

УКРАЇНА



ПАТЕНТ

НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

№ 130768

СПОСІБ ОДНОЧАСНОГО ВИЗНАЧЕННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ ТА ЧАСТОТИ ЗІТКНЕНЬ ЕЛЕКТРОНІВ У НИЖНІЙ ІОНОСФЕРІ

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі **26.12.2018.**

Заступник міністра економічного розвитку і торгівлі України

Ю.П. Бровченко



(19) UA

(51) МПК (2018.01)
G01S 13/95 (2006.01)
G01S 13/00

(21) Номер заявки: **u 2018 06526**

(22) Дата подання заявки: **11.06.2018**

(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: **26.12.2018**

(46) Дата публікації відомостей про видачу патенту та номер бюлетеня: **26.12.2018, Бюл. № 24**

(72) Винахідники:
Гоков Олександр Михайлович, UA,
Тирнов Олег Федорович, UA,
Буц Юрій Васильович, UA

(73) Власники:
Гоков Олександр Михайлович,
пр. Героїв Сталінграда, 144/2,
кв. 14, м. Харків, 61162, UA,
Тирнов Олег Федорович,
вул. Ньютона, 133-б, кв. 52, м.
Харків, 61162, UA,
Буц Юрій Васильович,
пр. Науки, 9-а, м. Харків,
61166, UA

(54) Назва корисної моделі:

СПОСІБ ОДНОЧАСНОГО ВИЗНАЧЕННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ ТА ЧАСТОТИ ЗІТКНЕНЬ ЕЛЕКТРОНІВ У НИЖНІЙ ІОНОСФЕРІ

(57) Формула корисної моделі:

Спосіб одночасного визначення концентрації та частоти зіткнень електронів у нижній іоносфері: значення електронної концентрації визначають на окремих висотах Z за вимірами амплітуд частково відбитих (ЧВ) сигналів $A_{o,x}$ для звичайної "о" та незвичайної "х" кругових магнітоіонних компонент відповідно на частоті f і із співвідношення для диференціального поглинання

$$a(z) = \langle A_x^2(z) \rangle / \langle A_o^2(z) \rangle = R(z) \cdot P_1(z) \cdot P_2(z) \cdot \exp \left[- \int_{z_0}^z K(z') \cdot N(z) dz' \right], \quad (1) \quad \text{шляхом}$$

задання ефективної частоти зіткнень V електронів з молекулами розраховують N на окремих висотах Z , тобто висотний профіль $N(z)$ (тут $R(z) = \langle |\Delta \epsilon_x|^2 \rangle / \langle |\Delta \epsilon_o|^2 \rangle$ - відношення коефіцієнтів відбиття для "о" і "х" хвиль; $\Delta \epsilon_{o,x}$ - флуктуації діелектричної проникності іоносферної плазми; $K = 8\omega_p^2 \omega_H \omega / c [(\omega + \omega_H)^2 + \nu^2][(\omega - \omega_H)^2 + \nu^2]$, $\omega_p^2 = e^2 / m \cdot \epsilon$, $\omega_H = eB_0 m \cos \chi'$, $\omega = 2\pi f$, B_0 - індукція магнітного поля Землі, χ' - кут між напрямом вектора B_0 і вертикаллю, ϵ - діелектрична проникність вакууму, e , m - заряд і маса електрона, $P_1(z) = (y_o \text{sh} y_x) / (y_x \text{sh} y_o)$ - описує диференціальне поглинання "о" і "х" компонент в об'ємі, що розсіює $L = c\tau_i / 2$, c - швидкість світла у

