



УКРАЇНА

(19) UA (11) 54275 (13) U

(51) МПК (2009)

H04B 7/155

H04N 5/21

H04N 5/00

H04N 7/015

H04N 7/08

H04N 7/20

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту(54) СПОСІБ ЛІКВІДАЦІЇ ЗАТІНЕНИХ ДІЛЯНОК ТА РОЗШИРЕННЯ ЗОНИ ОБСЛУГОВУВАННЯ МЕРЕЖІ
МОВЛЕННЯ ЗА РАХУНОК ЗАСТОСУВАННЯ РЕТРАНСЛЯТОРІВ СУМІЖНИХ КАНАЛІВ

1

2

(21) u201001740

(22) 18.02.2010

(24) 10.11.2010

(46) 10.11.2010, Бюл.№ 21, 2010 р.

(72) КСЬОНЗЕНКО ПЕТРО ЯКОВИЧ, БОЙЧЕНКО
МАКСИМ ПАВЛОВИЧ, ХИМИЧ ПЕТРО ВАСИЛЬО-
ВИЧ(73) ЗАКРИТЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО
"РОКС"

(57) 1. Спосіб ліквідації затінених ділянок та розширення зони обслуговування мережі мовлення шляхом застосування ретрансляторів суміжних каналів, що включає багатоканальні ретранслятори, сигнали яких розділяють рознесенням їх передавальних антен по висоті або в просторі, який **відрізняється** тим, що мережа мовлення містить багатоканальні ретранслятори суміжних каналів, що працюють в смузі частот радіорелейних ліній зв'язку, які пов'язують між собою центральну станцію (ЦС) мережі з базовими станціями (БС), а приймальні антени ретрансляторів суміжних каналів розміщують в просторі променя, що утворює антена передавальної станції радіорелейної лінії зв'язку, а передавальні антени ретрансляторів суміжних каналів розміщують в просторі таким чином, щоб їх промені повністю покривали затінені ділянки і забезпечували поширення сигналу в щонайбільшу зону в напрямку випромінювання пере-

давальної антени, а в смузі частот радіорелейної лінії зв'язку працюють приймачі абонентських станцій.

2. Спосіб ліквідації затінених ділянок та розширення зони обслуговування мережі мовлення шляхом застосування ретрансляторів суміжних каналів за п. 1, який **відрізняється** тим, що прийом і передача сигналів ретрансляторами суміжних каналів ведуть на одних і тих же частотах, що збігаються з частотами радіорелейних ліній зв'язку.

3. Спосіб ліквідації затінених ділянок та розширення зони обслуговування мережі мовлення шляхом застосування ретрансляторів суміжних каналів за п. 1, який **відрізняється** тим, що ретранслятори суміжних каналів приймають сигнали, що поширюються в одній бездротовій лінії передачі, а саме в радіоканалах радіорелейної лінії (РРЛ), а передають сигнали в іншу - бездротову мережу багатоканального телевізійного мовлення.

4. Спосіб ліквідації затінених ділянок та розширення зони обслуговування мережі мовлення шляхом застосування ретрансляторів суміжних каналів за п. 1, який **відрізняється** тим, що в мережі багатоканального мовлення використовують абонентські станції, які приймають сигнали від центральної станції та базових станцій або від багатоканальних ретрансляторів суміжних каналів.

Корисна модель відноситься до багатоканальних мереж мовлення (в тому числі до багатоканальних одночастотних синхронних мереж мовлення - SFN), в яких передача сигналів від центральної станції до базових станцій здійснюється по багатоканальним радіорелейним лініям (РРЛ).

