

## Лекція 1

### ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМ ЦИФРОВОГО ТЕЛЕБАЧЕННЯ

*Навчальні питання:*

- 1. Огляд систем цифрового телебачення*
- 2. Організація спільного аналогового й цифрового телевізійного мовлення*
- 3. Особливості реалізації інформаційних послуг систем цифрового телебачення*
- 4. Особливості впровадження систем цифрового телебачення*

#### **1. Огляд систем цифрового телебачення**

Сьогодні у світі впроваджено чотири системи цифрового телебачення: DVB (Digital Video Broadcasting, 1993-1995), ATSC (Advanced Television Systems Committee, 1993), ISDB (Integrated Service Digital Broadcasting, 1995), DTMB (Digital Terrestrial Multimedia Broadcasting, 2006).

Усі зазначені системи мають кілька модифікацій для поширення сигналу засобами супутникових систем зв'язку – Sattelite (S), засобами кабельних розподільних мереж Cable (C), засобами ефірного наземного мовлення – Terrestrial (T).

Окремий сегмент складають системи для передавання телевізійних сигналів на рухомі об'єкти. Такі системи називають цифровими системами мобільного телебачення.

Перехід до цифрових систем телебачення обумовлений кількома причинами.

По-перше, цифровий формат дозволяє збільшити обсяг інформації, яку можна передати у стандартному каналі аналогового телебачення (Європа – 8 МГц, США, Японія – 6 МГц). Як наслідок, у цих каналах можливо передавати програми у форматі телебачення високої чіткості (ТВЧ).

По-друге, перехід на цифрове телевізійне мовлення створює підґрунтя для введення додаткових послуг, у тому числі інтерактивних.

По-третє, цифровий сигнал є більш стійким до впливу електромагнітних завад різного походження і його застосування забезпечує однаково високу якість відтворених зображення та звуку в усій зоні покриття передавачів.

По-четверте, для надійного передавання сигналів цифрового телебачення у межах певної зони обслуговування необхідно використовувати значно меншу потужність передавачів у порівнянні з системами аналогового телебачення.

По-п'яте, сигнали цифрового телебачення мають шумоподібну структуру і їхній частотний спектр має доволі рівномірний розподіл енергії в межах виділеної радіочастотної смуги, що обумовлює низький рівень завад для інших телекомунікаційних систем.

Цифрове телевізійне мовлення з використанням систем, у яких застосовано систему модуляції та кодування COFDM, додатково дає можливість надійного приймання телевізійних сигналів на портативні й мобільні антени, а також дозволяє створювати одночастотні мережі на значних територіях.

COFDM – система модуляції та кодування, що відрізняється від OFDM уведенням у процес передавання інформаційного цифрового потоку ще однієї додаткової процедури завадостійкого канального кодування.

Першими почали регулярне ефірне цифрове мовлення Великобританія й США. Пізніше до них приєдналися Швеція й Іспанія.

Як ми вже зазначили на сьогоднішній день існує чотири стандарти на цифрове ефірне телебачення. Це американський стандарт – ATSC (Advanced Television Systems Committee), європейський DVB-T (Digital Video Broadcasting – Terrestrial), японський ISDB-T (Integrated Services Digital Broadcasting – Terrestrial) та китайський DTMB (Digital Terrestrial Multimedia Broadcasting, 2006).

Суттєвою складовою глобального підходу стала запропонована стратегія впровадження цифрових систем ТВ зі збереженням існуючих наземних та супутникових каналів.

Відповідно до цього підходу було розроблено проект першої Рекомендації МСЕ, в якій для можливості впровадження наземного цифрового телевізійного (ТВ) мовлення (НЦТВ) на даному етапі передбачено можливість збереження і здійснено нормування спектрів випромінювання у стандартних смугах частот, закріплених за каналами аналогового ТВ мовлення. Це дозволило сфокусувати дослідження зі стиснення цифрових ТВ сигналів, пошуку ефективних методів модуляції і оброблення сигналів на чітко поставленому завданні. Вирішення цього завдання в підсумку дозволило створити систему багатфункціонального інформаційного обслуговування і передавати сигнали цифрового телебачення, багатoprogramного телебачення, телебачення високої чіткості, програм стереоскопічного телебачення, великих обсягів цифрових даних, мультимедійної та іншої інформації (рис. 1.1) через наявні радіочастотні канали зі смугами частот 6, 7 і 8 МГц (концепція 6-7-8).

Така стратегія гарантувала еволюційний перехід від аналогових до цифрових ТВ системам з обмеженими витратами.

