

РАДІОЕЛЕКТРОНІКА ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЇ

РАДІОЕЛЕКТРОНІКА И ТЕЛЕКОММУНІКАЦИИ

RADIO ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS

УДК 621.397

Красовська Ю. О.¹, Магро В. І.²

¹Магістр Державного вищого навчального закладу «Національний гірничий університет», співробітник телеканалу
Приват ТБ Дніпро – «9 канал», Дніпро, Україна

²Канд. фіз.-мат. наук, доцент, доцент кафедри прикладної і комп'ютерної радіофізики, Дніпропетровський національний
університет, Дніпро, Україна

ВПРОВАДЖЕННЯ ЦИФРОВОГО ТЕЛЕБАЧЕННЯ DVB-T2 НА 9 КАНАЛІ В МІСТІ ДНІПРО

Актуальність. Вирішено завдання переходу регіонального телевізійного каналу з аналогового на цифрове мовлення.

Мета роботи – виявлення та подолання складнощів локального переходу на цифрове телебачення стандарту DVB-T2 на прикладі пересічної регіональної телекомпанії.

Метод. Запропоновано два рівня переходу регіонального телевізійного каналу з аналогового на цифрове мовлення. Перший рівень включає у себе обрання оптимального формату відеозображення для мовлення у стандартах DVB-T2 та HDTV, а також два варіанти заміни устаткування телеканалу, які можуть забезпечити цифрове наземне телебачення другого покоління і цифрове наземне телебачення високої чіткості. Наявність двох варіантів заміни устаткування зумовлена обмеженістю коштів, які телекомпанія може виділити впродовж короткого часового інтервалу на технічне переоснащення. На другому рівні, рівні міста, розраховано реальну дальність покриття цифрового мовлення та запропоновані методи його досягнення.

Результати. На прикладі пересічної регіональної телевізійної компанії показана методика переходу з аналогового на цифрове мовлення. Розрахунки проведені на прикладі телеканалу Приват ТБ Дніпро – «9 канал», міста Дніпро показали, що наявна аналогова система фіксування, обробки і транспортування відеозображення на регіональному телеканалі потребує повної заміни обладнання. Залежно від наявних коштів, які виділяються на технічне переобладнання, запропоновано два шляхи заміни обладнання. Розрахунки показали, що мінімально задовільне покриття цифрового телевізійного сигналу у м. Дніпро забезпечується на відстані близько 65 км. Втім, якість цифрового телебачення на межі зони покриття не забезпечується повною мірою через незадовільну напруженість поля у точках найбільшої віддаленості від телевізійного центру.

Висновки. Розроблена методика переходу регіонального телевізійного каналу з аналогового мовлення на цифрове. Її можна рекомендувати для застосування на практиці з урахуванням місцевих особливостей та інших регіональних каналів України.

Ключові слова: цифрове телебачення, стандарт DVB-T2, HDTV, роздільна здатність, покриття, телевізійне обладнання.

НОМЕНКЛАТУРА

DVB-T2 – європейський стандарт цифрового ефірного телебачення другого покоління;

HDTV – телебачення високої чіткості;

UltraHD – телебачення надвисокої чіткості;

PALDV – формат з сімейства цифрових форматів похило-рядкової магнітного відеозапису;

Sony Super HAD analog cameras – аналогові камери старого зразка;

CTDM – система часового ущільнення зі стисненням;

Betacam SP – сімейство форматів професійного відеозапису;

SAM – блок управління відеокамерою;

VMIX Sony DFS-700 – пульт відео міксування;

MASTER – комп'ютер, на якому виконується обробка відеоматеріалу;

VIDEOSERVER – комп'ютер, що здійснює управління ефірним мовленням;

LOGIC of issuance – блок, який забезпечує логістику видачі відеосигналу;

Composite video – повний кольоровий аналоговий відеосигнал у вихідній смузі відео частот;

CTV – передавальний комплекс;

CRV – приймальний комплекс;

Mini Converter Analog to – аналого-цифровий перетворювач;

SDI – сімейство професійних цифрових відео інтерфейсів;

P – потужність випромінювання;

MX – цифровий пакет телевізійних каналів при цифровому мовленні;

E_{\min} – мінімально допустима напруженість поля;

$(C/N)_{\min}$ – мінімально допустиме співвідношення несуча/шум приймального пристрою;

$\eta = 120\pi$, Ом – опір вільного середовища;

$P_{\text{вх}}$ – мінімально допустима потужність на вході приймача;

$c = 3 \cdot 10^8$, м/с – швидкість світла;

L_{GSM} – втрати режекторного фільтра, що встановлюється для пригнічення сигналу стільникового зв'язку європейського стандарту GSM900;

$k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К – стала Больцмана;

$R_m = 4,12(\sqrt{H} + \sqrt{h})$ – рівняння радіовидимості.

ВСТУП

Нині актуальним завданням, що має теоретичне і практичне значення, є дослідження та вирішення проблем усіх рівнів, що виникають на шляху впровадження цифрового ефірного телебачення в Україні. Це зумовлює необхідність розробки методів подолання перешкод на шляху впровадження стандарту DVB-T2 на рівні пересічного регіонального телеканалу. Для телеканалу це означає повну або часткову заміну аналогового обладнання на цифрове. На рівні телецентру – вирішення проблеми недостатнього покриття телевізійним сигналом. На прикладі регіонального телеканалу Приват ТБ Дніпро – «9 канал» можна дослідити наявну аналогову систему фіксування, обробки і транспортування відео зображення та запропонувати найпростіший та найскладніший методи модернізації системи телеканалу з метою досягнення відповідності вимогам стандартів DVB-T2 і HDTV. Ще однією із задач, що виникає під час впровадження цифрового телебачення, є дослідження стану поточного покриття цифровим телевізійним сигналом в місті Дніпро та визначення шляхів збільшення покриття, виходячи з рельєфу міста.

Слід додати, що регіональний телевізійний канал Приват ТБ Дніпро – «9 канал» мовить в аналогових ефірному (метровий діапазон, покриття – 50–100 км від м. Дніпро, потужність передавача 500 Вт) та кабельному, а також у кабельному цифровому режимах. Відео монтується у форматі PALDV та має роздільну здатність 720x576 з черезрядковою розгорткою.

Метою роботи є створення методики переходу регіональних телевізійних каналів з мовлення в аналоговому форматі на цифровий формат.

