

досить перевищення необхідного рівня сигналу (що завжди виконується на практиці в силу більш високої чутливості STB в порівнянні з телевізором) і порогового значення  $C/N$ , яке багато нижче регламентованих 43 дБ.

- При використанні стандарту DVB-S з'являється можливість значно збільшити зону обслуговування систем кабельного телебачення за рахунок більш низького шумового порогу (не більше 36 дБ). Розрахунки показують, що при використанні Стандарт DVB-S можливе збільшення зони обслуговування в 10 і більше разів. Причому, таке збільшення зони охоплення найбільш ефективно саме на застарілих мережах з верхньої частотою 240 ... 300 МГц. На таких частотах погонні втрати коаксіального кабелю майже в 2 рази менше, ніж на частоті 862 МГц, з якої проектується сучасні системи кабельного телебачення. При менших погонних втрати потрібна менша кількість підсилювачів, що і гарантує підтримку високого значення  $S/N$ .

### Список використаних джерел:

1. Карякин В.Л. Цифровое телевидение: учебное пособие для вузов, 2-е изд.
2. Иван Омелянюк. Цифровое эфирное телевидение: практика, новые направления развития цифрового эфирного телевидения и создания цифровых эфирных сетей. Пособие для специалистов телерадиоиндустрии.
3. Мамаев Н.С., Мамаев Ю.Н., Теряев Б.Г. Системы цифрового телевидения и радиовещания. Москва, Горячая линия-Телеком, 2007.
4. Herve Benoit Digital Television: Satellite, Cable, Terrestrial, IPTV, Mobile TV in the DVB Framework. Third Edition.
5. Гречка Б.Л., Мехта В.Т., Андрощук Р.А. Основи телебачення частина 2. Цифрове телебачення. Житомирський військовий інститут радіоелектроніки імені С.П. Корольова.

**Гетьман О.С.**

*студент,*

*Національний технічний університет України*

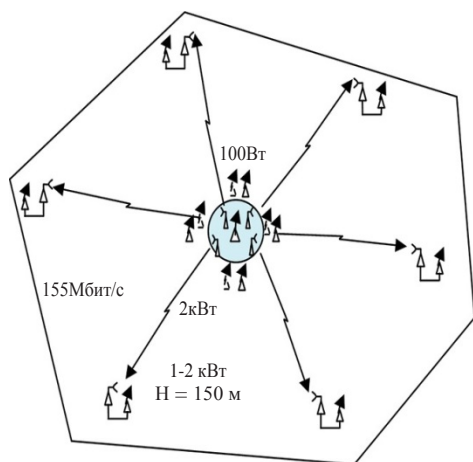
*«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

## **МЕТОДИКА ТРАНСФОРМАЦІЇ ІСНУЮЧИХ АНАЛОГОВИХ НАЦІОНАЛЬНИХ ТЕЛЕМЕРЕЖ В МЕРЕЖІ СИНХРОННОГО ЦИФРОВОГО ТЕЛЕМОВЛЕННЯ**

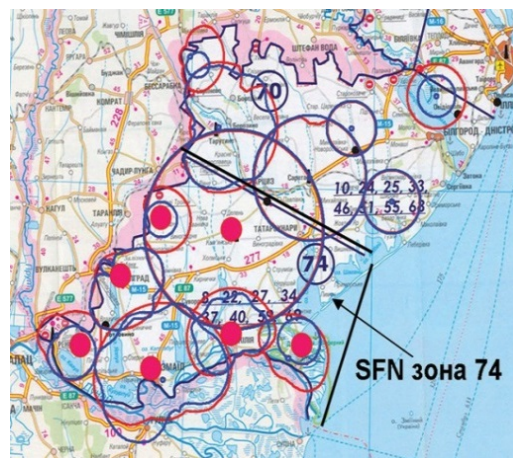
Існують методики, які відображають адаптацію параметрів існуючих передаючих станцій (ПС), побудованих багато років назад для аналогового мовлення, до сучасних умов планування та проектування DVB-T телемереж. Розташування більшості веж для аналогових багаточастотних мереж (MFN) не відповідає розташуванню багатьох SFN-зон в угоді «Женева-2006». Деякі вежі знаходяться на кордоні 2-3-х SFN-зон. Існує два шляхи планування мережі SFN (Single Frequency Network):

- з використанням ідеальної типової мережі SFN для портативного прийому (рис. 1.2);

- з використанням існуючих щогл, побудованих для аналогових мереж (рис. 1.3).