Таким чином, на розгляд дослідної комісії ДК 11(ITU-D (МСЕ-Д) – Сектор розвитку електрозв'язку) було подано на розгляд три несумісні системи НЦТВ, розроблені в Європі, США та Японії. У зв'язку з цим було вирішено знайти шляхи доопрацювання даних систем і гармонізувати їх параметри, щоб уникнути невиправданого застосування багатьох стандартів. Однак у процесі цієї роботи було потрібно брати до уваги відмінності між концепціями систем кольорового аналогового та цифрового ТВ мовлення. У разі використання цифрових методів кожен з конкурентів прагнув надати своїй системі нові можливості. Тому цифрові варіанти трьох систем розглядали не як різні способи досягнення однієї і тієї ж мети, а скоріше як засоби забезпечення гнучкості, що дозволяє адаптувати систему до різних обставин, щоб набути більшої привабливості для операторів і масового користувача.

У першу чергу потрібно було проаналізувати можливості сполучення систем з урахуванням їх загальних і відмінних функцій і характеристик.

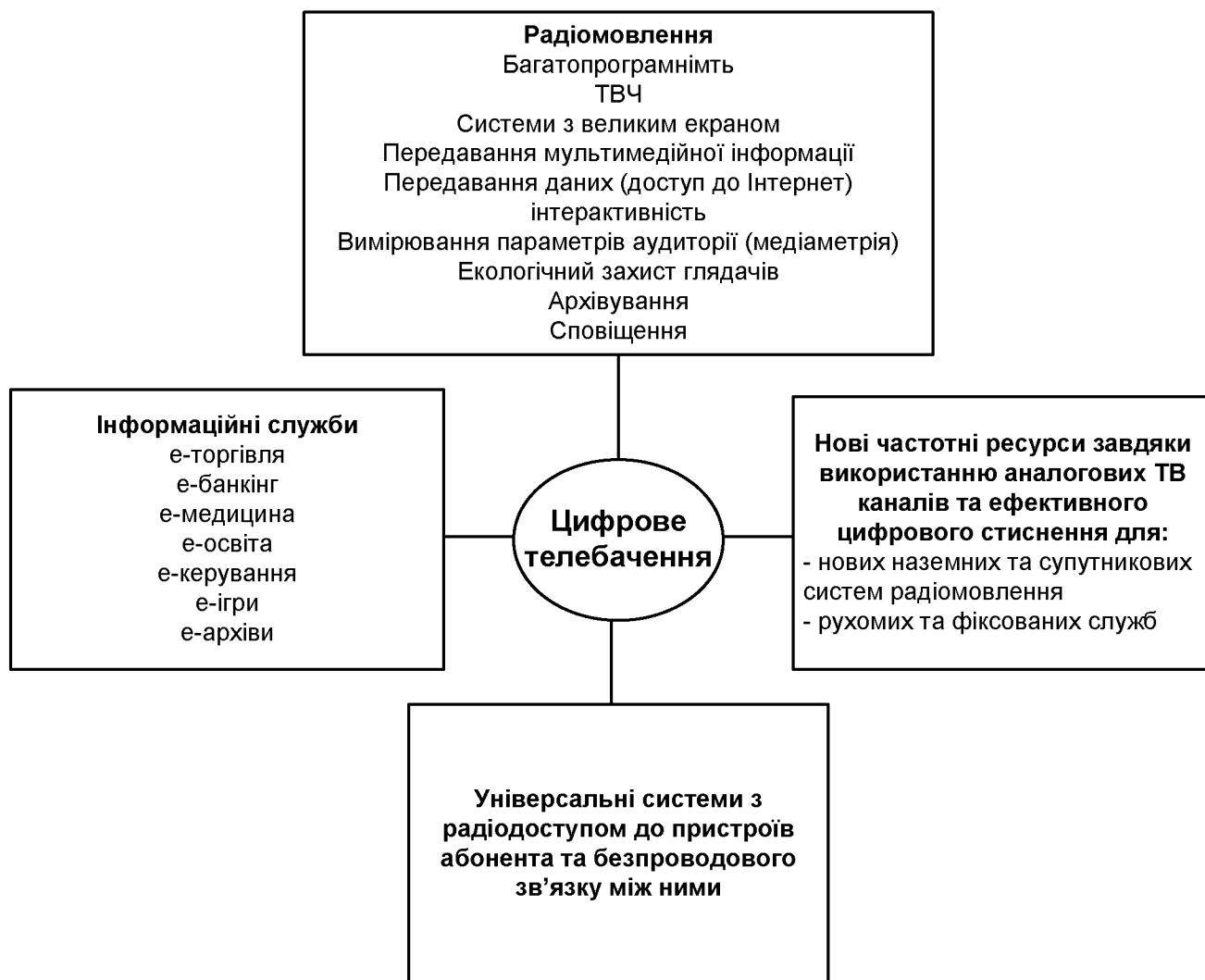


Рисунок 1.1 – Сфери застосування та призначення цифрового телебачення

Системи ATSC, DVB-T і ISDB-T в основному розрізнялися на рівні під-системи адаптації до каналу радіомовлення, головним чином застосованими методами модуляції, а також алгоритмами кодування звукового сигналу. Смуги і діапазони частот радіоканалу в базових варіантах систем збігалися з прийнятими для аналогового мовлення в країнах-розробників.

