

НОРМАТИВНА БАЗА ПРОЕКТУ DVB

О.В. ГОФАЙЗЕН, В.Б. БАЛЯР, Н.В. ІЧАДЖИК

(Державне підприємство – Український науково-дослідний інститут радіо і телебачення
Державного департаменту з питань зв'язку Міністерства транспорту та зв'язку України)

В.З. ШАПОВАЛ, С.А. КОРОЛЬКО

(Науково-дослідний інститут стандартизації Державного підприємства „Український
науково-дослідний та навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості”
Державного комітету з питань технічного регулювання та споживчої політики)

DVB PROJECT NORMATIVE BASE

O.V. GOFÄIZEN, V.B. BÄLYAR, N.V. ICHADZHİK
V.Z. SHÄPOVAL, S.A. KOROLKO

Анотація Представлено аналіз системи стандартів нормативного забезпечення впровадження систем DVB цифрового телевізійного, звукового та мультимедійного мовлення, надано оцінку стану впровадження в Україні.

Annotation Analysis of the set of standards for the normative provision of introduction DVB systems of digital television, sound and multimedia broadcasting is presented, the state of DVB system introduction in Ukraine is shown.

Нинішній стан технологічного прогресу привів в світі до переходу інформаційних і телекомунікаційних технологій, зокрема, технологій телевізійного, звукового і мультимедійного мовлення, до цифрового формату представлення сигналу в середовищах його виробництва і розподілу.

Перехід на цифровий формат є важливою складовою переходу людства до інформаційного суспільства у зв'язку із створенням універсального цифрового інфокомунікаційного середовища, в якому служби зв'язку, інформації, мовлення, виробництва та інших застосовань активно співіснують і взаємодіють.

Для сучасних інфокомунікаційних технологій характерні ефективність, гнучкість і універсальність систем виробництва, оброблення, зберігання і розподілу інформації, а також інтерактивність, яка є основою активної взаємодії одержувача інформації з середовищами її виробництва і розподілу.

Важливою рисою інфокомунікаційного середовища є швидке впровадження і розвиток телевізійного, звукового і мультимедійного мовлення з використанням різних систем розподілу.

Для мовленнєвих технологій, як і інших технологій, базовим є використання міжнародної і гармонізованої з нею національної нормативної бази, що є основою ефективної взаємодії компонентів мовленнєвого середовища та якості обслуговування.

Впровадження в Україні цифрового телебачення є на сьогоднішній день насущною необхідністю у зв'язку з ухваленням на європейському континенті міжнародної Угоди „Женева-2006”, згідно з якою країни Європи і ряду інших прилеглих територій мають до 2015 року перейти на цифровий формат мовлення.

Активну роль в діяльності Адміністрації зв'язку та Держспоживстандарту України по впровадженню цифрового мовлення в частині створення національної нормативної бази відіграє Державне підприємство – Український науково-дослідний інститут радіо і телебачення (ДП УНДІРТ) та створений на його базі Адміністрацією зв'язку України і Держстандартом України Технічний комітет 123 „Аудіовізуальні системи і служби”. Основним завданням ТК 123 є створення національної нормативної бази мовленнєвих та споріднених їм технологій.

Концепцією Державної програми впровадження цифрового телерадіомовлення, схваленою Кабінетом Міністрів України [1] та Проектом Державної програми впровадження цифрового телерадіомовлення [2], який в теперішній час знаходиться на розгляді у Кабінеті Міністрів України на предмет затвердження, серед основних заходів, передбачених на шляху переходу мовлення на цифровий формат, визначено створення відповідної нормативної бази.

Основною системою цифрового мовлення, прийнятою для впровадження, є європейська система DVB. Хоча ця система в багатьох документах розглядається як система цифрового телевізійного мовлення, вона в дійсності є системою також звукового і мультимедійного мовлення, що здатна здійснювати мовлення даних, які містять інформацію будь яких застосовань.

Протягом останніх років Проектом DVB [3] було успішно розроблено значну кількість нормативних документів, що складають міжнародну нормативну базу впровадження систем DVB. Деякі зі документів націлено на встановлення двонаправлених каналів зв'язку через, наприклад, кабельні мережі.

Необхідно зазначити, що під час фази 1 розроблювалась нормативна база для систем мовлення даних та відповідної інфраструктури. У другій фазі своєї діяльності Проект був зосереджений на інтерактивних системах. З розробленням стандартів щодо мультимедійної домашньої платформи MHP діяльність Проекту DVB перейшов у третю фазу. На теперішньому етапі під час третьої фази продовжено розробка нормативної бази для систем, що вже не відносять до традиційних систем мовлення та інтерактивних служб, яка забезпечує технічні рішення для доставки сигналів телевізійного та мультимедійного мовлення через інші телекомунікаційні мережі, зокрема через мережі з використанням IP-протоколу.

Внаслідок значної складності систем DVB за планування під час впровадження служб або розробки відповідного обладнання треба враховувати цілий ряд різних нормативних документів, що під час є досить складною задачею.

В статті проведено аналіз існуючої нормативної бази Проекту DVB, результати якого приведено нижче, надано оцінку стану впровадження цієї нормативної бази в Україні.

Кодування джерела цифрових сигналів для передання в системах DVB

Одним з фундаментальних рішень, які було прийнято на початку роботи Проекту DVB, був вибір стандарту MPEG-2 в якості алгоритму кодування аудіо- та відеоданих. На системному рівні формування програмних елементарних потоків, транспортних потоків також використовують цей стандарт. ДП УНДІРТ створено гармонізовані з європейськими стандартами національні стандарти, в яких визначено організацію системного рівня за стандартом MPEG-2

(ISO/IEC 13818-1) [4], відповідні формати та методи кодування відеосигналів (ISO/IEC 13818-2) [5] та аудіосигналів (ISO/IEC 13818-3) [6].

Під час випробування системи DVB було визначено рекомендовані параметри та відповідні обмеження щодо синтаксису та значень параметрів, описаних у стандарті MPEG-2, які найкраще використовувати у застосуваннях DVB. Результати цього було відображено в серії європейських стандартів, що відомі як DVB-MPEG. Як відомо, в мовленнєвих застосуваннях системи передавання прийнято поділяти на системи первинного та вторинного розподілу, при чому параметри сигналу, що його розподіляють в них, відрізняються. Подібна класифікація зберігається і серії DVB-MPEG, яка містить в собі ETSI TR 102 154 щодо формату сигналу в мережах подання та первинного розподілу програмного матеріалу та ETSI TR 101 154 щодо параметрів сигналу в вторинних розподільчих мережах.