**Рис. 1.2** Схема ідеальної типової SFN-мережі



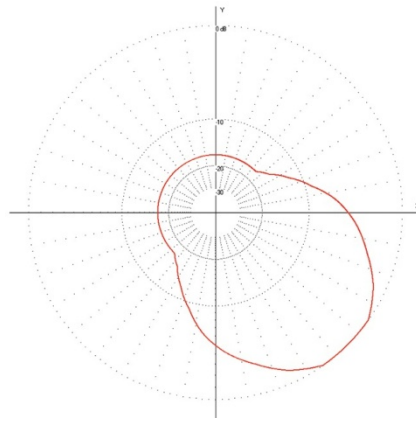
**Рис. 1.3** Розташування мачт для аналогового телемовлення в SFN-зоні 74 Одеська обл., Україна

Використання ідеальної типової SFN-зони як основи для розробки проектів дало б ідеальну якість впевненого портативного мобільного DVB-T прийому, але вимагає великих капітальних витрат. Реально таке планування може використовуватися в тих країнах, де майже відсутні передають вежі. Для інших країн (в т.ч. України) потрібні компромісні рішення протягом перехідного періоду.

Використання існуючих передаючих веж аналогового телебачення як основи для розробки цифрових проектів радикально зменшує капітальні та оперативні витрати та прискорює розвиток цифрового ефірного телебачення. Такий шлях вже пройшли всі країни, які вимкнули аналогове телебачення.

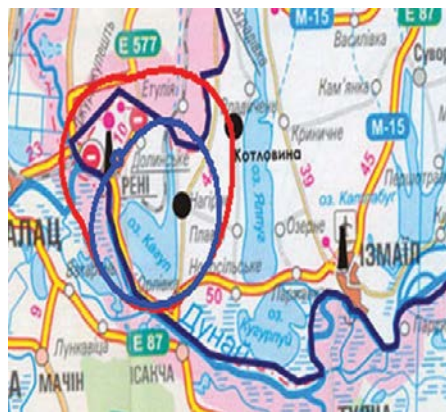
**Етапи розробки проекту загальнонаціональної DVB-T мережі з використанням існуючих передавальних станцій, побудованих для аналогових телемереж**

**Перший етап:** На замовлення провайдера цифрової мережі оператор телерадіомовної мережі або виконавець проекту проводить попередні розрахунки діаграм спрямованості антен і рівні ефективних випромінюваних потужностей для кожної передавальної станції в кожній SFN-зоні відповідно домовленості «Женева-2006» (виділені частотні канали, режими передавачів DVB-T). Беруться до уваги такі параметри передавальних станцій: висота, конструкція вежі, географічні координати, задаються умови прийому (фіксований, портативний і т.п.) і відсоток покриття території.



**Рис. 1.4. Розрахункова діаграма направленості антени та максимальне ЕМВ для передаючої антени “Рені”.**

Режим: 64 QAM3/4GI  $\frac{3}{4}$  ЕМВ=30dbW  $\approx$ (1,1kW). Требування до приймання: 90-95% території-фіксований прийом, 50-55% території-портативний прийом



**Рис. 1.6. Передаюча станція в м.Рені.**

Орієнтовна потужність передатчика: 400Вт.

ЕВП заявлені: 30дбВт. ЕВП скоректовані регуляторним органом: 29,8дбВт.

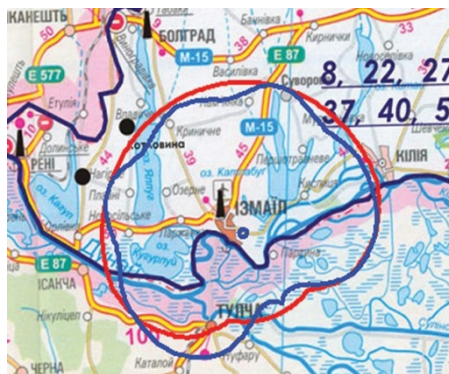
— Розрахункові та запропоновані до УДЦР ЕВП та діаграми спрямованості антен для кожної передавальної станції в SFN-зоні 74.

— Максимально можливі ЕВП та діаграми спрямованості антен точно виділені УДЦР.

Після цього починається **другий етап**. На основі попередніх розрахованих і наданих органу частотного планування (в Україні УДЦР) результатів діаграм направленості антени та ERP (англ. Enterprise Resource Planning System – Система планування ресурсів підприємства для покращення оптимального покриття), географічних координат веж, висоти антени та режиму передатчиків (64QAM  $\frac{3}{4}$  GI  $\frac{1}{4}$  – для перехідного періоду в Україні), орган частотного планування визначає умови використання радіочастотного ресурсу, ефективну потужність випромінювання, включаючи максимально можливі ЕВП, діаграми спрямованості антен і висоти антен для кожної передавальної станції в кожній SFN-зоні, і поетапно передає ці дані регуляторному органу з ліцензування та оператору телерадіомовленевої мережі.

Оператор повинен активно співпрацювати на цьому етапі з регуляторним органом (УДЦР). Цілком природно, що висновки органу частотного планування

можуть не збігатися з заявленим оператором через необхідність забезпечення електромагнітної сумісності, через складності узгодження з сусідніми країнами (особливо під час перехідного періоду). На рис. 1.6 представлено визначені регулятором максимальні ЕВП і діаграму спрямованості антени (красний колір) для передавальної станції «Рені», а на рис. 1.7 – для передавальної станції «Ізмаїл».