(11) 130768

вакуумі, τ_i - тривалість зондувальних імпульсів, $P_2 = \exp\{-0,78[(n_x^2 - n_o^2) - (\epsilon_x^2 - \epsilon_o^2)]\}$ - співмножник, що описує відмінність просторових флуктуацій N , $y_{o,x} = t_e \omega \epsilon_{o,x}$, $n_{o,x}$ і $\epsilon_{o,x}$ - дійсна і уявна частини $\epsilon_{o,x}$, який відрізняється тим, що у досліді використовують за одночасними вимірюваннями амплітуд ЧВ сигналів $A_{o,x}(z, t)$ на частоті f вимірювання на тій же частоті f амплітуд $A_{1,2}(z, t)$ на ортогональних лінійно поляризованих антенах, вимірюють середню різницю фаз $\langle \varphi \rangle$ "о" і "х" компонент ЧВ сигналів і із співвідношення

$$\langle \varphi \rangle = \langle \varphi_o - \varphi_x \rangle = \arccos \left(\frac{(A_1^2 - A_2^2)(A_o^2 + A_x^2)}{(A_1^2 + A_2^2)A_o A_x} \right) = 2 \frac{\omega}{c} \int_0^z (n_o - n_x) dz' + \varphi_2 + \varphi_3 + \Delta\phi, \quad (2)$$

$$\text{(тут } \varphi_2 = \arctg \frac{5/2 [C_{5/2}(z_x)z_o C_{3/2}(z_o) - C_{5/2}(z_o)z_x C_{3/2}(z_x)]}{z_o C_{3/2}(z_o)z_x C_{3/2}(z_x) + (25/4)C_{5/2}(z_x)z_o C_{5/2}(z_o)}, \varphi_3 = \arctg \frac{\alpha' \sin \varphi_1}{1 + \alpha' \cos \varphi_1},$$

$$\varphi_1 = \frac{x \operatorname{sh} y \cos x - y \operatorname{ch} y \sin x}{y \operatorname{sh} y \cos x - x \operatorname{ch} y \sin x}, \quad z_{o,x}(z) = \frac{\omega \pm \omega_L}{\nu(z)}, \quad C_p(z_{o,x}) = \frac{1}{\Gamma(p+1)} \int_0^\infty \frac{\epsilon^p p^\epsilon}{\epsilon^2 + z_{o,x}^2} d\epsilon -$$

табличні функції, $x = \omega \tau_i (n_o - n_x)$, $y = \omega \tau_i (\kappa_o - \kappa_x)$, $y_{o,x} = \omega \tau_i \kappa_{o,x}$, $\Delta\phi$ - початкова різниця фаз "о" і "х" хвиль, ω_L - поздовжня вздовж магнітного поля Землі складова гірчастоти електронів $f_L = 2\pi\omega_L$, α' - коефіцієнт, відмінний від одиниці, при одночасному існуванні механізмів розсіяння і відбиття радіохвиль), розраховують невідомий шуканий параметр V (і далі профіль $V(z)$), потім отримане значення V підставляють у вираз (1) і розраховують значення другого шуканого параметра - N .

(11) **130768**



(11) 130768

Пронумеровано, прошито металевими
люверсами та скріплено печаткою
3 арк.
26.12.2018

Уповноважена особа



(підпис)





УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **130768** (13) **U**
 (51) МПК (2018.01)
G01S 13/95 (2006.01)
G01S 13/00

МІНІСТЕРСТВО
 ЕКОНОМІЧНОГО
 РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
 УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2018 06526**
 (22) Дата подання заявки: **11.06.2018**
 (24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: **26.12.2018**
 (46) Публікація відомостей про видачу патенту: **26.12.2018, Бюл.№ 24**

(72) Винахідник(и):
Гоків Олександр Михайлович (UA),
Тирнов Олег Федорович (UA),
Буц Юрій Васильович (UA)
 (73) Власник(и):
Гоків Олександр Михайлович,
 пр. Героїв Сталінграда, 144/2, кв. 14, м. Харків, 61162 (UA),
Тирнов Олег Федорович,
 вул. Ньютона, 133-б, кв. 52, м. Харків, 61162 (UA),
Буц Юрій Васильович,
 пр. Науки, 9-а, м. Харків, 61166 (UA)

(54) СПОСІБ ОДНОЧАСНОГО ВИЗНАЧЕННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ ТА ЧАСТОТИ ЗІТКНЕНЬ ЕЛЕКТРОНІВ У НИЖНІЙ ІОНОСФЕРІ

