

Винахід відноситься до галузі дослідження та аналізу матеріалів шляхом визначення їх хімічних або фізичних властивостей, зокрема до галузі дослідження та аналізу матеріалів з допомогою електричних, електрохімічних та магнітних засобів.

Відомі способи визначення параметрів іоносфери [1,2], згідно з якими іоносферу зондують одиночним радіоімпульсом або двома радіоімпульсами зі змінною затримкою між ними, визначають потужність, кореляційну функцію або спектр некогерентно розсіяного (НР) сигналу, по формі спектру або кореляційної функції визначають електронну та іонну температури та далі використовуючи інформацію про потужність (НР) сигналу та електронну та іонну температури визначають електронну концентрацію.

Прототипом цього способу визначення параметрів іоносфери може служити спосіб зондування одним імпульсом довжиною 600-1200мкс [3], який заключається у тому, що іоносферу зондують радіоімпульсом, приймають некогерентно розсіяний іоносферою сигнал, визначають кореляційні функції або спектри та потужність P сигналу, по формі спектру або кореляційної функції визначають електронну T_e та іонну T_i температури, далі обчислюють нормований профіль електронної концентрації N_e згідно з виразом:

$$N_e(h) = K \cdot P_n(h) \cdot h^2 \left(1 + \frac{T_e(h)}{T_i(h)} \right) \quad (1)$$

де K - коефіцієнт пропорційності, який залежить від параметрів радару (його можна визначити наприклад шляхом абсолютного визначення концентрації методом вертикального зондування), h - висота, $P_n(h)$ - нормований висотний профіль потужності сигналу. Даний спосіб дозволяє отримувати параметри іоносфери у діапазоні висот 200-1500км з просторовим розрішенням 90-128км.

Недоліком прототипу є недостане просторове розрішення при вимірюванні параметрів іоносфери у інтервалі висот 100-400км.

Задачею цього винаходу є розширення висотного інтервалу, у якому одночасно вимірюються іоносферні параметри у інтервалі висот 100-1500км, покращення просторового розділення та точності вимірювання параметрів іоносфери у районі максимуму іонізації та нижче.

Аналіз висотної будівлі іоносфери, властивостей некогерентного розсіяння та особливостей роботи імпульсних установок НР показав на необхідність застосування складених зондуючих сигналів для отримання вертикального розподілу параметрів іоносфери у інтервалі висот 100-1500км. Принцип їх формування наступний: зондуючий сигнал складається з дискретних частотних елементів; елемент, призначений для зондування великих висот формується в початку послідовки, а елемент призначений для малих висот завершує послідовку.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що згідно з даним способом іоносферу зондують радіоімпульсом, який складається з двох частотних елементів, один з яких має довжину T_1 та несучою частотою f_1 , а інший - $T_2=(0,05-0,15)T_1$, причому його несуча частота f_2 здвигнута відносно несучої частоти першого імпульсу величину Δf .

Робота радару некогерентного розсіяння (НР) у даному режимі відбувається таким чином. Задаюча система Фіг.1 (5 - синтезатор частоти та 6 - синхронізатор) виробляє двочастотний імпульс із необхідними значеннями частот та довжин його елементів, а також сигнали синхронізації, що надходять на передаючий прилад. Також задаючею системою виробляються напруги гетеродинів, необхідні для роботи двох частотних каналів приймального приладу. Радіопередаючий прилад 8 з допомогою антенно-фідерного тракту 7 випромінює радіоімпульси великої потужності. Далі відбувається розсіяння радіоімпульсу на просторових неоднорідностях середовища та формування сигналу НР. Моменти часу t_0 й t_0' є початковими точками відрахування висоти для першого та другого елементу зондуючого імпульсу відповідно (Фіг.2). Для елементу А з частотою f_1 мінімальним інтервалом формування сигналу НР є інтервал висот h_3-h_2 при відповідному йому інтервалі затримок t_3-t_2 , а для елементу В з частотою f_2 - інтервал висот h_2-h_1 за час t_2-t_1 . Прийнятий антенною сигнал через антенно-фідерний тракт надходить на вхід радіоприймального пристрою (РПРУ). РПРУ має два частотних канали 1 та 3, у яких відбувається роздільне підсилення та перетворення сигналів, отриманих у результаті зондування іоносфери двочастотним імпульсом. Сигнали з виходів РПРУ надходять на входи пристрою обробки. У каналі 2 у результаті обробки сигналу визначають кореляційні функції або спектри та потужність P сигналу прийнятому каналом радіоприймача, настроєним на частоту f_1 . Далі за кореляційними функціями або спектрами визначають T_e та T_i з просторовим розрішенням характерним для імпульсу довжиною T_i . У каналі 4 обчислюється нормований висотний профіль потужності $P_n(h)$ сигналу прийнятому каналом радіоприймача, настроєним на частоту f_2 з просторовим розрішенням, характерним для імпульсу довжиною T_2 . Далі використовуючи інформацію про T_e та T_i , які отримані по даним каналу частоти f_1 визначають електронну концентрацію згідно з виразом (1), причому

