

**ЎЗБЕКИСТОН АЛОҚА ВА АХБОРОТЛАШТИРИШ
АГЕНТЛИГИ**

ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ

У.Х.АРИПОВА

**РАДИОТЎЛҚИНЛАРНИНГ ТАРҚАЛИШИ ВА
АНТЕННА-ФИДЕР ҚУРИЛМАЛАРИ**

2-қисм

Ўқув қўлланма

5522000 - “Радиотехника”

5522100 - “Телевидение, радиоалоқа ва радиосаниттириш”

5524400 - “Мобил алоқа тизимлари”

таълим йуналишлари талабалари учун

Тошкент 2010

КИРИШ

Ихтиёрий турдаги ажборот узатувчи радиолиния боши ва кири антенна билан таъминланган узатгич ва қабул қилгичдан шқил топади. Узатувчи антенна узатгичдаги электр сигналларни радиотўлқин шаклида нурлатади. Қабул қилувчи антенна эса радиотўлқинларни қабул қилади ва электр сигнали ўринишида қабул қилгичга етказиб беради. Антенна – фидер шрилмалари радиоалоқа линиясининг муҳим элементларидан ири ҳисобланади. Антеннанинг нотўғри танланиши, адиолиниялардаги носозликларни келтириб чиқариши мумкин. Бу сабабли профессионал радиолинияларда йўналтирилган антенналардан фойдаалниш мақсадга мувофик. Йўналтирилган антенна нурлатганда радиотўлқин энергияси маълум йўналишда затилади. Узатувчи антенна қанчалик йўналтирилган бўлса, гунча кичик қувватларда энергия узатиш имконини беради. Дунингдек, қабул қилувчи курилма киришидаги сигнал-ҳалақит исбатини оширади ва узатгичнинг керакли қувватни амайтиради. Йўналтирилган антенналар мураккаб ва тан нархи иммат бўлган курилма ҳисобланади. Бирок уларга сарфланган аражатлар эксплуатация жараёнида ўзини тўлик оқлайди.

А.С.Попов томонидан радионинг ихтиро қилинишида ратилган асосий элементлардан бири, бу қабул қилувчи антеннанинг яратилишидир. А.С.Попов томонидан антеннанинг ерц тебратгичи ва қабул қилувчи контур билан акомиллаштирилиши радиоалоқа линиясининг узатиш асофасини ошириб, алоқа соҳасининг радиотелеграфия ва адиотехника йўналишига асос солди.

Антенна курилмалари техникаси радионинг ихтиро илинишидан бошлаб жуда мураккаб йўлни босиб ўтди. Янги иапазонларнинг ўзлаштирилиши, радиотехниканинг янги оҳаларга тадбики эски курилмаларни такомиллаштириш ва ринципиал янги антенна техникасини яратиш талабини қўйди.

Мазкур ўқув қўлланмаси “Радиотўлқинларни тарқалиши ва нтенна – фидер курилмалари” фанининг 2-қисми бўлиб, Телевидение, радиоалоқа ва радиоэшиттириш” таълим ўналиши дастури билан мос ҳолда тузилган. Талабалар ундан юйдаланган ҳолда мустақил тарзда ушбу фанни чуқур злаштиришлари ва етарли кўникмалар ҳосил қилишлари умкин.

АСОСИЙ БЕЛГИЛАНИШЛАР РЎЙЎХАТИ

$c=3 \cdot 10^8$ м/с – вакуумдаги
 электромагнит тўлқин тезлиги
D - йўналганлик
 коэффиценти
d - антенна элементлари
 орасидаги масофа;
 ўтказгичлар орасидаги
 масофа
E - электр майдон
 кучланганлиги, В/м
f — частота, Гц
f(φ,θ), f(φ), f(θ) –
 нормаллашмаган
 йўналганлик
 характеристикаси
F(φ,θ), F(φ), F(θ) -
 нормаллашган йўналганлик
 характеристикаси
2φ₀, 2θ₀ - нолинчи нурланиш
 бўйича бош баргчанинг
 кенлиги
2φ_{0,5}, 2θ_{0,5} - ярим қувват
 бўйича бош баргчанинг
 кенлиги
ζ – ён баргчанинг нисбий
 сатхи
G - кучайтириш
 коэффиценти
H - магнит майдон
 кучланганлиги, А/м
h - антеннанинг кўтарилиш
 баландлиги
I – электр токи, А
I₀ - антеннанинг таъминот
 нуқтасидаги ток амплитудаси
I_d – дастадаги ток
 амплитудаси

K_к = f_{max}/f_{min} - частота
 бўйича камраш
 коэффиценти
K_{хн} - халақитсиз ишлаш
 коэффиценти
η - фойдали иш
 коэффиценти (ФИК)
U – кучланиш, В
k = 2π/λ - тўлқин сони
 (фаза коэффиценти)
l - антенна елкасининг
 узунлиги
l_d – антеннанинг таъсир
 этувчи узунлиги
M - ўзаро индуктивлик
m - антеннанинг қаторлар
 сони
n - қатордаги симметрик
 тебратгичлар сони;
 антенна элементларининг
 сони
P_Σ - нурланиш қуввати
R_Σ - нурланиш қаршилиги
R_{ΣП} - ток тугунига
 ҳисобланган нурланиш
 қаршилиги
Z_{қир} - антеннанинг кириш
 қаршилиги
R_{қир} - антенна кириш
 қаршилигининг актив
 ташкил этувчиси
X_{қир} - антенна кириш
 қаршилигининг реактив
 ташкил этувчиси
λ – эркин фазодаги тўлқин
 узунлиги

тўлқин ўтказгичдаги
 қин узунлиги
 - тебратгич елкасининг
 жбий узунлиги
 $= \alpha + i\beta$ - тарқалиш
 коэффициенти
 - сусайиш
 коэффициенти
 фаза коэффициенти
 λ - антеннанинг тўлқин
 шилиги
 - тўлқин қаршилиги
 фаза тезлиги
 τ - секинлашиш
 коэффициенти
 - сиртдан фойдаланиш
 коэффициенти (СФК)
 - Пойнтинг вектори
 - фаза силжиш бурчаги
 ν - фазанинг фазофий
 жиши

$S_{\text{н}}$ - антеннанинг ишчи
 (эффektiv) юзаси
 $\epsilon_{\text{а}}$ - абсолют диэлектрик
 сингдирувчанлик
 $\epsilon = \epsilon_{\text{а}} / \epsilon_0$ - нисбий
 диэлектрик
 сингдирувчанлик
 $\epsilon_0 = \frac{1}{4\pi * 10^{-9}}$ - электр
 доимийси, Ф/м
 $\mu_{\text{а}}$ - абсолют магнит
 сингдирувчанлик
 $\mu = \mu_{\text{а}} / \mu_0$ - нисбий магнит
 сингдирувчанлик
 $\mu_0 = 4\pi * 10^{-7}$ Гн/м - магнит
 доимийси
 $K_{\text{ют}}$ - югурма тўлқин
 коэффициенти
 $K_{\text{тг}}$ - тургун тўлқин
 коэффициенти.



1. АНТЕННАНИНГ ЙЎНАЛГАНЛИК ВА ҚУТЪЛАНИШ ХУСУСИЯТЛАРИНИ ТАВСИФЛОВЧИ ПАРАМЕТРЛАР

1.1. Антенна параметрлари

Радиотўлқинлар тарқалиши қонунларининг катъий ифодаланган частотавий боғлиқлиги тўлқинлар диапазонларини чегаралашни талаб қилади. Бу чегараланган диапазонларда радиотўлқинларнинг тарқалиш шароитлари тахминан бир ҳил. 1.1-жадвалда диапазонларнинг частотавий чегаралари ва уларнинг номлари келтирилган.

1.1-жадвал

Диапазонларнинг частотавий чегаралари ва уларнинг номлари

Частота	Тўлқин узунлиги	Диапазон	Тўлқинларнинг бўлиниши
3 кГц...30 кГц	100км...10км	ЎУТ	Мириаметрли
30 кГц...300 кГц	10 км...1 км	УТ	Километрли
300 кГц...3000 кГц	1 км...100 м	ЎТ	Гектометрли
3 МГц...30 МГц	100 м...10 м	ҚТ	Декаметрли
30 МГц...300 МГц	10 м...1 м	УҚТ	Метрли
300 МГц...3000 МГц	1 м...10 см	УҚТ	Дециметрли
3 ГГц...30 ГГц	10 см...1 см	УҚТ	Сантиметрли
30 ГГц...300 ГГц	1 см...1 мм	УҚТ	Миллиметрли
300 ГГц ...3000 ГГц	1 мм...0,1 мм	УҚТ	Децимиллиметрли

Антенна деб, радиотўлқинларни нурлатиш ёки қабул қилиш учун мўлжалланган қурилмага айтилади. Антенналар қайтарувчанлик хусусиятига эга бўлиб, ҳам қабул қилувчи, ҳам узатувчи сифатида ишлаши мумкин. Улар бажарадиган вазифасига кўра қабул қилувчи, узатувчи, қабул қилиб-узатувчи турларга бўлинади.

Узатувчи антенна фойдали сигнал билан модуляцияланган юқори частотали тебранишнинг эркин тарқалувчи электромагнит тўлқинга айлантиради.

Қабул қилувчи антенна электромагнит тўлқинларни қабул қилади ва юқори частотали тебранишларга айлантиради.

Белгиланган йўналишда узатувчи антенна ҳосил қилган айдон кучланганлиги антеннанинг йўналганлик арактеристикаси ва нурланувчи қувватнинг (P_{Σ}) катталиги илан аниқланади. Учта параметр майдон кучланганлиги антеннанинг йўналганлик хусусиятига боғлиқ эканлигини ўрсатади ва турли хилдага антенналарни ўзаро солиштириш мконини беради. Улар куйидагилардан иборат: антеннанинг ойдали иш коэффиценти (ФИК), η - ҳарфи билан елгиланади; йўналтирилган таъсир коэффиценти (ЙТК) D - арфи билан белгиланади; антеннанинг кучайтириш оэффиценти (КК) G - ҳарфи билан белгиланади. Келтирилган араметрларнинг барчаси ўзаро жуда содда боғлиқликда.

Антеннанинг фойдали иш коэффиценти -нурлатувчи P_{Σ} қувватнинг антеннага узатиувчи (P_0) қувватга бўлган исбатига тенг, яъни

$$\eta = P_{\Sigma} / P_0 \quad (1.1)$$

Йўналтирилган таъсир коэффиценти - нурлатувчи антеннанинг берилган йўналишда ҳосил қилинган майдон учланганлиги квадратининг барча йўналишлардаги майдон учланганликларининг ўртача қиймати квадратининг исбатига тенг, яъни

$$D = E^2(\theta_1, \varphi_1) / E_{\text{ўрт}}^2 \quad (1.2)$$

Антеннанинг кучайтириш коэффиценти - нурлатувчи антеннанинг берилган йўналишда ҳосил қилинган электр майдон учланганлиги квадрантасини умуман йўналтирилмаган турлатгич ҳосил қилган майдон кучланганлиги квадрантасининг нисбатига тенг, яъни:

$$G = E_A^2 / E_H^2 \quad (1.3)$$

бунда, $E_A = E(\theta_1, \varphi_1)$ – берилган антеннанинг берилган йўналишда ҳосил қилган майдон кучланганлиги;

E_H - йўналтирилмаган (изотроп) антенна ҳосил қилган майдон кучланағлиги.

Антеннанинг кучайтириш коэффициентини изотроп антеннани йўналтирилган антеннага алмаштириш учун бериладиган қувватни неча мартага камайтириш кераклигини кўрсатади. Уни ҳисоблаш ЙТК учун келтирилган ифодани фойдали иш коэффициентига кўпайтириш орқали амалга оширилади:

$$G = D\eta, \quad (1.4)$$

Шу тариқа йўналтирилмаган антеннани йўналтирилган антеннага алмаштириш орқали берилган қувватда қабул нуқтасидаги майдон кучланганлигини \sqrt{G} мартага ошириш имконини беради.

Кўпчилик ҳолларда қабул нуқтасидаги майдон кучланганлигини ошириш учун йўналтирилган антенналардан фойдаланиш, йўналтирилмаган антенналардан фойдаланилганга қараганда иқтисодий жиҳатдан анча арзон.

Бундан ташқари йўналтирилган антенна бошқа радиостанцияларга таъсир этувчи ҳалақитларни камайтириш имконини беради ва бошқа радио станциялардан қабул қилишда ҳалақит сатҳини камайтиради.

Фидер сўзи инглизча «to feed» феълидан олинган бўлиб, таъминламоқ деган маънони билдиради. Фидер антеннани узатгич билан боғловчи қурилма бўлиб (ёки қабул қилгич билан), у нурлатмаслиги, тўлқин энергиясини минимал йўқотиши, антеннанинг қаршилигини ва узатгичнинг чиқиш қаршилиги билан мослаши (ёки қабул қилгичнинг кириш қаршилиги билан) керак. Фидер югурма тўлқин режимига яқин бўлган режимда ишлаши мақсадга мувофиқ.

Фидернинг ФИК унинг чиқишига уланган юклама қуввати P_2 нинг киришдаги қувват P_1 нисбатига тенг

$$\eta = P_2/P_1. \quad (1.5)$$

Фидер қанча узун бўлса, унинг сўниш коэффициентини шунча катта бўлади. Бу эса ўз навбатида ФИК камайишига олиб келади.

Антеннанинг кириш қаршилиги деб, манба нуқтасидаги ланишнинг манба нуқтасидаги токка бўлган нисбатига тилади. Умумий ҳолда бу қаршилиқ комплекс катталиқ собланади ва антеннанинг нисбий узунлиги l/λ га боғлиқ.

$$Z_{\text{кир}} = U_0/I_0 = R_{\text{кир}} + jX_{\text{кир}} \quad (1.6)$$

нда, $R_{\text{кир}}$ -кириш қаршилигининг актив ташкил этувчиси; $jX_{\text{кир}}$ - реактив ташкил этувчи.

Идеал ҳолатда антеннанинг кириш қаршилиги тоза активлиши ва фидернинг тўлқин қаршилигига тенг бўлиши керак.

Антеннанинг йўналганлик тавсифи деб, нурлатувчи тенна ҳосил қилган майдон кучланганлигининг антеннадан бир л узоқликда жойлашган фазодаги кузатув бурчаклари θ ва φ га эликлигига айтилади. Ушбу тавсифнинг график тасвири $F(\theta, \varphi)$ **йўналганлик диаграммаси** (ЙД) деб аталади.

Чизикли қутбланган тўлқинларни нурлатувчи тенналарнинг йўналганлик тавсифи одатда ЙД максимумидан увчи иккита ўзаъро перпендикуляр кесим: электр E ва магнит векторларининг текисликларида кўриб чиқилади. Узоқ зонада ва H векторларнинг бўйлама ташкил этувчилари мавжуд эмас уларнинг чегараси қуйидаги формула ёрдамида аниқланади

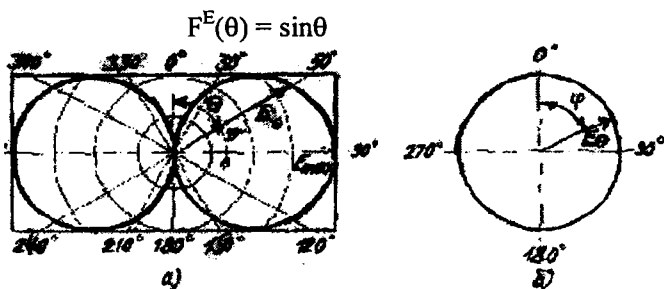
$$r_{\text{улч}} \geq 2R/\lambda,$$

ерда, R - антеннанинг максимал ўлчови.

Антенналар курсида майдоннинг кўндаланг ўлчамини эмас, лки майдон кўндаланглигининг характерини ўзгаришини лганиш мақсадга мувофиқ. Амалиётда кўп ҳолларда ъёёрланган йўналганлик тавсифидан фойдаланилади. еъёрланган йўналиш тавсифининг максимал қиймати 1 га нг. $F(\theta, \varphi)$ - меъёрланган қийматни билдиради ва қуйидагича иқланади

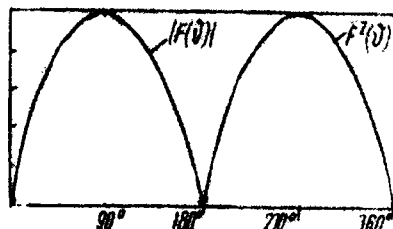
$$F(\theta, \varphi) = |E(\theta, \varphi)| / |E_{\text{max}}(\theta_0, \varphi_0)| \quad (1.7)$$

ЙД одатда майдоний ёки тўғрибурчакли координаталар зимида кўрсатилади (1.1-расм).

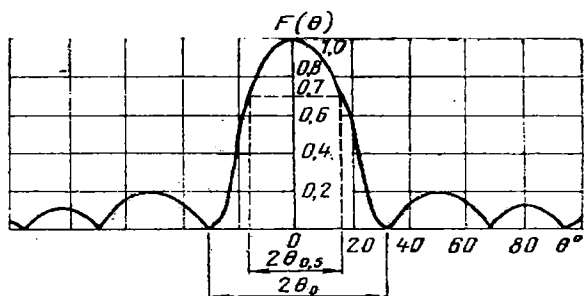


1.1-расм. Кутбий координаталар тизимида йўналганлик диаграммаси.

а) $F^E(\theta)$ – меридионал текисликда; б) $F^H(\varphi)$ – экваториал текисликда.



1.2-расм. Тўғри бурчакли координаталар тизимида йўналганлик диаграммаси



1.3-расм. Координаталар тизимида йўналганлик диаграммасининг кенглигини аниқлаш

Нолинчи нурлатишдаги ЙД кенглиги деб, майдон
чланганлиги 0 гача тушган ораликдаги бурчак $2\theta_0$ айтилади.

Ярим қувват бўйича ЙД кенглиги деб, қувват зичлиги
 2 марта камайган оралик $2\theta_0$, айтилади.

ЙД қўшни минимал нурлатишлар билан чегараланган ички
ҳаси антенна ЙД нинг баргчаси деб аталади. Антеннанинг
аксимал нурлатиши оралиғидаги ЙД баргчаси бош баргча
исобланади, унга нисбатан 180° бурчак остида жойлашгани
га орқа баргча, деб аталади. Бош ва орқа баргчалардан
илганлари ён баргчалар деб номланади. Бош баргча
инимумлари орасидаги масофага ЙД баргчасининг кенглиги деб
талади. Юқоридаги 1.3-расмда ЙД бош баргчасининг
енглигини нолинчи нурлатиш $2\theta_0$ бўйича ва майдон
чланганлигининг сатҳи 0.707 га мос келган максимал қувват
1.5 бўйича аниқлаш келтирилган.

Ён баргчаларнинг сатҳи қуйидаги формула орқали
фодаланади

$$\zeta_n = |E_N| / |E_{\max}| = f(\theta_1, \varphi_1) / f_{\max}(\theta_0, \varphi_0) = F(0_1, \varphi_1) \quad (1.8)$$

аъзи ҳолларда ён баргчаларнинг сатҳи дБ ўлчанади:

$$\zeta_{дБ} = 20 \lg \zeta_N.$$

Антенналарни шартли равишда тўртта катта гуруҳга бўлиш
умкин:

1. Унча катта бўлмаган ўлчамдаги нурлатгичлар:

$$l \leq \lambda; f = 10 \text{ кГц.} \dots 1 \text{ ГГц.}$$

Масалан: тиркишдан ясалган якка тебратгичли
урлатгичлар, микроцикли ва рамкали антенналар.

