



УКРАЇНА

(19) UA (11) 24531 (13) U
(51) МПК
G01S 13/95 (2007.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ВИСОТНО-ЧАСОВОГО РОЗПОДІЛУ ЕЛЕКТРОННОЇ КОНЦЕНТРАЦІЇ ІОНОСФЕРНОЇ ПЛАЗМИ ПРИ НЕСТАБІЛЬНОСТІ КОНСТАНТИ РАДІОЛОКАТОРА

1

2

(21) u200612656

(22) 01.12.2006

(24) 10.07.2007

(46) 10.07.2007, Бюл. № 10, 2007 р.

(72) Пуляєв Валерій Олександрович, Лисенко Валерій Миколайович

(73) Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

(57) Спосіб визначення висотно-часового розподілу електронної концентрації іоносферної плазми при нестабільності константи радіолокатора, коли при некогерентному розсіянні використовується вираз:

$$N_e(h) = \frac{P_s(h) \cdot h^2 \cdot [1 + T_e(h) / T_i(h)]}{C_p}$$

де h - висота, $P_s(h)$, $T_e(h)$ і $T_i(h)$ - висотні залежності одержаних потужностей сигналу розсіяння, електронної та іонної температур заряджених часток плазми, C_p - константа радіолокатора, що розрахована в один із сеансів в еталонну добу згідно з залежністю:

$$C_p = \frac{P_s(h_{F2})^{ET} \cdot (h_{F2}^{ET})^2 \cdot [1 + T_e(h_{F2})^{ET} / T_i(h_{F2})^{ET}]}{1,24 \cdot 10^{10} \cdot (f_{NF2}^{ET})^2}$$

в якій $P_s(h_{F2})^{ET}$, $T_e(h_{F2})^{ET}$ і $T_i(h_{F2})^{ET}$ - значення на висоті h_{F2}^{ET} максимуму шару F2 потужності сигналу розсіяння, електронної та іонної температур, f_{NF2}^{ET} - одержані за допомогою іоносферної станції

(іонозонду) значення критичної частоти цього шару,

який **відрізняється** тим, що значення C_p уточнюється з оглядом на новий технічний стан радіолокатора в поточну добу шляхом заміни його на $C_p^{ПОТ}$, яке одержується в результаті обчислювальної процедури, коли потужність фоновому шуму $P_N(t)^{ET}$ (накопичена за період T еталонної доби в кінці радіолокаційної розгортки дальності, де сигнал некогерентного розсіяння вже не реєструється) за допомогою ітераційної (при зміні величин k_T і d_T) процедури поелементно порівнюється з віднесеною ($t = t_{ВІДН}$) до періоду еталонної доби потужністю $P_N(t)^{ПОТ}$, одержаною в поточну добу, з використанням виразу:

$$\sum_{t=0}^T \left\{ P_N(t)^{ET} - k_T \cdot [P_N(t = t_{ВІДН})^{ПОТ} + d_T] \right\}^2 \Rightarrow \min,$$

а в момент одержання мінімуму суми відхилень (в момент максимального співпадання змінних складових, пов'язаних з добовою періодичністю появи в зоні радіовидимості локатора зоряних скупчень) фіксуються коефіцієнти $k = k_T$ і $d = d_T$, де k - величина, еквівалентна зміні підсилення апаратури прийому, а d - еквівалентна зміні постійної складової потужності шуму, та уточнюється константа за виразом $C_p^{ПОТ} = C_p / k$.

Корисна модель відноситься до радіолокації, зокрема до радіотехнічних вимірювань параметрів іоносфери методом некогерентного розсіяння (НР). Ця модель може бути застосована для зменшення похибок обчислення висотно - часового розподілу концентрації електронів, використовуючи як в процесі, так і по результатам радіофізичного експерименту операцію уточнення константи радіолокатора, лише зрідка залучуючи допоміжну апаратуру (іонозонд), а значить - зменшуючи енергетичні витрати та шуми, що створює цей пристрій. Мета розробки - підвищення ефективності

визначення параметрів іоносфери, що є дуже актуальним для корегування існуючих і апробації створюваних моделей середовища поширення радіохвиль, які використовуються службами наземного радіозв'язку, заобрійної радіолокації, службами забезпечення радіозв'язку зі супутниками і т. п.