ураховуючи, що відношення $\frac{T_e(h)}{T_i(h)}$ змінюється з висотою значно повільніше ніж N_e (згідно з експериментальними даними та емпіричними моделями іоносфери [5] порядок значення N_e при зміні висоти від 100 до 300 км

змінюється від 10^2 до 10^5 , а максимальне значення відношення $\frac{T_e(h)}{T_i(h)} \approx 3$) у якості відношення $\frac{T_e(h)}{T_i(h)}$ використовуються значення від 1 (для висот менш 130км, ураховуючи те що з-за високої щільності нейтральних часток, у зіткненнях з якими ефективно охолоджуються як іони, так і електрони [4]) до величин, отриманих за

рахунок інтерполяції значень $\frac{T_e(h)}{T_i(h)}$, визначених за кореляційними функціями або спектрами сигналу, прийнятому каналом радіоприймача, настроєним на частоту f_1 .

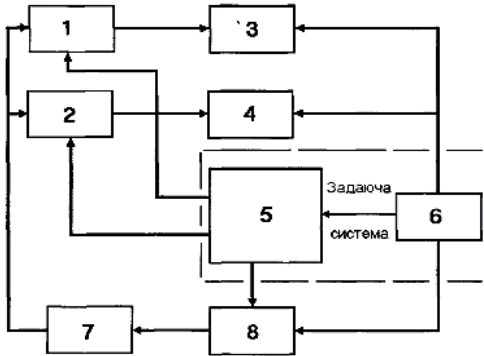
Таким чином згідно з пропонуєним методом проводиться зондування іоносфери одною радіолокаційною системою, за період однієї розгортки дальності, але двома імпульсами одночасно з їх частотним розділенням. Розсіяний на неоднорідностях іоносфери сигнал приймається радіоприймачем, де проводиться часове та частотне розділення сигналів а також їх обробка з метою отримання даних про сечіння розсіяння від короткого

імпульсу, де не враховується його спектр, та кореляційних функцій від довгого імпульсу. Використання двочастотного способу зондування на радарі НР дозволить при одночасному вимірюванні параметрів іоносфери на великих висотах підвищити висотне вирішення при вимірі електронної концентрації в районі максимуму іонізації та розширити нижню границю вимірювань.

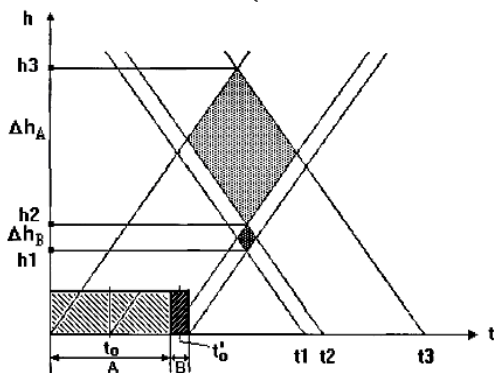
Запропонований спосіб був експериментально випробувань на радарі некогерентного розсіювання Інституту іоносфери НАН і МО України.

Джерела інформації

1. Таран В.И. Наблюдения ионосферы методы некогерентного рассеяния Ионосферы исследования №27. – Москва Сов. Радио, 1979 – с.120.
2. Цуркан А.В. Двухимпульсный режим работа радара некогерентного рассеяния. Сборник научных трудов, Вестник ХГПУ, Выпуск 31.- Харьков, ХГПУ. 1999.- с.125.
3. Емельянов Л.Я. Измерение высотных профилей электронной концентрации методом некогерентного рассеяния, Геомагнетизм и аэрномия, 2002, том 42, №1, с.116-120., Москва, 2002.
4. Брюнелли Б.Е., Намгаладзе А.А. Физика ионосферы. – М.: Наука, 1988. – с.528.
5. Адаптивная модель ионосферы И.А. Кринберг и др. – М.: Наука, 1986. – с.132.



Фіг.1



Фіг.2