На теперішній час початкову версію стандарту ETSI TR 101 154 доповнено розділами, що описують параметри відеосигналу, які треба обирати при плануванні служб ТБВЧ, розділами, в яких визначено параметри для сигналів служб DVB в країнах з частотою кадрів 59,94 Гц або 60 Гц, та відомостями щодо використання системи кодування звуку Dolby AC-3 та DTS. З подальшим розвитком технологій стиснення аудіовізуальної інформації було створено стандарт MPEG-4, що забезпечує подальше зменшення швидкості цифрового потоку без значного погіршення якості. Після проведення відповідних досліджень було з'ясовано, що в мовленнєвих застосуваннях будуть використовувати метод поліпшеного кодування відеоінформації, відомий як H.264 | MPEG-4 AVC, та методи поліпшеного кодування аудіоінформації HE-AAC. Деякі з цих доповнень було зроблено і в ETSI TR 102 154.

Окрім того, під час подальшого розвитку систем DVB було вирішено розробити серію стандартів з доставки служб DVB через IP-мережі. Але без визначення параметрів кодування аудіовізуальної інформації, що є специфічними для подібних служб, подібну інтеграцію мовленнєвих та немовленнєвих середовищ доставки реалізувати досить важко. Тому серію стандартів DVB-MPEG доповнено технічною специфікацією ETSI TS 102 005.

Передавання субтитрів у системах DVB

Для багатьох країн мовлення телевізійних програм з оригінальним звуковим супроводом та забезпечення перекладу на місцеву мову в формі субтитрів є звичним. Іншою практикою є додавання графічних елементів до переданих зображень, таких як, наприклад, логотип станції. У ETSI ETS 300 743 описано механізм (DVB-SUB), який дозволяє передавання всіх типів субтитрів та графічних елементів в складі сигналів DVB.

Мультиплексування цифрових потоків програм мовлення

Важливою серією нормативних документів, розроблених Проектом DVB, є стандарти з визначення службової інформації (DVB-SI) та методів введення її в транспортні потоки.

На протязі перехідного періоду до цифрового мовлення через системи DVB передають програми аналогового мовлення у цифровому форматі, в яких вже досить давно використовують систему звичайного та поліпшеного телетексту, тому виникла необхідність у визначенні механізму, який надасть можливість доставляння таких сигналів до приймача за допомогою системи DVB. Цей механізм описано у ETSI EN 300 472. Окрім традиційного телетексту в системах цифрового мовлення з'явилась можливість доставляти його розширення, такі як телетекст з інверсією, дані щодо VPS (Video Programming System) і WSS (Wide Screen Signalling), що використовують в ТВ-системах з 625 рядками, і введення кодованих титрів між кадрами, яке використо-

вують в 525-рядкових системах. Для доставляння подібних даних в системі DVB було створено стандарт ETSI EN 301 775 з механізмів передавання під час інтервалу кадрового гасіння (VBI – Vertical Blanking Interval), який є доповненням до відповідних стандартів MPEG-2 і DVB та забезпечує керування передаванням даних, призначених для транскодування додаткових даних (таких як телетекст) з програмного потоку цифрової програми до формату даних, які передають під час інтервалу кадрового гасіння у аналоговому ТВ сигналі. Враховуючи те, що в елементарному потоці можна доставляти дані телетексту систем аналогового мовлення та інші цифрові дані, які передають під час VBI, необхідно визначити як реалізувати їх сумісне передавання з збереженням відповідної синхронізації відносно до кадру зображення. При цьому повинна зберігатись сумісність з існуючими специфікаціями, що й було зроблено в цьому стандарті.

Додатково, в системах DVB передбачено передавання електронної програми передач (EPG – Electron Program Guide), реалізацію чого визначено в ETSI EN 300 707.

На системному рівні стандарту MPEG визначено механізми доставляння одного або декількох елементарних потоків всередині транспортного потоку. При цьому необхідно визначити механізми їх синхронізації під час формування сигналу певної служби з зберіганням всіх часових співвідношень. А враховуючи те, що, окрім аудіовізуальної інформації, всередині потоку служби може бути передавано також і дані, ці механізми повинні бути придатні і для передавання побіжної інформації. В ETSI EN 300 472 та ETSI EN 300 473 їх вже було визначено, але ці механізми не мали достатньої масштабованості за випадку інших допоміжних даних, синхронізацію яких також необхідно забезпечувати. Тому Проектом DVB створено ETSI TS 102 823, в якому визначено методи синхронізації, які є загальними для всіх видів допоміжних даних, що їх передають в транспортному потоці DVB.

В майбутньому за допомогою служб DVB будуть доставляти велику кількість програм через різні середовища розподілу. Для забезпечення налаштування інтегрованого приймача-декодера (IRD – Integrated Receiver-Decoder) на необхідний канали та керування такою великою кількістю програм, необхідно, щоб в потоці, який доставляють до абонентської приставки користувача, були присутні всі необхідні інструменти. Службова інформація, яку описано в ETSI EN 300 468, містить набір цих засобів, що склали суть системи DVB-SI. На сьогоднішній час в розробці знаходиться нова версія цього стандарту, тому після публікації рекомендується провести корекцію та доповнення відповідного національного стандарту. Настанови щодо можливих варіантів її використання наведено у ETSI TR 101 211. В ETSI TR 101 162 визначено, яким чином передавати інформацію щодо приналежності певної програми певному мовнику та іншу подібну інформацію в межах системи DVB-SI.

Одна з переваг технології DVB полягає в тому, що за неї можливо встановлювати з'єднання типу точка-багаточка для доставляння великої кількості даних з високою швидкістю передавання за необхідного рівню захисту від помилок, що можуть виникати під час передавання. Ці дані в більшості випадків є аудіовізуальною інформацією, однак в багатьох застосуваннях вони можуть бути файлами, вмістом сторінок мережі Інтернет чи іншими формами представлення інформації. Для того, щоб зробити можливим передавання таких видів інформації як дані, включаючи можливість їх повторного передавання через однакові чи різні часові інтервали, створена специфікація ETSI EN 301 192 щодо системи мовлення даних (DVB-DATA). У цьому стандарті визначено п'ять видів доставляння даних, а саме конвейерне передавання даних, потокове передавання даних, багатопроTOCOLьна інкапсуляція, карусель даних та карусель об'єктів. З урахуванням такої кількості можливих варіантів доставляння інформації до користувача вини-

кає необхідність у визначенні того, яким чином та коли їх використовувати, що й було зроблено в ETSI TR 101 202.

Складність програмного забезпечення приймачів постійно зростає. Для забезпечення необхідного рівня його функціональності, наряду з розширенням, необхідно розробити службу оновлення програмного забезпечення (DVB-SSU). Це зроблено у ETSI TS 102 006, в якому визначено стандартний механізм сигналізації та передавання даних служби оновлення програмного забезпечення. За його розробки використано ISO/IEC 13818-6, ETSI TR 101 162, ETSI EN 300 468 для реалізації сигналізації та ETSI EN 301 192 для доставки відповідних даних.

Під час першої фази діяльності комітету з системи “ТБ у будь-який час” (“TV anytime”) було визначено основні положення з використання персональних цифрових записувальних пристроїв (PDR). Проект DVB прийняв ці специфікації як основні для забезпечення підтримки використання подібних пристроїв у мережах DVB, що розширило функціональність приймачів цієї системи. В ETSI TS 102 323 описано метод, який дозволив забезпечити підтримку використання персональних цифрових записувальних пристроїв в приймачах системи DVB (DVB-TVA).