Відомо, що основні успіхи в розумінні фізичних процесів в іоносфері були досягнуті наприкінці 50-х років в результаті впровадження нових методів її радіолокаційного зондування. В цей час експерименти, виконані Е.В.Эплтоном і

UA (13)

(11) 24531

(19) UA

А.Ф.Барнеттом, Ж.Брейтом і М.Тьювом, базувалися на спостереженні радіосигналу з частотою/відбитого від іоносфери. Відбиття відбувається на висоті, на якій $f=f_N$, де f_N - плазмова частота, обумовлена виразом

$$f_N = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{N_e \cdot e^2}{m_e \cdot \epsilon_0}} \quad (\text{Гц}) \quad (1)$$

В цьому випадку N_e - електронна концентрація (ел/м³); e - заряд електрона ($1.6 \cdot 10^{-19}$ к); m_e - маса електрона ($9.1 \cdot 10^{-31}$ кг) і ϵ_0 - діелектрична проникність вільного простору ($8.85 \cdot 10^{-12}$ ф/м). Якщо f_N виразити в мегагерцах, (1) прийме вигляд добре відомого співвідношення $f_N = 8.97 \cdot 10^{-6} \sqrt{N_e}$, звідки

$$N_e = 1.24 \cdot 10^{10} \cdot f_N^2 \quad (2)$$

Але особливістю подібних досліджень є те, що, збільшуючи частоту сигналу f за допомогою іоносферної станції (іонозонду) можна досліджувати залежність розподілу концентрації від висоти лише до положення максимуму шару F2 (до значень N_{eF2}). Іонізовані ж області, що лежать вище цього максимуму (вище 200...300км), не вдається досліджувати з Землі методом відбиття.

Якщо необхідно у більшому діапазоні (у тому числі і вище 300км) розрахувати висотний профіль електронної концентрації $N_e(h)$, то використовуються спеціалізована імпульсна радіолокаційна система, що дозволяє проводити аналіз сигналу, некогерентно розсіяного іоносферою в метровому або дециметровому діапазоні. У цьому випадку залучається методика аналізу залежності потужності цього сигналу від затримки (так званий метод "профілю потужності").

Розглянемо відомий спосіб наземного радіолокаційного визначення електронної концентрації, який базується на використанні принципу "профіля потужності" [1]. Для його реалізації потрібен наступний склад апаратури: радіолокатор НР, що має можливість вимірювати як висотний профіль потужності $P_s(h)$, так і набір кореляційних функцій відбитого (розсіяного) сигналу. Обов'язково в якості додаткового незалежного засобу треба мати розташований поблизу безперервно працюючий іонозонд, який весь час буде оцінювати значення критичної частоти f_{NF2} на висоті максимуму шару F2.

Наприкінці кожного сеансу вимірювань (звичайно це час інтегрування видеосигналу на протязі одиниць або десятків хвилин) за допомогою такого складу апаратури одержують статистично усереднений висотний профіль потужності $P_s(h)$. Використовуючи ж кореляційний набір функцій, за відомими методиками (так звана зворотна задача електродинаміки) одержують значення і висотного розподілу температур заряджених часток: електронів $T_e(h)$ та іонів $T_i(h)$.