2. Югурма тўлқин антенналари:

$$l < \lambda \leq 10 \lambda; f = 3 \text{ МГц.} \dots 10 \text{ ГГц.}$$

Масалан: спирал, диэлектрик, тўлқин каналли
директорли) антенналар.

3. Антенна панжаралари:

$$\lambda < l \leq 100 \lambda; f = 3 \text{ МГц.} \dots 30 \text{ ГГц.}$$

Масалан: синфаз горизонтал диапазонли антенна,
елемарказдан узатувчи антенналар.

4. Аппертурали антенналар (апертура - бу нурлатувчи сирт):

$$\lambda < l \leq 1000 \lambda; f = 100 \text{ МГц.} \dots 100 \text{ ГГц.}$$

Масалан: рупорли, параболик антенналар.

Шунингдек, ишчи частота полосаси ҳам антеннанинг асосий тавсифи ҳисобланади. Ишчи частота полосасининг кенглигига кўра антенналар қуйидагиларга бўлинади:

а) тор полосали $\Delta f/f_0 < 10\%$;

б) кенг полосали $\Delta f/f_0 < 10 \dots 50\%$;

в) диапазонли $K_k = 2 \dots 5$ ($f_{\text{imax}}/f_{\text{imin}} = 2 \dots 5$);

г) частотага боғлиқ бўлмаган $K_k > 5$;

бунда, Δf - ишчи частота полосаси; f_0 - элтувчи ёки ўргача частота; K_k - частота бўйича қамраш коэффиценти.

Антенна ёрдамида нурлатилган электромагнит майдонни ҳисоблашда антеннани чексиз элементар нурлатгичлар ёки манбалар кўринишда қараш мумкин:

- ўтказгичли антенна бўлган ҳолатда *элементар электр тебратгич* элементар манба ҳисобланади;

- тирқишли антенналарда *элементар магнит нурлатгич* элементар манба ҳисобланади;

- апертур антенналарда - *Гюйгенс элементи* элементар манба ҳисобланади (тўлқин фронтининг чексиз кичик элементлари).

Радиотўлқинларнинг муҳим характеристикаларидан бири унинг қутбланиши ҳисобланади. Қутбланиш турлари юқори частотанинг бир даврида \mathbf{E} векторнинг охири ҳосил қилган шаклга қараб аниқланади. Агар \mathbf{E} вектор фазонинг берилган нуқтасида тебранишнинг бир даври оралиғида тўғри чизик ҳосил қилса, чизикли қутбланиш; агар эллипс ҳосил қилса, эллипсли қутбланиш; агар айлана ҳосил қилса, доиравий қутбланиш деб аталади.

Қутбланиш текислиги деб, тўлқиннинг тарқалиш йўналишига нисбатан электр майдон кучланганлиги \mathbf{E} вектор йўналиши орқали ўтувчи текисликка айтилади. Агар \mathbf{E} вектор ер сиртига нисбатан вертикал равишда тарқалса, қутбланиш вертикал деб аталади. Агар \mathbf{E} вектор ер сиртига нисбатан горизонтал равишда тарқалса, қутбланиш горизонтал деб аталади.

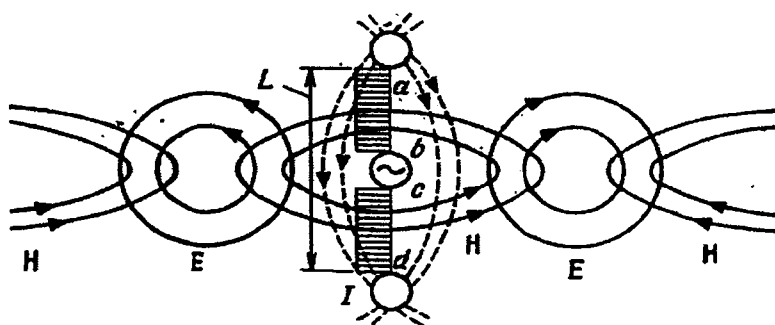
Антеннанинг таъсир этувчи узунлиги (l_m) деб, антенна узунлиги бўйлаб бир хил ток тақсимотига эга бўлган ва қабул нуқтасида ҳам худди шундай майдон сатҳини ҳосил қилувчи антенна узунлигига айтилади.

Антенналарнинг ишлаш принципларини ўрганишдан аввал оддий тебрантирувчи тизим ёрдамида электромагнит ўлқинларнинг ҳосил қилиниш жараёнининг кўриб чиқиш лозим. унда, электромагнит тўлқиннинг ўз хоссалари бўйича атериянинг алоҳида кўриниши сифатида намоён бўлишини нутмаслик лозим. Оддий қилиб айтганда, электромагнит айдон модда каби хоссаларга эга бўлиб, массаси, тезлиги ва иқдори билан тавсифланади. Шунга кўра, электромагнит айдон иш бажариш қобилиятига эга. Буни электромагнит ўлқинлар ёрдамида ахборот узатилиши билан ифодаласа ўлади. Бундай тўлқинлар оддий тебрантирувчи тизим, яъни ерц диполи, ёки элементар электр нурлатгич ёрдамида кўриб иқилиши мумкин. Куйида шу ҳақда бироз маълумот бергач, нтенналарнинг турлари ва уларнинг ишлаш принциплари ўгрисида тўхталиб ўтамыз.

1.2. Элементар электр тебратгич

Элементар электр тебратгич (ЭЭТ) деб, бутун узунлиги ўйлаб доимий амплитуда ва фаза тақсимомига эга, ўлчамлари ишчи тўлқин узунлигидан анча кичик бўлган сим бўлагига йтилади. У нурлатувчи тизимларни таҳлил қилишда катта улайликлар яратадиган идеаллаштирилган тизим ҳисобланади. Идеаллаштирилган дейилишига сабаб эса, бутун узунлиги ўйича ўзгармас тўлқин амплитудаси ва фазасига эга бўлган нурлатгич яратиш мумкин эмаслигидадир.

ЭЭТ ўрганиш, антеннанинг тўлқин нурлатиш жараёнини ушуниш учун жудда муҳим. Ток оқаётган ҳар қандай тказгични ЭЭТ дан ташкил топган нурлантирувчи тизим деб исоблаш мумкин. Бунда, тоқлар орқали ҳосил қилинадиган айдонни аниқлашда суперпозиция усулларидан фойдаланиш, яъни антеннани элементар тебратгичларнинг йигиндиси сифатида кўриб чиқиш мумкин.



1.3-расм. Герц диполи ёрдамида электромагнит тўлқинларнинг ҳосил қилиниши.

Муҳит параметрлари ϵ_a, μ_a билан тавсифланувчи, чексиз бир жинсли изотроп ўтказмас муҳитда жойлашган ЭЭТ майдонини таҳлил қиламиз. Тебратгичдаги токни маълум конун бўйича ўзгарувчи четки ток деб ҳисоблаймиз. Тебратгичлар томонидан ҳосил қилинувчи майдон комплекс амплитудалар усули билан кўриб чиқиладигани сабабли $I_{\text{чет}}$ токининг ўрнига комплекс катталиқ киритамиз.

Шундай қилиб, масала берилган ток тақсимланиш майдонини топишга айланади. Биринчи вектор потенциали \vec{A} ни топамиз. Бунинг учун сферик координаталар тизими (r, φ, θ) дан фойдаланамиз. Унинг кутб ўқи (ozz) тебратгичнинг ўқи билан мос келади, координаталар боши эса унинг марказида туради.

$$\vec{A}_m = z_0 \frac{\mu_a}{4\pi} I_m^{\text{чет}} \int_{-1/2}^{1/2} \frac{e^{-ikr}}{R} d\xi, \quad (1.9)$$

бунда, $R = \sqrt{r^2 - \xi^2 - 2r\xi \cos \theta}$, $a - \frac{1}{2} < \xi < \frac{1}{2}$

\vec{H}_m вектори \vec{A} вектори потенциали билан $\vec{H}_m = \frac{1}{\mu_a} \text{rot } \vec{A}_m$ нисбатида боғланган.

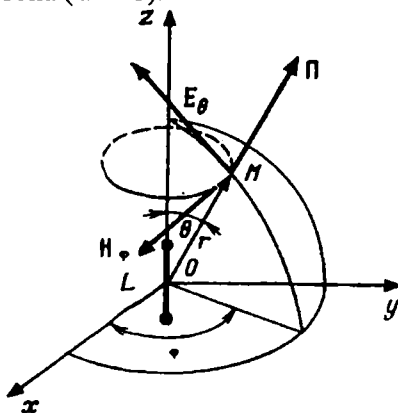
\vec{E} векторини $\vec{E} = -\frac{i}{\omega \tilde{\epsilon} \tilde{\mu}} \text{grad div } \vec{A} - i\omega \vec{A}$ формула орқали аниқлаш мумкин, аммо магнит майдон кучланганлигини

векторини H ёрдамида Максвеллнинг биринчи тенгласидан фойдаланиш кулайроқ, яъни:

$$\dot{\vec{E}}_m = -\frac{i}{\omega \epsilon_a} \text{rot } \dot{\vec{H}}_m \quad (1.10)$$

ЭЭТ майдони тузилишининг таҳлили. Тебротгичнинг ЭММ тузилишини таҳлил қилишда унинг атрофидаги фазо 3 та зонага бўлинади (1.4-расм):

- 1) яқин зона ($kr \ll 1$);
- 2) узоқ ёки тўлқинли зона ($kr \gg 1$);
- 3) оралик зона ($kr \approx 1$).



1.4-расм. Элементар электр тебротгичнинг майдон ташкил этувчиларини аниқлаш

Узоқ зона кўрсатиб ўтилганидек $2\pi r \gg \lambda$ шarti билан характерланади. Формулаларни солиштиришдан E_θ^2 ва H_φ^2 ифодаларида k - тўлқин сони, $k=2\pi/\lambda$ ва $k^2 = 2\pi\omega\sqrt{\epsilon_a\mu_a}/k$ эканлигини ҳисобга олган ҳолда қуйидагига эга бўламиз:

$$\dot{E}_\theta = \frac{iI_m^{cem} l}{2\lambda r} \sqrt{\frac{\mu_a}{\epsilon_a}} \theta e^{i(\omega t - kr)} \quad (1.11)$$

$$H_\varphi = \frac{iI_m^{cem} l}{2\lambda r} \sin \theta e^{i(\omega t - kr)} \quad (1.12)$$

Шундай қилиб, узоқ зонада электр майдон кучланганлиги фақат \vec{E}_θ ташкил этувчисига, магнит майдон кучланганлиги эса \vec{H}_φ ташкил этувчисига ва \vec{E} , \vec{H} векторлари бир хил фазага эга. Майдон векторлари фазаси тебратгичнинг марказидан улар ҳисобланадиган нуқтагача бўлган r масофа билан аниқланади. Тенг фазалар юзалари маркази координаталар бошида жойлашган концентрик сфераларни ҳосил қилади. Тенг фазалар юзаларидан исталган биттасини танлаб оламиз ва вақт ўтиши билан унга нима бўлишини кузатиб турамыз. Майдон фазаси r_0 координатали нуқтада t_0 вақт лаҳзасида $\varphi_0 = \omega t_0 - kr_0 - \frac{\pi}{2}$ га тенг. $t_1 = t_0 + \Delta t$ лаҳзада худди ўша r_0 нуқтада у φ_0 дан ўзгача бўлади. $r_1 = r_0 + \Delta r$ координатали нуқтада t_1 лаҳзада фаза учун математик ифодани ёзиб, шу ифодани φ_0 га қайта тенглаштириб $\omega \Delta t = k \Delta r$ га эга бўламиз. Шунга мувофиқ, Δt да тенг фазалар юзаси Δr ораликқа силжийди, t_1 лаҳзада эса $r + \Delta r$ радиусга эга сферани ифодалайди. Тенг фазалар юзасининг силжиш тезлиги

$$v_\phi = r_0 v_\phi = r_0 \lim_{\Delta r \rightarrow 0} \frac{\Delta r}{\Delta t} = r_0 \frac{\omega}{k} = \frac{r_0}{\sqrt{\epsilon_a \mu_a}} = r_0 v_0 \quad (1.13)$$

Шундай қилиб, ЭЭТ узоқ зонада сферасимон тўлқин тарқатувчи ҳисобланади. Тўлқиннинг ҳаракатланиш тезлиги шу муҳитдаги ёруғлик тезлигига тенг. Майдон ташкил этувчиларининг нисбатлари доимий катталиқка тенг

$$\frac{\dot{\vec{E}}}{\dot{\vec{H}}} = \sqrt{\frac{\mu_a}{\epsilon_a}} = Z_c \quad (1.14)$$

Бунда, Z_c - муҳитнинг тўлқинли қаршилиги деб аталади. Вакуум ҳолатида муҳитнинг тўлқинли қаршилиги: $Z_c = \sqrt{\mu_0 / \epsilon_0} = 120\pi$ Ом га тенг.

Яқин зона. Яқин зона $2\pi r \ll \lambda$ шартини қаноатлантириши керак. Аммо тебратгич майдони учун ҳисоб формулалари $r \gg l$ тахминидан келиб чиққан ҳолда ёзилган. Шунинг учун ҳам яқин зона $l \ll r \ll \lambda / 2\pi$ тенгсизликлар билан характерланади.

Яқин зона учун майдон қуйидаги ташкил этувчиларга эга:

$$\bar{E}_r = -\frac{iI_m^{cem} l}{2\pi\omega \epsilon_a r^3} \cos\theta e^{i(\omega t - kr)} \quad (1.15)$$

$$\bar{E}_\theta = -\frac{iI_m^{cem} l}{4\pi\omega \epsilon_a r^3} \sin\theta e^{i(\omega t - kr)} \quad (1.16)$$

$$\bar{H}_\varphi = \frac{I_m^{cem}}{4\pi r^2} \sin\theta e^{i(\omega t - kr)} \quad (1.17)$$

векторининг оний қийматларига ўтиб, қуйидагиларга эга бўламиз

$$\bar{H} = \varphi_0 \frac{I_m^{cem}}{4\pi r^2} \sin\theta \cos\omega t \quad (1.18)$$

Яқин зонадаги тебратгичнинг электр майдони таҳлиliga бўламиз. Тебратгичдаги токнинг ўзгариши унинг охиридаги қўрлар катталикларининг ўзгаришига олиб келади. Яқин зонада тебратгич майдони қуйидаги ташкил этувчилар орқали иқланади:

$$\left. \begin{aligned} \bar{E}_r &= \frac{q_m l \cos\theta \sin\omega t}{2\pi \epsilon_a r^3} \\ \bar{E}_\theta &= \frac{q_m l \sin\theta \sin\omega t}{4\pi \epsilon_a r^3} \end{aligned} \right\} \quad (1.19)$$

Яқин зонадаги ташкил этувчиларни таҳлилидан келиб иққан ҳолда шуни айтиш мумкинки, бу ерда майдон кўпроқ реактив характерга эга. Яъни, тебратгичга боғлиқ бўлган, урланмайдиган энергия катта қийматга эришади.

Оралиқ зона яқин зонадан узоқ зонага ўтиш зонаси исобланади. Шунга мувофиқ, оралиқ зонада тўлқин арқалишини таҳлил қилишда, юқоридаги ташкил этувчиларнинг ҳар бирини ҳисобга олишимиз лозим. Бу ҳолатда

нурланиш майдони ва реактив (тебратгичда қолиб кетадиган) майдон бир хил тартибга (даражага) эга бўлади.

Назорат саволлари

1. Антенна деб қандай қурилмага айтилади? У қандай параметрларга эга?
2. Фидер нима?
3. ЙТК ҳамда КК ўхшашлиги ва фарқи нимада?
4. Антеннанинг нурлатиш қаршилиги деб нимага айтилади?
5. Йўналганлик диаграммаси қайси параметрлар билан характерланади?
6. Қутбланиш текислиги деб нимага айтилади?
7. Қабул қилувчи ва узатувчи антенналари орасидаги қайтувчанлик принципи нимага асосланган?
8. ЭЭН нима?
9. ЭЭН майдон кучланганлиги ҳақида тушунча беринг.
10. ЭЭН ҳосил қилган майдон нима сабабдан зоналарга бўлинади?

2. ЭРКИН ФАЗОДАГИ СИММЕТРИК ТЕБРАТГИЧЛАР

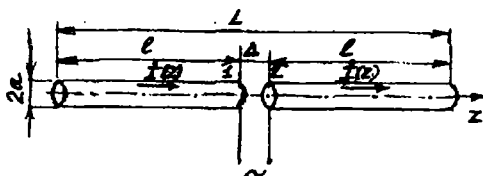
2.1. Тебратгич бўйлаб ток ва заряд тақсимооти

Энг содда симметрик тебратгич (СТ) иккита бир хилдаги ўтказгичдан иборат бўлиб, уларнинг бир учи манба орқали энергия билан таъминланади (2.1-расм). Симметрик тебратгичнинг инженерлик назарияси симметрик нурлатгич ва икки симли йўқотишсиз линия ёпиқ учларининг ички аналогиясига асосланади.

Икки ўтказгичли линия электромагнит тўлқинларни тарқаттириш учун хизмат қилади ва амалий жиҳатдан мумкин нурлатмайдиган тизим ҳисобланади. Бундай ўтказгичда ток қуйидаги қонуният асосида тарқалади:

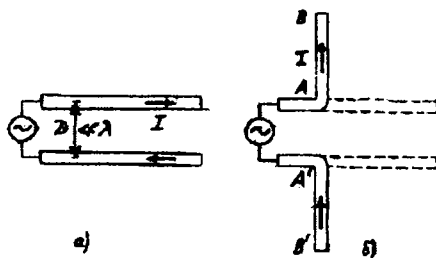
$$I_z = I_n \cdot \text{sink}(l - |z|) \quad (2.1)$$

бунда: I - симметрик тебратгичдан оқиб ўтаётган ток; I_n - амплитуда токи (комплекс катталиқ); l - тебратгичнинг l таърифнинг узунлиги; z - тебратгич учидан ток манбаигача ўлган масофа; $k = 2\pi/\lambda$ - тўлқин сони.



2.1-расм. Симметрик тебратгич

Агар икки ўтказгичли симметрик тебратгичга қўйилган таъбир билан, ундаги ток бир томонга қараб оқсади (2.2-расм). СТ учларидаги ўтказувчанлик токи 0 гача камайди ва силжиш ҳолатига ўтади. Тебратгич нурлатишни бошлайди ва нурлатишда йўқотишлар вужудга келади. Яъни, йўқотишсиз икки ўтказгичли линия билан симметрик тебратгич орасидаги аналогияни тўлдириш мумкин. СТ даги кучланиш ундаги токка нисбатан 90° га фарқ қилади.



2.2-расм. Икки ўтказгичли линиядан симметрик тебратгич ҳосил қилиш. а) линия; б) тебратгич

Радиотехникада симметрик тебратгични ўрганишга бўлган қизиқиш нихоятда катта бўлиб, биринчидан бу тебратгичдан мустақил антенна сифатида фойдаланиш мумкин. Иккинчидан эса, у бир қатор мураккаб антенналарнинг таркибий қисми ҳисобланади. Қисқа тўлқинда ишловчи радиоалоқанинг пайдо бўлиши ва тараққиёти натижасида СТ лардан 1920-йилнинг биринчи ярим давридан бошлаб фойдаланила бошланди. Ҳозирги даврга келиб СТ мустақил антенна сифатида қисқа, метрли ва дециметрли тўлқинларда фойдаланилмоқда. Айнан шу диапазонларда бир нечта СТ лардан таркиб топган мураккаб антенналар ҳам қўлланилади.