В усіх системах було передбачено використовувати методи мультиплексування і формування транспортних пакетів, що відповідають вимогам стандарту MPEG-2.

В усіх системах також було застосовано такі способи боротьби з помилками, як скремблювання, перемежування, зовнішнє кодування Ріда-Соломона, внутрішнє кодування згортковим кодом.

Розглянемо коротко основні особливості згаданих систем НЦТВ.

Систему 8-VSB ATSC було розроблено спеціально таким чином, щоб до кожного з активного передавача аналогової системи NTSC у США можна було

підключити обмежений додатковий комплекс апаратури, що забезпечує перехід на цифровий режим роботи з порівнянними за розмірами зонами обслуговування телевізійним сигналом з фіксованим прийманням мовленням. Основний формат зображення – формат високої чіткості.

Європейську систему DVB-T було розроблено з властивостями, що забезпечують істотну гнучкість, яку досягнуто за рахунок можливості широкого набору параметрів, для забезпечення фіксованого та мобільного приймання, а також побудову одночастотних мереж.

Систему ISDB-T, розроблено в Японії. Японські спеціалісти брали участь у розробленні системи DVB-T, тому ISDB-T близька за технічними рішеннями до системи DVB-T, але за необхідності може забезпечити розширені можливості мультимедійних служб та з використання радіоспектру кількома сегментованими частотними смугами, для кожної з яких можна встановлювати свій тип модуляції і коригувального кодування.

У результаті зроблених досліджень і обговорень вдалося подолати наявні суперечності і знайти шляхи сполучення систем, а також підготувати керівництво щодо їх вибору для країн, які планували запроваджувати системи цифрового телебачення.

Було мінімізовано відмінності систем щодо функціональних особливостей і здійснено їх гармонізацію стосовно кодування відеосигналів, транспортного рівня тощо. Роботи із залученням багатьох фірм-виробників дозволили на підґрунті гармонізованого набору функціональних засобів вирішити важливе питання щодо можливості створення єдиного інтегрованого декодера.

У результаті було створено передумови для занесення доопрацьованих і узгоджених систем та керівництва до їх вибору в одну Рекомендацію ВТ.1306 і перетворення регіональних систем в міжнародні цифрові системи наземного мовлення А (ATSC), В (DVB-T) і С (ISDB -Т) з можливістю використання для приймання сигналів усіх систем єдиного інтегрального декодера.

Новий модифікований проект Рекомендації ВТ.1306 був прийнятий одногосно більш ніж 50 представниками країн і міжнародних організацій.

У 2011 році ДК 6 схвалила проект оновленої Рекомендації ВТ.1306, доповненої специфікацією, розробленою в КНР НЦТВ системи D (DTMB, Digital Television Terrestrial Multimedia Broadcast) на підставі внеску КНР.

В системі DTMB використовуються 3780 носійних і модуляція OFDM. Вона відрізняється тим, що оброблення сигналів здійснюють як в часовій (подібно ATSC), так і в частотній області (подібно DVB-T). Система забезпечує надійне приймання телепрограм навіть за умови швидкості руху транспортного засобу (поїзд, автомобіль тощо) понад 200 км/год. Припустимий доплерівський зсув частоти становить 110 Гц. Швидкість передавання сигнальних потоків може становити 4,81 – 32,486 Мбіт/с в одночастотній або багаточастотній мережі.

Поліпшений варіант системи DTMB-A з режимами 4k (4096 носійних), 8k (8192 носійних) і 32k (32678 носійних) надає послуги мовлення ТВЧ і телебачення стандартної якості, а також передавання даних з можливістю приймання сигналів усередині і поза приміщеннями на стаціонарні та мобільні приймачі. У цьому варіанті застосовані спосіб каналного кодування з низькою щільністю пе-

ревірки на парність або код Боуза-Чоудхурі-Хоквінгема, що забезпечують великі зони покриття в одночастотних та багато частотних мережах.

У 2011 році Рекомендацію ВТ.1306 було доповнено новою специфікацією системи DVB-T (система В). Це специфікація більш ефективної системи НЦТВ нового покоління DVB-T2.

