодирования r_k для поднесущих OFDM. Тогда в этих условиях существует граница зоны обслуживания L_1 (рис. 1), где обеспечивается максимальная суммарная производительность системы передачи. При этом каждому абоненту в зоне обслуживания выделяется одинаковое количество ресурсов системы, что означает одинаковую скорость передачи для каждого абонента независимо от его удаления от базовой станции в рамках зоны обслуживания, с гарантированной достоверностью приема информации не хуже требуемой.

Таким образом, всем абонентам предоставляется одинаково низкая скорость обслуживания независимо от их удаления от БС в связи с МПМ низкого порядка для покрытия большой зоны обслуживания, с гарантированной достоверностью $p_b=10^{-6}$. Указанная достоверность достигается на основе применения заданного помехоустойчивого кодирования с неизменными параметрами, а именно: длина кода n и скорость кодирования r_k . Данный сценарий может использоваться с целью решения задачи максимального расширения зоны обслуживания, когда не ставится задача максимизации скорости передачи на одного абонента в этой зоне.

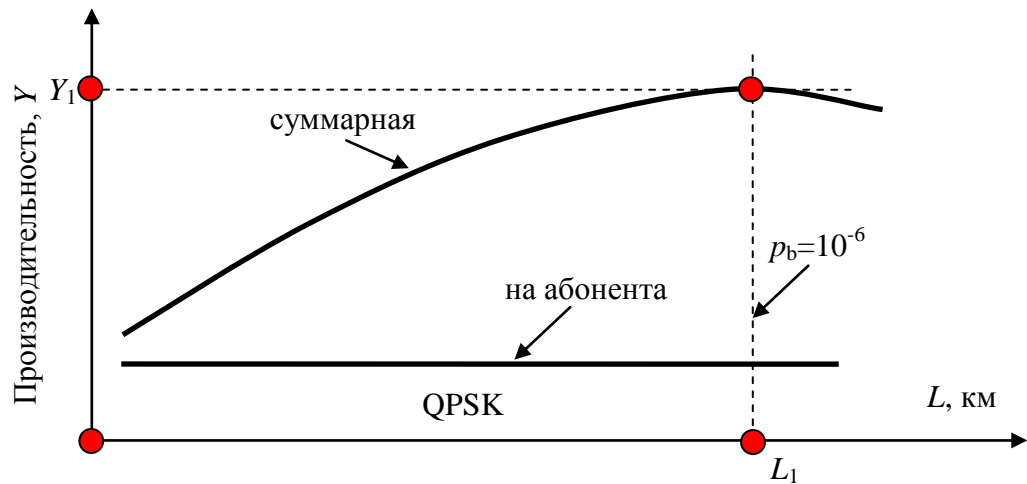


Рис. 1. Покрытие максимальной зоны обслуживания

Данный сценарий характеризуется неэффективным использованием энергетического ресурса системы передачи, поскольку для пользователей, расположенных ближе к БС, энергетика сигнала лучше, и для их обслуживания можно использовать многопозиционную модуляцию более высокого уровня с удовлетворением требуемых характеристик достоверности приема информации и увеличением скорости передачи, а в итоге – и общей производительности системы передачи.

Сценарий 2. Другой возможный сценарий достижения наилучшей производительности подразумевает максимизацию скорости передачи информации для каждого абонента зоны с удовлетворением требований достоверности по приему информации путем изменения вида многопозиционной модуляции [2] на основе измерения энергетических характеристик сигнала в точке приема при использовании одного вида помехоустойчивого кодирования с заданными параметрами (рис. 2).

