



МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) UA

(11) 119436

(13) C2

(51) МПК

G01S 13/06 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки:	а 2015 07685	(72) Винахідник(и):	Дем'янчук Борис Олександрович (UA)
(22) Дата подання заявки:	03.08.2015	(73) Власник(и):	Дем'янчук Борис Олександрович, вул. Академіка Вільямса, 50/3, кв. 80, м.Одеса, 65015 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід:	25.06.2019	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	UA 93781 C2, 10.03.2011 UA 103271 C2, 25.09.2013 UA 69553 A, 15.09.2004 RU 2178185 C2, 10.01.2002 RU 2066462 C1, 10.09.1996 RU 2099736 C1, 20.12.1997 SU 1730704 A1, 30.04.1992 UA 12905 U, 15.03.2006 JP 2006300878 A, 02.11.2006 JP H1031062 A, 03.02.1998
(41) Публікація відомостей про заяву:	25.01.2016, Бюл.№ 2		
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	25.06.2019, Бюл.№ 12		

(54) СПОСІБ ОЦІНЮВАННЯ ПРОСТОРОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОБ'ЄКТІВ ЗА ГОРИЗОНТОМ

(57) Реферат:

Винахід належить до технології однопозиційного пеленгування та оцінювання характеристик об'єктів за горизонтом. Спосіб оцінювання просторових характеристик об'єктів за горизонтом містить операції кругового сканування в'ялоподібних променів, що протилежно нахилені і розташовані під кутом α до горизонту та перехрещуються біля поверхні ґрунту, формування за допомогою двох рознесених у площині кутів місця, осесиметричних нерухомих відбиваючих поверхонь, нижнього параболоїдального рефлектора та верхнього зрізанокутного трансрефлектора, піднятого на щоглі. Згідно з винаходом, формують за допомогою високовольтного накопичувача, водневого розрядника високого тиску, генератора міліметрових хвиль, генератора пилкоподібного напруження і модулятора наносекундні зондувальні лінійно-частотно-модульовані радіосигнали. Потім випромінюють їх за допомогою опромінювачів, параболічного рефлектора і зрізанокутного трансрефлектора, визначають дальномірний портрет об'єкта за допомогою дисперсних фільтрів стискання сигналів за часом після їх сумарно-різницевої обробки. Також визначають, шляхом віднімання сигналів логарифмічних посилювачів різницевої ортогональних кутових сигналів кута місця і азимута, величину і знак лінійної асиметрії об'єкта в картинній площині радіолокатора та оцінюють просторові характеристики об'єкта за результатами визначення його дальномірного портрета і його величини та знаку лінійної асиметрії в картинній площині радіолокатора за допомогою спеціалізованого процесора та індикатора спостереження. Винахід забезпечує збільшення точності оцінювання просторових характеристик об'єктів за горизонтом.

UA 119436 C2

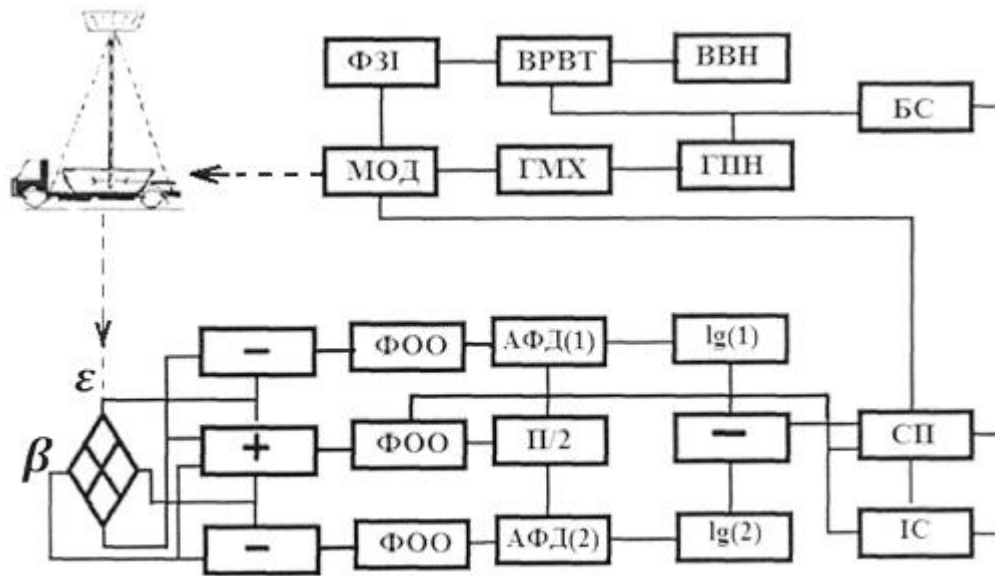


Fig. 1

Винахід належить до технології однопозиційного пеленгування та оцінювання подовжніх і поперечних характеристик різноманітних об'єктів за горизонтом, наземних і повітряних низьколетючих цілей, у міліметровому діапазоні частот, під час сканування за кругом, шляхом: підняття центру випромінювань у вигляді пасивного осесиметричного сіткового відбивача-
 5 трансрефлектора на металевій щоглі висотою 25-30 м; генерування, випромінювання; моноімпульсного прийому; оптимальної та просторової обробки наносекундних лінійно-частотно-модульованих радіоімпульсів.

Відомі різноманітні способи однопозиційного пеленгування активних випромінювань і об'єктів за горизонтом, що відбивають електромагнітну хвилю, та способи оцінювання
 10 координат і деяких просторових характеристик цих об'єктів за потужністю і затриманням сигналів у часі, які обробляють у приймальних каналах і спостерігають на екрані індикатора.

