



ИЗСЛЕДВАНЕ ВЛИЯНИЕТО НА СРЕДИТЕ ПРИ РАЗПРОСТРАНЕНИЕ НА РАДИОСИГНАЛИ, ИЗПОЛЗВАЩИ РАЗЛИЧНИ QAM СЪЗВЕЗДИЯ

STUDY OF THE TERRAIN INFLUENCE ON THE DISTRIBUTION OF THE RADIO FREQUENCY SIGNALS USING DIFFERENT QAM CONSTELLATIONS

Мирослав Николаев Макаров*
ТУ - Габрово

Николай Димитров Ташков
ТУ - Габрово

Статията е постъпила на 20.05.2013 г.; приета за отпечатване на 07.06.2013 г.

Abstract

In this paper different digital modulation techniques used in today's high speed communications are researched. Matlab based simulations for comparison of different QAM constellations are presented. Using mathematical models for signal fading for urban scenario, results for the fading are obtained. The influence of the signal to noise ratio and the modulation type on the size of the covered area has been studied.

Keywords: constellation, DVB-T, digital modulation, distance, fading, QAM.

ВЪВЕДЕНИЕ

Съвременните безжични комуникации осигуряват високи скорости с достатъчна надеждност благодарение на QAM модулацията. Изборът на съзвездие (кръгло или квадратно, еднородно или нееднородно) е от съществено значение за различните комуникационни канали [3, 4]. В момента в България се извършва преход от аналогово наземно телевизионно разпръскване към цифрово съгласно стандарта за цифрово телевизионно разпръскване DVB-T [1, 2]. В него са дадени видовете модулации, техните скорости и различните разновидности на QAM съзвездията. Стандартът посочва и изискуемо съотношение сигнал/шум за определен брой грешки и определени скорости на предаване в зависимост от това, какъв тип модулация и вид съзвездие са използвани. Стандартът не пояснява в кои случаи се използва даден тип модулация с еднородно съзвездие, и в кои – с нееднородно. Обектът на настоящото изследване е определянето на разликите между

ИЗЛОЖЕНИЕ

Стандартът за цифрово наземно телевизионно разпръскване DVB-T ETSI EN 300 744 V1.6.1 (2009-01) дава възможните модулации (QPSK, 16- и 64-QAM) и вида на техните съзвездия (16- и 64-QAM използват еднородни и нееднородни съзвездия). Тук ще бъдат разгледани 16-QAM с еднородно и 16-QAM с нееднородни съзвездия, с коефициент $\alpha=2$ и с коефициент $\alpha=4$. Коефициентът α представлява минималното разстояние между две звездни точки, носещи различни по

стойност най-значими битове, разделено на минималното разстояние между които и да е две съседни звездни точки [2]. Тези две съзвездия не се различават по скоростта на предаване на данните. Целта на изследването е да се установи разликата в разстоянието на доставяне на услугата при запазване на един и същ коефициент за двоична грешка BER.

За да бъде получено това разстояние е използван моделът за външно разпространение на радиовълни на Hata-Okumura, който е валиден при:

- Честота на носещото трептение $f = 150 \div 1500$ MHz;
- Разстояние на предаване $d = 1 \div 20$ km;
- Височина на предавателната антена $h_t = 30 \div 200$ m;
- Височина на приемната антена $h_r = 1 \div 20$ m.

Съгласно моделът на Hata-Okumura [5]:

$$L = 69,55 + 26,16 \lg(f) - 13,82 \lg(h_{eff}) - C(h_r) + (44,9 - 6,55 \lg(h_{eff})) \lg(d) \quad (1)$$

където:

L - средната стойност на загубите при разпространение в градска среда, dB;

f – честота на носещото трептение, MHz;

$C(h_r)$ – коефициент, зависещ от работната честота и средата на разпространение на радиосигнала. Използва се в три варианта, в зависимост от:

- за извънградска среда:

* e-mail: miro.makarov@yahoo.com

$$C(h_r) = [1,1 \lg(f) - 0,7] h_r - [1,56 \lg(f) - 0,8] \quad (2)$$

- за градска среда:

$$C(h_r) = 8,29 [\lg(1,54 h_r)]^2 - 1,1 \quad (3)$$

при $f < 200\text{MHz}$;

$$C(h_r) = 3,2 [\lg(11,75 h_r)]^2 - 4,97 \quad (4)$$

при $f > 400\text{MHz}$;

