

УДК 621.391

А.В. Івашук, канд. тех. наук, Т.М. Наритник, канд. тех. наук, О.І. Сахневич, Ю.І. Якименко, д-р техн. наук

Особливості активних автономних ретрансляторів для синхронних мереж телемовлення стандарту DVB - T

Представлены результаты анализа и подходы по созданию для Национальной сети цифрового наземного эфирного телевидения стандарта DVB-T автономных ретрансляторов с выходной мощностью до 25 Вт, которые смогут обеспечить качественный телевизионный сигнал в населенных зонах неуверенного приема, в зонах радиотени. С использованием новых схемотехнических решений, в области микроволновой электроники и телекоммуникаций, а также солнечной энергетики можно достичь обслуживания отдельных населенных пунктов при минимальных затратах на функционирование и энергопотребление. Такие активные ретрансляторы создадут условия для покрытия всей территории Украины услугами многоканального телевидения приемлемого качества.

The work describes the results of analysis and approaches to creating a national network of digital terrestrial television broadcasting standard DVB-T stand-alone repeater with an output power 25 watts, which can provide high-quality TV signal in populated areas of an uncertain reception or in areas of radioshadow. Using the new circuit solutions in the field of microwave electronics and telecommunications, as well as solar energy can be achieved by maintenance of individual settlements with minimal performance and energy consumption. These active transponders will create conditions to cover the entire territory of Ukraine by multichannel television services of acceptable quality.

Ключевые слова: *цифровое телевидение, синхронная зона, ретранслятор, автономное гарантированное питание, фотоэлектрические модуль, солнечные элементы.*

Вступ

Системы наземного эфирного цифрового мовлення використовують модуляцію COFDM (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing) і застосовують захисний інтервал між символами, що передаються послідовно, внаслідок чого є можливість приймати разом з основним (корисним) сигналом, також ті сигнали, що запізнюються, (наприклад, відбитих від перешкод

на місцевості) в тому випадку, якщо величина запізнювання не перевищує значення захисного інтервалу. Організована таким чином мережа передавальних станцій, що синхронно працюють на одній частоті і передають один і той же мультиплекс, яку називають одночастотною мережею (Single Frequency Network, SFN), прийнята в Україні для впровадження наземного ефирного цифрового телемовлення [1 - 3].

Одночастотна мережа, як правило, будується з декількох станцій меншої потужності в порівнянні з потужністю одиночної передавальної станції, потрібної для обслуговування такої ж території. Ці станції розміщують на антенних опорах порівняно невеликої висоти і вони є, у разі автономного електроживлення, переважно необслуговуваними.

Підвищення відсотка місць упевненого приймання сигналу в одночастотній мережі в порівнянні з прийомом сигналу від однієї передавальної станції особливо помітно у випадку пересіченої місцевості або міської висотної забудови, коли наявність декількох корисних сигналів, які приходять з різних напрямів, дозволяє компенсувати негативний ефект від ослаблення одного або декількох з них перешкодами на місцевості. [4]

Разом з тим повністю виключити локальні зони невпевненого прийому і зони тіні в одночастотних зонах телемовлення не вдається. Тому, для забезпечення якісного сигналу в локальних зонах невпевненого прийому, в зонах тіні, для обслуговування окремих населених пунктів у моделі національної DVB-T передбачено використовувати активні автономні ретранслятори.

Основна частина

Загалом, ретранслятори, які можуть бути як активними, так і пасивними, розташовують на відстані прямої видимості від центральної передавальної станції і їх призначено для приймання сигналів, їх підсилення і подальшого перевипромінювання.

Як правило, приймання і передавання сигналів на активних ретрансляторах повинні проводитися на різних частотах для усунення паразитних зв'язків у прийомо-передавачах внаслідок впливу зворотного випромінювання

близько розташованих приймальних та передавальних антен.