Спосіб пеленгування джерел випромінювання (згідно з Патентом України № 69553А 7 G01S 13/06 від 15.09.2004. Бюл. № 9. 2004 р.) забезпечує визначення кутових координат джерел
 випромінювання і об'єктів шляхом обробки сигналів, що відбиті від об'єктів за горизонтом.

Згідно зі способом, простір за горизонтом сканують двома віялоподібними променями, що
 15 протилежно нахилені і розташовані під кутом α до горизонту та перехрещуються біля підстилаючої поверхні, формують промені за допомогою двох рознесених у площині кутів місця, осесиметричних нерухомих відбиваючих металевих поверхонь, нижнього параболоїдального рефлектора та верхнього зрізаноконічного трансрефлектора, піднятого на щоглі для збільшення
 20 дальності прямої видимості, спрямовують два опромінювачі, які синхронно сканують з частотою Ω у площині азимуту уздовж лінії фокального кола параболоїдального рефлектора, на протилежно нахилені ділянки цього рефлектора, так щоб сигнали, які приймаються, що відбиті від зрізаноконічного трансрефлектора, потрапляли на ці ділянки рефлектора та в опромінювачі,
 що сканують, посилюють ці сигнали в приймальних каналах і детектують вихідні сигнали та визначають азимут β і кут місця ϵ джерела випромінювання з урахуванням затримок за часом на
 25 t_1 , t_2 сигналів кожного із двох опромінювачів відносно часу, що відповідає початку сканування, за формулами:

$$\beta = \Omega \cdot (t_1 + t_2) / 2; \epsilon = \Omega [(t_2 - t_1) \cdot \operatorname{tg} \alpha] / 2.$$

Недоліком способу є незадовільні можливості оцінювання будь-яких просторових
 30 характеристик об'єктів, що спостерігаються на екрані індикатора, а також недостатня стійкість пеленгування джерел сигналів, що відбиті від об'єктів під час наявності в променях пеленгатора також потужних сигналів, які відбиті від підстилаючої поверхні і потрапляють в його центр випромінювання, який є піднятим на металевій щоглі, і далі - на параболоїдальний рефлектор,
 35 далі крізь опромінювачі вони потрапляють в прийомні канали і на екран індикатора. Крім того, застосування металевої щогли для піднімання трансрефлектора викликає просторовий затінок випромінювань. Це додатково зменшує потужність корисних сигналів від об'єктів під час передачі та приймання, а саме зменшує точність пеленгування джерел випромінювань і слабких
 сигналів, що відбиті від об'єктів, та заважає навіть грубому оцінюванню просторових характеристик об'єктів за величиною їх відміток, що спостерігають на екрані.

Спосіб пеленгування джерел випромінювання (згідно з Патентом України на винахід № 103271 МПК G01S 13/06 (2006.01) від 25.09.2013. Бюл. № 18, 2013 р.) забезпечує визначення
 40 кутових координат джерел випромінювання і сигналів, що відбиті від об'єктів за горизонтом, та дозволяє грубо оцінювати габарити об'єктів за інтенсивністю цих сигналів на виході приймальних каналів.

Згідно зі способом, простір за горизонтом сканують віялоподібними променями, що
 45 протилежно нахилені і розташовані під кутом α до горизонту та перехрещуються біля поверхні ґрунту, формують за допомогою двох рознесених у площині кутів місця, осесиметричних нерухомих відбиваючих поверхонь, нижнього параболоїдального рефлектора та верхнього зрізаноконічного трансрефлектора, піднятого на щоглі для збільшення дальності прямої
 50 видимості, спрямовують два канали опромінювачів з корегуванням фронтів хвилі, що синхронно сканують з частотою Ω у площині азимуту уздовж лінії фокального кола параболоїдального рефлектора, на протилежно нахилені ділянки цього рефлектора, так щоб сигнали, які приймаються, що відбиті від зрізаноконічного трансрефлектора, потрапляли на ці ділянки
 рефлектора і у випромінювачі, що сканують, посилюють їх в приймальних каналах, детектують
 55 ці сигнали і визначають азимут β джерела випромінювання з урахуванням напівсуми затримок за часом на t_1 , t_2 сумарних сигналів кожного із двох опромінювачів відносно часу, що відповідає початку сканування, за формулою $\beta = \Omega \cdot (t_1 + t_2) / 2$, та визначають кут місця джерела за напіврізницею затримок за часом на t_1 , t_2 сумарних сигналів з виходу приймальних каналів
 опромінювачів за формулою $\epsilon = \Omega [(t_2 - t_1) \cdot \operatorname{tg} \alpha] / 2$, здійснюють корекцію попереднього розподілу f_0
 60 амплітуд електромагнітного поля на поверхні осесиметричного трансрефлектора у площині кута

місця шляхом створення квазіоптимального розподілу f_{opt} цих амплітуд за допомогою радіопоглинаючого композитного покриття, який наносять на дзеркало трансрефлектора за його розкритом з висотою H в інтервалі $[h=-H/2...+H/2]$ зі зміною товщини покриття дзеркала трансрефлектора композитом для забезпечення розподілу коефіцієнта відбиття хвилі від

поверхні дзеркала за цим розкритом у вигляді

$$K_0\left(\frac{2h}{H}\right) - 1 - \left[f_0\left(\frac{2h}{H}\right) - f_{opt}\left(\frac{2h}{H}\right) \right],$$