1 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Після відключення ефірного аналогового телебачення по всій Україні, більшість регіональних каналів, які не мають цифрової ліцензії, залишаться на ринку лише у кабельному та онлайн режимі. За таких умов, на телевізійному каналі Приват ТБ Дніпро – «9 канал», що наразі не має ліцензії на мовлення у стандарті DVB-T2, значно погіршиться фінансове становище, покриття стане більш дискретним, зменшиться кількість глядачів, популярність та вагомість каналу у конкурентній боротьбі за першість серед ЗМІ. Постає питання про закриття кана-

лу, як такого, через неефективність та втрату великої частини цільової аудиторії.

За умови, що до визначеного строку переходу Дніпропетровщини на цифрове ТБ, Приват ТБ Дніпро – «9 канал» отримає ліцензію, він працюватиме у цифровому ефірному і кабельному, кабельному аналоговому та онлайн режимах. Це, навпаки, посприє розширенню покриття, підвищенню якості зображення, збільшенню кількості глядачів та популярності каналу.

Перехід від аналогового ефірного мовлення до цифрового потребує повної або часткової заміни наявного на телеканалі устаткування. Розглянемо обидва варіанти. Перший передбачає повноцінну заміну майже всього обладнання. Це означає, що початковий робочий відеоматеріал одразу матиме цифровий формат. Другий варіант базується на встановленні аналого-цифрових перетворювачів, що дозволить працювати із початковим аналоговим відео у цифровій формі. Але тоді постає питання про якість зображення.

2 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

Відомо багато робіт, що присвячені проблемі впровадження цифрового телебачення [1–6]. Зокрема, проблемі впровадження телебачення високої чіткості, зокрема і в Україні присвячені роботи [7–8]. Проте багато питань технічного характеру на рівні пересічної регіональної телевізійної компанії залишаються поза увагою.

В ряді робіт досліджується проблема покриття телевізійним сигналом заданої якості території міста, деякого регіону [9–18]. В той самий час відсутні розрахунки для конкретної території, з урахуванням реальних випромінюючих пристроїв згідно рекомендаціям [19]. В даній роботі досліджуються складнощі локального переходу на цифрове телебачення стандарту DVB-T2 пересічного регіонального телеканалу.

3 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Виконаємо дослідження зміни формату відеозображення.

Впровадження цифрового ефірного мовлення зобов'язує телеканал забезпечувати глядачів зображенням високої чіткості, адже висновки про необхідність переходу на цифрове телебачення роблять глядачі, порівнюючи аналогове та цифрове зображення. Програма відео монтування Sony Vegas Pro, яку використовує телеканал, пропонує наступні дозволи для збереження HDTV відео: 1080-60i, 1080-50i, 1080-24p. Різниця між 1080-60i та 1080-50i полягає в тому, що при розробці чорно-білого телебачення, частота синхронізації телевізійного сигналу бралася з електричної мережі. Відповідно, частота змінного струму в Америці, Японії і ще у декількох країнах – 60 Гц; а у країнах Європи, Азії та у Австралії – 50 Гц. Тому стандарт 1080-60i має близько 30 кадрів в секунду і не підходить для використання в Україні. Отже, використовуються останні два стандарти: 1080-50i, 1080-24p. Перший з них має 25 кадрів на секунду, другий – 24. Утім, перевага – на боці 1080-24p, оскільки він має прогресивну розгортку та забезпечує більшу плавність зображення. Його недолік полягає в тому, що користувачі, які не мають сучасних телевізійних приймачів можуть спостерігати мерехтіння відеозображення на телевізорі. Утім, кількість домогосподарств зі старою телевізійною технікою – незначна та по-

стійно скорочується. Тому при переході на цифрове мовлення заміна формату змонтованого відео з PALDV 720x576i на HDTV 1080-24p – найдоцільніша.

Визначимо, як зміниться структурна схема устаткування телеканалу.

Структурна схема наявної системи обробки і транспортування відеозображення на телеканалі Приват ТБ Дніпро – «9 канал» зображена на рис. 1.

На рис. 1 напрямки руху відеосигналу показаний стрілками. Умовні позначення:

1. Sony HyperHAD analog cameras – аналогові камери старого зразка, сімейства професійних форматів компонентного похило-рядкового відеозапису Betacam SP. Аналоговий компонентний формат відеозапису дозволяє зберігати сигнали яскравості «Y» на одну доріжку, а сигнали кольорової різниці «R-Y» і «B-Y» – по черзі сегментами на іншу доріжку із застосуванням системи часового ущільнення зі стисненням CTDM (англ. Compressed Time Division Multiplex). Поділ каналів дозволяє отримати відеозапис мовної якості з горизонтальною чіткістю сигналу яскравості 480 твл. Професійний формат Betacam SP («SP» від англ. «Superior Performance» – вища якість) має підвищену роздільну здатність (до 600 твл), досягнута за рахунок використання металопорошкової магнітної стрічки зі зменшеною довжиною хвилі запису.

2. CTV – передавальний комплекс потужністю 1 Вт, виробництва компанії ABE ELETTRONICA, що складається з радіорелейного передавача RR TRANSMITTER та параболічної променевої антени. Знаходиться на даху

офісу Приват ТБ Дніпро – «9 канал» та спрямовано передає сигнал на телевежу для подальшої трансляції по області.

3. CRV – приймальний комплекс виробництва компанії ABE ELETTRONICA, що складається з радіорелейного приймача RR RECEIVER і параболічної приймальної антени, яка встановлена на дніпровській телевежі за адресою: вул. Телевізійна, 3.

4. TRANSMITTER – передавач TXVP1000 виробництва компанії Kvant-Efir, який складає сигнали сьомого, дев'ятого та одинадцятого регіональних телеканалів та за допомогою антени потужністю 500 Вт транслює по області у метровому діапазоні.

Крім того, існують два шляхи проходження відеоматеріалу мережею. Перший – від п'яти відеокамер через пульт відеомікшування до передавача (у випадку прямого ефіру та студійного запису). Другий шлях – коротший. Він стосується позастудійного запису (журналістських репортажів), коли відео відзняте поза межами офісу у будь-якій точці міста. Для цього використовують цифрові відеокамери фірми Panasonic, що фіксують зображення із роздільною здатністю 720x576i. Змонтоване в сюжет відео журналісти зберігають на VIDEOSERVER, звідки воно прямує до передавача.