Антенналар назарияси курсида антенна елкасининг узунлиги l ни тўлқин узунлигига нисбати l/λ ни қараш қабул қилинган. Тебратгич елкасининг электр узунлиги $kl = 2\pi l/\lambda$ га тенг. $l/\lambda = 0,25$ га тенг бўлган тебратгич ярим тўлқинли, $l/\lambda = 0,5$ эса тўлқинли тебратгич деб номланади.

2.2. Симметрик тебратгичнинг йўналганлик хусусиятлари

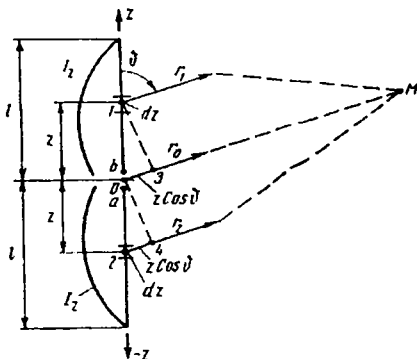
Ҳаёлан симметрик тебратгични чексиз кўп бўлган элементларга dz бўламиз. Ҳар бир элементнинг узунлиги чексиз кичик бўлгани учун бу ораликда токнинг фазаси ҳам, амплитудаси ҳам ўзгармасдир. Шундай қилиб СТ бошдан охирига қадар чексиз элементар электр тебратгичларнинг dz йиғиндиси деб қараш мумкин. 2.3-расмда СТ нинг майдон тақсимооти келтирилган бўлиб, бунда: I_z - элементдаги ток амплитудаси бўлиб, тебратгич Z масофада жойлашган; r_1 -

ринчи элементдан кузатув нуктасигача M бўлган масофа; r_1 - иккинчи элементдан M гача бўлган масофа; ν - тебратгич ўқлари орасидаги ва кузатув нуктасига томон навиш орасидаги бурчак; M - кузатув нуктаси.

Кузатув нуктаси M узоқ зонада жойлашганлиги сабабли r_1, r_0, r_2 ларни ўзаро параллел деб қараш мумкин. Агар 1 ва 2 қталарда жойлашган элементар нурлатгичларни қарайдиган лсак, уларнинг кузатув нуктасида ҳосил қилган натижавай йдони қуйидагига тенг бўлади:

$$dE_1 + dE_2 = j (60 \pi I_z dz / \lambda) \cdot \sin \nu [\exp(jkr_1)/r_1 + \exp(-jkr_2)/r_2] \quad (2.2)$$

ва r_2 масофани r_0 орқали ифодалаймиз. Бунинг учун 1-қтадан (2.3-расм) r_0 йўналиш томон ва 0-нуқтадан r_2 йўналиш томон перпендикуляр чизик тортамыз. Ҳосил бўлган 1-0-3 ва 2-4 учбурчаклар ёрдамида тебратгич марказидан кузатув нуктасигача бўлган масофада элементларнинг масофа фарқини иклаймиз: $\Delta r = |z| \cos \varphi$.



2.3-расм. Симметрик тебратгичнинг майдон тақсимоти

Шунингдек, $r_1 = r_0 - |z| \cdot \cos \varphi$ ва $r_2 = r_0 + |z| \cdot \cos \varphi$.

Одатда Δr - нурнинг юриш фарқи деб юритилади. Кузатув нуктаси узоқ зонада жойлашганлиги сабабли, Δr нинг таъсирлари r_0 га нисбатан кичик ва r_1 ва r_2 масофалар бир-биридан кам фарқ қилади. Шу сабабли 1 ва 2 элементларнинг M нуктасида ҳосил бўлган майдон кучланганликларининг амплитудалари ўзаро тенг.

Натижавий майдон кучланганлиги фазодаги фаза силжиши ва манбадаги фаза силжишларини ҳисобга олган ҳолда, антенна елкасини бутун узунлиги бўйича интеграллаш ёрдамида ифодаланади. Интеграллаш натижасида ҳосил бўлган ифода куйдагига тенг:

$$E = j[60 I_0 / (r_0 \sin kl)] * \cos [(kl \cos \nu) - \cos kl] / \sin \nu * e^{-jk r_0}. \quad (2.3)$$

Бу формуладаги йўналиш характериға эға бўлган ифода:

$$f(\nu) = [\cos(kl \cos \nu) - \cos kl] / \sin \nu. \quad (2.4)$$

Ушбу формулалар таҳлилиға кўра СТ куйидаги хусусиятларға эға:

1. СТ нинг майдон кучланганлиги азимутал бурчакка боғлиқ эмас, яъни симметрик тебратгичда \mathbf{H} вектор йўналиш хусусиятиға эға эмас.

2. Тебратгич l/λ ихтиёрий қийматларида ўз ўқи бўйлаб нурлатмайди.

3. Тебранишнинг йўналиш хусусиятлари тебратгич елкасининг узунлигини тўлқин узунлигиға нисбати орқали ифодаланади.

Агар қабул нуқтасини экватор текислигида белгилаб, l/λ муносабатини ошириб борсак $l/\lambda = 0,5$ га тенглашгунча бош баргчалар аста секинлик билан сиқилиб боради.

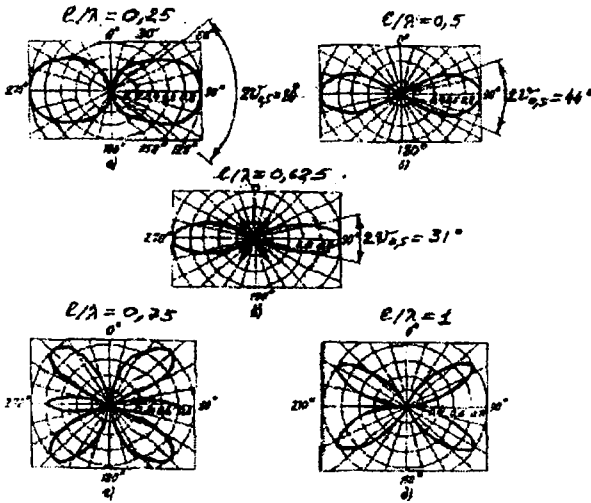
Агар $l/\lambda > 0,5$ дан ошса, ён баргчалар вужудға келади (2.4.б-расм). Уларни қарама-қарши соҳадаги (участкадаги) тоқлар вужудға келтиради.

$l/\lambda = 0,625$ бўлганда симметрик тебратгич максимал йўналиш таъсир коэффициентига эришади, бунда йўналганлик диаграммаси тор ва ён баргчалар сатҳи жуда кичик бўлади (2.4.в-расм).

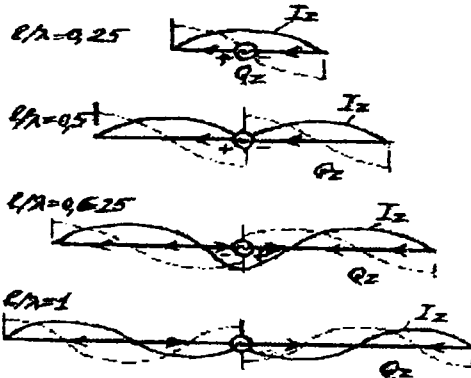
$l/\lambda > 0,7$ дан бошлаб асосий баргчалар кичрайиб, ён баргчалар ўсиб боради (2.4.з-расм).

$l/\lambda = 1$ бўлганда бош баргчалар йўқолади. Бунга сабаб, берилган йўналишдаги элементар нурлатгич билан нурлатиладиган натижавий майдоннинг фаза силжиши, шу тебратгичларни қўзғатувчи фазовий фаза силжиши ва

кларнинг фаза силжиши билан ифодаланеди (2.4.д-расм). Шу бабли ушбу ҳолатда асосий йўналишдаги фазовий фаза лжиши «0» га тенг бўлса ҳам, тебратгичнинг алохида ементлари нурлатадиган майдон носинфаз тарзда устма - т тушади, яъни геометрик $l/\lambda = 1$ (ёки $l/\lambda = n$, $n = 2, 3, \dots$) бўлганда асосий йўналишда нурлатиш йўқолади, чунки братгичнинг қарама-қарши фазалари бир хил узунликка эга ълади.



2.4-расм. СТ йўналганлик диаграммалари



2.5-расм. Турли ўлчамдаги СТ елкаларидаги ток амплитудаси ва заряди тақсимоти

2.3. Симметрик тебраткичнинг кириш қаршилиги

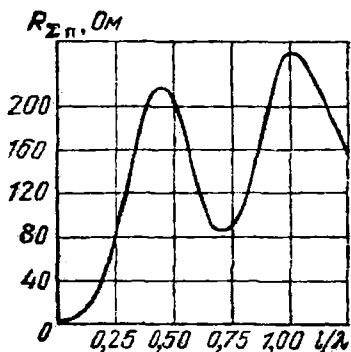
СТ генератордан узатилаётган қувватнинг бир қисми нурлатилади. Қолган қисми эса тебраткичнинг ўзида (ўтказгичларнинг қизишига), изоляторда ва тебраткични қуршаб турувчи предметларда сарф бўлади. Бу йўқотишлар нурлатиш қаршилиги ва йўқотишларнинг актив қаршиликдан иборат. Кўпчилик ҳолларда антенна атрофида реактив қувватга эга бўлган электромагнит майдон мавжуд бўлади. Бу реактив қувват асосан кириш қаршилигининг реактив ташкил этувчиси билан мос келади. СТ ўтказгичларидаги йўқотишлар унча катта бўлмаганлиги сабабли $R_{\text{кпр}} \approx R_{\Sigma 0}$ деб қараш мумкин. Бунда $R_{\Sigma 0}$ - манба нукталаридаги антеннанинг нурлатиш қаршилиги (актив) бўлиб, қуйидагича аниқланади

$$R_{\Sigma 0} = R_{\Sigma n} / \sin^2 kl \quad (2.5)$$

Ифо дадаги $R_{\Sigma n}$ - максимал токдаги нурлатиш қаршилиги бўлиб, унинг учун график (2.5-расм) ва жадвал мавжуд.

Шу тариқа, антеннага уланган генератор антеннанинг кириш қаршилиги деб аталувчи комплекс қаршиликка юкланган. СТ кириш қаршилиги манба киришидаги кучланишнинг шу нуктадаги ток нисбатига тенг:

$$Z_{\text{кпр}} = U_0 / I_0 = R_{\text{кпр}} + jX_{\text{кпр}}, \quad (2.6)$$



2.5-расм. $R_{\Sigma n}$ нинг l/λ га боглиқлик графиги.

Тебратгичлар 2 турга бўлинади :

1). Қисқа тебратгичлар - $l/\lambda < 0,35 \dots 0,4$ ва $0,65 < l/\lambda < 0,85 \dots 0,9$, уни токнинг синусоидал тарқалиш қонунига мувофиқ ток ёрмоғи тебратгич манбасидан $0,1 \dots 0,15$ l/λ масофадан яқин ойлашмаслиги керак. Қисқа тебратгичлар учун кириш қаршилиги:

$$Z_{\text{кир}} = \frac{R_{\Sigma n}}{\sin^2 kl} - jW_A \text{ctgkl} \quad (2.7)$$

2). Узун тебратгичлар учун $0,35 < l/\lambda < 0,65$ бўлиб, унда ток гиперболик синус қонунига асосан тарқалади. Узун тебратгичлар учун кириш қаршилиги:

$$Z_{\text{кир}} = W_A \frac{\frac{\alpha}{\beta} \sin 2\beta l}{\text{ch}2\alpha l - \cos 2\beta l} - iW_A \frac{\frac{\alpha}{\beta} \text{sh}2\alpha l + \sin 2\beta l}{\text{ch}2\alpha l - \cos 2\beta l} \quad (2.8)$$

унда, W_A - СТ нинг тўлқин қаршилиги; α - сўниш оэффиценти; l - тебратгич елкасининг узунлиги.

Тебратгичнинг тўлқин қаршилиги қанча кам бўлса, фаза езлиги ҳам шунча кам бўлади. Юқоридаги формуладан кўриниб урибдики, тебратгич кириш қаршилигининг актив ва реактив ашқил этувчилари фақат тебратгич узунлигига эмас, унинг иаметрига ҳам боғлиқ. Кириш қаршилиги $Z_{\text{кир}}$ нинг $\beta = k$ ўлган ҳолат учун боғлиқлик графиги 2.6-расмда келтирилган тебратгичдаги фаза тезлиги ёруғ тезлигига тенг).

Аслида тебратгичдаги фаза тезлиги ёруғлик тезлигидан бир анча кам бўлиб, у кириш қаршилигининг эгри чизиғи l/λ кам ийматлари томонига силжийди. Тебратгич қанча қалин бўлса, илжиш шунча катта бўлади. Шу сабабли $l/\lambda = 0,25$ бўлганда иимметрик тебратгичнинг кириш қаршилиги куйидагига тенг:

$$Z_{\text{кир}} = 73,1 + j42,5 \text{ Ом} \quad (2.9)$$

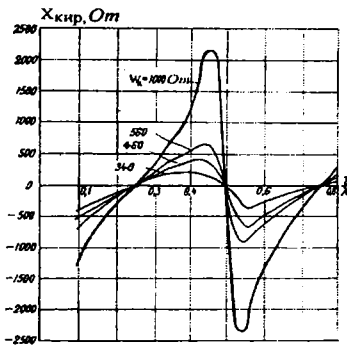
Тебратгич фақат актив қаршиликка эга бўлиши учун унинг зунлигини Δl га қискартириш керак

$$\Delta l / \lambda = -0,225 / (\ln l/a) \quad (2.10)$$

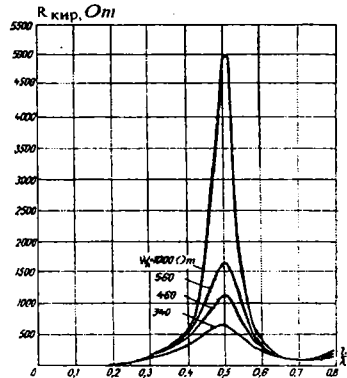
Тебратгични резонанс ҳолатига созлайдиган энг катта узунлиги симметрик тебратгичнинг хусусий узунлиги деб аталади. СТ учун $l=4\lambda$ га тенг.

Катта радиусга эга бўлган тебратгичнинг тўлқин қаршилиги кичик бўлиб, кириш қаршилигига $1/\lambda$ муносабатининг ўзгаришига кам таъсир кўрсатади.

Бундан кўришиб турибдики, тўлқин узунлиги ўзгариши билан СТ кириш қаршилига деярли ўзгармайди, яъни СТ кенг частота диапазонида ишлаши мумкин.



2.6-расм. $R_{кир}$ ни $1/\lambda$ боғлиқлик графиги



2.7-расм. $X_{кир}$ ни $1/\lambda$ боғлиқлик графиги

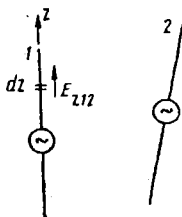
Назорат саволлари

1. Симметрик тебратгич деб қандай қурилмага айтилади?
2. Симметрик тебратгич учун майдон кучланганлиги ифодасини келтиринг?
3. Симметрик тебратгичнинг йўналганлик хусусиятлари нималарга боғлиқ?
4. Нима сабабдан симметрик тебратгич H текисликда йўналганлик хусусиятига эга эмас?
5. Симметрик тебратгичнинг кириш қаршилиги.
6. Симметрик тебратгичнинг ЙД таҳлил қилинг.
7. Симметрик тебратгичнинг ўтказиш полосаси нима билан ифодаланади?
8. Симметрик тебратгичнинг тизим кўпайтирувчиси ҳақида маълумот беринг?

3. БОҒЛИҚ ТЕБРАТГИЧЛАРНИНГ НУРЛАТИШИ

3.1. Боғлиқ тебратгичлардан ташкил топган тизимнинг йуналганлик хоссалари

Симметрик тебратгич ва бошқа шунга ўхшаш яқка братгичлар кучсиз йуналганлик хусусиятига эга. Биринчалишли нурлатиш ёки тор йуналганлик диаграммасини ҳосил олиш талаб этилган ҳолатларда икки ёки ундан ортиқ братгичлардан ташкил топган антенналардан фойдаланилади. Қандай тебратгичлар бир - бирига сезиларли таъсир кўрсатганлиги сабабли боғлиқ тебратгичлар деб аталади. Боғлиқ братгичлар (БТ) ЭЮК киритиш усули ёрдамида амалга оширилади. Бу гоё 1922 йилда Ражинский ва Бриллюэн томонидан бир-бирига боғлиқ бўлмаган ҳолатда тарғиб қилган. Ушундан кейинчалик жойлаштирилган иккита тебратгичдан иборат бўлган тизимни кўриб чиқамиз.



3.1-расм. Боғлиқ тебратгичларнинг нурлатиш майдонининг фойдаланиши

Бунда 2-тебратгич таъсирида 1-тебратгичнинг сиртида электр майдон кучланганлигининг тангенциал (уринмавий) ташкил шакллари ҳосил бўлади, у эса ўз навбатида 1-тебратгичда ЭЮК ни ҳосил қилади. Лекин бунинг натижасида чегаравий шартлар бузилади. Чунки электр майдон кучланганлигининг тангенциал ташкил шакллари идеал ўтказкич сиртида «0»га тенг бўлиши керак. Шу сабабли чегаравий шартлар бажарилиши учун иккита тебратгич ўз энергиясини 1-чи тебратгичнинг сиртида тангенциал ташкил шакллари ҳосил қилиш учун сарфлайди, шунинг учун уларнинг ишораси қарама-қарши бўлиши керак. Яъни

тебратгичнинг энергияси қайта тақсимланади ва тебратгичнинг нурлатиш қаршилиги ҳам ўзгаради.

Тебратгичнинг хусусий қаршиликлари куйидагига тенг

$$\begin{aligned}Z_{\Sigma 1} &= Z_{\Sigma 11} + Z_{\Sigma 12}, \\ Z_{\Sigma 2} &= Z_{\Sigma 22} + Z_{\Sigma 21}\end{aligned}\quad (3.1)$$

бунда, $Z_{\Sigma 11}$ ва $Z_{\Sigma 22}$ - эркин фазодаги антеннанинг хусусий нурлатиш қаршилиги; $Z_{\Sigma 12}$ ва $Z_{\Sigma 21}$ - ҳосил қилинган қаршилик.

$$Z_{\Sigma 12\text{кнр}} = R_{\Sigma 12\text{кнр}} + jX_{12\text{кнр}} \quad (3.2)$$

Ифодадаги $R_{\Sigma 12\text{кнр}}$ - иккинчи тебратгич таъсирида биринчи тебратгичдан сочилган қувватни ифодалайди; $X_{\Sigma 12\text{кнр}} -$ иккинчи тебратгич таъсирида биринчи тебратгичга боғлиқ бўлган қувват.

Умумий ҳолатда ҳосил қилинган қаршиликларни ҳисоблаш анча қийинчилик туғдиради. Киритилган қаршиликни ҳисоблашда (тебратгичнинг параллел жойлашуви енгиллик яратади) амплитуда ва фазалари бир хил бўлган, бир хил узунликдаги параллел жойлашган тебратгичдан фойдаланиш анча қулай. Бундай хусусий ҳолатдаги келтирилган қаршилик ўзаро мос деб аталади. Мос қаршиликлар фақат геометрик параметрлар: d/λ , H/λ , l/λ боғлиқ.

Агар, R_{12} манфий бўлса, у ҳолда 2- тебратгич таъсирида 1- тебратгичда сочилувчи қувват камаяди. Мос қаршиликлар учун график ва жадваллар мавжуд.