де $f_0(0) = f_{opt}(0) = 1$; $f_{opt}(h = \pm H/2) \approx \Delta$; $f_0(h = \pm H/2) = \Delta$;

$$f_{opt}^{(h)} = \frac{2}{\pi^2} \sum_{n=0}^{m-1} \frac{F(\mu_n) I_0(\mu_n \pi h(H))}{[I_0(\pi \mu_n)]^2};$$

Δ - відносний рівень амплітуди поля на краю розкриття дзеркала;

m - число, що визначає кількість однорідних бокових пелюсток діаграми спрямованості антени, які зменшуються на 10-12 дБ через зміну амплітуд поля протягом розкриття трансрефлектора у вертикальній площині;

μ_n - корні рівняння $I_1(\pi^2 \cdot H \cdot \sin \varepsilon_a / \lambda) = 0$; λ - довжина хвилі;

F - діаграма спрямованості розкриття у площині ε_a до модернізації;

$$F(\varepsilon_a) = \frac{\Delta I_1(u)}{u} - \frac{2(1-\Delta)\Delta I_2(u)}{u^2}; \quad u = 2\pi \cdot H \cdot \sin \frac{\varepsilon_a}{2\lambda};$$

I_ℓ - Бесселева функція ℓ -го порядку першого роду; $\ell = 0; 1; 2$.

Недоліком способу є просторовий затінок опромінювань, який викликає металева щогла для піднімання трансрефлектора, з метою спостереження об'єктів за горизонтом. Це зменшує потужність корисних сигналів від об'єктів під час їх передачі та приймання, а саме зменшує точність пеленгування джерел активних випромінювань і слабких сигналів, що відбиті від об'єктів, та заважає навіть грубому оцінюванню просторових характеристик об'єктів за потужністю їх відміток, що спостерігають на екрані.

З відомих способів найбільш близьким до способу, який пропонується згідно з винаходом, є спосіб пеленгування джерел випромінювання (Патент України на винахід № 93781 МПК G01S 13/06 (2006.01) від 10.03.2011. Бюл. № 5. 2011 р.), який є вибраним як прототип.

Прототип забезпечує визначення кутових координат джерел випромінювання і сигналів, що відбиті від об'єктів за горизонтом. Згідно з прототипом, простір за горизонтом сканують двома віялоподібними променями, що протилежно нахилені і розташовані під кутом α до горизонту та перехресшуються біля підстилаючої поверхні, формують промені за допомогою двох рознесених у площині кутів місця, осесиметричних нерухомих відбиваючих металевих поверхонь, нижнього параболоїдального рефлектора та верхнього зрізаноконічного трансрефлектора, піднятого на щоглі для збільшення дальності прямої видимості, спрямовують два опромінювачі, що синхронно сканують з частотою Ω у площині азимуту уздовж лінії фокального кола параболоїдального рефлектора, на протилежно нахилені ділянки цього рефлектора, так щоб сигнали, які приймаються, що відбиті від зрізаноконічного трансрефлектора, потрапляли на ці ділянки рефлектора та в опромінювачі, що сканують, посилюють ці сигнали в приймальних каналах, детектують вихідні сигнали та визначають азимут β джерела випромінювання за формулою $\beta = \Omega \cdot (t_1 + t_2) / 2$ з урахуванням затримок за часом на t_1 , t_2 сигналів кожного із двох опромінювачів відносно часу, який відповідає початку синхронного сканування опромінювачів.

Крім того, згідно зі способом, опромінювачі, що синхронно сканують вздовж фокального кола рефлектора, розташовують перед щоглою та оснащують їх діелектричними лінзами для корегування фронту хвилі, так щоб уявний фокус кожного випромінювача створити на фокальному колі позаду щогли, здійснюють одночасне порівняння та амплітудне пеленгування сигналів, що приймаються, шляхом одержання суми вихідних сигналів чотирьох парціальних приймальних каналів, якими попередньо оснащують кожний опромінювач, та одержання різниць сигналів цих каналів у відповідних площинах азимута і кута місця, затримують сумарний сигнал за фазою на кут $\pi/2$, здійснюють амплітудно-фазове детектування добутку затриманого за фазою сумарного і різницевого сигналів в кожній координатній площині, після чого посилюють отримані результати детектування за допомогою логарифмічних посилювачів і визначають модуль різниці логарифмів ортогональних кутових розмірів об'єктів у відповідних координатних площинах, який дорівнює модулю логарифма відношення цих розмірів, а саме модулю асиметрії об'єктів в картинній площині пеленгатора.

Недоліком цього способу є незадовільні можливості оцінювання будь-яких подовжніх характеристик об'єктів, а також неможливість визначити знак асиметрії об'єкта в картинній площині, тобто оцінити у скільки разів висота об'єкта, проекція якого спостерігається на екрані

індикатора, менше (або більше), ніж його ширина. Недостатня також точність визначення координат об'єктів під час наявності в променях пеленгатора потужних сигналів завад, які відбиті від підстилаючої поверхні та потрапляють в його центр випромінювання, який є піднятим на металевій щоглі, і далі на параболоїдальний рефлектор і крізь опромінювані сигнали потрапляють в прийомні канали і на екран індикатора.

Задачею, на вирішення якої спрямований винахід, що пропонується, є така зміна технології визначення координат об'єктів та технології оцінювання за горизонтом просторових характеристик об'єктів, при якій можливо визначення не тільки кутових координат об'єктів з горизонтом, але можливо вимірювання їх дальності з більш високим розрізненням для оцінювання подовжніх і поперечних просторових характеристик об'єктів за горизонтом.

