

Іван Омелянюк

ЦИФРОВЕ ЕФІРНЕ ТЕЛЕБАЧЕННЯ

Практика, нові напрямки розвитку
цифрового ефірного телебачення
та створення цифрових
ефірних телемереж

Посібник для фахівців телерадіоіндустрії

Київ — 2009

УДК 621.397.27
ББК 32.94
О-57

О-57 **Омелянюк І.В.**
ЦИФРОВЕ ЕФІРНЕ ТЕЛЕБАЧЕННЯ.
Практика, нові напрямки розвитку цифрового
ефірного телебачення та створення цифрових ефірних
телемереж. Посібник для фахівців телебачення. —
К.: ЗАО «ТЕЛЕРАДІОКУР'ЄР», 2009. — 192 с., іл.
ISBN 978-966-95960-4-8

У книзі проаналізовано й описано ринкові і техніко-технологічні моделі розвитку цифрового ефірного телебачення (DVB-T) з 2000 до 2009 року. Головна увага приділяється розвитку цифрових ефірних телемереж. Багатоканальні цифрові ефірні телемережі стандарту DVB-T кожна країна створює відповідно до угоди «Женева-2006», конкуруючи з сусідами щодо термінів вимкнення аналогового телебачення, оскільки прискорений термін дає переваги в освоєнні додаткового частотного ресурсу. Велику увагу автор приділяє використанню досвіду інших країн.

Книга призначена для інженерно-технічних працівників телекомпаній, провайдерів, операторів телемереж, проєктантів цифрових DVB-T мереж, представників державних регуляторних органів з телерадіомовлення й інших фахівців, яких цікавлять питання впровадження цифрового ефірного телебачення в Україні. У книзі міститься корисна інформація для менеджерів, що займаються питаннями вибору оптимальних техніко-економічних підходів для впровадження цифрового ефірного телебачення, а також для викладачів і студентів профільних технічних вузів.

УДК 621.397.27
ББК 32.94

ISBN 978-966-95960-4-8

© Омелянюк І.В., 2009
© «ТЕЛЕРАДІОКУР'ЄР», 2009

Про автора



Іван Васильович ОМЕЛЯНЮК —

активний організатор процесу переходу на «цифру» в Україні, керівник науково-дослідних робіт із впровадження цифрового ефірного телебачення стандарту DVB-T в Україні (з 2002 р.), автор публікацій на всесвітніх форумах (Науково-технічна конференція «IBC-Conference» 2004, 2006 р. — Всесвітній мобільний телевізійний конгрес «Mobile TV World Congress», 2007, 2008 р. —

Конференція «Стратегії переходу на цифрові технології» «Digital Switchover Strategies Conference», Лондон, 2009 р.), член правління Міжнародної асоціації цифрового ефірного мовлення «DigiTAG», генеральний директор науково-виробничого підприємства «Квант-Ефір», першої компанії в Україні, яка почала розробку та виробництво сучасного телевізійного і радіомовного передавального обладнання.

У 2006 р. на науково-технічній конференції IBC-2006 в Амстердамі (Нідерланди) отримав нагороду «IBC Conference Award» за найкращу публікацію «Step-by-step rollout of DVB-T(H) services in Ukraine in 2006».

У 2008 р. нагороджений відзнакою «За впровадження цифрового мовлення в Україні», яку заснували Незалежна Асоціація телерадіомовників (НАМ), Асоціація «Телекомунікаційна палата України», Редакція журналу «Телерадіокур'єр».

Автор дякує за співпрацю працівникам Європейської мовної спілки (EBU) і Міжнародної асоціації цифрового наземного ефірного мовлення (DigiTAG) Natalie Mouyal та Edhary Wilson, які надали можливість використати найновіші публікації EBU.

На окремі подяки заслуговують робота перекладача Івана Вальчука, консультації д.т.н., професора Гофайзена О.В., д.т.н., професора Воробієнка П.П., к.т.н. Ляхова О.І. Автор висловлює велику вдячність працівникам НВП «Квант-Ефір», Концерну РРТ, УДЦР, які сприяли у пошуку необхідної інформації для книги.

Про книгу



Валентин КОВАЛЬ,
голова Цифрового комітету
Індустріального телевізійного
комітету (ІТК),
генеральний продюсер
телеканалів М1/М2

Тема впровадження цифрового телевізійного мовлення є настільки актуальною, що іноді здається, що Україна вже втратила шанс зробити цей крок вчасно і якісно. Тим не менш, міжнародні зобов'язання нашої країни залишаються, і попри всі суперечки щодо шляхів цього впровадження ми все ще не маємо достатньої бази знань. Ми все ще обговорюємо якісь деталі щодо доречності впровадження синхронних зон або поляризації антен, ми все ще не розуміємо, за яким принципом буде фінансуватися перехід до цифрового мовлення... Тобто ми — в процесі, і цей процес нам мариться як нібито шлях до світла в кінці тунелю.

Проте існує й інший шлях — розставляти крапки над «і», перегортати сторінки вже прочитані та йти далі. Ця книга саме і є спробою зафіксувати status quo, зібрати разом принаймні те, що вже відомо і зрозуміло. Іван Васильович Омелянюк — людина, яка за своїм досвідом у цій тематиці може дати фору переважній більшості тих, хто сьогодні має відношення до вирішення цього важливого завдання. Завдання не тільки і не стільки індустріального, скільки вже політичного. Бо дуже не хочеться чути про країну щось прикре ще й у цій площині.

Маю велику надію, що ця книга стане певним рубежем, і що з моменту виходу цього посібника ми почнемо крокувати далі.

Зміст

Огляд змісту книги	9
Послуги цифрового ефірного телебачення	10
Нормативно-правові умови	11
«Цифрові дивіденди» після вимкнення аналогового телебачення	13
Багатоканальні цифрові ефірні телемережі	15
Характеристики випромінювання передавальних станцій	15
Система компресії і режими модуляції передавачів	15
Передавальні станції.	16
Системи цифрового мультиплексування	16
Особливості реалізації перехідного періоду для цифрового ефірного телебачення	16
Розділ 1. Вступ.	18
1.1. Впровадження цифрового телебачення в країнах Європи	20
Розділ 2. Послуги цифрового ефірного телебачення	22
2.1. Впровадження послуг цифрового ефірного телебачення	22
2.2. Вимоги до послуг	23
2.3. Портативний внутрішній/зовнішній прийом і стаціонарний прийом на антену, встановлену зовні будинків	24
2.3.1. Загальні відомості.	24
2.3.2. Пропускна здатність мультиплексу.	25
2.3.3. Якість покриття.	25
2.3.4. Параметри випромінювання	26
2.4. Телебачення високої чіткості (HDTV)	27
2.4.1. Загальні відомості.	27
2.4.2. Пропускна здатність мультиплексу.	27
2.4.3. Стандарт DVB-T2	28
2.5. Мобільне телебачення	30
2.5.1. Загальні відомості.	30
2.5.2. Пропускна здатність мультиплексу.	31
2.5.3. Якість покриття.	32
2.5.4. Параметри випромінювання	32
2.6. Інтерактивне телебачення і послуги передачі даних	32
2.6.1. Загальні відомості.	32
2.6.2. Інтерактивні послуги	32

2.7. Підсумки	34
2.7.1. Розвиток послуг	34
2.7.2. Розвиток послуг і мереж	35

Розділ 3. Нормативно-правові умови 37

3.1. Вступ	37
3.2. Визначення послуг у регламенті радіозв'язку	38
3.2.1. Загальні відомості	38
3.2.2. Розподіл діапазонів частот для цифрового мовлення	38
3.3. Частотні плани	40
3.3.1. Загальні відомості.	40
3.3.2. Діапазони III, IV/V	41
3.3.3. Діапазон 1,5 ГГц	42
3.4. Перехідний етап впровадження цифрового ефірного телерадіомовлення	43
3.4.1. Загальні відомості.	43
3.4.2. Вимкнення аналогового телебачення.	44
3.4.3. Ліцензування.	45
3.5. Підсумки	46

Розділ 4. «Цифрові дивіденди» 48

4.1. Вступ	48
4.2. Впровадження положень угоди «Женева-2006»	50
4.2.1. Використання частотних діапазонів	50
4.2.2. Основні умови планування і розробки проектів для DVB-T мережі	51
4.2.3. Конфігурація мережі	54
4.3. Впровадження мобільного ТБ у спеціально відведеному піддіапазоні	54
4.4. Впровадження мобільних послуг 3G у спеціалізованому піддіапазоні	55
4.4.1. Загальні відомості.	55
4.4.2. Вплив на телерадіомовні послуги	56
4.4.3. Проблеми з сумісністю між 3G й DVB-T	57
4.5. Використання «вільних місць» (white spaces)	58
4.6. Підсумки	59

Розділ 5. Багатоканальні цифрові ефірні телемережі 61

5.1. Вступ	61
5.2. Методика трансформації існуючих аналогових національних телемереж у мережі синхронного цифрового мовлення	63
5.3. Режими передавачів DVB-T/DVB-H	73
5.4. Загальнонаціональні і регіональні мережі синхронного цифрового мовлення	78
5.4.1. Передавальна станція	78

5.4.2. Передавальні DVB-T SFN-мережі наземного синхронного ефірного мовлення	78
5.4.3. Головна станція мультиплексування (ГСМ)	78
5.4.4. Супутникова передавальна станція	82
5.4.5. Центр оперативного керування та моніторингу	83
5.4.6. Особливості синхронного цифрового мовлення	85
5.4.7. Налаштування SFN-мережі і зон синхронного мовлення	85
5.5. Параметри випромінювання	87
5.5.1. Причини для внесення змін у мережі DVB-T після завершення перехідного періоду	87
5.5.2. Частота	87
5.5.3. Потужність	89
5.5.4. Антена	89
5.5.5. Висота антен	92
5.6. Вибір систем DVB-T	92
5.6.1. Розмаїття варіантів DVB-T	92
5.6.2. Варіанти режиму модуляції DVB-T передавачів	92
5.6.3. Компресія й мультиплексування	95
5.6.4. Стандарти кодування	96
5.6.5. Система передачі даних	109
5.7. Модифікація передавальних станцій в процесі розвитку	110
5.7.1. Причини для внесення змін	110
5.7.2. Розширення покриття	110
5.7.3. Покращення вірогідності прийому (покриття)	112
5.8. Мультиплекси («шари покриття»)	113
5.8.1. Причини можливої доробки	113
5.8.2. Рознесення місцезнаходження передавачів	114
5.9. Підсумки	114

Розділ 6. Європейський досвід розвитку цифрового ефірного телебачення до і після завершення перехідного періоду 116

6.1. Вступ	116
6.2. Перехідний період розвитку цифрового ефірного телебачення	116
6.3. Розгортання DVB-H мережі	119
6.4. Підготовка до HDTV	121

Розділ 7. Задоволення потреб телеглядачів 123

7.1. Вступ	123
7.2. Способи покращення прийому	123
7.3. Переналаштування приймачів	126

7.4. Заміна приймального обладнання	127
7.5. Інформаційна кампанія	128
Розділ 8. Висновки й рекомендації.	129
Розділ 9. Короткий словник термінів та понять.	132
Розділ 10. Додатки	134
10.1. Огляд телевізійного ринку України станом на квітень 2009 року	134
10.2. Перелік DVB стандартів	136
10.3. Витяг із «Плану розвитку національного телерадіоінформаційного простору України»	150
10.4. Державна програма впровадження цифрового телерадіомовлення (Постанова Кабміну від 26 листопада 2008 року)	157
10.5. Витяги із Законів України щодо цифрового телебачення	
10.5.1. Витяг із Закону України «Про телекомунікації»	161
10.5.2. Витяг із Закону України «Про радіочастотний ресурс України».	162
10.5.3. Витяг із Закону України «Про Національну раду України з питань телебачення і радіомовлення».	165
10.5.4. Витяг із Закону України «Про телебачення і радіомовлення»	166
10.6. Організація вимкнення аналогового телебачення в Нідерландах.	174
10.7. Організація вимкнення аналогового телебачення в Фінляндії	176
10.8. Організація вимкнення аналогового телебачення у Швеції	178
10.9. Технічна і бізнес-модель для впровадження мобільного телебачення стандарту DVB-H у Києві	180
Перелік посилань.	185

Книга «ЦИФРОВЕ ЕФІРНЕ ТЕЛЕБАЧЕННЯ. Практика, нові напрямки розвитку цифрового ефірного телебачення та створення цифрових ефірних телемереж. Посібник для фахівців телебачення» охороняється згідно з Законом України «Про авторське право і суміжні права». Повне або часткове відтворення чи розмноження будь-яким чином усього посібника або окремих його частин без письмового дозволу автора забороняється. Покладено максимум зусиль для опублікування достовірної інформації, однак Видавець та Автор не несуть відповідальності за можливі збитки від використання вміщеної інформації.

Огляд змісту книги

На початку 2009 р. розпочався переломний період у розвитку цифрового ефірного телебачення (DVB-T). До завершення повного вимкнення аналогового телебачення залишилось небагато часу. За міжнародною угодою «Женева-2006» аналогове ефірне телебачення має бути вимкнене у всіх країнах Європи, Азії та Африки не пізніше 17.06.2015. Згідно з директивами комісії Євросоюзу аналогове телебачення у країнах ЄС вимикається до 2012 року. Тому сусідні до Євросоюзу країни, такі як Білорусь, Росія, Молдова, Україна повинні застосовувати методи прискореного створення цифрових DVB-T передавальних мереж, для того щоб не втратити частину частотного ресурсу для телерадіомовлення і запропонувати телеглядачам покращені телевізійні послуги.

Індустрія створення телерадіопрограм уже досить давно є цифровою. Залишилось «оцифрувати» останню її ланку, яка забезпечує доставку телепрограм глядачам. Ця ланка — ефірні телерадіомовні мережі. Угода «Женева-2006» гармонізувала міжнародний розподіл частотного ресурсу для DVB-T і дала можливість розбудовувати цифрові мережі з максимальним використанням інфраструктури існуючих аналогових мереж. Розвиток DVB-T мереж відбувається відповідно до вимог регуляторних органів.

Ринок і надалі визначатиме послуги, які пропонуватимуться телеглядачам. Кон'юнктура ринку відрізняється у різних країнах, а тому й телевізійні послуги також відрізнятимуться. Регулятивні норми є основою для розвитку цих послуг і вказують на політичні пріоритети, які також не будуть схожими у різних країнах. Обрані технології, типи передавального і приймального обладнання можуть як сприяти впровадженню нових послуг, так і дещо гальмувати цей процес. Отже, потрібно зробити правильний вибір, спираючись на експлуатаційні вигоди, нормативно-правові умови й технологічні інновації.

Слід зазначити, що пасивність чи активність державних регуляторних органів і уряду надзвичайно сильно впливає на розвиток цифрового ефірного телебачення в країні.

Співпраця між учасниками медіаринку й регуляторними органами є вкрай важливою для успішного впровадження нових послуг. Всі учасники медіаринку (телерадіокомпанії, контент-провайдери, оператори мультимплексів і телемереж, а також виробники побутової електроніки, споживачі) зацікавлені в цифровому наземному телебаченні, а тому мають підтримувати і прискорювати його розвиток.

Послуги цифрового ефірного телебачення

У контексті цього посібника до DVB-T послуг належать:

- телебачення стандартної чіткості з портативним (зовнішнім/внутрішнім) та фіксованим прийомом;
- телебачення високої чіткості (HDTV);
- мобільне телебачення (стандарти DVB-H, DMB);
- інтерактивні послуги й послуги передачі даних.

Термін DVB-T не включає радіопослуги (T-DAB) й послуги мобільного зв'язку (UMTS). Однак DVB-T мультимплекси можуть транслювати не лише теле-, а й радіопрограми, а мобільні телевізійні послуги можливо також розповсюджувати через мережі мобільного зв'язку UMTS.

При плануванні впровадження цифрового наземного телебачення треба досягти компромісу між ресурсом мультимплексу, якістю покриття й характеристиками випромінювання. Пропускна здатність мультимплексу впливає на якість послуги. Швидкість передачі даних для однієї програми визначається кількістю послуг у мультимплексі та загальною швидкістю передачі даних у мультимплексі. Якість покриття важлива для збільшення кількості абонентів, які можуть користуватися послугами. Вона визначається вірогідністю прийому сигналу на даній території (зоні покриття) за наявності шуму й перешкод. Характеристики випромінювання прямо пропорційні витратам на створення і експлуатацію DVB-T мереж. Потужність і режим модуляції передавачів, параметри антен кожної передавальної станції в зоні одночастотного синхронного мовлення (SFN) визначають якість прийому на даній території.

Компроміс між якістю послуг, кількістю потенційних телеглядачів і витратами, пов'язаними з передачею даних, є комерційним

вибором, що обмежений через експлуатаційні, регуляторні й технічні причини. Цей компроміс неоднаковий для кожного типу послуги, що зумовлюється різними характеристиками випромінювання, різним вибором типу компресії й системи передачі, різною кількістю передавальних станцій і мультиплексів (шарів покриття).

Огляд
змісту книги

Нормативно-правові умови

Ринковий підхід значною мірою може бути застосований до розподілу частот. Такий підхід може спричинити перешкоди і звуження частотного спектра, доступного для телерадіомовлення.

Для цифрового наземного телебачення використовуються діапазони частот III (174 – 230 МГц) і IV/V (470 – 862 МГц). Крім цього дозволяється також використовувати частину L-діапазону (1452 – 1479,5 МГц). Ці частоти можуть бути виділені і для нетелерадіомовних послуг. Вкрай важливо те, що верхня частина V діапазону (790 – 862 МГц) була виділена за особливих умов у 2007 р. на Міжнародній конференції WRC-07 Міжнародного союзу електрозв'язку (ITU) для послуг мобільного зв'язку (UMTS). З 2007 р. UMTS-послуги санкціоновані у 22 країнах Європи, у решті – з 2015 року.

Детальне частотне планування застосовується для кожного вищевказаного діапазону частот; діапазони III і IV/V регулюються угодою «Женева-2006». Ці планування частот дозволяють впроваджувати цифрове мовлення з характеристиками, відмінними від тих, що вказані у плані «Женева-2006», але за умови нестворення додаткових перешкод іншим операторам мовлення. Поправки до плану можуть вноситись тільки за погодженням з сусідніми країнами.

Перехід на цифрове телебачення – державна справа, яка передбачає визначення термінів переходу від аналогового телебачення на «цифру». У Євросоюзі рекомендований термін вимкнення аналогового телебачення країнами-членами – до 2012 року. Частоти, які звільнилися після вимкнення аналогового телебачення, будуть передусім використані для цифрових наземних послуг, мовлення яких раніше велося в аналоговому форматі. Крім цього, нові послуги, телерадіомовні чи нетелерадіомовні, будуть ліцензовані у частотному залишку, – так званому «цифровому дивіденді».

В Україні впровадження цифрового телебачення уже відстає від плану Національної ради України з питань телебачення і радіомовлення на півтора роки. Станом на квітень 2009 р. Україна вже втратила 30% визначеного угодою «Женева-2006» терміну на

Таблиця 1

Основні регулятивні норми

Регулятивні норми	Основні проблеми	Примітки
Регламент радіозв'язку	Міжнародний союз електрозв'язку дійшов висновку: - з 2015 року виділити частоти 790 — 862 МГц для мобільних послуг разом з телерадіомовними послугами; - провести дослідження сумісності; - захистити телерадіомовні послуги від мобільних додатковою угодою.	22 європейські країни подали заявки на впровадження мобільних послуг з 2007 року на 790 — 862 МГц (канали 61 — 69).
Частотне планування	Угода «Женева-2006» містить положення для: - нормальних умов експлуатації (RPC); - поступового виконання планових статей; - внесення змін до плану за погодженням задіяних країн.	Більшість країн вирішила використовувати портативний внутрішній та зовнішній прийом.
Політика переходу	Національний процес переходу на цифрове телебачення включає: - плани переходу; - дату вимкнення аналогового ТБ; - політику використання «цифрових дивідендів».	У країнах Євросоюзу рекомендований термін вимкнення аналогового ТБ — до 2012 року.

перехідний період до повного вимкнення аналогового телебачення. Регуляторні органи мали в першу чергу проліцензувати перші два мультиплекси (MX-2, MX-3) для приблизно 15 загальнонаціональних каналів, що використовують частоти для аналогового мовлення. В другу чергу — мультиплекс регіонального мовлення MX-5, в третю — для телекомпаній місцевого мовлення. Адже в Україні зараз існує вільний частотний ресурс для всіх SFN-зон тільки для одного цифрового мультиплексу (покриття). Кількість покриттів зможе збільшуватись до 8 — 13 (залежно від регіону) тільки внаслідок поетапного вимкнення аналогових передавачів, як у SFN-зоні розбудови DVB-мережі, так і в сусідніх SFN-зонах. Решта мультиплексів (MX-1, MX-4, MX-6, MX-7, MX-8 — *див. додаток 3*) повинні ліцензуватись і створюватись на вторинній основі.

Таблиця 1 підсумовує основні положення щодо регулятивних норм.

«Цифрові дивіденди» після вимкнення аналогового телебачення

Огляд
змісту книги

Під терміном «цифрові дивіденди» розуміється звільнений спектр частот, що є додатковим для впровадження існуючих послуг аналогового телебачення у цифровому режимі у VHF-діапазоні (діапазон III: 174 — 230 МГц) і UHF (діапазони IV і V: 470 — 862 МГц). (див. табл. 1).

«Цифрові дивіденди» можуть використовуватись для таких послуг телерадіомовлення, як: цифрове наземне телебачення із внутрішнім та зовнішнім прийомом та прийомом на фіксовані зовнішні направлені антени ($H = 10$ м, $G = 12$ дБ), розташовані на дахах будинків, мобільне ТБ, телебачення високої чіткості й інтерактивне телебачення. Послуги мобільного зв'язку можуть бути впроваджені у верхній частині діапазону (790 — 862 МГц).

При впровадженні цифрових наземних телевізійних послуг параметри передавальних станцій повинні відповідати частотному плану «Женева-2006». Після впровадження може виникнути необхідність зміни параметрів станцій, оскільки експлуатаційні вимоги також можуть змінюватись. За узгодженням з сусідніми країнами план «Женева-2006» може модифікуватись залежно від зміни параметрів певної станції й положень плану. Зміни, що стосуються передавальних станцій, можуть відноситись до:

- характеристик випромінювання для досягнення кращого покриття;
- впровадження іншого варіанта DVB-T для досягнення кращого покриття чи більшої потужності;
- використання покращених кодерів, покращеного стандарту компресії (MPEG-4 AVC), встановлення додаткових мультиплексів чи використання стандарту DVB-H і в майбутньому досконалішого стандарту DVB-T2 для досягнення більшого ресурсу мультиплексу і кращого покриття;
- встановлення додаткових передавальних станцій для покращення і розширення покриття.

Поділ діапазону IV/V для різних видів послуг (цифрове телебачення для великих зон покриття, мобільне телебачення й мобільний зв'язок) — під питанням. Встановлення піддіапазонів зменшує пропускну здатність частотного спектра для цифрового телемовлення, що зумовлює необхідність внесення поправок до плану «Женева-2006» для цифрового телебачення у діапазоні IV/V. Втрата ресурсу накладає певні обмеження на розвиток циф-

Регулятивні заходи для впровадження «цифрових дивідендів»

Регулятивні заходи	Вплив на DVB-T мережі	Примітки
Виконання плану «Женева-2006»	- впровадження різноманітних телерадіомовних послуг; - обмеження у пропускній здатності мультиплексу, покритті чи характеристиках випромінювання можливі через RPC.	Зміни до плану «Женева-2006» можуть бути внесені тільки за умови узгодженням з сусідніми країнами.
Піддіапазон для мобільного телебачення	- призначений для щільних мереж; - обмеження для іншого типу телерадіомовних послуг.	Необхідним є внесення поправок до плану «Женева-2006».
Піддіапазон для мобільних послуг	- у каналах 61 — 69; - зменшення кількості DVB-T мереж.	Необхідним є внесення поправок до плану «Женева-2006».
Використання «вільних місць» для телекомунікаційних послуг	не здійснюють ніякого впливу на DVB-T мережі.	Специфікації використання потребують ретельного розгляду, щоб уникнути завад.

рового телебачення і може стати причиною модифікації мереж існуючих послуг. Ці модифікації можуть охоплювати:

- зміну частот в результаті перепланування;
- впровадження варіанта DVB-T з більшою потужністю, покращеного стандарту компресії (MPEG-4 AVC) чи створення у майбутньому досконалішої системи DVB-T (DVB-T2) для компенсації втрати пропускної здатності;
- зміну характеристик випромінювання і встановлення додаткових передавальних станцій для компенсації втрати покриття.

Впровадження послуг мобільного зв'язку у частині діапазону IV/V може викликати перешкоди цифровим телерадіомовним послугам.

Таблиця 2 підсумовує регулятивні заходи для впровадження «цифрових дивідендів».

У процесі використання «цифрових дивідендів» можуть бути необхідними зміни до мереж цифрового наземного телебачення внаслідок впровадження нових послуг, регулятивних зобов'язань чи змін у технології. Одні з них коштують дорого, інші потребують налаштування обладнання. Багато з них впливають на покриття.

Багатоканальні цифрові ефірні телемережі

Огляд
змісту книги

Характеристики випромінювання передавальних станцій

Цифрові частотні канали та максимальна ефективна потужність випромінювання для кожної SFN-зони наведені в угоді «Женева-2006». Характеристики антен залежать від частоти. Таким чином, покриття для різних частот, переданих з тієї самої передавальної станції, можуть відрізнятися. Неподалік передавальної станції можуть виникнути проблеми з покриттям внаслідок «нулів» у вертикальній діаграмі направленості. Всі ці особливості потрібно враховувати в процесі проектування і налаштування мереж DVB-T.

Система компресії і режими модуляції передавачів

Режим модуляції передавальної системи DVB-T з так званою кодовою ортогональною частотною модуляцією (COFDM), яка використовує 6817 несучих (8k), може мати 60-120 DVB-T варіантів. Можна вибрати варіант, який забезпечує відносно велику пропускну здатність мультиплексу і потребує великого рівня напруженості поля. Як альтернатива може бути обраний надійніший варіант з відносно невеликою напруженістю поля, але з обмеженою пропускну здатністю мультиплексу.

Якість кодерів системи компресії покращуватиметься, допоки технологія не стане досконалішою. Ефективніше використання пропускну здатності мультиплексу досягається модернізацією програмного забезпечення кодерів чи їх заміною. Покращений стандарт компресії (MPEG-4 AVC) доступний на ринку, але MPEG-4 AVC приймач, як правило, дорожчий порівняно з MPEG-2 приймачем. Прогнозується, що через кілька років кодери MPEG-4 AVC матимуть ще краще співвідношення ціна/якість, ніж кодери MPEG-2.

DVB-H і T-DMB — стандарти, пристосовані до потреб мобільного телебачення, де використовуються портативні кишенькові приймальні пристрої, включаючи мобільні телефони. В *додатку 9* приведена одна із технічних і бізнес-моделей для організації мобільної цифрової мережі DVB-H.

DVB-T2 стандарт почне впроваджуватись наприкінці 2009 року. Це зумовить більшу пропускну здатність мультиплексів, що є надзвичайно важливим для розвитку телебачення високої чіткості.

Зміна системи компресії не має прямого впливу на покриття.

Передавальні станції

Передавальні станції в межах однієї SFN-зони використовуються для забезпечення покращеного (порівняно з аналоговим телебаченням) покриття. Розподілення потужності серед декількох передавальних станцій (одночастотна мережа) покращує ефективність використання частотного спектра. Планування одночастотної мережі — складний процес. Без ретельного налагоджування можуть виникнути проблеми з покриттям через завади всередині SFN-зони. В *розділі 5.4* наводиться методика розробки проекту для регіональних і загальнонаціональних мереж DVB-T/H.

Системи цифрового мультиплексування

Система мультиплексування включає: кодери, мультиплексори, які сьогодні створюються переважно на базі IP-технологій. У *розділі 5.2* приведена схема телемережі з головною станцією мультиплексування.

Особливості реалізації перехідного періоду для цифрового ефірного телебачення

Практика впровадження цифрового ефірного телебачення на перехідному періоді показує:

- передавачі DVB-T можуть не працювати на повну потужність до вимкнення аналогового телебачення (у своїй країні чи в сусідніх країнах) і зміни частот в SFN-зонах можуть виявитись складними і потребувати ретельної підготовки.
- DVB-H може потребувати щільних телемереж.
- телебачення високої чіткості (HDTV) потребує компресії MPEG-4 AVC, а в майбутньому, можливо, й нової передавальної системи DVB-T2. Також необхідно буде погодити з виробниками/імпортерами постачання телеприймачів відповідно до стандартів.

Потреби телеглядачів — найважливіше в організаційних процесах переходу на цифрове телебачення.

Зміни у мережі внаслідок впровадження нових послуг чи регулятивних норм можуть породжувати вимоги телеглядачів по отриманню нових послуг чи продовженню користування старими.

Зміни у частотах, установка додаткових передавальних станцій і мультиплексів примусять телеглядачів переналаштувати свої приймачі.

Зміна частот, передавальної антени, варіанта DVB-T і SFN-мережі, а також передачі з різних передавальних станцій можуть призвести до проблем із покриттям у деяких районах.

Телеглядачам може стати необхідним встановлення покращеної антени для приймання одного чи кількох мультиплексів.

Огляд
змісту книги

Зміна стандарту компресії (MPEG-4 AVC замість MPEG-2), використання стандарту DVB-H, а в майбутньому DVB-T2 вимагатиме купівлі нового приймача для прийому послуг, які транслюються у цих стандартах. Проте після перехідного періоду всі приймачі зможуть працювати як у старій, так і у новій системі.

У випадку з новими передавальними станціями найкращого сигналу можна досягти шляхом правильного розрахунку діаграм направленості передавальної та приймальної антен. Здійснення налаштувань може бути необхідним.

Проведення інформаційної кампанії серед телеглядачів щодо змін у мережі, надання їм практичної допомоги і консультацій — вкрай необхідне. Телефонні довідкові бюро і веб-сайти можуть надавати вичерпну інформацію, базовану на точних оцінках мережі. Крім цього, допомогти телеглядачам можуть реклама, інформаційні канали в мультиплексі й телетекст. Місцеві дилери можуть надавати інформаційні послуги й направляти людей за інформацією до телефонних довідкових бюро чи веб-сайтів.

Розділ 1

Вступ

Вірогідно, що цифрові наземні телевізійні мережі зазнають змін у найближчому майбутньому після завершення перехідного періоду і вимкнення аналогового телебачення. Телевізійні компанії або оператори мереж запровадять нові послуги і покращать вже існуючі. Необхідним може стати внесення змін до цифрових телевізійних мереж внаслідок регулятивних причин. Крім того, зміни у мережах можуть викликати потребу у відновленні якості покриття чи пропускну здатності мультимплексу, що зумовлене впровадженням інших (нетелемовних) послуг чи відсутністю доступних смуг частотного діапазону внаслідок впровадження піддіапазонів чи захисної смуги частот.

Угода «Женева-2006» є регулятивною базою для використання частот, призначених для мовлення, й інших послуг у діапазонах III і IV/V. Повне використання частот можливе лише після перехідного періоду на цифрове мовлення, який закінчується 2015 року. Можна припустити, що «цифровий дивіденд» може бути спрямований на введення нових послуг. Ймовірні застосування «цифрового дивіденду» перебувають на стадії обговорення, деякі з них заплановані, інші — вже запроваджені. Ці застосування можуть включати:

1. Покращення наземних телевізійних послуг: наприклад, послуги з вищою технічною якістю (переважно HDTV) чи послуги зі збільшеною кількістю програм.
2. «Конверговані» телемовні послуги, тобто «гібриди» традиційних телемовних послуг і послуг мобільного зв'язку.
3. Послуги, які не належать до телемовних: наприклад, майбутні послуги, яких ще немає на ринку, чи вже існуючі послуги, які ще не введені на цих частотах (наприклад, нові послуги третього покоління, радіомовні послуги з малим радіусом дії).

На *рис. 1.1* демонструється ситуація зі станом впровадження DVB-T у країнах Європи.

Впровадження цифрового наземного телебачення набрало обертів після того, як Європейська комісія запропонувала країнам — членам ЄС новий термін остаточного вимкнення аналогового телебачення, яке має відбутися до 2012 р. Регулярне цифрове ефірне мовлення вже давно розпочалося у більшості країн Європи (у Євросоюзі та за його межами), а в кількох з них аналогове телебачення вже вимкнене.

Подальший розвиток наземних телевізійних мереж в рамках угоди «Женева-2006» у країнах, що вимкнули аналогове телемовлення, відбудеться найближчим часом шляхом використання «цифрового дивіденду».

Деякі країни, наприклад, Франція, прийняли рішення використовувати «цифрові дивіденди» шляхом переходу до трансляції телепрограм високої чіткості (у Франції 17 програм HDTV). Великобританія починає в 2009 р. ефірне мовлення покращеного стандарту DVB-T2, по 3 телепрограми HDTV в одному мультиплексі.

У книзі зроблено спробу підсумувати досвід європейських країн у впровадженні цифрового ефірного мовлення і викласти прогнозовану інформацію про майбутнє цифрового мовлення після завершення перехідного періоду.



Рис. 1.1

Стан впровадження DVB-T у країнах Європи

- Країни, які почали впровадження послуг DVB-T.
- Країни, які обрали формат DVB-T; більшість з них активно тестує пілот-проекти.

1.1. Впровадження цифрового телебачення в країнах Європи

Таблиця 1.1

Країна	Початок цифрового телерадіомовлення	Планове вимкнення аналогового телерадіомовлення	Формат компресії	Загальна кількість ТВ домогосподарств	Приблизна кількість цифрових тюнерів
Андорра	01.01.2004	Завершено 25.09.2007	Не визначено	35 000	≈30 000
Вірменія	Не визначено	Не визначено	MPEG-4 AVC	Не визначено	Не визначено
Австрія	25.10.2006	01.01.2010	MPEG-2	3 370 000	400 000
Азербайджан	2007 (Тестові трансляції)	Не визначено	MPEG-2/MPEG-4 AVC	Не визначено	Не визначено
Білорусь	07.2005	2014-2015	MPEG-4 AVC	Не визначено	Не визначено
Бельгія	2002	Завершено	MPEG-2	Не визначено	Не визначено
Хорватія	01.09.2008	01.01.2011	Не визначено	1 500 000	Не визначено
Данія	01.04.2006	01.11.2009	MPEG-2/MPEG-4 AVC	2 400 000	300 000
Естонія	15.12.2006	01.07.2010	MPEG-4 AVC	600 000	80 000
Фінляндія	01.08.2001	Завершено 31.08.2007	MPEG-2	2 000 000	1 100 000
Франція	31.03.2005	30.11.2011 Тестове: 04.02.2009	MPEG-2/MPEG-4 AVC	25 126 714	14 573 000
Грузія	Не визначено	Не визначено	MPEG-4 AVC	Не визначено	Не визначено
Німеччина	02.11.2002	Завершено 02.12.2008	MPEG-2	34 990 000	18 000 000
Угорщина	01.12.2008	31.12.2011	MPEG-4 AVC	3 400 000	Не визначено
Ірландія	01.01.2009	12.12.2012	MPEG-4 AVC	1 400 000	100 000
Італія	01.01.2004	01.01.2012	MPEG-2	21 300 000	12 200 000
Казахстан	Не визначено	Не визначено	MPEG-4 AVC	Не визначено	Не визначено
Киргизстан	Тестові трансляції – 30.11.2008	Не визначено	MPEG-4 AVC	Не визначено	Не визначено
Латвія	01.01.2009	01.01.2011	MPEG-4 AVC	800 000	20 000

Литва	30.06.2006	31.12.2015	MPEG-4 AVC	Не визначено	Не визначено
Люксембург	01.06.2006	Завершено	Не визначено	171 000	Не визначено
Молдова	Тестові трансляції (2007 – MPEG-2)	Не визначено	MPEG-4 AVC	Не визначено	Не визначено
Норвегія	04.09.2007	01.11.2009	MPEG-4 AVC	2 140 000	500 000
Польща	09.2009 (2006 – тестові трансляції)	31.07.2013	MPEG-4 AVC	13 900 000	30 000
Португалія	29.04.2009	31.12.2012	MPEG-4 AVC	3 500 000	Не визначено
Румунія	01.01.2010	31.12.2012	MPEG-4 AVC	7 200 000	Не визначено
Росія	2009 (2007 – регіональне мовлення)	12.12.2015	MPEG-4 AVC	49 000 000	≈30 000
Словенія	01.01.2006	01.01.2011	MPEG-4 AVC	685 000	Не визначено
Іспанія	20.11.2005	03.04.2010	MPEG-2	15 900 000	16 300 000
Швеція	01.04.1999	Завершено 15.10.2007	MPEG-2	4 400 000	≈2 500 000
Швейцарія	30.05.2001	Завершено 25.02.2008	MPEG-2	2 600 000	>500 000
Таджикистан	2009 – тестові трансляції	Не визначено	MPEG-4 AVC	Не визначено	Не визначено
Чехія	21.10.2005	10.10.2011	MPEG-2	3 700 000	>130 000
Нідерланди	23.04.2003	Завершено 10.12.2006	MPEG-2	7 100 000	1 400 000
Туреччина	31.12.2008 (2006 – тестові трансляції)	31.12.2012	MPEG-4 AVC	17 000 000	Не визначено
Туркменістан	Тестові трансляції	Не визначено	MPEG-4 AVC	Не визначено	Не визначено
Великобританія	01.11.1998	31.12.2012	MPEG-2 (MPEG-4 AVC HD)	25 000 000	32 000 000
Україна	31.12.2007	2012 – 2014	MPEG-4 AVC	17 700 000	20 000 – 30 000
Узбекистан	Тестові трансляції	Не визначено	MPEG-4 AVC	Не визначено	Не визначено

Розділ 2

Послуги цифрового ефірного телебачення

2.1. Впровадження послуг цифрового ефірного телебачення

Розділ 2 описує послуги і основні фактори, від яких залежатиме розвиток цифрової наземної телевізійної мережі в діапазонах III, IV/V і діапазоні 1,5 ГГц. Еволюція мережі залежатиме від таких чинників:

- ринку, який визначить послуги, пропоновані телеглядачам. Оскільки кон'юнктура ринку різна у різних країнах, то пропозиція послуг буде варіюватись у кожній країні;
- регулятивних норм, які закладатимуть основу для розвитку послуг. Регулятивні норми залежать від політичних пріоритетів, які також можуть відрізнятися у різних країнах;
- технологій, передавального і приймального обладнання, що можуть прискорити впровадження послуг. Але це має й свої обмеження. Таким чином, важливо зробити правильний вибір, враховуючи вимоги до послуг і регулятивну базу.

Для успішного впровадження нових послуг телекомпанії й регулятивні органи мають співпрацювати у сфері розвитку послуг. Всі учасники медіаринку (телекомпанії, провайдери контенту, оператори телемереж і мультиплексів, виробники побутової техніки) зацікавлені у цифровому наземному телебаченні й повинні підтримувати вибір, зроблений на користь розвитку мережі цифрового ефірного телебачення. Послуги цифрового наземного телебачення відповідно до типу прийо-

Таблиця 2.1

Послуги, які найбільше впливають на розвиток мережі

Типи прийому	Типи контенту
- зовнішній фіксований, $H = 10$ м, $G = 12$ дБ; - портативний внутрішній і зовнішній; - мобільний.	- телебачення стандартної чіткості (SDTV); - телебачення високої чіткості (HDTV); - інтерактивне телебачення; - послуги передачі даних.

му й контенту можуть розподілятися на категорії, зазначені у таблиці 2.1.

Наступні підрозділи описують опції, які стосуються технологій, а також передавального та приймального устаткування, що повинні братись до уваги при впровадженні нових послуг.

2.2. Вимоги до послуг

При плануванні мереж цифрового наземного телебачення треба досягти компромісу між:

- ресурсом мультиплексу;
- якістю покриття;
- характеристиками випромінювання передавачів.

Ресурс мультиплексу важливий для якості послуг. Загальна швидкість передачі даних мультиплексу і кількість послуг у ньому визначають швидкість передачі даних окремої програми. Пропускна здатність мультиплексу обмежується технологією системи компресії й передачі, а також вибором варіанта кодової ортогональної частотної модуляції (COFDM).

Якість покриття є важливою для потенційних телеглядачів; вона пояснюється як вірогідність прийому достатнього сигналу у певному місці за наявності шуму і перешкод. Місця з прийнятною вірогідністю прийому утворюють зону впевненого прийому. Якість покриття також залежить від вибору варіанта модуляції і параметрів приймального устаткування, зокрема, приймальної антени і визначених в угоді «Женева-2006» умов прийому.

Параметри випромінювання прямо пропорційні до витрат, пов'язаних з трансляцією послуг. Потужність передавачів і параметри антен на одній передавальній станції чи одночастотній мережі визначають напруженість поля, отриману в точці прийому. Параметри випромінювання обмежені не тільки угодою «Женева-2006», а й практичними можливостями передавального обладнання й передавальних станцій.

2.3. Портативний внутрішній/зовнішній прийом і стаціонарний прийом на антену, встановлену зовні будинків

2.3.1. Загальні відомості

Прийом на направлену антену, встановлену назовні будинків ($G = 12$ дБ, $H=10$ м), відомий ще як фіксований зовнішній прийом, характеризується стаціонарною прийнятною направленою антеною, яка монтується зовні будинку. Як правило, такий прийом має бути забезпечений для 95 – 99% населення. Внутрішній і зовнішній прийом на кімнатні антени – важлива особливість цифрового наземного телемовлення. Цей тип прийому називається портативним прийомом.

У більшості країн уряд визначає, що, як мінімум, стаціонарний прийом має забезпечувати перехідний період (до вимкнення аналогового ТБ). Але в кінцевому підсумку (згідно з угодою «Женева-2006») у більшості країн Європи має забезпечуватись портативний режим. У районах з кабельним телебаченням, особливо в містах з багатоповерховими будинками (наприклад, у Києві) портативний прийом забезпечує більшість мешканців послугами DVB-T з використанням портативних кімнатних антен. А в деяких країнах (наприклад, у Нідерландах) установка зовнішніх антен на дахах багатоповерхівок взагалі заборонена.

Сьогодні споживачам пропонуються різноманітні типи антен для внутрішнього прийому та портативні приймальні антени і прилади, включаючи активні антени для прийому всередині приміщень і приймачі для цифрового наземного телебачення, що використовуються з персональними комп'ютерами. Мінімальні вимоги до напруженості поля для портативного прийому є вищими, ніж для прийому на фіксовані зовнішні антени, що зумовлено у деяких випадках низькою висотою розташування приймальної антени, перешкодами у вигляді стін і невеликим (або нульовим) коефіцієнтом направленості приймальної антени. У деяких країнах мережі спроектовані таким чином, щоб оптимізувати прийом всередині приміщень у районах з високою густотою населення. Реалізація DVB-T мережі синхронного мовлення, в тому числі з використанням малопотужних одночастотних ретрансляторів, має забезпечувати портативний режим.

2.3.2. Пропускна здатність мультиплексу

Для того щоб переконати споживачів у доцільності придбання цифрових приймачів для наземних ефірних ТВ послуг, пакет наземних ефірних телемовних послуг повинен містити від 20 до 30 популярних програм. Така кількість програм також потрібна для забезпечення конкурентоспроможності з кабельним та супутниковим ТБ. Але у надвеликій кількості каналів зацікавлені лише одиниці глядачів. Такі можливості можуть бути найкраще реалізовані за допомогою «послуг на вимогу» через широкосмугове телебачення.

Європейська мовна спілка рекомендує, що для забезпечення прийнятної якості відео у традиційних дисплеях середня інформаційна пропускна здатність для кожної послуги має становити від 3 до 4 Мбіт/с для компресії MPEG-2 залежно від варіанта DVB-T і статистичного мультиплексування [1]. На практиці, баланс між кількістю послуг в мультиплексі і швидкістю передачі даних для однієї послуги часто позитивно впливає на кількість послуг. Проте варто звернути увагу на те, що з появою сучасних дисплеїв з плоским екраном вимоги до якості слід підвищити. Дослідження Європейської мовної спілки показали, що плоскі дисплеї більш чутливі до дефектів зображення і потребують майже вдвічі більшої швидкості передачі даних для високої якості зображення, ніж традиційні катодні променеві трубки [2]. Окрім того, споживачі **й надалі віддаватимуть перевагу дисплеям з все більшими екранами**. Таким чином, зниження якості зображення стане навіть помітнішим на більших екранах, оскільки кодуючі й декодуючі артефакти на них очевидніші.

2.3.3. Якість покриття

Більшість критеріїв щодо планування мережі рекомендовані Міжнародним союзом телекомунікацій [3], але для оцінки покриття оператори мереж часто використовують певні критерії, пристосовані до національної ситуації. Важливим критерієм, який підлягає визначенню, є якість покриття, що вважається прийнятною. Загалом можливість покриття 95% території вважається прийнятною для стаціонарного прийому. У випадку портативного прийому покриття 70 – 95% вважається достатнім. Слід враховувати, що якість покриття менша ніж 95% може викликати невдоволення у телеглядачів.

Для оцінки якості покриття потрібно мати спеціальне програмне забезпечення планування мережі, а також точну базу даних передавачів. Також треба мати відомості про особливості рельєфу місцевості та наявності інших перешкод. Рельєф місцевості і розмір зон, які мають бути покриті сигналом DVB-T, значною мірою залежать від особливостей конкретної країни.

Відповідно до вимог щодо послуг, зони, які мають бути покриті певним пакетом програм, мають визначатись разом з необхідною вірогідністю умов прийому. Також важливо, щоб ці умови були чітко сформульовані у ліцензії оператора мережі DVB-T. Приміром: MX2 для загальнонаціональних програм, для $\approx 98\%$ населення, 20% — фіксований прийом, 80% — портативний прийом.

2.3.4. Параметри випромінювання

Необхідний мінімальний рівень напруженості поля для портативного прийому, зокрема для прийому всередині приміщень (нормалізований прийом на висоті 1,5 м), є вищим, ніж для фіксованого зовнішнього прийому на направлену антену ($G = 12$ дБ, $H = 10$ м). Різниця рівнів напруженості, базовані на мінімальних середніх значеннях напруженості поля, які подані у *додатку 3.2* угоди «Женева-2006», вказані у *таблиці 2.2*.

Дані, наведені в *таблиці 2.2*, відображають максимальну різницю між фіксованим зовнішнім прийомом і портативним (внутрішнім/зовнішнім) прийомом. Параметри випромінювання, які стосуються прийому поза приміщенням, і прийому всередині приміщень є такими, що покриття великої території може бути здійснено за допомогою використання кількох одночастотних передавачів у кожній зоні.

Таблиця 2.2

Різниця рівнів напруженості поля для портативного прийому та фіксованого зовнішнього прийому

Діапазон	Різниця рівнів між портативним внутрішнім і фіксованим зовнішнім прийомом	Коефіцієнт потужності	Різниця рівнів між портативним зовнішнім і фіксованим зовнішнім прийомом	Коефіцієнт потужності
III	31 дБ	1200	21 дБ	125
IV/V	31 дБ	5000	25 дБ	300

2.4. Телебачення високої чіткості (HDTV)

Розділ 2
Послуги
цифрового
ефірного
телебачення

2.4.1. Загальні відомості

Телебачення високої чіткості (HDTV) забезпечить телеглядачів значно покращеним телебаченням. Потреба у послугах HD викликана такими факторами, як [4]:

1. Зростаюча кількість домогосподарств з дисплеями, які підтримують HD послуги.
2. Помітне зниження якості послуг телебачення стандартної чіткості на плоских дисплеях.
3. Поява нових HD кабельних технологій.
4. Бажання переглядати популярні спортивні змагання у HD якості.