В результаті ці дані дають можливість розрахувати нормований висотний профіль по відношенню до електронної концентрації за виразом

$$N_e(h)_{\text{НОРМ}} = \frac{N_e(h)}{N_e(h_{F2})} = \frac{P_s(h) \cdot h^2 \cdot [1 + T_e(h) / T_i(h)]}{P_s(h_{F2}) \cdot h_{F2}^2 \cdot [1 + T_e(h_{F2}) / T_i(h_{F2})]} \quad (3)$$

де h_{F2} - висота, на якій $N_e(h)/N_e(h_{F2})=1$. А вже з його допомогою, в процесі прив'язки цього

профілю в максимумі до значень електронної концентрації, обчисленої іонозондом за допомогою залежності (2), - знайти і абсолютні значення висотного розподілу $N_e(h)$ як

$$N_e(h) = N_e(h)_{\text{НОРМ}} \cdot N_{eF2} \quad (4)$$

Недолік способу полягає в тому, що наявність іонозонду в кожному сеансі вимірювань - обов'язкова вимога, а це призводить до значного апаратного ускладнення експерименту і електромагнітного засмічення ефіру у широкому діапазоні частот (десятки МГц).

Найбільш близьким до способу, що пропонується - прототипом - є спосіб, який описано в [2]. Він базується на тому ж використанні радіолокатора НР, тобто на вимірюванні висотного профілю потужності $P_s(h)$ сигналу НР та на обчисленні температур заряджених часток. При цьому теж необхідно мати іонозонд, але який пропонується включати для оцінки значень критичної частоти f_{NF2} лише періодично (передбачалося не більше 1 разу за добу). Особливістю цього способу є те, що дана конфігурація пропонувала продовжити розрахунки електронної концентрації, використовуючи при зупинках іонозонда відомості про константу радіолокатора C_p .

Суть методики наступна.

Згідно виразу, приведеному в [2], при зондуванні іоносфери розсіяння формується за законом

$$P_s(h) = C_p \cdot \frac{N_e(h) \cdot \sigma(h)}{h^2} \quad (\text{Вт}) \quad (5)$$

де константа C_p - постійна пропорційності, що залежить від параметрів радіолокатора; $\sigma(h)$ - висотна залежність ефективного поперечного перерізу розсіяння на електрон, що має радіус r_e . Величину $\sigma(h)$ в метровому діапазоні хвиль можна звести до відношення температур заряджених часток іоносферної плазми, тобто

$$\sigma(h) = \frac{\sigma_e}{1 + T_e(h) / T_i(h)} \quad (6)$$

де σ_e приймається за величину $4\pi r_e^2 = 1 \cdot 10^{-28}$ (м²).

Звідси формула, що використовується для розрахунку електронної концентрації, має вигляд

$$N_e(h) = \frac{P_s(h) \cdot h^2 \cdot [1 + T_e(h) / T_i(h)]}{C_p} \quad (7)$$

Константа ж радіолокатора визначається в одному (або декількох) сеансах в еталонний (ЕТ) час по формулі

$$C_p = \frac{P_s(h_{F2})^{\text{ЕТ}} \cdot (h_{F2}^{\text{ЕТ}})^2 \cdot [1 + T_e(h_{F2})^{\text{ЕТ}} / T_i(h_{F2})^{\text{ЕТ}}]}{1.24 \cdot 10^{10} \cdot (f_{NF2}^{\text{ЕТ}})^2} \quad (8)$$

Для цього, як було вказано вище, потрібні результати оцінки параметрів іоносфери, які за допомогою радіолокатора НР отримуються на висоті максимуму шару F2, а також обчислене іонозондом значення f_{NF2} . Для надійності ж статистичного уточнення бажано при цьому мати ще й спокійний стан іоносфери

Недоліком цього методу є те, що в реальності величина C_p час від часу змінюється, що призводить до непередбачених похибок, а способів перевірки константи, окрім повторного включення

іонозонду, до останнього часу не існувало. Однією із причин нестабільності величини C_p є зміна режиму роботи приймальної системи радіолокатора із-за нестабільності параметрів радіокомпонентів. Також в залежності від варіювання відношення сигнал/шум (із-за сонячної активності, магнітних бур і т. д.) можуть змінюватися (персоналом або автоматично) коефіцієнти підсилення відеопристроїв для узгодження параметрів аналогового сигналу з динамічним діапазоном АЦП. Це, як приклад, вимагає такого відстеження розмаху сигналу, щоб з максимуму іонізації він не перебільшував $\pm 1V$, і в той же час з верхніх висот, де треба надійно оцінювати рівень шуму $P_N(t)$ - не був меншим, ніж 10 рівнів квантування по амплітуді.