Для вирішення цієї задачі шляхом кругового сканування віялоподібних променів, що протилежно нахилені і розташовані під кутом α до горизонту та перехрещуються біля поверхні ґрунту, формування за допомогою двох рознесених у площині кутів місця, осесиметричних нерухомих відбиваючих хвиль поверхонь, нижнього параболоїдального рефлектора та верхнього зрізаноконічного трансрефлектора, піднятого на щоглі для збільшення дальності прямої видимості, спрямовання двох опромінювачів, що синхронно сканують з частотою Ω у площині азимуту уздовж лінії фокального кола параболоїдального рефлектора, на протилежно нахилені ділянки цього рефлектора, так щоб сигнали, які приймаються, що відбиті від зрізаноконічного трансрефлектора, потрапляли на ці ділянки рефлектора та в опромінювачі, що сканують, посилення сигналів у приймальних каналах, їх детектування і визначення азимуту β об'єкта за формулою $\beta = \Omega(t_1 + t_2)/2$, з урахуванням напівсуми затримок за часом на t_1, t_2 сигналів кожного із двох опромінювачів відносно часу, що відповідає початку сканування, та визначення кута місця об'єкта за формулою $\epsilon = \Omega[(t_2 - t_1) \cdot \text{tg} \alpha]/2$, зменшення рівня бокових пелюсток діаграми спрямованості антени у площині кутів міста, завдяки корекції попереднього розподілу амплітуд електромагнітного поля на поверхні зрізаноконічного трансрефлектора у площині кута міста через створення квазіоптимального розподілу цих амплітуд за допомогою радіопоглинаючого композитного покриття, що нанесено на дзеркало цього трансрефлектора за його розкритом з висотою H інтервалі $[h = -H/2 \dots H/2]$ зі зміною товщини покриття його дзеркала, розташування перед щоглою опромінювачів, що синхронно сканують вздовж фокального кола рефлектора, та оснащення їх діелектричними лінзами для корегування фронту хвилі, так щоб уявний фокус кожного опромінювача створити на фокальному колі позаду щогли, здійснення одночасного порівняння та амплітудного пеленгування сигналів, що приймаються, шляхом одержання суми вихідних сигналів чотирьох парціальних приймальних каналів, якими попередньо оснащують кожний опромінювач, та одержання різниці сигналів цих каналів у відповідній площині азимута і площині кута місця, затримання сумарного сигналу за фазою на кут $\pi/2$, здійснення амплітудно-фазового детектування добутку затриманого за фазою сумарного і відповідного різницевого сигналу в кожній координатній площині, посилення результатів детектування за допомогою логарифмічних посилювачів, згідно з винаходом формують, за допомогою високовольтного накопичувача, водневого розрядника високого тиску, генератора міліметрових хвиль, генератора пилкоподібного напруження і модулятора, наносекундні лінійно-частотно-модульовані радіосигнали, що зондують, випромінюють їх за допомогою опромінювачів, параболоїдального рефлектора і зрізаноконічного трансрефлектора, визначають дальномірний портрет об'єкта за допомогою дисперсних фільтрів стискання сигналів за часом після їх сумарно-різницевої обробки, визначають, шляхом віднімання сигналів логарифмічних посилювачів різницевої ортогональних кутових сигналів кута місця і азимута, величину і знак лінійної асиметрії об'єкта в картинній площині радіолокатора та ідентифікують об'єкт за результатами визначення його дальномірного портрета і його величини та знаку лінійної асиметрії в картинній площині радіолокатора за допомогою спеціалізованого процесора та індикатора спостереження.

Наявність позитивного ефекту і конкретній приклад реалізації способу доцільно розглянути шляхом сумісного урахування суттєвих ознак, тобто технологічних операцій, що властиві аналогу і прототипу, і винаходу.

На фіг. 1 показано схемний варіант реалізації винаходу, що пропонується, тобто способу оцінювання просторових характеристик об'єктів за горизонтом.

Тут позначено: ФЗІ - формувач зондуючих імпульсів; ВРВТ - водневий розрядник високого тиску; ВВН - високовольтний накопичувач; МОД - модулятор; ГМХ - генератор міліметрових хвиль; ГПН - генератор пилкоподібної напруги; БС - блок синхронізації; ФОО - фільтр оптимальної обробки; $(-)_\epsilon$ - прийомний канал кута місця; АФД(ϵ) - амплітудно-фазовий детектор ортогонального сигналу на виході каналу кута місця; $I_g(\epsilon)$ логарифмічний посилювач ортогонального сигналу кута місця; $(+)$ прийомний канал сумарного сигналу; $(\Pi/2)$ - блок

затримання сумарного сигналу за фазою на кут $\pi/2$; (-) - блок визначення різниці логарифмів; СП - спеціалізований процесор; (-) - прийомний канал азимута; АФД(β) - амплітудно-фазовий детектор ортогонального сигналу на виході каналу азимута; $\lg(\beta)$ - логарифмічний посилювач ортогонального сигналу азимута; ІС - індикатор спостереження.

5 Сукупність та особливості технологічних операцій, що забезпечують реалізацію винаходу, у вигляді дальномірного портрета об'єкта і величини і знаку асиметрії лінійних поперечних розмірів об'єкта в картинній площині радіолокатора, а також визначення координат об'єкта (азимута, кута місця і дальності), без цього завдання оцінювання просторових характеристик об'єктів за горизонтом втрачають сенс, доцільно пояснити за допомогою фіг. 1...фіг. 10.