У першому поколінні стандартів систем DVB передбачено передавання інформації тільки в форматі MPEG у мультиплексі з пакетів аудіо, відео та даних, що утворювали транспортний потік MPEG-2. У стандарті з багатопрочною інкапсуляції в системі DVB передбачено інкапсуляцію аудіоданих, відеоданих та іншого контенту у пакети транспортного потоку MPEG-2. У другому поколінні систем DVB реалізовано зворотну сумісність з форматом потоку систем першого покоління та додатково передбачено передавання потоку, що містить пакети змінної довжини – універсальний потік (GS). В цьому потоці за допомогою спеціального механізму інкапсуляції можливо передавати аудіовізуальну інформацію у будь-якому форматі (MPEG-2, MPEG-4, тощо) та інші дані з використанням різних протоколів. Таким чином, за використання цього універсального потоку, визначеного Проектом DVB в стандарті ETSI TS 102 606 (DVB-GSE), в подальшому може бути збільшено гнучкість системи щодо формату транспортного потоку на системному рівні та прискорено процес конвергенції мовленнєвих та не мовленнєвих служб [7].

В 2008 році Проектом DVB розроблено специфікацію з єдиного формату файлів, який дозволяє реалізувати всі можливості, що надає на теперішній час система стандартів DVB, таких як система захисту та керування контентом (CPCM), передавання метаданих різних застосунків, тощо. На теперішній час стандарт ETSI TS 102 833 перебуває на стадії затвердження в ETSI.

Проміжне програмне забезпечення

Мультимедійна домашня платформа є стандартом з системи відкритого проміжного програмного забезпечення, що розроблено Проектом DVB для інтерактивного цифрового телебачення. В специфікаціях з MHP визначено побудову середовища виконання програмного забезпечення для цифрового інтерактивного телебачення, що є незалежним від того, яким виробником або в якому програмному середовищі воно розроблено. При цьому MHP є незалежною від системи передавання. Таку універсальність забезпечують за рахунок використання мови програмування Java та загального програмного інтерфейсу застосування, що надає можливість отримання доступу до типових застосунків інтерактивного телебачення через термінал користувача. На теперішній час розроблено три версії стандарту MHP (ETSI ES 201 812 - MHP 1.0, ETSI TS 102 812 - MHP 1.1, ETSI TS 102 590 - MHP 1.2), кожна з яких є незалежною від інших, при цьому наступні версії доповнюють попередні на предмет підтримки нових служб. Основою всіх трьох версій MHP є підтримка мовленнєвих застосунків. На рисунку 1 наведено класифікацію MHP за версіями.

Додатково розроблено розширення щодо використання цифрових записувальних пристроїв (DVR) в інтерактивному середовищі (ETSI TS 102 816). Для забезпечення можливості застосування платформи MHP у системах, що не відносять до середовища DVB (тобто ATSC, ARIB, CABLELABS, Blu-ray Disc Association) розроблено специфікацію з універсальної мультимедійної домашньої платформи (GEM), яка має також, як і MHP, дві версії – ETSI TS 102 819 (версія 1.0.3) та ETSI TS 102 543 (версія 1.2). Також, як і за випадку мультимедійної домашньої платформи, для GEM розроблено розширення з використання цифрових записувальних пристроїв.

На теперішній час цифрові телевізійні платформи забезпечують надання користувачу великої кількості інтерактивних послуг. Однак, різні телевізійні платформи використовують різні технології, що в свою чергу викликало появу великої кількості форматів та видів контенту. Для створення єдиного формату опису інтерактивних служб Проектом DVB було розроблено портативний формат контенту (PCF), який засновано на використанні стандартних форматів представлення даних з синтаксисом мови XML, типів MIME та мови UML, що їх використовують у виробництві. Це дозволило здійснювати обмін інтерактивним контентом між різними платформами. Формат PCF визначено у ETSI TS 102 523 (DVB-PCF). Для забезпечення можливості надання платного доступу до контенту на основі платформ MHP та GEM Проектом DVB визначено програмний інтерфейс застосувань з підтримкою механізмів безпечного обміну повідомленнями та смарт-карт (ETSI TS 102 757).

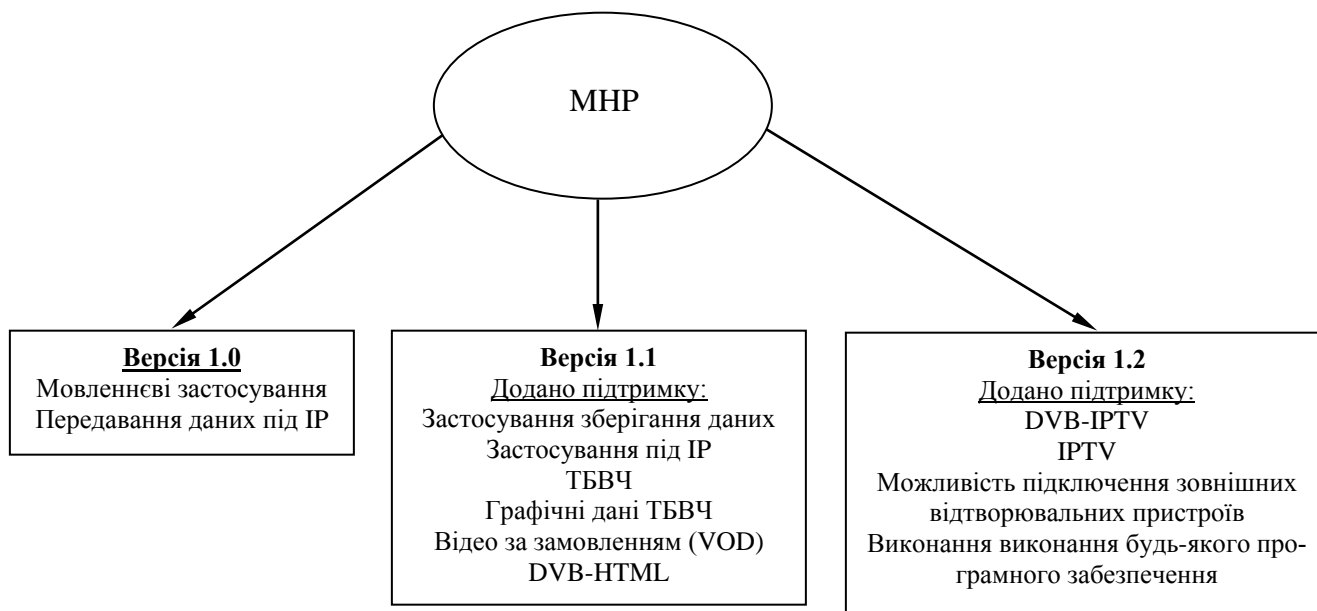


Рисунок 1 – Версії специфікації MHP

Захист контенту і управління контентом

З розвитком цифрових технологій запису аудіовізуального контенту та переходом до цифрового формату мовлення виникла необхідність створення нормативної бази, яка б забезпечувала дотримання авторських прав, захист від неліцензійного використання контенту та керування його копіюванням. При цьому необхідно забезпечити захист аудіовізуального контенту, кодового у відповідності до ETSI TS 101 154 та ETSI TS 102 005, який передають через різні середовища доставки до користувача – мережі кабельного, супутникового та наземного мовлення, ме-

режу Інтернет, мобільні служби, тощо. Для вирішення цієї проблеми в системах цифрового телевізійного мовлення Проектом DVB розроблено специфікацію ETSI TS 102 825 з системи захисту контенту та керування копіюванням (CPCM), до якої входить 10 частин, в яких визначено механізми сигналізації з наявності захисту контенту системою CPCM та реалізацію цієї системи в мовленнєвих системах [8]. На теперішній час закінчується розроблення ще 3 частин стандарту з системи DVB-CPCM.