Розглянемо намічені варіанти заміни устаткування при переході на стандарт DVB-T2. Перший – повна заміна обладнання (рис. 2) – передбачає:

1) закупівлю п'яти нових студійних цифрових відеокамер з можливістю зйомки у HD чи UltraHD якості;

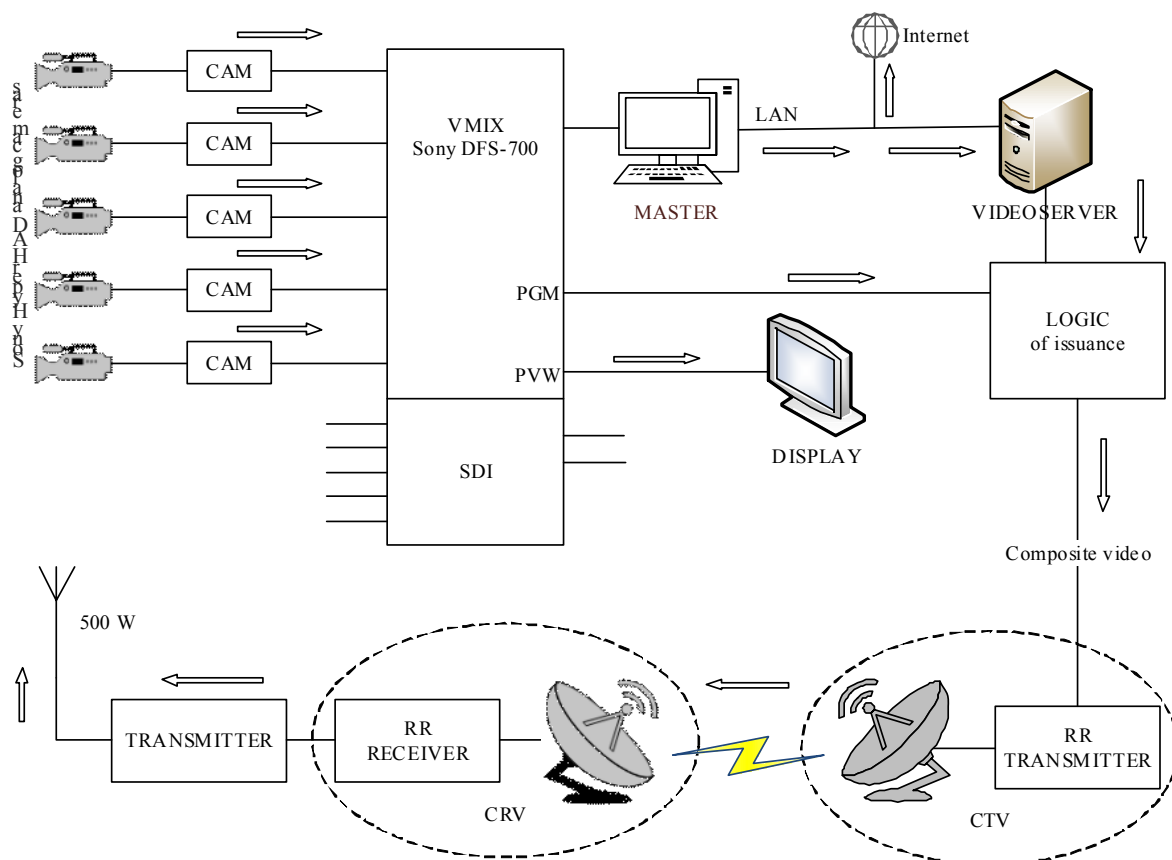


Рисунок 1 – Структурна схема аналогової системи фіксування, обробки і транспортування відеозображення Приват ТБ Дніпро «9 канал»

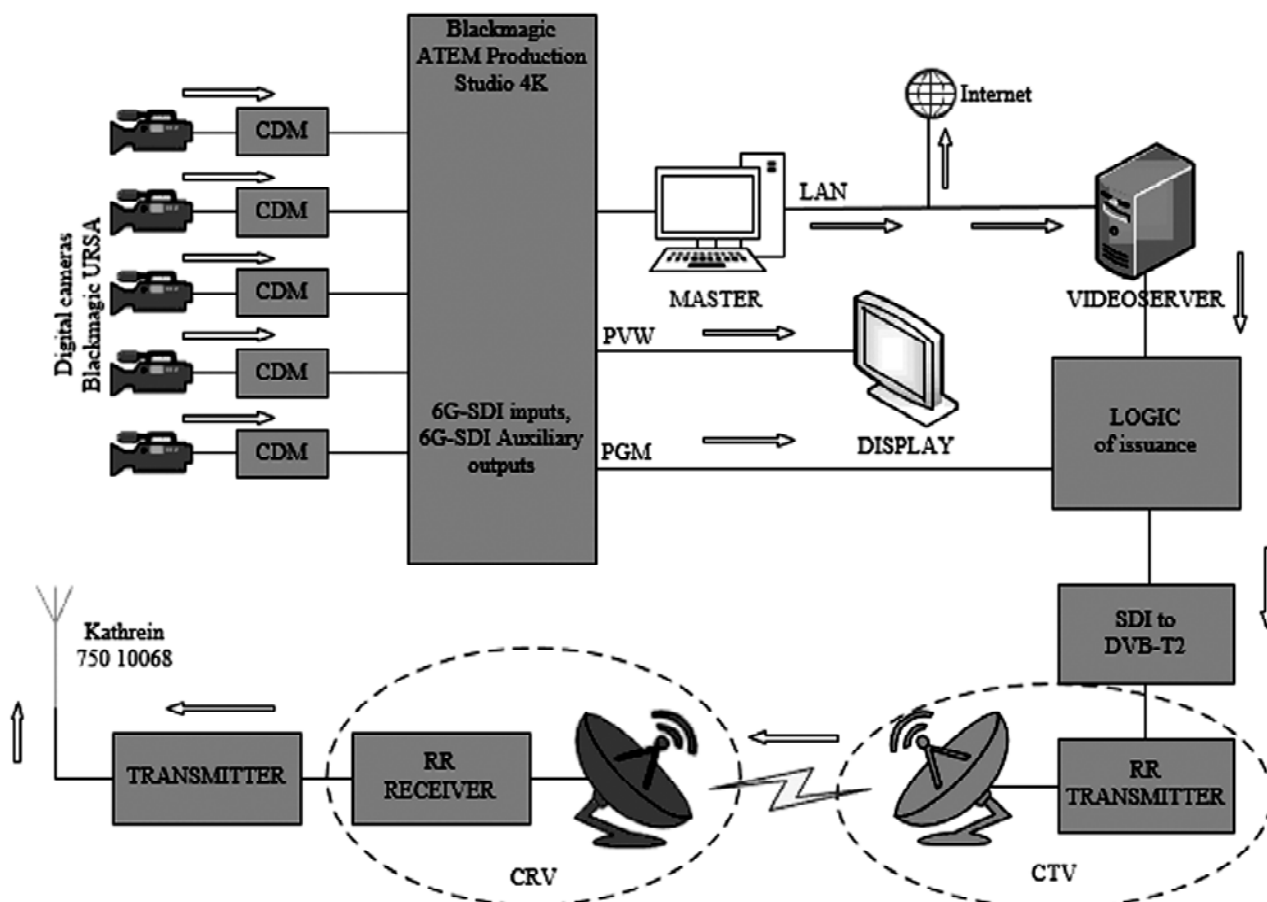


Рисунок 2 – Повна заміна обладнання для переходу телеканалу Приват ТБ Дніпро – «9 канал» на цифрове телебачення стандарту DVB-T2

