

Корисна модель відноситься до спеціальної техніки зв'язку, що забезпечує передачу та прийом даних по каналах радіозв'язку.

У сучасному світі постійно зростає інтерес до отримання доступу до інформаційних ресурсів телевізійного мовлення, міжнародної комп'ютерної мережі Інтернет та інших. Усі системи доступу, як правило, базуються на службах передачі даних із використанням тих чи інших технологій (протоколів передачі).

На сьогодні існує багато технологій передачі даних, що забезпечують як доступ до Інтернет, так і інші послуги інформаційного обміну. Ряд систем забезпечує крім послуг передачі комп'ютерних даних, також і послуги телевізійного мовлення. Ці системи, як правило, базуються на протоколі DVB-S в прямому каналі і на різних модифікованих протоколах - в зворотному.

До таких систем можна віднести зарубіжні LVDS, LMDS із використанням технології DVB; MMDS, що в прямому каналі для передачі даних використовує модифіковану технологію docsis, та інші. Безпроводові системи 802.11 (Radioethernet), надаючи послуги по передачі комп'ютерних даних, не призначені для надання послуг телевізійного мовлення.

Технологія WiMAX, призначена для передачі даних, в тому числі мовлення через IP. Наявні на сьогодні системи WiMAX мають не досить значний каналний ресурс та апаратно не реалізовані для надання послуг телевізійного мовлення в форматі MPEG-2.

Технологія WiMAX використовує протокол мультисервісного доступу, визначений стандартом 802.16-2004. Радіоінтерфейс такої системи дозволяє реалізувати підвищену завадозахищеність в умовах впливу луна-сигналів (релеєвський розподіл завади та розподіл Райса).

Вітчизняна система MITPIC-IHT [1], що приймається в якості прототипу, надає послуги доступу до служб, що базуються на передачі даних, а також до послуг телевізійного мовлення. В напрямку до абонента використовується канал DVB-S, а від абонента - канал, реалізований по спеціально розробленому протоколу із доступом за технологією TDMA на фізичному рівні.

Доступ до послуг телевізійного мовлення та до послуг передачі даних забезпечується використанням в прямому каналі багаточастотного передавача, що базується на формувачах радіоканалів, що формують транспортний потік стандарту MPEG-2, модуляторів несучої в форматі DVB-S та лінійного тракту, який забезпечує параметри радіоканалу (потужність, стабільність, об'єднання радіоканалів і т.д.).

Значний розмір зон обслуговування MITPIC-IHT із використанням каналу DVB-S дозволяє обслуговувати просторово віддалених користувачів у радіусі до 50-60км. Основні позитивні характеристики версій системи MITPIC при наданні послуг передачі даних та доступу в Інтернет, зокрема:

- Швидкість розгортання системи;
- Велике охоплення користувачів з мінімальними витратами на комунікації;
- Можливість прийняття абонентами інформаційних потоків зі швидкостями до 34Мбіт/сек у прямому і до 2,5Мбіт/сек у зворотному каналах і більше;
- Простота інтеграції на радіоканалах із засобами безпроводового і супутникового зв'язку;
- Велика інформаційна ємність;
- Низька вартість розгортання;
- Низька вартість по критерію ціна/якість (ціна обладнання, розгортання/швидкість доступу, число абонентів);
- Можливість поетапного нарощування кількості абонентів [2].

До недоліків слід віднести в першу чергу те, що в наземному зв'язку, особливо в умовах великого міста, модель каналу може суттєво відрізнятися від Гаусового і канал з деякою імовірністю може виявитися поражений завадою, наприклад, релеєвського чи райсового типу, для боротьби із якими канал DVB-S засобів не має.

Система MITPIC-IHT забезпечує передачу та прийом даних та телебачення по каналах радіозв'язку. Центральна станція такої системи включає в себе каналотворююче обладнання та обладнання організації зони обслуговування і на базі її створена підсистема DVB-S центральної станції MITPIC-UMDS.