(57) Реферат:

Спосіб одночасного визначення концентрації та частоти зіткнень електронів у нижній іоносфері: значення електронної концентрації визначають на окремих z за вимірами амплітуд частково відбитих (ЧВ) сигналів $A_{o,x}$ для звичайної "o" та незвичайної "x" кругових магнітоіонних компонент відповідно на частоті f і із співвідношення для диференціального поглинання

$$a(z) = \langle A_x^2(z) \rangle / \langle A_o^2(z) \rangle = R(z) \cdot P_1(z) \cdot P_2(z) \cdot \exp \left[- \int_{z_0}^z K(z') - N(z) dz' \right], \quad (1)$$

шляхом задання ефективної частоти зіткнень ν електронів з молекулами розраховують N на окремих висотах z , тобто висотний профіль $N(z)$ (тут $R(z) = \langle |\Delta \epsilon_x|^2 \rangle / \langle |\Delta \epsilon_o|^2 \rangle$ - відношення коефіцієнтів відбиття для "o" і "x" хвиль; $\Delta \epsilon_{o,x}$ - флуктуації діелектричної проникності іоносферної плазми; $K = 8\omega_p^2 \omega_H \omega / c [(\omega + \omega_H)^2 + \nu^2] [(\omega - \omega_H)^2 + \nu^2]$, $\omega_p^2 = e^2 / m \cdot \epsilon$, $\omega_H = eV_0 m \cos \chi'$, $\omega = 2\pi f$, V_0 - індукція магнітного поля Землі, χ' - кут між напрямом вектора V_0 і вертикаллю, ϵ - діелектрична проникність вакууму, e , m - заряд і маса електрона, $P_1(z) = (y_o \text{sh} y_x) / (y_x \text{sh} y_o)$ - описує диференціальне поглинання "o" і "x" компонент в об'ємі, що розсіює $L = c\tau_i / 2$, c - швидкість світла у вакуумі, τ_i - тривалість зондувальних імпульсів, $P_2 = \exp \{ -0,78 [(n_x^2 - n_o^2) - (\epsilon_x^2 - \epsilon_o^2)] \}$ - співмножник, що описує відмінність просторових флуктуацій N , $y_{o,x} = t_e \omega \epsilon_{o,x}$, $n_{o,x}$ і $\epsilon_{o,x}$ - дійсна і уявна частини $\epsilon_{o,x}$).

У досліді використовують за одночасними вимірюваннями амплітуд ЧВ сигналів $A_{o,x}(z,t)$ на частоті f вимірювання на тій же частоті f амплітуд $A_{1,2}(z,t)$ на ортогональних лінійно поляризованих антенах (це дозволяє визначати $\langle \varphi \rangle$ без проведення дуже складних фазових вимірювань), вимірюють середню різницю фаз $\langle \varphi \rangle$ "o" і "x" компонент ЧВ сигналів і із співвідношення

UA 130768 U

$$\langle \varphi \rangle = \langle \varphi_0 - \varphi_x \rangle = \arccos \left(\frac{(A_1^2 - A_1^2)(A_0^2 + A_x^2)}{(A_1^2 + A_1^2)A_0 A_x} \right) = 2 \frac{\omega}{c} \int_0^z (n_0 - n_x) dz' + \varphi_2 + \varphi_3 + \Delta\varphi, \quad (2)$$

$$\text{(тут } \varphi_2 = \arctg \frac{5/2 [C_{5/2}(z_x) z_0 C_{3/2}(z_0) - C_{5/2}(z_0) z_x C_{3/2}(z_x)]}{z_0 C_{3/2}(z_0) z_x C_{3/2}(z_x) + (25/4) C_{5/2}(z_x) z_0 C_{5/2}(z_0)}, \varphi_3 = \arctg \frac{\alpha' \sin \varphi_1}{1 + \alpha' \cos \varphi_1},$$

$$\varphi_1 = \frac{x \operatorname{sh} y \cos x - y \operatorname{ch} y \sin x}{y \operatorname{ch} y \cos x - x \operatorname{ch} y \sin x}, \quad z_{0,x}(z) = \frac{\omega \pm \omega_L}{v(z)}, \quad C_p(z_{0,x}) = \frac{1}{\Gamma(p+1)} \int_0^\infty \frac{\epsilon^p p^\epsilon}{\epsilon^2 + z_{0,x}^2} d\epsilon - \text{табличні функції,}$$