2) придбання 5 нових блоків управління камерами CAM, що відповідають марці самих відеокамер;

3) встановлення нового пульта відеомікшування, адже Sony DFS-700 не підтримує HDTV відео;

4) заміну аналогової плати комп'ютера VIDEOSERVER на цифрову;

5) заміну наповнення блоку логіки;

6) заміну передавального (будівля Приват ТБ Дніпро – «9 канал») та приймального (телевежа, вул. Телевізійна, 3) комплексів на такі, що забезпечать необхідну для стандарту DVB-T2 модуляцію сигналу;

7) встановлення між радіорелейним приймачем та блоком TRANSMITTER конвертеру, що забезпечить перехід від інтерфейсу SDI до інтерфейсу DVB-T2;

8) заміні модулятора і кодера блоку TRANSMITTER на такі, що підтримують стандарт DVB-T2;

9) підключення до передавальної антени Kathrein 750 10068 компанії «Зеонбуд», яка працює у дециметровому діапазоні.

Крім того, перехід до HDTV потребує більш об'ємних карток-носіїв для позастудійного відеозапису та надпотужних комп'ютерів для монтажу «важкого» відео, яке через високу якість займатиме більші об'єми пам'яті.

На рис. 2 темним кольором зображені структурні елементи, що підлягають заміні.

Проаналізувавши ринок необхідного цифрового обладнання для телебачення, можна зробити висновок, що

перевага у співвідношенні ціна-якість – на боці фірми Blackmagic. Тому заміна технічного забезпечення каналу обладнанням цієї фірми буде найбільш економічно вигідним та ефективним в умовах поточної кризи і наявного рівня розвитку українського регіонального цифрового телебачення.

Усі вищеописані зміни дозволять телеканалу Приват ТБ Дніпро – «9 канал» не лише вести мовлення у стандарті DVB-T2, а постачати глядачам зображення високої чіткості з роздільною здатністю 1920x1080 та прогресивною розгорткою.

Другий варіант переходу телеканалу на цифрове ефірне мовлення передбачає часткову заміну обладнання та встановлення аналого-цифрових перетворювачів (AD Converters). На рис. 3 темним кольором зображена структурна схема такої перекомплетації мережі.

Цей метод полягає у:

1) встановленні п'яти аналого-цифрових перетворювачів (AD Converters) фірми Blackmagic-Mini Converter Analog to SDI;

2) заміні аналогової плати комп'ютера VIDEOSERVER на цифрову;

3) заміні наповнення блоку логіки;

4) встановлення між радіорелейним приймачем та блоком TRANSMITTER конвертеру, що забезпечить перехід від інтерфейсу SDI до інтерфейсу DVB-T2;

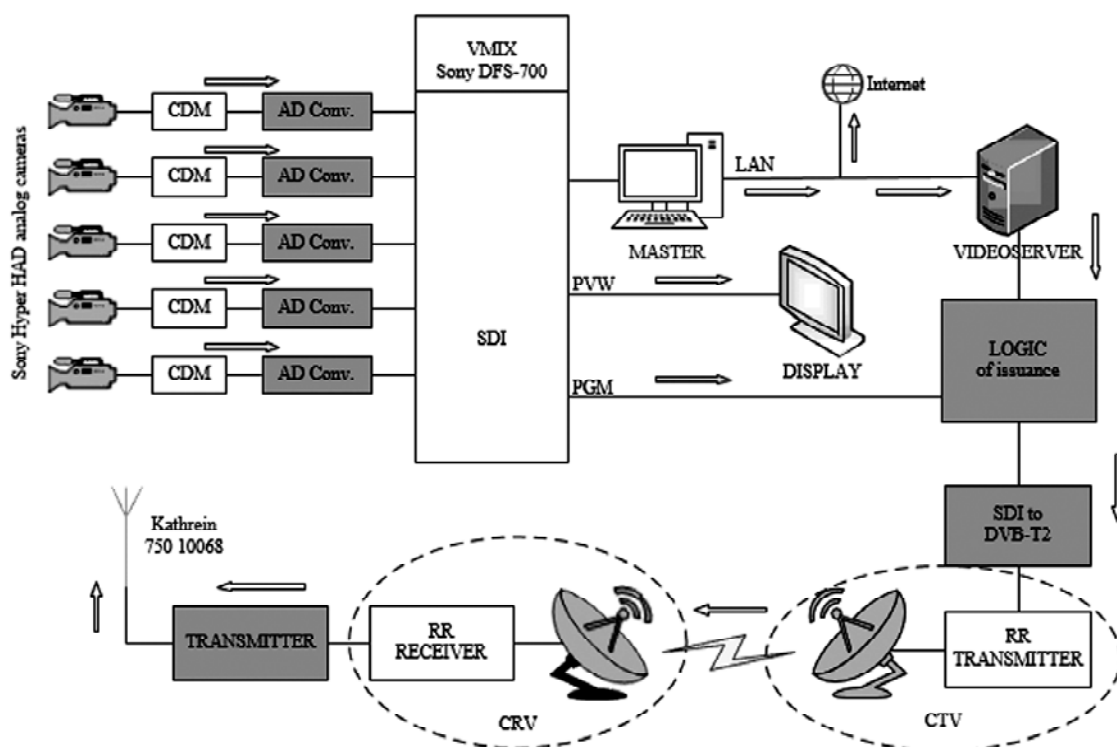


Рисунок 3 – Часткова заміна обладнання для переходу телеканалу Приват ТБ Дніпро – «9 канал» на цифрове телебачення стандарту DVB-T2

5) заміні модулятора і кодера блока TRANSMITTER на такі, що підтримують стандарт DVB-T2;

6) підключенні до передавальної антени Kathrein 750 10068 компанії «Зеонбуд», яка працює у дециметровому діапазоні.

