

3. Оптимальное время измерения увеличивается при увеличении отношения сигнал/шум h^2 в канале.

1. Суваткин В.С., Есипенко В.И., Ковалев И.П., Сухоробров В.Г. WiMAX – технология беспроводной связи: основы теории, стандарты, применение / Под ред. В.В. Крылова. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 368 с. 2. Ma X., Giannakis B., Ohno S. Optimal Training for Block Transmissions Over Doubly Selective Wireless Fading Channels, IEEE Trans. On Signal Processing. – 2003. – Vol. 51. – No. 5. 3. Ермолаев В.Т., Аверин И.М., Ковалев И.П., Флакман А.Г. Влияние ошибок канальной матрицы на пропускную способность ММО-систем с параллельной передачей информации: Труды научной конференции по радиофизике. – М.: НГТУ. – 2002.

УДК 681.32.03

Р.С. Колодій, А.В. Поліщук, О.В. Красько
Національний університет “Львівська політехніка”
кафедра телекомунікацій

МЕТОДИКА ПОБУДОВИ МЕРЕЖІ НАЗЕМНОГО ТЕЛЕВІЗІЙНОГО МОВЛЕННЯ

© Колодій Р.С., Поліщук А.В., Красько О.В., 2010

Досліджено мережі наземного телевізійного мовлення і розроблено методику проектування зон впевненого прийому наземного телевізійного мовлення з врахуванням рельєфу місцевості і умов проходження радіохвиль у вільному просторі.

The article devoted to research networks terrestrial television broadcasting design and development methods zones confirm receiving terrestrial television broadcasting with regard to terrain and conditions of radio waves in free space.

Вступ. З існуючих телекомунікаційних мереж одними з наймасовіших, найдоступніших і найпоширеніших є мережі наземного телевізійного мовлення. Аналіз статистичних даних ринку показує, що, незважаючи на зростання кількості мереж кабельного телебачення, доволі велика кількість абонентів здійснює індивідуальний прийом, умови якого останнім часом значно змінилися. Зміна зовнішніх умов полягає в постійному зростанні кількості програм, що створюються телецентрами. Також змінилися і внутрішні умови – у абонента тепер, як правило, не один, а кілька порівняно далекорознесених телевізорів. Тому питання оптимального проектування мереж наземного телерадіомовлення залишається актуальним на сьогоднішньому етапі розвитку телевізійних мереж, а в майбутньому – цифрового мовлення. Основним під час виконання цього завдання є визначення мінімального значення напруженості поля біля приймальної антени абонента, що дає можливість забезпечити задовільну якість приймання у присутності шумів і дії завад від інших передавачів.

Основні параметри системи телерадіомовлення, необхідні для розрахунку зон РТМ. Одним із основних параметрів систем радіотелевізійного мовлення (РТМ) є ефективна випромінювана потужність радіопередавача — добуток потужності передавача на коефіцієнт корисної дії (ККД) фідера і на коефіцієнт підсилення антени по потужності. Зазвичай ефективну випромінювану потужність $P_{випр}$ виражають в децибелах стосовно 1 кВт і виражають як

$$P_{випр} = P_{прд} + G_{прд} - A_{\phi}, \text{ дБкВт},$$

де $P_{прд} = 10 \lg P_{прд}$ (кВт) – потужність передавача, дБкВт; $G_{прд}$ – коефіцієнт підсилення передавальної антени стосовно півхвильового вібратора; $A_{\phi} = d_{\phi} \cdot l_{\phi}$, дБ, A_{ϕ} – погонне загасання фідера

на 1 м його довжини, дБ/м; l_ϕ – довжина фідера, м; $d_\phi = 10 \lg \eta$, дБ – співвідношення між загасанням у фідері в децибелах і коефіцієнтом корисної дії η .

На відстані R км від передавальної станції напруженість поля у вільному просторі буде:

$$E_o = 106,9 - 20 \lg R_{\text{км}} + P_{\text{випр}}, \text{ дБмкВ/м,}$$

де E_o – напруженість поля в точці прийому під час розповсюдження радіохвиль в ідеально вільному просторі.

Множник ослаблення поля вільного простору.