Кількість домогосподарств, які мають плоскі дисплеї, швидко збільшується. **На даний момент близько 50% європейських домогосподарств вже користуються плоскими дисплеями, а до кінця 2010 року ця цифра може сягнути 87%.** Після запровадження у січні 2005 року логотипу HD майже всі наявні плоскі дисплеї з діагоналлю 28 дюймів чи більше стали підтримувати послуги HD. Оскільки все більше й більше домогосподарств стають власниками телевізорів, які підтримують HD послуги, вони зможуть отримувати HD послуги.

Критерії для HDTV щодо якості покриття і параметрів випромінювання є однаковими для портативного і фіксованого зовнішнього прийому. Щоб скористатися всіма перевагами HDTV потрібно мати великий екран.

2.4.2. Пропускна здатність мультиплексу

У випадку з HDTV якість зображення є основною ціллю, і, таким чином, кількість телепрограм у мультиплексі є обмеженою. Очевидно, що на першому етапі обмежена кількість програм HDTV задовольнятиме телеглядачів. Однак у майбутньому виникне потреба у конвертуванні усіх існуючих телепрограм у формат HD, а без збільшення кількості мультиплексів це може бути складним завданням.

Незважаючи на те, що для передачі HD телепрограм формат компресії MPEG-2 не є доречним варіантом, він дозволяє передавати одну HD програму в мультиплексі, як це було в Австралії

(і в США, використовуючи ATSC стандарт). Наступні аспекти є надзвичайно важливими для HDTV:

- дослідження Європейської мовної спілки показують, що використання формату компресії MPEG-4 AVC для забезпечення HDTV (так званий Full HD) може потребувати 10 – 12 Мбіт/с для отримання якісного зображення;
- на сьогодні найраціональніше передавати в одному мультиплексі не більш ніж 2-3 телепрограми HD;
- формат телебачення високої чіткості HDTV має 2 модифікації:
720p — так званий HD Ready з роздільною здатністю 1024×768 (1366×728) з черзрядковою розгорткою екрана телевізора;
- 1080p** — Full HD (повна висока чіткість) із значно більшою роздільною здатністю 1920×1080 (більше 2 млн.) пікселів для дисплеїв з частотою 24 кадри. Аналіз показує, що 1080i потребує на 10 – 20% більшої пропускної здатності залежно від типу контенту.

Можна прийняти компромісне рішення на перехідний період, використовуючи в умовах недостатнього частотного ресурсу трохи нижчу роздільну здатність 720p.

- Міжнародна організація з розробки стандартів цифрового ТВ мовлення (DVB) у 2008 році розробила стандарт другого покоління для цифрового наземного телебачення, так званий DVB-T2 [5].

2.4.3. Стандарт DVB-T2

Основні цілі розробки системи DVB-T2:

- досягти за однакових умов прийому принаймні на 30% більшої загальної пропускної здатності, ніж DVB-T;
- забезпечити підвищену стійкість до перешкод від інших передавачів, що дасть змогу ефективніше повторно використовувати частоти;
- забезпечити можливість створення SFN-зон на більшій території, досягнувши на 30% більшої відстані між сусідніми передавачами;
- забезпечити можливість використання існуючих приймальних антен;
- забезпечити відповідність з положеннями угоди «Женева-2006».

Згідно з прогнозами перші прототипи приймальних пристроїв DVB-T2 будуть розроблені до кінця 2009 року, а на ринку вони з'являться з 2012 року.

Таблиця 2.3

Порівняльна таблиця технічних характеристик передавачів DVB-T і DVB-T2

	DVB-T (режим з найбільшою пропускну здатністю у Великобританії)	DVB-T2 (покриття аналогічне DVB-T)
Модуляція	64 QAM	256 QAM
FFT	8K	32K
Захисний інтервал	1/32	1/8
FEC	2/3 CC + RS (8%)	3/5 LDPC + BCH (0,3%)
Пілот-сигнали	8%	1%
Безперервні пілот-сигнали	2,6%	0,35%
Заголовок кадру	0%	7%
Смуга пропускання	Стандартна	Розширена
Пропускна спроможність	24 Мбіт/с	До 35,4 Мбіт/с

Експерти і уряди країн, що вже вимкнули аналогове телебачення і мають додатковий частотний ресурс, так званий «цифровий дивіденд», поки що обережно ставляться до перспектив впровадження DVB-T2. Маловірогідно, щоб ціни на приймачі DVB-T2 протягом 3-5 років стали конкурентоспроможними з цінами на приймачі DVB-T. Франція, розробивши довгостроковий (до 2015 р.) план впровадження HDTV, не передбачає використання DVB-T2.

Таблиця 2.3 демонструє порівняльні технічні характеристики передавачів DVB-T і DVB-T2 (тестове мовлення в пілот-зоні Великобританії).

Ресурс мультимплексу з передавачем DVB-T2 може бути на 47% більший, ніж з передавачем DVB-T.

2.5. Мобільне телебачення

2.5.1. Загальні відомості

Протягом останніх десяти років стрімкий розвиток цифрових технологій сприяв зростанню персонального споживання інформації, кардинально змінив психологію сучасного глядача. **Впровадження стандарту DVB-H дозволило транслювати телебачення наживо безпосередньо на мобільні портативні пристрої, запровадивши мобільний стиль перегляду ТБ і постійний контакт із**

Мобільні телевізійні системи

Мобільні телевізійні системи	Примітки
DVB-T	• для використання у діапазоні III в 7 чи 8 МГц каналі і діапазоні IV/V у 8 МГц каналі в Європі (6 МГц канал у Латинській Америці); • деякі обмеження у споживанні енергії батарей при прийомі на великих швидкостях.
DVB-H	• для використання у діапазонах III, IV, V і у 1,5 ГГц діапазоні у 5, 6, 7 чи 8 МГц каналі; • розроблена для використання у портативних пристроях.
T-DMB	• для використання у діапазоні III і 1,5 ГГц у 1,7 МГц каналі; • розроблена для використання у портативних пристроях.
DAB-IP	• для використання у діапазоні III і 1,5 ГГц у 1,7 МГц каналі; • розроблена для використання у портативних пристроях.
DVB-SH	• для використання у гібридному супутнику і наземній мережі у 2 ГГц діапазоні; • розроблена для використання у портативних пристроях.
MediaFlo	• для використання у США в телевізійних UHF діапазонах; • розроблена для використання у портативних пристроях.
UMTS	• для використання у 2 ГГц діапазоні (і, можливо, в іншому частотному діапазоні); • частина пропозицій послуг мобільного зв'язку.

споживачами. Тепер немає ніяких обмежень — дивитись телевізійні програми можна де завгодно й коли завгодно.

Мобільне телебачення має багато варіантів. Це може бути мобільний прийом цифрових телевізійних сигналів з мереж, побудованих для кімнатного прийому і прийому на зовнішню фіксовану антену. Це також може бути прийом телевізійних сигналів на портативні пристрої, наприклад, мобільні телефони. Існує кілька систем для прийому мобільного телебачення (*табл. 2.4*).

У цій книзі висвітлюється цифрове телебачення стандартів DVB-T, DVB-H і T-DMB. З точки зору планування мережі немає різниці між T-DMB і DAB-IP.

DVB-H і T-DMB мають як переваги, так і недоліки. Головна різниця полягає у ширині смуги пропускання й діапазонах частот. Для того щоб транслювати у T-DMB таку саму кількість послуг, як у DVB-H, потрібна буде більша кількість DMB мультиплексів. Вибір систем переважно залежатиме від доступних діапазонів частот і каналного раstra, пристосованого до діапазону.

Комісія Євросоюзу підтримує впровадження мобільного телебачення. Розглядається також можливість запровадження

системи DVB-H як обов'язкової. Незважаючи на те, що обов'язковість системи DVB-H не схвалюється деякими представниками медіаринку, DVB-H розглядається комісією як прийнятна система мобільного телебачення. Тому DVB-H було додано до списку стандартів Європейського Союзу, для заохочування гармонійного розвитку телерадіокомунікаційних систем у Євросоюзі.

У *додатку 9* наводяться варіанти технічної і бізнес-моделі розгортання мобільного цифрового мовлення стандарту DVB-H.

Портативні пристрої можуть використовуватись як всередині приміщень, так і зовні, як у нерухомому стані, так і на великих швидкостях — в автомобілях і поїздах. Приймальна антена портативного пристрою має низький коефіцієнт підсилення і невеликі розміри порівняно з довжиною хвилі. Це ставить високі вимоги до порогової напруженості поля цього виду прийому.

2.5.2. Пропускна здатність мультимплексу

Портативні пристрої мають малі дисплеї; DVB-H та T-DMB використовують покращену систему компресії (MPEG-4 AVC). Таким чином, швидкість передачі даних для однієї телепрограми може бути порівняно низькою (300 — 700 кбіт/с). Оскільки умови прийому дуже жорсткі (належний прийом у приміщенні та під час руху), більшість операторів схиляється до вибору надійного варіанта системи. У цьому випадку мультимплекс DVB-H може містити від 10 до 15 програм. Кількість послуг у T-DMB мультимплексі, зазвичай, дорівнює 5-6.

2.5.3. Якість покриття

Для мобільного і портативного прийому необхідна висока якість покриття. Оператор телемережі DVB-T має забезпечити 95% вірогідності покриття для портативного прийому.

Таблиця 2.5

Рівні мінімально необхідної напруженості поля для портативного прийому на висоті 1,5 м

Система	Діапазон III	Діапазон IV	Діапазон V	1,5 ГГц
DVB-H	від 57 до 76 дБ $\mu\text{V}/\text{m}$	від 61 до 82 дБ $\mu\text{V}/\text{m}$	від 60 до 81 дБ $\mu\text{V}/\text{m}$	від 60 до 81 дБ $\mu\text{V}/\text{m}$
T-DMB	від 56 до 68 дБ $\mu\text{V}/\text{m}$	—	—	від 60 до 75 дБ $\mu\text{V}/\text{m}$

2.5.4. Параметри випромінювання

Навіть з системами цифрового телебачення з високою завадостійкістю, вимоги до напруженості поля є високими через малі розміри приймальної антени й ускладнені умови прийому (внутрішнього, зовнішнього, у транспорті з зовнішньою антеною). Найкращі умови прийому досягаються у діапазоні III.

Для забезпечення портативного внутрішнього прийому у транспорті використовується режим модуляції 16 QAM.

У таблиці 2.5 наведено рівні мінімально необхідної напруженості поля для портативного прийому на висоті 1,5 м [6].

2.6. Інтерактивне телебачення і послуги передачі даних

2.6.1. Загальні відомості

Ресурс мультимплексу, як правило, використовується для розповсюдження пакетів телепрограм і радіопрограм.

Крім того, мультимплекс може містити інші послуги:

- електронний провідник програм;
- сервісну інформацію про послуги;
- інтерактивні послуги;
- телетекст;
- ресурс для дистанційного оновлення версій програмного забезпечення (SSU).

Об'єм даних і частина ресурсу мультимплексу, призначена для вищезазначених послуг, варіюється залежно від платформи програмного забезпечення.

На рис.2.1 наводяться приклади використання ресурсу мультимплексів на 14,7 Мбіт/с і 20,1 Мбіт/с [1].

У наступному розділі буде детально розглянуто інтерактивні послуги.

2.6.2. Інтерактивні послуги

Існує два типи інтерактивних телевізійних послуг:

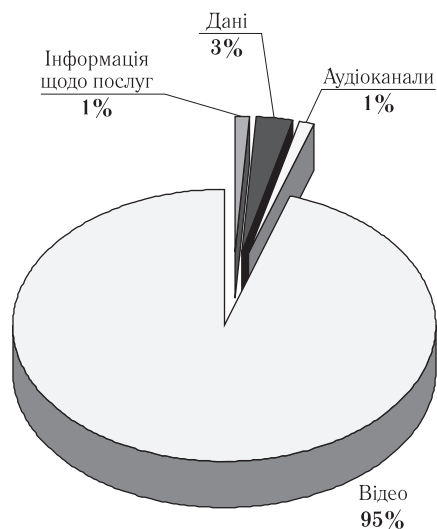
- місцеві інтерактивні послуги, де інформація зберігається у приймачі (наприклад, телетекст);

- віддалені інтерактивні послуги, де інформація надсилається провайдеру програм через зворотний канал. Ця інформація може включати відгуки про певну програму (наприклад, голосування) чи попит на певні програми («відео на запит» чи оплата за кожну переглянута телепередача).

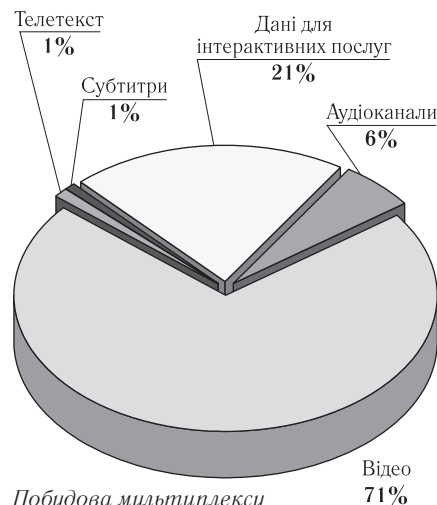
Віддалене інтерактивне телебачення завжди вважалось невід'ємною складовою цифрового телебачення. Але застосування телевізійних інтерактивних послуг платне у багатьох країнах. Для віддалених інтерактивних послуг потрібен зворотний канал. Цифрова телевізійна мережа не зазнаватиме прямого впливу з боку інтерактивних послуг, якщо зворотний канал буде забезпечений системами дротового чи мобільного телефонного зв'язку. Було визначено систему для всерединосмугового зворотного каналу, так званого DVB-RCT. На сьогодні для нього не існує ніякого комерційного застосування. Проте локальні інтерактивні послуги є популярними. Незважаючи на те, що телетекст був стандартизований ще у 1974 році, він є невід'ємною частиною послуг цифрового телебачення і понині.

Базові інтерактивні послуги, наприклад, телетекст, можуть прийматись стандартними DVB-T приймачами. Для прийому покращених інтерактивних послуг приймачі повинні бути обладнані системами MHP чи MHEG, які потребують додаткового ресурсу мультимплексу (особливо MHP).

У деяких країнах вже з'явилися на ринку комбіновані DVB-T / IPTV тюнери з жорсткими дисками. За їх допомогою частину програм можна отримувати безпосередньо з ефіру через наземні цифрові телевізійні мережі, а IPTV мережі надають додаткову інформацію, «програми на запит» і програми,



Побудова мультимплексу
Приклад 1



Побудова мультимплексу
Приклад 2

Рис. 2.1 Розподіл ресурсу мультимплексів

орієнтовані на обмежене коло телеглядачів. Обрані споживачем програми можуть бути автоматично завантажені на жорсткий диск. Таким чином отримуються широкосмугові віддалені інтерактивні послуги. Для вибору й перегляду збережених програм кожна програма має супроводжуватися метаданими.

У майбутньому подальша інтеграція мультимедійних послуг буде можлива завдяки домашній цифровій мережі «Home Network». «Home Network» — безпроводна мережа, базована на IP, яка з'єднає між собою різні термінали (наприклад, побутові електронні пристрої), а також телерадіомовні мережі й інші мережі доступу. Очікують, що «Home Network» внесе корективи у спосіб використання телевізійних послуг, тобто спосіб отримання послуг кардинально відрізнятиметься від того, що вже існує.

2.7. Підсумки

2.7.1. Розвиток послуг

Ринок покаже, які послуги цифрового наземного телебачення пропонуватимуться телеглядачам. Цифрове наземне телебачення як безкоштовне телебачення чи поєднання безкоштовного й платного телебачення стає в багатьох країнах дуже популярним.

Внаслідок швидкого розповсюдження плоских дисплеїв у європейських домогосподарствах виникає потреба у високоякісному відео.

Очікують, що HDTV у майбутньому стане загальноприйнятою нормою телебачення. Деякі країни вже розпочали трансляцію програм у режимі HDTV. Франція планує у найближчому майбутньому розповсюджувати 17 HDTV програм. Кабельне телебачення, супутникове телебачення і IPTV мають більшу пропускну здатність, ніж цифрові наземні мережі, тому краще пристосовані для HDTV передач.

Попит на мобільне телебачення ще не до кінця вивчений. Очікують, що у деяких країнах для мобільного телебачення використовуватимуться принаймні один чи два мультиплекси.

Передбачається, що інтерактивне телебачення, зокрема використання «послуг на запит» і послуг перегляду запису з відеомагнітофонів чи по IPTV мережі («Телебачення-Коли-Завгодно») стане надзвичайно популярним. Очікують, що з розвитком мереж

«Home Networks» («Домашні мережі») зросте попит телеглядачів на інтегровані медіапристрої та інтерактивні послуги передачі даних. Це може призвести до зниження потреби у лінійному (без монтажу, як новини) телемовленні і збільшення потреби у контенті, доступному для завантаження.

Зростатиме конкуренція цифровим ефірним наземним мережам з боку цифрового кабельного телебачення, IPTV і супутникових телевізійних платформ. Проте цифрове наземне телебачення має таку незаперечну перевагу, як можливість портативного прийому на невелику активну антену, і є рентабельним при розповсюдженні відносно обмеженого пакета популярних телеканалів та досягненні майже 100% покриття. Додаткова інформація і програми, призначені для обмеженого кола осіб, можуть бути надані з використанням IPTV мережі.

2.7.2. Розвиток послуг і мереж

Для кожного типу послуг цифрового наземного телебачення потрібно зробити вибір між трьома взаємозалежними параметрами: пропускна здатність мультиплексу, якість покриття і параметри випромінювання. Результати цього вибору значно вплинуть на передавальну мережу.

Телевізійні послуги, призначені для прийому на фіксовані антени, наприклад, на дахах будинків, потребують невеликих рівнів напруженості поля. Вибір часто робиться на користь високої вірогідності покриття на великих територіях і відносно великої швидкості передачі даних в мультиплексі.

Телевізійні послуги, призначені для прийому на малі антени як всередині приміщень, так і ззовні, потребують значно більших рівнів напруженості поля. Вибір часто робиться на користь надійнішої DVB-T системи і, як наслідок, нижчої швидкості передачі даних у мультиплексі, високої вірогідності покриття і більш щільної передавальної мережі, ніж у випадку прийому на антени, розташовані на дахах будинків. Послуги здебільшого зорієнтовані на міські території.

Оскільки HDTV потребує високої швидкості передачі даних в мультиплексі, компресія MPEG-4 AVC застосовується для ефективного використання частотного спектра. Незважаючи на те, що покращена система DVB-T2 перебуває у стані розробки, очікують, що перші приймачі для неї з'являться на ринку до кінця 2009 року, а комерційний ринок цих послуг почне розвиватися з 2012 року.

Мобільне ТБ потребує дуже високих рівнів напруженості поля, а тому потрібно обрати дуже надійний варіант DVB-T, а звідси — обмежену швидкість передачі даних в мультиплексі. Мобільні телевізійні системи, такі як DVB-H і T-DMB, використовують компресію MPEG-4 AVC. Необхідна висока вірогідність покриття. Мережа, як правило, складається з високопотужних передавачів, розташованих біля міст, і доповнюється передавачами у SFN-зоні.

Інтерактивне телебачення може використати значну частину пропускну здатності мультиплексу. Для віддаленої інтерактивності необхідний зворотний канал, який використовує стаціонарні чи мобільні системи телефонного зв'язку.

Розділ 3

Нормативно-правові умови

3.1. Вступ

Регулятивні рішення про використання частотного спектра ухвалюються національними регуляторними органами на основі національних програм та рекомендацій. З цією метою національні органи управління співпрацюють у міжнародних форумах, таких, як Міжнародний союз телекомунікацій і Європейська конференція пошт і зв'язку. У межах Європейського Союзу політика Європейської комісії щодо частотного спектра вкрай важлива для національних органів управління.

Для передачі цифрового наземного телебачення використовуються частотні діапазони III (174 – 230 МГц) і IV/V (470 – 862 МГц). Крім цього, мобільне телебачення може використовувати частину L-діапазону (1452 – 1479,5 МГц). Цей розділ описує регулятивні норми для використання цих діапазонів:

- призначення послуг у регламенті радіозв'язку;
- частотні плани;
- перехід на цифрове телебачення.

Регулятивні норми для впровадження цифрового наземного телебачення й інших послуг у діапазонах III, IV і V і вплив, який ці норми матимуть на цифрові наземні мережі у цих діапазонах, викладено у *розділі 4* («цифровий дивіденд»).

3.2. Визначення послуг у регламенті радіозв'язку

3.2.1. Загальні відомості

Регламент радіозв'язку Міжнародного союзу телекомунікацій передбачає укладення договорів між країнами-учасниками і регулярно переглядається й доповнюється під час Міжнародних конференцій. Остання така конференція WRC-07 відбувалась у Женеві в 2007 р., а наступна запланована на 2011. Регламент радіозв'язку визначає використання й управління частотними діапазонами.

Нещодавня тенденція, зокрема в Європейському Союзі, мала на меті регулювання спектра частот для кожної послуги незалежно від обраної технології передачі даних. У запропонованому пакеті послуг «Telecom Package», випущеному 13 листопада 2007 р., Європейська комісія виступила на захист принципів «нейтралітету послуг», де під час визначення типу послуги в даному частотному діапазоні потрібно опиратись не на політичні норми, а на ринок. Такий підхід до розподілу частот може призвести до появи декількох послуг з виділеними діапазонами частот і до необхідності перегляду й доповнення чинних положень Міжнародного союзу зв'язку (ITU), що стосуються телерадіомовлення, фіксованих і мобільних послуг. Орієнтований на ринок підхід до розподілу спектра частот може стати загрозою для послуг, в яких на меті є не отримання прибутків, а підвищення культурного рівня населення [8]. Цей підхід може також призвести до використання того самого діапазону частот послугами із суттєво відмінними технічними параметрами. Задля уникнення перешкод слід ретельно вивчити ситуацію.

3.2.2. Розподіл діапазонів частот для цифрового мовлення

У краях Європи й Африки діапазон III (174 – 230 МГц) виділений для послуг телерадіомовлення, а в деяких країнах Азії – для мобільних послуг. Нині діапазон III менш цікавий для впровадження послуг мобільного зв'язку, ніж десять – двадцять років тому.

У Європі й Африці діапазон IV/V (470 – 862 МГц) виділений для послуг телерадіомовлення, а після проведення у Женеві в 2007 р. Міжнародної конференції представників державних ре-

гуляторних органів (WRC-07) і конференції ІТУ (Міжнародний союз телекомунікацій), дозволено використання для мобільного зв'язку смуги частот 790 – 862 МГц (телеканали від 61 до 69) з 17 червня 2015 р. Ця дата відповідає даті завершення переходу на цифрове телебачення, що визначена угодою «Женева-2006». Проте у 65 країнах, включаючи 22 європейські країни (див. рис. 3.1), відразу після проведення Міжнародної конференції WRC-07 у 2007 р. було дозволено впровадження послуг мобільного зв'язку, але за умови, що телерадіомовні послуги (чи інші послуги, які використовують цей діапазон відповідно до положень регламенту радіозв'язку) будуть захищені в сусідніх країнах.

Слід зауважити, що національні послуги мобільного зв'язку в діапазоні 790 – 862 МГц можуть використовуватись, за рішенням урядів цих країн, як додатковий варіант. Ці послуги включають як ІМТ 2000 (3G технології, UMTS, CDMA 2000, WiMAX), так і ІМТ послуги підвищеної якості (4G). На Міжнародній конференції WRC-07 ухвалено рішення про об'єднання послуг ІМТ з послугами ІМТ підвищеної якості в єдину категорію. На цій конференції також погоджено, що телерадіомовні послуги повинні бути захищені від мобільних послуг. Країни, які планують впроваджувати мобільні послуги на частотах між 790 – 862 МГц, мусять узгоджувати свої дії з сусідніми країнами перед впровадженням. Конференція WRC-07 закликала Міжнародний союз телекомунікацій (ІТУ) дослідити сумісність між мобільними й телерадіомовними послугами в частотному діапазоні 790 – 862 МГц. Результати цих досліджень будуть оприлюднені на наступній конференції WRC у 2011 році.

Крім того, діапазон IV/V виділений для таких послуг:

- радіоастрономія (канал 36) у деяких країнах;
- радіонавігаційні послуги (645 – 862 МГц) у деяких східноєвропейських країнах;
- послуги стаціонарного зв'язку на 790 – 862 МГц;

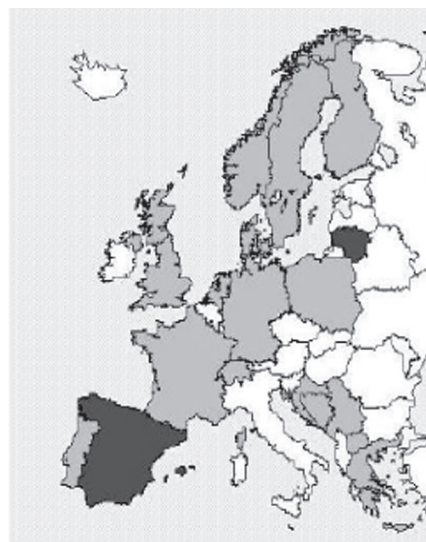


Рис. 3.1

Доступ до послуг мобільного зв'язку в телевізійному діапазоні V з 2007 р.

- 830 – 862 МГц
- 790 – 862 МГц

- додаткові послуги телерадіомовлення (наприклад, радіомікрофони) у деяких країнах за умови, що телерадіомовні й мобільні послуги захищені.

Діапазон 1452 — 1492 МГц відведений для наземного і супутникового мовлення, а його використання обмежене цифровим аудіомовленням відповідно до регламенту радіозв'язку. Незважаючи на це, у Європі цей діапазон частково запланований для послуг наземного телебачення і частково виділений для послуг супутникового телебачення (див. розділ 3.3.3).

3.3. Частотні плани

3.3.1. Загальні відомості

Цифрові наземні радіомовні системи

Цифрове наземне телерадіомовлення (DVB-T).

Системи цифрового телебачення в наземній радіомовній службі, опис яких приведено в Рекомендації МСЕ-Р BT.1306-3. DVB-T (наземне цифрове відеорадіомовлення) відповідає системі DVB, яка позначається як «система В».

Цифрове наземне звукове радіомовлення (ЦНЗР).

Цифрові звукові системи в наземній радіомовній службі, опис яких приведено в Рекомендації МСЕ-Р BS.1114-5. T-DAB (наземне цифрове аудіорадіомовлення) відповідає системі Еугеса 147 DAB, що позначається як «цифрова система А».

Діапазони частот

Діапазон III: 174 — 230 МГц.

Діапазон IV: 470 — 582 МГц.

Діапазон V: 582 — 862 МГц.

Зона покриття радіомовної станції або групи радіомовних станцій у випадку одночастотної мережі (ОЧМ, див. визначення нижче) є зоною, у межах якої величина корисної напруженості поля дорівнює або перевищує величину напруженості поля, що використовується, і визначена для конкретних умов прийому та для передбаченого відсотка місцеположень прийому, які покриваються.

При визначенні зони покриття для кожної з умов прийому приймається тривірневий підхід:

- *рівень 1: місце прийому.*

Місце прийому є найменшою одиницею; оптимальні умови прийому спостерігатимуться при переміщенні антени на відстань до 0,5 м у будь-якому напрямку. Місце прийому вважається охопленим, якщо рівень корисного сигналу достатній для компенсації впливу шумів та завад протягом заданого проміжку часу;

- *рівень 2: невелика зона покриття.*

Другим рівнем є «невелика зона» (як правило, 100×100 м). У цій «невеликій зоні» вказується відсоток охоплюваних місць прийому;

- *рівень 3: зона покриття.*

Зона покриття радіомовної станції або групи радіомовних станцій складається із сукупності окремих «невеликих зон», у яких досягається заданий відсоток (наприклад, від 70 до 99 %) покриття.

Зона обслуговування

Зона, у межах якої адміністрація має право вимагати забезпечення узгоджених умов захисту [27].

Основні умови частотного планування, визначені в угоді «Женева-2006»:

- однаковий доступ до частотного плану усіх задіяних країн;
- уникнення неочікуваних перешкод;
- гнучкість для подальшого розвитку.

Частотні плани забезпечують:

- права країн-учасників на ведення мовлення, технічні параметри якого детально визначені;
- процедури для виконання угоди «Женева-2006»;
- процедури для внесення поправок до частотного плану;
- процедури з оповіщення про проведення DVB-T мовлення.

3.3.2. Діапазони III, IV/V

Використання діапазонів III, IV/V для телерадіомовних чи нетелерадіомовних послуг регулюється угодою «Женева-2006». Діапазон III запланований для цифрового радіо (T-DAB) й цифрового телебачення (DVB-T). За результатами угоди «Женева-2006» з'являється термін «шари». «Шари» не мають чіткого пояснення в угоді, але загалом розуміються як кількість частотних телеканалів (21 – 42) у діапазонах 470 – 862 МГц та 174 – 230 МГц. Більшість країн досягла трьох T-DAB і одного

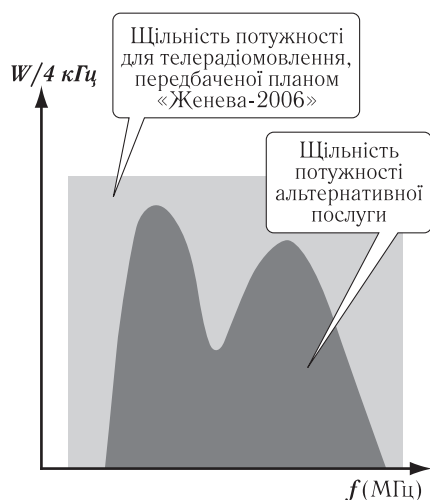


Рис. 3.2

Щільність потужності альтернативної послуги, яка не перевищує щільність потужності, зазначеної у статті плану

DVB-T «шарів» покриття у діапазоні III. Майже всі європейські країни одержали смугу в 7 МГц у цьому діапазоні. Діапазон IV/V запланований на «шарах» покриття кожної SF-зони синхронного цифрового мовлення (SFN), визначеної для даної країни для DVB-T у 8 МГц каналі. Для більшості країн виділено 7 чи 8 DVB-T «шарів» покриття в цьому діапазоні. Україна одержала від 7 до 12 шарів покриття у 81-й відведеній для неї SFN-зоні (рис. 4.3).

Положення угоди «Женева-2006» (GE06) сприяють гнучкому впровадженню частотного плану.

Головними причинами цього є те, що:

- статті плану можуть застосовуватись до телерадіомовної трансляції з параметрами, відмінними від тих, які визначені у статтях плану GE06, за умови, що напруженість

поля, обчислена за максимально ефективною потужністю випромінювання передавачів не перевищує визначених угодою порогів;

- статті плану можуть використовуватись для різних застосувань телерадіомовних чи телекомунікаційних мобільних послуг за умови, що діапазон відведений для відповідної послуги у регламенті радіозв'язку, і граничне значення щільності потужності, зазначене у статті плану, не виходить за встановлені межі (рис. 3.2).

Статті плану можуть модифікуватись після погодження з країнами, яких ці зміни стосуються. Слід зауважити, що внесення будь-яких поправок може забрати чимало часу для міжнародної координації. Якщо після 2¼ року не буде укладено необхідних договорів, запропоновані поправки будуть анульовані.

Угода «Женева-2006» містить два частотні плани: план аналогового телебачення і план цифрового телерадіомовлення. Ці два частотні плани не є взаємно сумісними. Після перехідного періоду план аналогового ТБ перестане існувати, а частотні канали, на яких залишились працювати аналогові передавачі, не будуть захищені. Перехідний період закінчується 17 червня 2015 року. Але у деяких африканських країнах, включаючи Північну Африку, аналогове телебачення у діапазоні III повинно бути захищене до 17 червня 2020 року.



3.3.3. Діапазон 1,5 ГГц

У Європі було погоджено використання нижньої частини діапазону 1452 – 1492 МГц для наземного телебачення й верхньої його частини для супутникового телебачення з цифровим радіо (див. рис. 3.3). Це означає, що будь-яка країна матиме право вмикати цифрові передавачі біля кордонів з іншою країною, яка не вимкнула аналогове телебачення на цих частотах, і повністю їх «приглушувати».

За сприяння Європейської конференції пошт і зв'язку (CEPT) діапазон 1452 – 1479,5 МГц заплановано для цифрових радіопослуг (T-DAB) відповідно до Маастрихтського договору 2002 року. За сприяння Європейської комісії застосування цього діапазону було зроблено ще гнучкішим. Після перегляду й доповнення Маастрихтського договору 2002 р. на конференції 2007 р. можна використовувати діапазон 1452 – 1479,5 МГц для транслявання мультимедійних послуг, використовуючи, наприклад, системи DMB чи DVB-H. Незважаючи на те що положення доповненого договору дозволяють використовувати цифрові системи з різною смугою частот, частотний план був орієнтований на смугу частот 1,7 МГц, тобто, якщо впроваджується система DVB-H зі смугою частот 5 МГц, то необхідне об'єднання трьох діапазонів по 1,7 МГц, а це питання вже вирішується шляхом міжнародної координації з сусідніми країнами.

Розділ 3
Нормативно-
правові умови

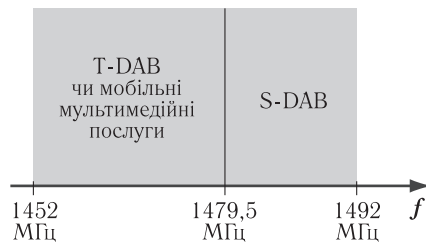


Рис. 3.3
Поділ L-діапазону

3.4. Перехідний етап впровадження цифрового ефірного телерадіомовлення

3.4.1. Загальні відомості

Перехід на цифрове телебачення (перехідний період до вимкнення аналогового ТБ) – процес складний, для виконання якого потрібен не один рік. Уряди країн мають обрати чітку стратегію проведення переходу з аналогового на цифрове телебачення, яку б підтримали усі задіяні суб'єкти (тобто телекомпанії, що використовують наземні ефірні телемережі, оператори телерадіомов-



них мереж, виробники обладнання). Стратегія має включати такі пункти:

- дату вимкнення аналогового телебачення;
- частотне планування для цифрового телебачення з координацією з сусідніми країнами на перехідний період;
- процес ліцензування для цифрового наземного телебачення, який має передбачати першочергову видачу ліцензій на мультиплекси, в якій включені програми телекомпаній загальнонаціонального ефірного мовлення (в Україні МХ-2, МХ-3), регіонального (в Україні МХ-5);
- угоди про припинення ліцензій на аналогове телебачення;
- положення про тимчасове паралельне транслювання телевізійних програм в аналоговому й цифровому форматі;
- угоди з виробниками побутової техніки для вчасного забезпечення достатньої кількості приймального обладнання;
- положення, що уможливають придбання цифрового приймального обладнання для верств населення з низькими доходами;
- інформаційні кампанії для інформування громадськості.

Спосіб впровадження цифрового телебачення і період часу, необхідний для завершення процесу, залежить від ринку і значно відрізняється у кожній країні. Але є одна спільна особливість у сценаріях впровадження DVB-T у європейських країнах — в першу чергу створюються мультиплекси для загальнонаціональних телеканалів, які розповсюджуються в аналогових ефірних телемережах.

У ліцензії на користування каналом мовлення в загальнонаціональній мережі DVB-T обумовлюється зобов'язання телекомпанії нести витрати за користування каналом DVB-T протягом терміну, узгодженого додатковою угодою. Створення всіх інших мультиплексів проводиться поступово по мірі вимкнення аналогових передавачів.

Період, коли телемовні послуги на певній території передаються як у цифровому, так і аналоговому форматі, суттєво залежить від ринку та обраних стратегій переходу на цифрове телебачення.

На сьогодні (квітень 2009 р.) такий період може тривати до п'яти років. Досвід європейських країн показує, що п'ять років — це невеликий термін. Протягом цього періоду витрати телекомпаній збільшуються. Але, як показують розрахунки, вони можуть суттєво зменшитися після вимкнення аналогового

мовлення. Тому телекомпаніям економічно вигідно, щоб у країні якнайшвидше завершився процес переходу на цифрове ефірне мовлення.

Після повного вимкнення у країні аналогового телебачення додатковий частотний ресурс стає доступним для нових послуг. Такий частотний ресурс називається «цифровим дивідендом» (див. розділ 4).

Розділ 3
Нормативно-
правові умови

3.4.2. Вимкнення аналогового телебачення

Як зазначено у розділі 3.3.2, аналогове телебачення не буде захищене, починаючи з 17 червня 2015 року (з 2020 р. — для III діапазону в деяких африканських країнах). Незважаючи на це, Європейська комісія пропонує, щоб країни — члени Євросоюзу завершили вимкнення аналогового телебачення в 2012 році [11].

Уряди деяких країн почали заохочувати перехід на цифрове телебачення шляхом надання позик чи грантів, субсидіювання придбання сет-топ-боксів чи тимчасового зниження для телекомпаній оплат за ліцензії. Європейська комісія почала розслідування фінансування державами Євросоюзу переходу на цифрове телебачення, де, як вона вважає, виникли якісь порушення. Як правило, країни — члени Євросоюзу можуть отримати фінансування за умови, якщо воно не сприятиме просуванню якоїсь конкретної платформи передачі даних.

Країни, які ще не розробили детальні плани процесу вимкнення аналогового телебачення, можуть використати досвід країн, які уже пройшли цей етап (див. Додаток 6 — Нідерланди, Додаток 7 — Фінляндія, Додаток 8 — Швеція).

3.4.3. Ліцензування

Національні регуляторні органи мають вчасно підготувати законодавчі процедури для ліцензування, беручи до уваги рекомендації Міжнародного союзу телекомунікацій (ITU), угоди Європейської конференції пошт і зв'язку (CEPT), а члени Євросоюзу — його політику й директиви Єврокомісії. Ліцензії видаються на підставі національного законодавства. У Європі процес ліцензування цифрового наземного телебачення відбувається по-різному. У деяких країнах ліцензії отримують оператори радіомовних телемереж, а в інших — оператори мультимедіа та провайдери контенту. Відбір кандидатів інколи здійснюється шляхом проведення аукціонів або конкурсів.

У більшості випадків громадські телерадіомовні організації отримують ліцензії у першочерговому порядку, поза конкурсом і безкоштовно. Розміри платежів за отримання ліцензій дуже відрізняються. У деяких випадках потрібно лише сплатити внесок, який покриває витрати регуляторного органу на ліцензування, а в інших застосовується адміністративне ціноутворення на частотний спектр, де сума внеску пов'язана із ринковою вартістю частини спектра.

3.5. Підсумки

Використання частотного спектра регулюється на міжнародному рівні регламентом радіозв'язку.

Цифрове наземне телебачення може використовувати діапазони III, IV, V і L-діапазон. Ці діапазони частково можуть використовуватись також нетелерадіомовними службами (див. табл. 3.1).

Все частіше до розподілу частотного спектра застосовується ринковий підхід. Це може призвести до впровадження нетелерадіомовних послуг у цих діапазонах, спричиняючи зменшення кількості частот, доступних для телерадіомовних послуг, і підвищуючи ризик виникнення інтерференційних завад.

Розроблено детальні частотні плани для діапазонів III, IV/V («Женева-2006») і L-діапазону («Маастрихтський договір 2007 року»).

На рис. 4.3 показано розподіл SFN-зон і виділені в кожній зоні частотні телеканали для України.

Таблиця 3.1

Розподіл частотних діапазонів

Діапазон	Послуги
174 – 230 МГц Діапазон III	- телерадіомовлення; - послуги мобільного зв'язку (у деяких країнах).
470 – 862 МГц Діапазон IV/V	- телерадіомовлення; - послуги мобільного зв'язку (790 – 862 МГц) – з 2015 року (у 22 європейських країнах – з 2007 р.); - радіонавігація і радіоастрономія (у деяких країнах).
1452 – 1492 L-діапазон	- наземне радіомовлення і супутникове радіомовлення; - мобільний і стаціонарний зв'язок.



Особливості угоди «Женева-2006»:

- план аналогового телебачення дійсний до 17 червня 2015 року;
- план цифрового телебачення у діапазоні III базований на T-DMB і DVB-T системах;
- план цифрового телемовлення у діапазоні IV/V базований на DVB-T системі;
- використання інших телерадіомовних застосувань можливе, якщо це не перевищує рівень перешкод, який зазначений у статті плану;
- правила впровадження нетелерадіомовних послуг.

Маастрихтський договір 2007 року містить частотний план для T-DAB у діапазоні 1452 – 1479,5 МГц. Він також має однакові положення з договором «Женева-2006» щодо використання інших телерадіомовних застосувань і модифікацій плану.

Перехід на цифрове телебачення є національним процесом переходу від аналогового до цифрового телебачення. У Євросоюзі заохочується вимкнення аналогового телебачення до 2012 року. Звільнений спектр частот спершу використовуватиметься для послуг цифрового телебачення, що раніше транслювались в аналоговому режимі. Решта спектра, відома як «цифровий дивіденд», може бути ліцензована для нових послуг: телерадіомовних і нетелерадіомовних (*див. розділ 4*).

Розділ 3
Нормативно-
правові умови



Розділ 4

«Цифрові дивіденди»

4.1. Вступ

Термін «цифрові дивіденди» має багато тлумачень. Згідно з термінологією Євросоюзу, визначеною «Робочою групою планування спектра» (RSPG) Єврокомісії, «цифрові дивіденди» — це звільнений після вимкнення аналогового телебачення спектр частот, що є додатковим для впровадження існуючих послуг у цифровому режимі у VHF-діапазоні (діапазон III: 174 — 230 МГц) і UHF (діапазони IV і V: 470 — 862 МГц).

Європейська комісія визначила три способи використання «цифрових дивідендів»:

1. Вивільнені частоти, які можна використати для покращення наземного цифрового телебачення (наприклад, телебачення високої чіткості HDTV), збільшення показів спортивних змагань, кількості програм і/чи покращення вражень від телебачення (наприклад, зйомки ширококутними камерами, квазіінтерактивні опції тощо).
2. Частотний ресурс, необхідний для конвергенції послуг телерадіомовлення. Очікують, що вони будуть переважно «гібридами» традиційних телерадіомовних послуг і послуг мобільного зв'язку.
3. Використання звільнених частот для інших цілей, що не належать до телерадіомовлення. Деякі з цих потенційних нових «використань» цифрового дивіденду є перспективними послугами, які ще не з'явилися на ринку, а інші — вже існуючі послуги, які ще не працюють на цих частотах (наприклад, розширення 3G послуг, вузькодіапазонаві радіопрограми і т.д.).

У більшості європейських країн кількість програм загально-національного аналогового наземного телебачення не перевищує 5 – 10, тому їх можна конвертувати в один мультиплекс з форматом компресії MPEG-4 AVC. В Україні ситуація інша. Кількість тільки загальнонаціональних каналів перевищує 15. У великих містах кількість програм, як правило, перевищує 20, тому для забезпечення інтересів не тільки загальнонаціональних, а й регіональних і місцевих телекомпаній потрібно поетапно створювати 2 загальнонаціональні мультиплекси (МХ-2, МХ-3) і один регіональний (МХ-5). Тільки так можна звільнити цифрові частоти від аналогового мовлення.

Для успішного впровадження DVB-T потрібно задіяти більше мультиплексів, ніж це необхідно для поточних аналогових телевізійних програм (див. розділ 2, *послуги*). Проте, згідно з визначенням Комісії Євросоюзу, мультиплекси, які не потрібні для розповсюдження існуючих аналогових телепрограм у цифровому форматі, розглядатимуться як «цифровий дивіденд» (див. рис. 4.1) і можуть реалізовуватись пізніше. Тому дуже важливо в першу чергу забезпечити конвертацію в «цифру» і трансляцію на всій території країни загальнонаціональних телепрограм. Запуск нових телепрограм відбуватиметься під час реалізації «цифрових дивідендів».

Цей розділ описує регулятивні заходи для впровадження цифрових дивідендів і вплив, який вони можуть мати на цифрові наземні мережі.

Регулятивні заходи стосуються:

1. Впровадження статей плану «Женева-2006».
2. Впровадження мобільного телебачення у спеціалізованому піддіапазоні.
3. Впровадження 3G послуг у спеціалізованому піддіапазоні.
4. Використання «вільного місця», тобто локальних територій, де можливо впровадити додаткові послуги телерадіомовлення.

Зазначимо, що положення угоди «Женева-2006» мають виконуватись у всіх цих випадках. Заходи щодо пунктів 1-3 можуть

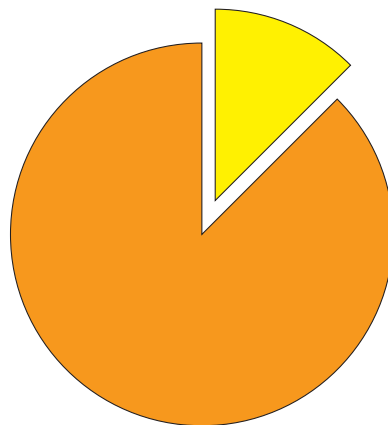


Рис. 4.1

Діаграма цифрових дивідендів

- Аналогове ТБ, конвертоване у цифровий формат
- Цифровий дивіденд відповідно до визначення Комісії Євросоюзу

Таблиця 4.1

Пропозиції Європейської комісії з розподілу діапазонів IV/V

Вид послуги у піддіапазоні	Регулювання частотного ресурсу
- однонаправлена високопотужна мережа; - переважно телерадіомовні послуги.	- національний регуляторний орган; - поступове використання необхідного спектра у піддіапазонах через модифікацію плану «Женева-2006».
- однонаправлені малопотужні та високопотужні мережі; - переважно мобільні мультимедійні послуги.	- національний регуляторний орган з поодинокую координацією з боку Комісії Євросоюзу; - піддіапазон, доступний на невиключній основі.
- двонаправлені низькопотужні мережі; - переважно стаціонарні послуги й послуги мобільного зв'язку.	- узгодження з Європейською комісією на гнучкій основі; - поступове впровадження для подолання національних обмежень.

потребувати внесення змін до плану «Женева-2006», ухвалення яких може бути особливо складним.

Комісія Євросоюзу пропонує встановити піддіапазони для діапазонів IV/V для трьох видів застосувань [13]. Її пропозиції підсумовано у таблиці 4.1.

Пропозиції щодо використання діапазонів III, IV і V нетелерадіомовними службами викликають занепокоєння у телерадіомовних організацій [14]. Є побоювання, що менше спектра стане доступним для розвитку телерадіомовних послуг і можуть виникнути інтерференційні завади, зокрема, між телерадіомовними й двосторонніми мобільними послугами.

4.2. Впровадження положень угоди «Женева-2006»

4.2.1. Використання частотних діапазонів

Відповідно до угоди «Женева-2006» DVB-T має впроваджуватись у діапазонах IV/V. Діапазон III було заплановано в Україні для телерадіомовлення (один мультиплекс, у смугах 7 МГц) і для T-DAB (2-3 мультиплекси по 1,7 МГц). Деякі країни мають намір конвертувати DVB-T послуги у діапазоні III у чотири T-DAB блоки і використовувати діапазон III виключно для DAB споріднених систем, включаючи DMB чи DAB-IP для мобільного телебачення.



Існує небагато цифрових наземних телевізійних мереж, які працюють у діапазоні III. Основні переваги й недоліки діапазону III порівняно з діапазонами IV/V:

Переваги

- частотний план для T-DAB чи DMB;
- менші втрати на розповсюдження;
- нижчий мінімум напруженості поля.

Недоліки

- обмежений об'єм частотного спектра;
- вищі рівні шумів;
- більші розміри антен.

Згідно з пропозиціями Європейської комісії (розділ 4.1) для впровадження «цифрового дивіденду» акцент має робитись на діапазони IV і V.