Для вирішення проблем, зв'язаних із указаними недоліками системи MITPIC-IHT, в заявленому технічному рішенні до складу центральної станції вводиться підсистема WiMAX, що базується на засобах системи WiMAX і таким чином реалізуються як переваги WiMAX, так і MITPIC-IHT - висока канална ємність, значний розмір зони обслуговування, значний каналний ресурс (до 800Мбіт/с) в прямому каналі, ефективність функціонування в умовах мегаполісу.

В каналі мережі WiMAX [3, 4, 5], що реалізує стандарт 802.16, передбачені механізми боротьби із завадами типу Райса, Релея. Крім того в цій системі передбачені механізми ефективного використання ресурсу, захисту та низка засобів підвищення надійності передачі, контролю за обладнанням, в тому числі і абонентським.

Для порівняння приведемо експлуатаційні характеристики системи WiMAX в діапазоні 5ГГц:

Система (комплекс) WiMAX складається із базових станцій, кожна із яких обслуговує окремий просторовий сектор, число яких може досягати 6-ти.

Максимальне число абонентських станцій в 6-ти секторах - не більше 1200.

Максимальна швидкість на один канал (один сектор) при використанні типу модуляції та швидкості кодування KAM-64, 3/4 - 37Мбіт/с при роботі однієї абонентської станції в каналі. При цьому дальність може бути забезпечена до 7... 10км. При BPSK, 1/2, що забезпечує дальність до 30км, швидкість на один канал (сектор) складе біля 4Мбіт/с.

Для порівняння відмітимо, що при роботі однієї абонентської станції в каналі MITPIC-IHT, їй може бути надана швидкість до 37Мбіт/с, причому таких каналів може бути організовано до 20 одночасно функціонуючих. При цьому забезпечується дальність більше 50...60км (в залежності від висоти підйому антенної системи). В принципі одному абоненту може бути наданий і весь ресурс (біля 800Мбіт/с). Максимальне число абонентів може скласти до 100 000 в усіх секторах, число яких може досягати 12.

Задачею даної корисної моделі є створення на базі центральної станції системи-прототипу MITPIC-IHT

центральної станції, що дозволяє надавати в зону обслуговування послуги телевізійного мовлення та послуг передачі даних при реалізації переваг системи WiMAX при канальній ємності, ресурсі та розмірі зони обслуговування системи MITPIC-INT. При цьому забезпечується можливість використання абонентських станцій різних конфігурацій в залежності від запрошених абонентом послуг і, як результат, зниження в середньому вартості абонентської станції в мережі.

Зазначена задача вирішується тим, що

- до складу центральної станції мікрохвильової інтегрованої телерадіоінформаційної системи (Фігура 1), яка включає в себе підсистему DVB-S 1, що містить принаймні один передавально-приймальний ствол, що включає в себе передавач 6, вихід якого підключений до передавальної антени 3, та приймальний тракт 4, вхід якого підключений до приймальної антени 2, а вихід до порта сервера підсистеми DVB-S, і який складається із приймального конвертора 5, вхід якого є входом приймального тракту, а вихід приєднаний до входу блока подільника 7, виходи якого підключені до входів блоків демодуляції, і комп'ютер, до якого підключені блоки демодуляції по цифровому порту, введена підсистема WiMAX 10, що включає від однієї до M секторних антен 11, до яких підключені n базових станцій WiMAX 12, де n - може приймати значення рівне M, або перевищувати його. В останньому випадку сектор обслуговується кількома базовими станціями WiMAX, які підключені до порта комп'ютера (сервера) підсистеми WiMAX і сервер центральної станції 14, до якого підключені сервери підсистем і який по цифровому порту (наприклад, Ethernet 1000/100) має доступ до зовнішньої мережі.

Цей сервер виконує наступні функції:

- комує дані зворотного каналу в сервер джерела інформації;

- комує інформаційні дані для абонентів підсистем WiMAX та DVB-S в прямий канал підсистеми, яка задається системою керування;

- забезпечує передачу даних між абонентами різних секторів.

Вказане технічне рішення приводить до того, що ресурс підсистеми DVB-S може надаватись абонентським станціям, що ініціалізовані в обох підсистемах.

Передавач 6 формує канал передачі в стандарті DVB-S засобами формувачів телевізійного радіосигналу та введення в канал цього ж стандарту комп'ютерних даних (доступ в Інтернет, IP телефонії, інших служб передачі даних) та виконує лінійну обробку сформованого радіосигналу (нормування потужності, спектру та ін.)