Системи передавання цифрових потоків програм мовлення

Всі представлені вище стандарти відносять до стандартів з обробки сигналів в основній смузі частот та представлення контенту користувача. Ще одним важливим завданням є організація розподілу цих сигналів від мовників до користувачів через всі типи каналів доставляння інформації. Це було вирішено розробкою серії стандартів з систем передавання, стан стандартизації яких розглянуто нижче.

Першою специфікацією з цифрових систем телевізійного мовлення була специфікація для супутникового доставляння сигналів DVB-S ETSI EN 300 421. У цьому стандарті було описано різні методи каналного кодування, модуляції та відповідних перетворень сигналу, які пізніше стали загальними для всіх інших середовищ передавання.

З подальшим розвитком систем цифрового мовлення Проектом DVB було розроблено друге покоління цього стандарту – систему DVB-S2, в якій використовують адаптивні методи попередньої обробки програмного потоку, нові методи модуляції та кодування, що дозволяє збільшити кількість програм мовлення без зміни ширини смуги частот та надає можливість сумісного використання мовленнєвих й немовленнєвих застосовань, що дозволить збільшити діапазон послуг, які надають провайдери контенту [8]. В серію стандартів з цієї системи входить основний стандарт ETSI EN 302 307, в якому визначено структуру кадрів, методи модуляції та кодування, що їх використовують в системах другого покоління. В ETSI TR 102 376 приведено огляд технічних та експлуатаційних питань, до яких також входять питання оцінки якості роботи каналу передавання та визначення наявності ресурсу каналу зв'язку, необхідного для термінового доставляння даних в системі DSNG, що виникають під час впровадження системи DVB-S2 та відповідних застосовань. Ще одним стандартом з серії стандартів систем супутникового мовлення другого покоління є технічна специфікація ETSI TS 102 441, в якій визначено аспекти застосування адаптивних методів кодування та модуляції (DVB-S2 ACM) в інтерактивних мережах.

В ETSI EN 300 429 описано процеси кодування каналу і модуляції у разі доставляння сигналу системи DVB у системах кабельного телебачення (DVB-C). Цей стандарт є основою для стандарту ETSI EN 300 473, в якому визначено принципи використання обладнання в розподільчих системах DVB (DVB-CS) з колективною приймальною антеною (SMATV). Під час експлуатації систем SMATV/MATV виникло питання з підвищення ефективності використання обмеженого частотного ресурсу в цих системах. Для його вирішення Проектом DVB було розроблено технічне рішення, за якого кожному користувачу мережі SMATV/MATV виділяють окремий РЧ канал, через який абонент обирає певний набір служб. Реалізують це за допомогою каналу керування, якій встановлюють між терміналом користувача та головною станцією, встановленою в будівлі, технічні вимоги до якого та настанови щодо реалізації відповідного обладнання наведено у ETSI TS 101 964 та ETSI TR 102 252.

Специфікацію з системи цифрового наземного телевізійного мовлення (DVB-T), представлено в стандарті ETSI EN 300 744. На сьогоднішній час розроблено нову версію стандарту, в які доповнено відомості щодо системи DVB-H в разі використання системи цифрового наземного

телевізійного мовлення для передавання сигналів служб DVB-H. Тому пропонується доробити діючий національний стандарту України. Керівні настанови щодо впровадження служб системи DVB-T представлено в ETSI TR 101 190. За випадку розгортання мереж цифрового телевізійного мовлення, які побудовано за одночастотним принципом, важливим питанням, яке необхідно вирішити, є синхронізація передавачів всередині зони мовлення. Тому Проектом DVB було створено стандарт ETSI TR 101 191 щодо передавання мегакадру для синхронізації SFN (DVB-SFN). В присвяченому питанням електромагнітної сумісності стандарті ETSI EN 302 296 визначено загальні технічні вимоги до передавального обладнання служби цифрового наземного телевізійного мовлення.

Наявність нелінійних спотворень в підсилювачах передавальних трактів систем цифрового наземного телевізійного мовлення призводить до збільшення рівню побічних випромінювань, а також певним чином впливає на характеристики самої системи. Тому важливим є контролювати рівень цих спотворень в трактах підсилювання. Здійснюють це шляхом контролю технічних параметрів підсилювачів в діапазоні частот від 47 МГц до 862 МГц, як це визначено в стандарті ETSI ES 202 127. Крім того, під час експлуатації передавачів аналогового та цифрового наземного телевізійного мовлення виникає необхідність в проведенні випробувань для оцінювання відповідності характеристик передавального та допоміжного обладнання встановленим нормам. Здійснюють це за стандартом ETSI EN 301 489-14.

У другому поколінні систем наземного телевізійного мовлення (DVB-T2) реалізують найсучасніші методи модуляції та кодування, що дозволяє збільшити ефективність використання обмеженого радіочастотного ресурсу [9]. Ці системи плануються на заміну систем першого покоління, однак в Європі обидві системи (DVB-T та DVB-T2) будуть використовуватись одночасно ще досить тривалий час. На відміну від системи DVB-T, в другому поколінні систем визначено використання інших методів корегувального кодування, що дозволяє забезпечувати необхідну якість за умов впливу шумів та завад значного рівня, що є особливо притаманним для наземного середовища передавання. Також передбачено таку організацію мультиплексу, за якої в приймачі будуть обробляти тільки ту його частину, в якій передають дані конкретної програми. Нові для систем наземного мовлення методи модуляції, такі як КАМ-256, та більш високий порядок швидкого перетворення Фур'є (визначено режими 16k та 32k) з можливістю вибору додаткових значень тривалості захисного інтервалу та кількості допоміжних носійних коливань в кадрі OFDM, підвищать ефективність системи передавання до 45 %. Стандарт ETSI EN 302 755 на систему DVB-T2 на теперішній час перебуває на затвердженні в ETSI. Вже розпочато розробку настанов користувача з цієї системи (стандарт TS 102 831).