Якщо в результаті цього зміна коефіцієнту підсилення все ж відбулася, а уточнення константи - ні, то всю групу сеансів на протязі поточної доби треба відбракувати, бо недостовірні в них дані визвуть непередбачені результати при подальшій інтерпретації. Це означає загублений, бо неможливо знову повторити той самий стан іоносфери, експеримент. Тобто, з метою підтримки найбільшої вірогідності одержання експериментальних даних, по відношенню до кожного сеансу бажано мати, по максимуму, майже безупинно працюючий іонозонд, але вже для контролю ним моменту можливої зміни константи.

В основу корисної моделі, що пропонується, поставлена задача зменшення похибок обчислення електронної концентрації, що виникають із-за нестабільності значень константи радіолокатора на протязі поточної доби, і, конкретно, які мають місце при зміні режиму роботи приймальної системи радіолокатора. Вирішення цієї задачі досягається тим, що пропонується математична процедура корекції константи C_p радіолокатора, використовуючи результати іоносферних спостережень як за всю за добу, так і за менший період. Ця корекція проводиться шляхом перерахунку константи згідно виразу (8), але використовуючи не іонозонд, а відомості про зміну деяких технічних характеристик радіолокатора.

Операція корекції базується на тому припущенні, що якщо теперішній стан радіолокатора, з новим коефіцієнтом підсилення приймальної частини, було використано під час еталонної доби, то в момент оцінки константи він забезпечив би іншу потужність прийнятого з максимуму шару F2 сигналу розсіяння $P_s(h_{F2})$. І зміна цієї потужності еквівалентна (і це використано в моделі) зміні потужності складових фонового шуму $P_N(t)$, тих складових, що мають постійний, не залежний від часу характер, а на вихід приймача проходять тим же трактом підсилення. До них відносяться еталонні сигнали, пов'язані з появою в зоні радіовидимості радіолокатора зоряних скупчень, які з добовою періодичністю формують сигнали у вигляді так званих космічних шумів.

Таким чином, якщо зміну константи пов'язати зі зміною потужності цих еталонних складових і за допомогою математичних розрахунків, без включення іонозонду, проводити її корегування, то значно зменшується (не більше 1 разу за рік) частота його включення.

Розглянемо, яку інформацію несе в собі фоновий шум $P_N(t)$, якщо проаналізувати його значення та складові на протязі доби, представивши їх для наочності у графічному вигляді.

Особливість методу НР в тому, що діючі імпульсні установки, хоч вони і мають мегаватів передавачі, одержують енергію розсіяння дуже малу, тому використовують приймачі з чутливістю до вхідного сигналу P_{S+N} на рівні одиниць і навіть частин мкВ. В результаті в системі обробки, окрім складових P_s , що відносяться до сигналу розсіяння, реєструються безліч складових квазістаціонарних шумів P_N різної природи.

Алгоритми обробки, накопичуючи абсолютні значення потужності шумів на кінцевому інтервалі Δh радіолокаційної розгортки дальності (де сигнал Нр вже на реєструється), використовують ці дані для наступного уточнення значень сигналу розсіяння. Для цього приймається [1], що рівень шуму протягом сеансу (декілька хвилин) постійний, має одне і те ж значення і вздовж всієї радіолокаційної розгортки дальності. А значить, враховуючи його адитивний характер, це можна відняти від суміші P_{S+N} в операціях розрахунку висотного розподілу $P_s(h)$.