Таким чином з'являється можливість підвищити число абонентів, які можуть бути підключені, за рахунок використання ресурсу більшого числа систем WiMAX, збільшення пропускної здатності в прямому каналі, що надається одному абоненту, за рахунок використання частини канального ресурсу, виділеного для служби телевізійного мовлення, що надається підсистемою DVB-S при забезпеченні загальної дальності системи-прототипу, підвищення комерційної цінності пакету телевізійних програм, що надаються в зону обслуговування.

З'являється можливість надавати послуги абонентам в умовах гаусового та релеївського каналу (в умовах великого міста, що характеризується наявністю зон радіотіні та зон із поразенням луна-сигналами).

З'являється можливість надання послуг підвищеної якості за рахунок збільшення швидкості до абонента при використанні частини телевізійного ресурсу, як вказано вище.

Ресурс, виділений для служби телевізійного мовлення, може бути досить значним - в смузі 800МГц при однократному використанні частот може бути розміщено до 180...200 телевізійних програм. Без обмеження інформативності частина частотного ресурсу підсистеми DVB-S може бути надана для передачі даних, доповнюючи ресурс підсистеми WiMAX.

З'являється можливість формування потрібних пакетів програм телебачення для надання абонентам в зоні обслуговування.

Підключення абонентських станцій до ресурсу тієї чи іншої підсистеми визначається та реалізується оператором в залежності від умов контракту.

Таким чином до відмітних від прототипу ознак запропонованої системи відносяться додатково введені в центральну станцію базові станції, що підтримують протокол 802.16-2004 (технологія WiMAX) і створюють підсистему WiMAX; введений сервер доступу, що виконує додаткові (порівняно із прототипом) функції - комутацію даних в прямий канал визначеної оператором підсистеми.

Базові станції WiMAX можуть функціонувати в різних діапазонах і обслуговувати перекриваючі просторові сектори.

Підсистеми WiMAX та DVB-S підключені по каналу Ethernet до порта сервера доступу центральної станції, який має доступ до зовнішньої мережі (Інтернет).

При цьому ресурс підсистеми DVB-S може надаватись абонентським станціям, що ініціалізовані в підсистемі WiMAX.

Сервер доступу забезпечує взаємодію підсистем, виконуючи вказані вище функції.

Прямий канал передачі даних підсистеми DVB-S організується по тій же технології, що і канал надання послуг телевізійного мовлення (введення в транспортний потік інформації, яка повинна передаватись в зону обслуговування; створення відповідного формату каналу, що дозволяє використати одну і ту ж схему модуляції - однотипні модулятори). Це приводить до досить простої схеми розподілу радіосигналу по видах служб.

В такій системі з'являється можливість використання абонентського обладнання, вартість якого залежить від наданої служби і складає орієнтовно (на сьогодні) від 100 до 5000 грн. в залежності від типу служби та її якості.

Це обладнання може надавати послуги абонентам (комп'ютерам в локальній мережі Ethernet) в кількості до кількох десятків в залежності від швидкості передачі.

Запропонована центральна станція MITPIC-UMDS працює наступним чином:

- Надання доступу до послуг телевізійного мовлення.

Реалізується передачею телевізійного трафіку в зону обслуговування. Санкціонований прийом виконується абонентськими приймачами в стандарті DVB-S. Телевізійні програми в цифровому форматі вводяться в транспортний потік MPEG-2 та передаються по каналу стандарту DVB-S на стороні центральної станції за допомогою передавача 6 (Фіг.1), що включає:

блоки формувачів радіоканалу в складі ремультіплексорів (кодерів, мультіплексорів), модуляторів.

лінійний тракт, що забезпечує перетворення частоти, об'єднання окремих радіоканалів в загальний багаточастотний радіоканал, нормування потрібної потужності і т.і.

- Надання доступу до послуг передачі даних.