10 Можливість оцінювання просторових характеристик об'єктів за горизонтом, тобто їх подовжніх і поперечних характеристик у вигляді, згідно з винаходом, саме дальномірних портретів об'єктів і асиметрії лінійних поперечних розмірів об'єктів в картинній площині радіолокатора, доцільно простежити за допомогою схеми (фіг. 1).

15 Можливість отримання дальномірного портрета об'єкта забезпечується: по-перше, накопичуванням на виході високовольного накопичувача напруги (ВВН), яка дорівнює, наприклад, 50 кВ; розрядом накопичувача крізь водневий розрядник високого тиску (ВРВТ), наприклад, за 4 наносекунди, (саме такий елемент сприяє цьому швидкому розряду накопичувача); модулюванням міліметрових хвиль (на частоті, наприклад, 40 ГГц) в модуляторі (МОД); по-друге, зміною (протягом 4 наносекунд) частоти міліметрової хвилі генератора (ГМХ) за лінійним законом, яку спричиняє генератор пилкоподібної напруги (ГПН); випромінюванням, прийомом і оптимальною обробкою за допомогою фільтра оптимальної обробки (ФОО) пачки наносекундних ЛЧМ-сигналів на виході приймального сумарного каналу.

20 Після цієї обробки, тобто після фільтрації зі стисканням за часом до рівня 1 наносекунди, посилення цих радіоімпульсів на сталій частоті (наприклад, 10 ГГц) і їх детектування, послідовність відеоімпульсів тривалістю 1 наносекунди відображають на екрані індикатора спостереження (ІС) і отримують дальномірний портрет об'єкта з розрізною здатністю, яка дорівнює, наприклад, 0,15-0,20 м. Спостереження дальномірних портретів об'єктів великої протяжності забезпечують послідовним (за допомогою блока синхронізації (БС) визначенням окремих ділянок дальності, а саме подовжнього розміру об'єкта, з подальшим узагальненням дальномірного портрета протяжного об'єкта за допомогою спеціалізованого процесора (СП) (див. фіг. 1).

25 Особливості реалізації відомих ознак способу, що пропонується, перш за все, кутових координат об'єкта розглянемо для випадку наявності за горизонтом об'єкта з кутовими координатами ϵ_d , β_d , яке спостерігається всередині робочого діапазону кутів місця, який дорівнює ϵ_m (фіг. 2).

30 Вид пачки сигналів після детектування на виході сумарного приймального каналу та їх затримки за часом на t_1 , t_2 відносно початку ($t=0$) синхронного сканування променів з частотою Ω у площині азимуту зображені на кресленні (фіг. 2) нижче. Видно, що напівсума затримок сигналів дорівнює азимуту, а напіврізниця - визначає (з урахуванням кута похилу променів $\text{tg}\alpha$) кут місця об'єкта, згідно з формулою.

$$\beta = \Omega(t_1 + t_2)/2; \epsilon = \Omega[(t_2 - t_1)\text{tg}\alpha]/2.$$

35 На фіг. 3 представлено варіант загального вигляду антени, яка забезпечує випромінювання і прийом сигналів для визначення координат і просторових характеристик об'єктів за горизонтом. Для зменшення ваги і парусності та забезпечення швидкого відновлення антени, у випадку її пошкодження, пасивний зрізаноконічний трансрефлектор доцільно виготовляти у вигляді сіткової конструкції. Опромінювачі, що сканують за фокальним колом параболоїдального рефлектора, доцільно виготовляти у вигляді фазованої антенної решітки або конструкцій рупорного типу, що сканують механічно з кутовою швидкістю Ω . Період сканування випромінювачів є узгодженим з часом, який потрібен для оцінювання просторових характеристик об'єкта за горизонтом. Точкою F_1 внизу (на фіг. 3) показано місце розташування у фокусі параболі опромінювачів, які сканують перед щоглою. Кожний опромінювач має канал для випромінювання і чотири канали приймання сигналів. Всі ці канали випромінювачів оснащені діелектричними лінзами, що корегують (випрямляють) фронт хвилі під час її передачі та приймання. У випадку спостереження слабких сигналів або сигналів від об'єктів, що є малорозмірними, під час застосування винаходу, здійснюють виключення затінку випромінювань металевою щоглою за допомогою розташування випромінювачів, що сканують, перед щоглою та оснащення хвилеводів діелектричними лінзами для точно заданого корегування фронту хвилі.

40 На фіг. 4 зображено досягнення важливого ефекту вузькоспрямованого випромінювання електромагнітної хвилі в азимутальній площині після її відбиття від трансрефлектора, який має

осесиметричну опуклу поверхню. Це можливе лише за умови точно заданого корегування фронтів хвиль у хвилеводах, під час їх розповсюдження в каналах опромінювачів, тобто через вирівнювання фронтів променів, що улучають на протилежно нахилені ділянки параболоїдального рефлектора. При цьому уявний фокус F опромінювача виявляється розташованим на фокальному колі позаду щогли, що і є потрібним.

На фіг. 5 представлено вигляд квазіоптимального амплітудного розподілення електромагнітного поля за розкритом висотою $2H$ пасивного зрізаноконічного трансрефлектора антени у координатній площині кутів місця за допомогою радіопоглинаючого композита.

