

УДК 629.735.064.5:621.39(075.8)

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ЗОНИ ВПЕВНЕНОГО ПРИЙМАННЯ ЦИФРОВОГО НАЗЕМНОГО ТЕЛЕВІЗІЙНОГО МОВЛЕННЯ

Г. Ф. Конахович, А. В. Карпов, В. І. Корчук, М. А. Шевченко

Національний авіаційний університет

kszi@ukr.net

Наведено методику розрахунку зони впевненого приймання передач цифрового наземного телевізійного мовлення для мобільних і стаціонарних абонентів, яка дає змогу спланувати будь-яку синхронну мережу для заданого контуру за найбільш оптимальних параметрів.

It is presented a design procedure of a zone of the confident reception of transfers of a digital ground television announcement for mobile and stationary subscribers which allows planning any synchronous network for the certain contour at the most optimum parameters.

Постановка проблеми

Радіочастотний ресурс (РЧР) для використання радіоелектронних засобів (РЕЗ) аналогового ТВ мовлення (АТВМ) в Україні на сьогодні фактично вичерпано. Планом використання РЧР України, затвердженим Постановою Кабінету Міністрів України від 9 червня 2006 р. № 815, визначено, що з 1 січня 2007 р. здійснення присвоєнь радіочастот для РЕЗ АТВМ припиняється. Угодою «Женева-06» (GE06), підписаною у червні 2006 р., передбачено необхідність до 2015 р. поетапного виведення з експлуатації РЕЗ АТВМ і впровадження синхронних мереж цифрового мовлення [1; 2]. Зволікання з розгортанням цифрового наземного телевізійного мовлення (ЦНТВМ) в Україні, у разі інтенсивного його розвитку в сусідніх країнах призведе до втрати вітчизняного РЧР.

Аналіз досліджень та публікації

На сьогодні публікацій щодо методик розрахунку зони впевненого приймання РЕЗ ЦНТВМ для мобільного і фіксованого приймання майже не існує, що пояснюється значною відмінністю між методиками розрахунку зон упевненого приймання РЕЗ ЦНТВМ і АТВМ. Основними публікаціями є рекомендації ITU та деякі регіональні угоди, наприклад, GE06 [2]—[4].

Постановка завдання

Мета статті — представлення дієвої методики розрахунку зони впевненого приймання РЕЗ ЦНТВМ для мобільного і фіксованого приймання, яка дає змогу спланувати будь-яку синхронну мережу для заданого контуру та рекомендувати найбільш оптимальні параметри: координати розміщення передавальної антени, коефіцієнт підсилення, висоту розміщення передавальних панелей та технічні характеристики передавача.

Виклад основного матеріалу дослідження

Згідно з Планом GE06 в Україні планується впровадження синхронних мереж ЦНТВМ, перевагами якого перед аналоговим є:

- можливість одночасного передавання від 4 до 12 програм на одному ТВ каналі;

- більш висока якість зображення і звуку;
- можливість покриття 95 % місць приймання замість 50 %;

- можливість стабільного приймання, навіть за швидкого пересування транспортом у міських районах зі складною багатоповерховою забудовою.

Методика розрахунку ґрунтується на рекомендаціях та відповідних угодах ITU-R, які містять у собі:

- криві поширення радіохвиль та формули для перерахунку напруженості поля відповідно до значень необхідної ефективної висоти антени та частоти;

- мінімальні медіанні значення напруженостей поля згідно з варіантом системи, типом приймання та частотою;

- захисні відношення між РЕЗ з різними варіантами системи та захисними інтервалами;

- значення необхідних відстаней між РЕЗ окремої синхронної мережі для забезпечення їх роботи без завад один одному.