4.2.2. Основні умови планування і розробки проектів для DVB-T мережі

Більшість умов планування мережі, викладених у частотному плані «Женева-2006», стосуються цифрового телебачення і представляють набір параметрів для фіксованого прийому на антени, розташовані зовні будинків, чи для портативного зовнішнього та внутрішнього прийому. На рис. 4.2 представлена карта з визначенням режимів прийому для європейських країн, згідно з угодою «Женева-2006».



Рис. 4.2
Режими прийому, визначені в угоді «Женева-2006»

- Портативний
- Фіксований і портативний
- Фіксований

Найбільш розповсюджені базові характеристики умов прийому для цифрового ефірного телебачення в діапазонах IV/V

Режим прийому	Пропускна здатність	Мінімальна напруженість поля
На фіксовану зовнішню антену, висота $H = 10$ м, $G = 12$ дБ	≤ 24 Мбіт/с	56 dB μ V/m
Портативний, $H = 1,5$ м, $G = 0$ дБ	≤ 16 Мбіт/с	78 dB μ V/m



Таблиця 4.2

Можливі обмеження при впровадженні плану «Женева-2006»

Послуга	Обмеження у застосуванні режимів прийому відповідно до угоди «Женева-2006»	
	Прийом на антену	Портативний прийом
DVB-T (внутрішній і зовнішній прийом)	Обмеження по потужності	$G = 0$; $H = 1,5$ м
DVB-T (фіксований зовнішній прийом) і HDTV	—	Високі рівні завад
Мобільне телебачення (DVB-H)	Обмеження по потужності	Деякі обмеження по потужності

У процесі міжнародної координації під час планування мережі DVB-T країни зобов'язані дотримуватись цих визначених режимів. Кожна з країн має право відмовити сусідній країні в координації частотних присвоєнь, якщо та вносить пропозиції, відмінні від угоди «Женева-2006».

Допоки не виникає ніяких додаткових перешкод чи необхідності у більшому захисті від завад, ніж зазначено в частотному плані «Женева-2006», — немає потреби вносити якісь зміни до його статей. Але чим більше національне планування мережі DVB-T/H відхиляється від «Умовно частотного планування», згідно з угодою «Женева-2006», тим важче буде досягти достатнього покриття з обмеженнями по потужності і з рівнями завад, зазначеними в частотному плані.

Таблиця 4.2 показує можливі обмеження при впровадженні частотного плану для різних типів послуг.

Якщо для країни виникає необхідність у впровадженні послуг цифрового ефірного телебачення DVB-T для портативного (зовнішнього чи внутрішнього) прийому або мобільного DVB-H, але для цієї країни угодою «Женева-2006» встановлено фіксований прийом, то потрібно узгодити з сусідніми країнами підвищення визначених в угоді потужностей в деяких SFN-зонах, а також планувати більш щільні SFN-зони (більша кількість передавальних станцій).

Положення частотного плану «Женева-2006» щодо портативного прийому, як правило, мають набагато вищі рівні інтерференційних завад, ніж для прийому на направлені зовнішні фіксовані антени. Якщо виникає необхідність у впровадженні послуг цифрового наземного телебачення з прийомом на фіксовані антени,



Рис. 4.3. Розподіл SFN-зон в Україні і сусідніх країнах

ни замість прийнятого угодою «Женева-2006» портативного прийому, то вимоги до потужності будуть значно вищими, ніж тоді, коли б положення в частотному плані були визначені для прийому на фіксовані направлені антени. Проте ефективно випромінювальна потужність в SFN-зонах, зазначена в частотному плані для портативного прийому, є (більш ніж) достатньою для покриття країни з умовами прийому на фіксовані антени. Це означає, що прийняття Україною портативного прийому згідно з угодою «Женева-2006» вигідне, оскільки відведена для України максимально допустима потужність цілком достатня для фіксованого прийому.

Впровадження цифрового ефірного телебачення високої чіткості HDTV чи мобільного DVB-H обмежує кількість послуг телебачення стандартної чіткості. Це може бути певною мірою компенсовано застосуванням ефективніших передавальних систем чи систем компресії (див. розділ 5.4). Слід зазначити, що оскільки під час перехідного періоду, коли дуже обмежений частотний ресурс, необхідно транслювати ті самі телепрограми в цифровому

й аналоговому форматі, стає очевидно, що при частотному плануванні й ліцензуванні передусім варто створити мультиплекси для загальнонаціональних телеканалів, які використовують аналогові ефірні телемережі. Інші мультиплекси для нових телевізійних послуг впроваджуватимуться поетапно в процесі вимкнення передавачів для аналогового телебачення.

4.2.3. Конфігурація мережі

Частотний план «Женева-2006» надає права для використання частот у вигляді частотних присвоєнь і виділень. Присвоєння дає право використовувати частоту для передавальних станцій з її характеристиками: координати, потужність випромінювання, висота й направленість антени. Виділення дає право використовувати частоту на певній території. В принципі, усі статті частотного плану можуть застосовуватись для всіх типів конфігурацій мережі за умови, що «перевірка на відповідність» (див. підрозділ 3.3.2) була виконана. Згідно з планом «Женева-2006» Україна, шляхом кількарічних погоджень з іншими країнами, виділила в кожній із 4 зон синхронного мовлення від 7 до 13 частот.

На *рис. 4.3* представлено карту з розподілом SFN-зон в Україні і частково у прикордонних країнах. Аналіз частотних планів «Женева-2006» показує, що всі країни-сусіди погодили план з великою кількістю одночастотних SFN-зон. Це означає, що план «Женева-2006» дуже гармонізований і вигідний кожній країні.

4.3. Впровадження мобільного ТБ у спеціально відведеному піддіапазоні

Портативні пристрої з вбудованими антенами мають дуже низьку чутливість прийому (див. також підрозділ 7.2). Коефіцієнт підсилення антени може бути підвищений, якщо портативні термінали призначені для роботи в більш обмеженому піддіапазоні ніж повний діапазон IV/V (470 — 862 МГц). Як правило, вузькосмугові антени з покращеним коефіцієнтом підсилення ≈ 4 дБ можуть працювати в 10-відсотковій чи меншій смузі частот. Тому розглядається використання спеціалізованого піддіапазону для мобільного (портативного) телебачення.

Ефективніше планування є іншою причиною для виділення спеціалізованого піддіапазону для мобільного телебачення.

У цьому випадку різні частини діапазону використовуються високопотужними передавальними станціями з високими вежами та мало- чи середньопотужними — з низькими вежами. Але мобільне телебачення потребує більшої ефективної потужності випромінювання (ERP) порівняно з усіма іншими специфікаціями DVB-T. На практиці, мережі мобільного телебачення можуть бути дуже різні: від високопотужних до щільних мереж з нижчою потужністю. Якщо країна прийняла план «Женева-2006» для портативного прийому, то, вірогідно, більшої ефективності можна буде досягти, не виділяючи під синхронну DVB-T мережу діапазони IV/V. Частоти, зазначені в частотному плані, які формують мережу, розкидані, як правило, за діапазонами IV/V.

Використання частотного діапазону для мобільного телебачення у діапазоні IV/V обмежене каналами нижче 56 (750 МГц) у випадку одночасної роботи телефону з GSM у діапазоні 900 МГц. Це викликано проблемами функціональної сумісності у телефоні. У майбутньому передбачається заміна GSM послуг на UMTS, що призведе до зменшення цих проблем, а отже й обмежень на канали для мобільного телебачення. Проте, якщо UMTS впроваджується в частотному діапазоні 790 — 862 МГц й відповідні телефони оснащуються системою DVB-H, ці обмеження можуть змінюватись і, як наслідок, потрібно буде провести повторний розгляд.

Піддіапазон для мобільного телебачення може створюватись шляхом перепланування діапазонів IV/V. Але це може спричинити зміни частот, потужності і діаграм направленості антен. Використання спеціалізованого піддіапазону для мобільного телебачення обмежує кількість послуг телебачення у HD- чи SD-форматі. Це можна вирішити шляхом застосування ефективніших систем передачі й компресії (див. *підрозділ 5.4*).

4.4. Впровадження мобільних послуг 3G у спеціалізованому піддіапазоні

4.4.1. Загальні відомості

Якщо частина «цифрового дивіденду» використовується для мобільних послуг 3G у діапазонах IV/V, включаючи передачу інформації через супутник (uplink), тоді частина діапазону IV/V має бути звільнена від телерадіомовлення і відведена для послуг

мобільного зв'язку 3G. На міжнародній конференції WRC-07 у 2007 році було узгоджено можливість використання 61 – 69 частотних телеканалів для використання послуг 3G за умови впровадження заходів із недопущення завад для телебачення (див. підрозділ 3.2).

Звільнення частини діапазону V від телерадіомовлення, безсумнівно, впливатиме на розвиток цифрового ефірного телебачення. Крім того, потрібно звернути увагу на взаємний вплив випромінювальних сигналів DVB-T передавачів і передавачів мобільного зв'язку, незважаючи на те, що вони працюють у різних піддіапазонах.

4.4.2. Вплив на телерадіомовні послуги

Вплив піддіапазону для мобільного зв'язку стандарту 3G на цифрове наземне телебачення буде різним у різних країнах залежно від частот, які використовуються для цифрового телебачення. У деяких країнах частоти всіх наземних DVB-T мереж сконцентровані на каналах 61 – 69, коли в інших цей діапазон (ще) не використовується для телерадіомовлення. У більшості країн частоти для мультимплексів зосереджені у діапазонах IV/V.

Угода «Женева-2006» була укладена після семи з половиною років підготовки, інтенсивних дво- і багатосторонніх переговорів, двох конференцій Міжнародного союзу телекомунікацій (ITU), Регіональної конференції 2004 року «RRC-04» (тривалість 3 тижні) і Регіональної конференції 2006 року «RRC-06» (тривалість 5 тижнів). Прийняття плану «Женева-2006» досягнуто шляхом значного зменшення взаємних вимог і укладення багатьох угод для міждержавних регуляторів, націлених на усунення будь-якої потенційної несумісності. Це, в свою чергу, обмежило завадостійкість у багатьох зонах: рівні інтерактивних завад вищі, ніж було прогнозовано. Нереальним припущенням є те, що дірки у покритті внаслідок запровадження піддіапазону для мобільного зв'язку можна усунути шляхом змін параметрів передавачів на решті 41 каналах. Як результат – може виникнути необхідність відмовитись від одного мультимплексу. Для досягнення нормального покриття для решти мультимплексів слід провести перепланування. Все це зумовить внесення поправок до плану «Женева-2006».

Очевидно, що втрата одного мультимплексу обмежує впровадження нових цифрових телевізійних послуг, що може частково бути вирішено шляхом застосування ефективніших систем передачі й компресії (див. підрозділ 5.4).

4.4.3. Проблеми з сумісністю між 3G й DVB-T

Проблеми сумісності, які потребують ретельного розгляду:

- інтерференційні та взаємні завади від DVB-T передавальних станцій для DVB-T приймачів;
- короточасні завади від мобільних терміналів;
- завади у прийомі базових станцій від DVB-T передавача;
- перевантаження DVB-T приймачів 3G сигналом.

Інтерференційні завади між сусідніми каналами 3G і передавальними станціями DVB-T подібні до проблем, описаних у *підрозділі 5.6.3*.

Мобільні телефони, які підтримують 3G послуги, можуть використовуватись будь-де. Використання мобільних телефонів поряд із внутрішніми, зовнішніми антенами, а також антенами для прийому мобільного телебачення може викликати завади DVB-T сигналу. Задля уникнення цих завад Міжнародний союз телекомунікацій (ITU) проводить дослідження, в ході яких встановлено можливі варіанти вирішення цієї проблеми:

- достатня захисна смуга частот між 3G «uplink»;
- відповідна максимальна передавальна потужність 3G терміналів;
- достатньо низьке позасмугове випромінювання 3G терміналів.

Введення піддіапазону для 3G послуг є неов'язковим. Кожна країна може сама вирішувати чи потрібно використовувати верхню частину смуги діапазону V для 3G послуг або інших нетелерадіомовних послуг за умови, що це не суперечить регламенту радіозв'язку. Але може статись так, що в одній країні поблизу кордону встановлений передавач DVB-T на частоті вище 60 каналу, а в іншій країні, так само біля кордону, — базова станція 3G. Припускають, що базові станції 3G не спричинять перешкод прийому телерадіомовних послуг. Але приймальне обладнання базових станцій 3G дуже чутливе, і, як наслідок, сигнал випромінювання DVB-T може викликати перешкоди 3G станції, тобто ехо-сигналів 3G «uplink». Тут потрібне ретельне планування DVB-T і 3G мереж.

Тестування показали, що позасмугова завадозахищеність DVB-T приймачів, терміналів (телефонів) висока за нормальних умов експлуатації. Проте при перевантаженні, викликаному або корисним сигналом, або перешкодою, позасмугова завадозахищеність знижується. Передбачається, що 3G сигнали можуть так само перевантажувати DVB-T приймач.

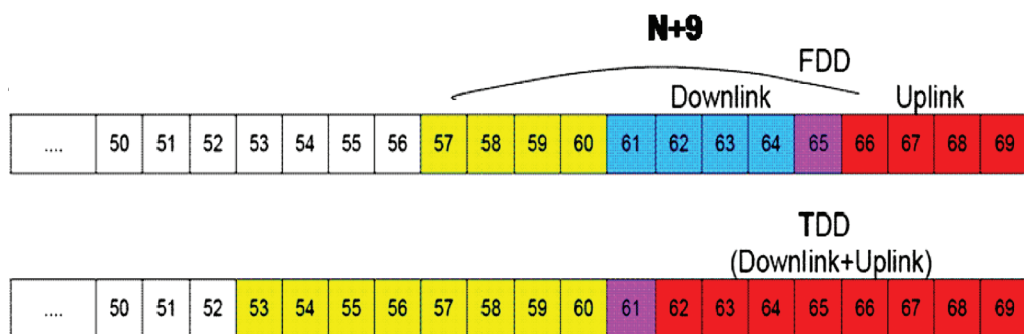


Рис. 4.4. Взаємодії каналів

Рис. 4.4 показує можливі конфігурації розподілу частотно-го спектра у верхній частині діапазону V. Захисна смуга частот чи двостороння відсутність сигналу одного телевізійного каналу очікується між up- і downlink. На випадок, якщо послуги 3G використовуються як дуплексний зв'язок з часовим розподілом каналів, кожен блок частоти 3G буде використаний для up- і downlink. Телевізійний прийом на каналах 53 – 60 при перевантаженні може бути з перешкодами каналу зображення (n+9) в деяких приймачах. При дуплексному зв'язку з частотним розподілом каналів і використанні чотирьох верхніх каналів для використання в «uplink» передавачах вірогідність перешкоди каналу зображення обмежується каналами 57 – 60. Для підвищення сумісності можна буде покращити динамічний діапазон вхідного сигналу і завадостійкість у верхній частині DVB-T прийому.

4.5. Використання «вільних місць» (white spaces)

Термін «вільне місце» використовується для позначення частини спектра, яка є в наявності для застосувань радіозв'язку у певний час і в певній географічній зоні, що не викликає ніяких перешкод і не потребує захисту від перешкод стосовно інших послуг. На рис. 4.5 показані «вільні місця» (зони) можливого використання частотного телеканалу.

Ці так звані «вільні місця» можуть використовуватись для таких допоміжних послуг телерадіомовлення, як бездротові мікрофони і прийомопередавальні лінії зв'язку, які широко розповсюджені у багатьох країнах. Крім того, кілька низькопотужних пристроїв близького радіусу дії, які не потребують ліцензування,

розглядаються як майбутні застосування для цих «вільних місць».

Особливий інтерес викликають такі нові технології, як когнітивні радіоприймачі (приймачі, які можуть пристосувати рівень частоти, модуляції й потужності відповідно до їхнього місця розташування) та радіоприймачі з програмним забезпеченням. За допомогою цих технологій послуги автоматично налаштовуються на свою частоту на основі певних критеріїв. Сумісність цих видів застосувань з цифровими телерадіомовними послугами ще не до кінця доведена. Слід зауважити, що позитивні результати тестування когнітивних радіоприймачів у США не обов'язково означають те, що вони можуть бути впроваджені в Європі внаслідок щільнішого використання частотного спектра й іншої цифрової телевізійної системи.

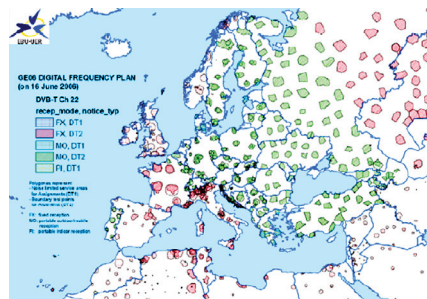


Рис. 4.5
Території «вільних місць» для України й сусідніх країн

4.6. Підсумки

«Цифрові дивіденди» є додатковим спектром частот для впровадження послуг цифрового телебачення у діапазоні III, IV і V. «Цифровий дивіденд» можна використовувати для таких послуг телерадіомовлення, як: цифрове наземне телебачення із внутрішнім та зовнішнім портативним прийомом, а також із прийомом на зовнішні фіксовані антени, мобільне цифрове телебачення DVB-H, телебачення високої чіткості й інтерактивне ТБ. Послуги мобільного зв'язку можна впроваджувати у верхній частині діапазону (790 — 862 МГц). З метою використання в частотному спектрі так званих «вільних місць» можуть бути задіяні технології з малопотужними передавачами.

Параметри передавальних станцій для цифрових наземних телевізійних послуг мають відповідати положенням частотного плану «Женева-2006». Зміни вимог до мереж призводять до змін параметрів станцій. Внаслідок зміни параметрів передавальних станцій, можливо, потрібно буде вносити зміни до плану «Женева-2006», які вноситимуться за погодженням із сусідніми країнами. Модифікації параметрів передавальних станцій стосуються:

- зміни потужності чи антени для досягнення кращого покриття;
- переходу на інший DVB-T варіант для досягнення кращого покриття чи вищої пропускної здатності;

- встановлення покращених кодерів, покращеної системи компресії (MPEG-4 AVC), установки додаткових мультіплексів чи, в майбутньому, переходу на новітню систему DVB-T2 для досягнення вищої пропускну здатності;
- установки додаткових передавачів для покращення чи розширення покриття.

Більш детально згадані модифікації мереж розглянуто в *підрозділах 5.3, 5.4, 5.5 і 5.6*.

Під питанням — поділ діапазонів IV/V для різних видів послуг (цифрове телебачення для великої площі покриття, мобільне телебачення і мобільний зв'язок). Введення піддіапазонів зменшить пропускну здатність для цифрового наземного телебачення і викличе необхідність внесення змін до частотного плану «Женева-2006» для розділу «Цифрове телебачення у діапазонах IV/V». Втрата частотного спектра обмежує майбутні розробки і може викликати необхідність модифікації існуючих у країні DVB-T мереж.

Ці модифікації можуть включати:

- зміну частот внаслідок перепланування;
- перехід на систему DVB-T з вищою пропускну здатністю, покращену систему компресії (MPEG-4 AVC) чи, в майбутньому, — на сучаснішу DVB-T систему (DVB-T2) з метою компенсації втрати пропускну здатності;
- зміну параметрів передавальних станцій і установку додаткових передавачів для компенсації зниження рівня покриття.

Більш детальний розгляд вищезазначених модифікацій мереж викладено у *підрозділах 5.3, 5.4, 5.5*.

Впровадження послуг мобільного зв'язку у верхній частині діапазону V може створити перешкоди DVB-T приймачам.

DVB-T приймачі не зазнають прямого впливу з боку низькопотужних застосувань у так званих «вільних місцях» частотного спектра за умови, що у будь-яких випадках можуть гарантуватись безперешкодні умови експлуатації.

Розділ 5

Багатоканальні цифрові ефірні телемережі

5.1. Вступ

Розробка проектів створення мереж DVB-T та їх швидке впровадження надзвичайно важливі для кожної країни для успішного виконання умов угоди «Женева-2006» (GE06), зокрема, вимкнення аналогового телебачення до 17 червня 2015 р. Оскільки відомо, що частотний спектр аналогового мовлення не буде захищений після цієї дати, дуже важливо знайти оптимальні технічні рішення для трансформації існуючих загальнонаціональних телемереж аналогового мовлення в мережі синхронного цифрового мовлення (SFN), що дозволить зменшити витрати й прискорити створення цифрових телемереж.

Мінімізація капітальних витрат і варіанти проектів прискореного створення DVB-T мереж особливо важливі для країн, що знаходяться на початковому етапі створення мережі цифрового ефірного телебачення, особливо для країн Центральної та Східної Європи, Азії й Африки.

Впровадження цифрової ефірної телемережі має дві основні стадії:

1. Стадія перехідного періоду (до вимкнення аналогового телебачення).
2. Стадія використання так званого «цифрового дивіденду».

Перехід від аналогового до цифрового мовлення може відбуватись у різних країнах по-різному і мати свої зміни параметрів мережі у процесі впровадження.

Зміни можуть стосуватись:

- параметрів випромінювання;
- використання модифікацій стандарту DVB-T;
- передавальних станцій;
- мультиплексування.

Є методики, що відображають пристосування параметрів існуючих передавальних станцій (ПС), побудованих багато років тому для аналогового мовлення, до сучасних умов планування і проектування DVB-T телемережі [24]. У наступному підрозділі детально описується відповідна методика.

5.2. Методика трансформації існуючих аналогових національних телемереж у мережі синхронного цифрового мовлення

Методика розробки проекту з трансформації існуючих аналогових національних телемереж у мережі синхронного цифрового мовлення [24, 25, 26] складається з чотирьох основних етапів і відображає розрахунки ефективної потужності випромінювання (ERP) передавачів, діаграм спрямованості антен для кожної передавальної станції відповідно до умов угоди «Женева-2006». Також наводиться алгоритм розробки детального технічного проекту зі специфікаціями для кожної передавальної станції і кожної SFN-зони.

Рис. 5.1 демонструє карту України з розташуванням SFN-зон і ≈ 500 передавальних веж для аналогового телерадіомовлення.

Розташування більшості веж для аналогових багаточастотних мереж (MFN) не відповідає розташуванню багатьох SFN-зон

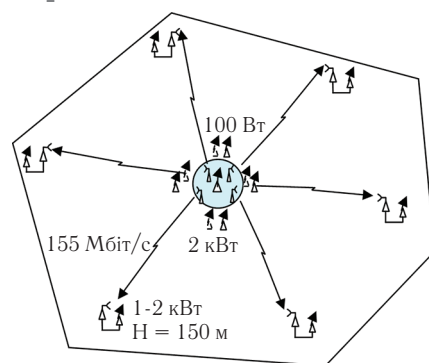


Рис. 5.2
Схема ідеальної типової мережі SFN для портативного прийому

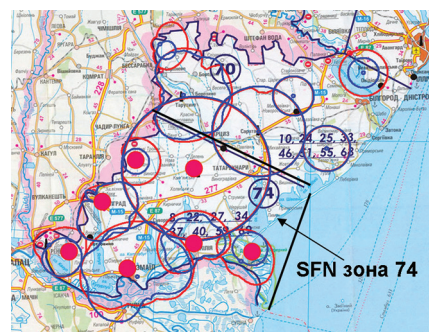


Рис. 5.3
Розташування щогл для аналогового телемовлення в SFN-зоні 74, Одеська обл., Україна

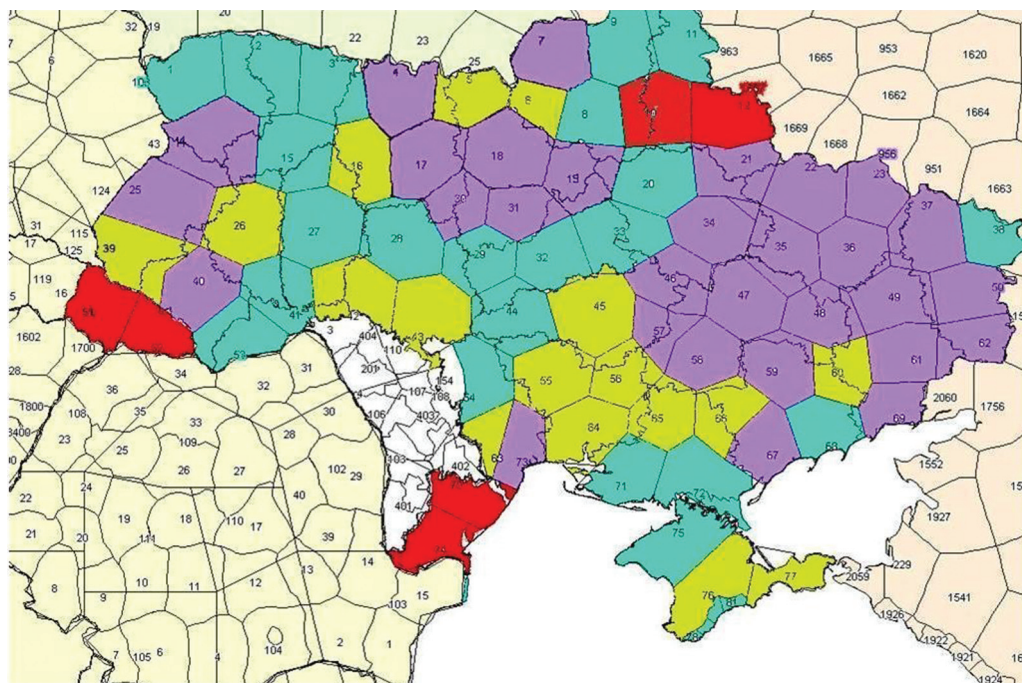


Рис. 5.4

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

■ I етап ■ II етап
■ III етап ■ IV етап

у плані «Женева-2006». Деякі вежі знаходяться на кордоні 2-3 SFN-зон.

Існує два шляхи планування мережі SFN:

- з використанням ідеальної типової мережі SFN для портативного прийому (рис. 5.2);
- з використанням існуючих щогл, побудованих для аналогових мереж (рис. 5.3).

Використання ідеальної типової SFN-зони як основи для розробки проектів дало б ідеальну якість впевненого портативного мобільного DVB-T прийому, але вимагає великих капітальних затрат. Реально таке планування може використовуватись у тих країнах, де майже відсутні передавальні вежі. Для інших країн (у т.ч. України) потрібні компромісні рішення на перехідний період.

Використання як основи для розробки проектів всіх існуючих передавальних веж (для аналогового телебачення) радикально зменшує капітальні й оперативні витрати і 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 (рис. 5.4):

Перший етап

На замовлення провайдера цифрового мовлення оператор телерадіомовної мережі чи виконавець проекту проводить попередні розрахунки діаграм спрямованості антен для кожної передавальної станції в кожній SFN-зоні відповідно плану «Женева-2006» (виділені частотні канали, режими передавачів DVB-T). Беруться до уваги такі параметри передавальних станцій: висота, конструкція вежі, географічні координати і задаються умови прийому (фіксований, портативний тощо) та відсоток покриття території.

Розробка починається з тих SFN-зон, які в плані розвитку DVB-T мовлення країни визначені як перші для впровадження. В Україні план передбачає (див. рис. 5.4) першочергове створення SFN-зон у 70, 74 зоні Одеської області, 50-52 Закарпатської і 10-12 Сумської. На рис. 5.3 показано розташування існуючих веж у 74 зоні Одеської області.

На рис. 5.5 ілюструються розрахунки діаграми спрямованості й необхідної потужності випромінювання антени передавальної станції м. Рені (Одеська обл.) в зоні 74. Береться до уваги те, що станція знаходиться на кордоні з Румунією.

Після проведення аналогічних розрахунків для всіх SFN-зон і передавальних станцій країни створюється комп'ютерна база даних. Далі результати розрахунків наносяться на карту країни (див. рис. 5.6), а також систематизуються у вигляді таблиць. Ці дані узгоджуються з регуляторними органами (Національна рада України з питань телебачення та радіомовлення) і від їх імені та операторів телерадіомовлення (в Україні — Концерн РРТ) передаються до державного органу частотного планування (в Україні — УДЦР). На цьому перший етап закінчується.

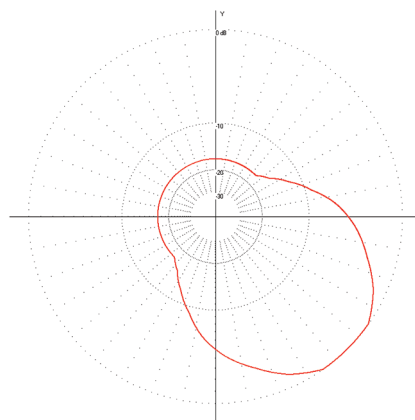


Рис. 5.5

Розрахункові діаграма спрямованості антени і максимальна ЕВП передавача для передавальної станції «Рені»

Режим: 64 QAM $\frac{3}{4}$ GI $\frac{1}{4}$

ЕВП = 30 dBW ($\approx 1,1$ kW)

SFN-зона 74, передавальна станція «Рені»

**Вимоги до прийому: 90 – 95% території
фіксований прийом 50 – 55% території
портативний прийом**



Рис. 5.6
 Пропозиція до регуляторних органів із реалізації діаграм спрямованості антен для 495 передавальних станцій в 81 SFN-зоні України
 (покривтія: 90 — 95% території України для фіксованого прийому і 50 — 55% для портативного прийому)

Другий етап

Другий етап розробки проекту починається з того, що на основі орієнтовно розрахованих і направлених регулятору (УДЦР в Україні) даних для всіх передавальних станцій (500) у всіх 81 SFN-зонах (необхідні ЕВП і діаграми спрямованості, географічні координати веж і антен, режим передавачів), УДЦР визначає умови використання радіочастотного ресурсу. Ці умови включають максимально можливі ЕВП, діаграми спрямованості антен і висоти антен для кожної передавальної станції в кожній SFN-зоні. УДЦР поетапно передає ці дані регулятору (Національна рада України з питань телебачення і радіомовлення) і оператору телерадіомовної мережі (Концерн РРТ). Оператор має активно співпрацювати на цьому етапі з регуляторним органами (УДЦР і Нацрада).

Цілком природно, що попередні розрахунки, надані регулятору, можуть не збігатись з реальними можливостями як через необхідність забезпечення електромагнітної сумісності, так і складність узгодження з сусідніми країнами (особливо під час переходного періоду).

На *рисунку 5.7* представлені визначені регулятором максимальні ЕВП і діаграма направленості антени (червоний колір) для передавальної станції «Рені», а на *рис. 5.8* — для передавальної станції «Ізмаїл».

Використовуючи пропозиції оператора телерадіомовної мережі (*рис. 5.6*), регулятор (УДЦР) проводить поетапні розрахунки і міжнародну координацію для всіх SFN-зон країни.

Рисунок 5.9 показує відмінності між попередніми розрахунковими даними та визначеними регулятором (УДЦР в Україні) для 7 передавальних станцій зони 74.



Рис. 5.7

Передавальна станція в м. Рені.

Орієнтовна потужність передавача: **400 Вт**.
ЕВП заявлені: **30 дБВт**.
ЕВП скореговані регуляторним органом: **29,8 дБВт**.

- Розрахункові і запропоновані до УДЦР ЕВП та діаграми спрямованості антен для кожної передавальної станції в SFN-зоні 74.
- Максимально можливі ЕВП та діаграми спрямованості антен точно визначені УДЦР.

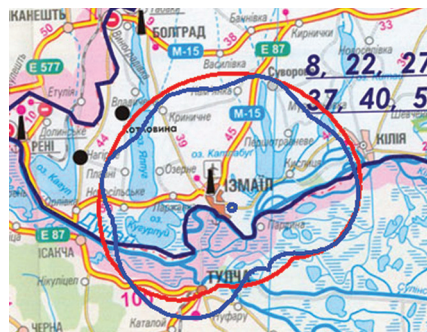


Рис. 5.8

SFN-зона 74, передавальна станція в м. Ізмаїлі.

Орієнтовна потужність передавача: **600 Вт**.
ЕВП заявлені: **39,8 дБВт**.
ЕВП скореговані регуляторним органом: **39,5 дБВт**.

- Розрахункові і запропоновані до УДЦР ЕВП та діаграми спрямованості антен для кожної передавальної станції в SFN-зоні 74.
- Максимально можливі ЕВП та діаграми спрямованості антен точно визначені УДЦР.

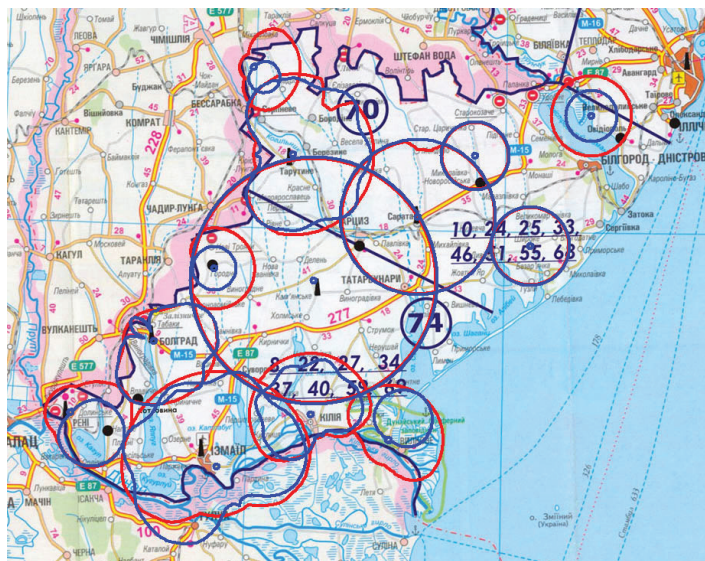


Рис. 5.9
Передавальні станції
в SFN-зонах 70, 74.

- Розрахункові
і запропоновані до УДЦР
ЕВП та діаграми
спрямованості антен для
кожної передавальної
станції в SFN-зоні 74.
- Максимально можливі
ЕВП та діаграми
спрямованості антен
точно визначені УДЦР.

№ зони	Населений пункт	Орієнтовна потужність передавача, кВт	ЕВП заявлені, дБВт	ЕВП скореговані регуляторним органом
74	Болград	0,04	30	29,7
	Ізмаїл	0,6	39,8	39,5
	Кам'янське	0,6	38,8	38,4
	Кілія	0,04	28	29,8
	Городня	0,005	15	26,9
	Вилково	0,04	24	29,9
	Рені	0,04	30	29,8

Вищезазначена база даних, підготовлена на II етапі, використовується для виконання III етапу.

Третій етап

Третій етап передбачає поетапну розробку детальних технічних проектів для кожної з SFN-зон з розрахунками для кожної з передавальних станцій конструкцій антен, висот їх підвісу, діаграм спрямованості і покриття для всіх передавальних станцій в кожній SFN-зоні. Результати комп'ютерних розрахунків покриття мають відповідати умовам щодо вірогідності впевненого прийому, визначеного Нацрадою і урядовою програмою «Впровадження ефірного цифрового мовлення в Україні».

На цьому етапі здійснюються комп'ютерні розрахунки для розробки детальних технічних специфікацій для кожної передавальної станції з визначенням висот і технічних характеристик антен, потужності передавачів, діаграм спрямованості антен відповідно до умов, наданих регуляторним органом на 2 етапі розробки проекту.

Після цього проводяться комп'ютерні розрахунки покриття для кожної передавальної станції і всієї SFN-зони в цілому (рис. 5.16). Якщо розрахункові умови прийому не відповідають вимогам, проект конструкції антени доробляється, а розрахунки покриття повторюються до моменту досягнення відповідності вимогам прийому.

На *рисунках 5.10 – 5.15* наведено приклади однієї із багатьох стадій розрахунків для одного шару покриття (1 із виділених частот) для передавальних станцій Рені і Ізмаїл у SFN-зоні №74.

Спочатку проводиться проектування антени, діаграми спрямованості і ЕВП якої максимально можливо відповідають рекомендаціям УДЦР, 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, у разі потреби, приймається рішення щодо змін проекту конструкції антен для деяких передавальних станцій, тобто коефіцієнта підсилення, спрямованості антени, нахилу діаграми у вертикальній площині. Проводяться повторні розрахунки покриття. Якщо досягається кращий впевнений прийом, ефективна потужність випромінювання і діаграма антени відповідають висновкам частотного регулятора (УДЦР), то конструкції антен у цих передавальних станціях остаточно змінюються. Проводиться додатковий аналіз наявності територій з «нульовим» прийомом в SFN-зоні і проектується можливість установки там малопотужних одночастотних ретрансляторів (gap fillers) .

Розділ 5

Багатоканальні
цифрові ефірні
телемережі

Приклад розрахункових технічних параметрів антени (SFN-зона 74 передавальна станція в м. Ізмаїлі)

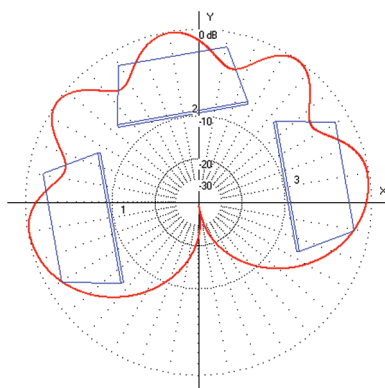


Рис. 5.10
Діаграма спрямованості
випромінювання відповідно
до рекомендацій Українського
державного центру радіочастот

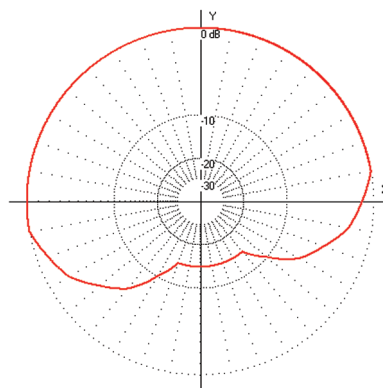


Рис. 5.11
Діаграма спрямованості
випромінювання панельної антени
(2 поверхи, 2 панелі) відповідно
до проекту. Поляризація —
горизонтальна

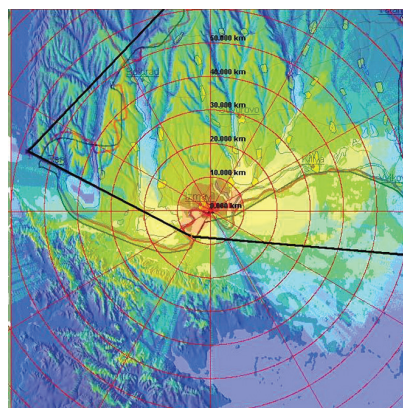
Потужність передавача — 600 Вт (RMS)

ЕВП — 22 200 W

Параметри модуляції: 64 QAM, 8K, FEC = 3/4, GI = 1/4

Передавальна антена: G = 12 дБі, H = 100 м

Приймальна антена: G = 12 дБі, H = 10 м



Кольорова шкала та значення
напруженості поля в точці прийому

- від 106 до 116 дБмкВ/м
- від 96 до 106 дБмкВ/м
- від 86 до 96 дБмкВ/м
- від 76 до 86 дБмкВ/м
- від 66 до 76 дБмкВ/м
- від 56 до 66 дБмкВ/м
- від 46 до 56 дБмкВ/м
- < 46 дБмкВ/м

Рис. 5.12
Результати розрахунків зони
покривтя передавальної станції
в м. Ізмаїлі (фіксований, зовнішній
прийом)

Приклад розрахункових технічних параметрів антени (SFN-зона 74 передавальна станція в м. Рені)

Розділ 5
Багатоканальні
цифрові ефірні
телемережі

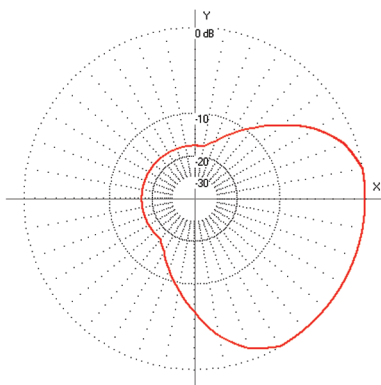


Рис. 5.13
Діаграма спрямованості
випромінювання відповідно до
рекомендацій УДЦР

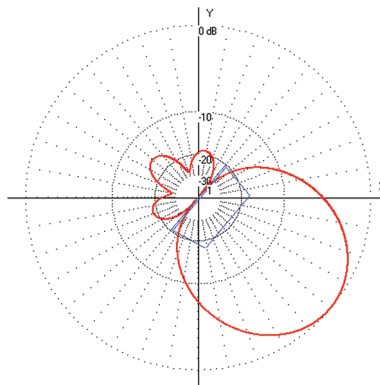


Рис. 5.14
Діаграма спрямованості
випромінювання панельної
антени (2 поверхи, 2 панелі)
відповідно до виконання проекту.
Поляризація – горизонтальна

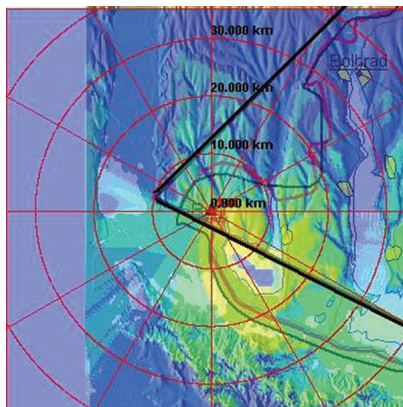
Потужність передавача – 40 Вт (RMS)

ЕВП – 1100 W

Параметри модуляції: 64 QAM, 8K, FEC=3/4, GI=1/4

Передавальна антена: G = 14 дБі, H = 100 м

Приймальна антена: G = 12 дБі, H = 10 м



Кольорова шкала та значення
напруженості поля в точці прийому

- від 106 до 116 дБмкВ/м
- від 96 до 106 дБмкВ/м
- від 86 до 96 дБмкВ/м
- від 76 до 86 дБмкВ/м
- від 66 до 76 дБмкВ/м
- від 56 до 66 дБмкВ/м
- від 46 до 56 дБмкВ/м
- < 46 дБмкВ/м

Рис. 5.15
Результати розрахунків зони
покриття передавальної станції
в м. Рені (фіксований, зовнішній
прийом)

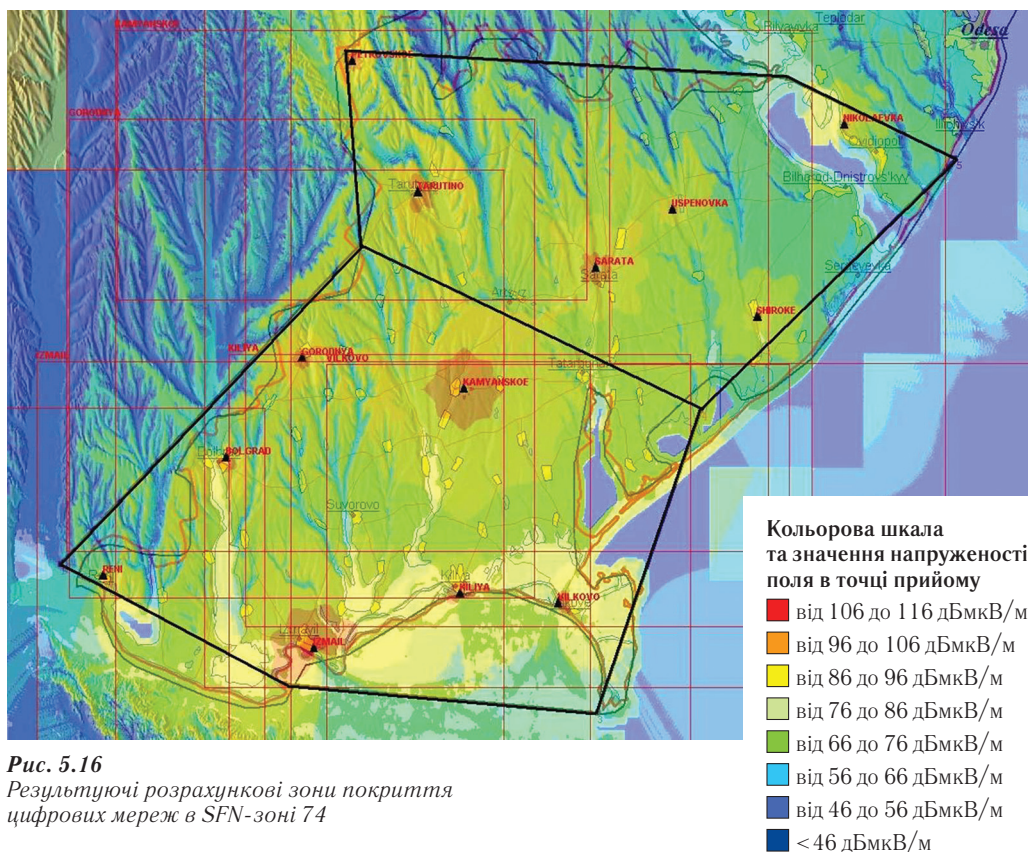


Рис. 5.16
Результуючі розрахункові зони покриття цифрових мереж в SFN-зоні 74

Параметри станцій у зоні 74

№ зони	Населений пункт	Орієнтовна потужність передавача, кВт	ЕВП заявлені, дБВт	ЕВП скореговані регуляторним органом
74	Болград	0,04	30	29,7
	Ізмаїл	0,6	39,8	39,5
	Кам'янське	0,6	38,8	38,4
	Кілія	0,04	28	29,8
	Городня	0,005	15	26,9
	Вилково	0,04	24	29,9
	Рені	0,04	30	29,8

Аналогічні поетапні комп'ютерні розрахунки створення бази даних проводиться в процесі розробки технічного проекту всієї загальнонаціональної DVB-T мережі країни.

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 загальнонаціональної передавальної мережі і для наочності наносяться на карту, яка використовується провайдерами і регуляторними органами (рис. 5.17).

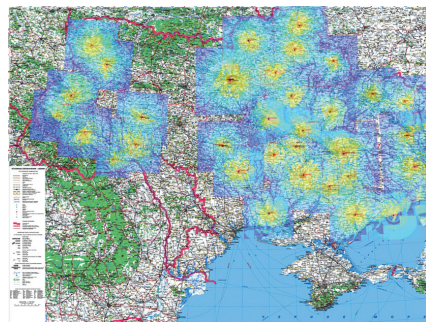


Рис. 5.17

Приклади розрахунків зон покриття в процесі розробки проекту загальнонаціональної DVB-T/H мережі у Східній і Західній Україні

5.3. Режими передавачів DVB-T/ DVB-H

Впровадження наземного ефірного цифрового телерадіомовлення здійснюватиметься за принципом: плавний поступовий та поетапний перехід у визначені терміни.

При переході на цифрове мовлення виникає необхідність вибору найбільш гнучкої та оптимальної системи мовлення. На сьогодні у світі стандартизовано три основні стандарти системи цифрового мовлення:

- ATSC з одночастотним методом модуляції 8-VSB (США);
- DVB-T/DVB-H з багаточастотним методом модуляції OFDM (Європа);
- ISDB-T з методом модуляції BST-OFDM (Японія).

Система DVB-T/DVB-H впроваджується в Європі як основна система цифрового наземного телевізійного мовлення і має стати основною для впровадження в якості національної системи мовлення. Для реалізації в III телевізійному частотному діапазоні передбачено використання цієї системи сумісно з системою T-DAB зі смугою частот ТВ радіоканалу 7 МГц, а в IV і V ТВ діапазонах передбачається реалізація ТВ мовлення зі смугою частот ТВ радіоканалу в 8 МГц.

У таблиці 5.1 наведено основні технічні характеристики систем DVB-T / DVB-H для обох смуг ТВ радіоканалу [27].