$x = \omega \tau_i (n_0 - n_x)$, $y = \omega \tau_i (\kappa_0 - \kappa_x)$, $y_{0,x} = \omega \tau_i \kappa_{0,x}$, $\Delta\varphi$ - початкова різниця фаз "0" і "x" хвиль, ω_L - поздовжня вздовж магнітного поля Землі складова гірчастоти електронів $f_L = 2\pi\omega_L$, α' - коефіцієнт, відмінний від одиниці при одночасному існуванні механізмів розсіяння і відбиття радіохвиль), розраховують невідомий шуканий параметр v (і далі/ профіль $v(z)$). Отримане значення v підставляють у вираз (1) і розраховують значення другого шуканого параметра - N .

Корисна модель належить до радіофізики, зокрема, до одночасного визначення електронної концентрації та частоти зіткнень електронів у нижній іоносфері Землі.

У [1] запропоновано спосіб визначення електронної концентрації N у нижній іоносфері Землі з метою розширення досліджуваного висотного діапазону та усунення або зменшення похибок, викликаних стратифікацією неоднорідностей N та неповним співпадінням об'ємів розсіювання звичайної "о" та незвичайної "х" магнітоіонних компонент частково відбитих (ЧВ) сигналів. Значення електронної концентрації при цьому визначають на окремих висотах z за вимірами амплітуд частково відбитих (ЧВ) сигналів $A_{o,x}$ для звичайної "о" та незвичайної "х" кругових магнітоіонних компонент відповідно на частоті f і із співвідношення для диференціального поглинання

$$a(z) = \langle A_x^2(z) \rangle / \langle A_o^2(z) \rangle = R(z) \cdot P_1(z) \cdot P_2(z) \cdot \exp\left[-\int_{z_0}^z K(z') - N(z) dz'\right], \quad (1)$$

шляхом задання ефективної частоти зіткнень ν електронів з молекулами розраховують N на окремих висотах z , тобто висотний профіль $N(z)$ (тут $R(z) = \langle |\Delta\epsilon_x|^2 \rangle / \langle |\Delta\epsilon_o|^2 \rangle$ - відношення коефіцієнтів відбиття для "о" і "х" хвиль; $\Delta\epsilon_{o,x}$ - флуктуації діелектричної проникності іоносферної плазми; $K = 8\omega_p^2\omega_H\omega/c[(\omega + \omega_H)^2 + \nu^2][(\omega - \omega_H)^2 + \nu^2]$, $\omega_p^2 = e^2/m \cdot \epsilon$, $\omega_H = eV_0m \cos\chi'$, $\omega = 2\pi f$, V_0 - індукція магнітного поля Землі, χ' - кут між напрямом вектора V_0 и вертикаллю, ϵ - діелектрична проникність вакууму, e , m - заряд і маса електрона, $P_1(z) = (y_o \text{sh} y_x) / (y_x \text{sh} y_o)$ - описує диференціальне поглинання "о" і "х" компонент в об'ємі, що розсіює $L = c\tau_i/2$, c - швидкість світла у вакуумі, τ_i - тривалість зондувальних імпульсів, $P_2 = \exp\{-0,78[(n_x^2 - n_o^2) - (\epsilon_x^2 - \epsilon_o^2)]\}$ - співмножник, що описує відмінність просторових флуктуацій N , $y_{o,x} = t_e\omega\epsilon_{o,x}$, $n_{o,x}$ і $\epsilon_{o,x}$ - дійсна і уявна частини $\epsilon_{o,x}$).