Для визначення оптимальної зони впевненого приймання необхідно визначити технічні характеристики РЕЗ ЦНТВМ. Найбільш важливими з них є:

1) обрання місця розміщення та висоти підвісу передавальної антени — ефективної висоти передавальної антени ($h_{\text{еф}}$), що визначається як висота електричного центру передавальної антени над усередненим рівнем ділянки земної поверхні від 3 до 15 км у напрямку на приймальну антену (рис. 1):

$$h_{\text{еф}} = h_1^* - \Delta H_{\text{сеп}},$$

де h_1^* — висота антени над рівнем моря; $\Delta H_{\text{сеп}}$ — усереднена висота місцевості у зоні приймання, розраховано за множиною точок як середньоарифметичне значення:

$$\Delta H_{\text{сеп}} = \sum_{i=0}^{N-1} h_i / N,$$

де h_i — висота місцевості на відстані $(3000 + i250)$ м від передавача; N — кількість точок відліків (мінімально рекомендоване значення — $N = 140$);

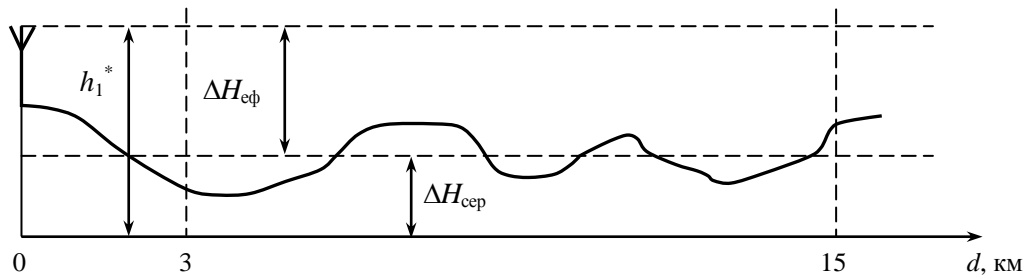


Рис. 1. Ефективна висота передавальної антени

2) визначення ефективної випромінювальної потужності (ЕВП) РЕЗ у напрямку на приймальну антену:

$$P_{\Sigma[\text{дБкВт}]} = P_{\text{пер}} - B_{\phi}L_{\phi} + K_{\text{ан}},$$

де $P_{\text{пер}}$ — потужність передавача; B_{ϕ} — втрати у фідері; L_{ϕ} — довжина фідера; $K_{\text{ан}}$ — коефіцієнт підсилення передавальної антени;

3) мінімальна напруженість поля (E_{min}) [2], що визначає границю зони, у межах якої гарантовано впевнений прийом із заданою ймовірністю. Значення E_{min} залежить від частоти, типу приймання, ймовірнісних характеристик місць приймання, варіанта системи та захисного інтервалу [3]. Радіус зони впевненого приймання у довільному напрямку визначається залежно від ЕВП, $h_{\text{1еф}}$ та частоти з використанням кривих поширення [4] (для 50 % часу і 50 % місць значення наведено у таблиці для фіксованих значень ефективних висот $h_{\text{1еф}}$ та напруженостей полів E , для ЕВП 1 кВт). Необхідне значення напруженості поля $E = E_{\text{min}}$ розраховується за інтерполяцією значень напруженостей полів і ефективних висот антени:

$$E_{[\text{дБмкВ/м}]} = E_{\text{н}} + (E_{\text{в}} - E_{\text{н}}) \frac{\lg(h_{\text{1еф}}/h_{\text{1еф.н}})}{\lg(h_{\text{1еф.в}}/h_{\text{1еф.н}})},$$

де $h_{\text{1еф.н}}$ — найближчий номінал ефективної висоти антени, менший за $h_{\text{1еф}}$; $h_{\text{1еф.в}}$ — найближчий номінал ефективної висоти антени, більший за $h_{\text{1еф}}$; $E_{\text{н}}$ і $E_{\text{в}}$ — значення напруженостей поля для відповідних висот на потрібній відстані.

Напруженість $E = E_{\text{min}}$ для потрібної частоти може бути розрахована шляхом інтерполяції між значеннями для номінальних частот 100, 600 і 2000 МГц:

$$E_{[\text{дБмкВ/м}]} = E_{\text{н}} + (E_{\text{в}} - E_{\text{н}}) \frac{\lg(f/f_{\text{н}})}{\lg(f_{\text{в}}/f_{\text{н}})},$$

де f — частота, для якої робиться розрахунок, у МГц; $f_{\text{н}}$ — нижня номінальна частота (100 МГц, якщо $f < 600$ МГц, інакше 600 МГц); $f_{\text{в}}$ — верхня номінальна частота (600 МГц, якщо $f < 600$ МГц, інакше 2000 МГц); $E_{\text{н}}$ і $E_{\text{в}}$ — значення напруженості поля для $f_{\text{н}}$ і $f_{\text{в}}$ відповідно.