3.2. Боғлиқ тебратгичлардан ташкил топган тизимнинг йўналганлик хусусиятлари

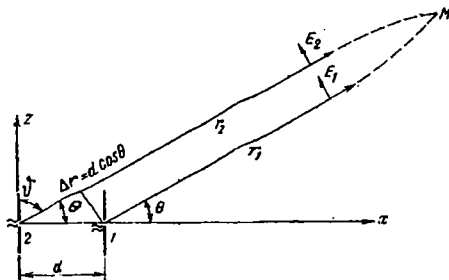
БТ йўналганлик хусусиятларини кўриб чиқадиган бўлсак, 1- тебратгичдаги ток 2- тебратгичдаги ток фазасидан 90° илгарилаб кетади. 1 - тебратгичдан нурлатилган тўлқин $\lambda/4$ масофани босиб ўтгандан сўнг, фаза бўйича 90° ортда қолади ва 2 - тебратгич майдони билан синфаз тарзида устма - уст тушади. Яъни бундай тизим бир томонлама нурлатишга эга

илади. Манбада фаза силжишини ҳосил қилиш учун турли узунликдаги фидерлардан фойдаланиш мумкин.

Агар фидер узунлиги:

бир тўлқин узунлигига фарқ қилса, синфазликни таъминлайди; ($l/\lambda=0,5$) ярим тўлқин узунлигига фарқ қилса, қарама-қарши аза билан таъминланади ($\varphi=180^0$);

($l/\lambda=0,25$) чорак тўлқин узунлигига фарқ қилса, фаза бўйича 90^0 силжитиш керак.



3.2-расм. Боғлиқ тебратгичларнинг майдонини аниқлаш

Иккита БТ йўналиш тавсифи учун келтириб чиқарилган ормуладан ўзаро параллел ва бир-биридан d -масофа узокликда ойлашган (3.2-расм), I_1 ва I_2 тоқлар билан таъминладиган, 1 ва 2-тебратгичлар учун ифодани ҳосил қиламиз.

$$I_2/I_1 = q \cdot \exp(i\varphi) \quad (3.3)$$

унда, q - ток модулларининг нисбати, φ - I_2 ток фазасининг I_1 токка нисбатан силжиши.

Тебратгичнинг майдонини *хоз* меридионал текисликда кўриб чиқамиз. Тебратгичлар орасидаги масофа d кузатув ўқтасигача бўлган масофага нисбатан жуда кичик бўлганлиги абабли, M нуқтага ўзаро параллел йўналган деб ҳисоблаш умкин. 1-чи тебратгич марказидан x_2 га перпендикуляр чизик йўналтириб, тебратгич билан кузатув нуқтаси орасидаги масофа фарқи $\Delta x = d \cos \theta$ ни аниқлаймиз. Бунда θ - тебратгич ўқига нисбатан ўтказилган нормал ва кузатув нуқтасининг йўналиши орасидаги бурчак.

1-чи тебратгич кузатув натижасида ҳосил қилган майдон кучланганлигини E_1 деб белгилаймиз. 2-чи тебратгич M қабул нуктасида ҳосил қилган майдон кучланганлиги 1-чи тебратгичнинг майдон кучланганлиги орқали ифодалаймиз ва қабул нуктасида 2-чи тебратгичнинг фазасини нолга тенг деб хисоблаймиз, у ҳолда $E_2 = E_1 q \exp^{-kld \cos \theta} \cdot \exp^{i\psi}$ га тенг. Бунда, $kd \cos \theta$ – фазодаги фаза силжиши; E_1 - биринчи тебратгич ҳосил қилган майдон кучланганлиги; E_2 - иккинчи тебратгич ҳосил қилган майдон кучланганлиги.

Иккала тебратгич ҳосил қилган майдон кучланганлигини қуйидагича аниқлаймиз

$$E = E_1 + E_2 = E_1 (1 + q \exp^{j(\psi - kd \cos \theta)}) \quad (3.4)$$

Одатда, умумий майдон кучланганлиги, унинг фазасидан кўра аҳамиятлироқ. Шунинг учун ифоданинг модулини аниқлаймиз

$$|E| = 60I_1 / (r \sin \theta) * [\cos(kl \sin \theta) - \cos kl / \cos \theta] * f_c(\theta) \quad (3.5)$$

ёки

$$E = A * f_1(\theta) * f_c(\theta).$$

Шуни таъкидлаб ўтиш жоизки, ихтиёрий тебраткичли антенналарнинг майдон кучланганлиги учта кўпаювчи орқали ифодаланади: кузатув нуктасининг йўналишига боғлиқ бўлмаган доимий кўпаювчи – A ; кузатув нуктасининг йўналишига боғлиқ бўлган кўпаювчи – $f(\theta)$ ва фаза кўпаювчиси – ie^{-ikr} . Берилганларга амал қилган ҳолда боғлиқ тебраткичлар учун тизим кўпаювчиларини ёзамиз. Унга кўра ихтиёрий тебраткичли антенна учун:

$A = 60I_1 / (r)$ га тенг; кўпаювчи $f_1(\theta)$ – симетрик тебраткичнинг йўналиш характеристикасини кўрсатади; кўпаювчи $f_c(\theta)$ - тизим кўпаювчиси деб аталади қуйидагича аниқланади

$$f_c(\theta) = \sqrt{1 + q^2 + 2q \cos(\psi - kd \cos \theta)}.$$

Е текисликда:

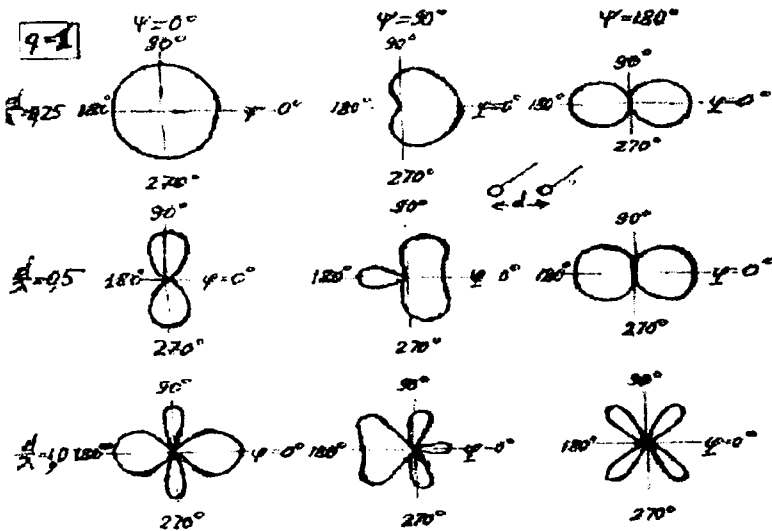
$$f^E(\theta) = \cos(kl \sin \theta) - \cos kl / \cos \theta \sqrt{1 + q^2 + 2q \cos(\psi - kd \cos \theta)} \quad (3.6)$$

Н текисликда:

$$f^H(\theta) = \sqrt{1 + q^2 + 2q[(\cos \varphi - kd \cos \theta)]} \quad (3.7)$$

Йўналганлик диаграммаси d/λ , q ва φ ларнинг қийматларига боғлиқ ҳолда турли шаклларни ҳосил қилади. Экваториал текисликда (Н текислик) йўналганлик диаграммаси ўринишлари 3.2-расмда келтирилган.

Тебраткичлар орасидаги масофа ортиб бориши билан $d/\lambda = 0,5$ дан бошлаб) йўналганлик диаграммаси кўпбаргчали характерга эга бўлади; d/λ муносабати қанчалик катта бўлса, баргчалар сони шунча кўп бўлади (3.2-расм).



3.2-расм. Боғлиқ тебраткичларнинг йўналганлик диаграммаси

Нурлатишни кучайтириб, олдинги тебраткичга томон йўналтириб берувчи ва қарама-қарши томондаги нурланишни сусайтирувчи тебраткич – рефлектор (қайтарувчи) деб аталади. Тебраткичнинг рефлекторловчи ҳаракати тўлиқ бўлиши учун ($d=\lambda/4$), ҳар иккала тебраткичлардаги тоқлар қиймат жиҳатидан тенг бўлиши шарт ($q=1$), рефлектордаги тоқ эса иккинчи боғлиқ тебраткичдаги тоқдан 90° илгарилаб кетиши керак.

Иккинчи тебраткич томон йўналтирилган нурланишни сусайтириб, қарама-қарши томондаги нурланишни кучайтириб Идеал ҳолатда директор $q=1$; $\varphi=-\pi/2$ режимда ишлаши керак. Ҳар иккала ҳолатда ҳам майдон кучланганлиги кўзғатилган тоқ фазаси ортида қолаётган томонга қараб ортиб боради.

Амалиётда пассив директор ва рефлекторлардан фойдаланади (улар манбага уланмайди). Яъни, актив тебраткич майдон ёрдамида озикланади. Бундай ҳолатларда рефлекторнинг ўлчами резонанс узунликдан бир оз узунроқ қилиб ясалди ($\lambda/2$ катта), унинг кириш қаршилиги эса индуктив характерга эга бўлиши керак. Пассив директор эса резонанс узунликдан бир оз қисқароқ қилиб яшаш керак ($\lambda/2$ қиска), унинг қаршилиги эса сиғим характерга эга бўлиши керак. Шунингдек, антеннанинг йўналганлик хусусиятлари химоя таъсирининг коэффиценти (ХТК) ёрдамида ҳам ифодаланиши мумкин:

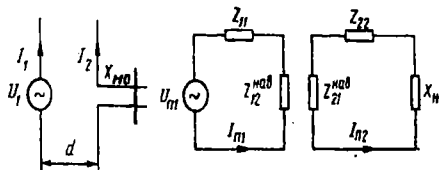
$$K_3 = E(\theta = 0^\circ)/E(\theta = 180^\circ) = f(\theta = 0^\circ)/f(\theta = 180^\circ) . \quad (3.8)$$

Пассив рефлектор бўлган ҳолатларда q ва φ катталиклар ўзаро боғлиқ бўлади. Шу сабабли бу ҳолатда ХТК 10...20 мартадан ошмайди. Пассив рефлекторда ҳар доим ЙД нинг орқа баргчаси кичик бўлади.

3.3. Пассив тебраткичнинг киритилган қаршилигини ҳисоблаш

Пассив тебраткичлардан бир тарафлама йўналишли нурлатиш ҳосил қилишда рефлектор ёки директор сифатида фойдаланилади. Тебраткич рефлектор ёки директор вазифасини бажариши учун актив тебраткичга нисбатан маълум қийматдаги тоққа ва фазага эга бўлиши керак (идеал ҳолатда тебраткичлар

жасидаги масофа $d = \lambda/4$ га тенг бўлганда $q = 1$ ва $\varphi = \pm 90^\circ$ шарт жарчилиши керак), q ва φ нинг қийматлари пасив ва актив тебраткичларнинг орасидаги масофага, шунингдек, пасив тебраткичнинг актив ва реактив қаршиликлари қийматларига эглик. Ушбу катталикларни пасив тебраткичнинг реактив қаршилигини ўзгартириш орқали бошқариш мумкин.



3.3-расм. Боғлиқ тебраткичларнинг эквивалент схемаси

θ ва φ қийматларини ҳисоблаймиз. Биринчи пасив тебраткич ўлган ва мослашув қаршилиги $X_{но}$ уланган 2 та боғлиқ симметрик тебраткичнинг эквивалент схема билан алмаштирамиз. Бу тизим учун Кирхгоф тенгламаси қуйидаги кўринишда бўлади

$$U_{n1} = I_{n1} Z_{\Sigma 11} + I_{n2} Z_{12}, \quad (3.9)$$

$$0 = I_{n2} Z_{\Sigma 22} + I_{n1} Z_{12} + j I_{n2} X_n \quad (3.10)$$

бу ерда, Z_{12} - тебраткичларнинг боғлиқ қаршилиги; X_n - созловчи реактив қаршилик; I_n - актив тебраткичдаги ток; $Z_{\Sigma 11}$, $Z_{\Sigma 22}$ - ўзусий қаршиликлар; l/λ - тебраткичларнинг нисбий узунлиги ва l/λ - тебраткичлар орасидаги масофа берилган. Шунингдек, мослаш қаршилиги ҳам берилган. Демак, бизга фақат (3.9) формуладаги иккинчи тебраткичдаги I_{2n} ток номаълум. Уни (3.10) формула орқали аниқлаймиз

$$I_{2n} = - I_{n1} Z_{12} / Z_{\Sigma 22} + j X_{12} \quad (3.11)$$

$I_{2n}/I_{n1} = q \exp(j\psi)$ га тенг эканлигини эътиборга олсак,

$$q \exp(j\psi) = \frac{(R_{12} + jX_{12})}{[R_{\Sigma 22} + j(X_{\Sigma 22} + X_n)]}, \quad (3.12)$$

бу ерда тоқлар нисбатларининг модули

$$q = \sqrt{R_{12}^2 + X_{12}^2} / \sqrt{R_{\Sigma 22}^2 + (X_{\Sigma 22} + X_n)^2} . \quad (3.13)$$

Пассив тебраткичдаги токнинг нисбий фазаси

$$\psi = \pi + \arctg X_{12}/R_{12} - \arctg (X_{\Sigma 22} + X_n)/R_{\Sigma 22} . \quad (3.14)$$

Пассив рефлектордаги ток актив тебраткичдаги токдан фаза бўйича илгарилаб кетиши керак. Юқоридаги (3.14) формуланинг таҳлилига кўра, пассив тебраткичнинг тўлиқ реактив қаршилиги индуктив характерга эга бўлганда, у рефлектор вазифасини бажаради. Ушбу хулоса $0.1\lambda \leq d \leq 0.25\lambda$ шарт бажарилганда ўринли.

Пассив тебраткич директор сифатида ишлаши учун, унинг тўлиқ узунлиги $\lambda/2$ дан бир неча маротаба кичик бўлиши керак. Зарур бўлган узайтириш ёки қисқартириш ўлчами тебраткичлар орасидаги масофага ва уларнинг қалинлигига боғлиқ.

Назорат саволлари

1. Симметрик тебраткич деб қандай қурилмага айтилади?
2. Симметрик тебраткич учун майдон кучланганлиги ифодасини келтиринг?
3. Симметрик тебраткичнинг ЙД қандай ҳолатларда ён баргчаларга эга бўлади?
4. Симметрик тебраткичнинг ўтказиш полосаси нима билан ифодаланади?
5. Симметрик тебраткичнинг тизим кўпайтирувчиси ҳақида маълумот беринг?
6. Боғлиқ тебраткичлардан ташкил топган тизимнинг хусусиятлари нималардан иборат?
7. Рефлектор ва директорларнинг бажарадиган вазифаларини тушунтиринг.
8. Боғлиқ тебраткичлар ҳосил қилган ЙД таҳлил қилинг.
9. Актив тебраткич деб қандай тебраткичга айтилади?
10. Пассив тебраткич деб қандай тебраткичга айтилади?

LO'QUV ZALI

4. ТОР ЙЎНАЛГАНЛИК ДИАГРАММАСИНИ ҲОСИЛ ҚИЛИШ УСУЛЛАРИ

4.1. Умумий тушунчалар

Кўпгина ҳолатларда антенналардан тор ЙД ва юкори ФИК га бўлишлик талаб этилади. Бундай натижага эришиш учун ёрилган йўналишда майдон векторлари ўзаро фаза бўйича мос ўзгатиловчи бир нечта тебратгичлардан фойдаланиш мумкин.

Симметрик тебраткичга тўлиқ нурланувчи P_{Σ} қувват ёрилган бўлсин. Нурлатгичнинг қабул нуқтасида ҳосил қилган майдон кучланганлигини қуйидаги формула ёрдамида ифодалаш мумкин

$$E = A \sqrt{2P_{\Sigma} / R_{\Sigma 0}} \quad (4.1)$$

бунда, A - пропорционаллик коэффициентини; P_{Σ} - сочилувчи суват;

R_{Σ} - нурлатиш қаршилиги; $I_0 = \sqrt{2P_{\Sigma} / R_{\Sigma 0}}$ - тебратгич ланбаларидаги ток.

Берилган тебраткич ёнига яна ҳудди шундай тебраткич қойлаштирамиз ва уларнинг ҳар бири учун $P'_{\Sigma} = P_{\Sigma} / 2$ суватни берамиз.

Бунда биринчи тебраткичнинг кириш қаршилиги иккичи тебраткич таъсирида ўзгармайди деб ҳисобласак, у ҳолда тебраткичлардан оқаетган тоқлар ўзаро тенг бўлади. Яъни,

$$I_1 = I_2 = \sqrt{2P_{\Sigma} / R_{\Sigma 0}} = I_0 / \sqrt{2}. \quad (4.2)$$

Демак, ҳар бир тебратгичдаги ток $\sqrt{2}$ мартага камайса, у ҳолда майдон кучланганлиги ҳам шунча марта камайди. Яъни: $E_1 = E_2 = E / \sqrt{2}$. Ҳар бир тебратгичдан қабул нуқтасигача бўлган масофа бир хил бўлгани учун бу нуқтада уларнинг майдони синфаз бўлиб, қуйидагига тенг:

$$E_{\text{нат}} = E_1 + E_2 = 2E / \sqrt{2} = \sqrt{2} E. \quad (4.3)$$

Тебратгич билан қабул нуктаси M гача бўлган масофа бир хил бўлгани сабабли, майдонлар бир хил фаза билан устма-уст тушади (синфаз). Шу тарика агар 2 та тебратгич олсак, майдон кучланганлиги $\sqrt{2}$ марта ортади (агар n та тебратгичдан фойдаланилса, майдон кучланганлиги \sqrt{n} мартага ортади). Бунда киритилган қаршилик инобатга олинмайди.

Юқорида кўриб чиқилганлардан шу маълум бўлдики, тор ЙД ва юқори ФИК ҳосил қилиш учун кўп миқдордаги тебратгичлар тизимидан фойдаланиш керак. Бундай тизим мавжуд ва у **антенна панжаралари** деб номланади. Антенна панжаралари икки турга бўлинади:

1) Кўндаланг нурлатувчи антенна панжаралари.

2) Бўйлама нурлатувчи антенна панжаралари.

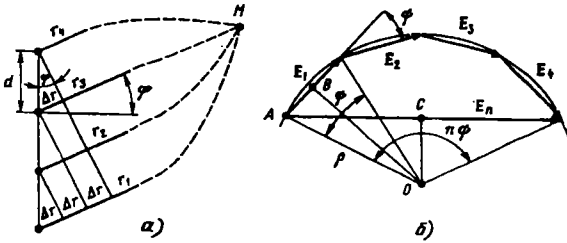
Куйида уларнинг ҳар бирини батафсил кўриб чиқамиз.

4.2. Кўндаланг нурлатувчи антенна панжаралари

ЙТК катта қийматларга эришиши ва тор ЙД эга бўлиш учун бир нечта тебратгичлардан иборат бўлган антенналардан фойдаланилади. Бу тизим антенна панжаралари деб аталади. *Агар панжара тебратгичлари бир хил фазага эга бўлса, бундай панжаралар **синфаз антенналар** деб аталади. Тенг амплитудали ток билан қўзғатилувчи, n - та йўналтирилмаган тебратгичлардан ташкил топган, бир-биридан d - узоқликда жойлашган, чизиқли тизим **эквидистант тенг амплитудали панжара** деб аталади.*

Эквидистант тенг амплитудали панжара. Жойлашилган кетма-кетликдаги ҳар бир тебратгичлар орасидаги ток фазаси аввалгисига нисбатан Φ бурчакка ортда қолаётган бўлсин (4.1,а-расм). Агар $d \ll r$ бўлса, у ҳолда алоҳида тебратгичларнинг антеннадан узоқ масофада жойлашган M нуктадаги ҳосил қилган нурларини ўзаро параллел деб ҳисоблаш мумкин. Бунда биринчи тебратгичнинг M нуктада ҳосил қилган майдон кучланганлигини E_1 , иккинчи тебратгичникини E_2 ва ҳ.к., n -чи тебратгичникини E_n деб белгилаймиз. Узоқ масофада турли тебратгичлар ҳосил қилган тенг амплитудали панжарадаги майдон амплитудасини биринчи тебратгичнинг майдон амплитудасига тенг деб қабул қилиш мумкин. Бироқ бу

ийдонларнинг фазалари турлича бўлади. Яъни, иккинчи братгич майдони нурларининг Δr – юриш фарқи туфайли ринчи тебратгичнинг майдонидан фаза бўйича $k\Delta r = kd \cdot \sin\phi$ рчакка илгарилаб кетади ва манба ҳисобига бурчак Φ га орта лади. Ҳар иккала тебраткич ҳосил қилган майдонлар асидаги натижавий фаза силжиши: $\phi = kds \sin\phi - \Phi$ га тенг. Ушбу за силжиши ихтиёрий қўшни тебратгичлар ҳосил қилган айдонлар учун ҳам ўринли.