Відомий спосіб, при якому сигнали наземного телевізійного мовлення ретранслюють всередині каналу, більш конкретно, за допомогою внутріш-

ньоканального ретранслятора, який відповідно до способу наземного цифрового телевізійного мовлення приймає, підсилює та передає сигнал у одній і тій же смузі частот, причому радіочастотний (RF) мовний сигнал, що передається головним передавачем, перетворюється в ретрансляторі в сигнал основної смуги, а потім, навпаки, знову в RF сигнал, перетворюється догори за частотою і передається в тій же смузі частот. Високоякісний

(13) U

(11) 54275

(19) UA

еквалайзер видаляє із сигналу основної смуги шуми і затримані в часі копії сигналу, що потрапляють всередину захисного інтервалу, які виникають в результаті багатопроменового режиму розповсюдження в радіоканалі між передавачем і внутрішньоканальним ретранслятором. За допомогою обробки сигналу зворотного зв'язку, що проникає в приймач через відносно слабку ізоляцію між передавальною і приймальною антенами, в ретрансляторі прийнятий сигнал основної смуги зрушується в часі. Зсунутий за часом сигнал основної смуги знову перетворюється в RF мовний сигнал так, щоб один і той самий вихідний та вхідний сигнали ретранслялися всередині каналу [1].

У зазначеній системі мовлення взаємне розташування головного передавача і внутрішньоканального ретранслятора залежить від ландшафту місцевості та геометрії зони обслуговування системи. Зазвичай ретранслятор розташовують таким чином, щоб слабкий мовний сигнал, що приймається ретранслятором від головного передавача, оброблявся з метою його підсилення, і за рахунок цього розширювалася б зона обслуговування головного передавача. У поширених на цей час внутрішньоканальних ретрансляторах, які часто називають Gap-Filler (заповнювачі порожнин), сигнал, що приймається, перетворюється в сигнал проміжної частоти, на якій він відфільтровується та підсилюється в підсилювачах, які мають автоматичне регулювання підсилення, а потім знов перетворюється догори за частотою і випромінюється як вихідний сигнал.

Недоліками наведеного способу є те, що у даній системі ретрансляція здійснюється на проміжній частоті, тому з сигналу не можуть бути видалені ті шуми і затримані копії сигналу, що виникають в результаті багатопроменового розповсюдження, які присутні в явному вигляді тільки в сигналі основної смуги. Таким чином, всі зрушені за часом копії корисного сигналу будуть передані назад в ефір разом із спотвореною головною копією сигналу, яка є наслідком дії частотних фідінгів, знижуючи тим самим чутливість деяких абонентських приймачів, які сприймають ці спотворення як додатковий шум (оскільки вони не синхронізовані з сигналом головного передавача). Сигнал, що ретрансляється, має невизначену затримку в часі, яка є апаратною затримкою в ретрансляторі, тобто виявляється деяке порушення синхронізації з головним передавачем. За рахунок роботи ретранслятора рівень сигналу всередині затіненої ділянки зони обслуговування зростає, але синхронізація з сигналом основного передавача може виявитися порушеною. На кордоні затіненої ділянки абонентські приймачі можуть приймати сигнал, який передається основним передавачем, і сигнал, який передається внутрішньоканальним ретранслятором. Існує небезпека того, що для цих приймачів величина розпорошення затримки перевищить тривалість захисного інтервалу, і приймання сигналу стане неможливим. У багатоканальних SFN ця проблема стає ще більш істотною, оскільки затримки на різних частотах каналів будуть мати різну величину.

Недолік, який виявляється при використанні цього способу в багатоканальних одночастотних синхронних мережах полягає в тому, що ретранслятор з обробкою сигналу на основній смузі частот, є однозначно одноканальним. У багатоканальній мережі для обслуговування лише однієї затіненої ділянки необхідно буде застосовувати ретранслятори у кількості, яка дорівнює кількості каналів. При цьому блок ретрансляторів стає громіздким і дуже коштовним. Крім того, при великій кількості передавальних і приймальних антен, що розташовуються в одному місці, дуже важко забезпечити належну ізоляцію між ними.

У даному випадку в системі стає необхідним використання ще однієї смуги частот і абонентських приймачів двох типів, але при цьому система стане набагато більш гнучкою в побудові, а багатоканальні ретранслятори, що в ній використовуються, будуть набагато дешевшими за блоки ретрансляторів, що складаються з окремих одноканальних ретрансляторів. Крім того, завдяки використанню іншої робочої смуги частот, ретранслятори ніяким чином не будуть заважати роботі багатоканальної SNF.