Дані в прямий канал в підсистемі DVB-S формуються в вигляді кадрів DVB-S за допомогою інкапсулятора в складі передавача 6 (Фіг.1), що підтримує протокол MPE або ULE, дані на вхід якого подаються в форматі Ethernet від сервера 9, модулюються по стандарту DVB-S і після лінійної обробки подаються на вхід антени 3 і випромінюються в зону обслуговування.

В підсистемі WiMAX функції формування формату даних згідно із стандартом 802.16 виконують блок мережевої обробки та модулятор у складі базової станції 12. Модуляційні символи після проходження через лінійний тракт випромінюються в зону обслуговування антеною 2.

АС в цій службі, як правило, несе функції ініціатора запиту доступу за допомогою інформації, переданої по зворотному каналу. Зворотний канал може створюватись засобами підсистеми WiMAX або/і підсистеми DVB-S.

Кожна абонентська станція може бути підключена до однієї із цих підсистем по зворотному каналу при виконанні умов енергетики та необхідних критеріїв на трасі.

По прямому каналу АС може виконувати прийом від будь-якої підсистеми. Таким чином зворотний канал в мережі може бути організований як засобами однієї, так і іншої підсистеми, чи від обох підсистем. Тип приймання визначається типом обладнання АС.

Така система дозволяє планувати послуги абонентам в зоні обслуговування та надавати АС канали в залежності від дислокації, потреби в якості послуг. При цьому вартість обладнання підвищується не дуже значно, і з'являється можливість організовувати мережі корпоративних користувачів (швидкість вище, вартість також дещо вище) і індивідуальних користувачів (набір послуг менше чи швидкість нижче при низькій вартості обладнання).

На Фігурі 2 показаний варіант організації зони обслуговування в 6-ти секторній просторовій конфігурації. Тут розглянуто випадок, коли усі сектори не повністю покриваються зоною обслуговування однієї підсистеми WiMAX (підсистема WiMAX 1), і інша підсистема WiMAX (підсистема WiMAX 2) використовується як для можливості збільшення кількості підключених абонентів, так і для надання послуг в областях, не покритих першою підсистемою (область обслуговування підсистемою WiMAX 2 показана в вигляді візерунчастих трикутників).

Територія, обмежена колом - область покриття передавальною антеною підсистеми DVB-S. Вона покриває усі вищевказані зони обслуговування. Розміщення секторів прийому зворотного каналу підсистеми DVB-S тут не показано і вони можуть бути дислоковані в будь-якому потрібному напрямку.

Виготовлений зразок розробленої авторами системи MITPIC-UMDS має наступні параметри:

Параметри підсистеми MITPIC-DVB-S

Діапазон частот прямого каналу, ГГц - 11,7...12,5

Діапазон частот зворотного каналу, ГГц - 14,5... 15,35 (або 10,15... 10,30; 10,45... 10,60 ГГц)

Рівень сигналу на виході передавача, на один радіоканал, Вт, не більше - 0,1

Смуга одного радіоканалу по рівню мінус 30дБ, МГц - 42

Число телевізійних каналів в одному радіоканалі - до 10

Максимальне число телевізійних каналів, що може надаватись абоненту - 200

Радіус зони обслуговування підсистеми DVB-S - 50...60км

Стандарт в прямому каналі - MPEG-2/DVB-S

Метод доступу до ресурсу, що розподіляється - TDMA;

Інформаційна швидкість в зворотному каналі на одну Абонентську станцію (АС) - від 20Кбіт/с до 2500Кбіт/с;

число АС в каналі - 128 (при в інформаційній швидкості в зворотному каналі на одну АС 20Кбіт/с);

Завадостійкість зворотного каналу становить - $BER=10^{-6}$ при співвідношенні $c/sh=9$ дБ.

Завадостійкість прямого каналу становить - $BER=10^{-10}$ при співвідношенні $c/sh=7$ дБ.