Таку методику може використовувати як з базою топографічних даних, так і без неї (за наявності бази, зазвичай, можна очікувати більш високу точність прогнозування).

Використовуючи розроблену методику було розраховано теоретичну зону впевненого мобільного та фіксованого приймання РЕЗ ЦНТВМ у м. Києві, яка розміщена на центральній вежі концерну РРТ.

Розрахований РЕЗ ЦНТВМ на 30-му ТВ каналі має ЕВП 41 дБкВт (потужність передавача дорівнює 1 кВт, коефіцієнт підсилення антени — 12 дБ відносно півхвильового вібратора) при висоті антени 363 м. Отримана теоретична зона впевненого приймання для мобільних абонентів дорівнює близько 22 км, що не більше за розміри м. Київ, але значно менше за розміри зони № 18 (рис. 2).

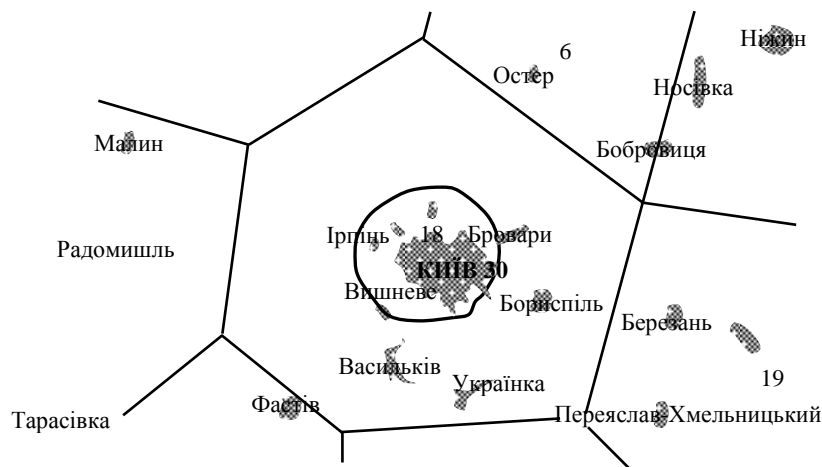


Рис. 2. Теоретична зона впевненого приймання для мобільних абонентів основного РЕЗ ЦНТВМ у м. Києві

На перший погляд, для забезпечення мобільного приймання на великій території необхідно лише підвищити потужність. Але необхідно брати до уваги, що, по-перше, потужність РЕЗ у синхронній мережі не може створювати рівень завад, який перевищуватиме заданий для співканальних зон. По-друге, рельєф може створювати певні проблеми для приймання ТВ сигналу («зони тіні»), що може викликати необхідність у встановленні додаткових РЕЗ. Оскільки м. Київ має багато схилів, то сигнал з основного передавального РЕЗ ЦНТВМ (із зазначеними характеристиками) не забезпечить передбаченого 95 %-го покриття. Дослідження показали доцільність розміщення додаткового РЕЗ на старому передавальному центрі в с. Биківня (де є вся необхідна інфраструктура). Відстань між основним і допоміжним РЕЗ становить близько 15 км.

Установлення РЕЗ ЦНТВМ у с. Биківня (рис. 3), розширюючи теоретичну зону впевненого приймання для мобільних абонентів (зона впевненого приймання від допоміжного РЕЗ має радіус біля 13 км) і забезпечуючи впевнений прийом у багатьох «зонах тіні» для передавальної антени основного РЕЗ, доводить при синхронній роботі з останнім зону впевненого приймання до 95% місць.

Таким чином, виникає можливість забезпечення впевненого мобільного приймання в цілому контурі.

При цьому впевнений прийом для стаціонарних абонентів основного РЕЗ ЦНТВМ буде забезпечений на значно більшій території.

Теоретична зона впевненого приймання для даного випадку становить приблизно 65 км, що практично дорівнює розміру зони №18 (рис. 4).