Найбільш близькими способом, який застосовується за тим же призначенням, що і заявлений, є спосіб, при якому забезпечують передачу звукової (аудіо), відео, а також будь-якої іншої цифрової інформації в межах певної географічної місцевості з можливістю створення великої кількості каналів зв'язку при надзвичайно низьких витратах. Технічним результатом впровадження даної системи є можливість використання техніки передачі сигналів через супутник для наземної передачі сигналів. Наземна система зв'язку включає в себе, щонайменше, один місцевий наземний ретранслятор (MHP), який встановлюється на щоглі або іншій опорній конструкції. Кожен MHP обладнується височастотною апаратурою зв'язку, яка в основному відповідає апаратурі звичайного геостационарного супутника, для цифрової передачі візуальної та звукової інформації або даних, які передаються в L - діапазоні (1-2 ГГц), в S - діапазоні (2-4 ГГц) або більш високих діапазонах частот з відносно слабким рівнем випромінюваного сигналу. Для здійснення передачі головним чином у горизонтальній площині бажано використовувати всенаправлену антену [2]. Зазначений спосіб вибраний в якості прототипу.

Недоліком наведеного способу є те, що практичне втілення зазначеної схеми видається проблематичним. Це пов'язано з тим, що передавальні антени з круговою діаграмою спрямованості важко зробити з шириною променя по вертикалі, яка б була меншою ніж 5 град.. Таким чином, деяка частина антен тих абонентських станцій (АС), які знаходяться на приблизно рівних відстанях від сусідніх MHP, буде приймати сигнали відразу декількох передавачів, що робить прийом неможливим. А при наявності навіть слабких відбитих сигналів картина інтерференції з суміжними каналами виявиться дуже складною. Тому в реальних умовах наземної системи зв'язку наявна схема організації мережі не може бути застосована на практиці. Вона може бути виконана як багатоканальна

SFN, але в цьому випадку рознесення передавальних антен по висоті позбавлене сенсу. В даному випадку передавачі MHP працюють в одній смузі частот, але для того, щоб вони не створювали один одному взаємних перешкод, використовується принцип територіального рознесення. Зрозуміло, що в даному випадку неможливо здійснити суцільне покриття зони обслуговування, що займає велику площу. Така схема придатна лише для обслуговування ланцюжка невеликих населених пунктів, тобто, може застосовуватись тільки в специфічних умовах.

До причин, що перешкоджають досягненню очікуваного технічного результату при використанні відомого способу відноситься те, що при утворенні багатоканальної одночастотної синхронної мережі мовлення (багатоканальної SFN), в якій використовують одну ЦС і декілька БС, що мають відносно невелику потужність випромінювання (значно меншу за потужність передавачів телевізійних центрів), необхідно будувати мережу у вигляді декількох осередків, що взаємно перекриваються. При цьому частоти всіх каналів, які використовують для синхронної передачі в осередках мережі збігаються. При виникненні в осередках затінених ділянок ліквідація їх за рахунок блоків одноканальних Gap - Filler не є ефективною, тому що кількість Gap - Filler буде дорівнювати кількості каналів мовлення, а блок ретрансляторів виявиться дуже громіздким і коштовним. Використання рознесених передавальних антен ЦС і БС по висоті не дає очікуваного результату, оскільки неможливо виготовити антени з шириною променя у вертикальній площині меншою за 5 град. Рознесення ж ЦС і БС у просторі по горизонталі таким чином, щоб вони не заважали одна одній (на відстань більшу за радіус осередка) не дає можливості утворити зону суцільного покриття.