Як відомо з ряду публікацій, де описана специфіка роботи радіолокаторів НР (автори Таран В.І., Рогожкін Є.В. та інші), фоновий шум обумовлено впливом зовнішніх і внутрішніх факторів. До зовнішніх факторів відноситься наявність світіння (шум) неба, що визвано періодичною, від доби до доби, появою в зоні діаграми спрямованості антени сигналів від радіоджерел, якими є зоряні скупчення. Коли цей шумовий потік падає з простору на приймальну антену, у залежності від напрямку (або часу доби при одному напрямку) характер скупчень дає внесок від одиниць до декількох сотень градусів ефективної шумової температури

$$T_N = P_N / k \Delta F,$$

де $k = 1.38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К - стала Больцмана,

ΔF - смуга пропускання приймача радіолокатора на відеочастоті,

P_N - потужність шумів.

Також сюди відносяться й інші сигнали, що попадають в антену (грозові розряди, відбиття від землі, теплові шуми земної поверхні, прийняті паразитними пелюстками діаграми спрямованості антени та ін.). А внутрішні фактори обумовлені шумами, пов'язаними з технічним станом радіолокатора (шум радіокомпонентів і т. д.), які при їх приведенні до входу в цілому теж дають внесок на рівні декількох сотень градусів.

Приклад добових залежностей адитивної суми потужностей таких зовнішніх та внутрішніх шумів, які зафіксовані в кінці радіолокаційної розгортки по результатам кожного 15-и хвилинного сеансу вимірювань, приведено на Фіг.1. Цей результат одержано радіолокатором НР, який розташований на території Інституту іоносфери НАН і МОН України (м. Харків). Дані належать до періоду безперервної роботи з 27 травня по 6 червня 2006р., при цьому лінії графіка по відношенню до одного і того ж моменту кожної доби мають систематичний відхід вліво на 1/365 частку доби (4хв.). Для їх статистичного усереднення (точки)

положення ліній було скореговано (віднесено) до стану на 27.05.2006р. (в подальшому тексті вони прийняті за еталон шуму).

Для подальших досліджень на Фіг.1 виділимо дві складові:

1. Перша із них, змінна складова $P_N \sim (t)^{ET}$, утворюється за рахунок наявності лише космічних шумів (сигналів від зоряних скупчень). Це вона формує ефект постійного відходу максимумів на лінії графіка вліво. В цілому, положення цих максимумів залежать тільки від номерів доби та місяця і повторюються через рік. Цю складову в еталонний день ми і прийемо за зразок для подальшого порівняння її з такою ж формою, одержаною радіолокатором в поточний час.

2. До другої, постійної складової $P_N = (t)^{ET}$, віднесемо всі ті сигнали, що утворюються із-за наявності інших зовнішніх і внутрішніх факторів.

На радіолокаторах, що інші географічні координати, або використовують нахил антени, теж реєструються подібні шуми. На формі змінної складової також є два максимуми та два мінімуми, що пов'язано з особливістю траєкторії променя антени по карті неба, яку формує еліпсоїдна галактика, і зміною при цьому складу спостережаних зоряних скупчень.

Як показує практика іоносферних вимірювань, на поведінці розмаху цієї графічної форми $P_N \sim (t)^{ET}$ прямо позначається зміна технічного стану та режимів роботи приймальної системи радіолокатора (насамперед, її коефіцієнту передачі). Це значить, що, аналізуючи розмах поточної кривої по відношенню до еталонної, можна знайти, на яку величину змінився також і коефіцієнт передачі, та використати цей результат для корекції константи.

Сутність способу, що пропонується, є такою.

Для розрахунку значень електронної концентрації $N_e(h)$, як і в способі-прототип, будемо використовувати вираз (7) При цьому в якості константи радіолокатора C_P залучається й значення, одержане в еталонний час за виразом (8), але новим є те, що значення константи C_P перед розрахунками уточнюється Це значення згідно процедури, що наведена нижче, замінюється на C_P^{POT} , яке більш коректно відповідає новому технічному стану радіолокатора в поточний день

Запропонована процедура наступна Вона передбачає порівняння потужності шуму $P_N(t)^{POT}$, одержаної на протязі виділеного періоду T в цей поточний день, з потужністю $P_N(t)^{ET}$, одержаною за такий же період в еталонний день. Але перед цим місця розташування елементів поточної потужності корегуються (відносяться) до періоду еталонної доби шляхом їх циклічного переносу по оці часу вправо на $t = t_{відн}$, еквівалентне різниці між датами, які розглядаються.

