

Введённый вспомогательный угол имеет вполне конкретный геометрический смысл. Если провести диаметр описанной окружности перпендикулярно отрезку, соединяющему центры вписанной и описанной окружностей, то в треугольнике ONF угол $\angle OFN = \psi$ (см. рис. 4). Причём отрезок OF связан с эффективным радиусом R_0 простым равенством $R_0 = \sqrt{\frac{r^2 + R^2}{2}} = \frac{OF}{\sqrt{2}}$. Таким образом, введение в описание клумбового четырёхугольника непривычных параметров не только упрощает представление о нём, но и проясняет геометрический смысл самих параметров.

Список использованной литературы:

1. Mirko Radić. Certain inequalities concerning bicentric quadrilaterals, hexagons and octagons // Journal of Inequalities in Pure and Applied Mathematics, Volume 6, Issue 1, Article 1, 2005
2. Martin Josefsson. The Area of a Bicentric Quadrilateral // Forum Geometricorum, Volume 11 (2011) 155–164.
3. Малышев И.Г. О перечне формул клумбового четырёхугольника // Математика в школе.– 2017. – №6. – С. 38-42.
4. Малышев И.Г. О новых формулах и теоремах элементарной геометрии // Математика в школе.– 2018. – №4. Диск-приложение.
5. Малышев И.Г. Теорема о центре окружности, вписанной в клумбовый четырёхугольник// «Danish scientific journal», 2018 г.– №10, Vol.2. –С.59-61

ВЛИЯНИЕ СИЛЬНОГО СВЧ – ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ НА ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ КОЛЕБАНИЯ МНОГОКОМПОНЕНТНОЙ ХОЛОДНОЙ ИОНО - МАГНИТОСФЕРЫ

DOI: [10.31618/ESU.2413-9335.2019.4.65.273](https://doi.org/10.31618/ESU.2413-9335.2019.4.65.273)

Шестакова Ольга Владимировна

Кандидат технических наук, доцент

МАИ (национальный исследовательский университет)

Москва

АННОТАЦИЯ

В данной статье рассмотрено влияние сильного СВЧ - электрического поля на потенциальные колебания многокомпонентной холодной ионо-магнитосферы для модели двухкомпонентной ионо-магнитосферы с холодными электронами, но холодными ионами.

ABSTRACT

This article considers the influence of a strong microwave electric field on the potential vibrations of a multicomponent cold ion-magnetosphere for a two-component ion-magnetosphere model with cold electrons but cold ions.

Ключевые слова: ионо-магнитосфера, параметры ионо-магнитосферы, радиолокационный импульс, авральные неоднородности.

Keywords: ion-magnetosphere, state ion-magnetosphere parameters, radar pulse, auroral inhomogeneities.

Анализ статистических свойств аврального поглощения радиоволн, построение модифицированной эмпирико-статистической модели аврального поглощения для практического расчета энергетических потерь на высокоширотных радиолниях, вызванных авральным поглощением слабонеравновесной многокомпонентной ионосферы необходим для решения проблемы повышения точности оценок параметров траектории движения летательных аппаратов. При этом надо учитывать различные состояния ионосферы. Так как сложно составить общую математическую модель ионо-

магнитосферы, учитывающую все состояния ионов, электронов, помех, температуры и другие параметры, строят различные модели и сравнивают их.

Обратимся к двухкомпонентной ионо - магнитосфере с холодными ионами и электронами $\omega > kV_{Te}$ (1)

Предполагая малое искажение спектра высокочастотных продольных колебаний внешним СВЧ – электрическим полем представим дисперсионное уравнение (4.9) в более удобном виде

$$1 + \delta\varepsilon_e^{(0)} + \delta\varepsilon_{i_1}^{(0)} + \delta\varepsilon_{i_2}^{(0)} - (\delta\varepsilon_{i_1}^{(0)} + \delta\varepsilon_{i_2}^{(0)})(1 - J_0^2(a_E)) = 0 \quad (2)$$

Подставляя в данное соотношение парциальные коэффициенты диэлектрической проницаемости для холодной ионо-магнитосферы

получим для $\omega > \Omega_i$ для ветви высокочастотных колебаний

$$\omega_{12}^2 = \frac{1}{2} \left\{ (\Omega_e^2 + \omega_{Le}^2 + \omega_{Li}^2 J_0^2(a_E)) \pm \sqrt{(\Omega_e^2 + \omega_{Le}^2 + \omega_{Li}^2 J_0^2(a_E)) - 4\Omega_e^2(\omega_{Le}^2 \cos^2 \theta + J_0^2(a_E))} \right\},$$

$$\omega_{Li}^2 = \omega_{Li_1}^2 + \omega_{Li_2}^2 \quad (3)$$

Здесь влияние внешнего СВЧ – электрического поля сводится к магнитной поправке, обусловленной коэффициентом $\omega_{Li}^2 J_0^2(a_E)$.

Коэффициент затухания данных спектров определяется известной формулой

$$\gamma = -i \left(\delta \varepsilon_e^{(0)*} / \frac{\partial \delta \varepsilon_e^{(0)}}{\partial \omega} \right), \quad (4)$$

влияние внешнего СВЧ поля на который определяется слабой зависимостью от a_E спектров (3).