Поставлена задача вирішується тим, що в мережі мовлення застосовують багатоканальні ретранслятори, сигнали яких розділяють рознесення їх передавальних антен по висоті, або в просторі, а також до мережі багатоканального мовлення включають багатоканальні ретранслятори суміжних каналів, що працюють в смузі частот радіорелейних ліній зв'язку, які пов'язують між собою центральну станцію (ЦС) мережі з базовими станціями (БС), а приймальні антени ретрансляторів суміжних каналів розміщують в просторі променя, що утворюється антеною передавальної радіорелейної лінії зв'язку, а передавальні антени ретрансляторів суміжних каналів розміщують в просторі таким чином, щоб їх промені повністю покривали затінені ділянки і забезпечували поширення сигналу в щонайбільшу зону у напрямку випромінювання передавальної антени, а у смузі радіорелейної лінії зв'язку працюють приймачі абонентських станцій, а прийом і передача сигналів ретрансляторами суміжних каналів ведеться на одних і тих же частотах, що збігаються з частотами радіорелейних ліній зв'язку, ретранслятори суміжних каналів, приймають сигнали, що поширюються в одній бездротовій лінії передачі, а саме - в радіоканалах радіорелейної лінії (РРЛ), а передають їх в іншу - в бездротову мережу багатоканального телевізійного мовлення, а в мережі багатоканального мовлення використовують абонентські станції двох типів: станції, які приймають сигнали від центральної станції та базових станцій, та станції, які приймають сигнали від багатоканальних ретрансляторів суміжних каналів.

Приймальні антени ретрансляторів розташовуються в межах об'єму, що обмежений зовні поверхнею конуса, який має форму променя антени передавальної РРС (що встановлена в місці розташування передавача ЦС), а всередині - поверхнею еліпсоїду обертання, діаметр якого в найбільш широкому місці (посередині РРЛ) дорівнює 80 % від діаметра зони Френеля, а на подовженні променя за межі РРЛ (далі приймальної РРС, що розміщена на вежі БС) - тільки поверхнею конуса. Місце встановлення передавальної антени вибирається таким чином, щоб забезпечити покриття затіненої ділянки осередку і забезпечити поширення сигналу в щонайбільшу зону у напрямку випромінювання передавальної антени ретранслятора.

Виходячи із зазначеного, саме поєднання наведених відомих ознак і сукупність суттєвих ознак способу, що заявляється, забезпечує за рахунок введення до складу обладнання мережі багатоканального мовлення (переважно багатоканальної одночастотної синхронної мережі - багатоканальної SFN) ретрансляторів суміжних каналів ліквідацію ділянок затінення всередині осередків мережі, а також розширення меж зони покриття мережі в цілому.

З огляду на всі наведені раніше міркування, в заявленій системі пропонується здійснювати зв'язок між сусідніми БС по радіорелейних лініях, які працюють в іншому, більш високому діапазоні частот. Використання більш високого діапазону частот є кращим, оскільки тут відносна ширина смуги, що займається багатоканальним сигналом, стає меншою, а отже, і реалізація багатоканального ретранслятора буде легшою.

Спосіб побудови мережі, що заявляється дозволяє істотно збільшити можливості багатоканальної одночастотної синхронної мережі мовлення (багатоканальної SFN) за рахунок долучення додаткових ретрансляторів суміжних по відношенню до РРЛ каналів. Застосування даних ретрансляторів доповнює застосування звичайних Gap - Filler, яке через притаманну їм вузькосмуговість може виявитися обмеженим в багатоканальних мережах SFN. Ретранслятори суміжних каналів допоможуть забезпечити сигналом «затінені» ділянки зони покриття й істотно розширити за деякими напрямками розміри зони обслуговування.

Суть запропонованої корисної моделі пояснюється кресленням, на якому зображена структурна схема ліквідації ділянки затінення за рахунок введення до мережі ретранслятора суміжних каналів. На кресленні зображена мережа мовлення, яка складається з однієї ЦС та кількох БС (на схемі умовно зображена лише одна з них), які, випромінюючи сигнал по всіх напрямках, утворюють осередки, що взаємно перекриваються.