Незважаючи на те, що система передавання DVB-T забезпечує необхідну якість сигналу за приймання на стаціонарні, портативні і рухомі термінали, що встановлюють у літаках та потягах, виникла необхідність розробки такої системи, що забезпечувала б специфічні характеристики для приймання сигналів служб телевізійного мовлення та інших служб на носимі термінали, які визначаються як пристрої, невеликі за вагою, живлення яких здійснюється від акумуляторів. У 2002 році інтернаціональним Проектом DVB було розроблено новий стандарт ETSI EN 302 304 з системи передавання на носимі термінали DVB-H [10]. За розгортання мереж цифрового телевізійного мовлення на носимі термінали можуть використовуватись мережі системи DVB-T, але при цьому необхідно враховувати деякі особливості системи DVB-H, врахування яких дозволило б організувати доставляння сигналів мультимедійних служб до терміналу користувача найбільш ефективно. Ці особливості приведено у стандарті ETSI TR 102 377, який разом з ETSI TR 101 190 складає всю необхідну нормативну та технічну базу для розгортання мереж цієї системи. Враховуючи те, що очікується, що комерційне використання системи DVB-H буде досить широким, Проектом DVB та основними виробниками було проведено серію випробувань,

в яких перевіряли різні характеристики системи та можливі варіанти її конфігурації. Результати цих випробувань та методи їх проведення, які наведено в технічному звіті ETSI TR 102 401, може бути використано за впровадження цієї системи.

З моменту розроблення стандарту з цифрового телевізійного мовлення на носимі термінали систему DVB-H було визнано однією з основних для забезпечення доставки контенту на портативні типи приймачів. У більшості країн Європи вже впроваджені та функціонують мережі у цьому стандарті. Однією з проблем щодо розгортання цих мереж, за випадку, якщо їх розгортають без використання мереж DVB-T як основних, було те, що цю систему було розроблено для використання в діапазоні УВЧ, в якому на теперішній час функціонують системи аналогового та цифрового телевізійного мовлення. Для вирішення цієї проблеми у 2007 році було розроблено гібридну систему передавання DVB-SH, що забезпечує доставку сигналів мультимедійних та телевізійних служб через гібридні мережі супутникового та наземного мовлення на частотах нижче за 3 ГГц на різні типи мобільних та стаціонарних приймачів з невеликими антенами, що мають обмежену вибірковість (носимі термінали (кишенькові персональні комп'ютери (КПК), мобільні телефони, тощо), приймачі, встановлені на транспортних засобах, переносні приймачі (ноутбуки) та стаціонарні приймачі) [8]. В стандартах ETSI TS 102 585 та ETSI EN 302 583 визначено структуру цієї системи в цілому та принципи побудови передавальних трактів з визначенням всіх режимів та параметрів. Окрім цих двох стандартів Проектом DVB розроблено настанови до реалізації системи DVB-SH, в якому наведено основні принципи розгортання мереж цієї системи, які побудовано за гібридним принципом, та принципи доставляння сигналів служб мультимедійного мовлення через такі типи мереж (стандарт ETSI TS 102 584).

У разі використання діапазону НВЧ для доставляння сигналів DVB для розгортання багаточастотних мікрохвильових розподільчих систем (MDS) в залежності від обраної частини цього діапазону може бути обрано три стандарти. В ETSI EN 300 748 описано систему MVDS для використання на частотах 10 ГГц і вище (DVB-MS). Цю систему передавання засновано на використанні технології DVB-S. Стандарт ETSI EN 300 749 є застосовний до передавання на частотах нижче 10 ГГц (MMDS). Додатково в системах DVB визначено використання розподільчих систем, які побудовано за принципом LMDS, що застосовують для розподілу програм частоти вище за 10 ГГц. Серія цих стандартів базовані на технології DVB-C і у зв'язку з цим мають назву DVB-MS. Ще в одній специфікації DVB-MT описано, як на основі специфікації DVB-T може бути реалізовано доставляння сигналів телевізійних служб у всіх частотних діапазонах – ETSI EN 301 701.

За вимогами деяких мовників у рамках проекту DVB розроблено серію специфікацій з системи цифрового супутникового збору новин (DSNG). В цю серію входять ETSI EN 301 210, в якому описано структуру кадрів, каналне кодування та методи модуляції для каналів передавання, встановлених від DSNG до центрального обладнання (DVB-DSNG), та ETSI EN 301 222, в якому описано використання каналів координації та зв'язку, що використовують під час передавання сигналів системи DSNG. ETSI TR 101 221 включає в себе настанови до реалізації та можливі конфігурації передавального обладнання за розгортання системи цифрового супутникового збору новин. Рішення DVB-DSNG викликають інтерес по всьому світу багатьох мовленнєвих організацій, які мають бажання використовувати досягнення швидкого доставляння програмних матеріалів каналами системи DVB.

Інтерактивність систем цифрового телевізійного мовлення

Велика кількість пропонованих послуг, що їх може бути запропоновано системами DVB, може вимагати наявності взаємодії, наприклад, між користувачем і провайдером програм або

оператором мережі. Ця взаємодія може полягати у передаванні хоча і малої кількості інформації, але її може бути адресовано не одному, а певній кількості користувачів. Технічні рішення в системах DVB в цьому напрямку можна поділити на дві групи. Одна група – незалежна від мережі (DVB-NIP), яка може розглядатись як стек протоколів, котрий розширює шари ISO/OSI. До цієї групи відносять стандарт ETSI ETS 300 802. Важливу частину цього стека складають протоколи, створені у відповідності до системи цифрового запису – керування і контролю (DSM-CC). З метою допомоги у розумінні і використанні цього достатньо складного стеку створено ETSI TR 101 194.

Друга група технічних рішень в системі DVB має відношення до нижчих шарів моделі ISO/OSI та тому визначає залежні від мережі засоби передавання. До теперішнього часу були створено групу стандартів з цієї серії.

Перша група визначає принципи побудови та структуру інтерактивного каналу в трьох середовищах розподілу телевізійних сигналів – наземному (ETSI EN 301 958, що позначено як DVB-RCT), кабельному (ETSI ETS 200 800 та настанови щодо реалізації інтерактивного каналу за різних умов та конфігурацій в ETSI TR 101 196, що позначено як DVB-RCC) та супутниковому (ETSI EN 301 790 та настанови щодо реалізації інтерактивного каналу ETSI TR 101 790, що позначено як DVB-RCS). Враховуючи подальший розвиток систем цифрового супутникового мовлення, в 2004 році до стандарту ETSI EN 301 790 додано підтримку протоколів, визначених в системі цифрового мовлення другого покоління DVB-S2. В 2008 році Проектом DVB проведений перегляд цього стандарту на предмет доповнення до основної специфікації системи механізмами, які дозволять реалізувати підтримку передавання даних з мобільних та носимих терміналів з забезпеченням відповідних технологій зменшення впливу спотворень за мобільного приймання та технологій контролю та керування такими типами терміналів.

Друга група специфікацій описує те, яким чином поліпшені цифрові безпроводові системи зв'язку (DECT) та системи GSM можуть бути використані для організації зворотних інтерактивних каналів. До цієї серії входять стандарти ETSI EN 301 193 (DVB-RCDECT), ETSI EN 301 195 (DVB-RCGSM) та проект A073 (DVB-RCGPRS).