Недоліком відомого способу визначення електронної концентрації у нижній іоносфері є те, що рівняння (1) містить два невідомі параметри N та ν . При цьому, оскільки значення $\nu(z)$ беруться із моделей, які ще вельми недосконалі, то невизначеність у знанні $\nu(z)$ для конкретного вимірювання призводить до невідомої та часто значної, а тому неприйнятної, похибки у профілі $N(z)$, який отримується.

В основу корисної моделі поставлено задачу вдосконалення способу одночасного визначення концентрації та частоти зіткнень електронів у нижній іоносфері шляхом того, що використовують за одночасними вимірюваннями амплітуд ЧВ сигналів $A_{o,x}(z,t)$ на частоті f вимірювання на тій же частоті f амплітуд $A_{1,2}(z,t)$ на ортогональних лінійно поляризованих антенах (це дозволяє визначати $\langle \varphi \rangle$ без проведення дуже складних фазових вимірювань), вимірюють середню різницю фаз $\langle \varphi \rangle$ "о" і "х" компонент ЧВ сигналів і із співвідношення

$$\langle \varphi \rangle = \langle \varphi_o - \varphi_x \rangle = \arccos\left(\frac{(A_1^2 - A_2^2)(A_o^2 + A_x^2)}{(A_1^2 + A_2^2)A_oA_x}\right) = 2\frac{\omega z}{c} \int_0^z (n_o - n_x) dz' + \varphi_2 + \varphi_3 + \Delta\varphi, \quad (2)$$

$$\text{(тут } \varphi_2 = \arctg \frac{5/2[C_{5/2}(z_x)z_o C_{3/2}(z_o) - C_{5/2}(z_o)z_x C_{3/2}(z_x)]}{z_o C_{3/2}(z_o)z_x C_{3/2}(z_x) + (25/4)C_{5/2}(z_x)z_o C_{5/2}(z_o)}, \quad \varphi_3 = \arctg \frac{\alpha' \sin \varphi_1}{1 + \alpha' \cos \varphi_1},$$

$$\varphi_1 = \frac{x \text{sh} y \cos x - y \text{ch} y \sin x}{y \text{ch} y \cos x - x \text{sh} y \sin x}, \quad z_{o,x}(z) = \frac{\omega \pm \omega_L}{\nu(z)}, \quad C_p(z_{o,x}) = \frac{1}{\Gamma(p+1)} \int_0^{\infty} \frac{\epsilon^p p^\epsilon}{\epsilon^2 + z_{o,x}^2} d\epsilon - \text{табличні функції,}$$

$x = \omega\tau_i(n_o - n_x)$, $y = \omega\tau_i(\kappa_o - \kappa_x)$, $y_{o,x} = \omega\tau_i\kappa_{o,x}$, $\Delta\varphi$ - початкова різниця фаз "о" і "х" хвиль, ω_L - поздовжня вздовж магнітного поля Землі складова гірчастоти електронів $f_L = 2\pi\omega_L$, α' - коефіцієнт, відмінний від одиниці при одночасному існуванні механізмів розсіяння і відбиття радіохвиль), розраховують невідомий шуканий параметр ν (і далі/ профіль $\nu(z)$). Отримане значення ν підставляють у вираз (1) і розраховують значення другого шуканого параметра - N . Це усуне невизначеність в знанні ν і забезпечить суттєве підвищення точності визначення концентрації та частоти зіткнень електронів у нижній іоносфері і розширення сфери застосування корисної моделі.

Поставлена задача вирішується тим, що у способі одночасного визначення концентрації та частоти зіткнень електронів у нижній іоносфері значення електронної концентрації визначають на окремих висотах z , тобто висотний профіль $N(z)$, за вимірами амплітуд частково відбитих

сигналів $A_{o,x}$ для звичайної "о" та незвичайної "х" кругових магнітоіонних компонент відповідно на частоті f із співвідношення для диференціального поглинання

$$a(z) = \langle A_x^2(z) \rangle / \langle A_o^2(z) \rangle = R(z) \cdot P_1(z) \cdot P_2(z) \cdot \exp\left[-\int_{z_0}^z K(z') - N(z) dz'\right], \quad (1)$$