У складі ЦС та БС використовують антени з круговою діаграмою спрямованості або системи

секторних антен. ЦС зв'язують з БС за допомогою будь-яких ліній зв'язку: ефірних (радіорелейних), кабельних або оптоволоконних. У даному випадку мова йде про мережі, в яких зв'язок між ЦС та будь-якою з БС, що працюють у мережі, здійснюють за допомогою радіорелейних ліній (РРЛ). До складу кожної з РРЛ входять передавальні радіорелейні станції 3 (передавальні РРС), антени яких зазвичай розміщують на тій же вежі, на якій встановлена й антена ЦС, і приймальні радіорелейні станції (приймальні РРС) 4, антени яких розміщують на вежах БС. На кресленні: 1 - це осередок ЦС, а 2 - осередок однієї з БС. Приймальну антену ретранслятора 5 розташовують всередині об'єму, що обмежений формою променя передавальної антени РРС 3. Коефіцієнт спрямованої дії передавальної антени РРС (КСД) обчислюють за формулою:

$$\text{КСД} = 32000 / (2\Theta_{3x} * 2\Theta_{3y}),$$

де, $2\Theta_{3x}$ і $2\Theta_{3y}$ - це ширина головної пелюстки реальної діаграми спрямованості антени за рівнем половинної потужності (-3 дБ) у двох взаємоперпендикулярних площинах x і y (на кресленні показана ширина променя в горизонтальній площині $2\Theta_{3y}$). Ширина променя передавальної антени РРС може бути будь-якою ($2\Theta_{3y} = 30 \dots 360$ град.)

Суть способу, що заявляється полягає в тому, що приймальну антену ретранслятора 5 (креслення) розміщують всередині об'єму, що зайнятий променем, який випромінює передавальна антена РРС. При використанні антен з вузькою діаграмою спрямованості ця область зазвичай має форму конуса з кутом у вершині, що дорівнює $2\Theta_{3y} = 2\Theta_{3x}$. У загальному випадку рівність $2\Theta_{3y} = 2\Theta_{3x}$ не дотримується, і промінь набуває більш складної форми, при цьому антена ретранслятора може розташовуватися як вздовж траси РРЛ (між передавальною РРС і приймальною РРС), так і на її продовженні (креслення). При розташуванні антени 5 вздовж траси РРЛ геометричне місце точок її можливого розташування знаходиться всередині об'єму, який обмежений двома поверхнями: поверхнею конуса зовні і поверхнею витягнутого еліпсоїда обертання 6 всередині. Його ширина в найбільш широкій частині (в середині траси РРЛ) розраховується як 80 % від ширини зони Френеля (Fresnel zone). Якщо не допускати переміщення приймальної антени всередину вказаної зони (на кресленні вона заштрихована), то втратами в результаті зменшення просвіту для проходження променя можна знехтувати. Величина радіуса (або діаметра) зони Френеля залежить від відстані між антенами і частоти.

Спосіб, що заявляється, може бути реалізований наступним чином. У будь-якій з точок, розташованих всередині осередків, утворених ЦС та кількома БС, можуть виникати ділянки затінення 7. Це затінення викликане тим, що на ділянці за перешкодою 8, яке має значну в порівнянні з довжиною хвилі ширину, а також висоту, порівняну з висотою вежі ЦС або БС, розповсюдження радіохвиль утруднене або зовсім неможливе. В таких випадках у звичайних SFN для забезпечення сигналом абонентів, що знаходяться в зоні затінення (11), використовують Gap - Filler. Однак сам

