

УДК 629.735.064.5:621.39(075.8)

Конахович Г.Ф., д-р техн. наук,  
Дрок А.В.,  
Олентир Ю.В.

## МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ЗОНИ ВПЕВНЕНОГО ПРИЙОМУ РЕЗ ЦИФРОВОГО НАЗЕМНОГО ТЕЛЕВІЗІЙНОГО МОВЛЕННЯ СТАНДАРТУ DVB-T

*Методика розрахунку зони впевненого прийому радіоелектронного засобу цифрового наземного телебачення для мобільного та фіксованого прийому дозволяє спланувати будь-яку синхронну мережу для заданого контуру та рекомендувати найбільш оптимальні параметри: координати розташування передавальної антени, коефіцієнт підсилення, висоту розташування передавальних панелей та технічні характеристики передавача. Це є дуже актуальним на сьогоднішній день.*

### Постановка проблеми

Радіочастотний ресурс для використання радіоелектронних засобів (РЕЗ) аналогового ТВ мовлення в Україні на сьогоднішній день фактично вичерпано. Планом використання радіочастотного ресурсу (РЧР) України, який затверджено Постановою Кабінету Міністрів України від 9 червня 2006 року № 815, визначено, що з 1 січня 2007 року припиняється здійснення присвоєнь радіочастот для РЕЗ аналогового телевізійного мовлення. Угодою „Женева 06”, підписаною в червні 2006 року, передбачено необхідність поетапного до 2015 року виводу з експлуатації РЕЗ аналогового телевізійного мовлення та впровадження синхронних мереж цифрового мовлення. Зволікання з впровадженням цифрового наземного телевізійного мовлення (ЦНТВМ) в Україні, при інтенсивному розвитку ЦНТВМ в сусідніх країнах призведе до втрати РЧР України.

Аналіз досліджень і публікації. Публікації щодо методик розрахунку зони впевненого прийому РЕЗ ЦНТВМ для мобільного та фіксованого прийому майже не існує. Це пов'язано з тим, що підходи в методиці розрахунку зони впевненого прийому РЕЗ ЦНТВМ значно відрізняються від методики розрахунку зони впевненого прийому РЕЗ аналогового ТВ мовлення. Основними публікаціями є рекомендації МСЕ та деякі регіональні угоди, наприклад Угода „Женева-06”.

### Постановка завдання

Метою статті є розробка методики розрахунку зони впевненого прийому РЕЗ ЦНТВМ для мобільного та фіксованого прийому дозволяє спланувати будь-яку синхронну мережу для заданого контуру та рекомендувати найбільш оптимальні параметри: координати розташування передавальної антени, коефіцієнт підсилення, висоту розташування передавальних панелей та технічні характеристики передавача. Методика орієнтована на проведення розрахунків з використанням персонального комп'ютера

Виклад основного матеріалу дослідження. Відповідно до Плану „Женева-06” на Україні планується впровадження синхронних мереж цифрового наземного телевізійного мовлення (ЦНТВМ) для мобільного прийому. Значні переваги ЦНТВМ перед аналоговим є:

- можливість передачі одночасно 4-12 ТВ програм на одному ТВ каналі замість однієї;

- DVD якість зображення замість нечіткого, здебільш багато контурного зображення;

- можливість забезпечення 95% місць прийому замість 50%;

- наявність мобільного прийому, що дозволяє дивитися ТВ програми в транспорті, що рухається, при аналоговому прийомі ця функція не можлива.

Методика базується на рекомендаціях міжнародного союзу електров'язку

(МСЕ) та відповідних угодах, які містять в собі:

- криві розповсюдження радіохвиль та формули для перерахунку напруженості поля у відповідності до значення для необхідної нам ефективної висоти антени, частоти;

- значення мінімальних медіанних напруженостей поля, у відповідності до варіанту системи, типу прийому та частоти;

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

- значення необхідних відстаней між РЕЗ однієї синхронної мережі, для забезпечення їх без завадової роботи.

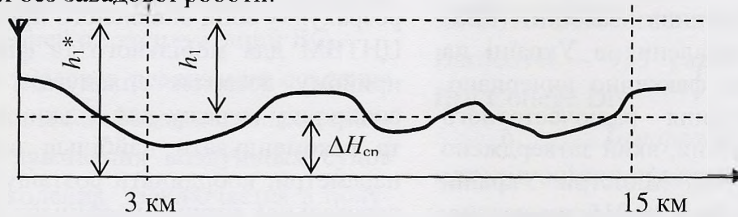


Рис. 1. Ефективна висота передавальної антени

Середня висота місцевості  $\Delta H_{cp}$  визначається по формулі:

$$\Delta H_{cp} = \frac{\sum_{i=0}^{56} h_i}{57}$$

де:  $h1^*$  – висота антени над рівнем моря;

$h_i$  – висота місцевості на відстані  $(3000 + i \cdot 250)$  м від передавача.