5 шляхом задання ефективної частоти зіткнень ν електронів з молекулами, згідно з корисною моделлю, використовують за одночасними вимірюваннями амплітуд ЧВ сигналів $A_{o,x}(z,t)$ на частоті f вимірювання на тій же частоті f амплітуд $A_{1,2}(z,t)$ на ортогональних лінійно поляризованих антенах, вимірюють середню різницю фаз $\langle \varphi \rangle$ "о" і "х" компонент ЧВ сигналів і із співвідношення

$$\langle \varphi \rangle = \langle \varphi_o - \varphi_x \rangle = \arccos\left(\frac{(A_1^2 - A_1^2)(A_o^2 + A_x^2)}{(A_1^2 + A_1^2)A_o A_x}\right) = 2 \frac{\omega}{c} \int_{z_0}^z (n_o - n_x) dz' + \varphi_2 + \varphi_3 + \Delta\varphi, \quad (2)$$

10 розраховують невідомий шуканий параметр ν (і далі профіль $\nu(z)$). Отримане значення ν підставляють у вираз (1) і розраховують значення другого шуканого параметра - N (і далі профіль $N(z)$).

Суть корисної моделі наступна. При вимірюваннях використовують одну робочу частоту f , реєструють на частоті f амплітуди частково відбитих сигналів $A_{o,x}$ для звичайної "о" та незвичайної "х" кругових магнітоіонних компонент, одночасно вимірюють на тій же частоті f амплітуди $A_{1,2}(z,t)$ на ортогональних лінійно поляризованих антенах, вимірюють середню різницю фаз $\langle \varphi \rangle$ "о" і "х" компонент ЧВ сигналів і із співвідношення

$$\langle \varphi \rangle = \langle \varphi_o - \varphi_x \rangle = \arccos\left(\frac{(A_1^2 - A_1^2)(A_o^2 + A_x^2)}{(A_1^2 + A_1^2)A_o A_x}\right) = 2 \frac{\omega}{c} \int_{z_0}^z (n_o - n_x) dz' + \varphi_2 + \varphi_3 + \Delta\varphi, \quad (2)$$

20 розраховують невідомий шуканий параметр ν (і далі профіль $\nu(z)$). Отримане значення ν підставляють у вираз (1) і розраховують значення другого шуканого параметра - N .

Цю процедуру виконують для всіх висотних рівнів, з яких реєструють частково відбиті сигнали, і далі отримують одночасно висотні профілі $\nu(z)$ та $N(z)$ з мінімальною похибкою. При цьому повністю виключається невідома та часто значна похибка у профілях $\nu(z)$ і $N(z)$, які отримують. Це значно підвищить точність вимірювання та розширення сфери застосування способу.

Джерело інформації:

1. Гоков А.М. К определению электронной концентрации D-области ионосферы по амплитудным измерениям частично отраженных сигналов / А.М. Гоков, Л.А. Пивень, Ю.П. Федоренко // Радиотехника: Всеукр. межвед. научно-техн. сб. - 1990, Вып. 93. - С. 108-111.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб одночасного визначення концентрації та частоти зіткнень електронів у нижній іоносфері: значення електронної концентрації визначають на окремих z за вимірами амплітуд частково відбитих (ЧВ) сигналів $A_{o,x}$ для звичайної "о" та незвичайної "х" кругових магнітоіонних компонент відповідно на частоті f і із співвідношення для диференціального поглинання

$$a(z) = \langle A_x^2(z) \rangle / \langle A_o^2(z) \rangle = R(z) \cdot P_1(z) \cdot P_2(z) \cdot \exp\left[-\int_{z_0}^z K(z') - N(z) dz'\right], \quad (1)$$