Аналого-цифровий перетворювач Mini Converter Analog to SDI перетворює аналогове компонентне відео, NTSC, PAL або S-Video в SDI-сигнал. Передбачена можливість вбудовування AES / EBU і аналогового звуку. Забезпечує високу якість SD / HD-SDI-матеріалу, отриманого перетворенням аналогового сигналу з таких пристроїв, як Betacam SP, VHS-відеомагнітофони та HDV-камери. Забезпечує автоматичний підбір SD і HD відповідно до сигналу на відеовході.

У випадку телеканалу Приват ТБ Дніпро – «9 канал» вихідне відео стандарту SD з перетворювача потраплятиме на цифровий вхід SDI вже наявного на телеканалі пульта. Подальша обробка і транспортування сигналу забезпечать телеглядачам цифрове зображення, але не чіткість HDTV.

Для роботи зі стандартом SD на комп'ютері VIDEOSERVER уякості заміни аналогової плати FD300 можна використати цифрову плату FD422 того ж виробника.

4 ЕКСПЕРИМЕНТИ

Визначимо особливості впровадження DVB-T2 на міському рівні та реальне покриття DVB-T2 у місті Дніпро.

Ефірне телебачення м. Дніпро належить до 47 цифрової зони. За даними компанії «Зеонбуд», радіус покриття цифрового наземного ефірного ТБ у Дніпрі дорівнює 65 км. Телевізійна вежа, яка розповсюджує ефірний сигнал, розміщена за адресою: вул. Телевізійна, 3. Побудована у 1958 році, вежа має висоту над рівнем моря 144 м. Її власні розміри: 180м над поверхнею землі, плюс висота верхніх дециметрових антен. Розрахунки за стандартом DVB-T2 враховують $H = 158$ м висоти телевежі. Встановлена DVB-T2 антена Kathrein 750 10068 має наступні параметри: коефіцієнт підсилення $G_{\text{пер}} = 10,5$ дБ та потужність випромінювання $P = 1$ кВт.

Відповідність дніпровських телевізійних частотних каналів мультиплексам та частотам дециметрового діапазону зафіксована у таблиці 1.

Розрахунок зони покриття в найбільш загальному випадку зводиться до розв'язання системи рівнянь [12]:

1. Розрахунок мінімально допустимої напруженості поля E_{min} необхідної для нормальної роботи приймального комплексу.

2. Розрахунок реальної напруженості поля від діючого передавача для заданих умов розповсюдження.

Прирівнюючи ці два значення напруженості поля, необхідно визначити радіус покриття, при заданих умовах прийому. Виконаємо розрахунок мінімально допустимої напруженості поля E_{min} . Щоб визначити умови

Таблиця 1 – Частоти цифрового ефірного наземного телебачення місті Дніпро

Цифрові пакети	MX1	MX2	MX3	MX5
Номери ТВ каналів	26	35	25	40
Частотні межі каналів, МГц	510–518	582–590	502–510	622–630
Середні частоти каналів, МГц	514	586	506	626

прийому необхідно розрахувати мінімальну напруженість поля для найменшого допустимого співвідношення несуча/шум приймального пристрою $(C/N)_{\min} = 13,5$ дБ [20–21] та для співвідношення несуча/шум при гарному прийомі $(C/N)_e = 22,5$ дБ (за умови модуляції 256-QAM). У якості антени приймача візьмемо пасивну антену типу «хвильовий канал» з кількістю елементів – 16 та коефіцієнтом підсилення $G_{\text{пр}} = 13,5$ дБ. Антени такого типу найбільш розповсюджені на території України для прийому як цифрового, так і аналогового ефірного телебачення. На відстані 65 км від передавача знаходяться переважно приватні будинки, у яких приймальну антену можна розмістити на висоті, не більшій, ніж $h = 6$ метрів. Враховуючи усі приведені данні, розрахуємо мінімально необхідні напруженості поля E_{\min} для прийому середніх частот кожного з чотирьох мультиплексів.

Відомо, що напруженість поля у точці прийому визначається за формулою [10]:

$$E = \sqrt{4\pi\eta \cdot \frac{P_{\text{вх}}}{G_{\text{пр}}} \cdot \frac{f}{c}} \quad (1)$$

Вираз (1) зручно переписати у логарифмічному вигляді:

$$E_{[dB\mu V/m]} = P_{\text{вх}[dBm]} - G_{\text{пр}[dB]} + L_{\text{GSM}} + 77,2 + 20 \cdot \lg(f_{[MHz]}). \quad (2)$$

Мінімальний рівень входної потужності визначається шумовою температурою приймальної антени T_A , смугою каналу Π , коефіцієнтом шуму F (для розрахунку зони покриття рекомендовано $F = 2,7$ дБ) і співвідношенням несуча/шум (C/N) :

$$P_{\text{вх.min}[dBm]} = 10 \lg(kT_A \Pi) + F_{[dB]} + C/N_{[dB]}. \quad (3)$$

Відомо, що шумова температура антени у діапазоні дециметрових хвиль приблизно дорівнює $T_A = 300$ К. Саме це значення рекомендоване до інженерного розрахунку. Тоді мінімальне значення напруженості поля E_{\min} (1) з урахуванням (2) можна записати:

$$E_{\min[\frac{dB\mu V}{m}]} = -30 + F + \frac{C}{N} - G_{\text{пр}} + 20 \lg(f). \quad (4)$$

Основне рівняння дальності у зручному алгебраїчному вигляді [12] було вперше запропоноване С. Н. Песковим в [13] на базі [14]:

$$-\sqrt{\frac{H}{h}} \cdot 10 \lg \left(1 + \frac{R}{R_m} \right). \quad (5)$$

Таблиця 2 – Розрахунок радіусу покриття цифровим наземним ефірним телебаченням у м. Дніпро

Цифрові пакети і середні частоти каналів	MX1 514 МГц	MX2 586 МГц	MX3 506 МГц	MX5 626 МГц
Мінімально допустимий прийом (для 256-QAM): $(C/N)_{\min} = 13,5$ дБ	68,796 км	65,497 км	69,199 км	63,884 км
Якісний прийом (для 256-QAM): $(C/N)_e = 22,5$ дБ	50,008 км	47,458 км	50,321 км	46,213 км

Таблиця 3 – Результати розрахунків співвідношення C/N на відстані $R = 65$ км від дніпровської телевежі DVB-T2 на вул. Телевізійній, 3

Цифрові пакети і середні частоти каналів	MX1 514 МГц	MX2 586 МГц	MX3 506 МГц	MX5 626 МГц
Співвідношення C/N , дБ	15,143	13,719	15,313	13,003

Розв'язавши систему рівнянь (4) і (5) для чотирьох середніх частот і двох співвідношень C/N , можна розрахувати радіус покриття цифрового ТБ у місті Дніпро (табл. 2).

