



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 90733

(13) C2

(51) МПК (2009)
H04B 13/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) СПОСІБ РАДІОЗВ'ЯЗКУ

1

(21) a200802767

(22) 03.03.2008

(24) 25.05.2010

(46) 25.05.2010, Бюл.№ 10, 2010 р.

(72) КАРПОВ ОЛЕКСАНДР ІВАНОВИЧ

(73) КАРПОВ ОЛЕКСАНДР ІВАНОВИЧ

(56) RU 2117399 C1; 10.08.1998

JP 5791509 A; 01.10.1982

JP 1208903 A; 22.08.1989

JP 2288406 A; 28.11.1990

US 4155054 A; 15.05.1979

US 4257022 A; 17.03.1981

GB 1352090 A; 15.05.1974

(57) 1. Спосіб радіозв'язку, що включає модуляцію радіосигналу, що передається, і його випромінювання передавальною антеною, електричне збу-

2

дження іонів середовища розповсюдження радіосигналів з подальшим прийманням сигналу радіоприймальною антеною, який **відрізняється** тим, що радіосигнал, що передається, додатково модулюють для збудження прецесії векторів його електромагнітної складової.

2. Спосіб за п.1, який **відрізняється** тим, що прецесію електричного і магнітного векторів радіосигналу, що передається, здійснюють зсувом фаз електричних сигналів, які подаються на рівномірно розташовані по колу передавальні антени.

3. Спосіб за п.1 або 2, який **відрізняється** тим, що несучу частоту радіосигналу, що передається, вибирають вище, ніж частота сигналу, що забезпечує прецесію векторів електричних моментів іонів середовища розповсюдження радіосигналів.

Винахід стосується радіозв'язку в іонізованих середовищах і може бути використаний для радіозв'язку з підводними об'єктами.

Відомим способом підводного радіозв'язку є патент Росії №2117399 по класу H04B31/00. Спосіб передбачає модуляцію інформативним сигналом і випромінювання передавальною антеною наддовгих хвиль, проходження останніх крізь водне середовище і їх приймання приймальною антеною. Основні недоліки способу - мала інформативна місткість каналу зв'язку і великі розміри використовуваних антен. Вказані недоліки обумовлені застосуванням наддовгих хвиль.

Найближчим по технічній суті і результату, що досягається, до запропонованого способу є спосіб підводного радіозв'язку, що наведений в журналі Навігація і час, №1, 2 Санкт-Петербург, 1993. - с.20, який включає модуляцію радіосигналу, що передається і його випромінювання передавальною антеною, електричне збудження іонів середовища розповсюдження радіосигналів з подальшим прийманням сигналу радіоприймальною антеною - прототип.

Основний недолік прототипу - мала інформативна місткість каналу зв'язку. Недолік обумовлений необхідністю використання наднизьких частот радіосигналу, швидкісна модуляція якого

неможлива, що не дозволяє передавати істотні об'єми інформації. Звідси і мала інформативна місткість каналу зв'язку.

Задачею передбачуваного винаходу є підвищення інформативної місткості каналу зв'язку.

Рішення поставленої задачі досягається наступним чином. Як і прототип, спосіб радіозв'язку включає модуляцію радіосигналу, що передається і його випромінювання передавальною антеною, електричне збудження іонів середовища розповсюдження радіосигналів з подальшим прийманням сигналу радіоприймальною антеною.

Проте, на відміну від прототипу, радіосигнал, що передається, додатково модулюють таким чином, щоб він збуджував прецесію векторів іонізації іонів (диполів) середовища розповсюдження радіосигналів.

Прецесію векторів іонізації іонів (диполів) середовища розповсюдження забезпечують різницею фаз між струмами, що протікають у рівномірно розташованих по колу передавальних антенах.

При цьому різницю фаз струмів в антенах можуть здійснювати як на несучій частоті сигналу, що передається, так і на частоті сигналу додаткової модуляції.

Випромінюване передавальною антеною прецесуюче електромагнітне поле збуджує прецесію

(13) C2

(11) 90733

(19) UA

електричних моментів іонів середовища розповсюдження, яка передається від іона до іона, поки не досягне приймальної антени. Оскільки витрати енергії на збудження електромагнітним полем прецесії електричних моментів іонів значно менші, ніж на переміщення самих іонів, частота радіозв'язку може бути значно збільшена. Підвищення несучої частоти радіосигналу дозволяє збільшити швидкість передачі даних і інформативну місткість каналу зв'язку.