Проте, в одночастотних мережах приймання і передавання сигналів здійснюється тільки на одній частоті, тому, проблема паразитних зв'язків в прийомо-передавачах значно ускладнюється. [5]

В цілому, активний ретранслятор практично має виконувати ті ж функції, що й потужний передавач одночастотної мережі SFN, а саме:

- приймати антеною контент, що передається головною станцією розподільної мережі;
- виконувати ремультимплексування телевізійних програм згідно з вимогами, що визначені для даного місця розташування;
- модулювати вихідний сигнал відповідно з прийнятою технологією;
- синхронізувати свій вихідний сигнал, спираючись на сигнал GPS та сигнали керування, що надходять від головної станції;
- підсилювати потужність вихідного сигналу і спрямовувати його через передавальну антену в зону обслуговування ретранслятора.

Одними із головних проблем при створенні активних ретрансляторів є забезпечення гарантованого автономного живлення та необхідної ізоляції (до 80 дБ) між виходом і входом ретранслятора, оскільки може виникнути петля додатного зворотного зв'язку, внаслідок чого припиняється нормальна робота ретранслятора.

На рис. 1 наведено структурну схему активного ретранслятора з GPS синхронізацією та компенсацією сигналів відлуння і використанням у розподільній мережі радіорелейної лінії між головною станцією та передавачами синхронної мережі телемовлення DVB-T. Завдяки впровадженню технологій приглушення сигналів відлуння, які дають можливість підвищити ізоляцію вихід-вхід ретранслятора, можна розширити зону обслуговування.

Блок попереднього підсилення та синхронізації, який використовує отриманий від приймача GPS опорний сигнал часу, реалізує синхронізацію з мережею SFN, в такому випадку похибка узгодження часу буде менша 200 (двохсот) нс.

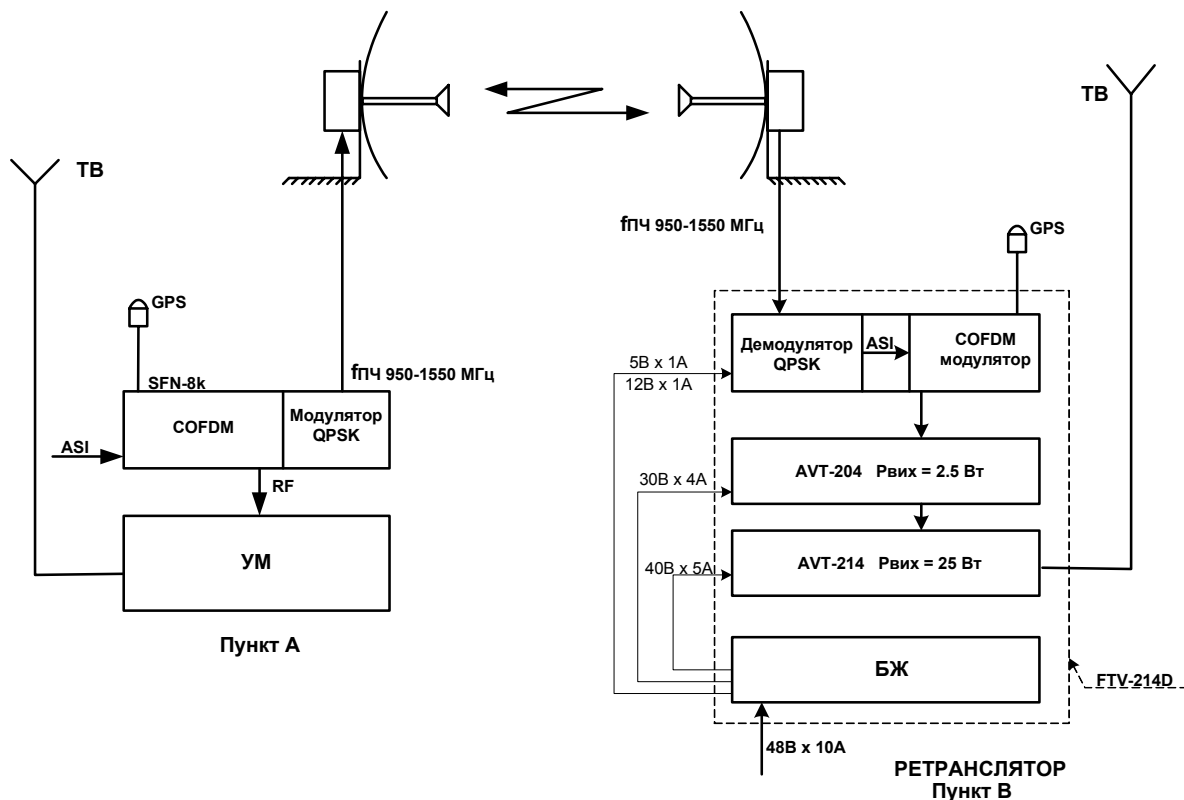


Рис. 1. Структурна схема активного ретранслятора з використанням в розподільній мережі радіорелейної лінії між головною станцією та передавачами синхронної мережі телемовлення DVB-T