Після віднесення визначається ступінь максимального співпадання форм змінних складових двох потужностей, для чого використовується ітераційна (з вводом змінних величин k_{IT} та d_{IT}) процедура поелементного порівняння їх значень у вигляді пошуку суми середньоквадратичних відхилень елементів за допомогою наступного виразу

$$\sum_{t=0}^T \left\{ P_N(t)^{ET} - k_{IT} \cdot \left[P_N(t = t_{відн})^{POT} + d_{IT} \right] \right\}^2 \Rightarrow \min, \quad (9)$$

При цьому в момент одержання мінімуму суми відхилень фіксуються коефіцієнти $k = k_{IT}$ і $d = d_{IT}$, де k - пропорційне значенню, у скільки разів по відношенню до еталону змінився розмах змінної складової $P_N \sim (t)^{POT}$, а значить - і коефіцієнт підсилення апаратури прийому, d - значенню, на скільки змінилась постійна складова потужності шуму $P_N = (t)^{POT}$.

По результатам проведення такої ітерації виявляється, що так як коефіцієнт підсилення в радіолокаторі змінився в k раз, то і потужність сигналу розсіяння з максимуму шару F2, яку було б зафіксовано на виході приймача в еталонний день в момент розрахунку константи, з огляду на новий його технічний стан, відповідала б іншому, приведеному значенню, а саме

$$P_s(h_{F2})_{\text{приведене}}^{ET} = P_s(h_{F2})_{/k}^{ET} \quad (10)$$

З цього виходить, що це значення приведеної потужності перетворює формулу (8) по розрахунку константи у способі-прототипі у вигляді

$$C_{POT} = \frac{P_s(h_{F2})_{\text{приведене}}^{ET} \cdot (h_{F2}^{ET})^2 \cdot [1 + T_e(h_{F2})^{ET} / T_i(h_{F2})^{ET}]}{1.24 \cdot 10^{10} \cdot (f_{NF2}^{ET})^2} = C_P / k \quad (11)$$

з якої випливає, що значення C_P^{POT} р можна одержати з C_P еталонного дня за формулою

$$C_P^{POT} = \frac{C_P}{k} \quad (12)$$

І все це - при значному апаратурному спрощенні експерименту та при економії енерговитрат на роботу потужних (кіловати) пристроїв радіозонду

Робота за способом, що пропонується, нижче демонструється на реальному прикладі Вона полягає в наступному.

1 Накладаємо на добовий фон еталонних шумів $P_N(t)^{ET}$ одержаних 27 05 2006р, потужність шуму $P_N(t)^{POT}$, одержану на протязі доби в поточний день 14 07 2006р (Фіг.2)

2 Відносимо до періоду еталонної доби положення елементів поточної потужності шуму $P_N(t)^{POT}$ шляхом їх циклічного переносу вправо на період, що еквівалентний різниці в 48 діб між датами, тобто на величину в 48/365 доби, або $t_{відн} = 3 \text{ год. } 12 \text{ хв.}$

3 Проводимо ітераційну процедуру поелементного порівняння цих приведених потужностей, одержаних впродовж всієї доби, використовуючи вираз (9) Фіксуємо в момент одержання мінімуму суми відхилень коефіцієнти $k=13$ і $d=21$ Момент такого найкращого співпадання змінних складових $P_N \sim (t)^{POT}$ поточного дня з еталоном $P_N \sim (t)^{ET}$ приведено на Фіг.3 При цьому розмахи постійних складових можуть як співпадати ($kd=0$), так і ні (у нашому випадку $kd=27$) із-за зміни умов засмічення радіо ефіру.