4.1-расм. Кўндаланг нурлатувчи панжара кўпатирувчисини аниқлаш

Бир бирига нисбатан ϕ бурчакка силжиган алоҳида тебратгич ай донларининг қўшилиши 4.1,б-расмда келтирилган. Ундаги арча тебратгичларнинг M нуқтада ҳосил қилган майдон игиндиларини E_n деб белгилаймиз. Ҳосил бўлган ўпбурчакнинг чеккаларидан туширилган перпендикулярлар O уқтада кесишади ва бу нуқта айлана радиусининг маркази исобланади. Энди OAB ва OAC учбурчаклар учун қуйидаги фодаларни ёзамиз.

ΔOAB учун:

$$\sin(\phi/2) = AB/\rho = E_1/\rho.$$

ΔOAC учун:

$$\sin(n\phi/2) = AC/\rho = E_n/2\rho.$$

ринчи тенгламани иккинчисига бўлиш натижасида,

$$\frac{E_n}{E_1} = \frac{\sin(0.5n\phi)}{\sin(0.5\phi)} \quad \text{ёки} \quad E_n = E_1 F_c(\phi),$$

бунда $\Phi = kd \sin \psi$ - Φ ; $F_c(\Phi)$ – нурлатгичнинг тизим кўпаяувчиси.

$$F_c(\varphi) = \frac{\sin(0.5n\varphi)}{\sin(0.5\varphi)} = \frac{\sin[0.5n(kd \sin \psi - \Phi)]}{\sin[0.5(kd \sin \psi - \Phi)]} \quad (4.4)$$

Юқорида кўриб чиқилган антенна панжараси йўналтирилмаган нурлаткичлардан ташкил топган эди. Агар чизикли панжара йўналтирилган симметрик тебратгичлардан ташкил топган бўлса, у ҳолда ҳар бир тебратгич ҳосил қилган майдон кучланганлиги E_1 унинг йўналганлик хусусияти $F_1(\varphi)$ билан ифодаланади ва натижавий йўналганлик характеристикаси қуйидагига тенг бўлади

$$F(\varphi) = F_1(\varphi) * F_c(\varphi). \quad (4.5)$$

Синфаз панжаралар. Амалӣтда ток фазалари ва амплитудалари бир хил бўлган (тенг тақсимланган синфаз панжаралар) тебратгичли антенна панжаралар йўналтирилган антенна сифатида радиоалоқада, овозли эшигтириш ва телевиденияда кенг қўлланилади. Синфаз панжаралар жойлашув чизикларига нисбатан перпендикуляр йўналиш бўйича ($\varphi=0$ ва 180°) етарлича узок масофаларга энергия узатганда, алоҳида тебратгичларнинг нурлари бир хил йўлни босиб ўтади ва уларнинг майдонлари синфаз тарзда устма-уст тушади. $\varphi=0$ ва 180° йўналишлар ЙД бош максимумига мос келади. Бошқа барча йўналишларида эса якка тебраткичлар ҳосил қилган майдонлар фазаси бўйича фарқ қилади ва бу йўналишлардаги натижавий майдон бош йўналишидан кичик бўлади.

Синфаз панжара кўпайтирувчисини кўриб чиқамиз. Унга кўра (4.4) тенгламадаги қийматларнинг бевосита $\varphi=0$ ва 180° га алмаштирилиши натижасида 0/0 ноаниқлик ҳосил бўлади

$$F_c(\varphi)_{\max} = (0.5nkd \sin \varphi) / (0.5kd \sin \varphi) = n.$$

Кўпайтирувчининг ушбу қиймати тебратгич жойлашган ўкга нисбатан перпендикуляр йўналишдаги ЙД бош максимумига

« келади. Синфаз панжаранинг меъёрлашган кўпайтирувчиси йдаги кўринишга эга бўлади

$$F_{c,m}(\varphi) = F_c(\varphi) / F_c(\varphi)_{\max}$$

ёки

$$F_{c,m}(\varphi) = [\sin(0.5nkd \sin \varphi)] / [n \sin(0.5kd \sin \varphi)] \quad (4.6)$$

Кўпайтирувчининг кейинги максимумларини тенглама ратини максимал қийматлари орқали аниқлаймиз. Синус функцияси $(3/2)\pi$; $(5/2)\pi$... бурчакларда максимумларга эга лади. Шунингдек, $0.5nkd \sin \varphi_{\max} = (3/2)\pi$; $(5/2)\pi$... қийматларда формуланинг суръати максимал бўлади. Ундаги $\pi/2$ қийматини « келмайдиган максимум сифатида эътиборга олмаймиз ва «ксимал нурланишга мос келувчи бурчакни куйидаги шартдан иқлаш мумкин

$$\sin \varphi_{\max} = (\lambda/2nd) * N, \quad (4.7)$$

ерда $N = 3; 5; \dots$

Панжара нурлатмаётган йўналишни (4.5) ифоданинг цхражини нолга тенглаш орқали аниқлаймиз. Яъни $5nkd \sin \varphi_0 = (1, 2, 3, \dots) \pi$; $\sin \varphi_0 = (1, 2, 3, \dots) \lambda/2nd$ ёки $n \varphi_0 = N(\lambda/nd)$, $N = 1, 2, 3, \dots$ Биринчи нолнинг ҳолати синфаз тенна йД нинг бош баргчасининг кенглигини кўрсатади

$$\sin \varphi_0 = (\lambda/nd) \quad (4.8)$$

Юкори йўналганлик хусусиятига эга бўлган синфаз нжаралар учун бурчак φ_0 ни аниқлаймиз:

$$\varphi_0 = (\lambda/nd) = 57.3^{\circ} \lambda/nd \quad (4.9)$$

эмак, йўналганлик диаграммасининг бош баргчаси шунчалик р бўлади

$$2\varphi_0 = \frac{2\lambda}{nd}, \text{ рад} \quad \text{ёки} \quad 2\varphi_0 \approx 115^{\circ} \frac{\lambda}{nd} \quad (4.10)$$

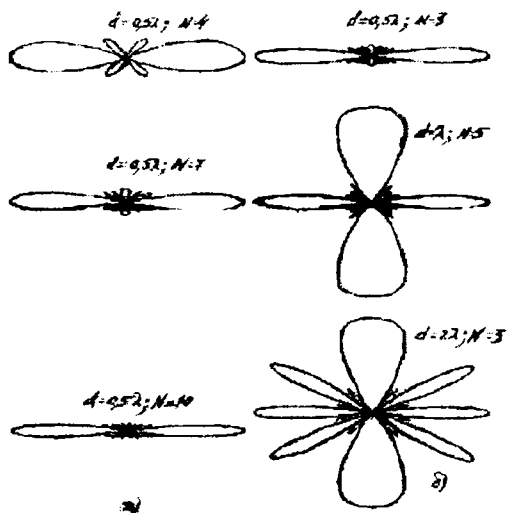
Ярим қувват бўйича синфаз панжаранинг йўналганлик диаграммасининг кенглиги қуйдагича аниқланади:

$$2\varphi_{0,5} = 0,89 \frac{\lambda}{nd}, \text{ рад.} \quad \text{ёки} \quad 2\varphi_{0,5} \approx 51^\circ \frac{\lambda}{nd} \quad (4.11)$$

4.2 – расмда синфаз панжаранинг ярим тўлқинли тебратгичларининг ва улар орасидаги масофанинг турли микдорлари учун (E текисликдаги) ЙД келтирилган.

Нисбий узунлиги $l/\lambda = 0,5$ бўлган симметрик тебратгич ярим қувват бўйича йўналганлик диаграммасининг кенглиги 44° га тенг. Йўналганлик диаграммасининг $6,4^\circ$ гача торайтириш учун, яъни тахминан 7 марта, 8та синфаз симметрик тебратгичдан фойдаланиш керак, антенна ўлчами тахминан 8 мартта катталаштирилиши керак.

Антенна йўналганлик хусусиятлари нафақат йўналганлик диаграммаси бош баргчасининг кенглиги билан, балки ён баргчаларнинг сатҳи билан ҳам характерланади. Кўндаланг йўналишда нурлатувчи антенна панжараларининг ЙД асосан тизим кўпайтирувчиси орқали ифодаланади ва кўп баргчали характерга эга.



4.2 - расм. Синфаз антенна панжарасининг ЙД

Ён баргча сатҳини қуйидаги формула ёрдамида ҳисоблаш умкин

$$\xi_N = \frac{1}{n \sin\left(\frac{2N+1}{n} \cdot \frac{\pi}{2}\right)}, \quad (4.12)$$

унда: n – нурлаткичлар сони, N – ён баргчалар сони ўлиб, у $N = 1, 2, 3, 4, \dots$ та бўлиши мумкин.

Одатда нурлатгичлар $d \leq \lambda$ оралиғида жойлаштирилади. Агар $d \geq \lambda$ бўлган ҳолатда йўналиш диаграммаси асосий баргчаси ккитага ортиб кетиши мумкин. Ён баргчаларнинг сатҳини нобатга олган ҳолда нурлатгичлар орасидаги масофани $d \leq 0,5\lambda$ қилиб белгилаш мақсадга мувофиқ.

Юқорида келтирилган (4.11) формуладаги n нинг катта ийматларида (синус аргументи кичик бўлганда) биринчи ндош барглари ҳисоблаш мумкин бўлган тахминий формулага ўтамиз $\xi_N = \frac{2}{(2N+1)\pi}$. Бу ҳолатда биринчи ён

арчанинг сатҳи $\xi_{1=2/3\pi} \approx 0,214$ га тенг. Иккинчисининг атҳи тахминан $\xi_2 \approx 0,13$ ни ташкил қилади. Биринчи ён арчанинг сатҳи децибеларда $-13,3$ дБ ни ташкил қилади. Луни айтиб ўтиш керакки, иккита асосий максимум ($\varphi = 0^\circ$ и $= 180^\circ$ да) бўлганда йўналганлик диаграммасининг иккита сосий барглари фақатгина $d < \lambda$ шарт бажарилганда ҳосил ўлади. $d \geq \lambda$ бўлганда бир вақтнинг ўзида тизим ўпайтирувчисининг ҳам суръати, ҳам махражи φ урчакнинг 0° ва 180° лардан бошқа айрим қийматларида олга тенг бўлиши мумкин. Бу қуйидаги шарт бажарилганда $d \sin \varphi / 2 = N\pi$ ёки $k d \sin \varphi = 2N\pi$, яъни қўшни ебратгичларнинг майдонлари орасидаги фаза силжиши 2π га тенг ёки каррали бўлганда амалга ошиши мумкин. Бунда изим кўпайтирувчиси $\varphi = 0^\circ$ ва $\varphi = 180^\circ$ каби n га тенг ўган энг юқори максимумга эришади. Бу ЙД да кўшимча иккиламчи) ён баргчаларнинг пайдо бўлишга олиб келади. Ёнбарчанинг бир элементининг ЙД қанчалик кенг бўлса, иккиламчи ён баргчаларнинг сатҳи шунчалик юқори бўлади.

Агар панжара элементлари йўналганлик хусусиятларига эга бўлмаса уларнинг сатҳи 1 га тенг бўлади.

Экваториал текисликда симметрик тебратгич йўналганлик хусусиятларига эга эмаслигига сабаб, синфаз панжаранинг N текисликдаги йўналганлик диаграммаси тизим кўпайтирувчиси билан аниқланади. Иккала (E ва H) текисликлардаги кўпайтирувчилар абсолют бир хилдир. Йўналганлик диаграммаси кенглиги, ён баргчаларнинг максимум йўналиши, уларнинг сатҳи E текислик учун келтирилган формулалар орқали аниқланади ва φ бурчак θ бурчак билан алмаштирилади. Синфаз панжаранинг қаторлари сони m қанчалик кўп бўлса йўналганлик диаграммаси N текисликда шунча тор бўлади. Синфаз панжаранинг максимал нурланиш йўналишидаги ЙК куйидаги формула орқали топилади:

$$D = \frac{120}{R_{\Sigma m^2}} (mn)^2 (1 - \cos kl)^2 \quad (4.13)$$

бу ерда, $R_{\Sigma \text{тўл}}$ - антенна нурлатишидаги тўлиқ қаршилик.

Шундай қилиб, синфаз панжаранинг ЙД тўлқин узунлиги камайиши билан тораяди, тебратгичларнинг сонини кўпайиши ва улар орасидаги масофанинг ортиши билан кенгаяди. Агар синфаз панжарадаги тебратгичлар сони камайтириб, улар орасидаги масофа $n \cdot d_2$ қийматлари ўзгармайдиган қилиб оширсак (яъни антеннани чизиқли ўлчамларини), у ҳолда бош баргчаси ўзгармасдан қолади. $d_1 \leq 0,5\lambda$ бўлганда, ён баргчаларнинг сатҳи ўзгармас бўлиб қолди. Лекин бунда тебратгичлар сони ортиб кетади ва тизимни манба билан таъминлаш мураккаблашади. Шу сабабли, йўналтирилмаган ёки ярим тўлқинли тебратгичнинг марказлари орасидаги масофа $d_1 = 0,5\lambda$ қилиб танланади. Бутун тўлқинли тебратгичда эса, λ га тенг бўлади.

Ён баргчалар сатҳини камайитириш учун марказий тебратгичлари максимал токка эга бўлган эквидистант панжаралардан фойдаланилади. Энг чеккада жойлашган кам ёки тенг амплитудали панжараларда эса тебратгичнинг орасидаги масофа антенна марказидан узоқлашган сари ортиб боради. Антеннанинг берилган чизиқли ўлчамларида энг катта ЙТК га тенг амплитудали эквидистант панжаралар эга бўлади. Шундай

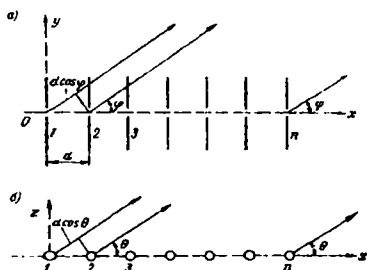
илиб, ён баргчаларни сатҳини камайтириш учун ЙТК камайтириш керак, ёки антенна ўлчамларини ошириш даркор. Ҳар иккала текисликда ЙД сиқиш учун (горизонтал ва вертикал) инфаз панжара икки ўлчовли бўлиши керак. Тебраткичлардаги ок фазалари чизиқли қонун асосида ўзгарганда, ЙД фаза ортда олаётган томонга бурилади.

Ён баргчалар сатҳини ва ЙД кенглигини ўзгартириш учун:

- 1). нурлатгичлар сони ва улар орасидаги масофани;
- 2). антенна панжаранинг чеккаларига урилиб тарқалувчи ток амплитудасини ўзгартириш керак.

4.3. Ўқ бўйича нурлатувчи антенна панжаралари

Ўқ бўйича нурлатувчи амплитудаси тенг тақсимланган чизиқли панжарани 4.3-расмда кўриб чиқамиз. Ушбу амплитудадаги ҳар бир тебратгичнинг ўқлари ўзаро параллел бўлиб, панжара ўқи бўйлаб максимал интенсивлик билан нурлатади (x ўқи).



4.3-расм. Югурма тўлқин антеннаси

а) E- текисликда; б) H-текисликда

Антенна элементларидаги ток фазалари φ ни мос келувчи фаза ўзгартиргичлар ёрдамида амалга ошириш мумкин. Бироқ бундай антеннанинг манба билан таъминлаш схемаси жуда мураккаблашиб кетади. Шу сабабли антенна элементларини югурма тўлқин ёрдамида кетма-кет антенна бошидан охирига томон маълум бир белгиланган фаза тезлиги билан қўзғатиш қулайроқ. Бунда ҳар бир кейинги тебратгичнинг аввалги тебратгичдан ток фазаси бўйича $\varphi = \beta d$, га ортда қолади.

Бунда, d_1 —тебратгичлар орасидаги масофа; $\beta = \omega/v = kc/v$ — фаза коэффициенти; c/v — сусайиш коэффициенти. Шу тариқа тебратгичлардан оқиб ўтаётган ток амплитудаларини ўзаро тенг десак, у ҳолда:

$$I_2 = I_1 \exp\left(-ikd \cdot \frac{c}{V}\right),$$

$$I_3 = I_2 \exp\left(-ikd \cdot \frac{c}{V}\right),$$

$$I_n = I_1 \exp\left[-ik(n-1)d\left(\frac{c}{V}\right)\right]$$

Кейинги қўзгатгич олдингисидан сўнг қўзғатилаётганлиги, аммо кузатиш нуқтасига яқинроқ жойлашганлиги сабабли, бу нуқтада қўшни тебратгичлар майдонлари орасидаги фаза силжиши (биринчи тебратгич майдонининг фазаси 0 деб ҳисобланади) қуйидагига тенг

$$\psi_1 = \psi_p - \psi = kd \cos \varphi - kd \frac{c}{V} = kd \left(\cos \varphi - \frac{c}{V} \right). \quad (4.14)$$

Энг чекка тебратгич майдонлари орасидаг фаза силжиши

$$\psi_n = (n-1) kd \left(\cos \varphi - \frac{c}{V} \right). \quad (4.15)$$

Айтилганларни ҳисобга олиб, E текисликда йўналганлик тавсифининг формуласини ёзиш мумкин

$$F(\varphi) = \frac{\cos(kl \sin \varphi) - \cos kl}{\cos \varphi} \cdot \frac{\sin \left[\frac{knd}{2} \left(\frac{c}{V} - \cos \varphi \right) \right]}{\sin \left[\frac{kd}{2} \left(\frac{c}{V} - \cos \varphi \right) \right]}. \quad (4.16)$$

H текисликда антенна элементи йўналганлик хоссаларига эга бўлмаганлиги учун ($\varphi = 0^\circ$) бу текисликда йўналганлик тавсифи қуйидагича аниқланилади

$$F(\theta) = (1 - \cos k\ell) \cdot \frac{\sin \left[\frac{knd}{2} \left(\frac{c}{V} - \cos \theta \right) \right]}{\sin \left[\frac{kd}{2} \left(\frac{c}{V} - \cos \theta \right) \right]} . \quad (4.17)$$

Келтирилган (4.17) формулага асосан N текисликда ўналганлик характеристикаси фақат тизим кўпайтирувчиси экали аниқланади; E текислигида йўналганлик характеристикаси антеннанинг битта элементининг йўналганлик эссасига боғлиқ. Лекин у асосан тизим кўпайтирувчилари $f_c(\varphi)$ ва $f_c(\theta)$ билан аниқланади. Шунинг учун югурма тўлқин антенналарининг йўналганлик хоссаларини таҳлил қилишда ақат тизим кўпайтирувчисини кўриб ўтаемиз. Бундан кўриниб кўрибдики югурма тўлқин антенналарининг йўналганлик эссалари панжара элементлари сони n га, улар орасидаги асофа d га ва кўзгатувчи тўлқиннинг фаза тезлиги V га боғлиқ. n баргчалар максимумлари ва ноль бўйича нурланиш ўналишини аниқлаймиз. Ноль бўйича нурланиш йўналишини аниқлаш учун тизим кўпайтирувчисини ёки унинг аргументини θ га тенглаштирамиз:

$$\frac{knd}{2} \left(\frac{c}{V} - \cos \varphi \right) = N\pi, \quad N = 1, 2, \dots$$

Бундан қуйидагига эга бўламиз:

$$nd \left(\frac{c}{V} - \cos \varphi \right) = N\lambda \quad \text{ва} \quad \theta_{0N} = \arccos \left(\frac{c}{V} - \frac{N\lambda}{nd} \right).$$

Ён баргчалар максимумлари йўналишини аниқлаш учун тизим кўпайтирувчиси ёки унинг аргументини θ га тенглаштирамиз:

$$\frac{knd}{2} \left(\frac{c}{V} - \cos \varphi \right) = (2N + 1) \frac{\pi}{2}, \quad N = 1, 2, \dots$$

Натижада,

$$nd \left(\frac{c}{V} - \cos \varphi \right) = (2N + 1) \left[\frac{\lambda}{2nd} \right] \quad \text{ва} \quad \varphi_{\max N} = \arccos \left(\frac{c}{V} - \frac{(2N + 1)\lambda}{2nd} \right).$$

Югурма тўлқин антеннасининг 3 та режимини кўриб чиқамиз:

- 1) $V = c; c/V = 1$ (эркин фазо тўлқини режими);
- 2) $V > c; c/V < 1$ (тез тўлқин режими);
- 3) $V < c; c/V > 1$ (секин тўлқин режими).