Параметри підсистеми MITPIC-WiMAX

Діапазон частот, МГц - 5650-5725, (або 10,15...10,30; 10,45...10,60 ГГц)

Технологія мультіплексування даних абонентів - TDM

Тип доступу до середовища передачі - TDMA

Метод дуплексування - FDD чи TDD

Максимальна пропускна здатність ствола, Мбіт/с - 37.67 (при 64-QAM, 2/3)

Технологія передачі - OFDM-256

Модуляція - Адаптивна, від BPSK до QAM-64

Завадостійке кодування: Ріда-Соломона/Вітербі

Види модуляції та рівні кодування - BPSK 1/2, QPSK 1/2, QPSK 3/4, 16-QAM 1/2, 16-QAM 3/4, 64-QAM 2/3, 64-QAM 3/4

Смуга сигналу, МГц - 1.75; 3.5; 10

Число абонентських станцій в одному секторі, не більше - 200

Максимальне число секторів - 6

Топологія розміщення абонентських станцій - Довільна

Максимальна дальність зв'язку, км - 50 (при BPSK 1/2)

Засоби шифрування - 3DES / ГОСТ 28147-89

Контроль трафіку - Код CRC

Потужність на виході передавача, ЦС/АС, дБВт - -16...0/-30...0.

Перелік фігур креслення

Фігура 1. Схема центральної станції системи MITPIC-UMDS.

На цій фігурі показано:

- 1 - підсистема DVB-S
- 2 - приймальна антена підсистеми DVB-S
- 3 - передавальна антена підсистеми DVB-S
- 4 - тракт обробки зворотних каналів підсистеми DVB-S
- 5 - понижуючий конвертор лінійного тракту тракту обробки зворотних каналів підсистеми DVB-S
- 6 - передавач підсистеми DVB-S
- 7 - розподільувач тракту підсистеми DVB-S
- 8 - демодулятори підсистеми DVB-S
- 9 - сервер підсистеми DVB-S
- 10 - підсистема WiMAX
- 11 - антени підсистеми WiMAX
- 12 - базові станції підсистеми WiMAX
- 13 - сервер підсистеми WiMAX
- 14 - сервер центральної станції MITPIC-UMDS

Фігура 2. Можлива організація доступу в зону обслуговування.

На цій фігурі показано:

Поверхні в вигляді білих трикутників - області покриття секторними антенами базових станцій підсистеми 1 WiMAX;

Поверхні в вигляді візерунчастих трикутників - області покриття секторними антенами базових станцій підсистеми 2 WiMAX;

Поверхня, обмежена колом - область покриття передавальною антеною підсистеми DVB-S.

Фігура 3. Ілюстрація організації зони обслуговування центральної станції MITPIC-UMDS.

На цій фігурі показано:

Поверхня, обмежена одинарною лінією - зона обслуговування підсистеми WiMAX;

Поверхня, обмежена подвійною лінією - зона обслуговування підсистеми DVB-S і станції в цілому.

Варіант реалізації корисної моделі

Система для обслуговування зони, в якій розміщено велике місто, в якому в радіусі до 7км є висотні будівлі, об'єкти, що створюють області затінення та відбиття електромагнітних сигналів (зона 1, Фігура 3) і в якому дислокована основна кількість абонентів. За межами вказаної зони, як правило, реалізуються за умови відкритої видимості, що характерно для переважного числа міст (зона 2, Фігура 3).

Центральна станція такої системи розгортається по наступній схемі та в наступній конфігурації:

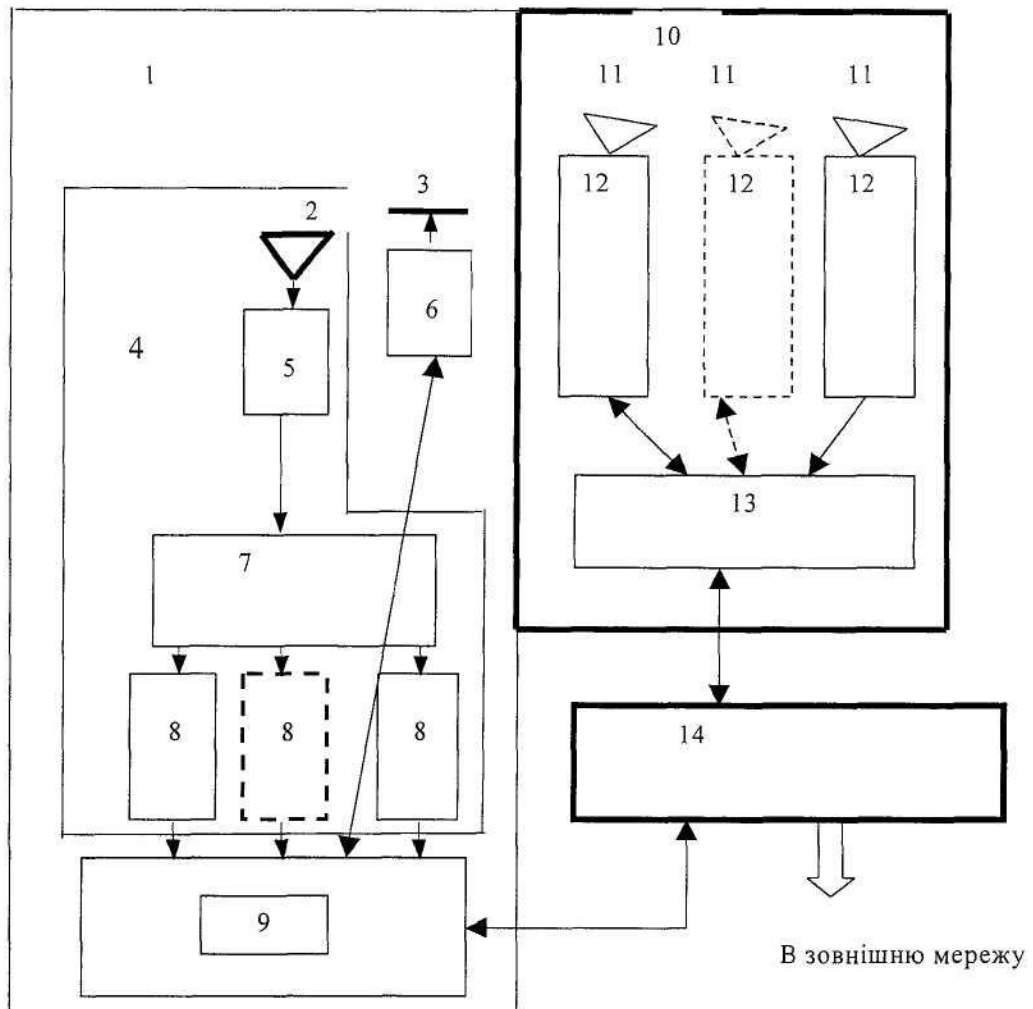
Підсистема WiMAX в конфігурації 64QAM, 3/4, 6 базових станцій (6 секторів) обслуговує зону 1, надаючи до 37Мбіт/с для до 200 абонентів в кожному секторі із загальним можливим числом абонентів в усіх секторах до 1200; підсистема передачі даних DVB-S в конфігурації QPSK, 5/6, 12 секторів обслуговує зону радіусом до 60км із використанням частотного ресурсу 200Мбіт/с із трьохкратним повтором частот, в тому числі і зону 1, де виконується умова прямої видимості, надаючи швидкість до 0,5Гбіт/с із можливістю підключення до 25 000 абонентських станцій. В число підключених АС можуть входити і абоненти підсистеми WiMAX в зоні 1 (Фігура 3) в умовах прямої видимості. Цим абонентам надається швидкість вища, ніж безпосередньо підсистемою WiMAX. Так в одному секторі абоненти підсистеми WiMAX можуть отримати доступ на середній швидкості до 185Кбіт/с, а підключення частини ресурсу підсистеми DVB-S може дозволити підвищення швидкості до одиниць МГц/с для абонентів, що мають в цьому потребу.

Послуги телебачення надаються в зону обслуговування 1 та 2 в кількості телевізійних програм до 100...110 в форматі DVB-S. При цьому в залежності від умов в зоні обслуговування та потреб користувачів можливий перерозподіл використаного ресурсу для служб передачі даних та телебачення.