4 По результатам ітерації виявляємо, що так як коефіцієнт підсилення приймальної системи змінився в $k=1.3$ раз, то і значення константи відповідає меншому значенню, а саме $C_P^{POT} = C_P / 1.3$.

З урахуванням такого нового її значення і перераховуємо електронну концентрація на протязі поточної доби згідно виразу (7) із способу-прототипу, підставивши у нього $C_P = C_P^{ПОР}$.

5. Слід відзначити, що період T поточної доби, на протязі якого для оцінки коефіцієнтів k і d використовуються значення потужностей шуму $P_N(t)^{ПОР}$, може бути значно меншим, ніж 24 години. Це може бути декілька годин (Фіг.4), коли змінна складова на графіку все ще має характерні особливості у вигляді хоч одного переходу між мінімумом та максимумом, придатного для порівняння з еталоном. До того ж, у протилежність від способу-прототипу, легко реалізується можливість повернення до корекції даних іоносферних вимірювань, одержаних в попередні роки, якщо змінювався характер $P_N(t)^{ПОР}$, а моментів зміни константи не було зафіксовано.

Цей випадок демонструє Фіг.4, коли в порівнянні з еталоном не тільки не співпав розмах змінної складової (із-за зменшення коефіцієнту підсилення), але й перед 16^{00} в апаратурі з якихось причин його ще раз було змінено (значно збільшено). Саме для цього випадку використаємо процедуру послідовного порівняння змінних складових шуму спочатку в інтервалі 2^{00} - 16^{00} (результат порівняння: $k=1.1$, $d=-44$, а потім - в інтервалі 17^{00} - 23^{00} ($k=0.8$, $d=-60$).

Як приклад, що демонструє кількісні показники нового способу, на Фіг.5 наведені графічні лінії значень електронної концентрації $N_e(t)$ для цієї доби, обчислені по різним методикам. Штрихова лінія (а) - це результат, що одержаний при старому значенні константи радіолокатора, яка своєчасно не була скорегована із-за відсутності уточню-

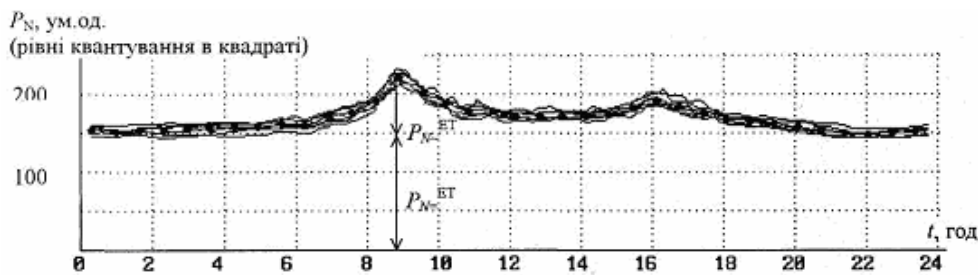
ючих даних з іонозонду про критичну частоту. Безперервна ж лінія (б) - електронна концентрація, одержана після перерахунку константи згідно запропонованої процедури, якій не потрібно уточнюючих поточних даних про f_{NF2} . Перша половина графіка показує, що електронну концентрацію потрібно збільшити майже на 10%, а друга - відповідно зменшити на 20% по відношенню до розрахунків попередньою методикою.

Внаслідок того, що у відомих способах відсутні означені відзнаки: порівняння в деякому інтервалі в поточний день змінної складової залежності потужності шуму на виході приймача радіолокатора (потужності космічних шумів) з аналогічними значеннями, одержаними в етальонний день, знаходження в процесі порівняння змін в коефіцієнті підсилення апаратури прийому і врахування виявлених змін для своєчасного уточнення константи, не використовуючи періодичне включення іонозонду, що в цілому значно зменшує складність апаратури, засмічення радіо-сфери та енергетичні витрати на експеримент, то спосіб визначення висотно-часового розподілу концентрації електронів, що пропонується, відповідає критерію "істотні відзнаки".