2. Визначення ефективної випромінювальної потужності РЕЗ в напрямку на приймальну антену.

Ефективна випромінювана потужність (е.в.п.) в заданому напрямку визначається як:

$$P_{\Sigma} \text{ (дБкВт)} = P_{\text{пер}} - V_{\text{ф}} D_{\text{ф}} + K_{\alpha}$$

де:  $P_{\text{пер}}$  – потужність передавача (дБкВт);

$V_{\text{ф}}$  – втрати в фідері;

$D_{\text{ф}}$  – довжина фідера;

$K_{\alpha}$  – коефіцієнт підсилення антени.

3. Мінімальна використана напруженість поля ( $E_{\text{мін}}$ ) [2], значення якої визначає границю зони впевненого прийому, в межах якої гарантовано впевнений

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

1. Вибір місця розташування та висота підвісу передавальної антени. Це значення визначено в терміні ефективна висота передавальної антени. Ефективна висота передавальної антени ( $h1_{\text{еф}}$ ) визначається, як висота електричного центру передавальної антени над усередненим рівнем ділянки земної поверхні від 3 до 15 км в напрямку на приймальну антену (Рис. 1):

$$h1_{\text{еф}} = h1^* - \Delta H_{cp}$$

прийом з певною вірогідністю. Значення залежить від частоти, типу прийому, вірогідності місць прийому, варіанту системи та захисного інтервалу [3].

Радіус зони впевненого прийому в певному напрямку визначається в залежності від с.в.п.,  $h1_{\text{еф}}$  та частоти з використанням кривих розповсюдження [4] (для 50% часу і 50% місць значення наведені в таблиці для фіксованих значень ефективних висот ( $h1_{\text{еф}}$ ) та напруженостей полів ( $E$ ), для е.в.п. = 1кВт). Необхідне значення напруженості поля  $E = E_{\text{мін}}$ , розраховується як інтерполяція значень напруженостей полів і ефективних висот:

$$E \approx E_{\text{інф}} \cdot (E_{\text{суп}} - E_{\text{інф}}) \log(h1/h1_{\text{еф}} \text{ інф}) / \log(h1_{\text{еф}} \text{ суп}/h1_{\text{еф}} \text{ інф}),$$

де:

$h1_{\text{еф}} \text{ інф}$ : - найближчий номінал ефективної висоти менший за  $h1$ ;

$h1_{\text{еф}} \text{ суп}$ : - найближчий номінал ефективної висоти більший за  $h1$ ;

$E_{\text{інф}}$ ,  $E_{\text{суп}}$  - значення напруженості поля для відповідних висот на потрібній відстані дБ(мкВ/м).

Значення напруженості поля  $E_{\text{мін}}$  для необхідної частоти розраховується шляхом інтерполяції між значеннями для номінальних частот 100 МГц, 600 МГц і 2000 МГц. Необхідне значення напруженості поля  $E = E_{\text{мін}}$ , розраховується як інтерполяція значень напруженостей полів і частот:

$$E = E_{\text{інф}} + (E_{\text{суп}} - E_{\text{інф}}) \log(f / f_{\text{інф}}) / \log(f_{\text{суп}} / f_{\text{інф}})$$

де:

$f$ : частота, для якої робиться розрахунок (МГц)

$f_{\text{інф}}$ : нижня номінальна частота (100 МГц, якщо  $f < 600$  МГц, інакше 600 МГц)

$f_{\text{суп}}$ : верхня номінальна частота (600 МГц, якщо  $f < 600$  МГц, інакше 2000 МГц)

$E_{\text{інф}}$ : значення напруженості поля для  $f_{\text{інф}}$  (дБ(мкВ/м))

$E_{\text{суп}}$ : значення напруженості поля для  $f_{\text{суп}}$  (дБ(мкВ/м)).

Ця методика може використовуватися як з базою топографічних даних, так і без неї. При наявності такої бази можна чекати найбільш високу точність прогнозування.

Використавши розроблену методику було розраховано теоретичну зону впевненого прийому для фіксованого та мобільного прийому РЕЗ ЦНТВМ в м. Києві, яка розташована на центральній вежі концерну РРТ. Розрахунки ефективної висоти показали високу ефективність розташування цієї вежі. Розрахована РЕЗ ЦНТВМ на 30 ТВ каналі має е.в.п. 41 дБкВт (потужність передавача дорівнює 1 кВт, коефіцієнт підсилення антени 12 дБ (відносно півхвильового вібратора)) при висоті антени 363 м Отримана теоретичну зону впевненого прийому для мобільного прийому дорівнює ~22 км, що не більше ніж розміри м. Київ, але значно менше зони 18 (рис. 2).

На перший погляд, для забезпечення мобільного прийому на більшій території необхідно лише підняти потужність. Але необхідно пам'ятати, що:

- потужність РЕЗ в синхронній мережі не може створювати рівень завад, який перевищує заданий для соканальних зон;
- рельєф може створювати деякі проблеми для прийому ТВ сигналу (так звані „зони тіні”). Для забезпечення прийому в „зоні тіні” необхідно буде встановлювати РЕЗ (рис.3).



