

Лекция 3

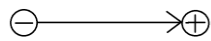
Электрмагниттік толқынның ионосферада таралуы

1 Спутниктен сигнал ионосферадан шағылғаннан кейін қабылданады. Ионосфера – атмосфераның жоғарғы қабаты. Күн радиациясы, космостық сәулелер атмосфера молекулаларын электрон және ионға ыдыратады, олардың қоспасы плазма деп аталады. Электрмагниттік толқынның плазмадан өту, шағылу мүмкіндіктерінің физикасын қарастырамыз.

Электрлік индукция $\vec{D} = \epsilon\vec{E}$ векторын поляризация векторы \vec{P} арқылы жазамыз:

$$\vec{D} = 4\pi\vec{p} + \vec{E}, \quad \vec{p} = -Nex, \quad (1)$$

мұндағы N – көлем бірлігіндегі электрондар саны, x – электрон мен ион арасындағы қашықтық.



(1) формуладағы минус таңба электрон зарядының теріс екендігіне сәйкес. D шамасының екі анықтамасынан скалярлық түрде мына формулаларды жазамыз:

$$\epsilon E = -4\pi Nex + E, \quad \epsilon = 1 - \frac{4\pi Nex}{E} \quad (2)$$

Ньютонның екінші заңынан E электрлік кернеулікті табамыз:

$$\ddot{x} = \frac{e}{m} E, \quad E(\omega) = \frac{m}{e} \omega^2 x, \quad (3)$$

ω – толқын жиілігі

(3) - формуланы (2) - формулаға қойып диэлектірлік өтімділікті табамыз:

$$\epsilon(\omega) = 1 - \frac{4\pi Ne^2}{m} \frac{1}{\omega^2} = 1 - \frac{\omega_0^2}{\omega^2}, \quad (4)$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{4\pi Ne^2}{m}} \text{ — плазмалық жиілік.} \quad (5)$$

(5) - формула ионың айналасында электронның тербелу жиілігін анықтайды.

2 Электрмагниттік толқынның плазмада сыну көрсеткішін (n) анықтаймыз:

$$n = \frac{c}{v}, \quad v = \frac{1}{\sqrt{\epsilon(\omega)}}, \quad (6)$$

мұнда c – жарық жылдамдығы, v – толқынның ортадағы жылдамдығы.

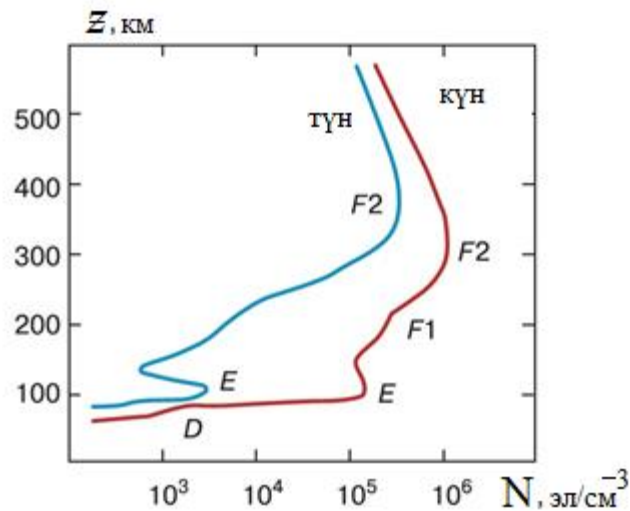
(4) формуланы (6)- ға қоямыз:

$$n = c\sqrt{\varepsilon(\omega)} = c\sqrt{1 - \frac{\omega_0^2}{\omega^2}} \quad (7)$$

Егер $\omega > \omega_0$, онда n – нақты шама, толқын ионосферадан өтеді. Егер $\omega < \omega_0$, (7)- де түбір астында теріс шама болады, яғни $n \sim \sqrt{-1}$ –жорымал. Жиілігі $\omega < \omega_0$ болатын толқын ионосферадан шағылады.

3 Тәжірибелік фактілер және радиобайлыныс техникасы.

Жерден z биіктікте электрондар концентрациясы N мына графикпен өзгереді:



D, E, F – ионосфера қабаттарының аттары. Алыстағы F- қабатта электрондар концентрациясы максимал, демек плазмалық жиілік ω_0 ең жоғары F- қабаттан сигнал түнде шағылуы мүмкін, өйткені оған күн сәулесі түседі ($z \geq 10^3$) км. Күндіз сигнал D – қабаттан шағылады. Радио сигнал қабылдаудың сұлбесі.