Характеристики передавання в системах DVB-T/ DVB-H

Таблиця 5.1

Параметри	7 МГц	8 МГц
Ширина смуги частот, що використовується	6,66 МГц	7,61 МГц
Кількість випромінюваних несінчих коливань	1705 (режим 2k) 3409 (режим 4k) 6817 (режим 8k)	1705 (режим 2k) 3409 (режим 4k) 6817 (режим 8k)
Метод модуляції	ФМ-4, КАМ-16, КАМ-64, ієрархічна КАМ-16 та КАМ-64	ФМ-4, КАМ-16, КАМ-64, ієрархічна КАМ-16 та КАМ-64
Ширина смуги частот каналу	Рекомендація МСЕ-Р ВТ.1206 [13]	Рекомендація МСЕ-Р ВТ.1206 [13]
Тривалість активного символу	256 мкс (режим 2k) 512 мкс (режим 4k) 1024 мкс (режим 8k)	224 мкс (режим 2k) 448 мкс (режим 4k) 896 мкс (режим 8k)
Рознесення між несінчими коливаннями	3906 Гц (режим 2k) 1953 Гц (режим 4k) 976 Гц (режим 8k)	4464 Гц (режим 2k) 2232 Гц (режим 4k) 1116 Гц (режим 8k)
Тривалість захисного інтервалу	1/32, 1/16, 1/8, 1/4 від тривалості активного символу 8, 16, 32, 64 мкс (режим 2k) 16, 32, 64, 128 мкс (режим 4k) 32, 64, 128, 256 мкс (режим 8k)	1/32, 1/16, 1/8, 1/4 від тривалості активного символу 7, 14, 28, 56 мкс (режим 2k) 14, 28, 56, 112 мкс (режим 4k) 28, 56, 112, 224 мкс (режим 8k)
Загальна тривалість символу	264, 272, 288, 320 мкс (режим 2k) 528, 544, 576, 640 мкс (режим 4k) 1048, 1088, 1152, 1280 мкс (режим 8k)	231, 238, 252, 280 мкс (режим 2k) 462, 476, 504, 560 мкс (режим 4k) 924, 952, 1008, 1120 мкс (режим 8k)
Тривалість кадру передавання	68 символів OFDM. Один суперкадр складається з 4 кадрів	68 символів OFDM. Один суперкадр складається з 4 кадрів

Внутрішнє каналне кодування	Згортковий код, вихідна швидкість коду 1/2 з 64 станами. Швидкість після перфорування 2/3, 3/4, 5/6, 7/8	Згортковий код, вихідна швидкість коду 1/2 з 64 станами. Швидкість після перфорування 2/3, 3/4, 5/6, 7/8
Внутрішнє перемеження	Перемеження бітів у поєднанні зі звичайним або поліпшеним перемеженням символів	Перемеження бітів у поєднанні зі звичайним або поліпшеним перемеженням символів
Зовнішнє каналне кодування Ріда-Соломона (RS)	RS (204,188, T = 8)	RS (204,188, T = 8)
Зовнішнє перемеження	Побітове згорткове перемеження з I = 12	Побітове згорткове перемеження з I = 12
Рандомізація даних / розсіювання енергії	PRBS	PRBS
Часова / частотна синхронізація	Несівні коливання пілот-сигналів	Несівні коливання пілот-сигналів
Зовнішнє каналне кодування Ріда-Соломона (RS) при застосуванні IP-протоколу	MPE-FEC RS (255,191)	MPE-FEC RS (255,191)
Метод зменшення споживання енергії у приймачі	Мультиплексування з квантуванням у часі	Мультиплексування з квантуванням у часі
Сигналізація параметрів передавання (TPS)	Передається несівними коливаннями пілот-сигналів TPS	Передається несівними коливаннями пілот-сигналів TPS
Швидкість передавання даних через мережу	Залежно від методу модуляції, швидкості коду та захисного інтервалу (від 4,35 Мбіт/с до 27,71 Мбіт/с для неієрархічних режимів передавання)	Залежно від методу модуляції, швидкості коду та захисного інтервалу (від 4,98 Мбіт/с до 31,67 Мбіт/с для неієрархічних режимів передавання)
Відношення (несівне коливання/шум) у каналі з адаптивним білим гаусівським шумом	Залежно від методу модуляції та швидкості коду, 3,1 – 20,1 дБ	Залежно від методу модуляції та швидкості коду, 3,1 – 20,1 дБ

Розділ 5

Багатоканальні
цифрові ефірні
телемережі

При використанні системи наземного цифрового ТВ мовлення DVB-T/DVB-H існує можливість вибору необхідних параметрів для кожного окремого застосування або служби. Стандарт DVB-T/DVB-H дозволяє використовувати вибір режимів передавання та адаптувати характеристики до різних типів каналів, кожний з яких має свої специфічні особливості. У зв'язку з подальшим розвитком цифрових технологій доставки телевізійного та мультимедійного контенту на різні типи пристроїв виникає необхідність визначення принципів побудови та параметрів мереж цифрового мовлення в Україні. Потрібно створити технічну інфраструктуру мовлення у зв'язку з переходом на застосування цифрових передавальних засобів, а також технічних засобів метрологічного забезпечення цифрового мовлення. До здійснення повного переходу паралельно функціонуватимуть аналогова й цифрова системи.

Рівень захисту, який забезпечується в системах DVB-T/DVB-H, дозволяє використовувати ці системи за умов існування завад від аналогових систем телевізійного мовлення. Тому немає необхідності на перехідному етапі створювати окрему систему цифрового мовлення або вносити будь-які зміни до вже стандартизованої системи.

Система DVB-T/DVB-H дозволяє здійснювати одночасно телевізійне, звукове і мультимедійне мовлення, а також передачу даних в однонаправленому або у двонаправленому інтерактивному режимі. Використання (згідно з угодою «Женева-2006») синхронних зон мовлення розраховане на транслявання передавачами синхронної зони однакової інформації усім користувачам, тому в синхронному режимі реалізація інтерактивного режиму роботи обмежена можливістю передавання однакової інформації в прямому каналі, причому можливості передачі зворотної інформації обмежуються зворотними каналами користувачів.

У цифровому мовленні за метод кодування сигналу цифрового телебачення на початковому рівні було обрано стандарт MPEG-2. Використання цього стандарту в телебаченні дає можливість значно зменшити швидкість передавання аудіо- та відеоінформації, що дозволяє здійснювати передавання декількох цифрових програм у стандартній смузі частот радіоканалу наземного, кабельного або супутникового мовлення. Для передавання програм стандартної чіткості необхідна швидкість цифрового потоку від 4 до 8 Мбіт/с. Таким чином, в одному частотному каналі можна передавати 4 — 6 телевізійних програм. Для передавання програм у стандарті високої чіткості необхідно забезпечити швид-

кість 20 — 30 Мбіт/с, тобто можна передавати одну програму ТБ високої чіткості в одному каналі.

З подальшим розвитком систем стиснення було створено стандарт MPEG-4, причому відеокодування стандартизовано у двох його частинах — MPEG-4 Video та ITU-T H.264/MPEG-4 AVC. При використанні стандарту MPEG-4 AVC можливо досягнути збільшення ступеня стиснення сигналу майже без втрати якості. Для передавання програми стандартної чіткості у стандарті MPEG-4 AVC для тієї самої якості зображення потрібна в 1,6 рази менша швидкість цифрового потоку, ніж у стандарті MPEG-2 Video.

Стандарт MPEG-4 AVC розраховано на передавання відеоінформації за допомогою протоколів IP/UDP/RTP, ATM. Враховуючи вищезазначене, зрозуміло, що його використання надає можливість організації взаємодії різних типів мереж без введення будь-якої службової інформації, а також дозволяє забезпечувати доставку контенту до ефірних передавачів наземного мовлення будь-якими типами мереж [27].

Підсумки

Перехідний період впровадження цифрового ефірного телебачення (до вимкнення аналогового) може мати різні шляхи вирішення, які залежать від багатьох факторів: існуючий ринок аналогового телебачення, кількість загальнонаціональних та регіональних телепрограм, ситуація з частотним ресурсом, технічні характеристики аналогових телемереж.

Цей період потребує застосування компромісних рішень, в тому числі вирішення технічних проблем, які можуть виникнути під час одночасного існування цифрового й аналогового мовлення (наприклад, створення перешкод приймачам аналогового мовлення, що знаходяться на периферії кожної з SFN-зон).

Найменш затратне компромісне рішення полягає в максимальному використанні всіх існуючих веж передавальних станцій аналогового мовлення, що дасть можливість забезпечити мінімум завад для приймачів аналогового мовлення і значно скоротить капітальні затрати на створення цифрових передавальних телемереж та прискорить терміни їх створення.

5.4. Загальнонаціональні і регіональні мережі синхронного цифрового мовлення

5.4.1. Передавальна станція

На *рис. 5.18* зображена спрощена структурна схема типової передавальної станції для трьох мультиплексів, у якій застосовано резервування у конфігурації $n+1$.

У складі передавальної станції є блок управління, що забезпечує автоматичне (або по команді з центру оперативного управління і моніторингу) відключення передавача, який вийшов з ладу, і перемикає його на резервний.

5.4.2. Передавальні DVB-T SFN-мережі наземного синхронного ефірного мовлення

До мережі DVB-T входять (*рис. 5.19*):

- головна станція мультиплексування телерадіопрограм;
- центр оперативного управління й моніторингу;
- супутникова передавальна станція (при використанні супутникової системи доставки мультиплексованих сигналів до передавальних станцій);
- IP-мережа, яка включає телекомунікаційні наземні мережі (волоконно-оптичні, радіорелейні, SDH);
- передавальні станції (*див. рис. 5.18*) і одночастотні ретранслятори у кожній SFN-зоні (*рис. 5.1*).

5.4.3. Головна станція мультиплексування (ГСМ)

ГСМ необхідна для формування цифрового багатоканального пакета програм для подальшої передачі через IP-мережу до супутникової станції та до місцевої передавальної станції.

У якості базової транспортної технології для головної станції і регіональних станцій цифрового мультиплексування та розбудови загальнонаціональної мережі цифрового наземного телебачення, як правило, використовується IP-технологія.

Технологія побудови багатоканальної цифрової телемережі на базі IP-технологій дозволяє самостійно формувати у регіонах власні пакети програм із загального пакета, який розповсюджується централізовано, з можливістю введення місцевого контенту

та регіональної врізки реклами. Використання декількох видів передавальних станцій, в тому числі ефірних ретрансляторів, забезпечить ефективне покриття всієї території країни.

Основні функції головної станції мультиплексування:

- компресія вхідних аналогових відео- й аудіосигналів та цифрових (SDI) відеосигналів за стандартом MPEG-4 AVC (H.264);
- мультиплексування та ремультимплексування вхідних цифрових сигналів з метою формування багатоканальних цифрових пакетів (мультиплексів) для подальшої їх передачі на обласні (регіональні) станції мультиплексування та місцеві станції ретрансляції;
- передача багатоканальних цифрових пакетів (мультиплексів) та IP-даних по каналах зв'язку й телекомунікаційних мережах: супутникових мережах, мережах MPLS/IP, ATM/SDH, цифрових радіорелейних лініях зв'язку;
- моніторинг та контроль обладнання головної станції з забезпеченням автоматичного резервування обладнання по схемі $n+1$ за групами.

Можливості головної станції мультиплексування:

- прийом сигналів (PAL, SDI, ASI, IP), які надходять на вхід головної станції мультиплексування від різних джерел (від аналогових та цифрових студій ТРК, з виходу супутникових приймачів-декодерів, телекомунікаційними мережами від різних операторів);
- компресія вхідних аналогових відео- (PAL) та аудіосигналів, цифрових (SDI) відеосигналів MPEG-4 AVC;
- генерація сигналів синхронізації для забезпечення синхронізації цифрових ТВ передавачів у межах однієї зони синхронного мовлення за рахунок власного джерела синхронізації з використанням системи GPS;
- забезпечення доступу до транспортної IP-мережі з функцією маршрутизації транспортних IP-потоків цифрового мовлення;
- можливість створення, обробки та маршрутизації одночасно декількох неідентичних вихідних пакетів програм з метою формування цифрових телевізійних пакетів (мультиплексів) для подальшої їх подачі на передавачі, обласні (регіональні) станції мультиплексування та місцеві станції ретрансляції;
- передача і прийом багатопрограмних цифрових потоків за IP- та ASI-інтерфейсами;
- можливість динамічного перерозподілу швидкості потоків;

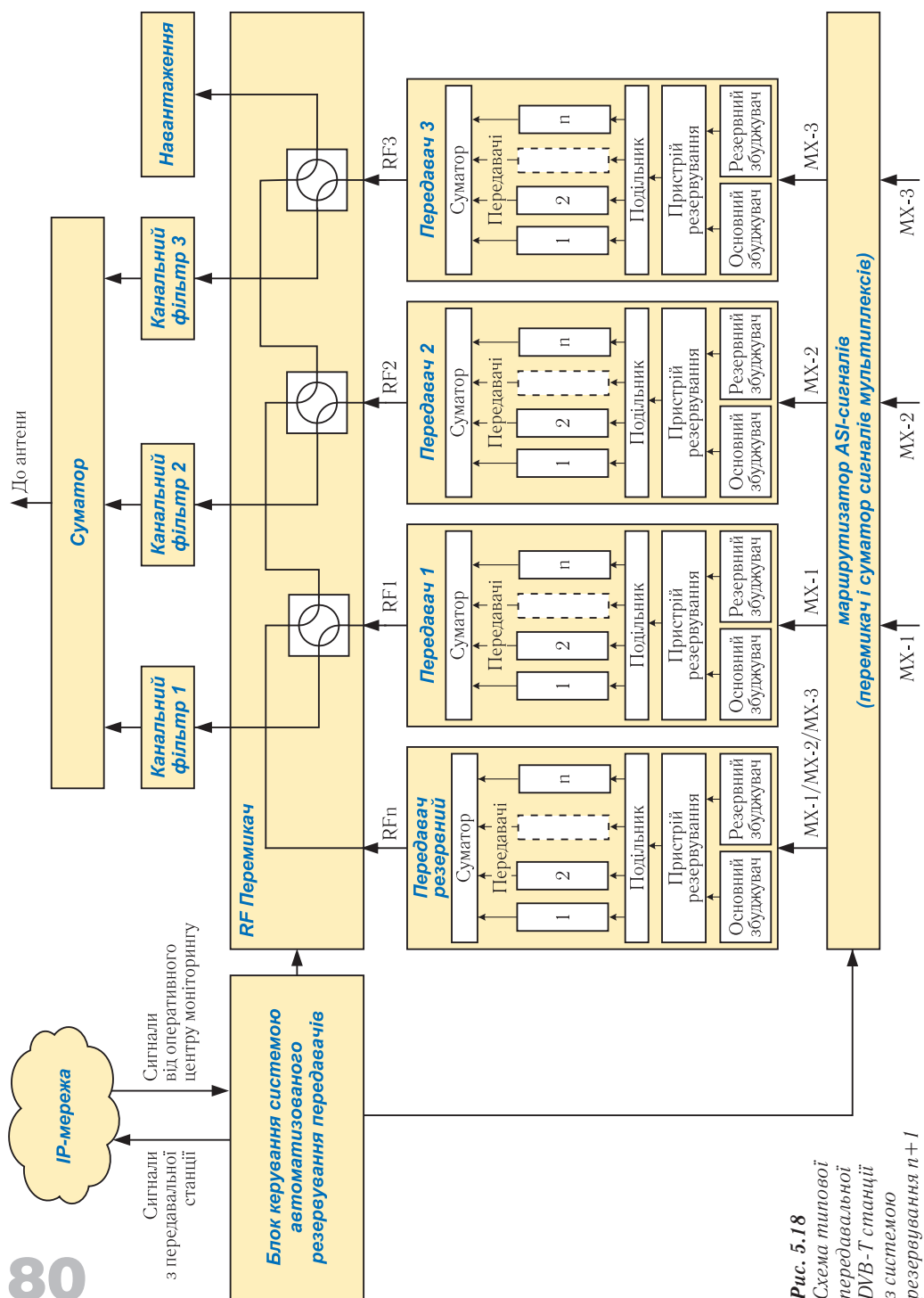


Рис. 5.18
Схема типової передавальної DVB-T станції з системою резервування $n+1$

Рис. 5.19



Розділ 5

Багатоканальні
цифрові ефірні
телемережі

- генерація і коректування PSI/SI сервісної інформації DVB у транспортних потоках; можливість роботи з EPG-генератором (електронний провідник програм);
- можливість комутації й розподілу вхідних та вихідних транспортних потоків мультимплексів за IP-протоколом;
- моніторинг та контроль обладнання головної станції із забезпеченням автоматичного резервування обладнання головної станції по схемі $n+1$ за групами;

Передбачено розширення можливостей головної станції (а, відповідно, і можливостей загальнонаціональної мережі) з додаванням нових типів послуг, таких, як DVB-H мовлення для мобільних пристроїв, мовлення телебачення високої роздільної здатності (HD) тощо.

5.4.4. Супутникова передавальна станція

Супутникова передавальна станція необхідна для організації розповсюдження пакетів програм від головної станції мультимплексування до місцевих передавальних станцій, розміщених по всій території України.

Супутникова передавальна станція може бути територіально відокремлена від ГСМ. Мультимплекси від ГСМ передаються до супутникової передавальної станції виділеною IP-мережею, організованою на доступних телекомунікаційних каналах. Прийом транспортних потоків здійснюється за допомогою приймачів-декодерів IP-входом та ASI-виходом.

Для оптимального використання орендованої супутникової ємності доцільно об'єднати два мультимплекси в один транспондер. Модульований сигнал переноситься в необхідну смугу частот за допомогою цр-конверторів, потім підсилюється підсилювачами KU-діапазону та випромінюється на супутник передавальною антеною діаметром 5,6 м. Для забезпечення високої надійності роботи супутникової передавальної станції обладнання має бути за резервоване за схемою $n+1$ в гарячому резерві та мати 1 одиницю в холодному резерві, або режимі очікування.

Серед супутникових операторів, які забезпечують покриття усієї території України, слід виділити компанії SES Sirius (супутники Sirius-2, Sirius-4) та Spacocom (супутники Amos-2, Amos-3). Оператор SES Sirius є кращим за енергетичними показниками.

Для прийому супутникового сигналу на місцевих передавальних станціях рекомендується використовувати супутникові офсет-

ні приймальні антени МАВО діаметром 1,85 м. Сигнал приймається супутниковими приймачами-декодерами з ASI-виходом та опцією Multiple TS, яка дозволить розділити транспортні потоки. З ASI-виходів приймачів-декодерів транспортні потоки подаються безпосередньо на DVB-T передавачі. Для забезпечення роботи передавачів в одночастотному режимі необхідні сигнали синхронізації можливо отримати з джерела синхронізації з GPS-приймачем Epsilon Clock 2S. Два мультиплекси DVB-T випромінюються в ефір за допомогою антенно-фідерного обладнання.

5.4.5. Центр оперативного керування та моніторингу

Система призначена для централізованого керування теле-радіопередавачами, а також іншими пристроями, розташованими на віддалених радіопередавальних станціях та інших об'єктах, в тому числі таких, що не обслуговуються.

Система (рис. 5.20) складається з сервера у центрі керування та елемент-менеджерів на віддалених пунктах. На сервері встановлюється менеджер-програмне забезпечення, яке здійснює не тільки моніторинг стану окремих вузлів, а й керування ними. На елемент-менеджерах встановлюється агент-програмне забезпечення, що проводить опитування функціональних вузлів, зберігає інформацію про їх стан та, за потреби, передає її менеджеру. Основною перевагою такої побудови є те, що фізичний зв'язок між агентом і менеджером може бути будь-яким (GSM-мережа, супутниковий або телефонний зв'язок, Ethernet). Стандартизується тільки логічний протокол SNMP. Зв'язок між елемент-менеджером та контрольованим обладнанням може бути будь-яким (RS-232, RS-485, Ethernet, USB, IEEE-1284 (паралельний порт)).

Керування мережею може здійснюватись безпосередньо з центру керування або віддаленого робочого місця за допомогою простого WEB-інтерфейсу. Керувати системою можна навіть з WAP-браузера мобільного телефону. Якщо виникає аварійна ситуація, система може надіслати SMS-повідомлення на мобільний телефон.

Основна перевага цієї системи полягає в тому, що протоколи взаємодії між елемент-менеджерами та пристроями є повністю відкритими. Це робиться для того, щоб кожен окремо взятий прилад можна було просто, без залучення сторонньої допомоги, під'єднати до системи.

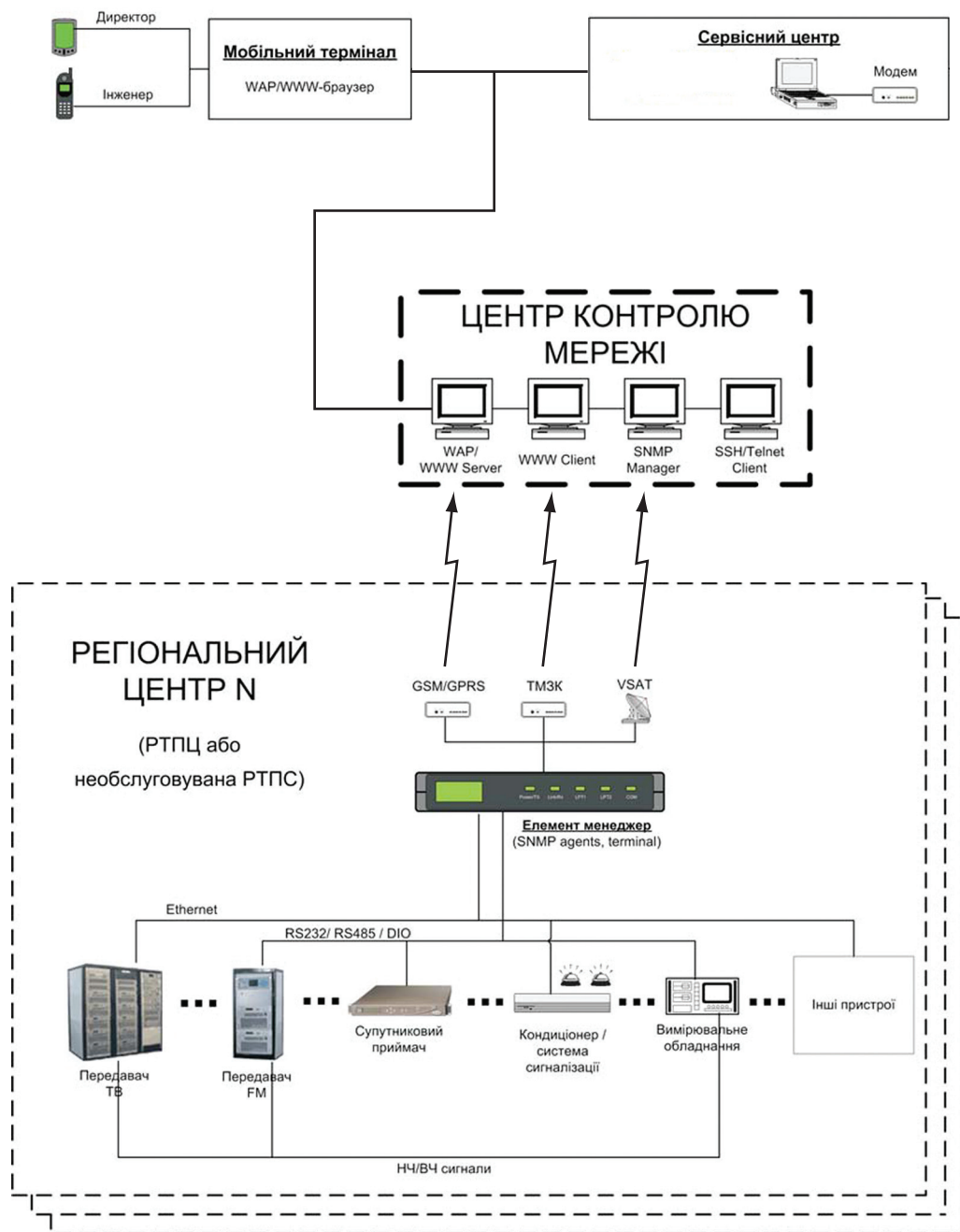


Рис. 5.20. Типова схема центру оперативного керування та моніторингу

5.4.6. Особливості синхронного цифрового мовлення

Розділ 5
Багатоканальні
цифрові ефірні
телемережі

Загальна потужність станцій у SFN-зоні значно менша за потужність однієї станції, яка була б необхідна для покриття подібної за площею території. Слід тільки зазначити, що експлуатація SFN-мережі, проектування, налагодження (зокрема, налагодження синхронізації одночастотних передавачів) економічно дорожча, ніж MFN-мережі.

Аналіз умов прийому в зоні синхронного мовлення показує, що використання компактних кімнатних ненаправлених антен є дуже зручним для телеглядачів. Суттєве покращення прийому досягається тим, що ефективна потужність випромінювання кількох передавачів у межах зони синхронного мовлення (SFN) фактично сумується, тому що сигнали до телерадіоприймача надходять з кількох напрямків. Саме цей фактор забезпечує приймання телерадіопрограм у русі на швидкостях до 150 — 200 км/год.

Багаточастотні (MFN) мережі раціонально використовувати для регіонального мовлення. В цьому випадку не потрібен довгий захисний інтервал і тому можливий режим роботи передавачів з вищою пропускнуою здатністю. Згідно з угодою «Женева-2006» Україна разом з переважною більшістю європейських країн, країн Азії й Африки прийняла SFN-режим з портативним прийомом. Цим вона досягла виділення їй більшої кількості частот у 81 SFN-зоні з максимально допустимою ефективною потужністю випромінювання (ERP) на більшості частот у SFN-зонах.

Як в одночастотних SFN-, так і в багаточастотних MFN-мережах додатковим технічним засобом покращення покриття з досягненням 100% впевненого портативного прийому є використання недорогих малопотужних одночастотних ефірних ретрансляторів (gap fillers).

5.4.7. Налаштування SFN-мережі і зон синхронного мовлення

На етапі планування SFN-мережі необхідно розрахувати для кожної передавальної станції:

- D_d — затримка в лінії доставки сигналу;
- D_m — затримка сигналу при модуляції;
- $D_{афп}$ — затримка модульованого сигналу у АФП;
- $D = D_d + D_m + D_{афп}$ — загальна затримка сигналу;
- зони перекриття сигналів декількох передавачів.

Розділ 5

Багатоканальні
цифрові ефірні
телемережі

Якщо у схемі загальнонаціональної мережі передбачено доставку мультимплексованого сигналу через телекомунікаційні мережі (рис. 5.19), то на етапі планування SFN-мережі необхідно розрахувати затримки доставки сигналу від головної станції до кожної передавальної станції. На MIP-інсертері головної станції виставляється параметр «Максимальна затримка», який має бути більший хоча б на 100 нс за максимальну загальну затримку (серед розрахованих).

Налагодження SFN-мережі рекомендується проводити за допомогою DVB-T аналізаторів. Виходячи з умов функціонування SFN-мережі, можна визначити наступні критерії для оцінки правильної роботи SFN-мережі:

- сигнал інших передавачів вкладається у захисний інтервал відносно сигналу основного передавача у точці прийому. Визначається за допомогою діаграми «Impulse response» DVB-T аналізаторів.
- у точці прийому демодульований мультимплекс не містить помилок відповідно до стандарту TR 101 290. Визначається за допомогою DVB-T аналізаторів згаданих приладів.

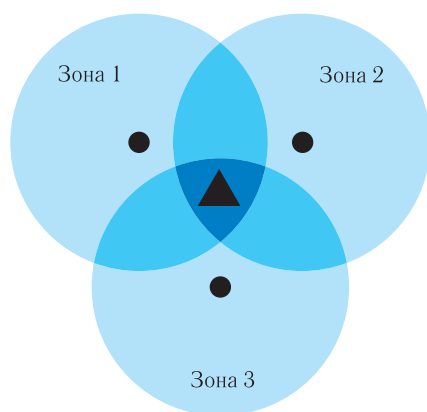


Рис. 5.21

Перекриття зон покриття трьох
передавачів

- зона перекриття двох передавачів
- зона перекриття трьох передавачів

Налагоджувати SFN-мережу слід у зонах перекриття сигналу від декількох передавачів під час об'їзду території на автомобілі, облаштованому приймальними антенами і DVB-T аналізаторами. Одним із варіантів початку налагодження може бути група з 3-4 передавачів. Причому кожна наступна група має формуватись шляхом додавання до двох передавачів налагодженої групи одного суміжного до них передавача.

Кількість проведених вимірів та перевірок має бути мінімально достатньою для обмірювання всієї зони перекриття сигналів двох або більше передавачів.

5.5. Параметри випромінювання

Розділ 5
Багатоканальні
цифрові ефірні
телемережі

5.5.1. Причини для внесення змін у мережі DVB-T після завершення перехідного періоду

- впровадження нових послуг;
- виконання умов угоди «Женева-2006» (під час перехідного періоду допускаються, за узгодженням з сусідніми країнами, відхилення від плану «Женева-2006»);
- впровадження для мобільного зв'язку піддіапазонів і захисної смуги частот;
- експлуатаційні потреби;
- необхідність покращення покриття.

Експлуатаційні причини для зміни параметрів цифрових передавальних станцій можуть виникнути, якщо запуск телевізійних мереж виконується з поспіхом. Не завжди можливо вчасно отримати ліцензії на планування чи мати достатньо передавачів для потрібного рівня потужності. Таким чином може бути запущена в експлуатацію SFN-мережа чи окремі передавальні станції з обмеженою потужністю чи висотами антен. Може статись і так, що антени не відповідають потужностям випромінювання передавачів, тому вони підлягатимуть заміні.

Може виявитись, що покриття SFN-мережі на даній частоті чи окремої передавальної станції незадовільне (або стане незадовільним) через збільшення рівня завад, зумовлених запуском цифрових телевізійних передавальних станцій в сусідніх країнах. Для вирішення цієї проблеми потрібно встановити потужніший передавач чи розробити покращену діаграму направленості антени.

5.5.2. Частота

Зміна частоти вимагає переналаштування передавача та смугових фільтрів. У випадку з SFN-мережею всі її передавачі повинні бути переналаштовані (бажано одночасно) на іншу частоту. У розділі 6.2 подається приклад зміни частоти для кількох SFN-мереж. Діаграма направленості антени залежить від частоти і може бути іншою для нової частоти (див. підрозділ 5.5.4). Крім того, при використанні нової частоти може виникнути необхідність обмежень інших параметрів, ніж ті, що використовувались попередньою частотою. Для відповідності цим обмеженням, можливо,

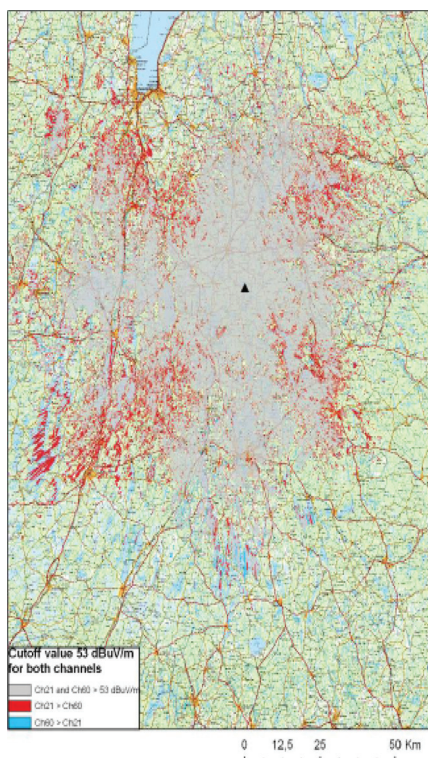


Рис. 5.22
Приклад різниці в покритті між 21 і 60 каналом

потрібно буде зменшити максимальну випромінювану потужність. Виконання умов угоди «Женева-2006» за вимогою сусідніх країн може також спричинити різну ситуацію з завадами від однієї частоти до іншої. Параметри випромінювання передавальних станцій будуть відрізнятися, якщо нова частота знаходиться в іншій частині діапазону. Таким чином, зміна частоти, вірогідно, спричинить зміни у покритті, які на деяких територіях можуть призвести до проблем з покриттям. У таких випадках телеглядачі на цих територіях повинні бути поінформовані про способи покращення прийому.

Рис. 5.22 показує різницю в покритті для двох різних каналів (21 і 60) при використанні однакової антени, яка зображена на рис. 5.23.

Місця, позначені червоним кольором, вказують на втрату покриття після зміни каналу 21 на 60. На місцях, позначених сірим кольором, покриття є достатнім для двох каналів 21 і 60, проте у більшості місць напруженість поля для каналу 60 менша, ніж для каналу 21. Зміна впливає позитивно на

кілька місць, помічених блакитним кольором; покриття є достатнім для каналу 60, але не для 21.

Таблиця 5.2

Способи збільшення потужності випромінювання

Способи збільшення потужності	Примітки
Збільшення рівня потужності передавача перенаштуванням	у межах допустимих запасів потужності даного передавача
Додаткові блоки підсилювача потужності	підвищення потужності передавачів може потребувати додаткових стійок
Заміна передавача на потужніший	приміщення для передавачів повинні бути достатньої площі
Установка нової антени з більшим коефіцієнтом підсилення (більше поверхів)	щогла антени повинна мати достатній розмір і достатню механічну міцність

5.5.3. Потужність

Підвищення потужності випромінювання може бути впроваджено по-різному (у таблиці 5.2 наведено різні способи в порядку збільшення їх складності), якщо це не суперечить угоді «Женева-2006» і місцевим ліцензіям на планування.

5.5.4. Антена

Горизонтальна діаграма направленості

Діаграма направленості антени залежить від її конструкції і частоти. Основним випромінювачем антени є панель з диполями. Як правило, передавальна антена складається з декількох поверхів панелей. Кількість панелей на одному поверсі залежить від опорної структури і горизонтальної діаграми направленості. Ненаправлені антени, розташовані нагорі щогли, зазвичай, мають чотири панелі на поверсі. Загальний вигляд шестиповерхової телевізійної антени дециметрового діапазону можна побачити на рис. 5.23.

На рис. 5.24 представлено діаграми направленості антени для нижніх частотних каналів діапазону IV і верхніх — діапазону V.



Рис. 5.23

Вигляд шестиповерхової антени, змонтованої на вежі

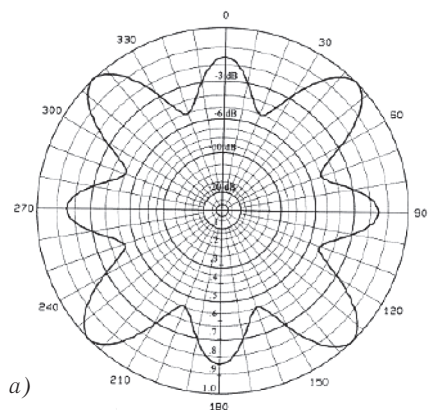
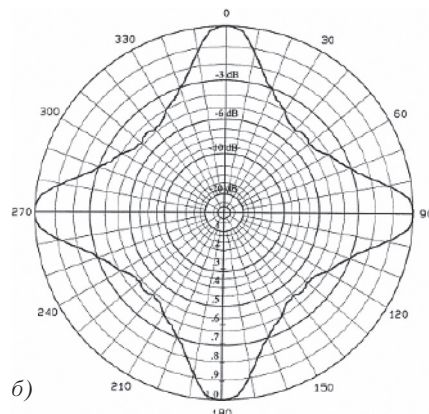


Рис. 5.24

Горизонтальна діаграма направленості у нижній частині (а) і верхній частині (б) дециметрового діапазону



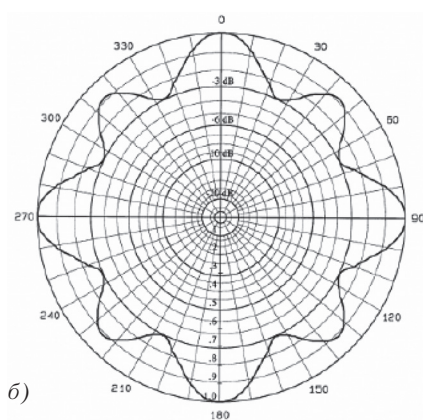
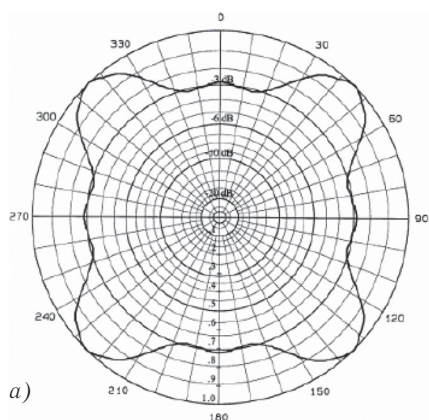


Рис. 5.25

Горизонтальна діаграма направленості модернізованої антени у нижній частині (а) і верхній частині (б) дециметрового діапазону

Модернізована конструкція антени може значно покращити параметри випромінювання в усьому частотному діапазоні (рис. 5.25).

Вертикальна діаграма направленості

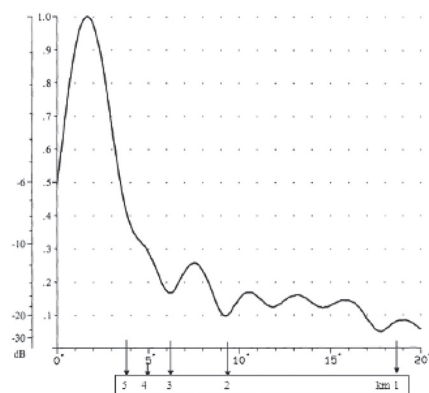


Рис. 5.26

Вертикальна діаграма направленості

Для якісного покриття поблизу передавача доцільно використовувати вертикальну діаграму направленості. Чим більше поверхів, тим більший коефіцієнт підсилення антени, проте більш проблематичний прийом поблизу передавача. Деякі оператори мереж не встановлюють антени більш ніж з восьми поверхами, якщо вони розташовані на території міської забудови.

Головний промінь вертикальної діаграми направленості антени має бути спрямований до зони покриття (а не від неї). Нахил променя антени буде особливо необхідний у випадку з антенами, розташованими на великих висотах, або для покриття невеликих територій (див. також рис. 5.7). Нахил променя має перевагу в тому, що менше потужності випромінюється до горизонту, і таким чином виникає менше перешкод іншим передавачам.

Поляризація

У кожній країні існують санітарні норми, що обмежують допустимі рівні напруженості поля, які залежать від поляризації

антени (вертикальна, горизонтальна), діаграм направленості, коефіцієнта підсилення. У технічному проекті установки антени передбачено проведення необхідних розрахунків діаграм направленості та їх узгодження з відповідними службами санітарного контролю.

Горизонтальна поляризація викликає менше повторів зображень (ghost images) у прийомі порівняно з вертикальною. Тому більшість антен для аналогового телебачення мають горизонтальну поляризацію. Незважаючи на те, що повтори зображень не спричиняють додаткових завад у цифровому телебаченні, більшість країн використовують на перехідному періоді антени з горизонтальною поляризацією.

Основною причиною цього вибору є можливість використання існуючих приймальних фіксованих направлених антен горизонтальної поляризації. Під час перехідного періоду це дуже важливо для нормального (без переналаштування) прийому на ту саму антену як аналогових, так і цифрових програм. Якщо із самого початку створювати мережу DVB-T для портативного прийому, то поляризація не має великого значення. В цьому випадку регуляторні органи частотного планування можуть давати рекомендації з установки антен різних поляризацій. Можна обрати вертикальну поляризацію для передавальних мереж, якщо прийом потрібно здійснювати на невеликих територіях і приймальні антени здебільшого мають вертикальну поляризацію, наприклад, у портативному мобільному прийомі.

Експлуатаційні аспекти

Удосконалення передавальних антен може бути економічно дорогим, якщо виникає потреба у встановленні нових антен чи суматорів антен. Ремонтні роботи з антенами проводяться на значній висоті. Враховуючи погодні умови, такі роботи проводяться влітку (див. рис. 5.27).

Потрібно узгодити висоти і розміри розкриттів для нових антен. У деяких випадках слід встановити тимчасову антену з мен-



Рис. 5.27
Телестанція взимку в Норвегії.
Вгорі зображена вкрита льодом
антена; внизу — обмежений вхід

шим розкритвом (і таким чином меншим коефіцієнтом підсилення) перед демонуванням основної антени. Якщо менший коефіцієнт підсилення не може бути компенсований більшою потужністю передавача, це може призвести до зниження ефективної випромінювальної потужності.

5.5.5. Висота антен

Підвищення висоти антени — ефективний спосіб для покращення покриття. Воно дозволяє розширити зону покриття. Але це справа непроста, і підвищення висоти антени може бути неможливим через практичні й регулятивні причини. Існують обмеження, зумовлені технологією використання передавальних веж.

5.6. Вибір систем DVB-T

5.6.1. Розмаїття варіантів DVB-T

Вибір одного з 120 варіантів режиму модуляції DVB-T передавачів та системи компресії залежить від типу послуг, якими потрібно забезпечити телеглядачів (*див. розділ 2*). З часом ці технічні вимоги можуть змінюватись. Можливо, слід перейти на ефективнішу систему компресії чи передачі даних, якщо кількість мультимплексів зменшена або не може бути збільшена, оскільки вимоги до передачі пакета програм перевищують пропускну здатність існуючого мультимплексу. Це надзвичайно важливо при впровадженні піддіапазонів для мобільного зв'язку в діапазоні IV/V (*див. розділ 3*), а також тоді, коли недостатньо частотного ресурсу.

5.6.2. Варіанти режиму модуляції DVB-T передавачів

Стандарт DVB-T з усіма специфікаціями для ефірного мовлення був прийнятий ETSI у лютому 1997 року. Десь на початку 1998 року в Європі розпочались перші пілот-проекти.

Стандарт DVB-T має такі особливості:

- Метод модуляції базується на кодованій ортогональній частотній модуляції (COFDM), яка використовує 1705 несучих частот (режим 2К), або 6817 несучих (8К). Використовується зв'язана система корекції помилок. Режим 2К застосовують для роботи

з одним малопотужним передавачем у невеликих одночастотних мережах мовлення. Режим 8К може використовуватись як для одного передавача, так і у великих мережах. Є можливість вибору захисного інтервалу. Режим 8К сумісний з 2К.

- Використовується вихідне кодування Ріда-Соломона та згорткове перемішування, як і в інших стандартах DVB.
- Вхідне кодування (згортковий код) таке саме, як і в DVB-S.
- Дворівневе ієрархічне канальне кодування може бути використане, проте ієрархічне кодування джерела не використовується для спрощення схеми приймача.
- Несучі в COFDM можуть модулюватися методом QPSK чи QAM різних рівнів залежно від співвідношення швидкості цифрового потоку та завадостійкості.

Загалом система DVB-T має 120 можливих варіантів модуляції.

Система модуляції комбінує COFDM та QPSK/QAM. COFDM використовує велику кількість несучих, між якими розподілено інформаційний зміст сигналу. Вдало застосована у цифровому радіомовленні, COFDM дуже добре працює в середовищі з сильним багатохвиловим розповсюдженням.

Але за все треба платити. Стійкість до багатопроменового розповсюдження досягається за рахунок захисного інтервалу, який є частиною цифрового сигналу. Цей інтервал зменшує інформаційну ємність системи. Звичайно, чим більша кількість несучих при сталому часі загасання ехо-сигналів, тим більша інформаційна ємність каналу. Збільшення кількості несучих теж має свої вади. Воно збільшує складність передавача та чутливість системи до фазових завад. Через стійкість COFDM до ехо-сигналів потенційно можлива робота на одній частоті передавачів у мережі з перекриттям. У зонах перекриття слабший із сигналів розглядається як ехо-сигнал. У випадку розташування передавачів далеко один від одного, затримка ехо-сигналу збільшується, що вимагає більшого захисного інтервалу.

Для ефірного телебачення у Європі потенційно існують три різні способи розповсюдження: мовлення на незайнятому у даний час каналі, локальна одночастотна мережа та велика одночастотна мережа. Одне із найскладніших завдань для проектувальників — оптимізація системи під конкретне середовище.

За допомогою відповідного вибору способу модуляції і швидкості кодування можна досягти надійного варіанта з мінімально до-

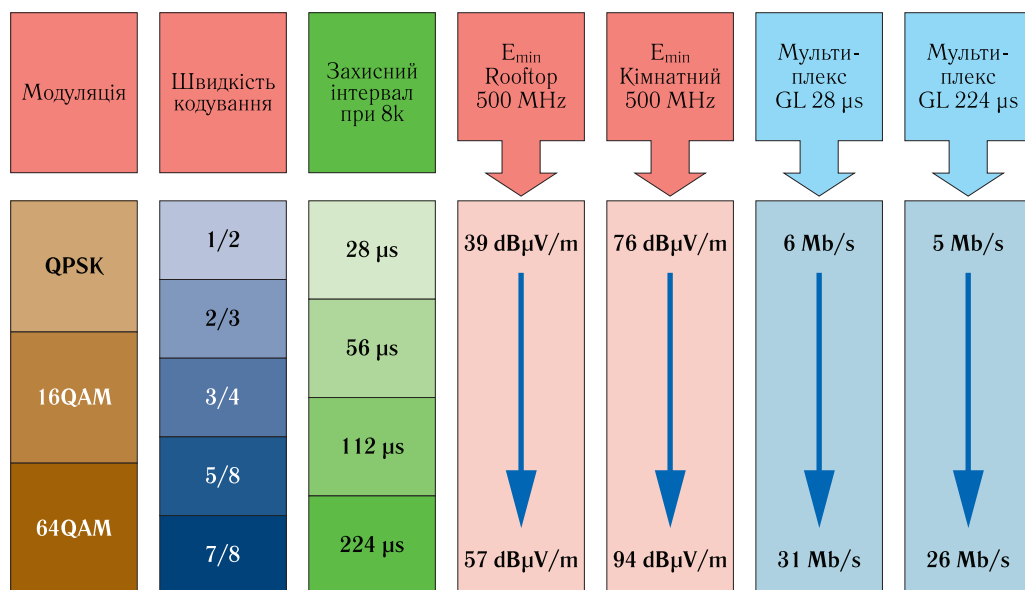


Рис. 5.28. Варіанти DVB-T системи 8 кбіт

пустимою напруженістю поля, проте з низькою швидкістю передачі даних. Як альтернативу можна обрати високу пропускну здатність мультиплексу, але в цьому випадку потрібна висока ефективна потужність випромінювання передавачів. Захисний інтервал важливий для одночастотних мереж (SFN) (див. підрозділ 5.7.2).

Крім того, є вибір між ієрархічною і неієрархічною модуляцією. Остання також потребує здійснення вибору між трьома можливими параметрами модуляції.

Зміна варіанта DVB-T зводиться до виконання простих налаштувань у передавачі. Передавач з найменшою швидкістю передачі даних у мережі визначає пропускну здатність цієї мережі, тому всі передавачі SFN-зони потрібно налаштувати на єдиний обраний варіант. В Україні для впровадження першого мультиплексу поки що визначений режим 64QAM 3/4 GI 1/4.

Розмір швидкого перетворення Фур'є

Варіанти 2 кбіт і 8 кбіт належать до OFDM піднесучих у цифровому сигналі. Існує тенденція використовувати тільки варіант 8 кбіт. Варіант 2 кбіт має переваги для мобільного прийому, оскільки перешкоди через ефект Допплера трапляються при швидкостях, у чотири рази більших, ніж при варіанті 8 кбіт. Але при 2 кбіт захисний інтервал, необхідний для експлуатації SFN-мережі, у

чотири рази менший, ніж при 8 кбіт. Система DVB-H також має компромісний варіант — 4 кбіт.

Модуляція несучої і швидкість кодування

У випадку портативного прийому і особливо кімнатного прийому вимоги до напруженості поля дуже високі, а тому існує тенденція використовувати модуляцію 16QAM з відносно низькою швидкістю кодування ($2/3$ чи $1/2$). Для фіксованого прийому вибір часто робиться на користь модуляції 64 QAM і відносно високої швидкості кодування ($2/3$ чи $3/4$). Як зазначено у *розділі 2.2*, потрібно знайти компроміс між пропускною здатністю мультимплексу, якістю покриття і бажаним рівнем напруженості поля. Втім, можна знайти компромісні варіанти: 16 QAM для фіксованого прийому, а 64 QAM — для мереж з портативним прийомом. Виникають ситуації, коли потрібно транслювати дуже велику кількість телепрограм на малій території, а тому 64 QAM зі швидкістю кодування $7/8$ використовується для забезпечення швидкості передачі даних 31,6 Мбіт/с.