На рис. 2 наведено загальну схему автономного ретранслятора прямого підсилення. Такий ретранслятор забезпечує мінімальну затримку сигналу й містить такі складові складові частини:

- Приймальну антену з вхідним блоком попередньої фільтрації, підсилення та автоматичного регулювання потужності;
- Передавальну антену з вихідним блоком прикінцевого підсилення, фільтрації та автоматичного регулювання його вихідної потужності;
- З'єднувальну лінію між блоками, яка забезпечує передавання сигналу та їх живлення;
- Блок гарантованого автономного живлення.
- Блок автономного гарантованого живлення складено з таких частин:
 - Трисекційного сонячного фотоелектричного модуля з автоматичною орієнтацією на Сонце, що складається з 3-х панелей, укладених у каркас з алюмінієвого профілю. Панель є фотоелектричним генератором, що складається зі скляної плити, з тильного боку якої між двома шарами герметизуючої (ламініуючої) плівки розміщені сонячні елементи, електрично з'єднані між собою металевими шинами. Нижній шар герметизуючої

плівки захищений від зовнішніх впливів шаром захисної плівки. До внутрішньої сторони корпусу модуля прикріплено блок терміналів, під кришкою якого розміщено електричні контакти, призначені для підключення модуля.

- Пристрою накопичення і перетворення енергії з контролером заряду. Незважаючи на те, що вартість контролера заряду становить менше 0,5% від загальної вартості системи живлення, він відіграє ключову роль в забезпеченні ефективності роботи фотоелектричної системи (ФЕС), оскільки охороняє акумуляторні батареї від перезаряду й глибокого розряду. Застосування такого «розумного» контролю не тільки подовжує термін служби батареї, а й дозволяє більш ефективно використовувати енергію, отриману від сонячного модуля. Приріст ефективності – близько 15 – 20 %.

- Батареї акумуляторів.

Вихідна потужність блоку автономного гарантованого живлення становить до 500 Вт за напруги 50 В. Використання новітніх технологій виготовлення ФЕС збільшило їх ресурс, і, тепер він становить понад 25 років, хоча й призводить до зменшення ККД, але не більш ніж на 20%.