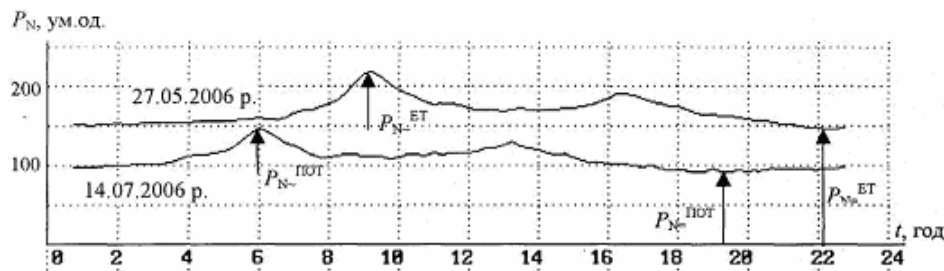
Джерела інформації:

1. Емельянов Л.Я. Измерение высотных профилей электронной концентрации методом некогерентного рассеяния // Геомагнетизм и аэрномия. - М.: 2002. - Т.42, №1. -С.116-120.

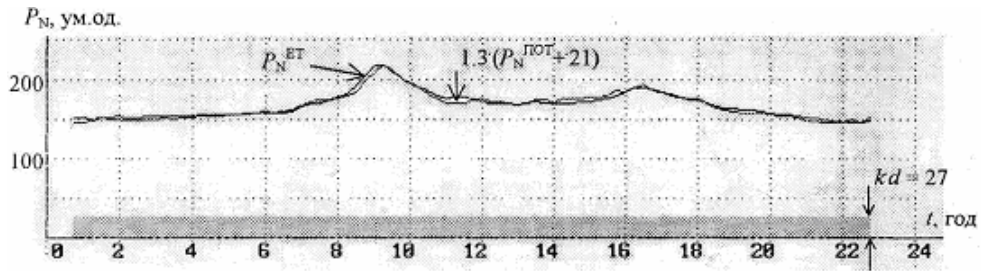
2. Эванс Дж. Теоретические и практические вопросы исследования ионосферы методом некогерентного рассеяния радиоволн. - Труды ИИЭР. 1969. - 57, №4. -С.139-175.



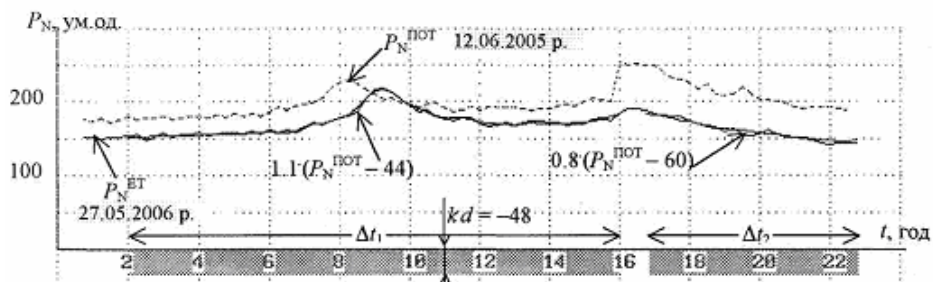
Фіг. 1



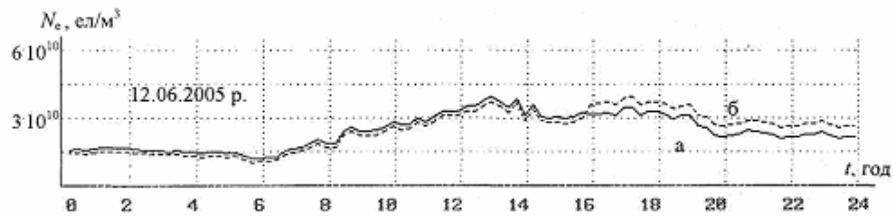
Фіг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5