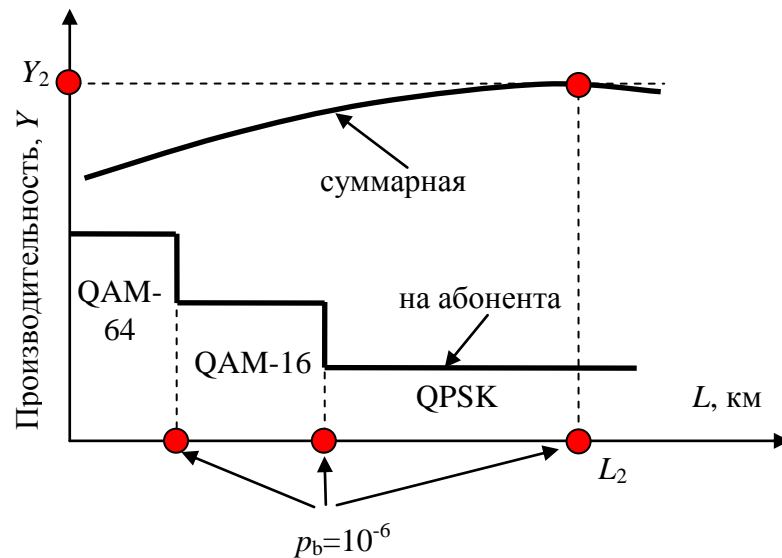


Рис. 2. Покрытие максимальной зоны обслуживания

В этом случае для каждой поднесущей OFDM, или для набора поднесущих, которые выделены для каждого абонента, будет изменяться вид МПМ и скорость передачи; в то же время суммарная производительность системы передачи будет варьироваться в зависимости от размещения и удаленности абонентов от БС. Например, наиболее близко находящемуся абоненту к БС, который находится в области сигнала с хорошими энергетическими

параметрами, для поднесущих OFDM будет использоваться МПМ высокого порядка (QAM-64), обеспечивая наилучшую скорость.

Сравнивая сценарии 1 (рис. 1) и сценарий 2 (рис. 2):

– размеры зон обслуживания с применением сценариев 1 и 2 имеют одинаковые размеры:

$$L_2 = L_1. \quad (1)$$

Это объясняется тем, что обеспечить требуемую достоверность приема информации на одном и том же расстоянии удастся при одинаковых энергетических параметрах излучаемого сигнала, модуляции и помехоустойчивого кодирования;

– суммарная производительность системы при использовании сценария 2 будет выше, чем при использовании сценария 1, за счет использования модуляций высокого порядка для абонентов, находящихся ближе к БС:

$$Y_1 < Y_2. \quad (2)$$

Таким образом, изменение вида модуляции на основе оценки энергетических параметров сигнала, позволяет обеспечивать лучшую суммарную производительность системы, чем в случае без использования этого приема.

Как показывают расчеты, для сценария 1 при использовании модуляции вида QPSK, граничное значение радиуса обслуживания составляет $L_1 = 5$ км при мощности излучения $P_{\text{изл}} = 1$ Вт, достигаемая производительность – 100 Эрл/час. При обращении к сценарию 2, при использовании адаптивной модуляции из набора QPSK, QAM-16, QAM-64, граничное значение радиуса обслуживания составляет также $L_2 = 5$ км при мощности излучения $P_{\text{изл}} = 1$ Вт, но достигаемая производительность при этом улучшается до 100...260 Эрл/час, в зависимости от числа расположенных пользователей в зонах, где энергетика передаваемого сигнала позволяет применять модуляции вида QAM-16, QAM-64 с целью увеличения скорости передачи.

Выводы. Таким образом, в работе рассмотрен показатель оценки производительности системы передачи, а также критерий оценки производительности системы передачи, а именно – максимизация показателя производительности.

Рассмотрены два сценария перераспределения ресурсов канала связи, где основным отличием одного от другого является то, что в первом сценарии применяется фиксированный вид модуляции, а во втором – предлагается динамический выбор многопозиционной модуляции из набора QPSK, QAM-16, QAM-64 на основе оценки энергетических параметров сигнала. Оба сценария предусматривают одинаковые параметры излучаемого сигнала и параметры помехоустойчивого кодирования.

В результате сравнения сценариев 1 и 2, показано, что динамическое изменение вида многопозиционной модуляции на основании энергетических свойств сигнала позволяет увеличивать скорость передачи информации для абонентов, находящихся ближе к базовой станции, что в результате увеличивает производительность на абонента, и суммарную производительность системы в целом.

Поэтому рекомендуется использовать динамический выбор вида многопозиционной модуляции из набора с целью увеличения скорости передачи и общей производительности системы передачи.

Литература

1. L. O. Uryvsky, K. A. Prokopenko, O. V. Brechko, "Estimation of WiMAX system productivity in city area," Scientific transactions of UNDIIZ, vol. 1 (13), 2010. – pp. 41–47.
2. Уривський Л. О., Осипчук С. О., Прокопенко К. А. Патент № UA 95365 U «Спосіб адаптивного вибору виду багатопозиційної модуляції», публікація відомостей про видачу патенту: 25.12.2014.