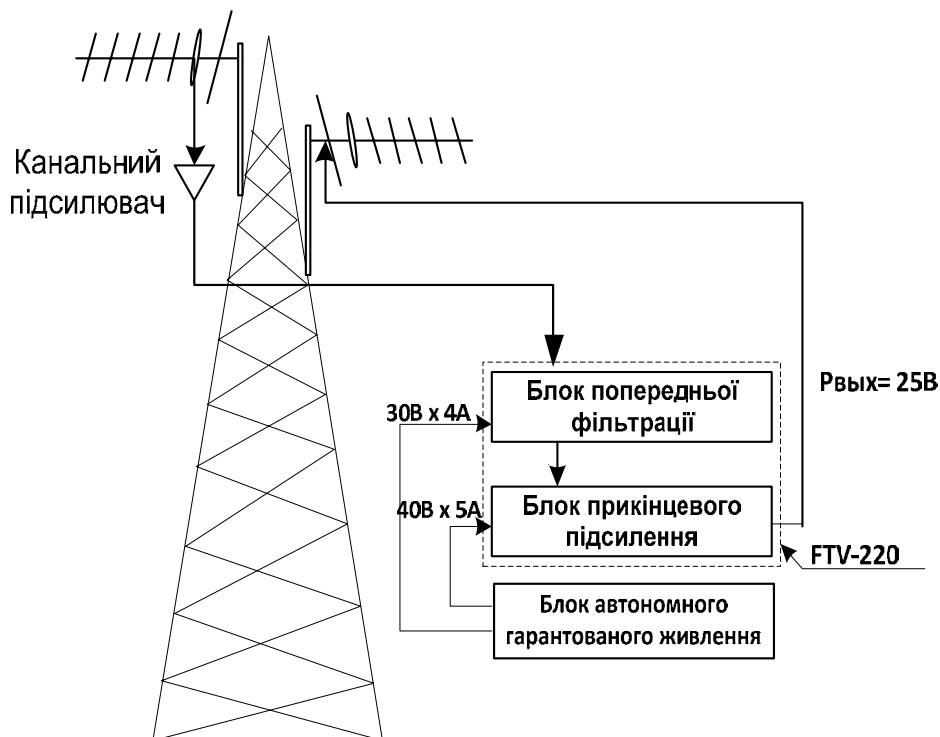


Рис. 2. Схема автономного ретранслятора прямого підсилення для мереж цифрового ефірного телемовлення DVB - T

Фактором, що обмежує вихідну потужність ретранслятора такого типу, залишається рівень досягнутої ізоляції між його входом та виходом.. Для даної вхідної потужності (яку визначають шляхом обчислення з урахуванням зворотного зв'язку) її необхідний рівень зростає як лінійна функція вихідної потужності. Шляхом збільшення спрямованості передавальної та приймальної антен за рахунок оптимального вибору конкретного місця розташування антен та їх просторового рознесення можна досягти необхідної (до 80 дБ) величини ізоляції. Крім цього, при виборі місця розташування ретранслятора потрібно враховувати, щоб приймальна антена знаходилась у прямій видимості від передавача, який забезпечує ретранслятор інформаційним сигналом.

Висновки

Активні автономні ретранслятори прямого підсилення з використанням сонячних фотоелектричних модулів мають безсумнівну перевагу перед іншими типами ретрансляторів, внаслідок їх високої ефективності під час експлуатації та незначних енерговитратах.

Схема активного ретранслятора з GPS синхронізацією, компенсацією сигналів відлуння та використанням в розподільній мережі радіорелейної лінії є більш складною та енерговитратною і з врахуванням умов поширення радіосигналів менш привабливою для реалізації, ніж схема активного автономного ретранслятора прямого підсилення.

Результати проведеного аналізу науково-технічної проблеми та запропоновані підходи щодо створення активних автономних ретрансляторів з вихідною потужністю до 25 Вт з використанням нових схемотехнічних рішень і досягнень в галузі сонячної енергетики можуть бути застосовані для планування та оперативного розгортання синхронних мереж цифрового ефірного наземного телемовлення стандарту DVB - T.

Література

1. *Наритник Т.Н.*, Казмиренко В.Я. Некоторые аспекты развертывания сети DVB-T. Научно-техническая конференция «Проблемы телекоммуникаций»-25-27квітня 2007р.-Київ, збірник тез НТТУ."КПІ"., С. 34
2. *Наритник Т.Н.*, Волков В.В. Особенности развертывания сети наземного эфирного телевизионного вещания в стандарте DVB-T. Материалы 17-ой Международной Крымской конференции КрыМиКо'2007 «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии», 8-12 сентября, 2007, Севастополь, Крым, Украина, 2007. – С. 301–302
3. *Ильченко М.Е.*, Наритник Т.Н., Волков В.В. и др. Опыт внедрения и современные тенденции развития технологий в цифровом эфирном вещании стандарта DVB-T.- 4-а Міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми телекомуникацій».- 20-23 квітня, 2010, м.Київ. С. 355–257
4. *Наритник Т.Н.*, Волков В.В., Сахневич А.П. Методика расчета номинальной мощности передатчиков цифрового вещания. 4-а Міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми телекомуникацій» 20-23 квітня, 2010, м.Київ. С. 362–363
5. *Наритник Т.Н.*, Ильченко М.Е., Волков В.В. Современное состояние, опыт внедрения и тенденции развития технологий в цифровом эфирном вещании стандарта DVB-T. Материалы 20-ой Международной Крымской конференции КрыМиКо'2010 «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии», 13 - 17 сентября, 2010, Севастополь, Крым, Украина, 2010, С. 57.