**Рис. 1.7. SFN-зонам. Ізмаїл. Орієнтовна потужність: 600 Вт.  
ЕВП заявлені: 39,8 дБВт.**

ЕВП скоректовані регуляторним органом: 39,5 дБВт.

— Розрахункові та запропоновані УДЦР ЕВП

— Максимально можливі ЕВП, діаграми спрямованості антен точно виділені УДЦР.

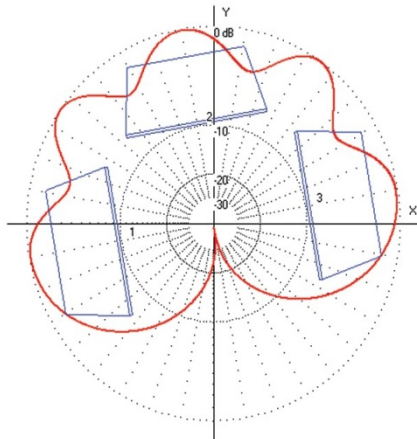
### Третій етап:

Третій етап передбачає поетапну розробку детального технічного проекту за розрахунками конструкцій антен, висот, покриття в кожній SFN-зоні. Результати комп'ютерних розрахунків покриття повинні відповідати умовам достовірності впевненого прийому, визначеного регуляторним органом.

На цьому етапі здійснюються комп'ютерні розрахунки для розробки детальних технічних специфікацій для кожної передавальної станції з визначенням висоти і технічних характеристик антен, потужності передавачів, діаграм спрямованості антен відповідно вимогам регуляторного органу (УДЦР). Після цього проводяться комп'ютерні розрахунки зони покриття для кожної передавальної станції. Якщо розрахункові умови прийому не відповідають вимогам, проект конструкції антени допрацьовується, а розрахунки покриття повторюються до досягнення відповідності вимогам прийому. На рис. 1.9-1.10 наведені приклади одного з багатьох етапів розрахунків для одного шару покриття однієї з виділених частот в кожній SFN-зоні. Розглянемо більш детально проведення такого проектування для передавальних станцій Рені та Ізмаїлу одночастотної зони №74 в Україні. Спочатку для кожної передавальної станції проводиться проектування антени, діаграми спрямованості і ЕВП, які максимально можливо відповідають рекомендаціям частотного регуляторного органу, потім проводяться комп'ютерні розрахунки зони покриття на відповідність умовам впевненого прийому.

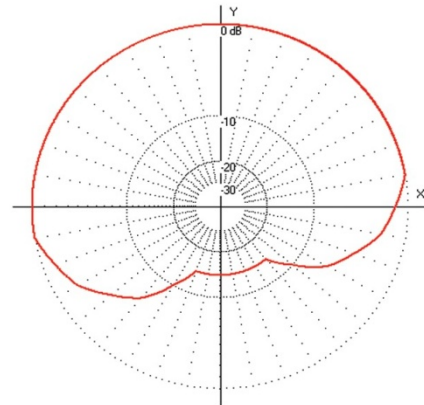
Після того розраховують покриття всієї 74-ї зони на відповідність умовам впевненого прийому у всій зоні. Карта покриття ретельно аналізується і, в разі необхідності, приймається рішення щодо змін проекту конструкцій антен для деяких передавальних станцій, тобто коефіцієнта підсилення, спрямованості антени, діаграми нахилу в вертикальній площині. Проводяться повторні розрахунки покриття.

### Приклад розрахунку технічних параметрів антени (SFN-зона 74 передавальна станція в м Рені)



**Рис. 1.9.** Діаграма направленості випромінювання відповідно рекомендаціям УДЦР.

Потужність передавача - 600Вт.  
ЕВП-22200W. Параметри модуляції:  
64 QAM, 8K, FEC = 3/4, GI = 1/4.  
Передаюча антена: G = 12 дБи,  
H = 100 м. Приймальна антена:  
G = 12 дБи, H = 10 м



**Рис. 1.10.** Діаграма направленості випромінювання панельної антени (2поверхи, 2панелі) відповідно проекту. Поляризація-горизонтальна

#### Четвертий етап:

На четвертому етапі за результатами розробки детальних специфікацій антенно-фідерних систем кожної передавальної станції в кожній SFN-зоні проводяться розрахунки покриття для всієї національної передавальної мережі і для наочності наносяться на карту, яка використовується провайдерами та регуляторними органами.

#### Список використаних джерел:

1. Смирнов А. В. Основы цифрового телевидения: Учебное пособие для вузов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2001. – 280 с.
2. Мамаев Н.С., Мамаев Ю.Н., Теряев Б.Г. Системы цифрового телевидения и радиовещания. – М.: Горячая линия-Телеком, 2007. – 128 с.
3. [http://www.arstel.com/ru/articles/art1p\\_one.php](http://www.arstel.com/ru/articles/art1p_one.php) Спутниковое телевизионное вещание.
4. <http://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-postroeniya-odnochastotnyh-setey-v-novom-standarte-tsifrovogo-veschaniya-dvb-t2> Особенности построения синхронных сетей стандарта.