**Лекция 3**

**Электрмагниттік толқынның ионосферада таралуы**

 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 $\vec{D}=ɛ\vec{Е}$ векторын поляризация векторы $\vec{Р}$ арқылы жазамыз:

$\vec{D}=4π\vec{р}+\vec{Е}, \vec{р}=-Nе\vec{х}$*,*  (1)

мұндағы N − көлем бірлігіндегі электрондар саны, х − электрон мен ион арасындағы қашықтық.



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

*ɛЕ = -4πNex+Е, ɛ = 1 -*$ \frac{4πNex}{Е} $ (2)

Ньютонның екінші заңынан Е электрлік кернеулікті табамыз:

$\ddot{х}= \frac{е}{m}Е, Е\left(ω\right)= \frac{m}{e}ω^{2}x$*,* (3)

 *ω* – толқын жиілігі

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

*ɛ(ω) = 1-* $\frac{4πNe^{2}}{ m} \frac{1}{ω^{2}}=1-\frac{ω\_{0}^{2}}{ω^{2}}$*,* (4)

$ ω\_{0}=\sqrt{\frac{4πNe^{2}}{m}}- плазмалық жиілік.$ (5)

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

 Электромагниттік толқынның плазмада сыну көрсеткішін (n) анықтаймыз:

 *n =* $\frac{c}{υ}$*,* $υ=\frac{1}{\sqrt{ε\left(ω\right)}} $*,* (6)

мұнда *с* – жарық жылдамдығы*, υ* − толқынның ортадағы жылдамдығы.

(4) формуланы (6)- ға қоямыз:

*n=c*$\sqrt{ε(ω)}=c\sqrt{1-\frac{ω\_{0}^{2}}{ω^{2}}}$(7)

*Егер ω>*$ω\_{0}, онда n$ – нақты шама, толқын ионосферадан өтеді. Егер *ω<*$ω\_{0}$*,* (7)- де түбір астында теріс шама болады, яғни *n* $\~ \sqrt{-1}$ –жорымал. Жиілігі  *ω<*$ω\_{0}$болатын толқын ионосферадан шағылады.

 Тәжірибелік фактілер және радиобайлыныс техникасы.

Жерден *ƶ* биіктікте электрондар концентрациясы N мына графикпен өзгереді:



*D, Е, 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(*ƶ* $\geq $*103*) км. Күндіз сигнал *D* – қабаттан шағылады. Радио сигнал қабылдаудың сүлбесі.