Ще одним варіантом є використання телефонної мережі загального використання з комутацією каналів (PSTN) та цифрової мережі з інтеграцією служб (ISDN) як фізичних мереж для передавання інтерактивних даних від користувача ETSI ETS 300 801 (DVB-RCP).

У ETSI EN 301 199 визначено структуру інтерактивного каналу системи LMDS (DVB-RCL) та ETSI TR 101 205 з настановами щодо його реалізації та використання.

Систему SMATV може бути реалізовано за двома варіантами: з перетворенням сигналу на виході супутникової антени у сузір'я КАМ для подальшого доставляння через коаксіальний кабель та з безпосереднім поданням цього сигналу у форматі ФМ-4 до терміналу абонента. Керівництво щодо створення інтерактивного каналу в обох варіантах системи, що базується на супутниковому і коаксіальному середовищах (DVB-RCCS), визначено у ETSI TR 101 201.

Інтерфейси з'єднання мереж цифрового телевізійного мовлення з іншими телекомунікаційними мережами

Для доставки програмного матеріалу до студій та первинного розподілу, окрім супутникових мереж зв'язку, ще одним варіантом є мережі, основані на використанні таких технологій, як ATM та SDH/PDH. У зв'язку з цим Проектом DVB було розроблено відповідні інтерфейси мереж PDH (ETSI ETS 300 813 – DVB-PDH) та мереж SDH (ETSI ETS 300 814 – DVB-SDH). У разі, якщо оператор мережі має бажання передавати сигнали у форматі ATM за допомогою систем

DVB, то для цього необхідно використовувати відповідні механізми, які дозволяють вводити комірки ATM до транспортного потоку (ETSI TR 100 815 – DVB-ATM).

З збільшенням використання цифрових мереж у домашньому середовищі виникла необхідність у створенні технічної та нормативної бази, яка б дозволила використовувати ці типи мереж для розподілу сигналів системи DVB до користувачів. В ETSI TS 101 224 наведено визначення домашніх мереж доступу (DVB-HAN) з активним мережним термінальним обладнанням. У ETSI TS 101 225 описано внутрішньодомові цифрові мережі (DVB-IHDN) та домашні локальні мережі (DVB-HLN).

Використання деяких послуг, що їх надають користувачу через систему DVB, може бути або повністю платним або, щонайменше, включати деякі платні елементи. Для того, щоб забезпечити можливою обробку сигналів таких послуг у інтегрованому приймачі-декодері, можуть одночасно використовуватися різні системи умовного доступу. Для всіх них було розроблено єдиний інтерфейс, визначений в стандарті CENELEC EN 50 221 (DVB-CI).

Цей загальний інтерфейс може бути застосовано не тільки у системах умовного доступу. Його може бути використано як вхідний/вихідний інтерфейс для таких застосовань, як моніторинг переваг глядацької аудиторії або навіть для введення модуля супутникового приймача в блок приймача ефірного мовлення. В ETSI TS 101 699 представлено таку інформацію.

Не менш важливою задачею є стандартизація інтерфейсів інтегрованих приймачів-декодерів, як професійних так і напівпрофесійних. Роботу в цьому напрямку представлено двома стандартами з професійних інтерфейсів (DVB-PI) – асинхронного послідовного інтерфейсу (ASI) (DVB-ASI) у ETSI TR 101 891, інтерфейсів головних станцій систем CATV/SMATV та подібного обладнання (CENELEC EN 50083-9), та стандартом ETSI TS 102 201 з напівпрофесійних інтерфейсів до (DVB-IRDI) інтегрованого приймача-декодера. Окрім того, в IEC 62216-1 визначено основні вимоги, параметри та інтерфейси приймачів сигналів цифрового наземного телевізійного мовлення.

Використання IP-протоколу в цифровому телевізійному мовленні

Всю серію стандартів Проекту DVB, присвячених використанню IP-протоколу, можливо поділити на два великих класи:

- стандарти щодо передавання сигналів служб DVB IP-мережами, об'єднані загальною назвою DVB-IPTV;
- стандарти щодо передавання мережами DVB даних у форматі IP, позначені як DVB-IPDC.

До DVB-IPTV входить набір нормативних документів, в яких визначають механізми доставки аудіовізуальних служб з використанням IP-протоколу через двоспрямовані фіксовані широкосмугові мережі. Метою їх створення є розроблення всієї необхідної нормативної бази, яка б дозволила реалізувати інтеграцію служб DVB з іншими широкосмуговими службами зі збереженням сумісності з іншими мовленнєвими стандартами в серії стандартів Проекту DVB.

Створення цих документів проходить у дві фази. На протязі першої фази роботи Проектом DVB приділено увагу визначенню інтерфейсів між абонентською приставкою IPTV та домашньою IP-мережею (визначено використання традиційного інтерфейсу мережі Ethernet стандартом ETSI TS 102 814 та високошвидкісного інтерфейсу IEEE 1394 у відповідності до ETSI TS 102 813), розробленню механізмів автоматичного встановлення з'єднання та конфігурації приставки, механізмів інкапсуляції транспортних потоків MPEG в IP-мережу, віддаленого керування, служб визначення наявних послуг та контенту в цій мережі (стандарт ETSI TR 102 034) та про-

токолів для їх доставляння (стандарт ETSI TS 102 539). В документі A109 приведено основні відомості щодо опорної домашньої мережі. Також важливою задачею, яку було вирішено в цих документах, є визначення набору технічних рішень, використовуваних для побудови домашньої мережі в системі DVB та доповнення до системи проміжного програмного забезпечення MHP на предмет можливості реалізації інтерактивних телевізійних застосувань, які можливі в середовищі DVB-IPTV. В ETSI TR 102 542 наведено настанови до реалізації технічних рішень, визначених у ETSI TR 102 034. В ETSI TR 102 033 визначено можливі варіанти служб, які будуть надаватись абоненту системою DVB-IPTV, та вимоги до системи авторизації, аутентифікації та керування абонентами.

В стандарті ETSI TR 102 034 визначено протоколи та механізми доставляння сигналів служб DVB-IPTV, підтримку яких необхідно забезпечити в обладнанні користувача для досягнення сумісності з цим стандартом, але досі не визначено необхідного набору механізмів та протоколів, що їх необхідно використовувати для доставляння певного типу служб. Враховуючи те, що деякі оператори за надання послуг будуть забезпечувати доставляння служб тільки одного типу служби, що визначені в ETSI TR 102 034, разом з власними службами, виникає необхідність в доповненні базового набору специфікацій з системи DVB-IPTV специфікацією з профілів (стандарт ETSI TS 102 826).

В доповнення до ETSI TR 102 034 Проектом DVB розроблено стандарт ETSI TS 102 824 щодо системи віддаленого керування та оновлення вбудованого програмного забезпечення для служб DVB-IP.

Серія нормативних документів Проекту DVB з мовлення даних (IPDC) визначає всі компоненти, необхідні для розгортання служб телевізійного мовлення на носимі приймачі під IP-протоколом.