Під множником ослаблення V розуміють відношення E_o і E – напруженості поля в умовах вільного простору і на реальних трасах:

$$V = 20 \lg (E/E_o), \text{ дБ.}$$

Також існує й інша узагальнювальна формула затухання вільного простору, яка враховує λ – робочу довжину хвилі і відстань між передавальною і приймальною антеною — R_0 :

$$V_{01} = \left(\frac{\lambda}{4\pi R_0} \right).$$

З іншого боку, мінімальна напруженість поля біля приймальної антени, що враховує відсутність шумів на екрані телевізора, розраховується з врахуванням висот підвісу антен (h_1 — передавальної і h_2 — приймальної):

$$E_o = 2,18 \frac{h_1 \cdot h_2 \cdot \sqrt{P \cdot G}}{\lambda_p \cdot R_0^2}.$$

Розрахунки напруженості поля з урахуванням нерівностей поверхні доволі складні і є наближеними, що мають напівемпіричний характер. У розмаїтті земних і водних поверхонь зводять до п'яти умовних класифікацій типів місцевості. При цьому враховується середнє значення висот пагорбів або гір над рівнем моря на розрахунковій трасі. Тому загалом розрахунок висот підвісу приймальної і передавальної антен виконують за формулою

$$R_0 = 3,56 (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}).$$

А за конкретного визначення висот підвісу антен з врахуванням рельєфу місцевості беруть до уваги радіус нульової зони Френеля:

$$H_0 = \sqrt{\frac{1}{3} R_0 \lambda k (1 - k)},$$

де $k = \frac{R_i}{R_0}$, R_i – відстань до поточної точки; R_0 – довжина прольоту.

Подібні детальні розрахунки необхідні під час проектування систем телерадіомовлення з радіусом зони обслуговування від 10...15 до 100 км на трасах до 10 км; сферичність Землі можна не враховувати.

Під час проектування систем телерадіомовлення у великих містах з різноповерховою забудовою необхідно насамперед орієнтуватися на результати вимірювань напруженості поля сигналу і завад у передбачуваних місцях прийому.

Вплив потужності передавача на радіус зони телевізійного мовлення. Переважно потужність передавача подано двома цифрами, перша з яких відповідає піковій потужності каналу зображення, а друга — потужності каналу звуку, наприклад, 100/10 Вт. Для передавачів, що працюють в Україні, ці цифри завжди відрізняються у 10 разів, оскільки відповідно до існуючого стандарту відношення потужностей сигналів звуку і зображення становить 16:1. Потужність передавача визначає розміри зони обслуговування телекомпанії. Крім потужності передавача, помітну роль відіграє також висота підйому антени і її коефіцієнт підсилення (див. табл. 1), що уможливить наближено оцінити розмір зони обслуговування. Наприклад, за висоти підвісу передавальної антени 50 м і підсилення антени 6 дБ зона обслуговування відповідає значенню з таблиці.

Залежність радіуса зони впевненого прийому від потужності передавача

Потужність передавача, Вт	1	10	100	250	1000	5000
Радіус зони впевненого прийому, км.	1–3	3,8	10–15	15–20	25–30	35–40

Таблиця складена для випадку прямої видимості між приймальною і передавальною антенами.

Планування мережі наземного TV-мовлення. Планування мережі телевізійного мовлення (TV) полягає у визначенні місця розташування радіотелевізійних передавальних станцій (РТПС) і виборі їх параметрів для забезпечення задовільних умов приймання у заданій смузі частот без взаємних впливів між TV-станціями. При цьому слід мати на увазі, що передавальні TV-станції великої потужності мають радіус дії переважно 50...70 км., а ретранслятори малої потужності випромінюють TV-сигнали в радіусі 10...20 км.

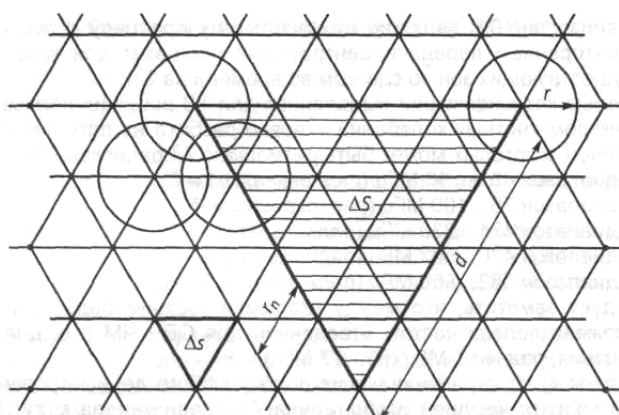


Схема розміщення TV-радіопередавачів

Найраціональніше планування мережі TV отримують в тому випадку, якщо передавальні TV-станції розміщуються по кутах рівностороннього трикутника (рисунок). У цьому випадку кожний TV-передавач передає з круговою діаграмою спрямованості і забезпечує можливість приймання TV-сигналу на відстані $r < r_0$, де r_0 – середній радіус зони прямої видимості. З рисунка бачимо, що для суцільного покриття території площею S мережею TV за допомогою кількох TV-радіопередавачів, що мають однаковий середній радіус зони обслуговування r , відстань між сусідніми TV-радіопередавачами потрібно вибирати з умови $r_n >$ на величину $\sqrt{3}r$.