5 РЕЗУЛЬТАТИ

Із розрахунків видно, що мінімально задовільне покриття цифрового телевізійного сигналу у м. Дніпро забезпечується на відстані близько 65 км. Втім, якість цифрового телебачення на межі зони покриття не забезпечується повною мірою через незадовільну напруженість поля у точках найбільшої віддаленості від телевізійного центру. Співвідношення несуча/шум у цих точках значно нижча за 22,5 дБ, необхідні для гарного прийому високоякісного цифрового зображення. Результати розрахунків співвідношення C/N на відстані 65 км від телевежі DVB-T2 наведено в таблиці 3.

Через вищеназвані причини, цифрове зображення на вказаних частотах матиме меншу контрастність та більшу зернистість, також можливі зупинки відеопотоку і так зване «розсіпання зображення» (накладена маска із пікселів випадкового кольору та яскравості). Вирішити цю проблему, у першу чергу, необхідно на рівні передавача. Максимальна потужність антени Kathrein 750 10068 складає 5 кВт, утім, на практиці використовується лише 1 кВт.

Для забезпечення гарної якості прийому на відстані 65 км від телевежі є таке рішення: необхідно збільшити потужність до 5 дБкВт (від 1000 Вт до 3162 Вт) та збільшити коефіцієнт підсилення передавальної антени на 4,5 дБ. Для цього необхідно провести модернізацію передавальної антени.

6 ОБГОВОРЕННЯ

Для остаточного переходу України з аналогового ефірного мовлення на цифрове, необхідно, щоб 95% території держави мали покриття сигналом стандарту DVB-T2 (згідно з п. 2 Додатка до рішення № 1486 «Про створення національної мережі цифрового телемовлення в стандарті DVB-T» від 27.10.2010 Національної ради з питань телебачення і радіомовлення). Спираючись на офіційні дані «Зеонбуду», наведені у [19], з приводу досягнення такого покриття, а також спираючись на п. II/6 інформаційної довідки до питання «Про стан інформаційного простору у Дніпропетровській області» Департаменту інформаційної політики, у м. Дніпро радіус покриття має складати 65 кілометрів від телевежі. Проведені у роботі розрахунки та отримані результати підтвердили, що прийом цифрового сигналу у місті

Дніпро можливий на відстані більший за 65 км. При цьому споживачі, що знаходяться в радіусі до 50 км від телецентру, отримують якісне чітке зображення.

Розрахунки в роботі проведені для приймальної антени з коефіцієнтом підсилення = 13,5 дБ. Зазвичай найбільш розповсюдженим типом антен, що забезпечують такий коефіцієнт підсилення є директорні антени (антени типу «хвильовий канал»). Для забезпечення більшого коефіцієнта підсилення приймальної антени (наприклад, 18 чи 32 дБ) як це рекомендовано на офіційному сайті цифрового ефірного телебачення України [19], мають бути застосовані приймальні антени з попереднім підсилювачем. Тільки такі антени зможуть забезпечити якісний прийом цифрового наземного сигналу на запланованій відстані 65 км від передавача. Проте даний тип антен підсилює як корисний сигнал, так і шуми, а це суттєво впливає на якість прийнятого сигналу. З іншого боку це змушує користувачів купувати додаткове устаткування. На наш погляд питання збільшення покриття якісним DVB-T2-сигналом можна вирішити на рівні установ, які мають можливості: на рівні телеканалу та на рівні телецентру.

ВИСНОВКИ

В роботі отримані наступні результати:

1. Наявна аналогова система фіксування, обробки і транспортування відео зображення на регіональному телеканалі «9 канал» потребує повної заміни обладнання (8 блоків і комп'ютери) для забезпечення стандартів HDTV та DVB-T2.

2. Дальність покриття якісним цифровим телевізійним сигналом в місті Дніпро наразі складає 46,213–50,321 км від телецентру. На відстані 65 км від радіопередавача співвідношення C/N становить 13,003–15,313 дБ.

3. Розроблений метод збільшення покриття передбачає збільшення потужності радіопередавача на 2,162 кВт та збільшення коефіцієнта підсилення передавальної антени на 4,5 дБ.

ПОДЯКИ

Роботу виконано в рамках держбюджетної науково-дослідної теми Дніпропетровського національного університету імені Олеся Гончара (номер державної реєстрації 1-298-15).