DVB-T2 є другим поколінням стандарту DVB-T і дозволяє збільшити пропускну здатність мереж НЦТВ на 30 - 50% у порівнянні з DVB-T за тієї ж інфраструктури мережі й частотних ресурсах. Система DVB-T2, технологічно несумісна з DVB-T. В ній застосовано стандарт стиснення зображення MPEG-4 AVC, модуляція OFDM і велике число носійних. У DVB-T2 передбачено можливість організації ТВ мовлення із застосуванням каналів зі смугами пропускання 1.7 (мобільне телебачення), 5, 6, 7, 8 і 10 МГц зі швидкістю до 50 Мбіт/с.

У системі DVB-T2 передбачено також можливість передавання кількох незалежних транспортних потоків одночасно. Для цього частотну смугу радіоканалу розділяють на окремі більш вузькі частотні смуги (підканали) для кожного потоку. Для корекції помилок в каналі використовують таке ж кодування, яке було обрано для DVB-S2, в тому числі, кодування з малою щільністю перевірки на парність (LDPC) і код Боуза-Чоудхурі-Хоквінгема (BCH). Приймання сигналів може бути здійснено на колективну, індивідуальну або кімнатну антену, підключену до телевізора з вбудованим декодером DVB-T2 або до приймача-приставки STB.

Стандарт DVB-T2 використовують для передавання мультиплексів (потік цифрових даних, що несуть один або кілька ТВ каналів в межах одного радіоканалу).

В даний час з метою розширення послуг, що надаються НЦТВ, розвиваються системи ТВ телерадіомовлення на мобільні телефони, планшети та інші переносні приймачі та приймачі на транспортних засобах. До цієї області відносяться системи DVB-H і DVB-T2-Lite.

Стандарт DVB-H є логічним продовженням стандарту DVB-T з підтримкою додаткових можливостей згідно вимог для переносних мобільних приймачів з автономним електроживленням.

DVB-H має такі особливості, що відрізняють його від базового стандарту DVB-T і дозволяють отримати необхідну якість зображення обумовлену можливостями мобільного приймального терміналу:

- зменшена роздільна здатність (320x241 пікселів) на невеликому екрані мобільного терміналу;

- застосовано технологію часових інтервалів (часового ущільнення), що забезпечує істотну економію спожитої електроенергії.

У разі часового ущільнення корисну інформацію передають на термінал не постійно, а короткими пакетами з великою швидкістю, наприклад, 10 Мбіт/с, і тривалістю, значно меншою часу очікування. Після закінчення передавання кожного пакета приймач тимчасово вимикається і переходить в режим зчитування даних з буфера зі швидкістю 250 кбіт/с, цілком достатньою для якісного відтворення ТВ зображення DVB-H. Таким чином, час відключення приймача

перевищує тривалість його роботи в 40 разів, що еквівалентно економії електроенергії близько 90%.

Стандарт DVB-T2-Lite є розширенням стандарту DVB-T2, розробленим як новий профіль (специфікація) для мобільного телебачення. Приймальні пристрої T2-Lite підтримують тільки частину можливостей базового стандарту DVB-T2, що дозволяє зменшити розміри приймальних пристроїв і знизити їх енергоспоживання. Передавання сигналів T2-Lite можна здійснювати в одному з двох режимів.

Перший режим вимагає виділення окремого мультиплексу для програм T2-Lite, але такий сигнал зможуть приймати також і звичайні приймачі стандарту DVB-T2.

У другому режимі мовлення можна здійснювати всередині мультиплексу DVB-T2. У такому разі DVB-T2 приймачі «побачать» тільки свою частину сигналу, а T2-Lite пристрої – свою. Для забезпечення приймання сигналів за складних умов передбачено передавання одного і того ж потоку у двох різних версіях, що відрізняються швидкостями передавання і рівнями захисту.

Було переглянуто Рекомендацію MCE-P BT.1206, у новому варіанті якої наведено обвідні спектру радіосигналів для НЦТВ систем А (ATSC), В (DVB-T), С (ISDB-T) і D (DTMB).

Розроблено Рекомендацію MCE-P BT.2016, в якій розглянуто такі системи цифрового наземного мультимедійного мовлення:

- мультимедійна система А (T-DMB і AT-DMB);
- мультимедійна система F (ISDB-T мультимедійне мовлення для мобільного приймання);
- мультимедійна система I (DVB-SH);
- мультимедійна система H (DVB-H);
- мультимедійна система T2 (профіль T2 Lite системи DVB-T2).

У Рекомендації наведено параметри передавання систем мовлення (смуга радіоканалу, кількість носійних, інтервал між носійними, тривалість символу, тривалість кадру, тип синхронізації, види модуляції, параметри каналного кодування і перемежування, швидкості передавання даних тощо), а також технічні аспекти (можливості роботи за умови багатопроменевого поширення і завмиранні сигналу, в одночастотних мережах, можливість застосування ієрархічної модуляції, спектральна ефективність тощо).