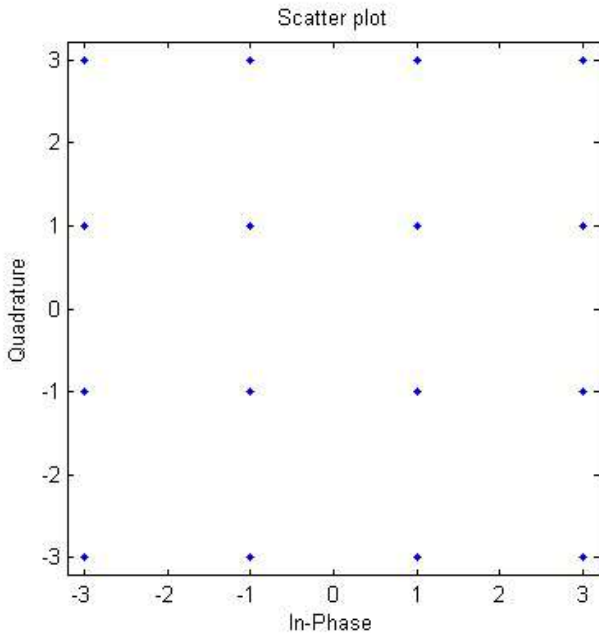
h_{eff} – ефективна височина на антената в метри, дефинирана на фиг.1.



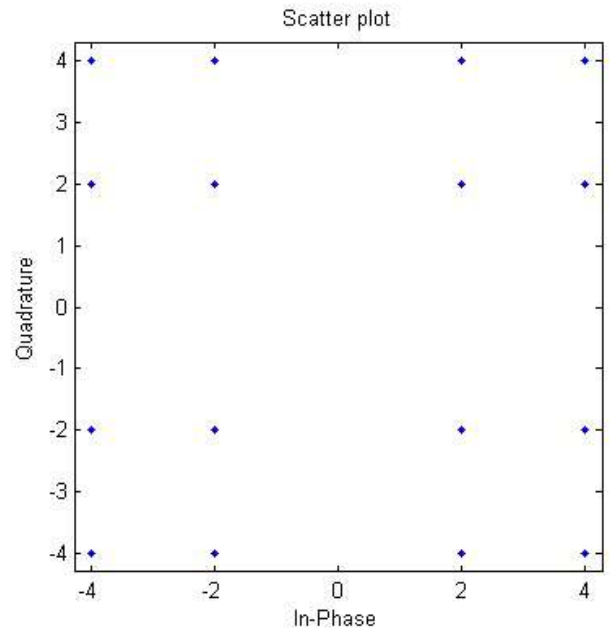
Фиг. 1. Дефиниция на h_{eff}

Разглежданите съзвездия са дадени на фиг. 2, фиг. 3 и фиг. 4.

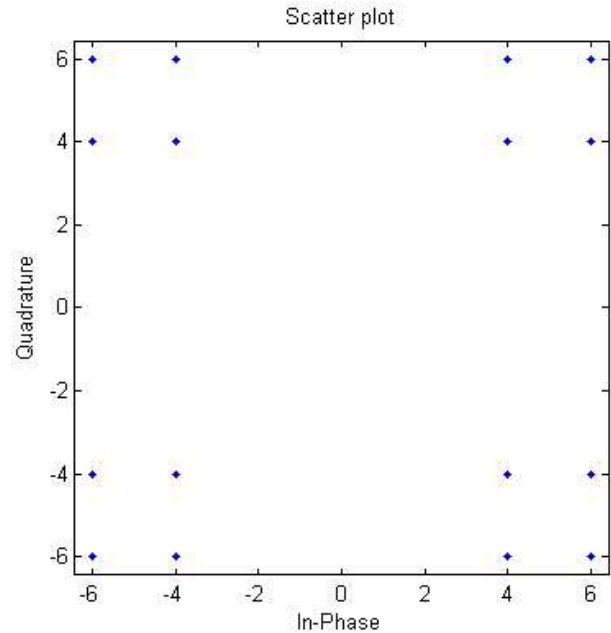
Изобразените на фиг. 2, фиг. 3 и фиг. 4 съзвездия са изследвани с програмия продукт Matlab по отношение на техния коефициент за двоична грешка (BER) спрямо съотношението сигнал/шум. Те отговарят на стандарта за цифрово телевизионно наземно разпръскване DVB-T ETSI EN 300 744 V1.6.1 (2009-01). За създаване на съзвездията е използвана стандартна Matlab функция genqammod [6], даваща възможност за въвеждане на отделните звездни точки. За изследването е създаден цикъл, чиято променлива е съотношението сигнал/шум. За всяко едно зададено съотношение е получен коефициентът за двоична грешка с Matlab функцията biterr, която сравнява побитово модулирания и демодулирания сигнал, след което резултатът се записва в масив. При получаване на съответните зависимости за коефициента на двоична грешка не е използвано канално кодиране за защита на данните.