Ієрархічна модуляція

Система ієрархічної модуляції дозволяє передавати два незалежні мультимплекси одним передавачем (однією частотою) з різною якістю передачі за рахунок втрати пропускної здатності. Високопріоритетна частина мультимплексу може бути використана для обмеженої кількості телепрограм мобільного прийому (DVB-H) з кращим покриттям. Телепрограми низького пріоритету транслюють з гіршим покриттям. Система ієрархічної модуляції не набула широкого практичного використання.

5.6.3. Компресія й мультимплексування

Загальні відомості

Кодування і мультимплексування є відправною точкою цифрового мовлення й важливою частиною передавального ланцюжка [30]. Зміна чи покращення компресії або системи мультимплексу не впливає на пряму на передавальні станції і покриття. Статистичне мультимплексування використовується для збільшення пропускної здатності мультимплексу при збереженні якості зображення.

5.6.4. Стандарти кодування

MPEG-2

ISO/IEC MPEG-2 — назва стандарту цифрової компресії відео- та аудіосигналів [1, 2]. Цей стандарт був розроблений і прийнятий ISO/IEC Motion Picture Experts Group. Він включає перелік різних систем, кожна з яких має відповідний рівень складності та сумісності. MPEG-2 дозволяє кодувати чотири формати чи «рівні» вхідного зображення: від низької роздільної здатності (на рівні сучасних відеомagneтофонів) до повного стандарту телебачення підвищеної чіткості (HDTV) з відповідними швидкостями цифрових потоків.

На додаток до гнучкості вхідних форматів MPEG-2 має різні «профілі» та «рівні». Нині у стандарті MPEG-2 існує 5 профілів. Кожний наступний профіль більш складний ніж попередній та додає до попереднього додаткові засоби компресії. Це означає, що кожен наступний профіль дає кращі результати, але разом з тим його реалізація коштує дорожче і відповідно дорожче обходиться споживачеві. Профілі мають наступний порядок:

- Simple Profile (простий профіль) — має найменший набір засобів компресії;
- Main Profile (основний профіль) — включає в себе засоби Simple Profile та один додатковий (періодичне прогнозування в обох напрямках). Він дає вищу (максимальну) якість за того самого цифрового потоку, що й «простий профіль», проте коштує більше. Декодер Main Profile декодує зображення, закодовані обома профілями. Ця зворотна сумісність досягається наслідуванням профілів. Професійна обробка «основного профілю», відома як компресія 4:2:2, дозволяє використовувати черезрядкові кольоро-різницеві сигнали, проте не дає можливості застосовувати методи масштабування наступних профілів.

Два наступні за Main Profile, відповідно, — профіль з масштабуванням з підвищеним співвідношенням сигнал/шум (SNR Scaleable Profile) та профіль з масштабуванням з підвищеною роздільною здатністю (Spatially Scaleable Profile).

- SNR Scaleable Profile — профіль з масштабуванням з підвищеним співвідношенням сигнал/шум;
- Spatially Scaleable Profile — профіль з масштабуванням з підвищеною роздільною здатністю. До двох останніх профілів додано засоби, що дозволяють розкладати кодовані відеодані на базовий та один-два додаткових шари. Ці додаткові шари дозволяють або

покращити співвідношення сигнал/шум (SNR Scalability), або підвищити роздільну здатність (Spatial Scalability). Ці системи з масштабуванням мають особливі можливості. Базовий шар може бути закодований з більшими втратами і використовуватися для мовлення на широку аудиторію чи для прийому в гірших умовах. Інші шари зможуть використовувати власники більш дорогих приймачів. Через підвищену складність ці профілі не підтримуються стандартами DVB.

- High Profile (профіль високої якості) — включає інструменти всіх попередніх профілів та додає до них можливість кодування кольорорізницевого сигналу в кожному рядку. За ефективністю цей профіль є «суперсистемою», розробленою для складних застосувань, в яких немає обмеження у швидкості для цифрового потоку.

Поняття «рівень» стосується формату вхідного зображення, включає діапазон можливих якостей — від обмеженої до високої роздільної здатності:

- Low Level (низький рівень) — має вхідний формат $\frac{1}{4}$ зображення, визначеного рекомендацією ITU-R Recommendation BT.601.
- Main Level (основний рівень) — має вхідний формат повного зображення за рекомендацією ITU-R Recommendation BT.601.
- High-1440 Level (високий рівень — 1440) — формат з високою роздільною здатністю, 1440 елементів розкладення у рядку.
- High Level (високий рівень) — формат з високою роздільною здатністю, 1920 елементів розкладення у рядку.

Не всі комбінації рівнів та профілів вважаються придатними для використання. На сьогодні 12 з 20 можливих комбінацій вважаються прийнятними. Вони називаються точками узгодження MPEG-2.

Європейські користувачі цифрових супутникових та кабельних послуг бажають мати якість не менше, ніж Main Profile @ Main Level. Тому ця комбінація була прийнята за основу першого покоління європейських приймачів DVB, які випускаються та використовуються нині. Оператори послуг можуть запропонувати для них програми з «625-рядковою студійною якістю» (ITU-R Recommendation BT.601) з форматами кадру 4:3, 16:9 або 20:9.

Обираючи цю точку узгодження, оператори послуг зважають на швидкості цифрового потоку (змінного чи постійного), які використовуються. Взагалі, чим більший цифровий потік, тим більше співвідношення переданих зображень до продуктів кодування.

Розділ 5

Багатоканальні
цифрові ефірні
телемережі

Проте діє також закон зменшення прибутку, тому співвідношення між швидкістю цифрового потоку та якістю зображення потребує розумного компромісу.

Вибір ускладнюється тим, що найбільший вплив на якість прийнятого зображення справляє кодер MPEG-2. Насправді, специфікації MPEG-2 визначають тільки правила синтаксису, залишаючи місце для якості технічних рішень конструкції кодера. Сьогоднішні випробування, таким чином, можуть давати результати, які через кілька років стануть неактуальними.

Розроблено такі рекомендації:

- для відповідності «студійній якості» за ITU-R Recommendation BT.601 для всіх типів зображень система, що проектується, повинна оперувати з цифровими потоками близько 9 Мбіт/с та вище;
- для досягнення сучасної «якості NTSC/PAL/SECAM», як правило, достатньо системи, яка може оперувати цифровими потоками від 2,5 до 6 Мбіт/с, залежно від програмного матеріалу. Спеціальний документ DVB «Впроваджувальна настанова щодо використання відео- та аудіосистем MPEG-2 в супутниковому та кабельному мовленні» в деталях описує підмножину стандартів MPEG-2, що використовуються в DVB.

Кінофільми (24/25 кадрів на секунду) кодуються значно легше та виглядають значно краще при невеликих цифрових потоках, ніж матеріал, відзнятий за допомогою відеокамери.

MPEG-4 H.264/AVC

ITU-T H.264/MPEG-4 (Part 10) Advanced Video Coding (удосконалене відеокодування), відоме як H.264/AVC, є найновішим міжнародним стандартом кодування зображення [29]. На сьогодні це найпотужніший та найвитонченіший стандарт, розроблений Joint Video Team (об'єднаною відеогрупою), до якої входять експерти з ITU-T's Video Coding Experts Group (VCEG) та ISO/IEC's Moving Picture Experts Group (MPEG). Як і у випадку з попередніми стандартами, його структура забезпечує найвигідніший баланс між ефективністю кодування, складністю використання та витратами. На момент створення стандарту його ефективність була вдвічі краща, ніж у попереднього стандарту MPEG-2, який наразі найширше використовується у світі, тримаючи вартість використання в допустимих межах.



Профайли

H.264/AVC включає велику кількість інструментів кодування зображення. Не всі інструменти одночасно необхідні для використання. Вимога наявності в кожному декодері всіх інструментів зробила б його занадто складним для виконання деяких завдань. Тому набори інструментів формують профайли. Декодер може використовувати або лише визначений набір інструментів (профайл), або мати деякі чи навіть всі профайли. В оригінальній редакції стандарту було визначено такі профайли:

- Baseline (базовий профайл);
- Extended (розширений профайл);
- Main (основний профайл).

У таблиці 5.3 визначено інструменти, що входять до кожного профайлу.

Базовий профайл включає I та P кадри, удосконалені інструменти підвищення завадостійкості (FMO, ASO та RS) та CAVLC. Він не включає B, SP та SI кадри, інструменти для кодування з перемежуванням або ентропійне кодування CABAC.

Розширений профайл додає до інструментів базового B, SP та SI кадри та інструменти для кодування з перемежуванням, а також додаткову завадостійкість через використання розділення даних. Він не включає CABAC.

Основний профайл включає використання I, P та B кадрів, інструментів для кодування з перемежуванням CAVLC та CABAC. Він не включає додаткових інструментів для забезпечення підвищеної завадостійкості (FMO, ASO, RS та DP) або SP та SI кадрів.

Рівні

Важливо обмежити калькуляційну потужність та об'єм пам'яті, необхідні для використання стандарту компресії. Розмір картини та частота кадрів відіграють основну роль при визначенні цих вимог.

H.264/AVC включає 16 рівнів, які визначаються розміром картини та частотою кадрів. Рівні також накладають обмеження на кількість опорних кадрів та максимальну швидкість закодованого сигналу, яка може використовуватись. Рівень 1b додали з метою задоволення потреб деяких бездротових технологій (табл. 5.4).



Таблиця 5.3

Інструменти кожного профайлу

Інструменти кодування	Baseline	Main	Extended
I and P Slices	X	X	X
CAVLC	X	X	X
CABAC		X	
B Clices		X	X
Interlaced Coding (PicAFF, MBAFF)		X	X
Enh.Error Resil (FMO, ASO, RS)	X		X
Further Enh. Error Resil (DP)			X
SP and SI Slices			X

Таблиця 5.4

16 рівнів стандарту H.264/AVC

Номер рівня	Типовий розмір картинки	Кадрова частота	Максимальна швидкість вихідного потоку	Максимальна кількість опорних кадрів для типового розміру картинки
1	QCIF	15	64 kbps	4
1b	QCIF	15	128 kbps	4
1.1	CIF або QCIF	7.5 (CIF) / 30 (QCIF)	192 kbps	2 (CIF) / 9 (QCIF)
1.2	CIF	15	384 kbps	6
1.3	CIF	30	768 kbps	6
2	CIF	30	2 Mbps	6
2.1	HHR (480i або 576i)	30 / 25	4 Mbps	6
2.2	SD	15	4 Mbps	5
3	SD	30 / 25	10 Mbps	5
3.1	1280x720p	30	14 Mbps	5
3.2	1280x720p	60	20 Mbps	4
4	HD Formats (720p або 1080i)	60p / 30i	20 Mbps	4
4.1	HD Formats (720p або 1080i)	60p / 30i	50 Mbps	4
4.2	1920x1080p	60p	50 Mbps	4
5	2kx1k	72	135 Mbps	5
5.1	2kx1k або 4kx2k	120 / 30	240 Mbps	5

Висновки

Таким чином, з точки зору ефективності використання спектра стандарт MPEG-4 H.264/AVC є більш привабливим ніж MPEG-2, і, враховуючи темпи впровадження систем цифрового телевізійного мовлення, які використовують MPEG-4 H.264/AVC, цей стандарт згодом повністю замінить MPEG-2.

Водночас, з самого початку розробки стандартів DVB застосовувалась система кодування звуку та зображення ISO/IEC MPEG-2. Тому цей стандарт на сьогодні є одним із найпоширеніших стандартів у країнах Західної Європи, що першими почали впроваджувати системи цифрового телебачення стандарту DVB (як ефірних, так і кабельних та супутникових).

Обладнання для кодування

Очевидно, що кодер є надзвичайно важливим пристроєм, який визначає результуючу якість зображення та/або звуку, а також вихідну швидкість цифрового потоку телерадіопрограми, мінімізація якої має суттєвий вплив на постійну складову операційних витрат оператора. Тому необхідно ретельно підходити до його вибору, грамотно формулюючи вимоги до пристрою.

Враховуючи усе вищесказане, при виборі кодера необхідно враховувати такі його характеристики:

- підтримувані стандарти компресії відео;
- підтримувані стандарти компресії аудіо;
- кількість вхідних відеосигналів;
- кількість вхідних аудіосигналів;
- формати вхідних відеосигналів;
- формат вхідного аудіосигналу;
- можливість переходу на стандарт MPEG-4 AVC;
- тип IP-інтерфейсу.

На світовому ринку сьогодні представлені декілька виробників кодерів для використання в системах загальнонаціональних операторів мовлення. Серед них провідними вважаються компанії Tandberg Television, Thomson/Grass Valley, Scopus Video Networks, Harmonic Inc., Tiernan.

Висновки

Вибір кодерів для головних станцій багатоканальної цифрової телерадіомережі має виконуватись з урахуванням функцій пристроїв, вимог до обладнання компресії, що формулюються на основі обраної концепції побудови цифрової телерадіомережі.

Розділ 5

Багатоканальні
цифрові ефірні
телемережі

Вимоги до кодерів:

- здійснення компресій аналогових відео- та аудіосигналів за стандартом MPEG-2;
- можливість швидкого переходу до роботи за стандартом MPEG-4 AVC;
- можливість виводу даних цифрових програм через IP-інтерфейс.

Наведеним вимогам відповідають такі кодери:

- Scopus Video Networks UE-9xxx;
- Harmonic Inc. Electra 5000;
- Tandberg Television E5720;
- Thomson/Grass Valley ViBE AS Encoder.

У головній станції передбачено використання системи віддаленого управління та моніторингу, яка дозволяє мінімізувати кількість необхідного технічного персоналу, а також створювати передавальні станції, які не обслуговуються.

Обладнання мультиплексування необхідне для формування центральних та регіональних пакетів цифрових програм для розповсюдження по території регіону. Згідно з концепцією побудови багатоканальної цифрової телерадіомережі всі цифрові сигнали передаватимуться в межах головної станції в форматі MPEGoIP.

Основними вимогами до обладнання мультиплексування є:

- можливість обробки великої кількості вхідних сигналів;
- можливість трансрейтингу, коригування сервісної інформації та ремультиплексування вхідних цифрових багатопрограмних пакетів;
- наявність IP-інтерфейсів та можливість передачі і прийому багатопрограмних цифрових потоків через ці інтерфейси;
- можливість одночасного створення декількох вихідних неідентичних пакетів програм.

Пристрої, що виконують вищезазначені функції, це так звані відеошлюзи та ремультиплексори.

Основними виробниками відеошлюзів та мультиплексорів для цифрових систем стандарту DVB є компанії Scopus Video Networks, Harmonic Inc., Thomson/Grass Valley, Tandberg Television, Terayon та Scientific Atlanta.

Відеошлюзи та ремультимплексори

DVB ремультимплексор RTM-3310

RTM-3310 виконує мультимплексування та ремультимплексування до 10-ти вхідних потоків MPEG-2 TS (MPTS/SPTS) через вхідні DVB-ASI інтерфейси та виводить вихідний транспортний потік через основний та резервний DVB-ASI інтерфейси.

Цей ремультимплексор виконує таку обробку вхідних транспортних потоків:

- розширене ремультимплексування (Add/Drop Advanced Re-multiplexing);
- коректування та заміна PID (PID remapping), а також обробка транспортного потоку (Transport Stream Processing), коректування PCR (PCR restamping);
- генерація і коректування PSI/SI сервісної інформації DVB у транспортних потоках, підтримка генерації EPG (електронний провідник програм).

Інтелектуальний відеошлюз

Інтелектуальний відеошлюз поєднує функції декількох ремультимплексорів з функціями додаткової обробки вихідних цифрових потоків та їх перетворення в IP-датаграми для передачі через IP-мережу.

Крім стандартних можливостей мультимплексування він додатково виконує такі функції:

- обробка і маршрутизація відеопотоків;
- вдосконалена обробка відеосигналів для перетворення потоку MPEG;
- динамічний перерозподіл швидкості потоків (DSA™);
- синхронна (безшовна) цифрова вставка відеопрограм (DPI);
- зменшення бітової швидкості та перерозподіл швидкості (JRA) для оптимального використання ширини смуги пропускання шляхом зменшення швидкості передачі програм;
- підтримка статистичного мультимплексування та ремультимплексування.

Відеошлюз призначений для роботи у складі великих багатопрограмних центральних станцій. Відеошлюз дає можливість мультимплексування/ремультимплексування та трансрейтингу до 16 вхідних сигналів у форматі DVB-ASI або до 400 програмних потоків в IP-форматі. Пристрій може формувати до чотирьох не-

**Характеристики відеошлюзів
DCM D9900, DM 6400, NetProcessor 9030 та IVG-7100**

Модель	IVG-7100	DCM D9900	DM 6400	NetProcessor 9030
Виробник	Scopus Video Networks	Scientific Atlanta	Terayon	Thomson/Grass Valley
Вхідні інтерфейси	DVB-ASI, MPEGoIP	DVB-ASI, MPEGoIP	DVB-ASI, MPEGoIP	DVB-ASI, MPEGoIP
Вихідні інтерфейси	DVB-ASI, MPEGoIP	DVB-ASI, MPEGoIP	DVB-ASI, MPEGoIP	DVB-ASI, MPEGoIP
Кількість вихідних пакетів програм	від 1 до 4	від 1 до 4	від 1 до 4	1
Максимальна кількість сервісів	400	350	250	400
Можливість трансрейтингу	+	+	+	+

залежних вихідних пакетів цифрових програм, передаючи їх через IP-інтерфейс або інтерфейс DVB-ASI.

Вибір відеошлюзу або мультиплексора

При виборі обладнання мультиплексування необхідно врахувати специфічні вимоги щодо побудови багатоканальної цифрової телерадіомережі.

Обладнання мультиплексування має виконувати такі функції:

- прийом вхідних потоків цифрових програм через IP-інтерфейс;
- формування пакетів цифрових програм з можливістю трансрейтингу вихідних цифрових потоків;
- передача сформованих пакетів цифрових програм через IP-інтерфейс.

Серед описаних пристроїв мультиплексування наведеним вимогам відповідають відеошлюзи DCM D9900, DM 6400, NetProcessor 9030 та IVG-7100. Їх характеристики наведені у табл. 5.5.

Висновки

Відеошлюз DM 6400 є потужною платформою обробки потоків цифрових програм з можливістю їх скремблювання та передачі через IP-інтерфейс. Однак порівняно з іншими платформами

Таблиця 5.6

**Характеристики приймачів-декодерів
IRD-2961, IRD-2990, PVR 6010, PVR 6060**

Модель	IRD-2990	IRD-2961	PVR 6060	PVR 6010
Виробник	Scopus Video Networks	Scopus Video Networks	Harmonic Inc.	Harmonic Inc.
Підтримка специфікацій компресій зображення та звуку	MPEG-2 4:2:0	MPEG-2 4:2:0	MPEG-2 4:2:0	MPEG-2 4:2:0
Можливі вхідні інтерфейси	DVB-ASI, DVB-S, DVB-S2, MPEGoIP, G.703, DSNG, DVB-PDH ATM	DVB-ASI, DVB-S, DVB-S2, MPEGoIP, G.703, DSNG, DVB-PDH ATM	DVB-ASI, DVB-S, DVB-S2, MPEGoIP, G.703, DSNG	DVB-ASI, DVB-S, DVB-S2, MPEGoIP, G.703, DSNG
Можливі вихідні інтерфейси	DVB-ASI, CV та симетричний аудіо	DVB-ASI, MPEGoIP, CV та симетричний аудіо	DVB-ASI, CV та симетричний аудіо	DVB-ASI, MPEGoIP, CV та симетричний аналоговий аудіо
Кількість приймачів-декодерів у корпусі	2	1	2	1

DM 6400 має значно менші можливості (до 250 сервісів), через що доцільно відмовитись від його інтеграції в головні станції.

NetProcessor 9030 є надзвичайно потужною платформою обробки цифрових потоків з можливістю їх передачі через численні телекомунікаційні інтерфейси та адаптацію пакетів для мовлення через одночастотну мережу. Проте NetProcessor 9030 забезпечує формування лише одного вихідного пакета цифрових програм, що є значним недоліком, тому доцільно відмовитись від його інтеграції в головні станції.

Відеошлюз DCM D9900 має надзвичайну пропускну здатність IP-інтерфейсу (8 Гбіт/с) та можливість обробки до 350 потоків цифрових програм стандартної чіткості, що надає йому перевагу порівняно з іншими. Проте пристрій програє через відсутність дисплею на передній панелі, що робить його незручним у користуванні, не дозволяючи конфігурувати його без використання WEB

або SNMP, через що слід відмовитись від його інтеграції у головні станції.

Професійні інтегровані приймачі-декодери

Професійні інтегровані приймачі-декодери (IRD) об'єднують пристрої, основними функціями яких є перетворення та/або декодування цифрових програм та їх пакетів, які можуть передаватись у різноманітних форматах.

Основними виробниками приймачів-декодерів є компанії Scopus Video Networks, Harmonic Inc., Thomson/Grass Valley та Tandberg Television.

Вибір конвертора IP → DVB-ASI

Згідно з концепцією побудови багатоканальної цифрової телерадіомережі в Україні основною функцією конвертора інтерфейсів цифрових потоків є перетворення форматів даних IP в формати DVB-ASI.

Серед розглянутих моделей приймачів-декодерів вхідний інтерфейс MPEGoIP та вихідний інтерфейс DVB-ASI без додат-

Таблиця 5.7

Характеристики приймачів-декодерів MA5400, TT1230, TT1260 та TT6120

Модель	TT6120	MA5400	TT1230	TT1260
Виробник	Tandberg Television	Tandberg Television	Tandberg Television	Tandberg Television
Підтримка специфікацій компресій зображення та звуку	MPEG-2 4:2:0, MPEG-2 4:2:2	MPEG-2 4:2:0, MPEG-2 4:2:2	MPEG-2 4:2:0	MPEG-2 4:2:0, MPEG-2 4:2:2
Можливі вхідні інтерфейси	DVB-S, MPEGoIP, G.703, ATM, COFDM, QAM	DVB-ASI, MPEGoIP	DVB-ASI, MPEGoIP	DVB-S, MPEGoIP, G.703, ATM, COFDM, QAM
Можливі вихідні інтерфейси	MPEGoIP, G.703, ATM, COFDM, QAM, DVB-ASI	DVB-ASI, MPEGoIP	DVB-ASI, CV та несиметричний/симетричний аналогові аудіо	DVB-ASI
Кількість приймачів-декодерів у корпусі	4	4	1	1

Таблиця 5.8

Характеристики приймачів-декодерів IRD-2961, IRD-2990, PVR 6010, TT6120

Модель	IRD-2990	IRD-2961	PVR 6010
Виробник	Scopus Video Networks	Scopus Video Networks	Harmonic Inc.
Підтримка специфікацій компресій зображення та звуку	MPEG-2 4:2:0	MPEG-2 4:2:0	MPEG-2 4:2:0
Можливі вхідні інтерфейси	DVB-ASI, DVB-S, DVB-S2, MPEGoIP, G.703, DSNG, DVB-PDH ATM	DVB-ASI, DVB-S, DVB-S2, MPEGoIP, G.703, DSNG, DVB-PDH ATM	DVB-ASI, DVB-S, DVB-S2, MPEGoIP, G.703, DSNG
Можливі вихідні інтерфейси	DVB-ASI, CV та симетричний аудіо	DVB-ASI, MPEGoIP, CV та симетричний аудіо	DVB-ASI, MPEGoIP, CV та симетричний аналоговий аудіо
Кількість примачів-декодерів у корпусі	2	1	1

кових цифрових вихідних інтерфейсів мають лише такі моделі пристроїв:

- Scopus Video Networks — IRD-2961 та IRD-2990;
- Harmonic Inc. — PVR 6010 та PVR 6060;
- Tandberg Television — MA5400, TT1230, TT1260 та TT6120.

Характеристики приймачів-декодерів IRD-2961, IRD-2990, PVR 6010, PVR 6060 наведені у *табл. 5.6*. Характеристики приймачів-декодерів MA5400, TT1230, TT1260 та TT6120 наведені в *табл. 5.7*.

Видно, що всі моделі приймачів-декодерів задовольняють вимогам перетворення форматів цифрових даних, тому віддати перевагу одному з них надзвичайно важко.

Вибір супутникового приймача

Згідно з концепцією побудови в Україні багатоканальної цифрової телерадіомережі у випадку використання штучного супутника Землі до складу головних станцій необхідно включати супутникові приймачі, які підтримують стандарти передачі цифрових даних DVB-S та DVB-S2 і мають вихідний інтерфейс MPEGoIP.

Характеристики моделей приймачів-декодерів наведені у *табл. 5.8*.

Розділ 5

Багатоканальні
цифрові ефірні
телемережі

Головна станція мультиплексування (ГСМ)

ГСМ є ключовим елементом загальнонаціональної багатоканальної цифрової телевізійної мережі стандарту DVB-T, основними функціями якої є:

- **MPEG-4 AVC** компресія вхідних аналогових (**SECAM/PAL**) та цифрових (SDI) відеосигналів та вхідних аналогових та цифрових (**AES/EBU**) аналогових сигналів.
- **DVB** мультиплексування та ремультиплексування вхідних сигналів з метою формування багатоканальних цифрових телевізійних пакетів (мультиплексів) для подальшої їх передачі на регіональні (PCM) та місцеві станції ретрансляції (MCP).

В основу ГСМ нового покоління покладено нову ідеологію розповсюдження телерадіопрограм у вигляді одно- та багатопрограмних IP-потоків, що дозволяє головній станції обслуговувати не лише мережі ефірного цифрового телебачення, а й IPTV-системи. Її пропускна здатність може легко нарощуватись у разі необхідності.

У головній станції використовуються кодери, приймачі-декодери DVB, відеомаршрутизатори, а також мережева інфраструктура, необхідна для реалізації IP-технології.

Завдяки використанню IP-технології, у якості первинної розподільчої мережі для цифрових потоків програм, сформованих головною станцією цифрового мультиплексування, можливе використання практично будь-яких каналів зв'язку та сучасних телекомунікаційних мереж. Ці мережі призначені для передачі IP-даних — супутникових мереж, мереж MPLS/IP, ATM/SDH, цифрових радіорелейних ліній зв'язку.

Структура головної станції має забезпечувати можливість:

- вибору формату вхідних даних, які можуть надходити на вхід ГСМ від різних джерел (від аналогових та цифрових студій ТРК, з виходу супутникових приймачів-декодерів, телекомунікаційними мережами від телекомунікаційних операторів);
- використання у майбутньому різних бізнес-моделей: обслуговування сервіс-провайдерів як національного, так і регіонального масштабу, мовлення в DVB- та IPTV-мережі тощо;
- додавання нових типів послуг, наприклад DVB-H, HDTV при мінімальних капітальних і операційних затратах.

ГСМ забезпечить присутність програм загальнонаціональних телерадіокомпаній на всій території країни. Причому формат багатопрограмних цифрових телевізійних пакетів ГСМ

Таблиця 5.9

Приклад розвитку MPEG-2

Приклад мультиплексу з MPEG-2 кодерами	Результат
• перша система мультиплексування встановлена у 2001; • вдосконалення першої системи мультиплексування у 2003 році; • заміна першої системи мультиплексування у 2006 році; • покращення другої системи мультиплексування у січні 2008 року.	Кількість телепрограм, які транслювалися у 2001 році на п'яти мультиплексах, транслюються у січні 2008 року з тією самою якістю на чотирьох мультиплексах.

має бути оптимальним з точки зору формування на їх основі регіональних пакетів (додавання в пакет регіональних державних та комерційних телевізійних і радіомовних мовників.

Удосконалення кодерів

Досвід показує, що ефективність кодерів постійно покращується, доки технологія не стає досконалою. Вдосконалення чи заміна кодерів тієї самої системи компресії зумовить збільшення кількості послуг в мультиплексі чи ту саму кількість, але з вищою якістю. У таблиці 5.9 наведено приклад вдосконалення кодерів MPEG-2 упродовж семи років.

5.6.5. Система передачі даних

Компресія MPEG-4 використовується для HDTV мовлення. У разі впровадження HDTV з компресією MPEG-4, як правило, транслюються 2 телепрограми в одному мультиплексі. Три HDTV телепрограми (720p HD ready) можуть транслюватися, якщо використовуються екрани середнього розміру і відстань перегляду втричі не перевищує висоту дисплею. Також очікують, що кодери MPEG-4 з часом покращаться. Великобританія планує впровадження у 2010 році покращеного стандарту DVB-T2 (підрозділ 2.4), транслюючи 3 телепрограми 1080i (full HD) підвищеної роздільної здатності по 12 Мбіт/с на програму.

У разі нестачі вільних частот для паралельної роботи DVB-T і нової системи DVB-T2 внаслідок, наприклад, виділення частотного спектра у діапазонах IV/V нетелерадіомовним

послугам, то можуть бути використані один чи два нижчезазначених варіанти:

- отримання нових частот, дотримуючись положень угоди «Женева-2006»; використання цих частот може бути обмеженим у деяких випадках;
- звільнення одного мультиплексу шляхом перенесення послуг з цього мультиплексу на інші, використовуючи переваги досконалішої MPEG-4 технології (приклад у *табл. 5.9*), і шляхом використання DVB-T варіанта з вищою пропускну здатністю (*див. рис. 5.28*); запровадження на звільненому мультиплексі HDTV послуг у форматі DVB-T2/MPEG-4.

5.7. Модифікація передавальних станцій в процесі розвитку

5.7.1. Причини для внесення змін

Як правило, розгортання телевізійної мережі розпочинається з найбільших населених пунктів. Пізніше відбувається розширення мережі для покриття менш густонаселених районів і покращення покриття за допомогою одночастотних ретрансляторів (GAP fillers).

5.7.2. Розширення покриття

Після забезпечення покриттям основних населених районів за допомогою відносно невеликої кількості станцій, встановлення кожної додаткової станції є економічно дорогим із розрахунку витрат на одного глядача. Державні телерадіокомпанії зобов'язані забезпечити універсальне покриття, а також розширити покриття своїх програм майже по всій країні. Комерційні телерадіокомпанії можуть не бажати розширювати покриття по всій країні, а натомість обмежуються покриттям основних населених районів.

Після завершення перехідного періоду покращення покриття з досягненням впевненого портативного прийому для 100% населення приблизно на 98-99% території країни може бути реалізоване за рахунок установки недорогих одночастотних малопотужних ретрансляторів. Існуючі передавальні станції будуть повторно використані, а інвестиційні витрати на цифрове телебачення обмежуватимуться заміною

Вирішення проблеми покращення покриття і уникнення інтерференційних завад

Спосіб вирішення	Примітки
Збільшення захисного інтервалу	• можливо тільки тоді, якщо найдовший інтервал ще невикористаний; • виконується у всіх передавачах у SFN-мережі; • зменшення пропускну здатності мультиплексу.
Зменшення потужності найбільш віддаленого передавача	• зменшення покриття; • вплив на покриття мінімізований, якщо можливе зменшення потужності.
Внесення штучної часової затримки до найближчого передавача	• зменшення рівня покриття внаслідок власних перешкод, спричинених штучною часовою затримкою в інших частинах зони покриття.
Використання більш завадостійкого варіанта DVB-T (з кращим співвідношенням сигнал/шум)	• застосовується у всіх передавачах у SFN-мережі; • зменшення пропускну здатності мультиплексу.
Використання різних частот для одного зі споріднених передавачів	• додаткова частота повинна бути наявна у плані «Женева-2006»; • якщо передавач стає частиною сусідньої SFN-мережі: - можуть виникнути нові проблеми з інтерференційними завадами; - повинен підходити програмний пакет іншої SFN-мережі.
Використання малопотужних одночастотних ретрансляторів	• витрати на додатковий передавач повинні бути прийнятними; • адекватне місце для установки повинно бути доступним.

аналогового передавача цифровим (часто менш потужним) і повторним використанням антени, встановленої для аналогового телебачення. Залежно від параметрів, визначених у статтях плану «Женева-2006», діаграма направленості антени може бути неоптимальною для цифрового телебачення, наприклад, коли обмеження по потужності для цифрового телебачення є обов'язковими в інших напрямках, ніж у випадку з аналоговим телебаченням. Для доставки мультиплексованого сигналу до передавачів використовуються наземні телекомунікаційні мережі.

При реалізації SFN-мережі потрібно дотримуватись відстані між передавачами. Якщо в якійсь SFN-мережі різниця часу за-

тримки у передавачів перевищує довжину захисного інтервалу, то у SFN-мережі можуть виникнути власні перешкоди.

Таблиця 5.10 показує можливі способи вирішення проблеми інтерференційних завад у зоні синхронного цифрового мовлення.

Рис. 5.29 демонструє приклад зони з власними перешкодами у SFN-мережі (різний час затримки доставки сигналів до передавачів) і їх вирішення за допомогою штучної часової затримки 100 μ s на одній з передавальних станцій.

5.7.3. Покращення вірогідності прийому (покриття)

Вірогідність прийому в кожній SFN-зоні, крім параметрів приймальної антени (висоти, коефіцієнта підсилення, наявність вбудованого малoshумного підсилювача на вході) залежить від багатьох факторів, зокрема: рельєфу місцевості, висоти будівель, дерев і так далі.

При здійсненні розрахунків покриття враховують параметри приймального обладнання, яке відповідає стандартам частотного планування. У розділі 7 описано можливі шляхи покращення прийому.

Якісний портативний (мобільний) прийом може бути реалізований тільки шляхом створення якісно спроектованої і ретельно налагодженої зони синхронного DVB-T (DVB-H) мовлення. Вірогідність прийому — статистична характеристика. Налагодженню передавачів у SFN-зоні потрібно приділяти особливу увагу. Варто розробляти методики, що передбачають обмір вірогідності прийому (*підрозділ 5.2.7*).

При здійсненні кімнатного чи мобільного прийому потужність, що визначена в угоді «Женева-2006», може бути недостатньою для покриття великої території одним передавачем, на відміну від прийому на фіксовану зовнішню антену. Якщо SFN-мережа стає надто щільною [24], зростає вірогідність отримання у певних місцях двох або більше сигналів з однаковою напруженістю поля — так званий нульовий db-ехо-сигнал. У цих випадках чутливості приймачів може бути недостатньо для впевненого прийому. Хоча вважається, що якщо часова різниця є незначною (0,5 μ s), можуть виникнути додаткові проблеми з синхронізацією приймачів. Максимальні рівні короточасних згасань сигналу теоретично можуть досягти 5-10 дБ при співпадінні фаз і амплітуд сигналів [26]. Частина спеціалістів вважає, що таке співпадіння фаз і амплі-

літуд сигналів дуже маловірогідне і може виникнути на такий короткий проміжок часу, що приймач це «не помітить» завдяки накопиченню інформації в часі. Під час дослідження прийому в 18 SFN-зоні (Київ і частково Київська область) таких явищ не виявлено. Слід однак зауважити, що щільність цієї зони далеко не відповідає умовам такого міста, як Київ, з його особливостями ландшафту (багато високих пагорбів і багатоповерхових будинків). Ця зона потребує додаткової кількості високопотужних передавачів для забезпечення впевненого портативного прийому.

На *рис. 5.30* зображено приклад впливу нульового db-ехо-сигналу на невелику за розмірами зону. На рисунку ліворуч нульовий db-ехо-сигнал є таким незначним, що ним можна знехтувати. На практиці, залежно від типу приймача, покриття може бути таким, як зображено на рисунку праворуч.

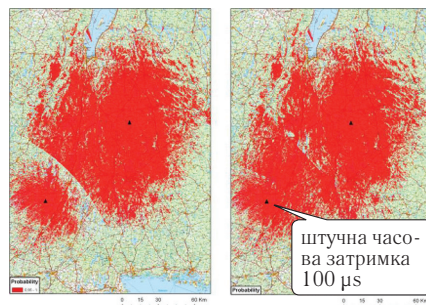


Рис. 5.29
Зона SFN з інтерференційними завадами

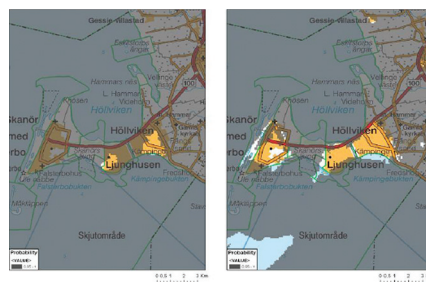


Рис. 5.30
Приклад території, яка зазнала впливу від нульового db-ехо-сигналу (праворуч)

5.8. Мультиплекси («шари покриття»)

5.8.1. Причини можливої доробки

Відповідно до угоди «Женева-2006» більшість країн має право на 7 чи 8 DVB-T мультиплексів («шарів покриття») у діапазонах IV/V і на 1 у діапазоні III. У кожній з 81 SFN-зон України є від 7 до 13 потенційних «шарів покриття». Поняттю «шари покриття» немає чіткого визначення в угоді «Женева-2006», але вони зазвичай розуміються як кількість телевізійних частотних каналів, які можна використовувати для створення одночастотної DVB-T мережі у відповідній SFN-зоні.

У більшості країн не використані всі «шари покриття». Навіть у таких країнах, як Нідерланди, Швеція, Німеччина, які вже вимкнули аналогове телебачення, поки що не всі цифрові частот-



Рис. 5.31
Передавачі на різних передавальних станціях

ні телеканали використовуються. Це значить, що використання «цифрового дивіденду» тільки почалося.

Існує тенденція до концентрації цифрового наземного телебачення у діапазонах IV/V і використання діапазону III для радіо- чи мультимедійних послуг DAB стандарту.

5.8.2. Рознесення місцезнаходження передавачів

Різні конфігурації мереж можуть бути необхідними, якщо:

- кілька операторів використовують той самий частотний діапазон;
- деякі мультиплекси використовуються для мобільного прийому.

Станції, розташовані у різних місцях, можуть бути телерадіомовними станціями, а також мобільними базовими станціями. Навіть мобільні термінали на дуже коротких відстанях можуть спричинити перешкоди від суміжних каналів. Перешкоди від суміжних каналів є проблемою локального характеру.

5.9. Підсумки

Внесення змін до конфігурацій цифрових наземних телевізійних мереж може бути необхідним у процесі впровадження системи DVB-T внаслідок використання нових послуг, регуляторних зобов'язань чи змін у технології. Деякі з цих змін є економічно дорогими, тоді як інші можуть обмежуватись тільки налаштуванням обладнання. Багато змін впливає на покриття. У таблиці 5.11 перераховано можливі зміни в передавальних станціях і підсумовано вплив на покриття та капітальні витрати на обладнання.

Підсумки внесення змін до мережі

Зміна	Капітальні витрати	Можливі наслідки для покриття
Частота	• антенні фільтри	• у деяких випадках знижена вірогідність прийому
Збільшення потужності	• доробка передавача або використання нового	• збільшена вірогідність прийому, але також більше перешкод
Заміна антени	• поверхи антен	• як правило, збільшена вірогідність прийому (якщо більше поверхів); • у деяких випадках знижена вірогідність прийому; • у деяких випадках проблеми з високою чи низькою напруженістю поля біля антени.
Висота антени	• щогла й антена	• як правило, збільшена вірогідність прийому (у разі збільшеної висоти); • у деяких випадках знижена вірогідність прийому; • у деяких випадках проблеми з високою чи низькою напруженістю поля біля антени.
Режим DVB-T передавачів	—	• збільшена вірогідність покриття і зменшена пропускна здатність; • зменшена вірогідність покриття і збільшена пропускна здатність.
Компресія й мультиплексування	• покращення чи заміна мультиплексу або кодерів; • заміна на покращену систему компресії (MPEG-4).	• відсутність впливу на покриття за умови, що приймачі можуть декодувати нову систему компресії; • збільшена пропускна здатність мультиплексу (більше послуг або підвищена якість зображення чи звуку).
Передавачі DVB-T	• нові збуджувачі чи нове програмне забезпечення	• відсутність впливу на покриття за умови, що приймачі можуть демодулювати сигнали
Більша кількість передавальних станцій	• будівля, щогла, передавачі, антена, лінії зв'язку	• як правило, покращення покриття
Більше мультиплексів	• нові передавачі; • можливо, нові передавальні станції.	• більше послуг або підвищена якість зображення чи звуку; • у деяких випадках знижений рівень покриття біля передавачів, розташованих на різних станціях.

Розділ 6

Європейський досвід розвитку цифрового ефірного телебачення до і після завершення перехідного періоду

6.1. Вступ

У цьому розділі описано деякі аспекти європейського досвіду переходу на цифрове телебачення (*див. додатки 6, 7, 8*): поетапна модифікація передавальної мережі (Нідерланди), розгортання мережі DVB-H (Великобританія, Франція) і процес підготовки до телебачення високої чіткості — HDTV (Норвегія, Франція).

6.2. Перехідний період розвитку цифрового ефірного телебачення

Перехід на цифрове телебачення — складний процес, який може складатись із таких етапів розбудови передавальної мережі:

- адаптування існуючих передавальних станцій аналогового мовлення для установки цифрових передавачів відповідно до угоди «Женева-2006» (як правило, поетапно — *див. приклад у таблиці 6.1*) і укладення двосторонніх угод між телекомпаніями і регуляторним органом;

Таблиця 6.1

Етапи переходу на цифрове телебачення у Нідерландах

Дата	Перелік робіт на станціях	Причини
1 квартал 2001 р.	• інсталяція устаткування; • направлена антена; • зменшена висота антени.	• запуск DTT; використання невикористаних аналогових ТВ частот; • обмеження, зумовлені двосторонніми угодами; • відсутність місця для направленої антени наверху щогли.
4 квартал 2006 р.	• зміна частоти.	• вимкнення аналогового телебачення; • зміна частот для приведення їх у відповідність до частотного плану «Женева-2006» (обмеження, погоджені у двосторонніх угодах з телерадіокомпаніями, залишаються в силі).
2 квартал 2007 р.	• збільшення потужності; • нова ненаправлена антена наверху щогли.	• обмеження більше не потрібні; • аналогова ТВ антена була демонтована; • використання вертикальної поляризації.

- установка нових цифрових передавальних станцій (у разі потреби);
- продовження аналогового мовлення із забезпеченням мінімальних перешкод від цифрового (терміни паралельного мовлення тих самих телепрограм в аналоговому і цифровому форматі дуже відрізняються в різних країнах (1-5) років, тому що залежать від дуже багатьох факторів);
- поетапне вимкнення аналогового телебачення, згідно з визначеними датами на національному рівні.

У таблиці 6.1 наведено перелік робіт, виконаних на передавальних станціях у Нідерландах до і після вимкнення аналогового мовлення.

Наступний приклад, також з Нідерландів, показує зміни, які відбулись у частотах на 19 передавальних станціях (див. рис. 6.1). Для приведення параметрів станцій у відповідність з угодою «Женева-2006» у деяких SFN-зонах потрібно було змінити частоту. Частоти, виділені у плані «Женева-2006», спричинили внесення змін у конфігурації SFN-зон і в кількох випадках — необхідність обміну ліній доставки мультиплексу між передавачами.

На кожній передавальній станції варто було установити суматори для підключення кількох передавачів на одну антену. Експлуатаційні вимоги допускали лише незначні перешкоди для трансляції послуг у нічний час.

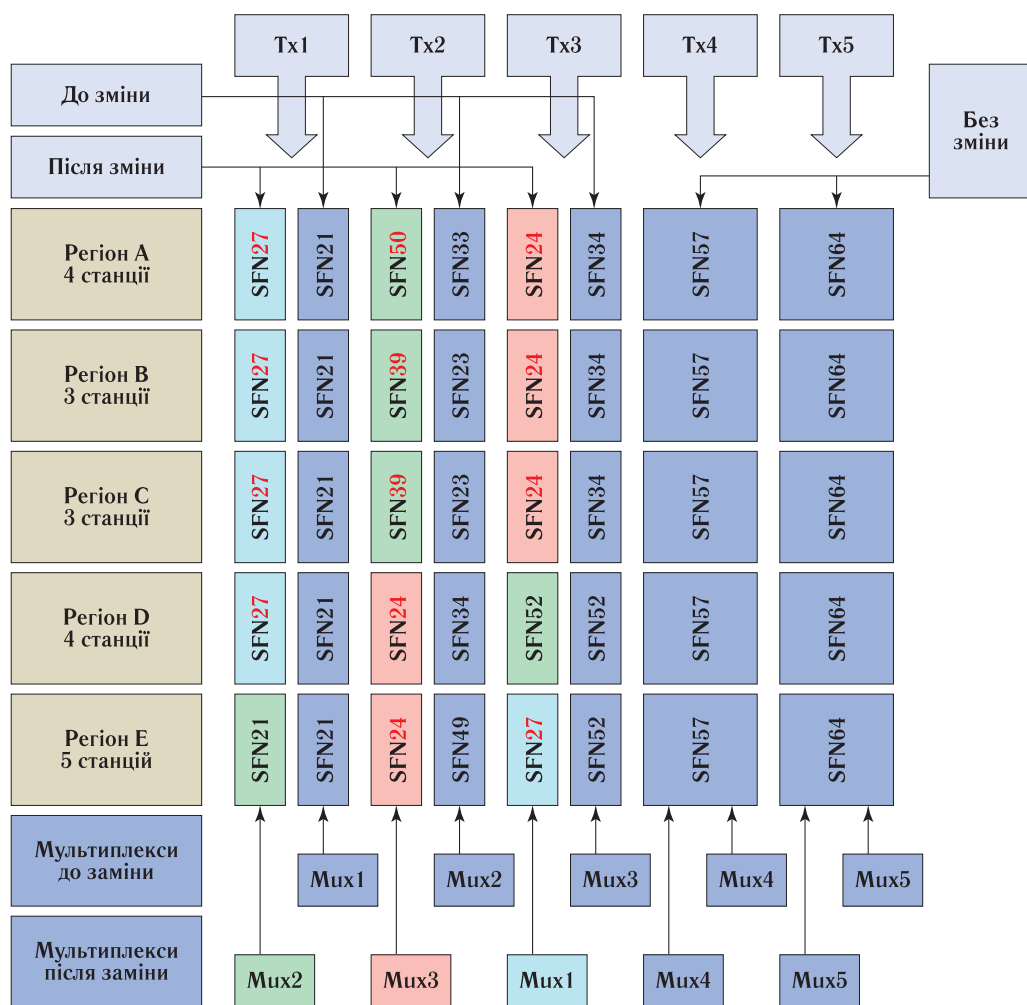


Рис. 6.1. Приклад зміни частот на 19 передавальних станціях

Проект розпочався з придбання нових суматорів з п'ятьма входами. Наступні дії здійснювались послідовно у кожному з п'яти регіонів (від А до Е); у кожному регіоні налічується 3-5 передавальних станцій:

1. Налаштування нового суматора на п'ять існуючих частот.
2. Введення нового суматора у дію (для тимчасового використання протягом однієї ночі); старий суматор доступний для повторного використання.
3. Налаштування старого суматора на нові частоти і на решту незмінних частот.

4. Налаштування передавачів на нові частоти і введення у дію старого суматора (на нових частотах) протягом однієї ночі; новий суматор не використовується.

5. Перевезення суматора до наступного регіону, передавальна станція якого зазнає модифікацій.

Після закінчення проекту решта суматорів була використана на нових передавальних станціях.

Ще одне ускладнення виникло у регіоні А. Не вдалося домовитись з операторами кабельного зв'язку щодо попередження глядачів за шість тижнів до зміни частоти. Оператор кабельного зв'язку погрожував зверненням до суду. Таким чином, зміна частоти на одній передавальній станції була відкладена.