У стадії розроблення проект нової Рекомендації MCE-P стосовно критеріїв планування наземного мультимедійного мовлення для мобільного приймання на переносні приймачі у смугах ДВЧ/УВЧ. Рекомендація буде визначати критерії планування радіомовлення (захисні відношення, мінімальні необхідні напруженості поля тощо, для стаціонарного, переносного і мобільного приймання). На тепер у проект Рекомендації внесено системи, перераховані в Рекомендації MCE-P BT.2016.

Було розроблено Рекомендацію MCE-P BT.1833, що є керівництвом з розроблення засобів для приймання на рухомі пристрої сигналів мультимедійних послуг і послуг передавання даних.

У Рекомендації описано такі системи цифрового наземного мультимедійного мовлення:

- система А (Т-DMB, АТ-DMB);
- система В (ATSC Mobile DTV - вдосконалений варіант системи ATSC);
- система С (односегментної система ISDB-T);
- система Е (Рекомендація MCE-P ВО.1130 для супутникового сегменту і Рекомендація MCE-P BS.1547 для наземного сегмента);
- система F (ISDB-T);
- система H (DVB-H);
- система I (DVB-SH);
- система M (FLO);
- система T2 (DVB T2-Lite).

Наведено відомості про послуги радіомовного багатоадресного передавання мультимедійної інформації, що має бути забезпечено мережами електрозв'язку з багатоадресними послугами (MBMS).

Рекомендація MCE-P BT.1833 досить велика за обсягом та змістом, тому вирішено розділити її на дві Рекомендації, в одній з яких буде розглянуто мультиплексування і схеми транспортування інформації в системах мультимедійного мовлення для мобільного приймання, а в другій – питання контенту цих систем.

Прийняті Рекомендації MCE-P BT.1869 щодо мультиплексування пакетів змінної довжини в системах цифрового мультимедійного мовлення і BT.1887 стосовно передавання IP пакетів у транспортних потоках MPEG-2 у системах мультимедійного мовлення.

На тепер у стадії розроблення є проект нового Звіту MCE-P про оцінювання завад створюваних службі радіомовлення когнітивними пристроями у смузї 470 - 790 МГц. Здійснюють дослідження щодо захисту радіомовних систем від завад, утворених системами передавання цифрової інформації лініями електроживлення.

На відміну від ATSC, європейський стандарт під час впровадження цифрового телевізійного мовлення не призводив до серйозних технічних проблем. Одна з проблем, що мала місце, пов'язана в наявності різкого зменшення рівня C/N у разі зменшення потужності випромінюваного сигналу. Це явище створює деякі складності з визначенням наявного запасу рівня сигналу під час налаштування приймальної системи. Стандартним способом розв'язання проблеми є встановлювання після антени аттенюатора 6 дБ на час налагоджування. Інша проблема, що далася в знаки у Великобританії, пов'язана із сусідством потужних аналогових каналів.

У національних частотних планах, розроблених на період переходу від аналогового мовлення до цифрового, цифрові канали найчастіше доводиться розміщувати між аналоговими. Саме в такий спосіб організовано частотну сітку Великобританії. Цифрове мовлення в порівнянні з аналоговим потребує набагато менших передавальних потужностей. Для покриття тієї ж зони потрібен цифровий передавач на 20 дБ (в 100 разів) менш потужний порівняно з аналого-

вим. Крім того, під час запуску цифрового мовлення у Великобританії, основну увагу приділяли тому, щоб цифрові канали не створювали інтерференції в спектрі аналогових каналів.

У результаті, цифрові передавачі здійснюють радіомовлення з потужністю на 20–70 дБ нижче, ніж аналогові. Величезне перевищення рівня аналогових сигналів над цифровими призводить до виведення антенних підсилювачів з лінійного режиму й появи потужних гармонік аналогових сигналів у спектрі цифрових. Для вирішення цієї проблеми у Великобританії створено спеціальну програму енергетичного узгодження цифрових і аналогових передавачів.

## **2. Організація спільного аналогового й цифрового телевізійного мовлення**

Певною проблемою для більшості країн є пошук частотного ресурсу.

На першому етапі в багатьох країнах ця проблема була пов'язана з заповненням частотного ресурсу аналоговими радіоканалами. У майбутньому ж цифровому ефірному телебаченню, імовірно, доведеться конкурувати за місце в ефірі з іншими радіочастотними службами, у першу чергу з системами мобільного зв'язку UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) та LTE.