Рассмотрим теперь продольные колебания холодной ионо-магнитосферы с одним сортом

ионов волновой вектор которых направлен в узком пучке, нормальном магнитному полю Земли. Из дисперсионного уравнения (4.9) будем иметь для $\omega^2 \simeq \Omega_i^2$ следящий спектр

$$\omega^2 = \Omega_i^2 \left\{ 1 - \frac{\omega_{Li}^2}{\omega_{Le}^2} \left[1 + \frac{\omega_{Le}^2}{\Omega_i^2} (1 - J_0^2(a_E)) \right]^{-1} t g^2 \theta \right\} \quad (5)$$

коэффициент затухания которого определяется соотношением

$$\gamma = -i (\delta \varepsilon_e^{(0)*} + \delta \varepsilon_i^{(0)*}) / \frac{\partial}{\partial \omega} (\delta \varepsilon_e^{(0)} + \delta \varepsilon_i^{(0)}) \quad (6)$$

где $\delta \varepsilon_e^{(0)*}$ и $\delta \varepsilon_i^{(0)*}$ - антиэрмитовы части коэффициентов парциальной диэлектрической проницаемости, $\delta \varepsilon_e^{(0)}$, $\delta \varepsilon_i^{(0)}$ - соответствующие эрмитовы части.

В случае холодной ионо-магнитосферы, состоящей из двух сортов ионов будем иметь две ветви предельных колебаний, распространяющихся поперек магнитного поля. При этом их спектр будет определяться соотношениями (5) и (6), если

$\omega_{Li}^2, \Omega_i^2, \delta \varepsilon_i^{(0)*}, \delta \varepsilon_i^{(0)}$ заменить $\omega_{Lik}^2, \Omega_i^2, \delta \varepsilon_i^{(0)*}, \delta \varepsilon_i^{(0)}$, где $k = 1, 2$ – сорт иона.

Рассмотрим низкочастотные колебания ($\omega \ll \omega_{Te}$) холодной ионо-магнитосферы, помещенной в сильное СВЧ – электрическое поле. представляя парциальные коэффициенты диэлектрической проницаемости для холодной среды в дисперсионное уравнение для (трехкомпонентной ионо-магнитосферы, состоящей из электронов и двух сортов ионов

$$(1 + \delta \varepsilon_e^{(0)} + \delta \varepsilon_{i_1}^{(0)} + \delta \varepsilon_{i_2}^{(0)}) + \delta \varepsilon_e^{(0)} (\delta \varepsilon_{i_1}^{(0)} + \delta \varepsilon_{i_2}^{(0)}) (1 - J_0^2(a_E)) = 0$$

приходим к следующему соотношению

$$\omega^6 - \omega^4 [\Omega_i^2 + \omega_{Li}^2 (1 - J_0^2(a_E))] + \omega^2 \Omega_i^4 - (1 - J_0^2(a_E)) \omega_{Li}^2 \Omega_i^4 \cos^2 \theta = 0 \quad (7)$$

Решая данное дисперсионное уравнение получим три ветви низкочастотных колебаний

$$\omega_{1,2}^2 = \frac{1}{2} \left\{ \Omega_i^2 + \omega_{Li}^2 (1 - J_0^2(a_E)) \pm \sqrt{[\Omega_i^2 + \omega_{Li}^2 (1 - J_0^2(a_E))]^2 - 4 \Omega_i^4} \right\} \quad (8)$$

$$\omega_3^2 = (1 - J_0^2(a_E))^2 \omega_{Li}^2 (\Omega_i / \Omega_L)^4 \cos^2 \theta \quad (9)$$

Спектры(8),(9) получены в предположении, что одна из циклотронных частот Ω_{i1} или Ω_{i2} значительно отличается от другой. Третий спектр (9) появляется только при наличии двух сортов ионов в среде и обусловлен разностью их циклотронной динамики.

Таким образом, рассчитано влияние сильного СВЧ - электрического поля на потенциальные колебания многокомпонентной холодной ионо-магнитосферы. Получены спектры и декременты затухания потенциальных колебаний в низкочастотной области спектра колебаний.

Список литературы:

1. Annual Report 1980-81. // Geophys.Inst.Univ. - Alaska Fairbanks, 1982

2. Hunsucker R.D., Romic G.I., Ecklung W.L. // Structure and dynamics of ionization and auroral luminosity during the auroral evens of March 16, 1972. - Radio Sci., 1975, v.10. №8/9. - P.813-820.

3. Акасофц С.И., Чепмен С. Солнечно - земная физика. - М.:Мир, 1975. - 509с.

4. Беспозванный А.С., Горбушина Г.Н. Морфология возмущенной ионосферы высоких широт. - Гидрометеоздат, 1965. - 123с.

5. Дриацкий В.М., Смирнов В.Б., Ходжа-Ахмедов Ч.Л. Инструкция по обработке записей интенсивности космического радиоизлучения. - 1965, 34с.

Александрова А.Ф., Богданкевич Л.С., Рухадзе А. А. Колебания и волны в плазменных средах. - М.:Московский университет, 1990. - 271с.