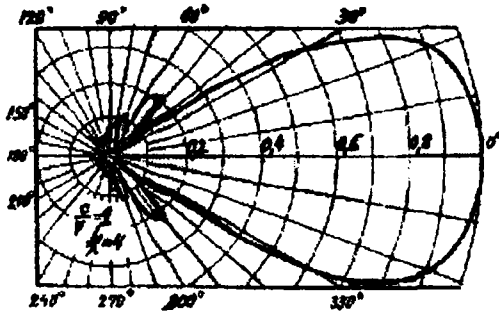
1. $c/v = 1$ бўлганда тизим кўпайтирувчиси максимал ва $\varphi = 0^\circ$ да n га тенг. Бу режим югурма тўлқин режими деб аталади.

Йўналганлик характеристикасининг нормаллаштирилган тизим кўпайтирувчиси қуйидагига тенг

$$F_c(\varphi) = \frac{\sin\left[\frac{knd}{2}(1 - \cos\varphi)\right]}{n \sin\left[\frac{kd}{2}(1 - \cos\varphi)\right]} \quad (4.18)$$

Натижавий майдон $\varphi = 0^\circ$ йўналишда максимал, чунки кузатиш нуктасида барча антенна элементларининг майдони синфаз ҳолда қўшилади. Бунга сабаб носинфаз кўзгатилишдаги фаза силжиши Ψ бутунлай фазовий фаза силжиши Ψ_p билан компенсацияланади. φ бурчакни ўзгартиришда (бу θ бурчакка ҳам таълуқли) $\Psi \neq \Psi_p$ бўлади. Бунинг натижасида $\varphi \neq 0^\circ$ бурчак билан характерланувчи кузатиш нуктасидаги натижавий майдон кучланганлиги антенна ўқи бўйича жойлашган кузатиш нуктасидагига нисбатан кичик бўлади.

Агар $\cos\varphi$ манфий бўлса ($90^\circ < \varphi < 270^\circ$), у ҳолда $d < \lambda/2$ бўлганда Ψ ва Ψ_p фаза сижишлари бир хил ишорага эга бўлади. Бу ҳолатда олдинроқ кўзгатиловчи тебратгич кейинроқ кўзгатиловчи (фазовий фаза силжиши манфий) тебраткичга нисбатан кузатиш нуктасига яқинроқ жойлашади. Қўшни тебраткичлар майдонлари орасидаги Ψ фаза силжиши d нинг кичик қийматларида катта ва кузатув нуктасидаги натижавий майдон кичик қийматга эга бўлади. Шунга кўра, югурма тўлқин антеннаси кўпроқ бир томонлама йўналганлик ва ўзининг ўқи бўйича максимал интенсивликда нурлатиш хоссасига эгадир (ўқ бўйича нурлатувчи антенна) (4.4- расм).



4.4-расм. $c/V = 1$ бўлган ҳолат учун югурма тўлқин антеннасининг ИД

Амалиётда югурма тўлқинларнинг шундай турлари учрайдики, уларга узлуксиз чизиқли ҳолда тақсимланган суст йўналган тебраткичлар сифатида қаралади (мисол учун, диэлектрик антенна). Антенна узунлиги бўйича қўзғатувчи токни сусайишини ҳисобга олмаган ҳолда тизим ўпайтирувчиси $p \Rightarrow \infty$, $d \Rightarrow 0$, $nd \Rightarrow L$ бўлганда

$$F_c(\varphi) = \frac{\sin\left[\frac{kL}{2}(1 - \cos\varphi)\right]}{\frac{kL}{2}(1 - \cos\varphi)} \quad (4.19)$$

қўринишига эга бўлади, бу ерда L – антенна панжарасининг узунлиги.

Биринчи ён баргчанинг сатҳи айнан синфаз тебраткичлар панжараси каби $\xi_1 = F(\varphi_{1\max}) = 2/3\pi \approx 0,214$ га тенг. Ноль бўйича нурланиш ҳолатидаги ИД кенглигини

$$(kL/2)(1 - \cos\varphi_0) = \pi \quad (4.20)$$

шарти орқали аниқлаймиз. λ/L нинг кичик қийматларида

$$2\varphi_0 = 2\sqrt{\frac{2\lambda}{L}} \approx 162^\circ \sqrt{\frac{\lambda}{L}} \quad (4.21)$$

га тенг.

Ярим қувват бўйича ЙД нинг кенглигини қуйдаги тахминий формула орқали аниқлаш мумкин

$$2\varphi_{0,5} \approx 108^\circ \sqrt{\frac{\lambda}{L}} \quad (4.22)$$

Мазкур антеннани синфаз антенна панжараси билан таққослаб, шуни айтиш мумкинки, антенналарнинг узунликлари бир хил бўлганда югурма тўлқин антеннасининг йўналганлик диаграммаси синфаз антенна панжаранинг ЙД нисбатан кенгрок бўлади. Шуни инobatга олиш керакки, югурма тўлқин токи орқали қўзгатилувчи бир қатор тебратгичлар антенна ўқи бўйича ўтувчи исталган текисликда йўналганлик хусусиятига эга. Лекин синфаз панжаранинг битта қаторида жойлашган элементлар фақат битта текислик бўйича йўналганлик хусусиятига эга. Агар югурма тўлқинли антенна элементлари йўналтирилмаган бўлса, ёки уни қиймати катта бўлмаса антеннанинг ЙД ни ўқ бўйича симметрик деб ҳисоблаш мумкин. Бунда $L/\lambda > 1$ бўлганда югурма тўлқин антеннасининг йўналганлик коэффициентини қуйдаги формула орқали аниқлаш мумкин

$$D_0 \approx 4L/\lambda. \quad (4.23)$$

2. $c/v < 1$ бўлганда тизим кўпайтирувчиси максимал ва n га тенг (қачонки $\cos \varphi = c/v$). Тизим кўпайтирувчисининг нормаллашган йўналганлик характеристикаси қуйдаги кўринишга эга:

$$F_c(\varphi) = \frac{\sin \left[\frac{kL}{2} \left(\frac{c}{v} - \cos \varphi \right) \right]}{\frac{kL}{2} \left(\frac{c}{v} - \cos \varphi \right)} \quad (4.24)$$

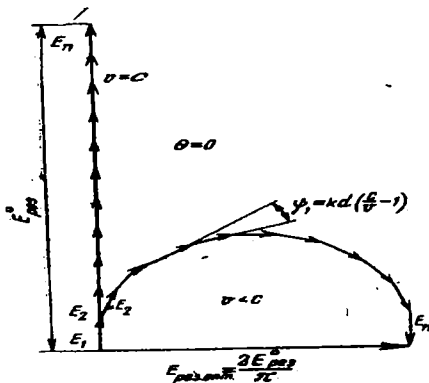
Бу формуладан кўриниб турибдики, $\cos \varphi = c/v$ шарт $\varphi = \pm \varphi_{\max}$ бурчакнинг икки қийматида бажарилади. Демак, антенна ўқига мос тушмайдиган максимал нурланишнинг иккита йўналиши мавжуд. Мазкур ишлаш режими антеннанинг йўналганлик хусусиятлари ёмонлаштирганлиги сабабли ундан фойдаланилмайди. Лекин тез тўлқин антенналари махсус кўринишдаги ЙД ҳосил қилиш учун қўлланилади.

3. $c/v > 1$ бўлганда антенна алоҳида элементларининг майдонлари синфаз кўшилувчи йўналишда мавжуд эмас. Чунки θ нинг ҳеч бир қийматида c/v нисбат $\cos \varphi$ га ва фаза силжиши 0 га тенг эмас. Тизим кўпайтирувчисининг йўналганлик характеристикаси

$$F_c(\varphi) = \frac{\sin \left[\frac{kL}{2} \left(\frac{c}{V} - \cos \varphi \right) \right]}{\frac{kL}{2} \left(\frac{c}{V} - \cos \varphi \right)} \quad (4.25)$$

га тенг.

Алоҳида тебратгичлар майдонлари орасидаги фаза силжишини энг кичик қиймати $\Psi_1^{\min} = kd(c/V - 1)$ $\varphi = 0^\circ$ йўналишда юзага келади, яъни антенна ўқи бўйлаб йўналган бўлади.. Алоҳида тебратгичларнинг $\varphi = 0^\circ$ йўналишга мос келувчи кузатиш нуқтасидаги майдонлари вақтли вектор диаграммасида кўрсатилгандек геометрик тарзда кўшилади (4.5–расм).



4.5 – расм. Югурма тўлқин антеннаси майдонларининг векторли қўшилиши

Йўналганлик характеристикалари учун келтирилган ифодаларнинг таҳлиliga кўра, фаза тезлигини $v = c$ дан бошлаб камайиши ЙД асосий баргини аста - секинлик билан торайиши ва ён баргчаларни ортиши билан бирга кузатилади.

Асосий йўналишда $\varphi = 0^\circ$ нурланиш аввал ортади ва c/v ни маълум бир қийматида ($L = nd$) максимумга эга бўлади, сўнгра камайишни бошлайди. c/v нинг қуйидаги критик қийматида нолга тенг бўлади

$$\left(\frac{c}{v}\right)_{кр} = 1 + \frac{\lambda}{nd} = 1 + \frac{\lambda}{L} \quad (4.26)$$

ЙД бош баргчасининг торайиши антеннанинг ЙК ни ортишига олиб келади, ён баргчалар сатҳини ортиши эса, уни камайтиради. c/v нинг қиймати $c/v = 1$ дан бошлаб ошириб борилганда аввалига ЙД торайиши ҳисобига ЙТК ортади ва c/v маълум қийматга етгандан сўнг унинг ўсиб бориши ён баргчаларнинг сатҳини орттириб юборади. Натижада ЙК камайиши кузатилади. Демак, c/v учун оптимал қиймат мавжуд бўлиб, у ЙК максимумга эришган ҳолат учун қабул қилинади (антеннанинг берилган L узунлигида). Юқоридаги (4.25) формуладан фойдалансак, фаза силжиши $\varphi_n = 180^\circ$ тенг бўлганда ЙК максимумга эришади, бунда антеннанинг энг чеккаларида жойлашган тебратгичлар карама-қарши фазада бўлади. Шу тариқа формуладаги ЙК максимал бўлиш шарти

$$\psi_{opt} = kL \left(\frac{c}{v} - 1 \right) = \pi \quad (4.27)$$

Ушбу формуладан фойдаланган ҳолда, берилган L узунликдаги антенна учун c/v ни оптимал қийматини ёки берилган фаза тезлиги асосида антеннанинг *оптимал узунлигини* аниқлаймиз. Яъни

$$(c/v)_{opt} = 1 + (\lambda/2L) \quad (4.28)$$

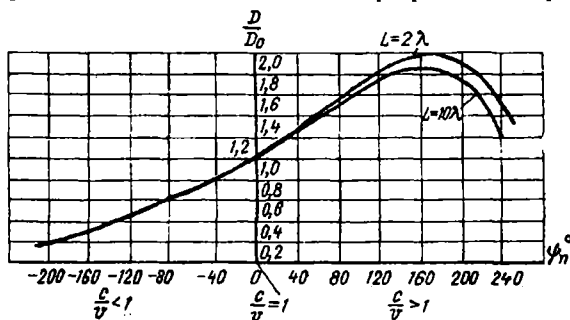
$$(L/\lambda)_{opt} = 1/[2(c/v - 1)]. \quad (4.29)$$

Келтирилган (4.29) формулага кўра антеннанинг оптимал узунлиги фаза тезлиги ортиши билан ортар экан. У ҳолда юқоридаги шарт бажарилганда ЙК қуйидагича аниқланади

$$D_{max} \approx (1,8...2)D_0 = (7...8)L/\lambda \quad (4.30)$$

бунда, D_0 - $c/v=1$ бўлган ҳолатдаги югурма тўлқин антеннасининг ЙК.

4.6-расмда D/D_0 нинг чекка элементлар майдонлари орасидаги фаза силжишига боғлиқлик графиги келтирилган.



4.6 – расм. D/D_0 ни ψ_n га боғлиқлик графиги

Вақтли вектор диаграммасидан (4.5-расм) кўринадик, оптимал ҳолда ($\psi_n = 180^\circ$) натижавий майдон кучланганлиги вектори биринчи режимда ишлаётган югурма тўлқин антеннасинан $\pi/2$ мартга кичик. Аслида биринчи антеннанинг ЙК иккинчиникидан катта бўлиши керак. Оптималга яқин режимда ишлаётган антеннанинг ЙК ни ортиб бориши c/v нинг оптимал ва унга яқин қийматларида антенна элементларидаги тоқлар ўзаро таъсири туфайли тушунтирилади. Хусусан, c/v оптимал нисбатида антенна элементларида ток $c/v = 1$ (нурланиш қуввати доимий бўлганда) режимда ишлаётган антенна элементидаги тоққа нисбатан $(\pi/2)\sqrt{2}$ мартга ортади. Бу антеннанинг ҳар бир элементи нурлатаётган майдон кучланганлигини ортишига олиб келади. Юқоридаги келтирилган оптимал ишлаш режимини характерловчи ифодалар фақат йўналтирилмаган ёки суст йўналтирилган антенна элементлари учун хосдир. Элементларда етарлича йўналганлик хоссалари мавжуд бўлса, бу ифодалар ўзгаради. Оптимал режимда ишлаётган антеннанинг нолинчи нурлатиш бўйича ЙД кенглиги

$$2\varphi_0 \approx 2\sqrt{\frac{\lambda}{L}} \approx 115^\circ \sqrt{\frac{\lambda}{L}} \quad (4.31)$$

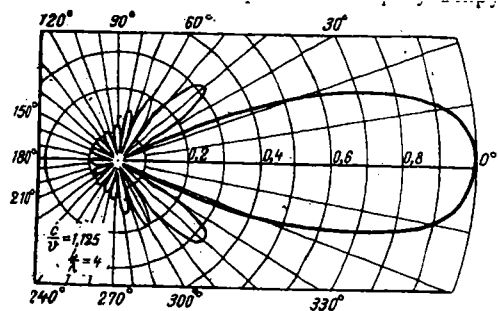
орқали аниқланади.

Югурма тўлқин антеннаси оптимал режимда $c/v=1$ даги антенна билан бир хил узунликка эга бўлишига қарамай: $\sqrt{2}$ мартта тор йўналганлик диаграммасига эга. Ярим қувват бўйича йўналганлик диаграммаси кенглиги қуйидаги формула орқали аниқлаш мумкин

$$2\varphi_{0,5} \approx 61^\circ \sqrt{\frac{\lambda}{L}}. \quad (4.32)$$

Оптимал узунликка ва камайтирилган фаза тезлигига эга югурма тўлқин антеннасининг ЙД 4.7 – расмда тасвирланган.

Бир хил узунликка эга бўлган антенналар икки хил режимда ишлаганда юзага келадиган фарқи шунга боғлиқки, $c/v > 1$ бўлган ҳолатда, бурчак φ ни ортиши билан натижавий майдон кучланганлиги $c/v=1$ бўлган ҳолатга нисбатан тезроқ камайиб боради. Бунга сабаб, оптимал узунликка эга бўлган қўшни тебраткичларнинг қабул нуқтасидаги майдон кучланганликлари орасидаги фаза силжиши [бунда, $\varphi_1 = kd_1(c/v - \cos\theta_1)$], $c/v = 1$ бўлган режимдагига нисбатан [бунда, $\varphi_1 = kd_1(1 - \cos\theta_1)$] катта қийматга эга бўлади. Оптимал антенна ЙД нинг ён баргчалар сатҳи $\xi = F(\theta_{\max})/F(\theta_0) = 1/3 = 33\%$ тенг. Антенна узунлиги оптимал узунликка нисбатан ошириб бориш билан асосий йўналишдаги нурлатиш камаяди ва ён баргчалар сатҳи орта бошлайди, $L=2L_{\text{опт}}$ га тенг бўлганда нурлатиш буткул йўқолади. Антенна узунлиги оптималга нисбатан камайтирилганда бош баргчанинг кенглиги ортади ва ён баргчалар сатҳи камаяди.



4.7 – раем. $c/v > 1$ учун югурма тўлқин антеннасининг ЙД.

ЙД тор бўлиши учун антенна узунлигини ошириш даркор. Ҳунда югурма тўлқин антеннасининг узунлиги оширилганда унинг оптимал узунлиги сақланиб қолиниши керак, шунингдек (4.29) ифодага мос тарзда антеннадаги фаза тезлигини ҳам ошириш зарур.

Амалиётда қўлланилаётган югурма тўлқин антенналарида ўзгатувчи ток амплитудаси панжара ўқи бўйлаб экспоненциал тарзда камайиб боради. Яъни, $I_2 = I_1 \exp(-\alpha d) \exp[-ik(c/V)d]$. Бу антеннада энергия йўқотилганда ёки унинг элементларида нурлатиш мавжуд бўлганда содир бўлади. Ток амплитудасининг камайиши бош баргчанинг кенгайишига ва ён баргчалар сатҳини ортишига, ҳамда нол бўйича нурлатишни ёста-секин камайиб, минимал нурлатиш йўналиши билан илмашинишига олиб келади.