На Всесвітній конференції з питань радіозв'язку вже було розглянуто питання про виділення смуг для розширення послуг мобільної телефонії в ефірному спектрі (47–862 МГц). Розширення потрібне, у першу чергу, для реалізації проекту ІМТ–2000. Зрештою, було вирішено надати мобільній телефонії можливість розширюватись в діапазоні 2.5–2.68 ГГц, тобто в MMDS діапазоні. Проте ясно, що у процесі подальшого розвитку мобільного зв'язку найбільш ймовірним є скорочення частотного ресурсу саме для служби ефірного ТБ.

У цьому сенсі показовою є ситуація в США, які випереджають Європу в розвитку телекомунікаційних служб. Там, після затвердження частотної сітки цифрового ефірного ТБ, для служб мобільної телефонії було звільнено більшу частину смуги 700–800 МГц.

Проект ІМТ–2000 передбачає формування глобальної мобільної мережі, що забезпечує мультимедійний широкосмуговий зв'язок. Швидкість передавання інформації з каналів майбутньої глобальної мережі приблизно складе 2–16 Мбіт/с, тобто буде достатньою для передавання сигналів будь-яких відеопослуг.

За прогнозами ентузіастів мобільного зв'язку нова мережа повинна витіснити багато інших телекомунікаційних систем, у тому числі й ефірні мережі ЦТ.

Однак ці прогнози поки не є дуже реалістичними.

Проте службам ефірного телебачення буде необхідно постійно доводити Міжнародному Союзу Електрозв'язку, що вони гідні виділеного їм місця під сонцем.

Одним з важливих чинників, що враховують під час визначення права служб на дефіцитний діапазон, є ефективність використання спектра. Критерії оцінки такої ефективності неоднозначні. Якщо оцінювати кількість біт, які мо-



жна передати в смузі 1 Гц на площі 1 кв. км, то спектр у ТВ мережах використовується зараз дуже неефективно. За розрахунками, зробленим керівником планування цифрового мовлення ірландського каналу RTE Пітером Брангамом, мережі GSM за цим критерієм уже сьогодні перевершують ефірні мережі ЦТ в 470 разів.

Однак таке порівняння не можна вважати коректним. Мережі мобільної телефонії забезпечують з'єднання між двома абонентами, у той час як трансльований через ТВ канал футбольний матч дивляться одночасно мільйони людей. Очевидно, що у разі трансляції програм з мільйонною аудиторією спектр використовується дуже ефективно.

З іншого боку, останнім часом стали з'являтися численні канали, розраховані на вузьке коло глядачів. Це переважно регіональні спеціалізовані канали, наприклад географічні. Для них типово багаторазове повторення тих самих найцікавіших передач, тобто робота в режимі, наближеному до NVOD (Near Video On Demand).

На думку П. Брангама, у зв'язку зі здешевленням жорстких дисків каналам такого роду незабаром стане вигідніше зберігати програми на жорсткому диску й передавати їх у зручний для абонентів час.

Із сукупності цих міркувань він робить висновок, що максимально ефективно спектр використовувався б у разі сполучення традиційного всепрямованого телевізійного мовлення на більшій площі зі стільниковим секторним передаванням, що створює умови для багаторазового використання спектра.

### **3. Особливості реалізації інформаційних послуг систем цифрового телебачення**

За традиційною схемою телебачення має передавати сигнали національних та й міжнародних програм, орієнтованих на широку аудиторію, а стільникова мережа – має забезпечити місцеві профільні програми й інтерактивні послуги (Інтернет, електронна комерція, передавання відеофайлів тощо). Стільникове телебачення є особливо актуальним в урбанізованих районах.

Під час оцінювання працездатності стільникових мереж із секторним передаванням основним параметром є відношення рівня корисного сигналу каналу до рівня завад від сусідніх каналів. У разі переходу на цифрове мовлення з використанням COFDM модуляції вимоги до цього параметра значно зменшуються. Якщо для якісного аналогового мовлення це відношення має становити 40 дБ, то для деяких режимів цифрового досить 10 дБ. Правильна реалізація цих можливостей дозволить створювати мережі, що сполучать ефективно використання спектра з дешевими каналами надання послуг.

Процес побудови повноцінних інтерактивних ефірних мереж частково гальмується й самими ефірними операторами. Проблеми виникають через те, що впровадження інтерактивних послуг і нових технологій призводить до зміни функцій операторів у процесі доставки ТВ матеріалу телеглядачам.

У традиційному ланцюжку матеріал, створений контент-провайдерами, компілюється телевізійними дистриб'ютерами й передається мережними опе-

раторами. Мережа прозора для передавання будь-якого матеріалу. Із впровадженням «відео на замовлення», інтелектуальних магнітофонів і інших форм «TV Anytime» значимість дистриб'ютерів, як компіляторів матеріалу, значно зменшується.