Рис. 2. Теоретична зона впевненого прийому для мобільного прийому основної РЕЗ ЦНТВМ в м. Києві



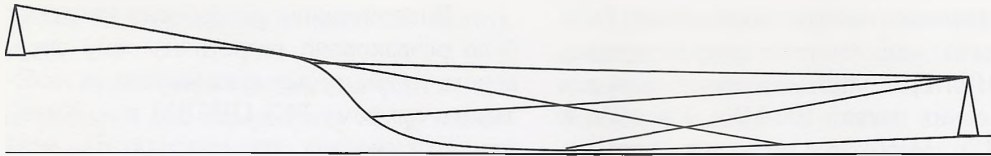


Рис. 3. Пояснення терміну „зони тіні” для РЕЗ ЦНТВМ

Так як м. Київ має багато схилів, то сигнал з основної передавальної РЕЗ ЦНТВМ в м. Києві (з зазначеними характеристиками) не забезпечить 95% прийом на схилах Дніпра, тому пропонується розмістити ще одну РЕЗ ЦНТВМ в м. Києві. Аналіз показав, що цю РЕЗ необхідно розмістити на старому передавальному центрі в районі Биковні, де є вся інфраструктура. Теоретична зона впевненого прийому РЕЗ ЦНТВМ на Биковні для мобільного прийому (на рис.4 зона має менший радіус, який дорівнює ~13 км).

Встановлення РЕЗ ЦНТВМ на Биковні дозволяє забезпечити впевнений прийом в багатьох „зонах тіні” від основної РЕЗ передавальної антени. Відстань між даними РЕЗ дорівнює ~15км і при синхронній роботі цих двох РЕЗ буде забезпечена зона впевненого прийому з 95% місць. Таким чином можна забезпечити впевнений мобільний прийом в цілому контурі.

При цьому фіксований прийом для РЕЗ ЦНТВМ, розташованого на центральній вежі в м. Києві буде забезпечено на значно більший території.

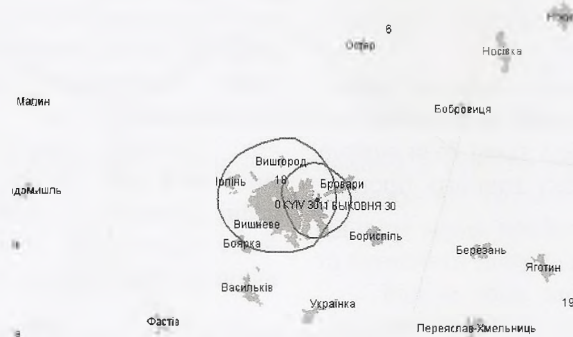


Рис. 4. Теоретична зона впевненого прийому для мобільного прийому двох РЕЗ ЦНТВМ в м. Києві:

Теоретична зона впевненого прийому для фіксованого прийому дорівнює

~65 км, що практично дорівнює розміру зони 18 (рис. 5):



Рис. 5. Теоретична зона впевненого прийому для фіксованого прийому основної РЕЗ ЦНТВМ в м. Києві

Для інформації: РЕЗ аналогового ТВ мовлення (потужність передавача в 20 разів більша ніж у цифрового) має теоретична зона впевненого прийому дорівнює ~70 км, що не на багато більше ніж зона впевненого прийому основної РЕЗ ЦНТВМ, зображеного на рис. 5. Але теоретична зона впевненого прийому РЕЗ аналогового ТВ мовлення забезпечує тільки 50% місць прийому. Технологія аналогового телебачення не дозволяє встановлювати РЕЗ на цьому ж ТВ каналі для забезпечення більшого проценту місць прийому, так як їх не можливо синхронізувати між собою.

#### **Висновки**

При плануванні синхронних мереж ЦНТВМ, на наш погляд, найбільш важливим являється визначення місця розташування РЕЗ ЦНТВМ та розрахунок зони впевненого прийому з використанням цифрової мапи рельєфу, гідрографії, рослинності та населених пунктів. Результати розрахунків при плануванні залежать від точності цифрової мапи. Від ефективності планування залежить техніко-економічні показники при реалізації розрахованих синхронних мереж ЦНТВМ.

#### **Список літератури:**

1. Рекомендація МСЕ ВТ.1368 „Критерії планування для служб цифрового наземного телебачення в смугах ДВЧ/УВЧ”.
2. Рекомендація МСЕ Р.1546 „Метод прогнозування для трас „точка - зона” щодо наземних служб в смузі частот від 30 МГц до 3000 МГц.
3. ДСТУ EN 300 744:2004 “Цифрове телевізійне мовлення (DVB). Структура кадрів, каналне кодування та модуляція для цифрового наземного телебачення (DVB-T) ”.