по собі Gap - Filler має обмежену робочу смугу частот, тому для вирішення поставленої задачі, тобто для «засвічення» тільки однієї ділянки затінення, в багатоканальній SFN довелося б використовувати велику кількість Gap - Filler. У цьому випадку блок ретрансляторів буде надмірно громіздким і дорогим. Крім того, ізолювати між собою велику кількість приймальних і передавальних антен, що належать кільком блокам Gap - Filler, не видається можливим. Реалізувати широкосмуговий ретранслятор можна тільки на більш високих частотах, тому що на більш високих частотах при тій же абсолютній ширині смуги, що займається багатоканальним сигналом, відносна ширина смуги буде меншою. В заявленій системі для кожної зони затінення використовують всього один груповий ретранслятор суміжних каналів 9, який повинен працювати в більш високому діапазоні частот (діапазоні, що використовують РРЛ), ніж передавачі ЦС та БС. Приймальну антену ретранслятора 5 розміщують в просторі променя, що створюється антеною передавальної РРС, а передавальну антену 10 розташовують в просторі таким чином, щоб її промінь повністю покрив ділянку тіні 7 і при цьому максимально розширив зону покриття мережі в напрямку випромінювання антени 10 (зона 13). Антени 10 можуть мати найрізноманітніші діаграми спрямованості: кругову, у вигляді сектора або вузьку діаграму спрямованості. Смуги прийому та передачі ретранслятора 9 повністю збігаються, тому, як і для випадку застосування Gap - Filler, взаємне розташування і діаграми спрямованості приймальної (5) та передавальної (10) антен повинні бути вибрані таким чином, щоб між ними був забезпечений достатній ступінь ізоляції. Приймання і передавання ведуть в смузі частот, що збігається з робочою смугою РРЛ. В тій же смузі працюють і приймачі АС 11. Таким чином, у мережі використовують два типи АС: станції 12, які приймають сигнали багатоканального мовлення, що передаються ЦС або БС, і станції 11, які приймають сигнали від передавачів ретрансляторів суміжних каналів 10. Ці сигнали випромінюються в сектор 13 антенами ретрансляторів 10, які працюють у смузі частот радіорелейних ліній. Ретранслятори суміжних каналів також приймають і передають в одній і тій же смузі частот. Їх відмінність від звичайних Gap - Filler полягає в тому, що вони приймають сигнали, що поширюються в одній бездротової лінії передачі, а саме - в радіоканалах радіорелейної лінії (РРЛ), а передають їх в іншу радіолінію - в середовище ефірного мовлення. Тому навіть при повному збіганні параметрів сигналів, що приймаються і передаються, вони повинні вважатися ретрансляторами суміжних каналів.

Для ліквідації ділянок затінення і збільшення зони обслуговування всієї мережі в цілому, всередині променів, утворених антенами передавальних РРС, розташованих на ЦС, за винятком 80 % зон Френеля, встановлюють приймальні антени багатоканальних ретрансляторів суміжних каналів. При цьому передавальні антени ретрансляторів розташовують в просторі таким чином, щоб передати сигнал до ділянки затінення осередку і максима-

льно розширити зону обслуговування. Прийом і передача сигналів ретрансляторами суміжних каналів ведеться на одних і тих же частотах. У мережі використовують два типи абонентських приймачів: для прийому сигналів, які передають ЦС та декілька БС; для прийому сигналів, які передають багатоканальні ретранслятори суміжних каналів.

Багатоканальна мережа з використанням ретрансляторів суміжних каналів може бути побудована відповідно таким вхідним даним:

Кількість телевізійних програм, що передаються	більше за 100
Смуга частот мовлення	5705 - 5825 МГц
Смуга частот, призначена для РРЛ	11,7 - 12,5 ГГц
Радіус осередків ЦС та БС у мережі мовлення	10 - 15 км
Стандарт, що використовується для передачі мовних сигналів	DVB-T
Смуга частот одного радіоканалу DVB-T	8 МГц
Крок сітки частот мовлення	10 МГц
Стандарт передачі сигналів по	DVB-S

РРЛ

Смуга частот одного радіоканалу

35 МГц

РРЛ

Крок сітки частот сигналів, що передаються по РРЛ

40 МГц

Кількість каналів мовлення з частотним мультиплексуванням

12

Кількість каналів, що передаються по РРЛ

12.

Виходячи з наведеного, мовлення в мережі здійснюють в смузі частот 5705 - 5825 МГц з використанням 12 - каналного мовного сигналу (переважно з передачею окремих каналів у синхронному режимі) при ширині каналу 8 МГц і кроці сітки частот при частотному мультиплексуванні 10 МГц. Кількість БС у мережі мовлення визначають розмірами і конфігурацією зони покриття. Побудова мережі мовлення, що відповідає перерахованим вхідним даним, є цілком реальною.

Джерела інформації

1. Патент США № 2004/0237117A1, опуб. 2004. 11. 25.

2. Патент Російської Федерації № 2189702, опуб. 20. 09. 2002, бюл. № 26.