Використовування для отримання прецесії електромагнітного поля додаткової модуляції з частотою нижчою, ніж частота несучої радіосигналу, дозволяє підвищити частоту радіосигналу стосовно до частоти прецесії і пропорційно зменшити розміри антен при збереженні їх ефективності.

Введення нових ознак дозволило збільшити інформативну місткість каналу зв'язку, що є задачею винаходу. Таким чином, вказані ознаки є істотними, а запропоноване технічне рішення відповідає критерію «істотні відмінності».

Оскільки раніше в способах радіозв'язку вказана сукупність ознак не зустрічалася, запропонований спосіб відповідає критерію «новизна».

Опис малюнків.

Фіг.1. Антенна система, що живлена із взаємною різницею фаз.

Фіг.2. Збудження поля прецесії.

Фіг.3. Поле прецесії в площині, нормальній вектору Е радіосигналу.

Фіг.4. Збудження іона прецесуючим полем антенної системи.

Фіг.5. Взаємодія полів прецесії електричних моментів іонів середовища розповсюдження радіосигналів при співпадаючому і ортогональному розташуванні їх векторів іонізації.

На Фіг.1 показана антенна система, що включає три рівномірно розміщені по колу антени А1, А2 і А3, джерело електричної енергії $e(t)$ і два фазозатримувача ϕ_1 і ϕ_2 , приєднані між другою і третьою антенами, при цьому джерело електричної енергії приєднане до першої антени.

Працює антенна система таким чином.

Під впливом сигналу $e(t)$ в антенах збуджуються електричні коливання з частотою живлючого сигналу. Оскільки електричні коливання в кожній із антен відрізнятимуться по фазі, то в площині, нормальній до осей антен, виникне поле прецесії.

Виникнення збуджуючих поле прецесії електричних векторів показано на Фіг.2. На цьому малюнку E_1 , E_2 і E_3 - зсунуті по фазі вектори електричної складової поля випромінювання антен А1, А2 і А3 відповідно. E_1 - E_2 і E_2 - E_3 - електричні вектори поля випромінювання, що виникли внаслідок затримки фаз між векторами E_1 , E_2 і E_3 , які випромінюють антени А1, А2 і А3 відповідно.

Фіг.3 показує проекцію векторів електричної складової поля випромінювання антен на площину, перпендикулярну напрямку їх вісей. На цьому малюнку А1, А2 і А3 - проекції антен і проекції векторів E_1 - E_2 і E_2 - E_3 на вказану площину, а $E_{\text{пр}}$ - виникле в результаті зсуву фаз поле прецесії.

На Фіг.4 показана дія випромінюючого антенами прецесуючого електромагнітного поля на

електричний момент іона - диполя, де Υ - кут прецесії вектору напруженості електричного поля іона (диполя) під впливом поля прецесії $E_{\text{пр}}$.

Фіг.5 відображає взаємодію прецесуючого вектору електричного моменту іона 1 з іонами при співпадаючому 2 і ортогональному 3 розташуванні векторів їх електричних моментів.

Іонам в розчині електроліту притаманні дві складові руху:

- хаотичний броунівський рух внаслідок дії температури;

- обертання навколо своєї осі - спін, який збуджує електричний момент та вектор іонізації молекул (диполів).

Спроба впорядкувати броунівський рух іонів та зробити його синхронним із сигналом, що передається, потребує значних втрат енергії сигналу. Тому спосіб радіозв'язку впроваджують наступним чином. За допомогою генератора електричної енергії $e(t)$ (Фіг.1) у рівномірно розташованих по колу антенах А1-А3 збуджують електричні коливання з відносним зсувом фаз ϕ . Таке збудження призводить до відмінності амплітуд векторів E і H , випромінюваних антенами у будь-який час. Це дає проекції векторів E на площину, перпендикулярну вісям антен (Фіг.2) та збуджує в ній поле прецесії $E_{\text{пр}}$ (Фіг.3). Виникле кругове поле прецесії примушує прецесувати вектори E і H випромінюваного антенами результуючого електромагнітного поля. Внаслідок прецесії взаємодія поля випромінювання з іонами середовища розповсюдження радіосигналів в ближній і дальній зонах випромінювання буде різною.