40 шляхом задання ефективної частоти зіткнень ν електронів з молекулами розраховують N на окремих висотах z , тобто висотний профіль $N(z)$ (тут $R(z) = \langle |\Delta\epsilon_x|^2 \rangle / \langle |\Delta\epsilon_o|^2 \rangle$ - відношення коефіцієнтів відбиття для "о" і "х" хвиль; $\Delta\epsilon_{o,x}$ - флуктуації діелектричної проникності іоносферної плазми; $K = 8\omega_p^2 \omega_H \omega / c [(\omega + \omega_H)^2 + \nu^2] [(\omega - \omega_H)^2 + \nu^2]$, $\omega_p^2 = e^2 / m \cdot \epsilon$, $\omega_H = eV_o m \cos \chi'$, $\omega = 2\pi f$, V_o - індукція магнітного поля Землі, χ' - кут між напрямом вектора V_o і вертикаллю, ϵ - діелектрична проникність вакууму, e , m - заряд і маса електрона, $P_1(z) = (y_o \text{sh} y_x) / (y_x \text{sh} y_o)$ - описує диференціальне поглинання "о" і "х" компонент в об'ємі, що розсіює $L = c\tau_i / 2$, c - швидкість світла у вакуумі, τ_i - тривалість зондувальних імпульсів, $P_2 = \exp\{-0,78[(n_x^2 - n_o^2) - (\epsilon_x^2 - \epsilon_o^2)]\}$ - співмножник, що описує відмінність просторових

флуктуацій N , $y_{o,x} = t_e \omega \varepsilon_{o,x}$, $n_{o,x}$ і $\varepsilon_{o,x}$ - дійсна і уявна частини $\varepsilon_{o,x}$, який відрізняється тим, що у досліді використовують за одночасними вимірюваннями амплітуд ЧВ сигналів $A_{o,x}(z,t)$ на частоті f вимірювання на тій же частоті f амплітуд $A_{1,2}(z,t)$ на ортогональних лінійно поляризованих антенах (це дозволяє визначити $\langle \varphi \rangle$ без проведення дуже складних фазових вимірювань), вимірюють середню різницю фаз $\langle \varphi \rangle$ "о" і "х" компонент ЧВ сигналів і із співвідношення

$$\langle \varphi \rangle = \langle \varphi_o - \varphi_x \rangle = \arccos \left(\frac{(A_1^2 - A_1'^2)(A_o^2 + A_x^2)}{(A_1^2 + A_1'^2)A_o A_x} \right) = 2 \frac{\omega}{c} \int_0^z (n_o - n_x) dz' + \varphi_2 + \varphi_3 + \Delta\varphi, \quad (2)$$

(тут $\varphi_2 = \arctg \frac{5/2 [C_{5/2}(z_x) z_o C_{3/2}(z_o) - C_{5/2}(z_o) z_x C_{3/2}(z_x)]}{z_o C_{3/2}(z_o) z_x C_{3/2}(z_x) + (25/4) C_{5/2}(z_x) z_o C_{5/2}(z_o)}$, $\varphi_3 = \arctg \frac{\alpha' \sin \varphi_1}{1 + \alpha' \cos \varphi_1}$,

$$\varphi_1 = \frac{x \operatorname{sh} y \cos x - y \operatorname{ch} y \sin x}{y \operatorname{ch} y \cos x - x \operatorname{sh} y \sin x}, \quad z_{o,x}(z) = \frac{\omega \pm \omega_L}{v(z)}, \quad C_p(z_{o,x}) = \frac{1}{\Gamma(p+1)} \int_0^\infty \frac{\varepsilon^p p^\varepsilon}{\varepsilon^2 + z_{o,x}^2} d\varepsilon - \text{табличні функції,}$$

$x = \omega \tau_i (n_o - n_x)$, $y = \omega \tau_i (\kappa_o - \kappa_x)$, $y_{o,x} = \omega \tau_i \kappa_{o,x}$, $\Delta\varphi$ - початкова різниця фаз "о" і "х" хвиль, ω_L - поздовжня вздовж магнітного поля Землі складова гірчастоти електронів $f_L = 2\pi\omega_L$, α' - коефіцієнт, відмінний від одиниці при одночасному існуванні механізмів розсіяння і відбиття радіохвиль), розраховують невідомий шуканий параметр v (і далі/ профіль $v(z)$). Отримане значення v підставляють у вираз (1) і розраховують значення другого шуканого параметра - N .