З іншого боку, в інтерактивних мережах вибір можливих послуг залежить від використовуваної в мережі платформи інтерактивного ТБ. Тому виробники матеріалу більшою мірою погоджують свою діяльність з операторами платформ інтерактивного ТБ і операторами мереж, що підтримують ці послуги.

У результаті "чисті" телевізійні компанії поступово витісняються з ланцюжка мовлення. У боротьбі за існування вони гальмують впровадження нових послуг у свої канали.

Великі радіомовні компанії, як правило, здійснюють і виробництво матеріалу. Однак вони часто є й власниками мереж, побудованих на конкуруючих платформах, і розглядають ефірні ТВ мережі тільки як один із численних способів поширення свого матеріалу.

Серйозну небезпеку для розвитку ефірних мереж ЦТ обумовлює конкуренція з іншими ТВ і іншими телекомунікаційними платформами, використовуваними для передавання аудіо й відео контенту. Вирішальною в цій конкуренції є вартість самих послуг у перерахунку на одного абонента.

За оцінками експертів Європейського союзу телевізійних дистриб'ютерів реакцією на появу цифрового ефірного ТВ стала консолідація операторів супутникових і кабельних платформ, що дозволить їм знизити питому вартість надаваних послуг.

У країнах, де домінує кабельна платформа, кабельні мережі є дуже серйозними конкурентами ефірних цифрових мереж.

Не дивно, що Нідерланди, Бельгія, Німеччина – країни з розвинутою кабельною інфраструктурою – не є піонерами в сфері цифрового ефірного телебачення.

Кабельні мережі можуть запропонувати й пропонують той же спектр інтерактивних платних послуг, що й ефірне телебачення, а гібридні й оптичні мережі, що набувають значного поширення останнім часом, забезпечують значно більш широку частотну смугу, ніж ефірні. Важливою перевагою кабельних мереж є й те, що вони не ділять спектр із іншими радіочастотними службами.

Обсяг даних і інших не радіомовних послуг, переданих цифровими ефірними мережами, доводиться законодавчо обмежувати. У Великобританії обсяг переданих не радіомовних послуг обмежений 10% спектра ефірного каналу. Аналогічні закони прийняті й в інших європейських країнах.

#### **4. Особливості впровадження систем цифрового телебачення**

За порівняльною оцінкою єдиною перевагою мереж DVB-T перед кабельними є можливість мобільного приймання. Саме тому в "кабельній" Німеччині випробування мобільних послуг роблять більш активно, ніж в інших європейських країнах. У країнах де домінує ефірна платформа цифрове телебачення має більше шансів зберегти лідерство, тому що модернізація й розгортання ефі-

рних мереж є значно дешевшою порівняно з кабельними. В Україні, незважаючи на деяке збільшення числа кабельних мереж і помітний розвиток супутникового мовлення, ефірне телебачення продовжує домінувати.

Серйозних проблем з пошуком вільного спектра в більшості регіонів України не виникне і розвиток ефірного ЦТ може гальмуватися тільки недостатнім фінансуванням мереж і низкою платоспроможністю населення. Деякі фахівці очікують у нас конкуренцію між супутниковою й ефірною платформою.

На сьогодні в Україні супутниковий спосіб доставки ТВ програм до місцевих розподільних мереж є незамінним. Показово, що в той момент, коли на Заході планують регіональні ТВ мережі на базі ефірного ЦТ, у нас іде процес формування регіональних цифрових супутникових мереж. Причина полягає у тому, що багато українських регіонів за розмірами можуть суперничати з великими європейськими країнами.

Проте, безпосереднє супутникове приймання телевізійних програм не є еквівалентом ефірних і кабельних мереж ні в районах з багатоквартирними будинками, ні в селах, ні в котеджних містечках. Досить згадати, що кожен абонент повинен мати свою зовнішню систему приймання, і що в багатьох регіонах вартість антени необхідного діаметра буде порівнянна з вартістю ефірної приставки. Тому більш доцільним варіантом здається сполучення доставки програм мережами DVB-S до ефірних центрів і їхнього місцевого поширення в стандарті DVB-T, з одночасною можливістю безпосереднього приймання супутникового сигналу. У такі комбіновані мережі можна вводити й інтерактивність. Сьогодні зворотний канал у супутникових і ефірних мережах реалізовано однаково – через телефонні лінії. Це має істотно полегшити реалізацію комбінованих інтерактивних мереж.

Викладені вище проблеми трохи гальмують поширення цифрового ефірного телебачення. Проте потенціал у нього великий, і позитивний досвід його впровадження вже є.