Однак були скарги від телеглядачів, тому що деякі приймачі було складно переналагодити.

Розділ 6
Практичний
досвід розвитку
цифрового
ефірного
телебачення
до і після
завершення
перехідного
періоду

6.3. Розгортання DVB-H мережі

Основна проблема розгортання мереж DVB-H — високі вимоги до порогових рівнів електромагнітного поля, що зумовлює високу вартість DVB-H телемереж.

Існує два можливі способи спільного використання DVB-T мультимплексу DVB-H і DVB-T у межах того самого мультимплексу; відео- й аудіопослуги, які призначені для портативних приймачів (DVB-H) у формі IPDC (Internet Protocol DataCast), скомбінованих у транспортному потоці MPEG-2 чи MPEG-4 формату і призначених для традиційних приймачів DVB-T; режим модуляції DVB-T залишається незмінним для всіх сигналів, які є у транспортному потоці, а тому покриття для портативних приймачів, швидше за все, буде незадовільним як для прийому на фіксовані зовнішні антени, так і кімнатні антени. Результат може бути більш задовільний, якщо використовувати 16 QAM модуляцію.

Використання в ієрархічній модуляції (*див. також підрозділ 5.4.2*). У цьому випадку формуються два незалежні транспортні потоки MPEG-4. Частина — з низьким пріоритетом для DVB-T, а частина — з високим для DVB-H. Різне покриття досягається для двох потоків.

Оператори мереж віддають перевагу використанню спеціального мультимплексу для DVB-H, оскільки повна пропускна здатність мультимплексу доступна для DVB-H послуг і немає потреби укладати угоди про спільне використання цього мульти-

Таблиця 6.2

Типовий радіус соти мобільного зв'язку щільної мережі

Діапазон частоти	Система	Висота антени	Потужність випромінювання	Радіус соти DVB-T мережі	
				Міська зона	Приміська зона
Діапазон III	T-DMB (1,7 МГц)	25 м	1 кВт	3,5 км	5,0 км
Діапазон IV/V	DVB-H (8 МГц)	25 м	2 кВт	2,0 км	2,5 км
1,5 ГГц	DVB-H (5 МГц)	25 м	5 кВт	1,5 км	2,0 км

Таблиця 6.3

Типова кількість передавальних станцій

Діапазон частоти	Система	Кількість передавальних станцій
Діапазон III	T-DMB (1,7 МГц)	20
Діапазон IV/V	DVB-H (8 МГц)	65
1,5 ГГц	DVB-H (5 МГц)	100

плексу у випадках, коли різні оператори беруть участь у забезпеченні DVB-T й DVB-H послуг.

DVB-H може використовувати всі канали у діапазоні III, IV/V і діапазон 1,5 ГГц. Проте (на даний момент) ще не існує DVB-H терміналів для діапазону III. Канали нижче 56 (750 МГц) повинні використовуватись у разі потреби одночасної роботи з GSM900. Як правило, T-DMB чи DAB-IP застосовують для мобільного телевізійного прийому в діапазоні III.

Для DVB-H потрібна дуже висока напруженість поля внаслідок недостатньої ефективності приймальної антени (див. також підрозділ 2.5). Через обмеження по потужності, які містяться в угоді «Женева-2006», потрібно впроваджувати щільну передавальну SFN-мережу.

Дослідження, проведені у Великобританії [23], визначили типовий радіус соти для портативного прийому у дуже щільних мережах. Для порівняння наведено дані про мережу T-DMB. Радіус соти дуже залежить від обмежень, з якими зіштовхуються на практиці.

Кількість передавальних станцій у щільній мережі DVB-H для покриття площі міста з передмістями 30х30 км (25% площі — міська територія, 75% — сільська) показана у таблиці 6.3.

У Франції DVB-H мережа використовуватиме існуючі передавальні станції і, за потреби, буде доповнена новими. DVB-H послуги заплановані, передовсім, для 73 головних міст, в яких

мешкає 35% населення країни, з поступовим розширенням покриття до охоплення 70 – 80% населення. Один DVB-H мультимплекс буде введено у дію на початку 2009 року. Нові частоти використовуватимуться для DVB-H передавачів. Цих частотних присвоєнь немає у плані «Женева-2006», а тому вони підлягають міжнародній координації. Технічна і бізнес-моделі впровадження в Києві мобільного телебачення стандарту DVB-H [33] наведена в *додатку 10.9*.

Розділ 6
Практичний
досвід розвитку
цифрового
ефірного
телебачення
до і після
завершення
перехідного
періоду

6.4. Підготовка до HDTV

Кожну DVB-T мережу можна використовувати для передачі HDTV за умови, що пропускну здатності мультимплексу буде достатньо для передачі HDTV телепрограм. Перехід від телебачення стандартної чіткості до телебачення високої чіткості не вплине на покриття, якщо режим DVB-T передавачів залишиться без змін.

Європейська промислова асоціація у сфері телекомунікаційних і інформаційних технологій після консультації з Європейською мовною спілкою та іншими членами телерадіомовної індустрії дійшли згоди щодо мінімальних вимог для HD приймачів та дисплеїв. Телеглядачам повідомляють, що обладнання з логотипом «HD» відповідає цим встановленим вимогам. Логотип, зображений першим на *рисунку 6.2*, наноситься на дисплеї, а другий — на сет-топ-бокси (тюнери) та DVB-T телевізори.

HD монітори є у багатьох домівках (*див. також підрозділ 2.4.1*). Проте забезпечення населення достатньою кількістю таких приймачів за доступними цінами після впровадження послуг HDTV буде нелегким завданням.

Приміром, у Норвегії здійснюються такі заходи для забезпечення успішного впровадження HDTV:

- цифрове мовлення ведеться виключно у стандарті MPEG-4;
- оператор використовує тільки HD/SD-сумісні приймачі з виходом HDMI і перетворення HD в SD з пониженням частоти;
- зменшення кількості телепрограм у мультимплексі після запуску HD і перегрупування інших послуг.

У Франції DVB-T послуги розпочались із телебачення стандартної чіткості у MPEG-2 для безкоштовних послуг і MPEG-4 для платних послуг. Впровадження послуг HDTV розпочалося навесні 2008 року з трьох безкоштовних HD послуг (MPEG-4 формат) у мультимплексі, який раніше не використовувався. За-



Рис. 6.2
Логотипи HD

Розділ 6

Практичний
досвід розвитку
цифрового
ефірного
телебачення
до і після
завершення
перехідного
періоду

пуск другого мультиплексу з трьома безкоштовними HD теле-програмами відбувся наприкінці 2008 року. Крім того, одна чи дві платні телепрограми HD будуть запроваджені шляхом конвертування існуючих платних телепрограм формату SD MPEG-4 у формат HD MPEG-4. Для пришвидшення розгортання цифрового наземного телебачення, включаючи HD послуги, було постановлено, що всі нові телевізори стандартної чіткості повинні мати інтегрований декодер MPEG-2. З березня 2008 року було заборонено продаж аналогових телевізорів. Починаючи з грудня 2008 року, всі нові HDTV телевізори повинні оснащуватись MPEG-2 і MPEG-4 декодерами. На початку 2008 року приймачі MPEG-4 коштували у 4–5 разів дорожче, ніж MPEG-2 приймачі. На сьогодні ця різниця зменшилась удвічі — до 1,8-2,5 разів.

Розділ 7

Задоволення потреб телеглядачів

7.1. Вступ

Телеглядачі повинні бути ознайомлені із внесенням змін до DVB-T мережі (див. табл. 7.1), і для того, щоб отримувати нові покращені послуги, їм треба виконати деякі прості дії.

Телерадіомовні компанії та оператори мережі мають попередньо поінформувати телеглядачів про можливі зміни у телемережі або негаразди з якістю телеприйому.

У цьому розділі йтиметься про:

- способи покращення прийому;
- переналаштування приймачів;
- заміну приймального обладнання;
- інформування телеглядачів.

7.2. Способи покращення прийому

Якість прийому визначається:

- місцезнаходженням приймальної антени;
- направленістю й коефіцієнтом підсилення антени;
- втратами в антенних кабелях;
- з'єднанням антени і приймача;
- чутливістю приймача;
- вибірністю приймача.

Параметри приймача залежать від якості розробки, елементної бази і культури виробництва. Як правило, приймачі відповідають параметрам Європейської промислової асоціації у сфері телекомунікаційних та інформаційних технологій. Незважаючи на те,

Таблиця 7.1

Дії з боку телеглядачів, що можуть бути потрібні після внесення змін до мережі

Дії з боку телеглядачів	Зміни у мережі
Переналаштування приймачів	- зміна частоти; - додаткові одночастотні ретранслятори; - додаткові мультиплекси.
Регулювання приймальної антени або установка покращеної антени	- використання одночастотних ретрансляторів або додаткових передавачів; - зміна частоти; - заміна передавальних антен.
Закуповування нових приймачів	- заміна DVB-T системи; - заміна системи компресії.

що деякі параметри, наприклад вибірність, можуть покращуватись із плином часу (див. підрозділ 4.4.3), телеглядач позбавлений можливості вдосконалювати свій приймач. Для покращення прийому йому більше уваги потрібно приділити антені і, зокрема, її місцезонашуванню, направленості й коефіцієнту підсилення, а також усьому, що залежить від частоти. Активні антени, підсилювачі антен та рознесений прийом також можуть допомогти покращити покриття.

Місце розташування антен

Висота приймальної антени є важливим фактором. Зазвичай, фіксовані антени для установки на дахах будинків мають розміщуватись над місцевими пасивними перешкодами. Кімнатний прийом часто залежить від висоти поверху, його можна покращити шляхом розташування антени високо у кімнаті.

Розповсюдження електромагнітного поля може поділятися на макро- і мікроеваріації. Макроеваріації стосуються малої площі, наприклад, 100х100 метрів. Мікроеваріації належать до місця прийому з розміром у декілька довжин хвиль і переважно спричинюються багатопроменевим розповсюдженням внаслідок відбиття від близько розташованих об'єктів. Приймальна антена має бути розташована у місці максимальної напруженості поля. Мікроеваріації залежать від частот; може бути важко знайти оптимальне місце, якщо потрібно приймати кілька частот і середні рівні напруженості поля наближаються до мінімально допустимих значень. Для антен на даху місце вибирається під час установки. Вибір місця обмежується конструкцією даху. Портативні антени можна розмістити в оптимальному місці. Необхідність зміни позиції антени

Таблиця 7.2

Коефіцієнт підсилення антени відносно напівхвильового диполю

Тип антени	Діапазон III	Діапазон IV	Діапазон V
Для установки на даху (к.п. мінус втрати у кабелі)	5 дБ	7 дБ	7 дБ
Адаптована портативна антена	-2 дБ	0 дБ	0 дБ
Зовнішня портативна антена (телескопічна чи провідна гарнітура)	-13 дБ	-8 дБ	-3 дБ
Інтегрована антена	-17 дБ	-12 дБ	-7 дБ

кожного разу при виборі іншого частотного каналу заважає перегляду телепрограм.

Направленість і коефіцієнт підсилення

Ефективність розкритву антени залежить від довжини хвилі й коефіцієнта підсилення порівняно з напівхвильовим диполем. Дуже малі антени, наприклад антени, вбудовані у приймальному обладнанні, мають низький коефіцієнт підсилення. Фіксовані направлені антени для установки на дахах будинків мають великі розміри і значний коефіцієнт підсилення. Для планування мережі припускаються коефіцієнти підсилення приймальної антени, які наведені у *таблиці 7.2*. Коефіцієнти підсилення для портативних антен і антен для установки на дахах будинків подані в угоді «Женева-2006». Коефіцієнти підсилення антен для портативних пристроїв наведені в офіційному документі Європейського союзу телекомунікацій [6].

На практиці портативні антени й антени для установки на дахах будинків можуть мати не досить хороші параметри, зокрема, щодо направленості й коефіцієнта підсилення, який є частотно залежним. Телеглядачам буде корисно отримати докладну інформацію про приймальні антени.

Прийом можна покращити завдяки використанню антени з вищим коефіцієнтом підсилення. У випадку з прийомом на зовнішню антену на даху це може бути реалізовано за допомогою антени з більшою кількістю елементів (для досягнення кращої направленості й більшого коефіцієнта підсилення) та антенного підсилювача для компенсування втрат у кабелі. Портативний прийом може бути покращений за допомогою малої направленої антени для отримання більшого коефіцієнта підсилення чи активної антени — для досягнення нижчого коефіцієнта шуму



Рис. 7.1
Активна кімнатна антена

й кращої поєднуваності з приймачем. На *рис. 7.1* демонструється активна кімнатна антена. Портативний прийом також можна покращити за допомогою телескопічної антени.

Рознесений прийом

Мобільний і портативний прийом може бути значно покращений завдяки просторовому рознесенню антен. Портативні телевізійні пристрої надто малі, щоб інтегрувати більш ніж одну антену. Система просторового рознесення антен зменшує вплив швидкого згасання сигналу і складається з двох

чи більше антен і спеціального приймача. Вихідні сигнали антен комбінуються шляхом використання певних вагових множників і декодуються за допомогою стандартного алгоритму декодування. Застосування просторового рознесення антени має наступні переваги порівняно з використанням однієї антени:

- зменшений рівень напруженості поля (від 6 до 8 дБ);
- кращий прийом при більших швидкостях;
- менше проблем з прийомом, коли біля антени відбувається рух;
- менше проблем з прийомом декількох мультиплексів;
- легше знайти оптимальне місце для портативної приймальної антени.

Незважаючи на переваги, приймальне обладнання з просторовим рознесенням антен поки що використовується, переважно, для забезпечення приймання телерадіопрограм в автомобілях.

7.3. Переналаштування приймачів

Приймачі слід переналаштовувати після зміни частоти чи введення у дію нової частоти. Деякі приймачі виконують фонове сканування у режимі очікування і таким чином налагоджуються на нові частоти. Однак у більшості приймачів налагодження відбувається вручну шляхом активування у меню функції автоматичного пошуку частот.

Хороше поінформування глядачів є необхідною умовою для оголошення й виконання зміни частоти.

7.4. Заміна приймального обладнання

Розділ 7
Задоволення
потреб
телеглядачів

Нове приймальне обладнання є необхідним у випадку:

- нової системи компресії (наприклад, MPEG-4);
- нової передавальної системи (наприклад, DVB-T2, DVB-H);
- нової телевізійної системи (наприклад, HDTV).

Період заміни старого обладнання на більш досконале триває недовго, якщо нове обладнання здобуло популярність, як у випадку з мобільними телефонами. Цей період, як правило, займає від трьох до шести років. Приймальне обладнання, яке включає системи передачі й компресії, можливо, буде дорожчим за обладнання, яке використовує добре відпрацьовану технологію. Примушування телеглядачів до заміни приймального обладнання може бути не схвалене суспільством. Така заміна може бути прийнятною за умови, що є нові привабливі послуги.

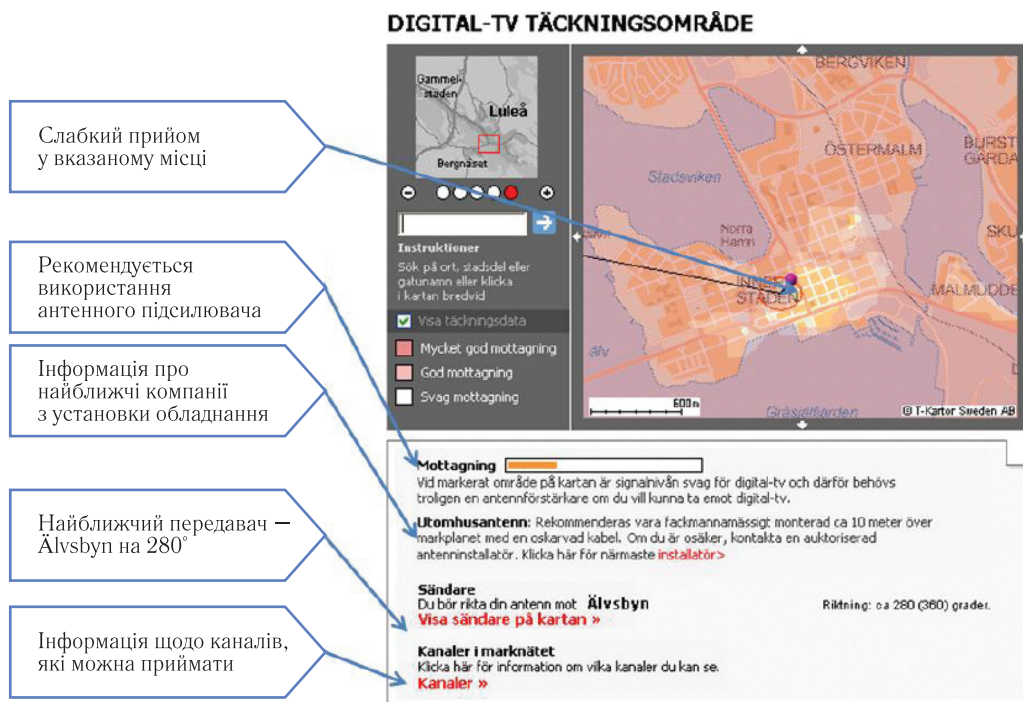


Рис. 7.2

Приклад поради щодо прийому, взятий із веб-сайту «Boxer» (www.boxer.se) (провайдер платних DVB-послуг у Швеції)

7.5. Інформаційна кампанія

Телеглядачі мають бути поінформовані щодо вірогідності прийому, змін у мережі, а також про те, які дії їм необхідно виконати для впевненого прийому:

Для інформування телеглядачів можна використати такі засоби:

- веб-сайти;
- телефонне довідкове бюро;
- реклама;
- розповсюдження інформації через місцевих дилерів;
- інформаційний канал у мультиплексі;
- телетекст.

Рис. 7.2 демонструє надання поради щодо прийому на веб-сайті оператора наземного цифрового телебачення «Voxer» у Швеції. Після введення адреси карта показує якість прийому на даній території. У випадку, представленою на рисунку, прийом на вказаній території — слабкий, а тому телеглядачу рекомендують використовувати антенний підсилювач. На карті також вказаний найближчий передавач (у цьому випадку — Älvsbyn на 280°). Крім того, перейшовши за відповідним посиланням, можна отримати інформацію про найближчі компанії з установки обладнання й доступні для перегляду канали.

Розділ 8

Висновки й рекомендації

Розвиток цифрової наземної телевізійної мережі у діапазонах III, IV, V стимулюватиметься широким спектром послуг, які охоплюватимуть: HDTV, мобільне і портативне телебачення, прийом радіопрограм цифрової якості, інтерактивні послуги, послуги передачі даних. Ринок визначатиме, які з цих послуг будуть запропоновані телеглядачам. Пропозиція послуг варіюватиметься залежно від країни, що обумовлено потребами різних ринків.

Телерадіомовна індустрія повинна працювати злагоджено

Для кожної послуги потрібно обрати тип прийому (прийом на фіксовані зовнішні антени, які монтуються на дахах будинків, кімнатний, зовнішній, мобільний, портативний), територію для покриття і систему (стандарт) (DVB-T, DVB-H, DMB). Не можна буде обійтися й без компромісних рішень, вибираючи ресурс мультиплексу (кількість телепрограм), якість прийому, а також рівень витрат на трансляцію телепрограм. Крім того, потрібно зробити правильний вибір щодо концепції створення телемережі: або використовувати вежі існуючих аналогових передавальних станцій) та поступово створювати нові DVB-T станції, або використовувати модель ідеальної SFN-зони і будувати нові вежі.

Телерадіомовні компанії й оператори телемереж повинні ретельно розглянути всі ці питання, домовитись з виробниками та постачальниками приймального обладнання про те, що відповідні приймачі вчасно та у достатній кількості з'являтимуться у продажу.

Регуляторно-правова база має бути чітко визначена

Використання діапазонів III, IV і V значною мірою регулюється Регламентом радіозв'язку Міжнародного союзу телекому-

нікацій та угодою «Женева-2006». Європейська комісія займає чітко визначену позицію щодо використання «цифрових дивідендів», віддаючи перевагу ринковому підходу.

Існує можливість використання частин діапазонів IV/V для нетелерадіомовних послуг, наприклад, для системи мобільного зв'язку (UMTS). На останній Міжнародній конференції WRC-07 Міжнародного союзу електрозв'язку (ITU) було погоджено можливість використання телеканалів 61 — 69 для таких послуг. Але через серйозні побоювання щодо взаємних завад між передавачами для телерадіомовлення та мобільного зв'язку було розпочато тести на сумісність між ними. Результати цих тестів будуть оприлюднені на наступній Міжнародній конференції в 2011 році.

Телерадіомовна спільнота має уважно стежити за розробками у сфері застосування «цифрового дивіденду»

Рішення національних регуляторних органів відвести спеціальний піддіапазон для послуг мобільного зв'язку може стати підставою для переробки плану «Женева-2006» і призвести до змін і обмежень в існуючих та запланованих послугах. Такі розробки повинні ретельно аналізуватись з точки зору витрат та покриття. Крім того, якщо відсутні чіткі національні рішення щодо використання каналів 61 — 69, то в такому випадку потрібно відкласти на максимально можливий термін впровадження наземного цифрового телебачення на цих каналах.

Розробки щодо використання низькопотужних чи вільних від ліцензій застосувань у діапазонах IV/V викликають насторогу. Вони повинні ретельно розглядатись з метою забезпечення завадостійкості для цифрових телерадіомовних послуг.

Телеглядачі повинні бути підготовлені до змін у мережі

Впровадження нових послуг чи модифікація мереж — складний процес, який потребує ретельної підготовки. Внесення змін може бути необхідним стосовно параметрів випромінювання, стандартів, систем передачі чи компресії. Також можуть бути встановлені додаткові передавальні станції й мультиплекси. Більшість цих змін до мережі вплине на можливість телеглядачів отримувати телевізійні послуги. До того ж існуючі приймальні антени можуть не підходити для нових послуг, що зумовлено їх направленистю чи діапазоном частот, для якого їх було сконструйовано.

Дуже важливим є проведення хорошої інформаційної кампанії для підготовки громадськості до змін у мережі. Ці зміни можуть торкнутись як кількох, так і всіх домогосподарств. Точний про-

гноз покриття важливий для оцінювання змін у мережі на задіяній території, а також для інформування громадськості про можливості щодо отримання нових послуг чи продовження отримання вже існуючих.

Розділ 8
Висновки
й рекомендації

Покращення прийому за допомогою удосконалених приймальних антен

Прийом може бути покращений шляхом використання кращих приймальних антен для кімнатного, портативного прийому чи фіксованого зовнішнього прийому. Висувні антени для портативних пристроїв можуть покращити портативний прийом, тоді як активні антени краще підходять для кімнатного прийому. Використання антенних підсилювачів та антен з більш високим коефіцієнтом підсилення може покращити прийом на фіксовані зовнішні антени. Використанню активних антен (особливо портативних) сприяє можливість їх живлення (5 В) через вхідний антенний рознімач приймача.

Ретельне планування на майбутнє

При заміні існуючих передавальних антен, нові антени повинні мати сучасний дизайн з покращеними частотно залежними параметрами.

Одночастотні мережі (SFNs) є ефективними для забезпечення покриття для портативного (кімнатного) і мобільного прийому на великих територіях. Однак планування SFN-мережі та її налаштування є складним і потребують великої уваги для уникнення інтерференційних завад.

Якщо в майбутньому очікується впровадження додаткових мультиплексів, може бути доцільним завчасно взяти до уваги об'єми приміщень передавальних станцій.

DVB-T мережі в кожній країні будуть розвиватись по-різному — відповідно до умов місцевих телевізійних ринків і політики державних регуляторних органів.

Розділ 9

Короткий словник термінів та понять

ATSC — Стандарт цифрового ефірного телебачення США

DMB — Стандарт цифрового мультимедійного телебачення

DTT — Цифрове наземне телебачення

DVB-C — Стандарт цифрового кабельного телебачення

DVB-H — Стандарт цифрового телебачення для прийому на портативні пристрої (мобільні телефони, КПК тощо)

DVB-S — Стандарт цифрового супутникового телебачення

DVB-T — Стандарт цифрового наземного телебачення для 6-, 7- та 8-МГц каналів

DVB-T2 — Стандарт другого покоління для цифрового наземного телебачення

EBU — Європейська мовна спілка

ERP, ЕВП — Ефективно випромінювана потужність

FEC — Алгоритм корекції помилок Ріда-Соломона для підвищення сигнал/шум

FFT — Швидке перетворення Фур'є

G — Коефіцієнт підсилення антени

Gap filler — Цифровий одночастотний ретранслятор

GE06 — Угода «Женева-2006»

Ghost image — Паразитне повторюване зображення

H — Висота підйому антени

HD — Висока чіткість

HDTV — Телебачення високої чіткості

IPTV — Інтернет-телебачення

ISDB-T — Стандарт цифрового ефірного телебачення Японії

ITU — Міжнародний союз електрозв'язку

L-діапазон — Діапазон надвисоких частот (від 300 до 1550 МГц)

MFN — Багаточастотна мережа

MHP, MHEG — Програмні засоби для інтерактивного телебачення

MUX, MX — Мультиплекс

RPC — Дистанційне керування

S-DAB — Стандарт використання супутника для мобільного телерадіомовлення

SDTV — Телебачення стандартної чіткості

SFN — Одночастотна мережа

T-DAB — Стандарт використання спектра цифрового радіо для мобільного ТБ

T-DMB — Стандарт наземного мультимедійного цифрового телебачення

TX — Передавач

UMTS (3G) — Стандарт для мобільного зв'язку третього покоління

WRC — Міжнародна конференція з радіозв'язку

GSM — Головна станція мультиплексування

УДЦР — Український державний центр радіочастот

Розділ 10

Додатки

Додаток 10.1

Огляд телевізійного ринку України станом на квітень 2009 року

Площа	603 700 км ²
Населення	46,2 млн.
Домогосподарства	16,2 млн.
Телевізори	≈23 млн.
Аналоговий ефірний прийом	11,500 млн. домогосподарств (71 %)
Ефірний цифровий прийом (DVB-T/H)	Один мультиплекс з квітня 2009, ≈4-5 тис. приймачів; 10 загальнонаціональних програм MPEG-4 AVC у Київській, Житомирській і південній частині Одеської обл., покриття для ≈4,5 млн. населення.
Кабельний прийом (аналогове платне телебачення)	2,8 млн. (17,3%); 250 000 у Києві
Кабельний прийом (платне телебачення DVB-C)	0,4 млн. (2,4%); 300 000 у Києві
Супутниковий прийом (DVB-S)	1,5 млн. (9,3%); ≈100 000 у Києві

РОЗПОДІЛ ЗОН СИНХРОННОГО НАЗЕМНОГО ЦИФРОВОГО МОВЛЕННЯ

УМОВИ ПОЗНАЧЕННЯ

— Місце зон синхронного цифрового мовлення
--- Границя зон синхронного цифрового мовлення

○ Об'єкт (спутник) системи ГЛОНАСС
★ Об'єкт (спутник) інших систем вилучення з мережі

КАЛЬКУЛЯТОР ВІДСТАНІ
В КМ
SCALE BAR

Додаток 10.2 Перелік DVB стандартів

Довідка зі стандартизації аудіовізуальних систем, служб і технологій на кінець 2008 р.

ТЕХНІЧНИЙ КОМІТЕТ 123 «АУДІОВІЗУАЛЬНІ СИСТЕМИ І СЛУЖБИ», заснований Держзв'язку та Держстандартом України в 2008 р.

Голова: Михайлов М.К.

Заступники голови: Гофайзен О.В., Шаповал В.З.

Стандарти, розроблені в період 1994 – 1999 рр.

Терміносистема телебачення			
1	ДСТУ 3807-98	«Телебачення. Терміни і визначення»	Наказ Держстандарту України №952 від 30.11.1998 р. Чинний з 01.01.2000 р.
2	ДСТУ 3808-98	«Телебачення. Цифрове оброблення телевізійних сигналів. Терміни і визначення»	Наказ Держстандарту України №952 від 30.11.1998 р. Чинний з 01.01.2000 р.
Якість телевізійного зображення			
3	ДСТУ 3787-98	«Телебачення мовне. Якість телевізійного зображення. Методи суб'єктивного оцінювання»	Наказ Держстандарту України №739 від 25.09.1998 р. Чинний з 01.01.2000 р.
Телевізійні вимірювання			
4	ДСТУ 3836-99	«Телебачення мовне. Сигнал опорний вимірювальний для корекції лінійних спотворень у телевізійному тракті. Основні параметри»	Наказ Держстандарту України №97 від 26.02.1999 р. Чинний з 01.01.2000 р.
Системи аналогового телебачення			
5	ДСТУ 3837-99 (зі скасуванням в Україні ГОСТ 7845-92)	«Телебачення мовне. Системи аналогового телебачення звичайної чіткості. Основні параметри. Методи вимірювань»	Наказ Держстандарту України №97 від 26.02.1999 р. Чинний з 01.01.2000 р.

Система ТЕЛЕТЕКСТ			
6	ДСТУ 3487-96	«Система ТЕЛЕТЕКСТ. Терміни та визначення»	Наказ Держстандарту України №6 від 09.01.1997 р. Чинний з 01.01.1998 р.
7	ДСТУ 3444-96	«Система ТЕЛЕТЕКСТ. Основні параметри. Методи вимірювань»	Наказ Держстандарту України №462 від 31.10.1996 р. Чинний з 07.01.1997 р.
8	ДСТУ 3572-97	«Система ТЕЛЕТЕКСТ. Показники якості мовлення даних. Методи вимірювань»	Наказ Держстандарту України №320 від 30.05.1997 р. Чинний з 07.01.1998 р.
9	ДСТУ 3573-97	«Система ТЕЛЕТЕКСТ. Метод кодування інформації»	Наказ Держстандарту України №320 від 30.05.1997 р. Чинний з 07.01.1998 р.

Стандарти, розроблені в період 2000 – 2004 рр.

10	ДСТУ 3813-98	«Система ТЕЛЕТЕКСТ. Сторінки універсальні випробувальні. Загальні технічні вимоги»	Наказ Держстандарту України №1007 від 21.12.1998 р. Чинний з 01.01. 2000 р.
Терміносистема аудіовізуальної техніки			
11	ДСТУ 5099-2008	«Аудіовізуальні технології. Терміни та визначення понять»	Наказ Держспоживстандарту України №456 від 05.12.2008 р. Чинний з 01.01.2008 р.
Основоположні стандарти кодування аудіовізуальної інформації			
12	ДСТУ ITU-R BT.601-5: 2004	«Телебачення. Параметри цифрового кодування сигналу телевізійного зображення зі співвідношенням сторін 4:3 і 16:9. Загальні технічні вимоги»	Наказ Держспоживстандарту України №219 від 05.10.2004 р. Чинний з 01.01.2006 р.
13	ДСТУ ISO/IEC 10918-1: 2003	«Інформаційні технології. Метод цифрового кодування напівтонових нерухомих зображень JPEG. Технічні вимоги та настанови»	Наказ Держспоживстандарту України №262 від 26.12.2003 р. Чинний з 01.04.2006 р. ІП №10-05

14	ДСТУ 4189-2003 (ISO/IEC 10918-2, MOD)	«Інформаційні технології. Метод цифрового кодування напівтонових нерухомих зображень JPEG. Частина 2. Випробування на відповідність»	Наказ Держспоживстандарту України №120 від 05.07.03 р. Чинний з 01.04.2006 р. ІП №10-05
15	ДСТУ ISO/IEC 10918-3: 2003	«Інформаційні технології. Метод цифрового кодування напівтонових нерухомих зображень JPEG. Частина 3. Розширення»	Наказ Держспоживстандарту України №262 від 26.12.2003 р. Чинний з 01.04.2006 р. ІП №10-05
16	ДСТУ 4190-2003 (ISO/IEC 11172-1, MOD)	«Інформаційні технології. Метод кодування аудіовізуальної інформації MPEG-1. Частина 1. Системи. Побудова цифрового потоку. Загальні технічні вимоги»	Наказ Держспоживстандарту України №120 від 05.07.2003 р. Чинний з 01.04.2006 р. ІП №10-05
17	ДСТУ 4191-2003 (ISO/IEC 11172-2, MOD)	«Інформаційні технології. Метод кодування аудіовізуальної інформації MPEG-1. Частина 2. Відео. Цифрове кодування рухомих зображень. Загальні технічні вимоги»	Наказ Держспоживстандарту України №120 від 05.07.2003 р. Чинний з 01.04.2006 р. ІП №10-05
18	ДСТУ ISO/IEC 11172-3: 2003	«Інформаційні технології. Метод кодування аудіовізуальної інформації MPEG-1. Частина 3. Аудіо. Цифрове кодування звуку. Загальні технічні вимоги»	Наказ Держспоживстандарту України №262 від 26.12.2003 р. Чинний з 01.04.2006 р. ІП №10-05
19	ДСТУ 4192-2003 (ISO/IEC 13818-1, MOD)	«Інформаційні технології. Метод кодування аудіовізуальної інформації MPEG-2. Частина 1. Системи. Побудова цифрового потоку. Загальні технічні вимоги»	Наказ Держспоживстандарту України №120 від 05.07.2003 р. Чинний з 01.04.2006 р. ІП №10-05
20	ДСТУ 4193-2003 (ISO/IEC 13818-2, MOD)	«Інформаційні технології. Метод кодування аудіовізуальної інформації MPEG-2. Частина 2. Відео. Цифрове кодування рухомих зображень. Загальні технічні вимоги»	Наказ Держспоживстандарту України №120 від 05.07.2003 р. Чинний з 01.04.2006 р. ІП №10-05
21	ДСТУ ISO/IEC 13818-3: 2003	«Інформаційні технології. Метод кодування аудіовізуальної інформації MPEG-2. Частина 3. Аудіо. Цифрове кодування звуку. Загальні технічні вимоги»	Наказ Держспоживстандарту України №262 від 26.12.2003 р. Чинний з 01.04.2006 р. ІП №10-05



Кабельне телебачення			
22	ДСТУ 4196-2003 (IEC 60728-1: 2001, MOD)	«Телевізійне та звукове мовлення й інтерактивні мультимедійні служби. Кабельні розподільчі системи. Частина 1. Характеристики системи. Методи вимірювання»	Наказ Держспоживстандарту України № 120 від 05.07.2003 р. Чинний з 01.07.2005 р. №2-2005
23	ДСТУ 4197-2003 (IEC 60728-2: 2002, MOD)	«Телевізійне та звукове мовлення й інтерактивні мультимедійні служби. Кабельні розподільчі системи. Частина 2. Вимоги до електромагнітної сумісності обладнання»	Наказ Держспоживстандарту України № 120 від 05.07.2003 р. Чинний з 01.07.2004 р.
24	ДСТУ 4198-2003 (IEC 60728-3: 2000, MOD)	«Телевізійне та звукове мовлення й інтерактивні мультимедійні служби. Кабельні розподільчі системи. Частина 3. Активне обладнання ширококутних систем на основі коаксіального кабелю. Загальні технічні вимоги. Методи вимірювання»	Наказ Держспоживстандарту України № 120 від 05.07.2003 р. Чинний з 01.07.2004 р.
25	ДСТУ 4199-2003 (IEC 60728-4: 2000, MOD)	«Телевізійне та звукове мовлення й інтерактивні мультимедійні служби. Кабельні розподільчі системи. Частина 4. Пасивне обладнання ширококутних систем на основі коаксіального кабелю. Загальні технічні вимоги. Методи вимірювання»	Наказ Держспоживстандарту України № 120 від 05.07.2003 р. Чинний з 01.07.2004 р.
26	ДСТУ 4200-2003 (IEC 60728-5: 2001, MOD)	«Телевізійне та звукове мовлення й інтерактивні мультимедійні служби. Кабельні розподільчі системи. Частина 5. Обладнання головних станцій. Загальні технічні вимоги. Методи вимірювання»	Наказ Держспоживстандарту України № 120 від 05.07.2003 р. Чинний з 01.07.2004 р.
27	ДСТУ 4201-2003 (IEC 60728-6: 2000, MOD)	«Телевізійне та звукове мовлення й інтерактивні мультимедійні служби. Кабельні розподільчі системи. Частина 6. Оптичне обладнання. Загальні технічні вимоги. Методи вимірювання»	Наказ Держспоживстандарту України № 120 від 05.07.2003 р. Чинний з 01.07.2005 р. №2-2005



28	ДСТУ 4202-2003 (IEC 60728-9: 2000, MOD)	«Телевізійне та звукове мовлення й інтерактивні мультимедійні служби. Кабельні розподільчі системи. Частина 9. Інтерфейси кабельних розподільчих систем з цифровою модуляцією. Загальні технічні вимоги»	Наказ Держспоживстандарту України №120 від 05.07.2003 р. Чинний з 01.07.2005 р. №2-2005
29	ДСТУ 4203-2003 (IEC 60728-10: 2001, MOD)	«Телевізійне та звукове мовлення й інтерактивні мультимедійні служби. Кабельні розподільчі системи. Частина 10. Характеристики системи зворотного каналу. Методи вимірювання»	Наказ Держспоживстандарту України №120 від 05.07.2003 р. Чинний з 01.07.2004 р.
30	ДСТУ 4204-2003 (IEC 60728-11: 1997, MOD)	«Телевізійне та звукове мовлення й інтерактивні мультимедійні служби. Кабельні розподільчі системи. Частина 11. Вимоги безпеки»	Наказ Держспоживстандарту України №120 від 05.07.2003 р. Чинний з 01.07.2004 р.
31	ДСТУ 4205-2003 (IEC 60728-12: 1997, MOD)	«Телевізійне та звукове мовлення й інтерактивні мультимедійні служби. Кабельні розподільчі системи. Частина 12. Вимоги до електромагнітної сумісності систем»	Наказ Держспоживстандарту України №120 від 05.07.2003 р. Чинний з 01.07.2005 р. №2-2005
32	ДСТУ 4470-2005	«Телевізійне та звукове мовлення й інтерактивні мультимедійні служби. Кабельні розподільчі системи. Основні положення»	Наказ Держспоживстандарту України №338 від 25.11.2005 р. Чинний з 01.07. 2006 р.
33	ДСТУ 4471-2005	«Телевізійне та звукове мовлення й інтерактивні мультимедійні служби. Кабельні розподільчі системи. Терміни та визначення понять»	Наказ Держспоживстандарту України №338 від 25.11.2005 р. Чинний з 01.07. 2006 р.
Цифрове телебачення			
34	ДСТУ EN 300 744: 2004	«Цифрове телевізійне мовлення (DVB). Структура кадрів, каналне кодування та методи модуляції в системі цифрового наземного телебачення. Загальні технічні вимоги»	Наказ Держспоживстандарту України №352 від 15.12.2006 р. Чинний з 01.01.2007 р.

35	ДСТУ 4214-2003 (EN 300 429: 1998, MOD)	«Цифрове телевізійне мовлення (DVB). Структура кадрів, кодування каналу та методи модуляції в кабельних розподільчих системах. Загальні технічні вимоги»	Наказ Держспоживстандарту України №120 від 05.07.2003 р. Чинний з 01.07.2005 р. №2-2005
36	ДСТУ EN 300 421:2003	«Цифрове телевізійне мовлення (DVB). Структура кадрів, кодування каналу і методи модуляції в супутникових службах частотного діапазону 11/12 ГГц. Загальні технічні вимоги»	Наказ Держспоживстандарту України №15 від 02.02.2004 р. Чинний з 01.04.2005 р.
37	ДСТУ EN 300 473:2004	«Цифрове телевізійне мовлення (DVB). Системи розподільчі сигналів супутникового телебачення з прийманням на колективну антену (SMATV). Загальні технічні вимоги»	Наказ Держспоживстандарту України №15 від 02.02.2004 р. Чинний з 01.04.2005 р.
38	ДСТУ EN 300 749:2004	«Цифрове телевізійне мовлення. Системи розподільчі мікрохвильові багатоточкові (MMDS) в частотному діапазоні нижче 10 ГГц. Загальні технічні вимоги»	Наказ Держспоживстандарту України №15 від 02.02.2004 р. Чинний з 01.04.2005 р.
39	ДСТУ EN 300 748:2004 (EN 300 748:1997, IDT)	«Цифрове телевізійне мовлення (DVB). Багатоточкові телевізійні розподільчі системи діапазону частот 10 ГГц і вище. Загальні технічні вимоги»	Наказ Держспоживстандарту України №237 від 28.10.2004 р. Чинний з 01.01.2006 р.
40	ДСТУ EN 300 468:2004	«Цифрове телевізійне мовлення (DVB). Службова інформація у системах DVB. Загальні технічні вимоги»	Наказ Держспоживстандарту України №258 від 05.11.2004 р. Наказ про зміну назви №33 від 15.02.2006 р. Чинний з 01.01.2007 р.
Інтерактивне телебачення			
41	ДСТУ ETSI ES 200 800:2005	«Цифрове телевізійне мовлення (DVB); Інтерактивний канал кабельних телевізійних розподільчих систем CATV. Загальні технічні умови»	Наказ Держспоживстандарту України №258 від 15.11.2004 р. Чинний з 01.01.2007 р. №6-2006

42	ДСТУ EN 300 801:2004	«Цифрове телевізійне мовлення (DVB). Канал інтерактивний через телекомунікаційну мережу загального користування чи цифрову мережу з інтеграцією служб. Загальні технічні вимоги»	Наказ Держспоживстандарту України № 15 від 02.02.2004 р. Чинний з 01.04.2005 р.
Система ТЕЛЕТЕКСТ			
43	ГОСТ 30825-02	«Система ТЕЛЕТЕКСТ. Термины и определения»	Протокол Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации №21 от 30 мая 2002 г. Введен 01.07.2003 г.
44	ДСТУ ETSI EN 300 706:2004	«Система ТЕЛЕТЕКСТ. Покращений метод передавання інформації телетексту. Загальні технічні вимоги»	Наказ Держспоживстандарту України №258 від 15.11.2004 р. Чинний з 01.04. 2006 р. №9-2005 Наказ про зміну позначення №33 від 15.02.2006 р. Чинний з 01.01.2008 р. №8-2007
45	ДСТУ 4215-2003 (EN 300 472, MOD)	«Цифрове телевізійне мовлення (DVB); Передавання інформації телетексту в цифрових потоках DVB. Загальні технічні вимоги»	Наказ Держспоживстандарту України №120 від 05.07.03 р. Чинний з 01.07.2005 р. №2-2005
Телевізійні інтерфейси			
46	ДСТУ ITU-R BT.656-4:2005	«Телебачення. Інтерфейси системи цифрового телебачення для формату дискретного представлення компонентних сигналів 4:2:2 і частоти дискретизації сигналу яскравості 13,5 МГц. Загальні технічні вимоги»	Наказ Держспоживстандарту України №156 від 30.06.2005 р. Чинний з 01.07.2007 р. ІП 4-2007
47	ДСТУ ITU-R BT.799-3:2005	«Телебачення. Інтерфейси системи цифрового телебачення для формату дискретного представлення компонентних сигналів 4:4:4 і частоти дискретизації сигналу яскравості 13,5 МГц. Загальні технічні вимоги»	Наказ Держспоживстандарту України №156 від 30.06.2005 р. Чинний з 01.07.2007 р. ІП 4-2007

48	ДСТУ ІТУ-Р ВТ.1302:2005	«Телебачення. Інтерфейси системи цифрового телебачення для формату дискретного представлення компонентних сигналів 4:2:2 і частоти дискретизації сигналу яскравості 18 МГц. Загальні технічні вимоги»	Наказ Держспоживстандарту України №156 від 30.06.2005 р. Чинний з 01.01.2007 р.
49	ДСТУ ІТУ-Р ВТ.1303:2005	«Телебачення. Інтерфейси системи цифрового телебачення для формату дискретного представлення компонентних сигналів 4:4:4 і частоти дискретизації сигналу яскравості 18 МГц. Загальні технічні вимоги»	Наказ Держспоживстандарту України №156 від 30.06.2005 р. Чинний з 01.07.2007 р.
50	ДСТУ ІТУ-Р ВТ.1362:2004	«Телебачення. Інтерфейси системи цифрового телебачення з прогресивною розгорткою. Загальні технічні вимоги»	Наказ Держспоживстандарту України №258 від 15.11.2004 р. Зміна у назві ДСТУ, Наказ №33 від 15.02.2006 р. Чинний з 01.04 2006 р.
Цифровий звуковий супровід аналогового телебачення			
51	ДСТУ 4213-2003 (ETS 300 163, MOD)	«Телебачення мовленнєве. Система цифрового звукового супроводу аналогового телебачення. Загальні технічні вимоги»	Наказ Держспоживстандарту України №120 від 05.07.2003 р. Чинний з 01.07.2005 р. №2-2005
Електромагнітна сумісність аудіовізуальних систем			
52	ДСТУ 4210:2003 (EN 55103- 1:1996, MOD)	«Електромагнітна сумісність. Професійна аудіо-, відео- й аудіовізуальна апаратура та апаратура керування освітлювальними установками. Частина 1. Емісія завад. Норми та методи вимірювання»	Наказ Держспоживстандарту України №120 від 05.07.2003 р. Чинний з 01.07.2005 р. №2-2005
53	ДСТУ 4211:2003 (EN 55103- 2:1996, MOD)	«Електромагнітна сумісність. Професійна аудіо-, відео- й аудіовізуальна апаратура та апаратура керування освітлювальними установками. Частина 2. Несприйнятливність. Норми та методи вимірювання»	Наказ Держспоживстандарту України №120 від 05.07.2003 р. Чинний з 01.07.2005 р. №2-2005

Вимоги безпеки до обладнання аудіовізуальних систем			
54	ДСТУ IEC 60065:2004	«Аудіо-, відео- та аналогічне електронне обладнання. Вимоги безпеки»	Наказ Держспоживстандарту України №258 від 15.11.2004 р. Наказ Держспоживстандарту України №176 від 02.08.2007 р. Чинний з 01.11.2007 р.
Вимірювання в аналоговому і цифровому телебаченні			
55	ДСТУ ITU-R BT.1439:2004	«Телебачення мовленнєве. Технічні параметри апаратно-студійних комплексів аналогового телебачення. Методи вимірювання»	Наказ Держспоживстандарту України №258 від 15.11.2004 р. Чинний з 01.04.2006 р.
56	ДСТУ ETSI TR 101 290:2004	«Цифрове телевізійне мовлення (DVB). Характеристики системи передавання. Настанови до вимірювання»	Наказ Держспоживстандарту України №258 від 15.11.2004 р. Чинний з 01.04.2006 р. №6-2006
Інші стандарти аудіовізуальної техніки			
57	ДСТУ 4209:2003 (IEC 61603-1:1997, MOD)	«Передавання аудіо- та/чи відео-й стосовних до них сигналів з використанням інфрачервоного випромінювання. Частина 1. Загальні положення»	Наказ Держспоживстандарту України №120 від 05.07.2003 р. Чинний з 01.07.2005 р. №2-2005
58	ДСТУ EN 50132-2-1:2004	«Системи сигналізації. Системи спостереження телевізійні замкнуті охоронного призначення. Частина 2-1. Чорно-білі камери. Загальні технічні вимоги»	Наказ Держспоживстандарту України №258 від 15.11.2004 р. Чинний з 01.04.2007 р.
59	ДСТУ 4212:2003 (EN 60651:1994, MOD)	«Вимірювачі рівня звуку. Загальні технічні вимоги»	Наказ Держспоживстандарту України №120 від 05.07.2003 р. Чинний з 01.07.2004 р.
60	ДСТУ ITU-R BS.644-1:2005	«Звукове мовлення. Показники якості аудіосигналу в тракці високоякісного передавання мовленнєвих програм. Загальні технічні вимоги та методи вимірювання»	Наказ Держспоживстандарту України №187 від 25.06.2005 р. Чинний з 01.10.2007 р. ІП 4-2007

Стандарти, розроблення яких почато в 2004 – 2005 рр.