Радіопоглинаючий композит доцільно виготовляти шляхом синтезу наповнювача-оксиду перехідних металів зі структурою шпінелі оберненого типу, наприклад, у вигляді сполуки $NiCo_2O_4$, для наповнення полімерної основи композита та затвердіння їх суміші в електромагнітному полі, з метою забезпечення більш високого рівня ступеня полімеризації покриття антени.

Нанесення на дзеркало композитного покриття, товщина якого регулюється за розкритом, також доцільно, з метою збільшення адгезії, здійснювати електростатичним розпилювачем полімерної фарби з наповнювачем.

На фіг. 6 надано діаграму спрямованості антени прототипу, а на фіг. 7 - діаграму спрямованості антени винаходу.

Ширина діаграми спрямованості антени $2\varepsilon^{opt}$ по рівню 0,5 по потужності, згідно з винаходом (з квазіоптимальним амплітудним розподілом поля) пов'язана з рівнем максимальних за інтенсивністю (однорідних) бокових пелюсток цієї діаграми ξ_a , що примикають до основного, формулою

$$2\varepsilon_{0,5}^{opt} = \frac{2\lambda}{\pi H} \sqrt{\operatorname{arch}^2\left(\frac{1}{\xi_a}\right) - \operatorname{arch}^2\left(\frac{1}{\sqrt{2}\xi_a}\right)},$$

з якої витікає, що в разі одержання бокових пелюсток діаграми спрямованості, наприклад, на рівні, що дорівнює мінусу 33 дБ, коли раніше він дорівнював мінусу 23 дБ, ширина діаграми спрямованості модернізованої антени збільшується лише на 1 %, що практично не погіршує точності оцінювання просторових характеристик об'єктів за горизонтом.

Під час застосування винаходу досягається збільшення точності оцінювання і просторових характеристик об'єктів за горизонтом, і їх кутових координат, і їх дальності, завдяки зменшенню рівня бокового прийому перешкод в площині кута місця, а саме в напрямку верхнього бокового пелюстка діаграми спрямованості антени у випадку спостереження слабких сигналів під час дії постановників перешкод і наведення високоточної зброї, а також завдяки зменшенню рівня сигналів, що відбиті від підстильної поверхні в напрямку нижньої бокової пелюстки діаграми спрямованості антени, у випадку спостереження сигналів від об'єктів, що є наземними малорозмірними, або діють на занадто малій висоті.

В порівнянні з прототипом, збільшення точності визначення кутових координат і оцінювання просторових характеристик пропорційно відношенню потужностей завадових сигналів, що потрапляють у приймальні канали пеленгаторів щодо прототипу P_n та винаходу P_v . Згідно з умовами прикладу, це відношення дорівнює $P_n/P_v=10$.

Можливість оцінювання величини і знака асиметрії лінійних поперечних розмірів об'єктів в картинній площині радіолокатора (з показом на індикаторі спостереження (ІС) конфігурації проекції об'єкта на картинну площину радіолокатора) на кожній відстані "блискучих" точок об'єкта від радіолокатора пояснюється за допомогою фіг. 8 і фіг. 9.

На схемі (фіг. 9) показано варіант стикування парціальних приймальних каналів кута місця ϵ і азимута β одного з опромінювачів, що сканує, з блоком, що реалізує операції для виявлення наявності просторового розділення "блискучих" елементів (точок) об'єкта в картинній площині пеленгатора, який класично не є розділеним. Функції елементів цього блока є звичайно відомими, вони визначені формулою винаходу, тому не вимагають докладного пояснення, однак, принцип цієї просторової сумарно-різницевої обробки щодо отримання корисної інформації для оцінювання величини і знака асиметрії лінійних поперечних розмірів об'єктів в картинній площині радіолокатора пояснити доцільно.

На фіг. 8 показано векторну діаграму загального сумарного і загального різницевого сигналів, які є результатом підсумовування відповідно двох сумарних і двох різницевого сигналів, що відбиті від двох крайніх "блискучих" точок об'єкта, що рознесені у просторі картинної площини радіолокатора.

Саме ортогональна (відносно загального сумарного сигналу) складова загального різницевого сигналу, який (див. фіг. 8) в каналі кута місця і в каналі азимута є ортогональним (в порівнянні з сумарним сигналом) кутовим відхиленням крайніх "блискучих" точок об'єкта від

рівносигового напрямку діаграми спрямованості радіолокатора, визначає кожний амплітудно-фазовий детектор (АФД) у вигляді (фіг. 9):

$$A_{\Delta}^{\perp}(\varepsilon) = U_1 \cdot U_2 \cdot \Delta_{\varepsilon}; \quad (1)$$

$$A_{\Delta}^{\perp}(\beta) = U_1 \cdot U_2 \cdot \Delta_{\beta};$$

де $U_1(U_2)$ - рівень амплітуди сигналу від першої (другої) крайньої "блискучої" точки об'єкта; Δ - кутова відстань (кутовий розмір) в картинній площині між цими відповідними точками, що розташовані на їх конкретній дальності від радіолокатора.