Тебратгичлар каторидан иборат югурма тўлқин антеннасига мисол сифатида УҚТ диапазонида (асосан метрлик ва дециметрлик) қўлланилувчи директорлик антеннани келтириш мумкин. Бу антенна битта таъминланувчи (актив) ва бир нечта тассив, бири рефлектор вазифасида қолганлари директор режимида ишлаётган тебратгичлардан иборат. Пассив тебратгичлар актив тебратгич электромагнит майдони орқали ўзгатилади. Актив тебратгичнинг узунлиги ($2l$) резонанс бўлиши учун $\lambda/2$ дан кичикроқ қилиб танланади. Пассив тебратгич рефлектор режимида ишлаши учун уни кириш қаршилиги индуктив характерда бўлиши, яъни узунлиги актив тебратгич узунлигидан каттароқ бўлиши керак. Директор режимида ишлаши учун эса унинг кириш қаршилиги сиғим характерга эга бўлиши, яъни узунлиги актив тебратгич узунлигидан кичикроқ бўлиши керак. Рефлектор майдонни актив тебратгич томонга кучайтириб орқа томонга сусайтирилганлиги сабаб бир нечта рефлекторлари қўллаш маънога эга эмас, чунки орқадаги рефлектор сустр қўзғотилади. Биринчи директор майдонни кейингиси томон кучайтиради, шунинг учун бир нечта директор ўрнатилса улар етарлича интенсив қўзғотилади. Директорлар орасидаги масофа d шундай танланадики, бунда ҳар бир кейинги тебратгичдаги ток фазаси ўзидан аввалги тебратгичнинг фазасидан βd , катталиқка ортда қолади, яъни $k d$, катталик асосида аниқланади. Бундай антеннани фаза тезлиги

камайтирилган ($c/v > 1$) ЮТА сифатида кўриш мумкин, унинг максимал нурлатиш йўналиши антеина ўқи билан ($\varphi = 0^\circ$) мос тушади.

Токи югурма тўлқин қонуниятига асосида ўзгарувчи ўтказгичнинг нурлатиши

Токи югурма тўлқин қонуниятига асосан ўзгарувчи L узунликдаги ўтказгични кўриб чиқамиз. Сусайишни инобатга олмаганда $I_z = I_0 \exp(-\alpha d) \cdot \exp\left(-ik \frac{c}{V} d\right)$ га тенг. Бунда, I_0 – ўтказгич учидаги ток амплитудаси; z – мазкур координата. У ҳолда югурма тўлқин токига эга ўтказгичнинг нормаллашган йўналганлик характеристикаси қуйидагича

$$F(\varphi) = \sin \vartheta \frac{\sin \left[\frac{kL}{2} \left(\frac{c}{V} - \cos \varphi \right) \right]}{\frac{kL}{2} \left(\frac{c}{V} - \cos \varphi \right)} \quad (4.33)$$

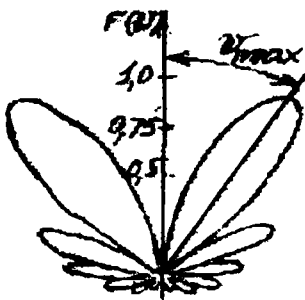
бу ерда, $\sin \vartheta$ – ўтказгич элементининг йўналганлик характеристикаси. Формуладаги $\varphi = 0^\circ$ (агар $v = c$) бўлганда тизим кўпайтирувчиси максимал бўлади. Лекин уни ўқи йўналишида ўтказгичнинг натижавий майдони нолга тенг, чунки $\sin \varphi$ $\varphi = 0^\circ$ да нолга тенг. Бу элементар тебратгич ўз ўқи бўйича нурлатмаслиги билан характерланади. Чунки тизим кўпайтирувчиси ўтказгич ўқи йўналишида максимал, ўтказгич элементининг йўналганлик характеристикаси эса ўтказгич ўқида перпендикуляр йўналишда ($\varphi = 90^\circ$) максимал, натижавий майдон ўтказгич ўқи билан φ_{\max} (90° кичик) бурчакдаги оралик йўналишда максимал қиймагга эга бўлади. L/λ нисбатан катта узунликка эга бўлганда максимал нурлатиш йўналишини

$$\varphi_{\max} = \arccos \left(\frac{2L - \lambda}{2L} \right) \quad (4.34)$$

орқали аниқлаш мумкин.

Ўтказгичнинг нисбий узунлиги L/λ қанча катта бўлса, φ_{max} бурчак шунча кичик бўлади, яъни нурланаётган майдон шунча ўтказгич ўқи томонга сиқилган бўлади. L/λ қанча катта бўлса, ЙД шунча тор бўлади, лекин шу билан бирга ён баргчалар сони ва сатҳи ҳам шунча катта бўлади. ЙД нинг бош баргчаси ўтказгич бўйлаб тўлқин тарқалиш йўналишига оғади (4.8 – расм), яъни фазовий ЙД конус кўринишини олади.

Иккита максимал нурлатиш йўналиши (бир текисликда) мавжудлиги сабаб югурма тўлқин токига эга ягона ўтказгични антенна сифатида қўллаш тавсия қилинмайди. Аммо антенна техникасида етарлича йўналганлик хусусиятларига эга бўлган шу ўтказгичлар комбинациясидан фойдаланилади (мисол учун ромбсимон антенна).



4.8 – расм. Югурма тўлқин токли ўтказгич ЙД

Назорат саволлари

1. Антенна панжараси ҳақида тушунча беринг.
2. Эквидистант амплитудаси тенг тақсимланган АП деб нимага айтилади?
3. Эквидистант амплитудаси тенг тақсимланган АП учун тизим кўпайтирувчисининг ифодасини келтиринг.
4. Кўндаланг нурлатувчи антенна панжарасининг ишлаш принципини таҳлил қилинг.
5. Кўндаланг нурлатувчи панжара кўпайтирувчисини аниқланг.

6. Синфаз панжара қандай тузилишига эга?
7. Синфаз панжаранинг ЙД таҳлил қилинг.
8. Синфаз панжаранинг ён барғчалари сатҳини камайтириши усуллари
9. Ўқ бўйича нурлатувчи антенна панжараси қандай ҳосил қилинади?
10. Ўқ бўйича нурлатувчи панжараларнинг сусайиш коэффициентини билан қандай боғлиқликда?
11. Ўқ бўйича нурлатувчи панжара майдон векторларининг қўшилиши диаграммаларини чизинг.
12. Югурма тўлқинли антенна деб қандай антеннага айтилади?
13. Ўқ бўйича нурлатувчи антенна панжарасининг ЙД торайтириши усуллари.
14. $c/v = 1$, $c/v > 1$, $c/v < 1$, бўлган ҳолатлар учун ЙД келтиринг.

5. ҚЎЗҒАТИЛҒАН СИРТЛАРНИНГ НУРЛАТИШИ

5.1. Узоқ зонада нурлатувчи сирт майдони кучланганлиги

Тор йўналганлик диаграммасини нурлатувчи сирт, яъни ўзаро перпендикуляр E ва H векторларнинг ташкил этувчилари гақсимланган сирт кўринишидаги антенналар ёрдамида ҳам ҳосил қилиш мумкин. Бундай кўзгатилувчи сирт элементар Гюйгенс манбалари йиғиндиси сифатида қаралади. Элементар ds юзадаги E_s ва H_s майдон векторлари қийматларини эквивалент тоқлар принципи асосида иккита ўзаро перпендикуляр юзали электр I_e ва магнит I_m тоқлар майдонлари суперпозицияси сифатида кўриб чиқамиз. Юза кичиклиги сабаб кўрсатилган тоқларни умумийлигини иккита dy ва dx узунлик, ҳамда I_e ва I_m тоқли ўзаро перпендикуляр элементар диполь сифатида қараш мумкин. Гюйгенс манбасини нурлатиши элементар юза нормали бўйлаб йўналган. E ва H текисликларда йўналганлик характеристикаси $F(\varphi) = (1 + \cos \varphi)/2$ орқали аниқланади, бунда ЙД кардиоида кўринишида бўлади. Нурлатувчи сирт туридаги антенналар сантиметрли диапазонда қўлланилади (масалан: охири очик тўлқин ўтказгич кўринишидаги антенна, рупорсимон, линзасимон, кўзгули антенна ва бошқалар).

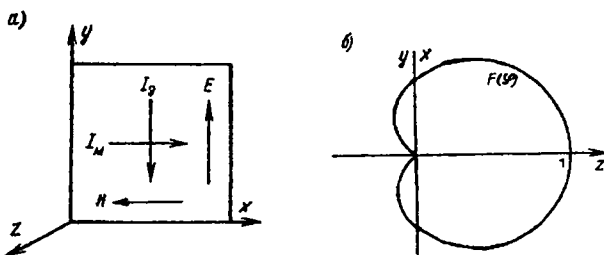
Умуман олганда, кўзгатувчи майдон амплитудаси ҳам, фазаси ҳам нурлатувчи сиртнинг нукта координатаси функцияси бўлиши мумкин, яъни

$$E_s = E_0 f(x, y) e^{i\psi(x, y)} = E_s e^{i\psi(x, y)} \quad (5.1)$$

бунда, E_s – тўғрибурчакли кўзғолган юзанинг нуктасидаги кўзгатувчи майдоннинг комплекс амплитудаси; E_0 - антенна марказидаги кўзгатувчи майдон амплитудаси; $f(x, y)$ - кўзгатувчи майдон амплитудасини координатага боғлиқлик функцияси (амплитуда тақсимоти); $\psi(x, y)$ - кўзгатувчи майдон фазасини нурлатувчи сирт нуктаси координатасига боғлиқлик

функцияси (фаза тақсимоти). Кўп ҳолларда амплитуда ва фаза тақсимоти фақат битта кўордината функцияси бўлади.

Тўғри тўртбурчакли нурлатувчи сиртни узоқ зонада ҳосил килувчи электр майдон кучланганлиги ифодасини аниқлаш учун бу сиртни тасаввуримизда dx ва dy томонли элементар юзаларга бўламиз (5.1.а -расм).



5.1 - расм. а) Гюйгенс элементар нурлатгичи; б) ЭН нинг йД

Марказий элемент ($x = y = 0$) ва исталган x, y координатали элементдан ϑ ва φ координата бурчаклари билан характерланувчи M кузатиш нуқтасигача йўналишни параллел деб ҳисоблаш мумкин.

Содалаштириш учун, Гюйгенс манбаларидан иборат синфаз тенг амплитудали кўндаланг нурлатувчи антенна панжараси кўринишидаги идеал нурлатувчи сиртни (идеал текис антенна) кўриб чиқамиз. Тўғри тўртбурчакли сирт томонларини a ва b деб белгилаймиз. E вектор b ўлчамга параллел, $H - a$ га параллел деб ҳисоблаймиз.

Идеал текис антенна деб шундай кўзғолган сиртга айт иладики, бунда E ва H векторларнинг тангенциал ташкил этувчилари хар бир нуқтада бир хил йўналишга, амплитуда ва фазага эга, Яъни координатага боғлиқ эмас.

$f(x,y) = 1$, $\psi(x,y) = 0$, $\varphi = \pi/2$ бўлгандан идеал текис антеннани E текисликдаги (yoz текислик) йўналганлик характеристикасини аниқлаш формуласини оламиз:

$$F(\varphi^E) = (1 + \cos \varphi^E) \frac{\sin((kb/2) \sin \varphi^E)}{(kb/2) \sin \varphi^E} \quad (5.2)$$

Н текислик (хор текислик) учун эса:

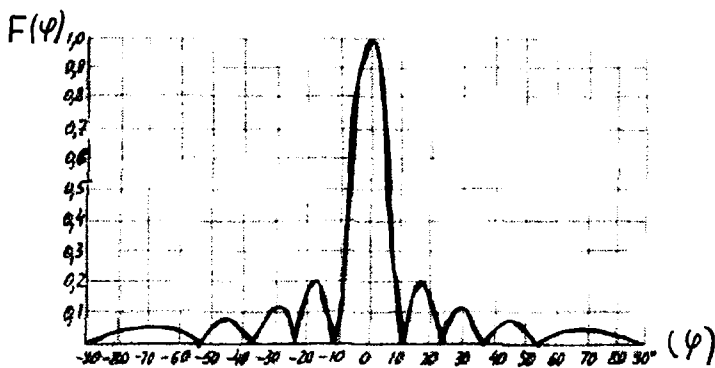
$$F(\varphi^H) = (1 + \cos \varphi^H) \frac{\sin[(ka/2)\sin \varphi^H]}{(ka/2)\sin \varphi^H} \quad (5.3)$$

бунда, кўпайтирувчи $(1 + \cos \varphi)$ – нурлатувчи сирт элементининг (Гюйгенс элементи) йўналганлик характеристикаси бўлиб, E ва H текисликларда бир томонлама йўналганлик хусусиятларини аниқлайди; $\frac{\sin[(ka/2)\sin \varphi]}{(ka/2)\sin \varphi}$ – тизим кўпайтирувчиси бўлиб, φ^E ва φ^H бурчаклар ўзгарганда у $(1 + \cos \varphi)$ га нисбатан тез ўзгаради. Шунинг учун, идеал текис антеннанинг йўналганлик характеристикаси асосан тизим кўпайтирувчиси билан аниқланади. $u = (ka/2)\sin \varphi^H$ ва $u = (kb/2)\sin \varphi^E$ деб белгилаб, тизим кўпайтирувчисини $(\sin u)/u$ деб ёзиш мумкин. $\sin(u)/u$ - кўринишидаги функция $u = 0$ да максимал ва 1 га тенг.

Гюйгенс элементининг майдони сиртнинг нормал йўналишда максимал интенсивлик билан нурлатади. Демак, тизим кўпайтирувчисининг максимал йўналиши ва Гюйгенс манбасининг йўналганлик характеристикаси ўзаро мос тушади. Шунинг учун идеал текис антенна нормали йўналишида (5.1 - расмдаги Z ўқининг мусбат йўналиши – кўзгатувчи тўлқиннинг ҳаракат йўналишида) максимал интенсивликда нурлатади.

5.2 - расмдан кўринадики, идеал нурлатувчи сиртнинг йД кўп баргли характерга эга. Бу антеннанинг тизим кўпайтирувчисини синфаз антенна панжараси кўпайтирувчисидан кам фарқ қилади.

Шу билан бундай антенналарнинг йўналганлик характеристикалари (панжара элементлар орасидаги масофанинг кичик кийматларида) антеннанинг битта элементининг йўналганлик хусусиятларини характерловчи кўпайтирувчи билангина фарқ қилади.



5.2 - расм. Нурлатувчи сиртнинг ЙД

Нурланаётган майдон нолга тенг бўладиган йўналиш куйидаги шарт орқали аниқланади:

$$ka/2 \sin \varphi_0^H = N\pi$$

бу ерда $N=1,2,3,\dots$ Ушбу ифодадан $\sin \varphi_0^E = N\lambda/b$, $\sin \varphi_0^H = N\lambda/a$ келиб чиқади.

Нол бўйича нурланишнинг биринчи йўналиши куйидагича аниқланади:

$$\sin \varphi_0^E = \lambda/a \quad (5.4)$$

$$\sin \varphi_0^H = \lambda/b \quad (5.5)$$

Агар $\lambda > a$ ёки $\lambda > b$ бўлса, ноль бўйича нурлатиш йўналишга эга бўлмайди. Антеннанинг нисбий кенглиги (a/λ ёки b/λ) қанча катта бўлса, ён баргчалар шунча кўп бўлади.

Нурлатувчи сиртнинг катта ўлчамларида ($a/\lambda \gg 1$ ва $b/\lambda \gg 1$) идеал текис антеннанинг нол бўйича нурланиш ЙД кенглиги:

$$\text{E текисликда: } 2\varphi_0^E = 2\frac{\lambda}{b}, \text{ рад}; \quad 2\varphi_0^E = 115^\circ \frac{\lambda}{b}; \quad (5.6)$$

$$\text{H текисликда: } 2\varphi_0^H = 2\frac{\lambda}{a}, \text{ рад}; \quad 2\varphi_0^H = 115^\circ \frac{\lambda}{a} \quad (5.7)$$

формула орқали аниқланади.

Идеал текис антеннанинг ярим қувват бўйича ЙД кенглиги E ва H текисликлар учун:

$$2\varphi_{0,5}^E = 51^\circ \frac{\lambda}{b}; \quad (5.8)$$

$$2\varphi_{0,5}^H = 51^\circ \frac{\lambda}{a} \quad (5.9)$$

Шунингдек, идеал текис антеннанинг ЙД мазкур текисликда, антеннанинг шу текисликка параллел ўлчамлари канчалик катта бўлса шунчалик тор бўлади. Мазкур текисликда ЙД кенглиги антеннанинг шу текисликка перпендикуляр ўлчамларига боғлиқ эмас. Идеал текис антеннадаги ЙД нинг биринчи баргчасининг катхи $\xi_1 = 0,214$ га тенг.

Тахлиллар шуни курсатадики, идеал текис антенна ЙД бош баргчаси чегарасида нурлатиш қувватининг 82%; ён барчаларда эса 18% мужассамлашган. Идеал текис айланасимон антенна чун

$$F(\varphi) = (1 + \cos \varphi) \frac{J_1(kR_0 \sin \varphi)}{kR_0 \sin \varphi} \quad (5.10)$$

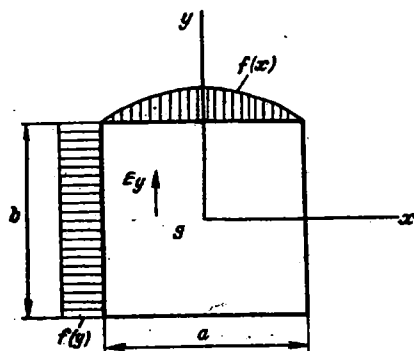
бу ерда R_0 - антенна радиуси, $S = \pi R_0^2$ - антенна юзаси, J_1 - аргумент $(kR_0 \sin \varphi)$ га нисбатан нолинчи тартибдаги Бессел функцияси.

Иделал тўғри тўртбурчакли антенна ҳолатидаги каби $\varphi = 0^\circ$ бўлганда, яъни нурлатувчи сирт нормали йўналишида йўналганлик характеристикаси максимал бўлади .

5.2. Майдоннинг нотекис амплитудавий тақсимотини нурлатувчи сиртнинг ЙД кўрсатадиган таъсири

Синфаз тўғрибурчакли нурлатувчи сиртни x ўқи бўйлаб косинусоидал амплитудавий тақсимотини кўриб чиқамиз (5.3-расм).

$$E_s = E_y = E_0 \cos \left(\frac{\pi x}{a} \right). \quad (5.11)$$



5.3 – расм. Нурлатувчи сирт ЙД амплитудавий тақсимотнинг таъсири

Тахминан N_{10} тўлқин билан қўзғатилувчи охири очик тўғри тўртбурчакли ўтказгич бундай тақсимотга эга. Мазкур ҳолатда, у ўқи бўйича қўзғатувчи майдон тақсимоти идеал антеннадаги каби бўлганлиги сабаб, E вектор текислигида (yoz текислиги) нурлатувчи ва кўрилатган сирт йўналганлик характеристикаси шу текисликдаги идеал текис антеннанинг йўналганлик характеристикасидан фарқ қилмайди. $f(x, y) = f(x) = \cos(\pi x / a)$; $\Psi(x, y) = 0$; $\varphi = 0$ бўлганда H вектор текислиги учун (xoz текислиги) антеннанинг электр майдон кучланганлигини аниқланади

$$E = i \frac{\pi E_0 ab}{4r_{0\lambda}} (1 + \cos \varphi^H) \frac{\cos[(ka/2) \sin \varphi^H]}{(\pi/2) - [(ka/2) \sin \varphi^H]^2} e^{-ikr_0}.$$

H текисликда косинусоидал тақсимотли қўзғатувчи майдонли нурлатувчи сиртнинг нормаллашган йўналганлик характеристикаси

$$F(\varphi^H) = \frac{\pi^2}{8} (1 + \cos \varphi^H) \frac{\cos[(ka/2) \sin \varphi^H]}{(\pi/2)^2 - [(ka/2) \sin \varphi^H]^2}. \quad (5.12)$$

ифода орқали топилади.

Шу тарика, берилган ҳолатда идеал текис антеннага нисбатан тизим кўпайтирувчиси кўриниши ўзгарди.