61	ДСТУ EN 301 701	«Телебачення мовленнєве цифрове (DVB). Метод модуляції OFDM у системах наземного цифрового телевізійного мовлення НВЧ-діапазону»	Наказ Держспоживстандарту України №246 від 16.08.2006 р. Чинний з 01.10.2007 р.
62	ДСТУ ETSI EN 301 199:2006	«Телебачення мовленнєве цифрове (DVB). Інтерактивний канал локальних багатоточкових розподільчих систем. Загальні технічні вимоги»	Наказ Держспоживстандарту України №320 від 07.11. 2006 р. Чинний з 01.01.2008 р.
63	ДСТУ EN 301 193:2006	«Телебачення мовленнєве цифрове (DVB). Інтерактивний канал на основі системи цифрового вдосконаленого безпроводового зв'язку. Загальні технічні вимоги»	Наказ Держспоживстандарту України №272 від 07.09.2006 р. Чинний з 01.10.2007 р.
64	ДСТУ EN 301 195:2006	«Телебачення мовленнєве цифрове (DVB). Інтерактивний канал на основі глобальної системи мобільного зв'язку. Загальні технічні вимоги»	Наказ Держспоживстандарту України №272 від 07.09.2006 р. Чинний з 01.10.2007 р.
65	ДСТУ ETS 300 813:2006	«Цифрове телевізійне мовлення (DVB). Інтерфейси мереж із плетіохронною цифровою ієрархією. Загальні технічні вимоги»	Наказ Держспоживстандарту України №320 від 07.11.2006 р. Чинний з 01.01.2008 р.
66	ДСТУ ETS 300 743:2006	«Цифрове телевізійне мовлення. Системи введення субтитрів. Загальні технічні вимоги»	Наказ Держспоживстандарту України №320 від 07.11.2006 р. Чинний з 01.01.2008 р.
67	ДСТУ ETS 300 814:2006	«Цифрове телевізійне мовлення. Інтерфейси мереж із синхронною цифровою ієрархією. Загальні технічні вимоги»	Наказ Держспоживстандарту України №320 від 07.11.2006 р. Чинний з 01.01.2008 р.
68	ДСТУ ETS 300 707:2006	«Телебачення мовленнєве. Електронна програма телевізійних передач. Протокол, базований на електронному передаванні даних. Загальні технічні вимоги»	Наказ Держспоживстандарту України №320 від 07.11.2006 р. Чинний з 01.01.2008 р.

69	ДСТУ EN 301 192:2006	«Цифрове телевізійне мовлення (DVB). Система передавання даних. Загальні технічні вимоги»	Наказ Держспоживстандарту України №364 від 25.12.2006 р. Чинний з 01.01.2008 р.
70	ДСТУ ETSI EN 302 304:2006	«Цифрове телевізійне мовлення (DVB). Система передавання на носійні термінали. Загальні технічні вимоги»	Наказ Держспоживстандарту України №364 від 25.12.2006 р. Чинний з 01.01.2008 р.
71	ДСТУ ETSI TS 101 191:2006	«Цифрове телевізійне мовлення. Мегакадр для синхронізації одночастотної розподільчої мережі»	Наказ Держспоживстандарту України №364 від 25.12.2006 р. Чинний з 01.01.2008 р.
72	ДСТУ EN 301 775:2006	«Цифрове телевізійне мовлення (DVB). Передавання даних в інтервалі гасіння зображення під час вертикального ходу розгортки в потоках системи DVB. Загальні технічні вимоги»	Наказ Держспоживстандарту України №320 від 07.11.2006 р. Чинний з 01.01.2008 р.
73	ДСТУ EN 301 790:2006	«Цифрове телевізійне мовлення (DVB). Інтерактивний канал супутникових розподільчих систем. Загальні технічні вимоги»	Наказ Держспоживстандарту України №364 від 25.12.2006 р. Чинний з 01.01.2008 р.
74	ДСТУ ETS 300 802:2006	«Телебачення мовлення не цифрове (DVB). Протоколи інтерактивних служб DVB, незалежні від мережі. Загальні технічні вимоги»	Наказ Держспоживстандарту України №320 від 07.11.2006 р. Чинний з 01.01.2008 р.
75	ДСТУ ETSI EN 300 231:2006	«Телевізійні системи. Системи доставляння телевізійних програм до домашнього середовища. Загальні технічні вимоги»	Наказ Держспоживстандарту України №260 від 16.10.2007 р. Чинний з 01.07.2009 р. Наказ Держспоживстандарту України (зміна назви) №85 від 04.03.2008 р.

76	ДСТУ EN 300 708:2006	«Телевізійні системи. Передавання даних у складі телетексту. Загальні технічні вимоги»	Наказ Держспоживстандарту України №364 від 25.12.2006 р. Чинний з 01.01.2008 р.
77	ДСТУ IEC 60728-7-1:2006	«Телевізійне та звукове мовлення й інтерактивні мультимедійні служби. Кабельні розподільчі системи. Частина 7-1: моніторинг стану зовнішніх установок гібридних волоконно-оптичних коаксіальних мереж. Специфікація фізичного шару (PHY)»	Наказ Держспоживстандарту України №364 від 25.12.2006 р. Чинний з 01.01.2008 р.
78	ДСТУ IEC 60728-7-2:2006	«Телевізійне та звукове мовлення й інтерактивні мультимедійні служби. Кабельні розподільчі системи. Частина 7-2: моніторинг стану зовнішніх установок гібридних оптоволоконно-коаксіальних кабельних мереж. Специфікація шару керування доступом до середовища (шару MAC)»	Наказ Держспоживстандарту України №260 від 16.10.2007 р. Чинний з 01.07.2009 р.
79	ДСТУ IEC 60728-7-3:2006	«Телевізійне та звукове мовлення й інтерактивні мультимедійні служби. Кабельні розподільчі системи. Частина 7-3: Моніторинг стану зовнішніх установок гібридних волоконно-оптичних коаксіальних мереж. Специфікація систем енергопостачання для шини інтерфейсу приймача-передавача (PSTIB)»	Наказ Держспоживстандарту України №260 від 16.10.2007 р. Чинний з 01.07.2009 р.
80	ДСТУ IEC 61966-2-1:2006	«Мультимедійні системи і обладнання. Колірні вимірювання та керування кольоровідтворенням. Частина 2-1. Керування кольоровідтворенням. Колірний простір RGB за замовчуванням — sRGB»	Наказ Держспоживстандарту України №272 від 07.09.2006 р. Чинний з 01.10.2007 р.

81	ДСТУ ІЕС 61966-2-2:2007	«Мультимедійні системи та обладнання. Колориметричні вимірювання та керування кольоровідтворенням. Частина 2-2. Керування кольоровідтворенням. Розширений колірний простір scRGB»	Наказ Держспоживстандарту України №260 від 16.10.2007 р. Чинний з 01.07.2009 р.
82	ДСТУ ІЕС 61966-3:2006	«Мультимедійні системи та обладнання. Колориметричні вимірювання та керування кольоровідтворенням. Частина 3. Обладнання з електронно-променевими трубками»	Наказ Держспоживстандарту України №364 від 25.12.2006 р. Чинний з 01.01.2008 р.
83	ДСТУ ІЕС 61966-4:2006	«Мультимедійні системи та обладнання. Колориметричні вимірювання та керування кольоровідтворенням. Частина 4: Обладнання з рідиннокристалічними дисплеями»	Наказ Держспоживстандарту України №364 від 25.12.2006 р. Чинний з 01.01.2008 р.
84	ДСТУ ІЕС 61966-5:2006	«Мультимедійні системи та обладнання. Колориметричні вимірювання та керування кольоровідтворенням. Частина 5. Обладнання з плазмовими дисплеями»	Наказ Держспоживстандарту України №364 від 25.12.2006 р. Чинний з 01.01.2008 р.

Стандарти, розроблення яких почато в 2006 – 2007 рр.

85	ДСТУ ETSI TR 101 190:2008	«Цифрове телевізійне мовлення. Принципи побудови розподільчих систем наземного ефірного мовлення»	Наказ №250 від 29.07.2008 р. Чинний з 01.01.2010 р.
86	ДСТУ ETSI EN 302 296:2008	«Цифрове телевізійне мовлення. Електромагнітна сумісність і спектр радіочастот. Радіопередавальне обладнання служби наземного ефірного мовлення. Загальні технічні вимоги»	Наказ №250 від 29.07.2008 р. Чинний з 01.01.2010 р.

87	ДСТУ ISO/IEC 13818-4	«Інформаційні технології. Метод кодування аудіовізуальної інформації MPEG-2. Частина 4: Випробування на відповідність»	Наказ Держспоживстандарту України №489 від 22.12.2008 р. Чинний з 01.01.2010 р.
88	ДСТУ ITU-R BT.1129-2	«Телебачення мовленнєве. Системи цифрового телебачення стандартної чіткості. Методи суб'єктивного оцінювання якості зображень»	Наказ Держспоживстандарту України №486 від 22.12.2008 р. Чинний з 01.01.2010 р.
89	ДСТУ ITU-R BT.710-4:1998	«Телебачення. Системи телебачення високої чіткості. Методи суб'єктивного оцінювання якості зображень»	Наказ Держспоживстандарту України №520 від 30.12.2008 р. Чинний з 01.01.2011 р.
90	ДСТУ ITU-R BT.815:1994	«Телебачення. Пристрої відтворювальні. Вимоги до сигналу для вимірювання контрасту»	Наказ Держспоживстандарту України №519 від 30.12.2008 р. Чинний з 01.01.2011 р.

У сфері телевізійного і мультимедійного мовлення та споріднених їм застосувань на кінець 2008 р. завершено розроблення 90 національних стандартів. Нині на стадії розроблення перебуває ще більш як 50 стандартів, в тому числі стандарти на системи високої чіткості, системи стереоскопічного телебачення, системи цифрового мовлення другого покоління, на методи вимірювання і моніторингу характеристик мовленнєвого тракту.

На сьогодні в Україні розроблено систему стандартів, що є нормативною базою першої черги впровадження цифрового телебачення.

Науковий керівник розробки — Гофайзен О.В., завідувач кафедри телебачення та радіомовлення ОНАЗ ім. О.С. Попова, начальник відділу телевізійного мовлення, віце-голова Дослідної комісії 6 МСЕ-Р «Служби мовлення» та віце-голова Дослідної комісії 9 МСЕ-Т «Передавання сигналів телевізійного і звукового мовлення та інтегровані широкосмугові кабельні мережі», заслужений діяч науки і техніки України, д.т.н., професор.

Додаток 10.3 **Витяг із «Плану** **розвитку національного** **телерадіоінформаційного простору** **України»**

*(затверджений рішенням Національної ради
від 03.10.2007 р.)*

На сьогодні основним джерелом приймання населенням України телерадіопрограм є наземне ефірне аналогове мовлення. З метою збільшення кількості програм та створення конкурентних засад у галузі телерадіомовлення у світі активно впроваджуються системи цифрового телерадіомовлення.

Перехідний період від аналогового до цифрового мовлення визначено Міжнародним союзом електрозв'язку (МСЕ) до 2015 року. Такий перехід є надзвичайно складним оптимізаційним завданням, яке неможливо виконати без координації та узгодження дій Адміністрації зв'язку України з аналогічними органами сусідніх держав та МСЕ.

У наземному ефірному середовищі цифрове мовлення реалізується в III, IV та V телевізійних діапазонах (174 – 230 МГц, 470 – 862 МГц) за системою DVB-T. Система DVB-T впроваджується з урахуванням майбутнього її використання сумісно з використанням системи T-DAB.

На перехідний період цифрові передавачі мають вмикатися таким чином, щоб ще працюючі аналогові передавачі були захищені від завад. Складовою частиною вирішення загальної проблеми впровадження цифрового мовлення є оптимізація переходу від аналогового до цифрового мовлення на території України.

З метою забезпечення інформаційної безпеки України, збереження радіочастотного ресурсу, виділеного Міжнародним союзом електрозв'язку для потреб цифрового ефірного телемовлення України, покриття телемовленням усієї території держави, пріоритетним його впровадженням у прикордонних регіонах; створення телебачення високої чіткості — відбудеться впровадження цифрового телерадіомовлення.

Основними принципами, якими керується Національна рада при розробці Плану впровадження цифрового телерадіомовлення, є:

- соціальна складова:

- перехід на цифрові стандарти телебачення з-за умови забезпечення прав громадян на доступ до інформації без технологічних обмежень;
- державне забезпечення соціально незахищених громадян України перетворювачами цифрового сигналу;
- задоволення потреб телеглядачів у багатопрограмному та якісному телебаченні з можливістю отримання інтерактивних послуг в усіх зонах впровадження цифрового телебачення.
- безпекова складова:
 - використання усіх частотних присвоєнь, виділених Регіональною угодою «Женева-06» до 2015 року, особливо у прикордонних регіонах.
- технологічна складова:
 - гарантування ліцензіатам, які на даний час здійснюють аналогове наземне мовлення збереження поширення сигналу у цифровому стандарті без втрати аудиторії.
 - рівномірний перехід до визначеного терміну (17 червня 2015 року) шляхом поступового розгортання одночастотних мереж цифрової радіомовної служби України у зазначених вище смугах частот;
 - розробка, випробування, серійне виробництво цифрового обладнання. Формування вітчизняного ринку обладнання цифрового мовлення.

Основними проблемами впровадження цифрового телерадіомовлення в інших країнах та Україні є:

- відсутність частотного ресурсу;
- інертність споживачів;
- низька фінансова спроможність громадян;
- велика вартість проекту;
- інертність найбільших телеканалів.

Ці проблеми слід вирішувати наступним чином:

- переведення в цифровий стандарт наявних аналогових передавачів, номінали частот яких співпадають з Цифровим планом, з подальшою розбудовою синхронних зон.
- надання додаткової послуги громадянам шляхом збільшення кількості програм та зменшення вартості перетворювача;
- вибір дешевших технологій та забезпечення незахищених верств населення перетворювачами цифрового сигналу за державні кошти.

- залучення коштів на проект як Державного бюджету України, так і комерційних організацій;
- поступове збільшення кількості доступних до громадян програм, що забезпечить стабільність рекламного ринку на перехідний період, та відключення аналогових РЕЗ мовлення лише у випадку забезпечення збереження аудиторії телеканалів.

Визначити найбільш доцільним варіантом використання діапазону III для цифрового телерадіомовлення планування системи DVB-T з растром (ширина смуги) телевізійного каналу 7 МГц на основі існуючих скоординованих частотних присвоєнь.

Встановити, що у випадку відсутності антенно-щоглових споруд Концерну РРТ цифрові зони синхронізуються після завершення розбудови одночастотної мережі, крім випадків, коли мовлення з одного передавача не забезпечує прийом сигналу для громадян, що проживають на конкретній території.

З метою дотримання основних принципів, визначених цим Планом, встановлюється такий розподіл загальнонаціональних цифрових каналів: 3 канали — стандарт DVB-T (MPEG-2); 2 канали — стандарт DVB-T (MPEG-4); 1 канал — стандарт DVB-H; 2 канали — стандарт HDTV.

Основними організаційними заходами впровадження цифрового телерадіомовлення є:

- здійснення науково-дослідних робіт. Активізація науково-технічного потенціалу держави та прискорення дослідних робіт;
- затвердження Плану позовного переходу на цифрове мовлення та погодження його з Національною комісією з питань регулювання зв'язку та Держтелерадіо;
- частотне забезпечення Національною комісією з питань регулювання зв'язку та погодження діючих частот з наступною передачею їх до Національної ради;
- визначення Держтелерадіо та Концерном РРТ технічної схеми роздачі сигналу, добудова необхідних антенно-щоглових споруд, обслуговування передавачів та антенно-фідерних систем;
- формування Національною радою каналів мовлення (мультиплексів), визначення провайдерів програмної послуги;
- визначення Національною радою розподілу програм по мультиплексах та параметрів їхнього розповсюдження.

Передбачити фінансування наступних заходів з Державного бюджету України:

- прорахунок частотного ресурсу;

- здійснення науково-дослідних робіт та стандартизація;
- підготовка кадрів для забезпечення телерадіомовлення фахівцями з цифрового мовлення;
- добудова веж відповідно до Плану позонового переходу на цифрове телебачення;
- часткове придбання перетворювачів цифрового сигналу для соціально незахищених верств населення, придбання обладнання для роздачі сигналу DVB-T.

З огляду на високу соціальну значимість ефірного наземного телебачення, процес переходу від аналогового до цифрового формату мовлення встановлюється поетапним.

Встановлюється такий порядок переходу на цифрові стандарти мовлення:

• **I етап:**

- до листопада 2007 року визначення умов, порядку та специфіки проведення конкурсів на право отримання ліцензії провайдера програмної послуги;
- до грудня 2007 року розробка та затвердження Плану позонового переходу на цифрове телебачення;
- до грудня 2007 року розподіл програм у мультиплекси, замовлення і здійснення прорахунку частотних присвоєнь для 12, 51, 52, 70 та 74 цифрових зон;

• **II етап:**

- до квітня 2008 року насичення оптимальних цифрових зон (12, 51, 52, 70, 74) перетворювачами цифрового сигналу (set-top-box) — 80-90%;
- у квітні 2008 року переведення аналогових передавачів у режим цифрового мовлення у вищезазначених зонах;
- до липня 2008 року підготовка переходу на цифрове телебачення новостворених оптимальних зон (5, 6, 16, 26, 39, 42, 43, 45, 64, 55, 56, 60, 63, 65, 66, 76, 77)
- до січня 2009 року насичення сімнадцяти новостворених оптимальних цифрових зон перетворювачами цифрового сигналу;
- у січні 2009 року переведення аналогових передавачів у режим цифрового мовлення у новостворених сімнадцяти оптимальних цифрових зонах;

• **III етап:**

- до квітня 2009 року перерахунок звільнених внаслідок вимкнення аналогових передавачів частотних присвоєнь в оптимальних цифрових зонах на цифровий стандарт у цифрових зонах, які

потрапляють у зони дії потужних аналогових передавачів (4, 7, 14, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 25, 30, 31, 34, 35, 36, 37, 40, 46, 47, 48, 49, 50, 57, 58, 59, 61, 62, 67, 69, 73);

- до вересня 2009 року насичення тридцяти новостворених цифрових зон перетворювачами цифрового сигналу;
- у вересні 2009 року переведення аналогових передавачів у режим цифрового мовлення у новостворених тридцяти цифрових зонах;

• **IV етап:**

- до вересня 2009 року перерахунок звільнених частотних присвоєнь на цифровий стандарт для мовлення в режимі DVB-T у всіх інших цифрових зонах;
- до грудня 2009 року прорахунок частот для створення мережі HDTV;
- до червня 2010 року насичення прорахованих цифрових зон перетворювачами цифрового сигналу;
- у другому кварталі 2010 року початок цифрового мовлення у новостворених зонах;
- до червня 2010 року ліцензування мережі HDTV та запуск в експлуатацію;

• **V етап:**

- до липня 2010 року прорахунок частот для створення мережі DVB-H у цифрових зонах, які включають в себе основні транспортні магістралі (Київ-Чоп, Київ-Одеса, Київ-Сімферополь, Київ-Чернігів, Київ-Луганськ);
- до грудня 2011 року ліцензування мережі DVB-H та запуск в експлуатацію;

• **VI етап:**

- до вересня 2011 року прорахунок частотних присвоєнь, передбачених Цифровим планом для розбудови усіх цифрових каналів мовлення в стандарті DVB-T;
- прорахунок частот та розбудова мереж у стандарті T-DAB;

• **VII етап:**

- до грудня 2012 року повний перехід телевізійного мовлення на стандарт DVB-T у синхронному режимі.

Національна рада після завершення I та II етапів визначить порядок розбудови мереж місцевого мовлення та може внести зміни до діючого Плану.

Особливими вимогами впровадження цифрового телерадіомовлення є:

- для координації дій центральні органи державної виконавчої влади погоджують їх у Плані позовного переходу на цифрове мовлення, який розробляється Національною радою і погоджується з НКРЗ та Держтелерадіо;
- провайдери програмної послуги загальнонаціональних мультиплексів забезпечують одночасний початок трансляції телепрограм з усіх мультиплексів у кожній цифровій зоні чи групі цифрових зон;
- у кожній цифровій зоні телепрограми транслюються з однієї антенно-щоголової споруди;
- усі оператори та провайдери програмної послуги працюють у затвердженому стандарті та за визначеними технічними характеристиками;
- усі РЕЗ мовлення в межах однієї зони забезпечують ідентичне покриття території;
- усі ліцензіати Національної ради беруть участь у проведенні агітаційної та роз'яснювальної роботи серед мешканців України з питань щодо впровадження цифрового телерадіомовлення.

Дане доповнення до Плану розвитку телерадіоінформаційного простору України визначає загальні напрямки діяльності суб'єктів інформаційної діяльності — учасників впровадження наземного ефірного цифрового телерадіомовлення.

З метою оптимізації процесу з аналізом реалізації заходів, передбачених цим Планом, до нього можуть бути внесені зміни і доповнення.

Примітка. Упродовж 2008 року Національна рада внесла ряд змін до Плану розвитку, що стосуються:

1. Остаточного прийнятого єдиного стандарту компресії MPEG-4 AVC;

2. Визначеного реєстру мультиплексів.

Визначений реєстр основних мультиплексів відповідно до плану «Женева-2006».

МХ-1 — платні послуги;

МХ-2	1	НТКУ («Перший Національний»)
	2	ТРК «Студія “1+1”» у формі ТОВ («1+1»)
	3	АТЗТ «УНТК» («Інтер»)
	4	ТОВ «МК ТРК „ICTV”»

Розділ 10
Додатки

	5	ТОВ «ТРК “Експрес-Інформ”» («5 канал»)
	6	ЗАТ «Новий канал» («Н»)
	7	ЗАТ «ММЦ – СТБ» («С»)
	8	ЗАТ «ТРК “Україна”» («ТРК “Україна”»)
	9	ТОВ «ТС “Служба Інформації”» («НТН»)
МХ-3	1	ЗАТ «ТК “ТЕТ”» («Тет»)
	2	ВАТ «ТК “Тоніс”» («Т»)
	3	ТОВ «ТРО “Мульти Медіа Сервіс”» («Мегаспорт»)
	4	ЗАТ «ТелеОдин» («М1»)
	5	ТОВ «ТРК “НБМ”» («5»)
	6	ТОВ «ТРК “Ера”» («Ера»)
	7	Канал суспільного мовлення
	8	Резерв
	9	Резерв
МХ-4	1	ТОВ «Векта-плюс» («Класика»)
	2	ТОВ «Мирей» («Котигорошко»)
	3	ТОВ «Ді.Ком» («Мандрівник»)
	4	ТОВ «Лайкс» («К»)
	5	ТОВ «Інтер-Ківар» («Штепсель»)
	6	ЗАТ «Телеодин» («М2»)
	7	ТОВ «Емпаєр Бізнес Брокерс – Україна» («5:0»)
	8	ТОВ «Футу рама («Берегиня»)»
	9	ТОВ «Дотюей» («Цукор»)
	10	ТОВ «УНІАН ТБ» («УНІАН ТБ»)

МХ-5 призначити для місцевого мовлення

МХ-6 – для мобільного телебачення

МХ-7 та МХ-8 – мультиплекси для HDTV

Додаток 10.4

Постанова Кабінету Міністрів України

Розділ 10
Додатки

від 26 листопада 2008 р. № 1085

м. Київ

Про затвердження Державної програми впровадження цифрового телерадіомовлення

Кабінет Міністрів України **постановляє:**

1. Затвердити Державну програму впровадження цифрового телерадіомовлення (далі — Програма), що додається.

2. Міністерству економіки включати щороку за поданням Міністерства транспорту та зв'язку, інших заінтересованих центральних органів виконавчої влади визначені Програмою завдання і заходи до відповідних розділів проекту Державної програми економічного і соціального розвитку України на відповідний рік.

3. Раді міністрів Автономної Республіки Крим, обласним, Київській та Севастопольській міським державним адміністраціям разом з органами місцевого самоврядування забезпечити надання в установленому порядку земельних ділянок під будівництво антенних веж для розміщення передавачів цифрового телерадіомовлення.

4. Міністерству транспорту та зв'язку, Державному комітету телебачення та радіомовлення разом з Національною радою з питань телебачення і радіомовлення подати у тримісячний строк Кабінетові Міністрів України пропозиції щодо забезпечення населення засобами приймання сигналів цифрового телерадіомовлення.

5. Міністерству транспорту та зв'язку, Міністерству фінансів та іншим заінтересованим центральним органам виконавчої влади розробити та подати Кабінетові Міністрів України проект плану заходів щодо виконання Програми та порядку залучення з цієї метою інвестицій.

Прем'єр-міністр України
Ю. ТИМОШЕНКО

ЗАТВЕРДЖЕНО

постановою Кабінету Міністрів України
від 26 листопада 2008 р. № 1085

157

ДЕРЖАВНА ПРОГРАМА впровадження цифрового телерадіомовлення

Загальна частина

Ця Програма спрямована на забезпечення гармонізованого переходу від аналогового до цифрового способу наземного ефірного розповсюдження теле- та радіопрограм з метою дотримання міжнародних зобов'язань України, що випливають з її членства в Міжнародному союзі електрозв'язку, розвитку національного інформаційного простору з урахуванням світових тенденцій розвитку засобів телекомунікацій.

Відповідно до регіонального плану цифрової наземної радіомовної служби у смугах частот 174 — 230 МГц і 470 — 862 МГц («Женева-2006»), затвердженого угодою країн — членів Міжнародного союзу електрозв'язку, Україна повинна перейти з аналогового на цифрове телерадіомовлення до 2015 року. Після закінчення цього строку більшість діючих аналогових телерадіопередавачів припинять свою роботу для забезпечення беззавадового функціонування обладнання цифрового телерадіомовлення. Це обумовлює необхідність створення в Україні до 2015 року повноцінної інфраструктури цифрового телерадіомовлення та вирішення питання забезпечення доступу населення до загальнонаціональних програм мовлення у цифровому форматі.

Мета Програми

Метою цієї Програми є створення загальнонаціональної системи цифрового телерадіомовлення, забезпечення захисту національних інтересів під час переходу на цифрове телерадіомовлення, створення умов для поступового переходу до нових технологій без втрати обсягів мовлення та глядацької аудиторії.

Шляхи і способи розв'язання проблеми

Для впровадження цифрового телерадіомовлення передбачається:

- забезпечити координацію діяльності центральних і місцевих органів виконавчої влади, підприємств, установ та організацій із впровадження цифрового телерадіомовлення;
- переглянути принципи регулювання діяльності телерадіоорганізацій та операторів телекомунікацій в умовах застосування технологій цифрового телерадіомовлення у зв'язку з розширенням наповнення частотних каналів;

- впровадити у смугах частот 174 — 230 МГц (третій телевізійний діапазон) і 470 — 862 МГц (четвертий і п'ятий телевізійний діапазон) радіотехнології цифрового телерадіомовлення стандарту DVB-T;
- створити відповідно до регіонального плану цифрової наземної радіомовної служби («Женева-2006») 81 синхронну зону телерадіомовлення з використанням стандарту MPEG-4, що дасть змогу передавати в одному частотному каналі до 10 телевізійних каналів;
- створити телекомунікаційну мережу розповсюдження сигналу з раціональним використанням як наземних, так і супутникових телекомунікаційних засобів з переважним застосуванням вітчизняних систем супутникового зв'язку;
- здійснити перехід телерадіоорганізацій на цифровий формат мовлення з одночасним вирішенням питання забезпечення населення засобами приймання сигналів цифрового телерадіомовлення;
- забезпечити електромагнітну сумісність радіоелектронних засобів цифрового телерадіомовлення та радіоелектронних засобів спеціальних користувачів радіочастотного ресурсу України згідно з нормами частотно-територіального планування;
- забезпечити проведення конверсії необхідного радіочастотного ресурсу шляхом реалізації Міноборони разом з Мінтрансзв'язку та НКРЗ комплексу заходів щодо змін радіотехнологій та категорій користувачів радіочастотного ресурсу України за результатами частотно-територіального планування;
- забезпечити подвійне покриття території країни сигналами цифрового телерадіомовлення, залучивши в установленому порядку операторів телекомунікацій до побудови (модернізації) елементів інфраструктури цифрового телерадіомовлення;
- забезпечити поетапне припинення аналогового телерадіомовлення у зонах синхронного мовлення та затвердити з цією метою відповідний план і умови;
- внести необхідні зміни до законодавства у сфері телекомунікацій, телерадіомовлення та користування радіочастотним ресурсом щодо врахування особливостей організації та функціонування телерадіомовлення з використанням цифрових технологій та ліцензування відповідної діяльності оператора телекомунікацій;
- вирішити питання надання земельних ділянок під будівництво антенних веж для розміщення передавачів цифрового телерадіомовлення;

- створити відповідну нормативно-правову базу для впровадження та подальшого розвитку систем і засобів цифрового телерадіомовлення, затвердити національні стандарти цифрового телерадіомовлення та визначити вимоги до його технічних засобів;
- організувати підготовку та перепідготовку спеціалістів з розроблення, впровадження та технічної експлуатації обладнання і комплексів цифрового телерадіомовлення;
- налагодити на базі діючих підприємств виробництво засобів цифрового телерадіомовлення, цифрових телевізійних приймачів та цифрових перетворювачів сигналу для аналогових телевізійних приймачів, їх складових та комплектувальних виробів;
- забезпечити надання матеріально-технічної підтримки науковим установам галузі для здійснення науково-технічного супроводження участі України у міжнародних заходах з питань впровадження цифрового телерадіомовлення.

У зв'язку з тим, що телерадіомовлення є одним із основних чинників інформаційної безпеки держави, ураховуючи складність та великі обсяги технічних і організаційних завдань, які необхідно виконати у надзвичайно стислий строк, зобов'язання України, що впливають з її членства в Міжнародному союзі електрозв'язку, розв'язання проблеми впровадження цифрового телерадіомовлення потребує державної підтримки.

Очікувані результати, ефективність Програми

Перехід системи телерадіомовлення з аналогового на цифрове дасть змогу:

- забезпечити подальший розвиток вітчизняного телерадіомовлення та розширити можливості для створення і забезпечення доступу населення до нових телерадіопрограм;
- досягти показників країн Західної Європи щодо кількості каналів та програм телерадіомовлення;
- забезпечити доступ широких верств населення до програм цифрового телерадіомовлення з використанням сучасних цифрових технологій;
- створити умови для подальшого розвитку конкурентного середовища на ринку телекомунікаційних послуг, зокрема послуг телерадіомовлення;
- підвищити рівень інвестиційної привабливості галузі телерадіомовлення;
- знизити рівень вихідної потужності передавачів сигналів телерадіомовлення та їх енергоспоживання, що сприятиме зменшен-

ню негативного впливу на навколишнє природне середовище та забезпечить значну економію електроенергії.

Розділ 10
Додатки

Обсяги та джерела фінансування

Фінансування Програми здійснюється за рахунок коштів державного бюджету, інвестицій та інших джерел, не заборонених законодавством.

Орієнтовний обсяг фінансування Програми становить 4300,8 млн. гривень, з них за рахунок коштів державного бюджету — 8,95 млн., інвестицій та інших джерел — 4291,85 млн. гривень.

Щорічний обсяг фінансування Програми визначається з урахуванням конкретизації завдань за підсумками виконання Програми у попередній період.

Додаток 10.5

Витяги із Законів України

щодо регулювання діяльності операторів цифрових ефірних (наземних) багатоканальних телемереж (мультиплексів), телерадіокомпаній, провайдерів

10.5.1. Витяг із Закону України «Про телекомунікації»

Глава І. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Стаття 1. Визначення основних термінів

1. У цьому Законі терміни вживаються в такому значенні:

[абз. 26] оператор телекомунікацій — суб'єкт господарювання, який має право на здійснення діяльності у сфері телекомунікацій із правом на технічне обслуговування та експлуатацію телекомунікаційних мереж;

[абз. 27] передавання даних — передавання інформації у вигляді даних з використанням телекомунікаційних мереж;

[абз. 31] ресурси телекомунікаційних мереж — наявні в телекомунікаційних мережах кількість номерів (номерний ресурс), кількість і пропускна спроможність проводових ліній з металевими жилами, оптичними волокнами, радіоліній, каналів, трактів для передавання інформації, комутаційних станцій та вузлів, радіочастотний ресурс;

[абз. 44] телемережі — телекомунікаційні мережі загального користування, що призначаються для передавання програм радіо- та телебачення, а також інших телекомунікаційних і мультимедійних послуг і можуть інтегруватися з іншими телекомунікаційними мережами загального користування.

Глава V. ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІ МЕРЕЖІ

Стаття 28. Використання телекомунікаційних мереж загального користування для потреб телебачення та радіомовлення

1. Використання ресурсів телекомунікаційних мереж загального користування для потреб телебачення та радіомовлення здійснюється на договірних засадах відповідно до законодавства.

2. Надання телекомунікаційних послуг для потреб телебачення та радіомовлення регулюється Законом України «Про телебачення і радіомовлення».

Глава VIII. РЕГУЛЮВАННЯ ДОСТУПУ ДО РИНКУ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ

Стаття 42. Здійснення діяльності у сфері телекомунікацій

3. Ліцензуванню підлягають такі види діяльності у сфері телекомунікацій:

3) надання послуг з технічного обслуговування і експлуатації телекомунікаційних мереж, мереж ефірного теле- та радіомовлення, проводового радіомовлення та телемереж.

10.5.2. Витяг із Закону України «Про радіочастотний ресурс України»

Розділ IV. РЕГУЛЮВАННЯ У СФЕРІ КОРИСТУВАННЯ РАДІОЧАСТОТНИМ РЕСУРСОМ УКРАЇНИ

Стаття 16. Державне підприємство «Український державний центр радіочастот»

3. УДЦР здійснює такі види діяльності:

2) ведення реєстру присвоєнь радіочастот;

7) підготовка висновків на безпосереднє замовлення для Національної ради України з питань телебачення і радіомовлення щодо можливості та умов користування радіочастотним ресурсом України для телерадіомовлення.

Стаття 23. Присвоєння радіочастот (смуг радіочастот)

1. Присвоєння радіочастот (смуг радіочастот) здійснюється відповідно до Плану використання радіочастотного ресурсу України.

2. УДЦР здійснює присвоєння радіочастот (смуг радіочастот) радіоелектронним засобам і випромінювальним пристроям у смугах радіочастот загального користування. Генеральний штаб Збройних Сил України здійснює присвоєння радіочастот (смуг радіочастот) радіоелектронним засобам і випромінювальним пристроям у смугах радіочастот спеціального користування.

3. Присвоєння радіочастот (смуг радіочастот) здійснюється за умови забезпечення електромагнітної сумісності радіоелектронних засобів, випромінювальних пристроїв, які заявляються, з діючими та вже заявленими радіоелектронними засобами різних категорій користувачів.

4. Присвоєння радіочастот (смуг радіочастот) у смугах частот загального користування вносяться УДЦР до реєстру присвоєнь радіочастот і протягом трьох робочих днів публікуються на веб-сайті НКРЗ. Реєстр присвоєнь радіочастот (смуг радіочастот) щоквартально публікується в офіційному бюлетені НКРЗ.

5. Присвоєння радіочастот (смуг радіочастот) у смугах радіочастот спеціального користування реєструються Генеральним штабом Збройних Сил України.

6. Генеральний штаб Збройних Сил України і УДЦР щоквартально обмінюються реєстрами присвоєнь радіочастот (смуг радіочастот).

7. Присвоєння радіочастот (смуг радіочастот) можуть бути анульовані на підставі анулювання відповідних дозволів на експлуатацію радіоелектронних засобів та випромінювальних пристроїв згідно з цим Законом.

Стаття 24. Повноваження Національної ради України з питань телебачення і радіомовлення щодо регулювання у сфері користування радіочастотним ресурсом України

Національна рада України з питань телебачення та радіомовлення:

1) надає пропозиції до Національної таблиці розподілу смуг радіочастот України і Плану використання радіочастотного ресурсу України та бере участь у розробці цих документів з урахуванням потреб телерадіомовлення;

2) погоджує проект Національної таблиці розподілу смуг радіочастот України та Плану використання радіочастотного ресурсу України відповідно до вимог цього Закону;

3) визначає відповідно до законодавства про радіочастотний ресурс України користувачів радіочастотного ресурсу України

у смугах радіочастот, виділених для каналів мовлення, мереж мовлення;

4) замовляє розробку висновків щодо електромагнітної сумісності радіоелектронних засобів мовлення.

Розділ VI. КОРИСТУВАННЯ РАДІОЧАСТОТНИМ РЕСУРСОМ УКРАЇНИ

Стаття 30. Засади і принципи користування радіочастотним ресурсом України

2. Користування радіочастотним ресурсом України здійснюється на підставі:

1) ліцензій на користування радіочастотним ресурсом України та дозволів на експлуатацію суб'єктами господарювання, які користуються радіочастотним ресурсом України для надання телекомунікаційних послуг;

2) ліцензій на мовлення, виданих Національною радою України з питань телебачення і радіомовлення, та дозволів на експлуатацію суб'єктами господарювання, які користуються радіочастотним ресурсом України для розповсюдження телерадіопрограм телерадіоорганізаціями.

Стаття 31. Ліцензії на користування радіочастотним ресурсом

1. Ліцензії на користування радіочастотним ресурсом України видаються НКРЗ суб'єктам господарювання, які користуються радіочастотним ресурсом України для надання телекомунікаційних послуг.

5. Користування радіочастотним ресурсом України телерадіоорганізаціями та провайдерами програмної послуги для потреб телебачення і радіомовлення здійснюється на підставі ліцензії на мовлення та не потребує ліцензії на користування радіочастотним ресурсом України телерадіоорганізаціями та провайдерами програмної послуги.

Стаття 42. Порядок отримання дозволів на експлуатацію

7. До заяви про видачу дозволу на експлуатацію заявник подає:

3) для радіоелектронних засобів мовлення — копію ліцензії на мовлення або копію ліцензії оператора багатоканальної телемережі, або подання Національної ради України з питань телебачення і радіомовлення для багатоканальних телемереж, які передбачають використання радіочастотного ресурсу України.

10.5.3. Витяг із Закону України «Про Національну раду України з питань телебачення і радіомовлення»

Розділ 10
Додатки

Розділ III. ПОВНОВАЖЕННЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ РАДИ

Стаття 13. Наглядові повноваження Національної ради

Національна рада здійснює:

[абз. 2] нагляд за дотриманням телерадіоорганізаціями та провайдерами програмної послуги вимог законодавства у галузі телерадіомовлення.

Стаття 14. Регуляторні повноваження Національної ради

Національна рада здійснює регуляторні функції, передбачені законодавством України у сфері телерадіомовлення, а саме:

[абз. 2] ліцензування телерадіомовлення;

[абз. 3] ліцензування провайдерів програмної послуги;

[абз. 4] участь у розробці та погодження проекту Національної таблиці розподілу смуг радіочастот України і Плану використання радіочастотного ресурсу України у частині смуг радіочастот, виділених для потреб телерадіомовлення;

[абз. 5] розробку умов використання та визначення користувачів радіочастотного ресурсу, виділеного для потреб телерадіомовлення.

Стаття 15. Повноваження Національної ради щодо організації та перспектив розвитку телерадіомовлення

Повноваженнями Національної ради щодо організації та перспектив розвитку телерадіомовлення є:

[абз. 5] прийняття рішень про створення та розвиток каналів мовлення, мереж мовлення, телемереж, які передбачають використання радіочастотного ресурсу;

[абз. 6] визначення порядку технічної розробки багатоканальних телемереж, які передбачають використання радіочастотного ресурсу, та порядку проведення конкурсів на технічну розробку, обслуговування та експлуатацію таких телемереж;

[абз. 7] замовлення розробки висновків щодо електромагнітної сумісності радіоелектронних засобів мовлення;

[абз. 8] сприяння включенню телерадіоорганізацій України до світового інформаційного простору і здійсненню їх діяльності відповідно до міжнародних стандартів.

Розділ IV. ОРГАНІЗАЦІЯ ДІЯЛЬНОСТІ НАЦІОНАЛЬНОЇ РАДИ

Стаття 25. Фінансове забезпечення Національної ради

1. Діяльність Національної ради фінансується з Державного бюджету України. При цьому в Державному бюджеті України у видатках Національної ради передбачаються видатки за окремими бюджетними програмами на:

[абз. 5] розробку висновків щодо електромагнітної сумісності радіоелектронних засобів мовлення, необхідних для створення та розвитку каналів мовлення, мереж мовлення та телемереж.

10.5.4. Витяг із Закону України «Про телебачення і радіомовлення»

Розділ I. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Стаття 1. Визначення термінів

1. Для цілей цього Закону вживаються такі терміни:

[абз. 5] *багатоканальна телемережа (ефірна або кабельна)* — телекомунікаційна мережа загального користування, призначена для передавання телерадіопрограм, а також надання інших телекомунікаційних і мультимедійних послуг, здатна забезпечити одночасну трансляцію більше ніж однієї телерадіопроеграми і може інтегруватися з іншими телекомунікаційними мережами загального користування;

[абз. 12] *канал телевізійний* — певна смуга частот, призначена для потреб телебачення і зазначена у Плані використання радіочастотного ресурсу України;

[абз. 13] *канал мовлення* — сукупність технічних засобів мовлення (кабельного, оптичного, радіозв'язку), призначених для розповсюдження теле- та/чи радіопрограм на територію, що визначається параметрами цих засобів, які забезпечують трансляцію в реальному часі однієї телерадіопроеграми;

[абз. 14] *канал мовлення багатоканальної телемережі* — частина ресурсу багатоканальної телемережі, яка забезпечує трансляцію в реальному часі однієї телерадіопроеграми;

[абз. 17] *ліцензія на мовлення* — документ державного зразка, який видається Національною радою України з питань телебачення і радіомовлення та засвідчує право ліцензіата відповідно до умов ліцензії здійснювати мовлення, використовувати канали мовлення, мережі мовлення, канали багатоканальних телемереж;

[абз. 18] *ліцензія провайдера програмної послуги* — документ державного зразка, який видається Національною радою України з питань телебачення і радіомовлення та засвідчує право ліцензіата надавати програмні послуги з використанням ресурсу багатоканальних телемереж;

[абз. 23] *мовлення (телерадіомовлення)* — створення (комплектування та/або пакетування) і розповсюдження програм, пакетів програм, передач з використанням технічних засобів телекомунікацій для публічного приймання за допомогою побутових теле- та радіоприймачів у відкритий спосіб чи за абонентну плату на договірних засадах;

[абз. 24] *мовник (теле- чи радіо)* — суб'єкт господарювання, який створює (комплектує та/або пакетує) телевізійні чи радіопрограми та передачі і розповсюджує їх у відкритому або кодованому вигляді за допомогою технічних засобів шляхом трансляції та ретрансляції для приймання їх споживачами;

[абз. 25] *мережа мовлення* — сукупність визначених ліцензією на мовлення каналів мовлення, телемереж, радіочастот, супутників, які використовуються мовником для розповсюдження теле- чи радіопрограм та передач;

[абз. 27] *оператор багатоканальної телемережі* — суб'єкт господарювання (юридична або фізична особа), який здійснює обслуговування та технічну експлуатацію багатоканальної телемережі відповідно до вимог Закону України «Про телекомунікації», без права надання програмної (інформаційної) послуги;

[абз. 28] *пакет програм* — перелік телерадіопрограм, які провайдер програмної послуги пропонує абонентам на договірних засадах як цілісну інформаційну послугу;

[абз. 30] *провайдер програмної послуги* — суб'єкт господарювання, який на підставі ліцензії, виданої Національною радою України з питань телебачення та радіомовлення, на договірних засадах надає абонентам можливість перегляду пакетів програм, використовуючи для передавання цих програм ресурси багатоканальних телемереж;

[абз. 32] *програма (телерадіопрограма)* — поєднана єдиною творчою концепцією сукупність передач (телерадіопередач), яка має постійну назву і транслюється телерадіоорганізацією за певною сіткою мовлення;

[абз. 33] *програмна послуга* — формування пакетів програм та забезпечення абонентам можливості їх перегляду на договірних засадах;

[абз. 34] *програмна концепція мовлення* — обов'язковий додаток до ліцензії на мовлення, яким визначаються основні змістовні характеристики мовлення відповідно до вимог цього Закону;

[абз. 35] *пряма трансляція* — безпосередня трансляція теле- або радіопередач без попереднього запису і монтажу;

[абз. 36] *ретрансляція* — прийом і одночасна передача, незалежно від використаних технічних засобів, повних і незмінних телерадіопрограм або істотних частин таких програм, які транслюються мовником;

[абз. 41] *суб'єкт інформаційної діяльності* — юридичні особи, які здійснюють господарську діяльність у сфері телебачення і радіомовлення (телерадіоорганізації, провайдери програмної послуги тощо);

[абз. 46] *телебачення* — виробництво аудіовізуальних програм та передача або комплектування (пакетування) придбаних аудіовізуальних програм та передач і їх поширення незалежно від технічних засобів розповсюдження;

[абз. 47] *телерадіоорганізація* — зареєстрована у встановленому законодавством порядку юридична особа, яка на підставі виданої Національною радою України з питань телебачення і радіомовлення ліцензії на мовлення створює або комплектує та/чи пакетує телерадіопрограми і/або передачі та розповсюджує їх за допомогою технічних засобів мовлення;

[абз. 50] *технічні засоби мовлення* — сукупність радіоелектронних засобів та технічних пристроїв, за допомогою яких програми і передачі доводяться до споживачів;

[абз. 51] *трансляція (телерадіотрансляція)* — початкова передача, яка здійснюється наземними передавачами, за допомогою кабельного телебачення або супутниками будь-якого типу в кодованому або відкритому вигляді телевізійних чи радіопрограм, що приймаються населенням;

[абз. 52] *умови ліцензії* — визначені ліцензією на мовлення та додатками до ліцензії організаційні, технологічні та змістовні характеристики мовлення, а також організаційно-технічні, фінансові, інвестиційні зобов'язання організації-ліцензіата;

[абз. 53] *універсальна програмна послуга* — обов'язкове забезпечення абонентам можливості перегляду пакета програм у складі програм телерадіоорганізацій, які відповідно до ліцензій здійснюють наземне ефірне мовлення на території розташування відповідної багатоканальної телемережі, за винятком випадків за-

стосування абонентами індивідуальних приймальних приладів або систем.

Розділ 10
Додатки

Розділ III. РОЗВИТОК НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕЛЕРАДІОІНФОРМАЦІЙНОГО ПРОСТОРУ, ЛІЦЕНЗУВАННЯ МОВЛЕННЯ ТА ДЕРЖАВНА РЕЄСТРАЦІЯ СУБ'ЄКТІВ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В ГАЛУЗІ ТЕЛЕБАЧЕННЯ І РАДІОМОВЛЕННЯ

Стаття 22. Створення і розвиток каналів мовлення, мереж мовлення та телемереж

1. Канали мовлення, мережі мовлення та телемережі, які передбачають використання радіочастотного ресурсу України, створюються та/або територіально змінюються за рішенням Національної ради відповідно до Плану використання радіочастотного ресурсу України та Плану розвитку.

2. На підставі рішення про створення каналу мовлення, мережі мовлення або багатоканальної телемережі, яка передбачає використання радіочастотного ресурсу України, Національна рада звертається до органів радіочастотного планування з поданням про розробку висновків щодо електромагнітної сумісності радіоелектронних засобів мовлення в порядку, визначеному Законом України «Про радіочастотний ресурс України», і після надання цих висновків оголошує відповідний конкурс (конкурси) на отримання ліцензії (ліцензій) на мовлення.