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Маковецько Д.А. Исследование пропускной способности стандарта цифрового наземного телевидения второго поколения DVB-T2 / Д. А. Маковецько, М. Хусайн // Цифрові технології – 2009. – № 6. – С. 27–32.
2. Хусайн Маен. Области применения методов обработки изображений высокой четкости / М. Хусайн // Холодильная техника и технология – 2010. – № 3. – С. 74–77.
3. Халиль Г. Проблемы и перспективы внедрения цифрового телевидения высокой четкости / Г. Халиль, М. Хусайн // Цифрові технології – 2007. – № 1. – С. 49–57.
4. Хусайн М. Современное состояние развития методов доставки телевизионных сигналов / М. Хусайн, Е. В. Ошаровская // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Технології цифрового мовлення: Стратегії впровадження», 24–25 червня 2010, Одеса. – Одеса, 2010. – С. 78–82.
5. Песков С.Н. Рекомендации по внедрению DVB эфирного вещания / С. Н. Песков, И. А. Колпаков // Теле-Спутник. – 2007. – № 2–5.
6. Халиль Г. Проблемы внедрения телевидения высокой четкости и новых поколений телевизионного вещания в странах Ближнего Востока / Г. Халиль, М. Хусайн // VII Международная конференция по телекоммуникациям и телерадиовещанию. – 21–23 октября 2009, Киев. – Киев : Экспоплаза, 2009. – С. 40.
7. Михайлов С. А. Состояние и перспективы внедрения новейших систем цифрового вещания в мире, в странах Ближнего Востока, на Украине / С. А. Михайлов, М. Хусайн // Матеріали IV Міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми телекомунікацій» Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». Інститут телекомунікаційних систем, НДІ телекомунікацій. 20–23 квітня 2010, Київ. – Київ, 2010. – С. 28.
8. Мамаев Н. Внедрение цифрового наземного вещания в ряде стран Европы / Н. Мамаев // 625. – 2002. – № 4. – С. 18–25.
9. Песков С. Н. Антенна на дачу / С. Н. Песков, Е. Н. Мельникова // Теле-Спутник. – 2014. – № 6. – С. 62–67.
10. Песков С. Н. Расчет зоны покрытия для цифрового эфирного вещания DVB-T/H. Часть 1. Понятие зоны покрытия для цифрового вещания. Минимальная напряженность электрического поля / С. Н. Песков // Теле-Спутник. – 2008. – № 5. – С. 16–19.
11. Песков С. Н. Дальность эфирного приема / С. Н. Песков // Теле-Спутник. – 2009. – № 10 – С. 34–38.
12. Песков С. Н. Аналитические методы расчета напряженности поля, создаваемой передатчиком / С. Н. Песков // Теле-Спутник. – 2008. – № 10. – С. 94–97.
13. Песков С.Н. Расчет напряженности поля, создаваемой передатчиком. Часть 1. Кривые распространения / С. Н. Песков, А. Н. Подолянова // Теле-Спутник. – 2008. – № 8. – С. 80–83.
14. Локшин М. Основы планирования наземных сетей телевизионного и ОВЧ-ЧМ вещания. Зоны обслуживания радиостанций / М. Локшин // Broadcasting – 2006. – № 4. – С. 28–31.
15. Песков С. Н. Расчет зоны покрытия для цифрового эфирного вещания DVB-T/H. Часть 2. Сетевое планирование для DVB-H вещания передатчиком / С. Н. Песков // Теле-Спутник. – 2008. – № 6. – С. 14–20.
16. Final Acts of the Regional Radiocommunication Conference for planning of the digital terrestrial broadcasting service in parts of Regions 1 and 3, in the frequency bands 174–230 MHz and 470–862 MHz (RRC-06) – Geneva – 2006.
17. Смирнов А. В. Цифровое телевидение: от теории к практике / А. В. Смирнов, А. Е. Пескин. – М. : Горячая линия-Телеком, 2005. – 352 с.
18. Омелянюк И. В. Модель цифровой радиовещательной сети DVB-T / Н на базе IP технологий. Первые практические результаты в Киеве / И. В. Омелянюк // 625, UA. Информационно-технический журнал. – 2006. – № 8. – С. 52–54.
19. Цифрове ефірне телебачення України [Електронний ресурс] офіц. сайт. – URL: http://www.efirt2.tv/index_ukr.html.
20. Методика определения зоны обслуживания одиночной передающей станции наземного цифрового ТВ-вещания стандарта DVB-T2 / Федеральное государственное унитарное предприятие «Научно-исследовательский институт радио». – М., 2014. – 140 с.
21. Об утверждении методики расчета зоны обслуживания РЭС наземного цифрового телевизионного вещания стандарта DVB-T2 для фиксированного приема в полосах частот 174–230 МГц и 470–790 МГц (14-26-10) / Решение Государственной комиссии по радиочастотам от 22 июля 2014 г. № 14–26–10. – М., 2014.

Стаття надійшла до редакції 19.09.2016.

Після доробки 01.02.2017.

Красовская Ю. А.¹, Магро В. І.²

¹Магістр Государственного высшего учебного заведения «Национальный горный университет», сотрудник телеканала Приват ТВ Днепро – «9 канал», Днепро, Украина

²Канд. физ.-мат. наук, доцент, доцент кафедры прикладной и компьютерной радиопрофизики, Днепропетровский национальный университет, Днепро, Украина

ВНЕДРЕНИЕ ЦИФРОВОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ DVB-T2 НА 9 КАНАЛЕ В ГОРОДЕ ДНПРО

Актуальность. Решена задача перехода регионального телевизионного канала с аналогового вещания на цифровое вещание.

Цель работы – выявление и преодоление трудностей локального перехода на цифровое телевидение стандарта DVB-T2 на примере обычной региональной телекомпании.

Метод. Предложено два уровня перехода регионального телевизионного канала с аналогового вещания на цифровое вещание. Первый уровень включает в себе выбор оптимального формата видеоизображения для вещания в стандартах DVB-T2 и HDTV, а также два варианта замены оборудования телеканала, которые могут обеспечить цифровое наземное телевидение второго поколения и цифровое наземное телевидение высокой четкости. Наличие двух вариантов замены оборудования обусловлено ограниченностью средств, которые телекомпания может выделить на протяжении короткого временного интервала на техническое перевооружение. На втором уровне, уровне города, рассчитано реальную дальность покрытия цифрового вещания и предложены методы для его достижения.

Результаты. На примере обычной региональной телевизионной компании показана методика перехода с аналогового вещания на цифровое вещание. Расчеты, проведенные на примере телеканала Приват ТВ Днепро – «9 канал» города Днепро показали, что существующая аналоговая система фиксирования, обработки и транспортирования видеоизображения на региональном телеканале потребует полной замены оборудования. В зависимости от объема финансов, которые выделяются на техническое перевооружение, предложено два пути замены оборудования. Расчеты показали, что минимально удовлетворительное покрытие цифровым телевизионным сигналом в г. Днепро обеспечивается на расстоянии около 65 км. Впрочем, качество цифрового телевидения на границе зоны покрытия не обеспечивается в полной мере из-за неудовлетворительной напряженности поля в точках наибольшей удаленности от телевизионного центра.

Выводы. Разработана методика перехода регионального телевизионного канала с аналогового вещания на цифровое вещание. Ее можно рекомендовать для применения на практике с учетом местных особенностей на других региональных каналах Украины.

Ключевые слова: цифровое телевидение, стандарт DVB-T2, HDTV, разрешение, покрытие, телевизионное оборудование.

Krasovska Y. O.¹, Magro V. I.²

¹Master of the State Higher Educational Institution «National Mining University», TV employee of «Private TV Dnipro – «Channel 9», Dnipro, Ukraine

²Associate Professor, Associate Professor of Department of Applied and Computer Radiophysics, Dnipropetrovsk National University, Dnipro, Ukraine

INTRODUCTION OF DIGITAL TELEVISION OF DVB-T2 ON THE 9 CHANNEL IN THE DNIPRO CITY

Context. The problem of the regional television channel transition from analogue broadcasting to digital broadcasting has been solved.

Objective is to identify and overcome the difficulties of the local transition to digital television standard DVB-T2 on the example of the usual regional television company.

Method. A two-level transition of the regional TV channel from analog to digital broadcasting is proposed. The first level includes the election of the best video format for broadcasting in the DVB-T2 standard and HDTV, as well as two options for replacing the television equipment that can provide digital terrestrial second generation digital terrestrial television and high definition television. The two options for replacing equipment are due to the limited funds that can allocate TV company for a short time interval on the technical re-equipment. At the second level, the city level to calculate the real range of coverage of digital broadcasting and the proposed methods of achieving it.