На першому етапі систему DVB-IPDC було розроблено для системи DVB-H, однак в подальшому її розширено до використання в усіх системах телевізійного мовлення на носимі приймачі, таких як DVB-SH, в яких можливо застосування IP-протоколу.

Архітектуру системи IPDC за розгортання в системі DVB-H та весь набір стандартів, які необхідні для її реалізації визначено у стандартах ETSI TS 102 468 та ETSI TS 102 469.

Стандарт ETSI TS 102 470 описує систему сигналізації системи IPDC з визначенням всіх таблиць службової інформації PSI/SI, яку використовують в мережах DVB-H, яка б забезпечувала необхідний рівень мобільності терміналу абонента мережі та встановлювала б можливість роумінгу. Формат, структуру, організацію доставляння сигналів служби електронного програмного гідю (EPG), що дозволяє користувачам обирати необхідні послуги та здійснювати пошук контенту, який зберігають у приймачі, та настанови до його реалізації в системі DVB-H визначено в ETSI TS 102 471 та ETSI TS 102 592. Набір протоколів для реалізації служб потокового передавання аудіовізуальної інформації та доставляння даних різного типу визначено в стандарті ETSI TS 102 472. Продовжується розробка стандарту TS 102 832 щодо архітектури застосувань доставляння контенту в системі IPDC. Настанови щодо реалізації цих протоколів приведено ETSI TS 102 591.

Враховуючи, що до серії стандартів з DVB-IPDC входить досить велика кількість компонентів, виникає необхідність в визначенні можливих варіантів їх сумісного використання та особливості можливих конфігурацій, що й зроблено в стандарті ETSI TS 102 473. Ще одним аспектом впровадження служб DVB-IPDC є визначення механізмів шифрування, використовувани

для захисту контенту, методів їх ідентифікації у приймачі та організації системи замовлення послуг користувачем. Всі ці питання вирішено в ETSI TS 102 474.

Всі приведені вище компоненти системи DVB-IPDC відносять до першої фази впровадження цієї системи. В стандарті ETSI TS 102 611, що відносять до другої фази, визначають механізми доставляння служб EPG через двоспрямовану мережу, аспекти оповіщення користувача з входження у мережу та перестроювання приймача за переміщення з однієї комірочки мережі до іншої без переривання обслуговування.

Умовний доступ в цифровому телевізійному мовленні

Одним з основних рішень, що їх було прийнято Проектом DVB в напрямку стандартизації системи умовного доступу, полягало в тому, що в ETSI ETR 289 наведено принципи реалізації лише загального алгоритму скремблювання, у той час як систему керування абонентами (SMS) та систему авторизації абонентів (SAS) не визначають. Цей стандарт отримав в системі позначень Проекту DVB скорочення DVB-CSA.

Ще одним варіантом реалізації доступу абонента до платних програм, оброблюваних за алгоритмами різних систем СА, є система SimulCrypt.

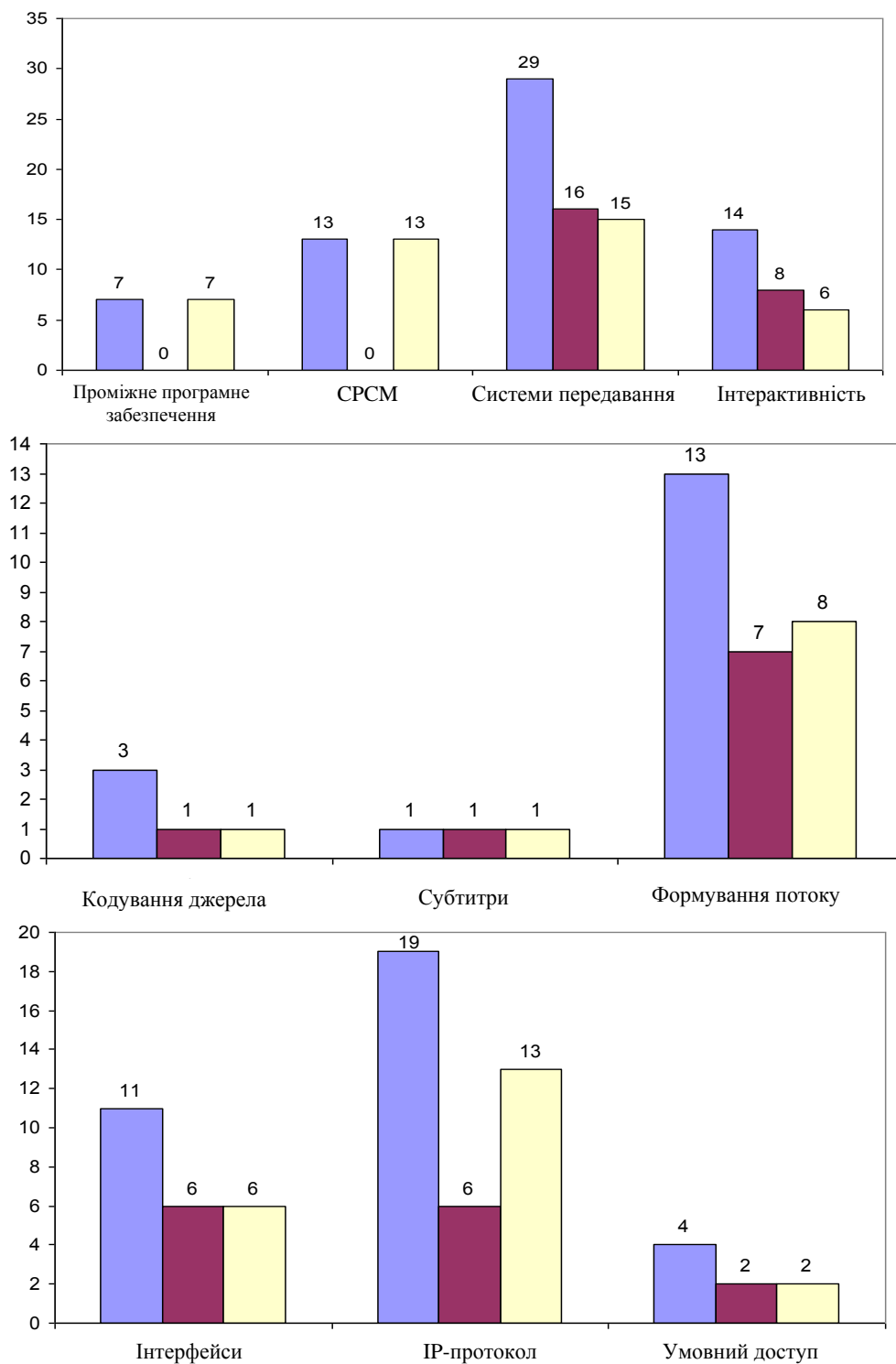
Специфікація архітектури головної станції системи SimulCrypt та рішення, необхідні для синхронізації різних систем умовного доступу, описано в ETSI TS 101 197 (DVB-SIM). Пізніш був розроблений стандарт ETSI TS 103 197, який доповнює нормативну базу системи умовного доступу на предмет визначення архітектури системи керування та контролю головної станції в системі SimulCrypt. Враховуючи те, що за різних конфігурацій мережі система має деякі особливості реалізації, Проектом DVB створено ETSI TR 102 035, в якому визначено різні варіанти реалізації та відповідні інтерфейси, що дозволить підвищити ефективність системи SimulCrypt.