При цьому утворюються області, в яких можливе впевнене приймання одночасно від кількох TV-радіопередавачів. Радикальним засобом ослаблення взаємних завад для TV-приймачів, розташованих у цих областях, є робота сусідніх TV-радіопередавачів в різних діапазонах частот. При цьому враховується вибірковість TV-приймачів по сусідніх каналах приймання.

З рисунка зрозуміло, що кожен елементарний трикутник площею ΔS обслуговується трьома радіопередавачами. При цьому кожний радіопередавач є загальним для шести трикутників. Отже, якщо задану територію площею S можна умовно розбити на k трикутників площею ΔS , тоді кількість радіопередавачів $n_{\text{пн}}$, необхідних для забезпечення TV-мовленням цієї території, дорівнюватиме

$$n_{\text{пн}} = \frac{3k}{6} = \frac{k}{2}.$$

Як правило, виділяється в межах загальної території великий трикутник площею ΔS , у вершинах якого розташовуються TV-передавачі, що працюють на частоті одного радіоканалу. Сторона такого трикутника знаходиться в межах 400...500 км, що залежить від особливостей рельєфу місцевості. Вважається, що в межах цієї території можна виділити M_S великих трикутників.

Тоді в межах усієї зони TV-мовлення може бути розташовано $n_{\Pi 2} = \frac{M_s}{2}$ радіопередавачів, що працюють в одному каналі. Знаючи значення $n_{\Pi 1}$ і $n_{\Pi 2}$, легко визначити кількість радіоканалів N_k , необхідних для обслуговування TV-мовленням усієї території площею S:

$$N_k = \frac{n_{\Pi 1}}{n_{\Pi 2}} = \frac{k/2}{M_s/2} = \frac{k}{M_s} = \frac{S\Delta S}{S\Delta s} = \frac{\Delta S}{\Delta s} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{4}d^2}{\frac{\sqrt{3}}{4}r_{\Pi}^2} = \left(\frac{d}{r_{\Pi}}\right)^2 = \frac{d^2}{3r^2}.$$

З вищенаведеного виразу випливає, що для зменшення кількості радіоканалів, необхідних для охоплення TV-мовленням заданої території, потрібно зменшити відстань між передавачами, що працюють в одному радіоканалі, і збільшити радіус мовлення кожної TV-станції.

Висновки. Під час проектування мереж телевізійного мовлення, крім розрахунку зони обслуговування з урахуванням рельєфу місцевості і умов проходження радіохвиль у вільному просторі, доводиться враховувати основні технічні характеристики використовуваних приймальних і передавальних пристроїв, включаючи антени, а також вплив випромінювання сусідніх станцій, що знаходяться у межах прямої видимості від точки приймання.

Для орієнтовних розрахунків можна скористатися спрощеною методикою, наведеною вище, яка враховує місцезнаходження станцій, сумарну випромінювану потужність P_s і план розподілу частот станцій.

У сільських місцевостях на значному віддаленні від обласного телевізійного центру під час установки телевізійних малопотужних ретрансляторів до 10 Вт методика розрахунку місця встановлюваних передавачів може бути спрощеною і відповідати значенням з таблиці, за умови, що $h_1=50$ м, $h_2=10$ м.

1. Катунин Г.П., Мамчев Г.В., Попантонопуло В.Н., Шувалов В.П. Телекоммуникационные системы и сети: Учеб. пособие. – Т. 2 // Радиосвязь, радиовещание, телевидение. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Горячая линия-Телеком, 2004. – 672с. 2. Омелянюк І.В. Цифрове ефірне телебачення // Посібник для фахівців телебачення. – К.: ЗАО «Телерадіокур'єр», 2009. – 192 с.

УДК 621.396

В.О. Пелішок

Національний університет “Львівська політехніка”
кафедра телекомунікацій

ВИБІР ВУЗЬКОСМУГОВИХ ВИДІВ МОДУЛЯЦІЇ ДЛЯ ЕФЕКТИВНИХ СИСТЕМ БЕЗПРОВІДНОГО ЗВ'ЯЗКУ

© Пелішок В.О., 2010

Запропоновано методику вибору модуляції для забезпечення основних системних вимог до безпровідних систем передачі даних: заданої ймовірності появи бітових помилок та заданої швидкості передачі даних.

The method of choice of modulation is offered for providing of of the basik system requirements to the off-wire systems transmissions given: set propability of appearance of bit errors and set speed transmissions given.

Вступ. Модуляція посідає особливе місце серед багатьох різновидів методів та засобів підвищення ефективності безпровідних систем та мереж. Якщо деякі методи (наприклад, завадозахисне кодування) можуть використовуватись лише за певної необхідності, то застосування модуляції є обов'язковою компонентою радіосистем. Модуляція впливає фактично на усі складові ефективності функціонування системи.