Цей розмір є пропорційним лінійній поперечній відстані L між "блискучими" точками в картинній площині та обернено пропорційним дальності R до цих "блискучих" точок об'єкта від радіолокатора і дорівнює

$$\Delta = L/R, \quad (2)$$

тому, після логарифмування величин (1) і визначення їх різниці, згідно з фіг. 9, отримаємо оцінку логарифма відношення лінійних поперечних розмірів об'єкта або його частини в картинній площині, тобто отримаємо, на відміну від прототипу, і величину, і знак асиметрії об'єкта. Дійсно,

$$\lg(U_1 \cdot U_2 \cdot \Delta_{\varepsilon}) - \lg(U_1 \cdot U_2 \cdot \Delta_{\beta}) = \lg[L_{\varepsilon}/L_{\beta}]. \quad (3)$$

Ця оцінка практично не залежить від інтенсивності відбитих сигналів і дальності до об'єкта (за умов достатнього енергетичного потенціалу радіолокатора). Знак оцінки (3) показує, що ширина об'єкта менше за висоту, за умов, коли отримано нерівність у вигляді

$$\lg[L_{\varepsilon}/L_{\beta}] > 0,$$

і більше за висоту, за умови, коли отримано нерівність у вигляді

$$\lg[L_{\varepsilon}/L_{\beta}] < 0.$$

За допомогою програми визначення функції $\text{antilg}[X]$ одержаної оцінки у вигляді величини $X = \lg[L_{\varepsilon}/L_{\beta}]$ і сукупності величин відповідних подовжніх розмірів елементів, а також оцінки розміру об'єкта в цілому, за допомогою спеціалізованого процесора (СП) і блока синхронізації (БС), фіг. 9, згідно з винаходом з урахуванням фіг. 1-9, з'являється можливість отримувати і ілюструвати на екрані (фіг. 10) індикатора спостереження спрощений образ об'єкта, який спостерігається за горизонтом, за даними практичного оцінювання в реальному масштабі часу огляду простору.

Таким чином, можливість реалізації запропонованого способу, його корисність, що визначається сукупністю суттєвих ознак винаходу, і його переваги в порівнянні з прототипом, вважаються такими, що є доказаними.

В зв'язку з цим автор просить розглянути надані матеріали Заявки та прийняти позитивне рішення про видачу Патенту України на винахід.

ФОРМУЛА ВІНАХОДУ

Спосіб оцінювання просторових характеристик об'єктів за горизонтом шляхом кругового сканування вільноподібних променів, що протилежно нахилені і розташовані під кутом α до горизонту та перехрещуються біля поверхні ґрунту, формування за допомогою двох рознесених у площині кутів місця, осесиметричних нерухомих відбиваючих поверхонь, нижнього параболоїдального рефлектора та верхнього зрізанокутичного трансрефлектора, піднятого на щоглі для збільшення дальності прямої видимості, спрямування двох опромінювачів, що синхронно сканують з частотою Ω у площині азимуту уздовж лінії фокального кола параболоїдального рефлектора, на протилежно нахилені ділянки цього рефлектора, так щоб сигнали, які приймаються, що відбиті від зрізанокутичного трансрефлектора, потрапляли на ці ділянки рефлектора та в опромінювачі, що сканують, посилення сигналів у приймальних каналах і їх детектування, визначення азимуту β об'єкта з урахуванням напівсуми затримок за часом на t_1 , t_2 сигналів кожного із двох опромінювачів відносно часу, що відповідає початку сканування, за формулою $\beta = \Omega \cdot (t_1 + t_2) / 2$, та визначення кута місця об'єкта за напіврізницею затримок сумарних сигналів з виходу приймальних каналів опромінювачів за формулою $\varepsilon = \Omega \cdot [(t_2 - t_1) \cdot \tan \alpha] / 2$, зменшення рівня бокових пелюсток діаграми спрямованості антени у площині кутів місця, завдяки корекції попереднього розподілу амплітуд електромагнітного поля на поверхні зрізанокутичного трансрефлектора у площині кута місця через створення квазіоптимального розподілу цих амплітуд за допомогою радіопоглинаючого композитного покриття, що нанесено на дзеркало трансрефлектора за його розкритом з висотою H в інтервалі $[h = -H/2 \dots +H/2]$ зі зміною товщини покриття дзеркала, розташування опромінювачів, що синхронно сканують вздовж фокального кола рефлектора, перед щоглою та оснащення їх діелектричними лінзами для корегування фронту хвилі, так щоб уявний фокус кожного опромінювача створити на

фокальному колі позад щогли, здійснення одночасного порівняння та амплітудного пеленгування сигналів, що приймаються, шляхом одержання суми вихідних сигналів чотирьох парціальних приймальних каналів, якими попередньо оснащують кожний опромінювач, а також шляхом одержання різниці сигналів цих каналів у відповідній площині азимута і площині кута місця, затримання сумарного сигналу за фазою на кут $\pi/2$, здійснення амплітудно-фазового детектування добутку затриманого за фазою сумарного і відповідного різницевого сигналу в кожній координатній площині, посилення отриманих результатів детектування за допомогою логарифмічних посилювачів, який **відрізняється** тим, що формують за допомогою високовольтного накопичувача, водневого розрядника високого тиску, генератора міліметрових хвиль, генератора пилкоподібної напруги і модулятора, наносекундні зондувальні лінійно-частотно-модульовані радіосигнали, випромінюють їх за допомогою опромінювачів, параболічного рефлектора і зрізаноконічного трансрефлектора, визначають дальномірний портрет об'єкта за допомогою дисперсних фільтрів стискання сигналів за часом після їх сумарно-різницевої обробки, визначають, шляхом віднімання сигналів логарифмічних посилювачів різницевих ортогональних кутових сигналів кута місця і азимута, величину і знак лінійної асиметрії об'єкта в картинній площині радіолокатора та оцінюють просторові характеристики об'єкта за результатами визначення його дальномірного портрета і його величини та знаку лінійної асиметрії в картинній площині радіолокатора за допомогою спеціалізованого процесора та індикатора спостереження.