Results. In this example, the technique of the transition from analogue to digital broadcasting for usual regional television companies is shown. Calculations carried out on the example of TV Private TV Dnipro – «Channel 9», the city Dnipro showed that the existing analogue system fixing, processing and transportation of the video on the regional TV channel will require the complete replacement of the equipment. Depending on the volume of finances allocated for modernization, two ways of replacing equipment are suggested. Calculations showed that minimally satisfactory coverage of digital TV in the city Dnipro provided at a distance of about 65 km. However, the quality of digital television on the verge of coverage is not provided in full by poor field strength at the point of maximum distance from the TV center.

Conclusions. The method of transition of the regional TV channel from analogue broadcasting to digital broadcasting has been developed. It can be recommended for use in practice, considering local conditions in other regional channels in Ukraine.

Keywords: digital TV, DVB-T2 standard, HDTV, resolution, coverage, television equipment.

REFERENCES

1. Makoveenko D. A., Husajn Maen Issledovanie propusknoy sposobnosti standarta tsifrovogo televideniya vtorogo pokoleniya DVB-T2, *Tsifrovie tehnologii*, 2009, No. 6, pp. 27–32.
2. Husajn Maen. Oblasti primeneniya metodov obrabotki izobrazheniy visokoy chetkosti, *Holodilnaya tehnika i tehnologiya*, 2010, No. 3, pp. 74–77.
3. Halil G., Husajn M. Problemi i perspektivi vnedreniya tsifrovogo televideniya visokoy chetkosti, *Tsifrovie tehnologii*, 2007, No. 1, pp. 49–57.
4. Husajn Maen, Osharovskaja E. V. Sovremennoe sostojanie razvitiya metodov dostavki televizionnih signalov, *Materialy Mignarodnoji naukovopraktichnoji konferencii «Tehnologii tsifrovogo movlennya: Strategiji vprovadgeniya»*, 24–25 chervnya 2010, Odesa. Odesa, 2010, pp. 78–82.
5. Peskov S. N., Kolpakov I. A. Rekomendatsii po vnedreniu DVB efirnogo vetchaniya, *Tele-Sputnik*, 2007, No. 2–5.
6. Halil G., Husajn M. Problemy vnedreniya televideniya visokoy chetkosti i novih pokoleniy televizionnogo veschaniya v stranah Blignego Vostoka, VII Megdunarodnaya konferentsiya po telekommunikatsiyam i teleradiovatschaniu. 21–23 oktyabrya 2009, Kiev. Kiev, Ekspoplaza, 2009, pp. 40.
7. Mihailov S. A. Husajn Maen Sosoyanie i perspektivi vnedreniya noveyshih system tsifrovogo veschaniya v mire, stranah Blignego Vostoka, *na Meterialy IV Mignarodoi naukovopraktichnoji konferencii «Problemi telekommunikatsij» Natsionalnogo tehničnogo univrsitetu Ukraini «Rijivskiy politehničnij institute»*. Institut telekommunikatsijnih system, NDI telekommunikatsij. 20-23 kvitnij 2010, Kijiv. Kijiv, 2010, pp. 28.
8. Mamaev N. Vnedrenie tsifrovogo nazemnogo veschaniya v ryade stran Evropy, *625*, 2002, No. 4, pp. 18–25.

9. Peskov S. N., Melnikova E. N. Antenna na dachu, *Tele-Sputnik*, 2014, No. 6, pp. 62–67.
10. Peskov S. N. Raschet zoni pokritiya dlya tsifrovogo efirnogo veshchaniya DVB-T/H. Chast 1. Ponyatiya zony pokritiya dlya tsifrovogo veshchaniya. Minimalnaya napryazhennost elektricheskogo polya, *Tele-Sputnik*, 2008, No. 5, pp. 16–19.
11. Peskov S. N. Dalnost efirnogo priyoma, *Tele-Sputnik*, 2009, No. 10, pp. 34–38.
12. Peskov S. N. Analiticheskie metody rascheta napryazhennosti polya, sozdavaemogo peredatchikom, *Tele-Sputnik*, 2008, No. 10, pp. 94–97.
13. Peskov S. N., Podolyanova A. N. Raschot napryazhonnosti polya, sozdavayemoy peredatchikom. Chast' 1. Krivyie rasprostraneniya, *Tele-Sputnik*, 2008, No. 8, pp. 80–83.
14. Lokshin M. Osnovi planirovaniya nazemnykh setey televizionnogo i OVCH-CHM veshchaniya. Zony obsluzhivaniya radiostantsiy, *Broadcasting*, 2006, No. 4, pp. 28–31.
15. Peskov S. N. Raschet zony pokritiya dlya tsifrovogo veshchaniya DVB-T/H. Chast 2. Setevoye planirovanie dlya DVB-H veshchaniya peredatchikom, *Tele-Sputnik*, 2008, No. 6, pp. 14–20.
16. Final Acts of the Regional Radiocommunication Conference for planning of the digital terrestrial broadcasting service in parts of Regions 1 and 3, in the frequency bands 174-230 MHz and 470-862 MHz (RRC-06). Geneva – 2006.
17. Smirnov A. V., Peskin A. E. Tsifrovoe televidenie: ot teorii k praktike. Moscow, Gorjachaja liniya – Telekom, 2005, 352 p.
18. Omel'januk I.V. Model tsifrovoy radiovetschatelnoy seti DVB-T / H na baze IP tehnologiy. Pervii prakticheskie rezultati v Kieve, 625, *UA. Informatsijno-tehnicheskij gurnal*, 2006, No. 8, pp. 52–54.
19. Tsifrove efirne telebachennya Ukraini [Elektronicheskoye resurs] ofits. sait. – URL: http://www.efirt2.tv/index_ukr.html.
20. Metodika opredeleniya zony obsluzhivaniya odinochnoy peredayushchey stantsii nazemnogo tsifrovogo TV-veshchaniya standarta DVB-T2 / Federal'noye gosudarstvennoye unitarnoye predpriyatiye «Nauchno-issledovatel'skiy institut radio». – M., 2014. – 140 s.
21. Ob utverzhdenii metodiki raschota zony obsluzhivaniya RES nazemnogo tsifrovogo televizionnogo veshchaniya standarta DVB-T2 dlya fiksirovannogo priyoma v polosakh chastot 174-230 MGts i 470-790 MGts (14–26–10) / Resheniye Gosudarstvennoy komissii po radiochastotam ot 22 iyulya 2014 g. № 14–26–10. – M., 2014.