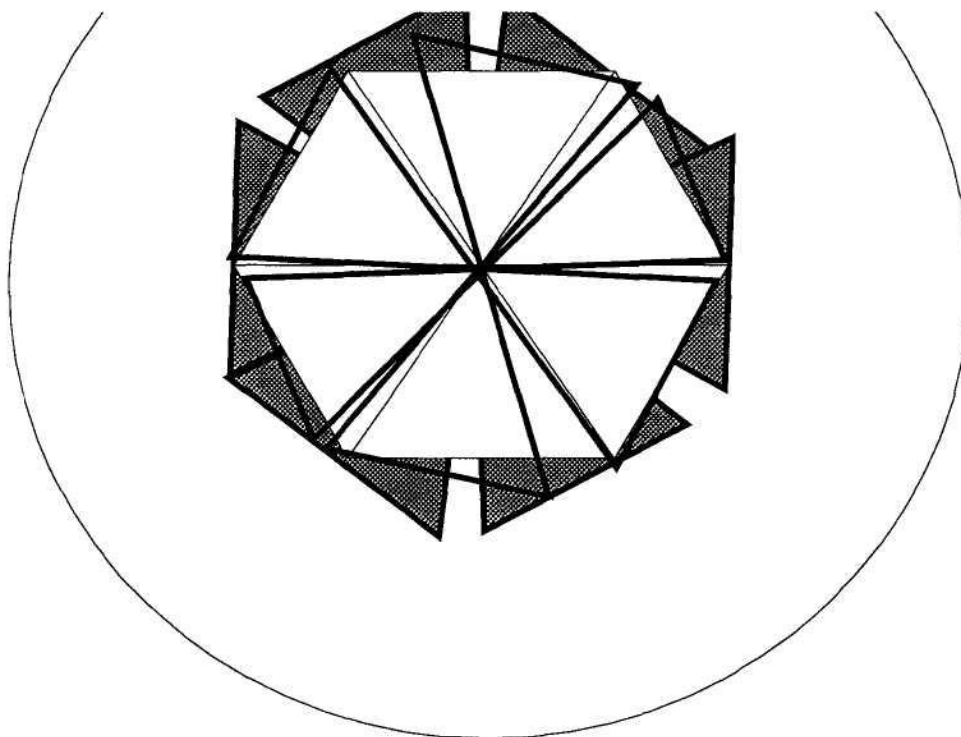
Джерела інформації:

1. №РСТ/UA02/00038 від 02.09.02 "Мікрохвильова інтегрована телерадіоінформаційна система MITPIC-INT".
2. Т.М. Наритник, В.П. Бабак, М.Є. Ільченко, С.О. Кравчук. Мікрохвильові технології в телекомунікаційних системах, Київ, "Техніка", 2000р., стор.167.
3. Web-сайт робочої групи IEEE 802.16: grouper.ieee.org/802/16/index.html.
4. IEEE Std IEEE 802.16™-2004 (Revision of IEEE Std IEEE 802.16-2001). IEEE Standard for Local and metropolitan area networks. Part 16: Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems. - IEEE, 1 October 2004.
5. www.wireless.ru/wireless/wrl_analysis5.

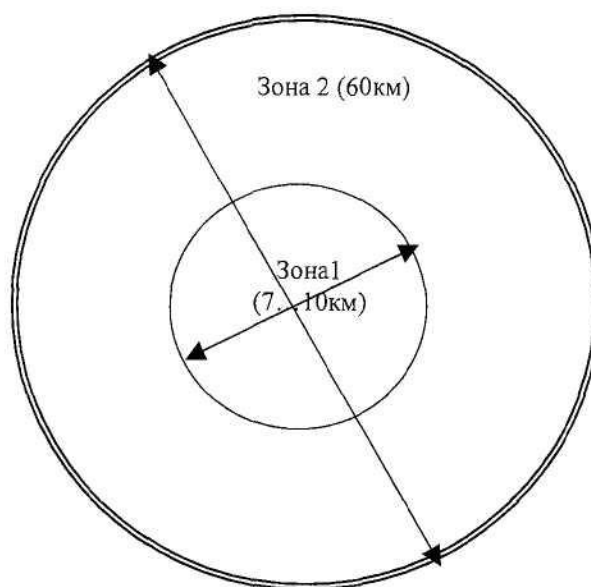
**Центральна станція мікрохвильової інтегрованої
телерадіоінформаційної системи MITPIC-UMDS**



Фігура 1.



Фігура 2.



Фігура 3