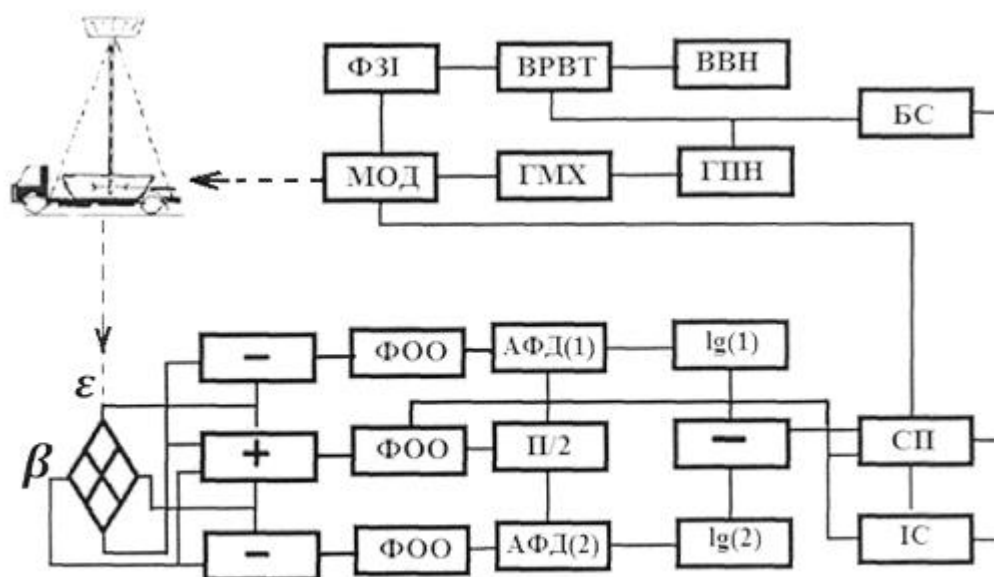
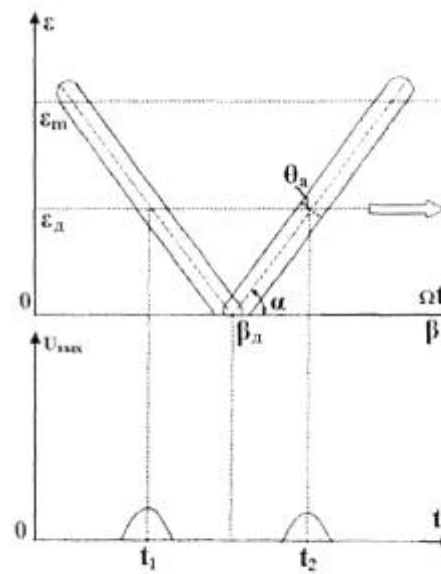
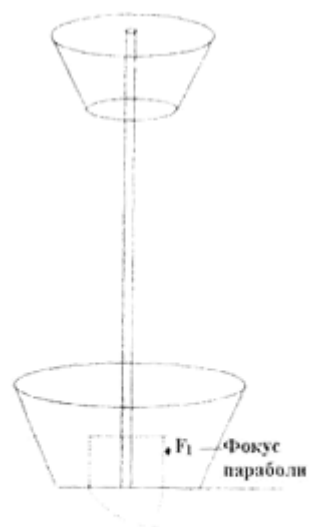


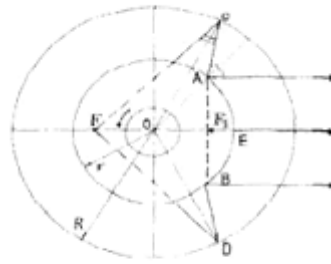
Fig. 1



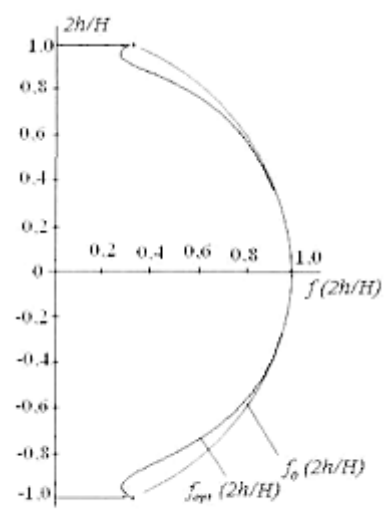
Фиг. 2



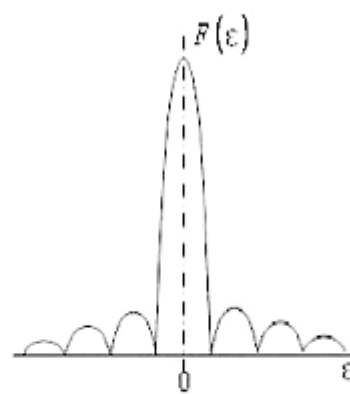
Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6

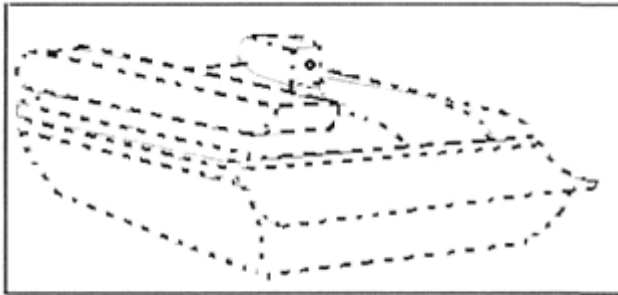


Fig. 10

Комп'ютерна верстка О. Гергіль

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601