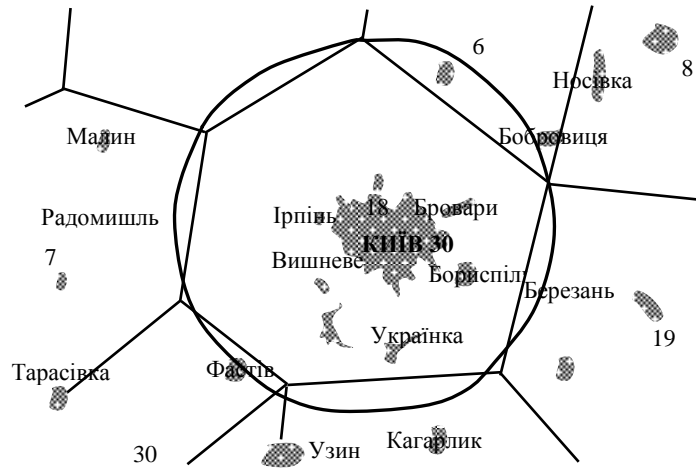


Рис. 3. Теоретична зона впевненого приймання для мобільних абонентів двох синхронних РЕЗ ЦНТВМ у м. Києві

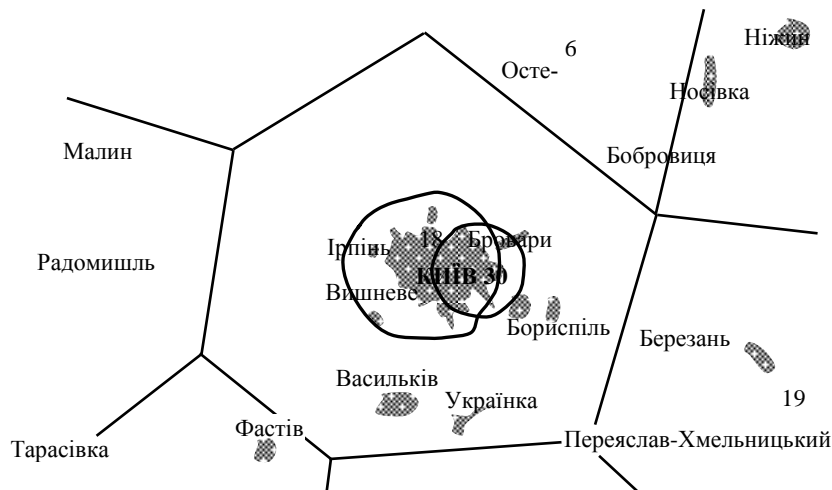


Рис. 4. Теоретична зона впевненого приймання для стаціонарних абонентів основного РЕЗ ЦНТВМ у м. Києві

Для довідки: РЕЗ АТВМ, з потужністю передавача у 20 разів більшою ніж у цифрового, характеризується теоретичною зоною впевненого приймання, що дорівнює близько 70 км (тобто не на багато більше зони впевненого приймання

основного РЕЗ ЦНТВМ, зображеної на рис. 4). Але при цьому теоретична зона впевненого приймання РЕЗ АТВМ забезпечує лише 50 % місць приймання. Технологія аналогового телебачення не дає змогу встановлювати РЕЗ на цю-

му ж ТВ каналі для забезпечення більшого відсотка місць приймання, оскільки їх не можливо синхронізувати між собою.

Висновки

Під час планування синхронних мереж ЦНТВМ, на наш погляд, найбільш важливим є визначення місця розташування РЕЗ ЦНТВМ та розрахунок зони впевненого приймання з використанням цифрової мапи рельєфу, гідрографії, рослинності та населених пунктів.

Результати розрахунків при плануванні залежать від точності цифрової мапи. У свою чергу, від ефективності планування залежать техніко-економічні показники піл час реалізації розрахованих синхронних мереж ЦНТВМ.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Регламент* радіозв'язку ІТУ-R.
2. *Фінальні* Акти регіональної Конференції радіозв'язку щодо планування цифрової наземної радіомовної служби в частинах районів 1 і 3 у смугах частот 174-230 МГц і 470-862 МГц (ІТУ-R, Женева-06).
3. *Рекомендація* ІТУ-R ВТ. 1368-7 «Критерії планування для служб цифрового наземного телебачення у смугах ДВЧ/УВЧ».
4. *Рекомендація* ІГО-R Р.1546 «Метод прогнозування для трас «точка-зона» для наземних служб у смузі частот від 30 до 3000 МГц».
5. *ДСТУ EN 300 744:2004* «Цифрове телевізійне мовлення (DVB). Структура кадрів, каналне кодування та модуляція для цифрового наземного телебачення (DVB-T)».

Стаття надійшла до редакції 14.12.09.