Фиг. 2. Еднородно 16-QAM съзвездие



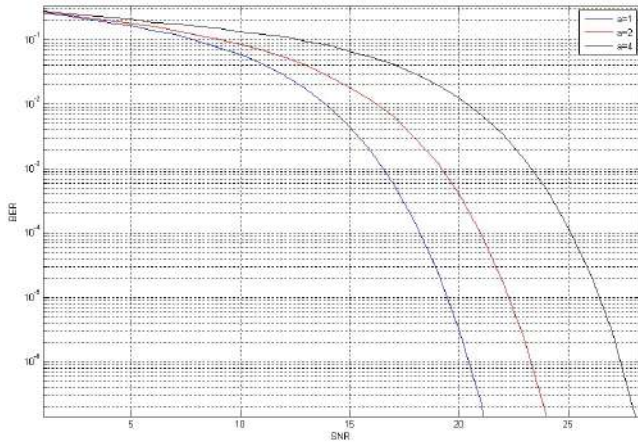
Фиг. 3. Неоднородно 16-QAM съзвездие с коефициент $\alpha=2$



Фиг. 4. Неоднородно 16-QAM съзвездие с коефициент $\alpha=4$

За визуализиране на представените графични зависимости при различни стойности на α е използвана Matlab функцията semilogy, която изчертава по оста x в линеен мащаб, а по оста y – в логаритмичен. Получените резултати са представени на фиг. 5.

Зависимостта за 16-QAM с еднородно съзвездие е разположена в ляво, за неоднородно с коефициент $\alpha=2$ по средата, а за неоднородно с коефициент $\alpha=4$ - в дясно. От така изчертаните графични зависимости се вижда, че съзвездията постигат еднакъв коефициент за двоична грешка (BER) при различни съотношения сигнал/шум. Стойността на съотношението се повишава с увеличаване на коефициента α , като в случая $\alpha=1, 2$ и 4 .



Фиг. 5 Зависимости на коефициента на двоична грешка (BER) за 16-QAM модулация с еднородно и нееднородни съзвездия

При еднородно съзвездие с коефициент $\alpha=1$ и нееднородно съзвездие с коефициент $\alpha=2$, при един и същ коефициент за двоична грешка се установява разлика от 2,8 dB, а при съзвездие с коефициент $\alpha=4$ тази разлика нараства на 6,8 dB. За настоящото изследване е използван третият член от модела на Nata-Okumura. Основание за това дава фактът, че се изследва дистанцията на предаване, на която се доставя предаваната информация с един и същ коефициент на двоична грешка BER. Останалите два члена се приемат за константи, тъй като не зависят от разстоянието на комуникацията. Третият член се изразява чрез:

$$[44,9 - 6,55 \lg(h_{eff})] \lg(d) \quad (5)$$

и се приравнява на получената разлика в съотношението сигнал/шум.

Направен е сравнителен анализ за съзвездие с коефициент $\alpha=2$ спрямо съзвездие с коефициент $\alpha=1$. От графичните зависимости, показани на фиг. 5 се вижда, че за осигуряване на един и същи коефициент $ber=1 \cdot 10^{-7}$, разликата в съотношението сигнал/шум е 2,8 dB. Изследването се извършва за $h_{eff} = 30$ m. За из-

менението от 2,8 dB в съотношението сигнал/шум се получава разлика в разстоянието $\Delta d=1199$ m.

Вторият експеримент сравнява резултатите от изследването на съзвездия с коефициенти $\alpha=1$ и $\alpha=4$. В този случай разликата в съотношението сигнал/шум е 6,8 dB. Това съответства на еквивалентно нарастване на разликата в разстоянието $\Delta d=1559$ m.

Това означава, че ако еднородно 16-QAM съзвездие с коефициент $\alpha=1$ доставя информация на разстояние d_1 с коефициент за двоична грешка $BER=10^{-7}$, за нееднородно 16-QAM съзвездие с коефициент $\alpha=2$ разстоянието ще бъде $d_2=d_1+1199$ m, а за съзвездие с коефициент $\alpha=4$ това разстояние ще бъде съответно $d_3=d_1+1559$ m.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статията са получени и представени резултати за разликата в разстоянието при използване на 16-QAM модулация с еднородно и нееднородни съзвездия. Разработен е програмен код в средата Matlab, който извежда графични зависимости на коефициента за двоична грешка BER за всеки вид съзвездие. Разликата в разстоянията е изведена на базата на модела за външно разпространение на радиовълните на Nata-Okumura, като в първия случай разстоянието на комуникацията може да нарастне с 1199 m, а за втория случай – с 1559 m. Получените резултати могат да бъдат използвани при избора на конфигурация на съзвездието на избрания вид QAM модулация при цифровото телевизионно разпръскване над определена област.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Конов, К. Цифрово радио и телевизионно разпръскване, ДИОС, София, 2011.
- [2] DVB-T Standard ETSI EN 300 744 V1.6.1 (2009-01)
- [3] Proakis, J.G. Digital communication. IEEE Press London, 1988.
- [4] Webb, W., L. Hanzo. Modern quadrature amplitude modulation. Principles and applications for fixed and wireless communications, IEEE PRESS, 1994.
- [5] www.awe-communications.com
- [6] www.mathworks.com