

$$N_t \leq \frac{1}{2} \frac{c}{f_0} \frac{\Delta f}{v_{max}} / (\tau_{max} \Delta f + 1); \quad N_f \leq \frac{1}{2 \tau_{max} \Delta f}, \quad (2)$$

Список использованных источников

1. Nagalapur K. On Channel Estimation for 802.11p in Highly Time-Varying Vehicular Channel

<http://publications.lib.chalmers.se/publication/194823>

2. J. Yamendi. The Comparisional Analysis of the Concept of Rectangular and Hexagonal Pilot in OFDM. Communications and Network, 2009, 01-05

3. Елисеев С.Н., Трифонова Л.Н. Модификация каналов в сетях стандарта 802.11p. «Инфокоммуникационные технологии», №2.

Елисеев Сергей Николаевич, доктор технических наук, профессор кафедры радиоэлектронных систем. E-mail: eliseev-sn@psuti.ru

Трифопова Людмила Николаевна, инженер кафедры радиоэлектронных систем. E-mail: Lyudmila.trifonova.2012@mail.ru

УДК 621.376

ЦИФРОВАЯ СИСТЕМА ПЕРЕДАЧИ СООБЩЕНИЙ В ДИАПАЗОНЕ УКВ

С.Н. Елисеев, Н.В. Степанова

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара

Принятие управленческих решений эффективно при оперативном реагировании на изменения обстановки, отражаемых в потоке сообщений, то есть своевременной и надёжной передачей и приёмом информационных сообщений. Концепция «цифровой экономики» предполагает использование большого набора интеллектуальных цифровых датчиков и исполнительных устройств, образующих локальные, территориально распределённые сети. Одним из важнейших элементов формирования единого информационного пространства является цифровая система сбора и передачи сообщений, в том числе от подвижных, скоростных объектов. В РФ значительная часть территории относится к малонаселённым районам, в которых зоны покрытия и протяжённость радиоканалов имеют большие размеры, а, следовательно, при умеренных объёмах передаваемых сообщений, в рассматриваемых системах, предпочтительно использовать диапазоны метровых волн. Ввиду того, что эти диапазоны давно освоены, новые системы связи должны иметь свойства когнитивных систем с динамическим распределением спектра [1]. Эволюционный подход к внедрению новых технологий предполагает сохранение параметров

частотно-территориального планирования, в том числе сохранения ширины полосы канала радиосвязи 25/12,5 КГц.

В диапазоне 300-900 МГц для решения сформулированных выше задач на «низовом уровне» выпускаются абонентские радиостанции с цифровой модуляцией стандарта DMR, унаследовавшего концепцию многопользовательского доступа систем GSM и TETRA: одночастотная передача временным разделением канала 12,5кГц [2].

В данной работе рассматривается вариант построения цифровой системы радиосвязи с многочастотной параллельной передачей и многопользовательским режимом OFDMA [3]. Критические параметры OFDM сигналов определены условиями распространения радиоволн в данном диапазоне частот. Условия многолучевого распространения в УКВ диапазоне оценивается по условию $T_{cp} > \Delta t$, величина циклического префикса должна быть больше интервала многолучёвости (условие отсутствия межсимвольной интерференции) [3].

Негативный эффект влияния подвижности объектов на показатели помехоустойчивости можно оценить максимальной величиной Доплеровского рассеивания f_d :

$$f_d = v/c f_0,$$

где v - максимальная скорость движения подвижного объекта в м/сек; c - скорость света в м/сек; f_0 - частота несущей радиоканала в Гц.

При максимальной скорости движения 180 км/час в диапазоне 300-900 МГц лежит в интервале от 50 до 150 Гц. Поскольку величина мощности межканальных переходных помех, возникающих в системах OFDM пропорциональна величине $(f_d / \Delta f)^2$ то Δf - разнос между поднесущими сигнала OFDM должен быть на порядок больше f_d . Для частот УКВ диапазона, таким образом, $\Delta f = 1-1,5$ кГц. Следовательно, в канале 12,5 кГц можно разместить не более $N = 8-10$ поднесущих. Выбрав, по аналогии с DVB-T2 - системами цифрового ТВ $T_{cp} = 50$ мкс получаем, что T_c - длительность символа OFDM (при $\Delta f = 1,33$ кГц, $N = 8$) равна:

$$T_c = 1 / \Delta f + T_{cp} = 800 \text{ мкс.}$$

Вариант классической OFDM системы с 4-QAM, обеспечивает битовую скорость 20кБит/сек (без учёта затрат на передачу служебных пилот-тонов). С учётом ограничений на мощность передатчика пик-фактор сигнала сложно обеспечить устойчивый помехоустойчивый приём на удалённом расстоянии приёмника от передатчика - на границе зоны обслуживания. Заслуживает внимания вариант F-QAM, комбинация двух схем модуляции: двукратной частотной модуляции и QAM, принцип передачи иллюстрирует рисунок 1. Символ F-QAM переносит $\log_2 M_F + \log_2 M_Q$, бит $M_F = 4$ варианта частоты, $M_Q = 4$ варианта фазы в 4QAM. Тогда 8 переносят образуют 2F-QAM символа или 10кБит/сек.

Модуляция F-QAM имеет более низкий пик-фактор по сравнению с классической OFDM, что очень важно в условиях малой мощности радиопередатчика и, кроме того более устойчива к воздействию внешних помех.

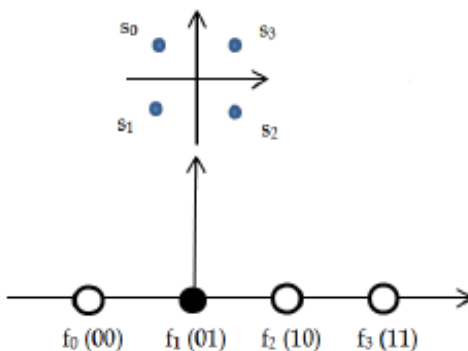


Рисунок 1 – Комбинация двух схем модуляций. Принцип передачи

Список использованных источников.

1. 5G Key Enabling Technologies/Samsung Developers, 2015, p. 12-17.
2. Стандарт ETSI DMR (Digital Mobile Radio). Motorola.White paper, 2007, p.1-4
3. Бакулин М., Крейнделин В., Шлома А., Шумов А. Технология OFDM. Учебное пособие. Москва: Горячая линия-Телеком, 2016г.352с.

Степанова Наталья Вениаминовна, аспирант кафедры радиоэлектронных систем. E-mail: puhleniw@mail.ru

Елисеев Сергей Николаевич, доктор технических наук, профессор кафедры радиоэлектронных систем. E-mail: fgupnrnsnr@yandex.ru

УДК 620.179.18

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАДИОВОЛНОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ С ШУМОВОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ ДЛЯ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ НЕСУЩЕГО ВИНТА ВЕРТОЛЁТА

С.Н. Барякаева, С.В. Жуков

«Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва», г. Самара

Вертолет — универсальный летательный аппарат. Он способен подолгу зависать на одном месте, а затем продолжать полет в любом направлении. Это происходит благодаря вращению несущего винта, который и создает подъемную силу.