У ближній зоні на електричні моменти іонів розчину впливатиме як плоска електромагнітна хвиля, так і поле прецесії.

Внаслідок дії плоскої хвилі електричні моменти іонів (диполі) у ближній зоні випромінювання будуть орієнтовані у напрямку вектору E . Їх орієнтація потребує значних зусиль, що призводить до значних втрат енергії плоскої хвилі. Це витікає з формули

$$\alpha = 0.0173 \sqrt{f \times \sigma}, \quad (1)$$

де: α - втрати в dB/m, f - частота в Гц, σ - питома провідність води в mho/m.

Межі ближньої зони визначатимуться сферою, радіус якої залежить від глибини проникнення плоскої хвилі, визначеної товщиною скін-шару згідно формули

$$\delta = 1/\sqrt{\pi f \mu \sigma}, \quad (2)$$

де: δ - товщина скін-шару, π - число пі, f - частота, μ - магнітна проникність і σ - питома провідність середовища розповсюдження радіосигналу.

Таким чином, в ближній зоні, радіус якої залежить від глибини скін-шару, розповсюджуватиметься плоска хвиля із втратами, що визначаються за формулою (1). Ця хвиля мало придатна для підводного радіозв'язку внаслідок значних втрат. Її значення для організації радіозв'язку полягає у тому, що в ближній зоні плоска хвиля зорієнтує велику кількість диполів іонів у напрямку вектора E і всі вони матимуть синхронну з випромінюваним сигналом прецесію електричних моментів.

За межами ближньої зони дипольні моменти збуджених антенами іонів, у свою чергу, взаємоді-

ятимуть з іонами в дальній зоні з силою, що визначається законом Кулона

$$F = q_1 \times q_2 / \epsilon \times r^2, \quad (3)$$

де: F - сила взаємодії між зарядами іонів, q_1 і q_2 - заряди іонів,

ϵ - діелектрична проникність середовища розповсюдження радіосигналів,

r - відстань між іонами.

Відстань взаємодії між іонами залежатиме від сили, необхідної для збудження прецесії їх дипольних моментів і від їх взаємної орієнтації. При збігу напрямків векторів електричної поляризації іонів ця відстань буде найбільшою (диполі 1 і 2 на Фіг.5). Із зростанням кута між ними відстань взаємодії швидко скорочуватиметься і при ортогональному розташуванні векторів електричної поляризації взаємодія іонів прагнучиме до нуля (диполі 1 і 3 на Фіг.5). Далі прецесія передаватиметься від іона до іона, поки не досягне приймальної антени і не збудить в ній електричні коливання, синхронні з сигналом, що передається.

Відстань радіозв'язку в запропонованому способі значно зростає внаслідок наступних причин:

- для збудження прецесії електричних моментів іонів потрібно значно менше енергії, ніж на збудження коливань іонів з частотою сигналу, що передається. Іонізовану молекулу можна розглядати як гіроскоп, що обертається навколо осі, утвореної електричним вектором іона. Із механіки відомо, що гіроскоп досить стійкий до збереження площини обертання і потрібні значні зусилля, щоб її змінити. Проте не складає великих труднощів легкими періодичними поштовхами примусити прецесувати вісь його обертання;

- прецесія збуджується в основному у подібних іонів з векторами електричних моментів, орієнтованими в одному напрямку. Витрата енергії на збудження решти іонів мінімальна. Це скорочує кількість збуджених іонів і відповідно витрату енергії і втрати радіосигналу. Як в механіці, при пруж-

ному зіткненні, енергія рухомого тіла повністю передається нерухомому предмету з такою ж масою і не передається, якщо їх маси значно відрізняються;

- енергія прецесії здатна накопичуватися. Тому амплітуда прецесії збуджуємого іона зростатиме, поки його енергія не досягне енергії іона - збудника. І так по всьому ланцюгу, від передавальної антени до приймальної.