Методи вимірювання характеристик систем цифрового телевізійного мовлення

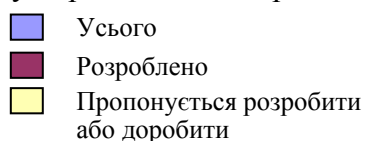
Системи DVB обрано як основні системи для впровадження цифрового телевізійного мовлення в Європі. Саме тому стандарти з цих систем є основними для виробників обладнання, мовників і провайдерів мереж. Випробування і впровадження таких систем вимагає створення загальних для всіх систем настанов з вимірювань їх параметрів. Ці настанови, наведені у ETSI TR 101 290, позначені як DVB-M, допомагають визначити, які з вимірювань необхідно проводити в тій або іншій системі та надають відомості з послідовності їх проведення. Для того, щоб надати можливість вводити спеціальні випробувальні та вимірювальні сигнали у транспортний потік MPEG-2, зарезервований спеціальний ідентифікатор пакету (PID). В ETSI TR 101 291 визначено, як можна використовувати цей ідентифікатор.

Адміністрування комплексних мереж, якими є мережі подання та первинного розподілу програмного матеріалу, є важливою задачею, особливо на теперішній час, коли використовують різні формати контенту, який передають через різні мережі прозорим шляхом. Отримання своєчасної інформації з відхилення характеристик від нормальних, переривання у обслуговуванні або навіть з значних змін у мережі є дуже важливим для встановлення певних параметрів якості обслуговування (QoS) [12]. В якості основного протоколу, найбільш прийняттого для використання за віддаленого моніторингу мереж мовлення, обрано простий протокол керування мережею SNMP. До того ж цей протокол дуже широко використовують у різних телекомунікаційних мережах, на основі яких буде побудовано мережі первинного розподілу програмного матеріалу. За проведення всіх вимірювань за стандартом ETSI TR 101 290 використовують базу адмініст-

рування протоколу SNMP за потреби в інформації з параметрів, які визначено у настановах з вимірювання в системах DVB, які надано в ETSI TS 102 032.



Кількісні показники стану впровадження нормативної бази щодо систем DVB



ВИСНОВОК

Створена Проектом DVB система стандартів є комплексом нормативних документів, що визначає основні аспекти як самої системи цифрового мовлення, так і інтеграції мовлення з іншими застосуваннями. До її складу входять 114 нормативних документів (на жовтень 2008 року). Слід враховувати, що система DVB є середовищем, що може забезпечувати всі види мовлення, в тому числі телевізійне, мультимедійне, звукове, мовлення даних, а також організацію в середовищі DVB ще багатьох інших інфокомунікаційних застосувань. Кількісні показники стану впровадження нормативної бази на жовтень 2008 року наведено вище.

На сьогоднішній день в Україні розроблено нормативну базу першого етапу впровадження систем цифрового мовлення за системами DVB, яка складає 47 національних нормативних документів, згармонізованих з стандартами системи DVB, що нормативно забезпечують впровадження та технічну експлуатацію самої системи мовлення.

Враховуючи, що всі стандарти системи DVB тісно пов'язані між собою і включають нормативну основу вже освоєного в світі подальшого прогресу мовленнєвих технологій, для повноцінної реалізації національної системи цифрового мовлення має бути впроваджено всю систему нормативних документів DVB з урахуванням нових версій стандартів.

Слід також враховувати, що система стандартів DVB пов'язана також з іншими групами стандартів, перш за все, стандартів MPEG. А це означає, що впровадження груп стандартів, що визначають весь комплекс питань, пов'язаних з мовленнєвими та іншими аудіовізуальними технологіями, має бути продовжено як необхідну складову діяльності, направленої на національний прогрес в напрямку інфокомунікаційних технологій.

Література

- 1 Концепція Державної програми впровадження цифрового телерадіомовлення, схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 30 листопада 2006 р.
- 2 Проект державної програми впровадження цифрового телерадіомовлення в Україні / О.А. Баранов, О.М. Уласенко, О.В. Гофайзен, М.П. Дудка, М.К. Михайлов, В.Б. Баляр, С.С. Устинов // Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції “Технології цифрового мовлення: Стратегія впровадження” (DBT-2007), Одеса, ОНАЗ ім. О.С. Попова, 3-4 липня 2007 р.
- 3 U. Reimers A Guideline for the Use of DVB Specifications and Standards. – DVB Project. – 2000.
- 4 ДСТУ 4192-2003 (ISO/IEC 13818-1, MOD) “Інформаційні технології. Метод MPEG-2 кодування аудіовізуальної інформації. Частина 1 – “Системи”. Побудова цифрового потоку. Загальні технічні вимоги”

- 5 ДСТУ 4193-2003 (ISO/IEC 13818-2, MOD) “Інформаційні технології. Метод MPEG-2 кодування аудіовізуальної інформації. Частина 2 – “Відео”. Цифрове кодування рухомих зображень. Загальні технічні вимоги”
- 6 ДСТУ ISO/IEC 13818-3: 2003 “Інформаційні технології. Метод MPEG-2 кодування аудіовізуальної інформації. Частина 3 – “Аудіо”. Цифрове кодування звуку. Загальні технічні вимоги”
- 7 Баляр В.Б. Устинов С.С. Інтеграція форматів цифрового потоку аудіовізуальної інформації в системах цифрового мовлення нових поколінь. – Праці УНДІРТ. – 2007. - № 2 (50) – 3 (51). – С. 44-47.
- 8 НДР “Дослідження, спрямовані на забезпечення ефективності використання радіочастотного ресурсу України при впровадженні перспективних радіотехнологій телевізійного та мультимедійного мовлення, участь у роботі ДК 6 МСЕ-Р та в ВКР-2007”. Етап 1. - 2007. -С. 893-896.
- 9 Баляр В.Б., Устинов С.С. Системи цифрового мовлення 2 покоління. – Праці УНДІРТ. – 2007. - № 2 (50) – 3 (51). – С. 57-60.
- 10 Баляр В.Б. Принципи побудови системи DVB-H наземного телевізійного мовлення на носимі термінали. - Матеріали міжнародної науково-технічної конференції “Аудіовізуальні системи і технології (АСТ-2005)”.
- 11 НДР “Дослідження, спрямовані на забезпечення ефективності використання радіочастотного ресурсу України при впровадженні перспективних радіотехнологій телевізійного та мультимедійного мовлення, участь у роботі ДК 6 МСЕ-Р та в ВКР-2007”. –Етап 2. - 2007. -С. 573-581.