3. Технічну розробку каналу мовлення або мережі мовлення здійснює телерадіоорганізація, яка отримала ліцензію на мовлення, або визначені нею суб'єкти господарювання відповідно до вимог законодавства про телекомунікації та про радіочастотний ресурс України.

4. Порядок технічної розробки багатоканальних телемереж забезпечується оператором багатоканальних телемереж відповідно до вимог законодавства про телекомунікації та радіочастотний ресурс.

5. Національна рада сприяє максимальному територіальному охопленню каналами, мережами мовлення та телемережами кожної з територіальних категорій. Розширення каналів, мереж мовлення та телемереж у межах, визначених ліцензією на мовлення Національної ради, здійснюється на підставі заяви ліцензіата на позаконкурсних засадах відповідно до Плану розвитку.

6. Зміна територіальної категорії каналу, мережі мовлення, телемережі потребує повторного ліцензування мовлення на цьому

каналі, на цій мережі або на відповідних каналах багатоканальної телемережі відповідно до вимог цього Закону.

7. Перехід від аналогового до цифрового мовлення здійснюється відповідно до Плану розвитку.

8. Національна рада сприяє запровадженню цифрового мовлення та відповідному технологічному переоснащенню діючих каналів та мереж мовлення. Зміни умов ліцензії на мовлення при переході від аналогового до цифрового мовлення в частині змін технологічних параметрів, виду мовлення (переходу до багатоканального мовлення) та змін програмної концепції мовлення здійснюються за визначеною цим Законом процедурою переоформлення ліцензії на мовлення.

9. У разі, якщо ліцензіат протягом двох місяців з моменту готовності каналу або мережі до впровадження цифрового мовлення не подав до Національної ради відповідну заяву про переоформлення ліцензії, Національна рада оголошує конкурс на отримання ліцензії на багатоканальне мовлення. При цьому за чинним ліцензіатом залишається право мовлення на одному з каналів нової цифрової багатоканальної телемережі.

10. Порядок користування радіочастотним ресурсом для потреб телерадіомовлення, забезпечення електромагнітної сумісності, розміщення і експлуатації радіоелектронних засобів мовлення визначається Законом України «Про радіочастотний ресурс України».

12. Кількість каналів, мереж мовлення та телемереж, які передбачають використання радіочастотного ресурсу України по кожній територіальній категорії, враховуючи також мовлення з використанням цифрових технологій, визначається Національною радою.

13. Розробка висновків щодо можливості та умов користування радіочастотним ресурсом України телерадіоорганізаціями здійснюється визначеними законом органами радіочастотного планування лише на замовлення Національної ради.

Стаття 23. Ліцензування мовлення

3. Залежно від організаційно-технологічних особливостей розповсюдження програм Національна рада видає ліцензії на такі види мовлення:

- супутникове;
- ефірне;
- кабельне;
- проводове;

багатоканальне.

4. Залежно від території розповсюдження програм визначається територіальна категорія мовлення та територіальна категорія каналу мовлення або багатоканальної телемережі:

загальнонаціональне мовлення — мовлення не менше ніж на дві третини населення кожної з областей України;

регіональне мовлення — мовлення на регіон (область, декілька суміжних областей), але менше ніж на половину областей України;

місцеве мовлення — мовлення на один чи кілька суміжних населених пунктів, яке охоплює не більше половини території області;

закордонне мовлення — мовлення на територію поза межами державного кордону України.

5. Цифрове мовлення з використанням радіочастотного ресурсу України ліцензується як багатоканальне мовлення.

6. Видача ліцензій на мовлення здійснюється на конкурсних засадах (за результатами відкритих конкурсів) або без конкурсів (за заявковим принципом) у випадках, передбачених цим Законом.

7. На конкурсних засадах здійснюється видача ліцензій на: ефірне мовлення;

багатоканальне мовлення з використанням радіочастотного ресурсу.

8. Без конкурсів здійснюється видача ліцензій на:

супутникове мовлення;

кабельне мовлення;

проводове мовлення;

ефірне мовлення на каналі мовлення багатоканальної ефірної телемережі у випадку, передбаченому частиною дев'ятою статті 22 цього Закону.

9. Ліцензія на мовлення, видана Національною радою, є єдиним і достатнім документом, що надає ліцензіату право відповідно до умов ліцензії здійснювати мовлення, користуватися каналами мовлення за умови наявності у володільців радіоелектронних засобів передбачених законом дозволів на їх експлуатацію.

Стаття 24. Заява про видачу (продовження) ліцензії на мовлення

1. Юридична особа (суб'єкт господарювання), яка має на меті отримати (продовжити) ліцензію на мовлення, подає до На-

ціональної ради заяву про видачу (продовження) ліцензії за встановленою формою.

2. У заяві повинні міститися такі дані:

а) відомості про засновника (засновників) та власника (власників) телерадіоорганізації (для юридичних осіб — назва, юридична адреса, банківські реквізити, а для фізичних осіб — прізвище, ім'я, по батькові, дата народження, громадянство, адреса) і відомості про розподіл часток статутного фонду; для акціонерного товариства — повний список акціонерів, які володіють пакетами акцій більш як по 5 відсотків;

б) відомості про особовий склад керівних та наглядових органів телерадіоорганізації: керівник організації, склад ради директорів, склад наглядової ради тощо (для кожної з осіб — прізвище, ім'я, по батькові, дата народження, громадянство, адреса);

в) назва організації, її юридична адреса, банківські реквізити, контактні телефони та інші вихідні дані (логотип, позивні, емблема тощо).

Стаття 27. Ліцензія на мовлення

1. Ліцензія на мовлення видається не пізніше ніж у десятиденний строк після прийняття Національною радою рішення про видачу ліцензії за умови сплати ліцензійного збору і є єдиною законною підставою на право мовлення.

4. Обов'язковими додатками до ліцензії на мовлення є:

[абз. 2] програмна концепція мовлення;

[абз. 3] організаційно-технічні, фінансові, інвестиційні зобов'язання, взяті організацією-ліцензіатом під час конкурсного відбору або під час розгляду її заяви Національною радою при отриманні ліцензії на позаконкурсних засадах;

[абз. 4] докладні характеристики каналу мовлення, мережі мовлення, багатоканальної телемережі: частота (частоти), місцезнаходження та потужність передавача (передавачів), територія розповсюдження програм, місцезнаходження головної станції багатоканальної телемережі, максимальна кількість каналів (ресурс) багатоканальної телемережі, територія розташування (прийому) багатоканальної мережі;

[абз. 6] Відомості про органи управління організації-ліцензіата: керівник організації, члени органів управління організації — правління, ради директорів, ради тощо (для кожної з осіб — прізвище, ім'я, по батькові, дата народження, громадянство, адреса).

Розділ IV. ТЕЛЕБАЧЕННЯ І РАДІОМОВЛЕННЯ В БАГАТОКАНАЛЬНИХ ТЕЛЕМЕРЕЖАХ. СИСТЕМИ КОЛЕКТИВНОГО ПРИЙОМУ. РЕТРАНСЛЯЦІЯ

Розділ 10
Додатки

Стаття 39. Мовлення в багатоканальних телемережах

9. Провайдер зобов'язаний забезпечити усім абонентам можливість отримання програм універсальної програмної послуги та включити такі програми до всіх пакетів програм.

Для розповсюдження програм універсальної програмної послуги провайдер не зобов'язаний укладати договори з відповідними телерадіоорганізаціями.

Стаття 42. Ретрансляція телерадіопрограм та передач

1. Ретрансляція телерадіопрограм та передач, зміст яких відповідає вимогам Європейської конвенції про транскордонне телебачення, на території України не обмежується. Порядок ретрансляції регулюється цим Законом.

2. Суб'єкт господарювання, який перебуває під юрисдикцією України, має на меті здійснювати ретрансляцію і отримав на це дозвіл від правовласника (виробника), який не підпадає під юрисдикцію країни, що входить до Європейського Союзу, або країни, яка ратифікувала Європейську конвенцію про транскордонне телебачення, зобов'язаний адаптувати зміст призначених для ретрансляції програм до вимог законодавства України.

3. Право на ретрансляцію теле- та/чи радіопрограм визначається ліцензією на мовлення або ліцензією провайдера програмної послуги.

4. Максимальні обсяги ретрансляції та орієнтовний перелік (за жанрами) передбачених до ретрансляції програм та передач визначаються програмною концепцією мовлення згідно з вимогами цього Закону.

5. Провайдери програмної послуги здійснюють ретрансляцію телерадіопрограм та передач у багатоканальних телемережах відповідно до переліку телерадіопрограм та передач, які передбачено надавати у складі програмної послуги.

Розділ V. ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕЛЕРАДІОМОВЛЕННЯ

Стаття 47. Дозвіл на право використання програм чи передач інших телерадіоорганізацій

1. Використання програм чи передач інших телерадіоорганізацій здійснюється відповідно до Закону України «Про авторське право та суміжні права».

2. При розповсюдженні програм іноземних телерадіокомпаній в багатоканальних телемережах забороняється вносити будь-які зміни в програму, крім випадків, визначених угодами з правовласниками аудіовізуальної продукції або передбачених законодавством України.

Додаток 10.6

Організація вимкнення аналогового телебачення в Нідерландах

Нідерланди завершили перехід на цифрове телебачення

У ніч з 10 на 11 грудня 2006 року в Нідерландах було вимкнене аналогове наземне телебачення. Голландія стала першою країною в світі, що повністю завершила перехід на цифрове наземне телебачення. Процес пройшов напрочуд спокійно. Протягом 3-х годин вимикалися аналогові та вмикалися цифрові передавачі. Трансляція програм загальнонаціональних та регіональних державних телекомпаній не припинялася ні на мить. У результаті вимкнення аналогового телебачення стало можливим розширення вже існуючої мережі цифрового телебачення. Відтепер розпочали роботу ще 15 передавальних станцій. Усі вони, за винятком трьох, працюють на частотах, виділених Нідерландам відповідно до плану «Женева-2006».

Підготовка до вимкнення

Процес підготовки до вимкнення аналогового телебачення був нелегким. Спочатку міністерство економіки Нідерландів планувало завершити вимкнення до кінця 2005 року, що б дозволило заощадити на трансляції програм державних телекомпаній 11 млн. євро на рік. Ця ініціатива здобула підтримку з боку державних телекомпаній, які також виступали за якомога швидше вимкнення аналогового мовлення. Однак цьому завадили політичні проблеми. Пропозиції уряду не знаходили підтримки, що двічі призводило до перенесення термінів вимкнення. Крім того, у зв'язку з тим, що перехід на цифрову платформу не передбачав трансляцію усіх регіональних аналогових станцій, політичного консенсусу не вдавалося досягти, доки не було укладено угоду про переведення усіх регіональних телекомпаній на супутникову платформу. Інформування населення щодо вимкнення аналогового телебачення входило до обов'язків уряду. Міністерство культури та Міністерство

економічних справ створили спільну організацію, що опікувалася інформуванням населення. Ця організація здійснювала всю роз'яснювальну роботу, включаючи розміщення інформації в Інтернеті на спеціальному сайті.

Реакція глядачів

Для підтримки населення були створені колл-центри, які надавали допомогу тим, хто зіткнувся з труднощами при прийомі цифрового телебачення. Протягом тижня після вимкнення більшість звернень до колл-центрів стосувалися проблем, пов'язаних з тим, що люди намагалися прийняти сигнал на кімнатні антени у тих регіонах, де можливий прийом лише на стаціонарну зовнішню антену. Зовнішні антени не потрібно було переналагоджувати, оскільки цифрові трансляції велися із передавальних станцій, що раніше використовувалися для аналогового телебачення.

Беручи до уваги той факт, що в Голландії домінує кабельне телебачення, вимкнення аналогового наземного телебачення зачепило менш ніж 5% населення.

За оцінками, в Нідерландах близько 98% домогосподарств мають доступ до кабельного телебачення, з яких 93% використовують кабельну платформу як основне джерело для отримання телебачення. Також популярністю користуються системи на базі IPTV, і кілька операторів пропонують такі послуги. Супутниковим телебаченням користуються переважно в сільських місцевостях, однак глядачів також можуть зацікавити регіональні телепрограми на цифровій наземній платформі.

Хоча наземна платформа у країні не користується попитом як основне джерело телебачення, вона популярна як додаткове джерело для другого телевізора. Наземна платформа є основним джерелом телебачення для близько 75 тис. домогосподарств і додатковим — для близько 250 тис. Загалом наземне телебачення дивляться близько 5% домогосподарств Голландії.

Низька залежність глядачів від аналогового наземного телебачення полегшила перехід Нідерландів на цифрове мовлення порівняно з іншими країнами з більшою залежністю від наземної платформи. У будь-якому разі більшість глядачів, що користувалися аналоговим наземним телебаченням, вже перейшли на цифрове.

Поточна пропозиція ЦТ

Після запуску в квітні 2003 року голландська платформа цифрового наземного телебачення запропонувала глядачам поєд-

нання безкоштовних та платних послуг. Послуги цифрового телебачення пропонує компанія Digitenne та деякі інші оператори, наприклад, KPN. Зараз глядачі мають доступ до 23 телевізійних і 17 радіопрограм як з національним, так і міжнародним програмним наповненням. Ключовим елементом пропозиції стало надання глядачам невеличкої кімнатної антени для прийому цифрового телебачення. До вимкнення аналогового телебачення доступ до цифрового телебачення мало 50% населення.

Розширення мережі

Завдяки вимкненню аналогового телебачення були звільнені частоти, які можуть бути використані для розширення території покриття цифрового наземного телебачення. Компанія Digitenne, яка володіє ліцензією на чотири загальнонаціональні мультиплекси в IV та V діапазонах, планує розширити свою мережу на всю країну. Для забезпечення 70% населення кімнатним прийомом програм цифрового наземного телебачення, до кінця третього кварталу 2007 р. була запущена в експлуатацію 21 передавальна станція. Деякі нові станції покликані замінити старі станції, що використовувалися для мережі цифрового наземного телебачення протягом перехідного періоду. Ці станції, які переважно знаходяться в густозаселених районах або поблизу них, працюють на частотах, виділених Нідерландам у рамках плану «Женева-2006». Загалом мережа цифрового наземного телебачення складатиметься з 45 базових передавальних станцій. Вірогідно, що конфігурація мережі буде змінюватися для подолання можливих завад, спричинених масовим запуском цифрового телебачення у сусідніх країнах. Очікується, що із збільшенням потужності сигналу в сусідніх країнах завад буде ще більше. Тому необхідно буде повідомляти про зміну конфігурації мережі глядачам, щоб ті переналагоджували свої зовнішні антени або змінювали поляризацію [34].

Додаток 10.7

Організація вимкнення аналогового телебачення в Фінляндії

Фінляндія стала третьою країною в світі, що відмовилась від аналогового телебачення

Першого вересня 2007 р. у Фінляндії відбулось вимкнення аналогового наземного ТВ мовлення. Таким чином, Фінляндія

стала третьою країною (після Нідерландів та Люксембурга), у яких аналогове мовлення було витіснене цифровим. Вимкнення аналогового мовлення пройшло миттєво: приблизно о 4 годині ранку фінський оператор телемовлення припинив трансляцію аналогових передач з 140 головних передавачів і 600 ретрансляторних станцій. Більшість країн, які планують повністю впровадити цифрові системи мовлення, використовують метод так званого поетапного вимкнення аналогових систем. Під поетапним вимкненням розуміється повне вимкнення аналогових каналів у межах одного району, а згодом — в іншому районі. Такий план дій вбачається багатьма країнами з розвиненими системами зв'язку найефективнішим. Але на противагу цьому Фінляндії таки вдалося максимально ефективно впровадити нову технологію, забезпечуючи однакове покриття цифровим телебаченням всієї території країни.

У Фінляндії налічується близько 2,3 млн. домогосподарств, 50% яких користуються аналоговим наземним ТБ. Всі вони були попереджені про повний перехід на цифрове ТБ, що, в свою чергу, максимально прискорило вимкнення аналогового телебачення. Для того, щоб уникнути складнощів і непорозумінь, Міністерство транспорту та зв'язку створило спеціальну комісію, яка мала слідкувати за інформацією про підготовку до аналогового вимкнення і повідомляти її телеглядачам. Як наслідок, телеглядачі не були обділені увагою стосовно того, що відбувається у ТВ мережах, оскільки отримували інформацію з усіх можливих засобів ЗМІ: з Інтернет-порталів, різноманітних брошур, наземних теле- і радіопередач. За сприяння Міністерства транспорту та зв'язку також була створена спеціальна комісія, членами якої стали представники найпопулярніших телевізійних компаній. Ця комісія була покликана займатися проблемами, які є неминучими при вимкненні аналогового телемовлення. У повноваження цієї комісії також входив такий аспект, як допомога пенсіонерам у заміні аналогових приймачів на цифрові.

Що стосується телеглядачів та їхньої реакції на нововведення, то можна із впевненістю сказати, що впровадження цифрового ТБ і вимкнення аналогового не стало предметом для полеміки. Це було досягнуто завдяки правильній інформаційній компанії у ЗМІ: глядачі отримували свіжі новини стосовно переходу на новий вид передачі сигналів і таким чином були морально й технічно підготовленими.

Останнім етапом впровадження цифрового телебачення буде введення в експлуатацію 48 нових трансляційних передавачів, що планує виконати оператор з телемовлення. Це, у свою чергу, дасть можливість ще 4-5 тисячам глядачів користуватися послугою наземного цифрового телебачення.

Говорячи про доцільність впровадження нової технології, не можна не сказати про переваги, які отримують глядачі від великої кількості телепрограм. Якщо, скажімо, аналогове наземне мовлення у Фінляндії забезпечувало доступ лише до п'яти телепрограм, то цифрове мовлення пропонує 12 безкоштовних і 10 платних телепрограм на трьох мультиплексах (частотних присвоєннях)[34].

Додаток 10.8

Організація вимкнення аналогового телебачення у Швеції

Вимкнення аналогового телебачення у Стокгольмі

26 березня 2007 р. Стокгольм завершив перехід на цифрове телебачення, вимкнувши останній аналоговий передавач, який трансливав програму SVT1. Процес вимкнення розпочався двома тижнями раніше, коли були вимкнені три інші телепрограми — SVT2, TV4 та TV Finland. Підготовкою вимкнення аналогового телебачення займалися спільно оператор передавальної мережі Terascom, телекомпанії, що вели аналогове мовлення, та урядовий орган, відповідальний за вимкнення, Digital-tv-kommissionen. До процесу також були залучені оператори кабельного, супутникового та цифрового наземного телебачення. За оцінками, із 800 тис. домогосподарств Стокгольма близько 70 — 80% користуються кабельним телебаченням. Виключно ефірним телебаченням користуються близько 13% домогосподарств. Решта дивляться програми телебачення через IPTV чи супутник. Ключовою проблемою було забезпечити безперервний доступ глядачів до програм телебачення під час процесу вимкнення аналогового мовлення. Супутникові оператори, скориставшись нагодою, запропонували привабливі пакети, щоб залучити нових абонентів. Однак аналогічні пропозиції зробив і оператор платних послуг на платформі цифрового наземного ефірного телебачення. Зрештою, більшість домогосподарств обрала наземне ефірне мовлення, пропозиція якого зараз включає 11 безкоштовних і 30 платних телеканалів.

Запорукою успішної підготовки до переходу на цифрове телебачення стала широка інформаційна кампанія. Багато уваги було приділено інформуванню цільової аудиторії — домогосподарств, власників будинків, фірм, що спеціалізуються на встановленні телевізійного обладнання. Інформаційна кампанія в Стокгольмі була проведена набагато масштабніше, ніж у інших регіонах країни. У рамках своїх обов'язків із забезпечення переходу на «цифру» Digital-tv-kommissionen здійснювала розсилку населенню інформаційних буклетів, в яких пояснювалися наслідки і переваги майбутнього вимкнення аналогового телебачення. Оператор передавальної мережі Terascom долучився до цієї ініціативи і також розіслав свої інформаційні буклети. Таким чином, усе населення міста було добре поінформовано про майбутні зміни та різні варіанти підготовки до них. Під час інформаційної кампанії, починаючи з квітня 2005 року, в усіх матеріалах використовувався світло-рожевий колір. Банери, плакати, оголошення в газетах, метро — усюди був цей колір, який став чітко асоціюватися з майбутнім переходом до цифрового телебачення. Рожевий колір також використовувався у всіх повідомленнях Digital-tv-kommissionen, Terascom та телекомпаній. Стокгольмом курсував інформаційний автобус, пофарбований у яскраво-рожевий колір. У кожному з 20 районів міста він курсував по цілому дню, а його персонал організовував зустрічі з місцевими жителями та відповідав на запитання щодо переходу на цифрове мовлення. У місцевій пресі публікувалися оголошення про час перебування цього автобуса в кожному районі.

Перехід на «цифру» у Швеції відбувався напрочуд спокійно, з мінімальними незручностями для глядачів. Через те, що вимкнення аналогового мовлення у кожному регіоні мало свої особливості, завданням спеціалістів було виявити такі особливості. Ретельне планування й підготовка стали ключем до успіху з переходом на цифрове мовлення в Швеції. У випадку зі Стокгольмом важливим етапом підготовки до вимкнення аналогового телебачення стала масштабна інформаційна кампанія. Тоді як у малозаселеній північній частині країни про серйозність намірів свідчить запуск протягом одного робочого дня 200 «геп-філерів» для ретрансляції програм цифрового телебачення. Після завершення перехідного процесу в Стокгольмі, аналогове телебачення було замінено цифровим на території, на якій проживає більше 60% населення. Наступним кроком стане визначення подальшої долі вивільнених частот. Планується, що вони будуть надані для трансляції телевізійних програм високої чіткості [34].

Додаток 10.9 Технічна і бізнес-модель для впровадження мобільного телебачення стандарту DVB-H у Києві

Національна рада розпочала процес ліцензування мобільної DVB-H мережі у Києві наприкінці листопада 2007 р.

Згідно з вимогами претенденти на отримання ліцензій повинні були довести фінансову й технічну спроможність реалізації проекту.

Бізнес-модель

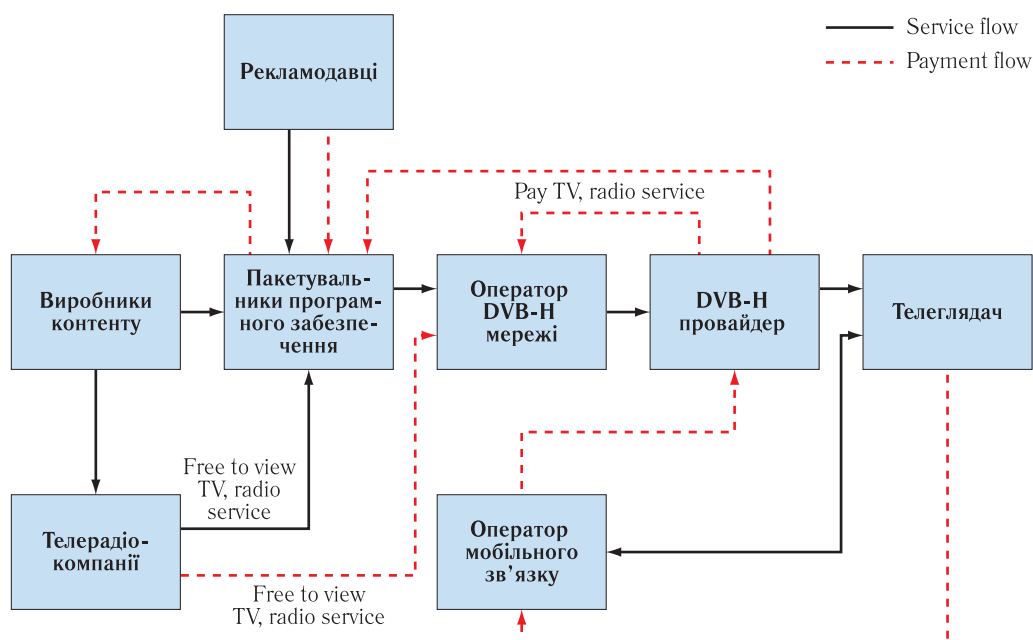
Використання бізнес-моделі для експериментального проекту DVB-H у Києві, в якій головну роль відіграє провайдер (компанія, яка одержала ліцензію на експериментальне DVB-H мовлення), пропонується з метою попередньої перевірки різних комерційних аспектів. Відповідно до цієї моделі DVB-H провайдер є головною рушійною силою пілот-проекту.

Оператори стільникової мережі забезпечують сервісну підтримку глядачів мобільного телебачення, одержують оплату від глядачів, які приймають телепрограми мобільними телефонами (з підтримкою стандарту DVB-H), за платні телепрограми та інші інтерактивні сервіси, використовуючи білінг мережі мобільного зв'язку. Оператор DVB-H мережі створює і технічно обслуговує DVB-H багатоканальну телемережу.

DVB-H мультимплекс може включати 12 послуг разом із радіо- і телепрограмами. Для надання послуг може використовуватись один із режимів модуляції (QPSK або 16 QAM).

Вибір режиму модуляції

	QPSK, 5/6, 1/8	16QAM, 1/2, 1/8	Різниця
Необхідне співвідношення сигнал/шум (Rayleigh)	13,1 dB	11,2 dB	-1,9 dB
Bitrate	9,22 Mbit/s	11,06 Mbit/s	+1,84 Mbit/s
Кількість послуг (0,6 Mbit/s)	12 + ESG + Interactive	15 + ESG + Interactive	+3



Бізнес-модель експериментального проекту DVB-H у Києві

Розрахунки покриття

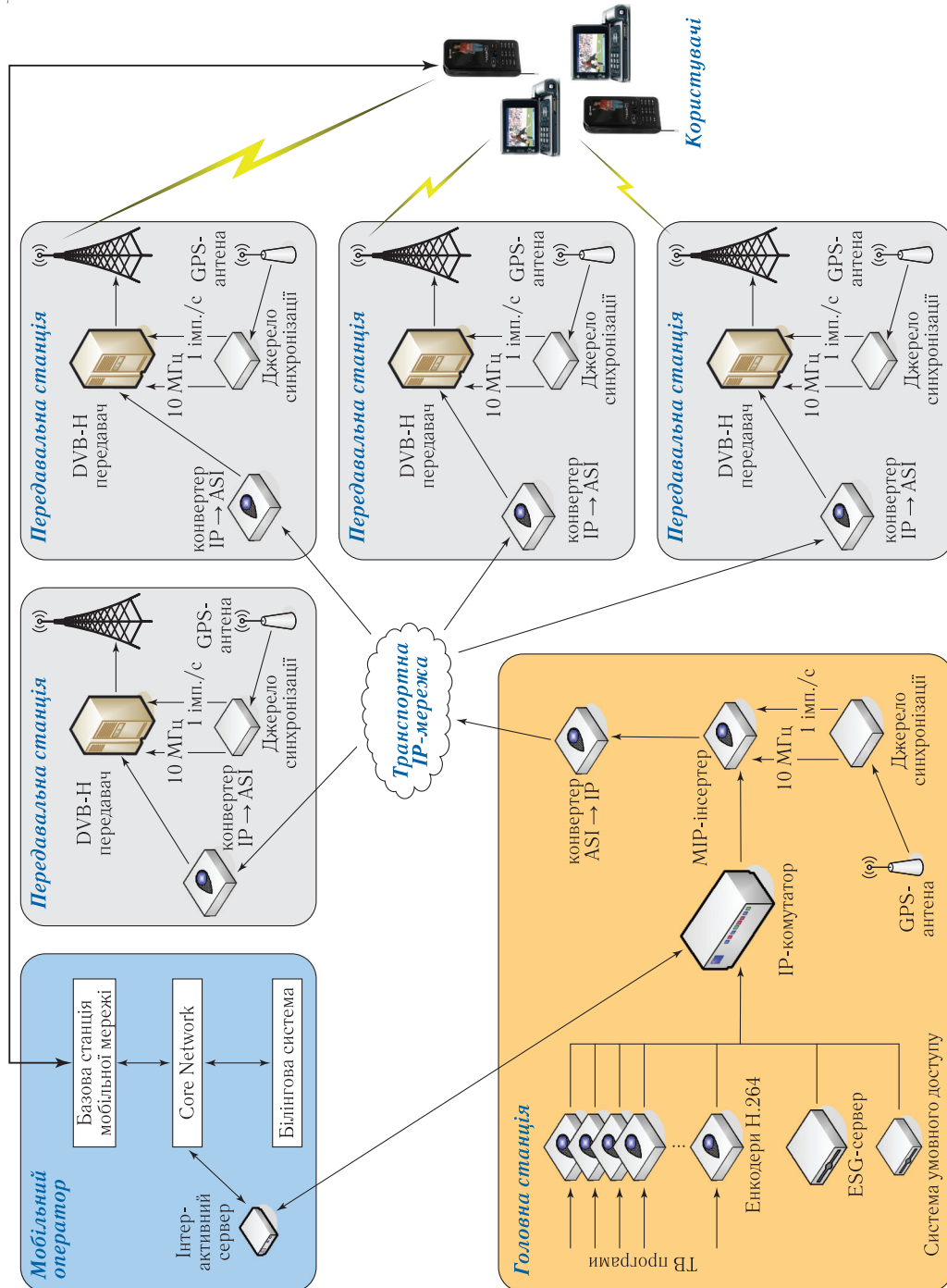
Розрахунки покриття були здійснені, використовуючи програмне забезпечення WinRPT (VECTOR). Протягом обчислень використовувалися цифрові карти з деталізацією 90 метрів для Києва і передмість, і, відповідно, 10 метрів для центру Києва, включаючи всі геологічні об'єкти.

Результати оптимізації мережі DVB-H для експериментального проекту в Києві

Для забезпечення портативного прийому покриття повинні бути встановлені:

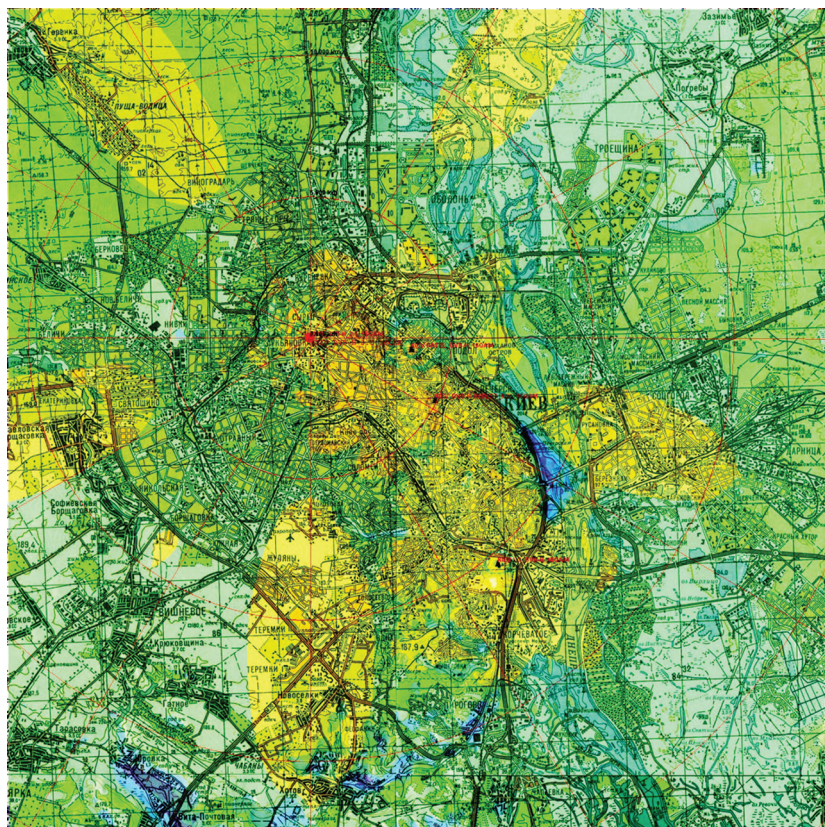
- один передавач 2,5 кВт;
- два передавачі 1,2 кВт;
- два передавачі 250 кВт;
- три передавачі 40 кВт;
- десять одночастотних ретрансляторів.

Технічна модель DVB-H мережі у Києві



Результати розрахунків покриття для DVB-H мережі у Києві з 4 передавачами на 47 каналі

Розділ 10
Додатки



Кольорова
шкала
та значення
напруженості
поля в точці
прийому



від 130
до 140 дБмкВ/м



від 120
до 130 дБмкВ/м



від 110
до 120 дБмкВ/м



від 100
до 110 дБмкВ/м



від 90
до 100 дБмкВ/м



від 80
до 90 дБмкВ/м

DVB-H поріг



від 70
до 80 дБмкВ/м



< 70 дБмкВ/м

47 канал

Поляризація: вертикальна

Режим: 16QAM FEC = 2/3 GI = 1/8

Передавальна антена:

Київ 1: H = 365 м. Gain = 16 dBi. EIRP 63 кВт

Київ 2: H = 90 м. Gain = 11 dBi. EIRP 9,5 кВт

Київ «Рател»: H = 140 м. Gain = 11 dBi. EIRP 9,5 кВт

Київ «Хрещатик»: H = 40 м. Gain = 14 dBi. EIRP 4 кВт

Приймальна антена:

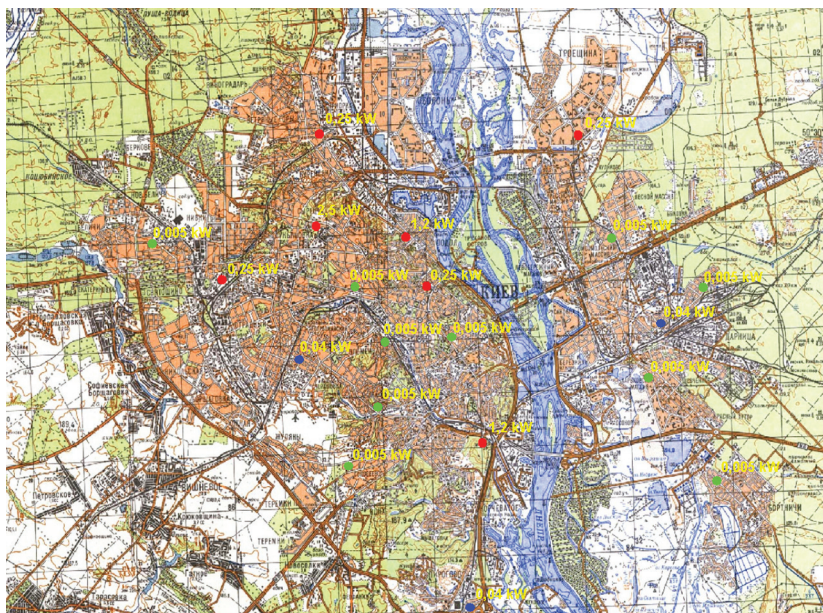
Портативна антена (клас B)

Коефіцієнт підсилення: 0 dBi

**Рекомендації стосовно кількості
й середньоквадратичної потужності
передавачів для реалізації першої стадії DVB-H
мережі для центру Києва**

№	Список передавачів	Потужність RMS, кВт	Потужність EIRP, кВт
1	Київ (Дорогожицька, 10), 1 шт.	2,5	63
2	Київ (вул. Оленівська, 34-б), 1 шт.	1,2	9,5
3	Київ (Саперно-Слобідська, 20), 1 шт.	1,2	9,5
4	Київ (Хрещатик), 1 шт.	0,25	4
5	Інші місця у Києві, 3 шт.	0,25	4
6	Ретранслятори (gap-fillers), 3 шт.	0,04	1
7	Ретранслятори (gap-fillers), 10 шт.	0,005	0,125

**Карта з позначками місць встановлення
цифрових DVB-H передавачів
і одночастотних ретрансляторів**



Висновки

Розділ 10
Додатки

Рекомендовані наступні стадії виконання експериментального проекту DVB-H мережі:

- Завершення розробки проекту DVB-H мережі, включаючи розрахунки покриття для Києва і передмість.
 - Установка обладнання для головної станції і передавачів.
 - Проведення технічних тестувань в умовах експлуатації з використанням пакета з п'яти програм.
 - Укладення угод між DVB-H провайдером, операторами мобільного зв'язку, дистриб'юторами теле-, радіопрограм і телекомпаніями.
 - Реалізація експериментального проекту з 12 послугами, використовуючи 500-700 мобільних телефонів і кишенькових комп'ютерів, включаючи маркетингове дослідження.
- Початок комерційної реалізації проекту.

Перелік посилань

1. EBU doc. I37-2006: Guidelines for the RRC-06. EBU, Geneva.
2. EBU doc. I39-2004: Maximizing the quality of conventional quality broadcasting in the flat panel environment. EBU, Geneva.
3. ITU-R Recommendation BT.1368-7 Planning criteria for digital terrestrial television services in the VHF/UHF bands.
4. DigiTAG Web Letter October 2007 #64: HD on the terrestrial platform.
5. DigiTAG Internal Web Letter, February 2008: Update on the proposed DVB-T2 specification.
6. EBU doc. Tech 3317, version 2: Planning parameters for hand-held reception, concerning the use of DVB-H and T-DMB in Bands III, IV, V and 1.5 GHz. EBU, 2007. — July.
7. EBU doc. Tech. 3327, Network aspects for DVB-H and T-DMB. EBU, 2008. — April.
8. The Effects of a Market-Based Approach to Spectrum Management of UHF and the Impact on. Digital Terrestrial Broadcasting. Oliver & Ohlbaum Associates Ltd and DotEcon Ltd, 2008. — 27 February.
9. GE06 — overview of the second session (RRC-06) and the main features for broadcasters; Terry O'Leary, Elena Puigrefagut and Walid Sami. EBU Technical Review No308, 2006. — October.

10. EBU BPN 083 Broadcasting aspects relating to the procedures for Coordination and Plan. Conformity Agreement in the GE06 Agreement, 2007. — November.
11. Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions; on accelerating the transition from analogue to digital broadcasting COM (2005) 204 final, Brussels, 2005. — 24 May.
12. Implementation of the Digital Dividend-technical constraints to be taken into account; Jan Doeven. EBU Technical Review No309, 2007. — January.
13. Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Reaping the full benefits of the digital dividend in Europe: A common approach to the use of the spectrum released by the digital switchover; COM (2007) 700 final, Brussels, 2007. — 13 November.
14. EBU View. How should the digital dividend be used? Long-term public interest versus short-term profit.
15. ECC Report 116 The possibilities and consequences of converting GE06 DVB-T allotments/assignments in Band III into T-DAB allotments/assignments, Athens, 2008. — February.
16. Final Report from CEPT to the European Commission in response to the Mandate on: compatibility issues between «cellular / low power transmitter» networks and «larger coverage / high power / tower» type of networks (also referred to as Report A), 2007. — 30 March.
17. Final Report from CEPT to the EC on Technical feasibility of harmonising a sub-band of bands IV and V for Fixed/Mobile applications (including uplinks), minimising the impact on GE06 (also referred to as Report B), 2008. — 18 January.
18. CEPT Supplementary Report (to Report B) to ECC; Technical options for the use of a harmonized sub-band in the band 470-862 MHz for fixed/mobile applications (including uplinks) (also referred to as Supplementary Report to Report B), 2008. — 20 February.
19. A preliminary assessment of the feasibility of fitting new/future applications/services into non-harmonised spectrum of the digital dividend (namely the so-called «white spots» between allotments) (also referred to as Report C), Expected in June 2008.
20. EBU BPN 075 Single Frequency Network Maintenance, 2007. — March.
21. EBU BPN 037 Final Report on Statistical Multiplexing, 2001. — January.
22. EBU BPN 066 Guide on SFN Frequency Planning and Network Implementation with regard to T-DAB and DVB-T, 2005. — July.

23. DigiTAG Report: Networks in evolution. Making changes to the digital terrestrial television platform. Digital Terrestrial Television Action Group, 2008.
23. Brian Tait Planning for mobile multimedia networks (VHF, UHF and L-band); presentation at EBU Forecast, 2007. — November.
24. І.В. Омелянюк «Solution for transformation of the existing nationwide network for analogue broadcasting into DVB-T SFN networks» конференція «Стратегії переходу на цифрові технології», Лондон, 25-26.02.2009 р.
25. Проектні рішення для трансформації існуючих аналогових національних телемереж в мережі синхронного цифрового мовлення» на конференції // Телерадіокур'єр. — 2009. — № 1. — С. 82-85.
27. В. Лапін, М. Артюх та ін. Розробка технічних принципів реалізації цифрового мовлення в Україні у вигляді синхронних мереж розповсюдження програм: Державне підприємство «Український науково-дослідний інститут радіо і телебачення» (ДП УНДІРТ), 2006.
28. Ivan Omelyanyuk, Yaroslav Karnakov «Step-by-step rollout of DVB-T(H) services in Ukraine in 2006», IBC Conference 2006, Amsterdam.
29. Gary J. Sullivan, Pankaj Topiwala, Ajay Luthra The H.264/AVC Advanced Video Coding Standard: Overview and Introduction to the Fidelity Range Extensions, SPIE Conference on Applications of Digital Image Processing XXVII, 2004. — August.
30. О. Ленінський, І. Омелянюк та ін. Розробка проектів впровадження першого етапу цифрового наземного телебачення в Київській, Луганській, Закарпатській областях та Автономній Республіці Крим: Товариство з обмеженою відповідальністю НВП «Квант-Ефір», 2006.
31. Волков В.В. Впровадження цифрового телевізійного мовлення стандарту DVB-T (MPEG-4) в 70, 74 зонах одночастотного цифрового мовлення. — Міжнародний форум «Цифрове мовлення в Україні», 2008. — 19 серпня.
32. Р. Хорольський, І. Омелянюк. Надання послуг з освоєння нової технології наземного цифрового мовлення за стандартом DVB-T з формуванням пакетів ТВ програм відповідно до стандарту H.24|MPEG-4 AVC шляхом створення сегментів одночастотної мережі наземного цифрового мовлення у Київській та Житомирській областях та введення їх в експлуатацію: Товариство з обмеженою відповідальністю НВП «Квант-Ефір», 2007.
33. Ivan Omelyanyuk DVB-H Pilot Network in Kyiv, Mobile TV World Congress in Paris, 2008. — 30 January.
34. Analogue switch-off Learning from experiences in Europe. DigiTAG — The Digital Terrestrial Television Action Group.

ТЕЛЕРАДІОКУР'ЄР

Професійний вибір для всіх, хто відповідає за медіаринок України



Автори і Читачі журналу для ЗМІ –
професіонали медіаіндустрії!
Їм завжди є що сказати і є чому вчитися!

«Телерадіокур'єр» читають фахівці
понад 1000 організацій
медіаринку України та більше 30 країн!
Приєднуйтеся!

Ваша думка має значення!

**www.trk-mag.kiev.ua, e-mail: trk@tv-radio.kiev.ua
(044) 289-6675, 289-7931, 230-8302**

Свідоцтво МІУ: серія КВ №3054 від 09.02.1988 р.



КИЇВСЬКИЙ МІЖНАРОДНИЙ ТЕЛЕРАДІОЯРМАРОК



ГОЛОВНИЙ ЩОРІЧНИЙ БІЗНЕС-ФОРУМ ПРОФЕСІОНАЛІВ МЕДІАІНДУСТРІЇ УКРАЇНИ

ГЛАВНЫЙ ЕЖЕГОДНЫЙ БИЗНЕС-ФОРУМ
ПРОФЕССИОНАЛОВ МЕДИАИНДУСТРИИ УКРАИНЫ

MAIN ANNUAL BUSINESS FORUM
FOR PROFESSIONALS OF UKRAINIAN MEDIA INDUSTRY

Організатор — компанія «ТЕЛЕРАДІОКУР'ЄР»

www.trk-mag.kiev.ua, e-mail: trk@tv-radio.kiev.ua

(044) 289-66-75, 289-79-31, 230-83-02 (03)

Ефективні рішення для телерадіомовлення



- Системна інтеграція цифрового телекомунікаційного обладнання
- Цифрові й аналогові телерадіопередавачі
- Антенно-фідерні пристрої й системи
- Комплексні проекти реалізації передавальних DVB-T/H мереж

тел.: (044) 531-4220
факс: (044) 531-4222
e-mail: office@kvant-efir.com.ua
www.kvant-efir.com.ua

Лінійка «Інновація 2008-2009»:

Універсальний пристрій:

- цифровий DVB-T збуджувач для модернізації аналогових передавачів
- цифровий передавач потужністю до 10 Вт RMS



- автоматична стабілізація вихідної потужності;
- підвищена лінійність (shoulder distance >38 дБ);
- адаптивний коректор нелінійних та лінійних спотворень (опція);
- GPS приймач і пристрій синхронізації для роботи в синхронних DVB-T мережах (опція);

**Цифрові передавачі
серії TXTU-N
вихідною потужністю
до 5кВт RMS**



**Цифро-аналогові передавачі
метрового діапазону серії THTV-N потужністю:**

- до 40 кВт (20 кВт+20 кВт) – аналоговий,
- до 10 кВт (5 кВт+5 кВт) – цифровий режим



- Інноваційні технології повітряного охолодження;
- остання генерація LD-MOS транзисторів;
- інноваційні безвентиляторні джерела живлення;
- оптимізована конструкція базових блоків передавачів;
- підвищений коефіцієнт корисної дії.

тел.: (044) 531-4220 • факс: (044) 531-4222
e-mail: office@kvant-efir.com.ua • www.kvant-efir.com.ua



ОМЕЛЯНЮК Іван Васильович
ЦИФРОВЕ ЕФІРНЕ ТЕЛЕБАЧЕННЯ.

Практика, нові напрямки розвитку цифрового ефірного телебачення
та створення цифрових ефірних телемереж.

Посібник для фахівців телебачення

Голова редакційної ради
проекту «Бібліотека медіафахівця» — Василь ЯЦУРА

Головний редактор — Віталій ПУТІНЦЕВ

Літературний редактор — Тамара МОНАШНЕНКО

Дизайн обкладинки — Ольга БАЗІЛЄВА

Комп'ютерна верстка — ТОВ «Друкарня «Літера»

Підписано до друку 6.05.2009. Формат 70×100/16.

Папір офсетний. Гарнітура LiteraturnayaC.

Ум.-друк. арк. 14,25. Обл.-вид. арк. 8,25.

Тираж 500 прим. Зам. ДЛ-157. Ціна договірна.

Видавець — ЗАТ «ТЕЛЕРАДІОКУР'ЄР»

(Свідоцтво Державного комітету ТБ і РМ України:

серія ДК №1746 від 09.04.2004 р.)

м. Київ, вул. Гайдара, 27, студія №119

Виготівник (друк) — ТОВ «Друкарня «Літера»

м. Київ, вул. Сім'ї Хохлових, 8

(Свідоцтво Державного комітету ТБ і РМ України:

серія ДК №2837 від 24.04.2007 р.)

Видання серії «Бібліотека медіафахівця»:

- ✓ Омелянюк І.В. «Цифрове ефірне телебачення» (2009.—192 с., іл.)
- ✓ Ширман Р.Н. «Алхимия режиссуры. Мастер-класс» (2008.—448 с.)
- ✓ Ширман Р.Н. «Телевізійна режисура. Майстер-клас» (2004.—200 с., іл.)
- ✓ Машенко І.Г. «Телевізійні аномалії. Мас-медійні історії в деталях» (2005.—216 с.)
- ✓ Машенко І.Г. «Міфи і реалії телерадіоефіру» (2001.—288 с.)
- ✓ Довідник «Телебачення і радіо України» (2001)
- ✓ Каталоги-довідники Київського міжнародного Телерадіоярмарку (2001—2009)
- ✓ Каталог-довідник 3-го ТФ «Відкрий Україну!» (2008)
- ✓ Журнал «Телерадіокур'єр» (з 1998)

З питань придбання звертатися:

тел./факс: (044) 289-7931, 289-6675, 230-8302(03)

e-mail: trk@tv-radio.kiev.ua • www.trk-mag.kiev.ua

ЗАТ «ТЕЛЕРАДІОКУР'ЄР»