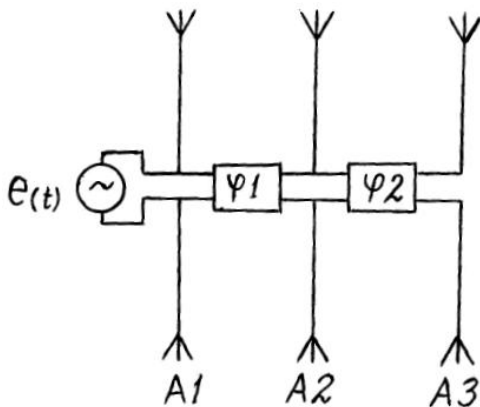
У запропонованому способі радіозв'язок здійснюється в два етапи. У ближній зоні випромінювана плоска електромагнітна хвиля орієнтує електричні дипольні моменти іонів у напрямі свого електричного вектора. Цим забезпечується синхронізація прецесій вісей обертання великої кількості іонів в ближній зоні і їх синхронна взаємодія з дипольми за межами ближньої зони. На цьому функції плоскої хвилі закінчуються.

За межами ближньої зони силами електричної взаємодії прецесія передається від іона до іона, поки не досягне приймальної антени. При цьому збуджуються, в основному, подібні іони з однаково орієнтованими векторами дипольних моментів.

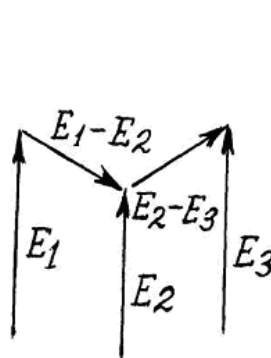
Тому за межами ближньої зони енергія радіосигналу витрачається вельми економно і дальність зв'язку значно зростає. Така організація радіозв'язку дозволяє здійснювати її на більш високих частотах і істотно підвищити інформативну місткість каналу зв'язку і швидкість передачі даних.

Прецесія векторів електромагнітного поля, випромінюваного антенною системою, може збуджуватися як на несучій частоті, так і на частоті додаткової модуляції. Застосування для збудження прецесії векторів дипольних моментів іонів додаткової модуляції, з частотою меншою, ніж частота несучою, дозволяє підвищити частоту несучої, зменшити розміри антен і підняти їх ефективність.

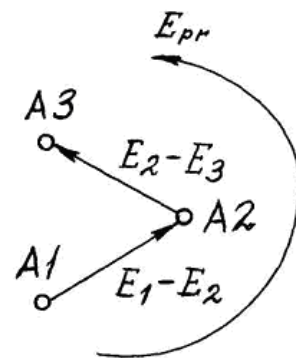
Все це у сукупності дає значний техніко-економічний ефект від застосування запропонованого способу радіозв'язку.



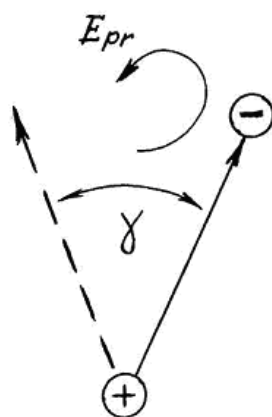
Фіг. 1



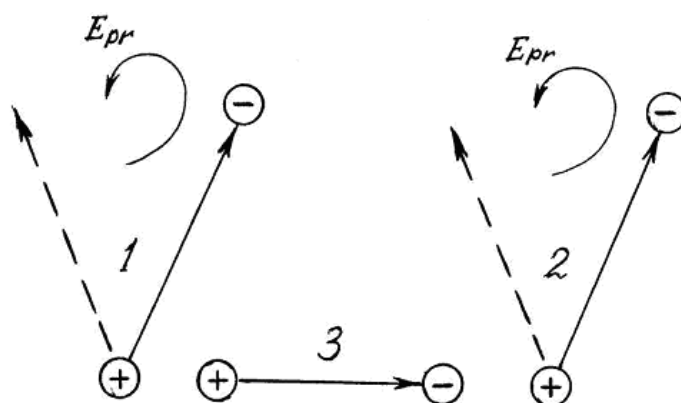
Фіг. 2



Фіг. 3



Фіг. 4



Фіг. 5