Комісія DigiTAG (Digital Terrestrial Television Action Group) зробила дослідження з метою виявити загальні закономірності розвитку цифрового ТВ у Європі, а також оцінити ситуацію в кожній країні окремо.

У результаті було визначено такі закономірності.

Ініціаторами впровадження цифрового мовлення найчастіше є суспільні (некомерційні) канали.

На початковому етапі провідну роль відіграють платні послуги. Надалі в розвитку платних послуг буде досягнуто насичення, обумовленого можливостями й потребами абонентів. Із цього моменту переважно набуде розвитку безкоштовне мовлення з наданням розширеного набору послуг.

Безкоштовні послуги мають допомогти ефірному ЦТ вижити в боротьбі з іншими ТВ платформами. У цьому основна роль також приділяється суспільним каналам. Телевізійні компанії повинні безкоштовно надавати спектр для нових послуг. Процес впровадження дуже прискорюють субсидії на одержання цифрових приставок, тому бажано, щоб у проектах брали участь великі виробники встаткування, здатні дозволити собі такі субсидії. Практично у всіх країнах передбачено, що ефірні цифрові мережі будуть в основному використовувати

ватися для передавання регіональних послуг. Що ж стосується характеру послуг, то всі телевізійні компанії згодні з тим, що введення інтерактивності є істотним чинником успіху цифрового телебачення.

У більшості країнах, що запустили DVB-T, інтерактивні послуги вже надаються. Так, шведський канал eTV доповнив музичні програми можливістю замовляти CD із записом композицій, що виконуються. Замовлення можна зробити за допомогою телевізійного пульта ДУ, яке пересилається модемом через телефонну лінію.

Як приклад додаткових послуг можна навести англійський канал On Digital, що запустив послуги електронної пошти й кілька варіантів послуг електронної комерції.

Наступним кроком On Digital стало надання у своєму пакеті повних послуг Інтернет. Додатково до цього планується вводити в телевізійні потоки посилення на Інтернет-Сайти з інформацією, що стосується змісту програми.

Платформи інтерактивного телебачення у різних країнах різні. Великобританія використовує MHEG-5, Швеція – Open TV, Іспанія – Open TV і Інтернет браузер розробки компанії Sagem. Деякі країни, зокрема Фінляндія, свого часу відклали запуск ефірного ЦТ до промислової появи MHP (Multimedia Home Platform) – стандартизованої DVB платформи інтерактивного телебачення. Вимоги до апаратного забезпечення ресиверів також різні. Зараз є три специфікації, що регламентують апаратні ресурси ресиверів – Британська, Скандинавська й недавно прийнята міжнародна Європейська (EACEM). Остання передбачає можливість установа MHP.

Більшість дистриб'ютерів вважає, що перевагу слід надавати впровадженню платформи-незалежних послуг, тобто не прив'язаних до ефірної цифрової платформи, однак, ця думка не є одностайною.

Крім інтерактивних послуг телевізійні компанії розраховують залучити аудиторію введенням додаткових аудіоканалів з високою якістю звуку, розширеного телетексту, що, разом з послугами реального часу, повиненні скласти конкуренцію паперовим періодичним виданнями, а також трансляцією широкоформатних (16/9) передач. У Великобританії вже зараз більше половини передач, трансльованих у пікові години, – широкоформатні. Із запуском цифрового ТБ там спостерігався бум продажів широкоформатних телевізорів.

Найменш ясна ситуація склалась поки з мобільним телебаченням.

З технічної точки зору можливості мобільного приймання досліджено досить детально.

З технічної точки зору введення послуг для мобільних і портативних прийомних систем гальмується тільки дуже слабкою потужністю цифрових сигналів, недостатньої для антен з маленьким коефіцієнтом підсилення. Через можливу інтерференцію з аналоговими ТВ сигналами їхня потужність не може бути істотно підвищена до відключення аналогового мовлення.

Набагато гірше пророблено питання про характер послуг, які повинні надаватися за допомогою мобільних мереж ЦТ. Телевізійні компанії деяких країн, наприклад Фінляндії, не збираються робити відмінності між змістом каналів мобільних і стаціонарних мереж. Але більшість фахівців схиляються до того,

що мобільні мережі повинні передавати специфічний набір програм, що містить переважно короткі фінансові й політичні новини, а також прогноз погоди. Підбор інформації повинен бути орієнтований на певний регіон. Деякі фахівці важливу роль відводять послугам за запитом. Однак у цій сфері системи UMTS явно складуть телебаченню серйозну конкуренцію, тому що подібні послуги вже реально запропоновані операторами мобільного телефонного зв'язку. Так що, мобільним телевізійним мережам переважно залишається коротка газетна інформація – зведення новин і прогноз погоди.