Бош баргчанинг нол нурлатиш ва ярим қувват бўйича кенглиги қуйидагига тенг:

$$2\varphi_0^H \approx 172^\circ \frac{\lambda}{a} \quad (5.13)$$

$$2\varphi_{0,5}^H = 67^\circ \frac{\lambda}{a} \quad (5.14)$$

Демак, тенг амплитудали тақсимотдан нурлатувчи сирт чеккаларига бориб камаювчи косинус қонунияти тақсимотига ўтишда мос текисликда ЙД кенглиги тахминан 1,5 мартга ортади. Йўналганлик диаграммасининг бош баргчаси кенгайиши билан бир вақтда ён баргчалар сатҳи камаяди. Кўрилаётган ҳолат учун биринчи ён баргчанинг нисбий сатҳи $\xi_1 = 6,6\%$ ёки -23 дБ (идеал текис антенна ҳолатидаги -13,2 дБ ўрнига) га тенг.

Йўналганлик диаграммасининг кенглиги қуйидагича тушунтирилади. $f(x) = \cos(\pi x/a)$ амплитудавий тақсимот билан муносоиб ҳолда антенна марказидан x ўқи томонга узоклашганда элементар юзалар сустроқ кўзғалади. Чунки, сирт четига яқин бўлган юзалар томонидан ҳосил қилинаётган майдон ўзининг кичиклиги туфайли антеннанинг натижавий майдони катталагига таъсир қилмайди. Демак, антенна чеккаларида кўзғатувчи майдон амплитудасини камайиши текис амплитудавий тақсимотга эга кўзғатувчи майдонли антенна ўлчамларини камайишига эквивалентдир.

Юқоридагилар асосида қуйидагича хулоса чиқариш мумкин: нурлатувчи сирт чеккаларига бориб кўзғалувчи майдон амплитудаси кескин камайиб борса, ЙД нинг бош барги шунчалик кенгайди ва ён баргчалар сатҳи камаяди. Нурлатувчи сиртнинг мазкур хоссаси амалиётда кенг қўлланилади. Кичик ён баргчалар сатҳига эга ЙД керак бўлган ҳолларда амплитудавий тақсимот антенна чеккаларига бориб жадал пасайишига эришилади. Лекин бунда ЙД нинг асосий барги кенгайди.

5.3. Нурлатувчи сиртнинг йўналтирилган таъсир коэффициенти

$f(x, y) = 1, \Psi(x, y) = 0$ идеал текис антенна ҳолатида ЙТК
ифодаси

$$D_0 = \frac{4\pi}{\lambda^2} S. \quad (5.15)$$

кўринишда бўлади.

Демак, идеал текис антеннанинг ЙТК мазкур антеннанинг юзаси қанчалик катта бўлса ва тўлқин узунлиги қанчалик кичик бўлса шунча каттадир. антеннанинг юзаси домий бўлганда ЙТК тўлқин узунлиги квадратига тексари пропорционал. Бундан кўринадики, тўлқин узунлигини камайтириш орқали катта ЙТК эга бўлган антенналарни яшаш мумкин. $\lambda = 1$ см да ишлайдиган антенна ЙТК $D = 12,6 \cdot 10^4$ га тенг бўлиши учун унинг юзаси 1 м^2 бўлиши етарли.

Нотекис амплитуда тақсимоти ҳолатида ЙТК қуйидаги ифода орқали аниқланади

$$D = \frac{4\pi}{\lambda^2} S_{\text{д}} \quad (5.16)$$

бунда, $S_{\text{д}}$ - антеннанинг ишчи (эффектив) юзаси.

Исталган тақсимотли қўзғатувчи майдонли нурлатувчи сиртнинг ЙТК ни идеал текис антениасининг ЙТК орқали ифодаланганда

$$D = \nu D_0 = \nu \frac{4\pi}{\lambda^2} S \quad (5.17)$$

бунда, D_0 - идеал текис антеннанинг ЙТК; $\nu = S_{\text{д}} / S$ - сиртдан фойдаланиш коэффициенти.

Сиртдан фойдаланиш коэффициентининг (СФК) қиймати қўзғатувчи майдоннинг амплитудава фаза тақсимоти турига боғлиқ. Қўзғатувчи майдон амплитудаси антенна чеккаларига бориб қанчалик камайса, сиртдан фойдаланиш коэффициенти шунчалик кичик бўлади.

Косинусоидал амплитудавий тақсимот ҳолатида $F(x)$ ва D қуйидагича аниқланади:

$$F(x) = \cos\left(\frac{\pi x}{a}\right), \Psi(x, y) = 0 \quad (5.18)$$

ва

$$D = 0,81 \frac{4\pi}{\lambda^2} S = 0,81 D_0 \quad (5.19)$$

Чеккаларига бориб камаядиган амплитуда тақсимотига эга нурлатувчи сирт ЙТК нинг идеал нурлатувчи сиртдагига нисбатан кичиклиги қуйдагича тушинтирилади. Бир хил нурлатиш қувватида биринчи антеннанинг асосий йўналиши йўйича майдон кучланганлиги худди иккинчи айна шу йўналишдаги майдон кучланганлигидан кичик бўлади, чунки биринчи антеннанинг ЙД кенгрок. Реал нурлатувчи сиртларда антеннанинг эффектив юзаси S_d доим геометрик юза S дан кичик бўлади:

$$S_d = D \frac{\lambda^2}{4\pi}. \quad (5.20)$$

Реал антеннанинг ишчи юзаси деб, идеал текис антеннанинг шундай юзасига айтиладики (синфиз кўзгатишувчи ва текис амплитудавий тақсимотли нурлатувчи сирт), унинг ЙТК лазкур реал антеннанинг ЙТК га тенг бўлади.

5.4. Нурлатувчи сиртнинг йўналганлик хусусиятларига фаза бузилишларнинг кўрсатадиган таъсири

Нурлатувчи сиртнинг носинфазлиги ушбу антенна сурилмасининг хусусиятларига, ёки антеннанинг аниқ исалмаганлигига боғлиқ. Фаза бузилишлари антеннанинг йўналганлик хусусиятларига салбий таъсир кўрсатади. Лекин айрим ҳолларда, масалан махсус кўринишдаги ЙД олиш ва уларни бошқаришда (фазода йўналганлик диаграммасининг ҳолатини ўзгартириш) фаза тақсимотининг махсус қонунияти ўрнатилади. Умумий ҳолатда фаза тақсимоти икки координатнинг функцияси бўлиши мумкин. Аммо тадқиқотни

содалаштириш учун одатда фазанинг координаталарига алохида боғлиқлиги кўриб чиқилади.

Агар тўғри бурчакли координата тизимининг боши тўғри туртбурчакли нурлатувчи сирт марказига жойлаштирилса, у холда антеннанинг нурлатувчи сиртидаги майдоннинг фаза тақсимоти қуйдаги кўринишга эга бўлади:

$$\Psi(x) = \Psi_{1\max} \left[\frac{x}{a/2} \right] + \Psi_{2\max} \left[\frac{x}{a/2} \right]^2 + \Psi_{3\max} \left[\frac{x}{a/2} \right]^3 + \dots,$$

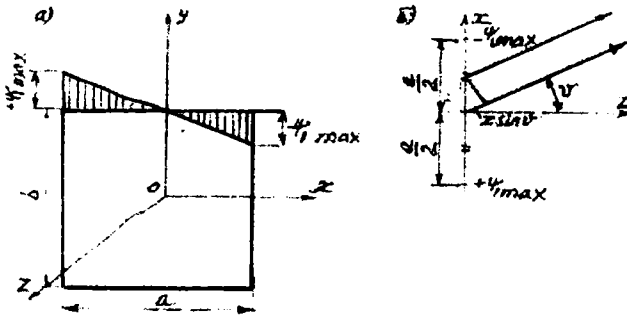
бунда, $\Psi_{1\max}, \Psi_{2\max}, \Psi_{3\max}$ ва х.з. - $x = \pm \frac{a}{2}$ нурлатувчи чеккаларида юзага келувчи фаза тақсимоти ташкил этувчиларига мос максимал фаза силжиши;
 a - антенна сиртининг ўлчами.

Кўзгатувчи майдон фазаси ўзгаришининг монотон қонунини етарлича аниқлик билан, мазкур қаторнинг биринчи учта ташкил этувчилари орқали ифодалаш мумкин: айрим ҳолларда антеннанинг фаза тақсимоти қаторнинг битта ташкил этувчиси орқали етарлича аниқликда ҳисобланиши мумкин.

Фаза (чизиқли, квадратик ва кубик) тақсимотларини антеннанинг йўналганлик хусусиятларига кўрсатадиган таъсирини кўриб чиқамиз. Бунда кўзгатувчи майдон амплитудаси координатага боғлиқ эмас, деб ҳисоблаймиз. Фазанинг чизиқли тақсимотида $\Psi(x) = \Psi_{1\max} \frac{2x}{a}$ (5.4 - расм)

кўзгатувчи майдон кучланганлиги $E_x = E_y = E_0 \exp(-i\Psi_{1\max} \frac{2x}{a})$
 ифода асосида ўзгаради.

Кўзгатувчи майдон фазаси антеннанинг фақат a ўлчами бўйлаб ўзгаргани учун антеннанинг йўналганлик хусусиятларини фақат hoz текисликда тадқиқ қилиш қизиқиш уйғотади (5.4 - расм).



5.4 – расм. Фаза ўзгаришининг чизикли қонуни

Чизикли фаза таксимотли кўзғалган сирт учун ЙХ қуйидагича аниқланади:

$$F(\varphi^H) = (1 + \cos \varphi^H) \frac{\sin[(ka/2) \sin \varphi^H - \Psi_{1\max}]}{(ka/2) \sin \varphi^H - \Psi_{1\max}} \quad (5.21)$$

бунда, $(ka/2) \sin \varphi_{\max}^H - \Psi_{1\max} = 0$ шарт бажарилганда нурлатиш маскимал бўлади ва

$$\sin \varphi_{\max}^H = \Psi_{1\max} \frac{\lambda}{\pi a} \quad (5.22)$$

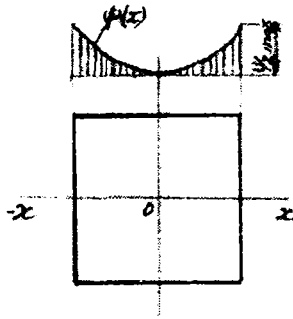
келиб чиқади.

Ушбу хулосалар ЙД кенгайиши ва бурилишига асосан келтирилган. Бир текис чизикли панжаранинг йўналганлиги ва унинг ЙК учун бу хулоса ўринли ҳисобланади.

Кўзғатувчи майдон фазаси $\Psi(x) = \Psi_{2\max} \left(\frac{2x}{a}\right)^2$ конуният асосида ўзгарсин (5.5 - расм). Кўзғатувчи майдон кучланганлиги

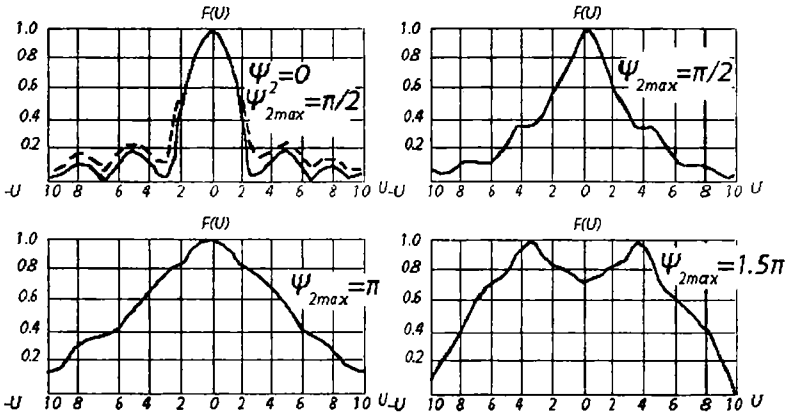
$$E_s = E_y = E_0 \exp(i\Psi_{2\max} \left(\frac{2x}{a}\right)^2) \quad (5.23)$$

асосида ифодаланади.



5.5 – расм. Фаза ўзгаришининг квадратик қонунияти.

Йўналганлик характеристикаси учун формула мураккаб бўлади. Бу формула орқали ҳисобланган ЙД 5.6 - расмда келтирилган.

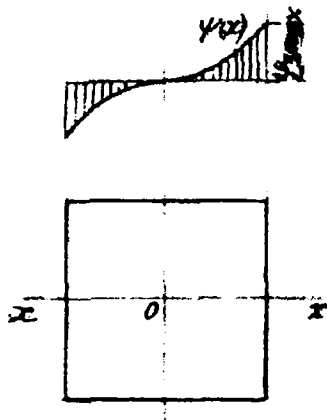


5.6 – расм. Квадратик фаза тақсимотига эга бўлган юзанинг ЙД

Расмдан кўринадики квадратик фаза тақсимоти ЙД силжишгини келтириб чиқармайди. Ψ_{2max} нинг барча қийматларида у юза нормалига нисбатан симметрик қолади. Чунки бу тақсимот нурлатиш сирти марказига нисбатан симметрик. Фазанинг квадратик ўзгаришини нурлатувчи сирт йўналганлик хусусиятларига таъсири қуйдагича: йўналганлик диаграммаси барглари орасида нол нурлатиш йўқолади; ёндош

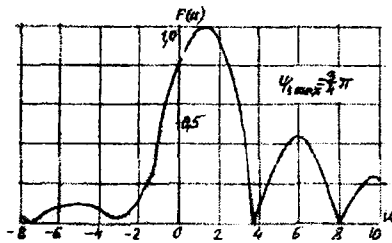
барглар сатҳи ошади; $\Psi_{2\max}$ нинг катта қийматларида ҳам йўналганлик диаграммасининг асосий барги кенгаяди. Ён баргчалар бутунлай кенгаётган асосий баргчага кўшилиб кетади. Фаза силжисининг $\Psi_{2\max} \geq \pi$ қиматларида асосий баргнинг иккига бўлиниши кузатилади: максимал нурлатишнинг иккита йўналиши юзага келади, нормал бўйича нурланиш камаёди, натижада квадратик фаза тақсимоти йўналганлик диаграммасининг бузилишига ва антеннанинг йўналганлик хусусиятларини ёмонлашувига олиб келади. Максимал фаза силжишларида (45° дан ошмайдиган) ярим қувват бўйича йўналганлик диаграммасининг асосий барг кенглиги ҳамда ён баргчалар сатҳи бўйича идеал текис антенна йўналганлик характеристикасидан кам фарқланади.

Фаза ўзгаришининг кубик қонуниятида қўзғатувчи майдон кучланганлиги $\Psi_{2\max} \geq \pi$ қонуният асосида ўзгаради. Фаза тақсимоти $\Psi(x) = \Psi_{3\max} \left(\frac{2x}{a}\right)^3$ кўринишга эга бўлади (5.7 - расм).



5.7 – расм. Фаза ўзгаришининг кубик қонуни

5.7-расмдан кўринадик, нурлатувчи сирт марказига нисбатан фаза носимметрик тақсимланган. Бундай текисликнинг йўналганлик характеристикасининг формуласи жуда мураккаб кўринишга эга бўлади. Кубик фаза бузилишларининг ЙД таъсир характери 5.8 - расмда келтирилган



5.8 - расм. Кубик фаза тақсимотли юзанинг йўналганлик диаграммаси.

Кубик фаза ўзгаришида чизикли фаза ўзгаришидагидек йўналганлик диаграммаси максимал нурлатиш йўналиши томонга бурилади, нормалидан фазаси ортда қолаётган томонга φ_{\max} бурчакка оғади. Бунинг натижасида йўналганлик диаграммаси бузилади. У максимал йўналиш диаграммасига нисбатан носимметрик бўлиб, ён баргчалар бош баргчага нисбатан бир томондан камаяди, бошқа томонида эса ортади; ён баргчаларнинг ортиш томони бош баргчанинг огиши йўналиши билан мос тушади.

$\Psi_{3\max}$ ($\Psi_{3\max} \leq \pi$) нинг катта бўлмаган қийматларида кубик фаза тақсимооти мавжудлигида йўналганлик диаграммаси бурилаётган бурчак

$$\sin \varphi_{\max} \approx 0,6 \Psi_{3\max} \frac{\lambda}{(\pi a)} \quad (5.24)$$

орқали аниқланади.

Бунда $\Psi_{1\max} = \Psi_{3\max}$ да фазанинг кубик ўзгаришида чизиклидагига нисбатан йўналганлик диаграммаси кичикроқ бурчакка оғади. Турли фаза тақсимоотларининг антенна йўналганлик хусусиятларига таъсири хулосалари кўзготувчи майдоннинг текис амплитудавий тақсимооти ҳолатида ($f(x) = 1$) ўринли. Чеккаларига бориб камаювчи тақсимоотда фаза ўзгаришини йўналганлик диаграммасига таъсири камаяди, чунки фаза ўзгаришининг турли қонуниятлари антенна йўналганлик хусусиятларини ёмонлашуви билан боғлиқ. Бундан кўринадики фаза бузилишлар юзага келганда сиртдан фодаланиш коэффиценти камаяди.

Назорат саволлари

1. Кўзгатиш сиртини қандай кўриб чиқиш мумкин?
2. Гюйгенс элементи ЙД нинг шакли қандай?
3. Идеал текис антенна деб қандай антеннага айтилади?
4. Идеал текис антенна нурланишининг нол ва ярим шварт бўйича бош баргчасининг кенглиги нимага боғлиқ?
5. Идеал текис антеннанинг ён баргчаларининг сатҳи нимага тенг?
6. Косинусоидал амплитудавий тақсимотда нол ва ярим шварт бўйича бош баргчанинг кенглиги қандай кўринишда бўлади?
7. Антеннанинг ишчи (эффектив) юзаси деб нимага айтилади?
8. Кўзгатиш сиртининг чизиqli фаза тақсимои ЙД га қандай таъсир кўрсатади?
9. Кўзгатиш сиртининг квадратик фаза тақсимои ЙД га қандай таъсир кўрсатади?
10. Кўзгатиш сиртининг кубик фаза тақсимои ЙД га қандай таъсир кўрсатади?

6. УЛЬТРА ҚИСҚА ТЎЛҚИН АНТЕННАЛАРИ

6.1. Дециметрли ва метрли тўлқинларда ишловчи антенналарга қўйиладиган талаблар

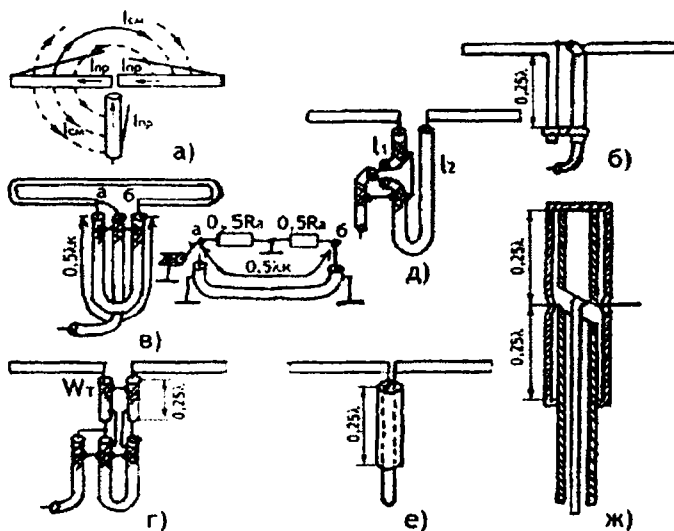
Дециметрли ва метрли тўлқинлар диапазонидан телевидение ва радиоузатишда, ҳаракатдаги объектлар билан алоқада, навигацияда, радиолокацияда ва радиоастрономияда фойдаланилади. Ерда ҳаракатланувчи объектлар билан алоқа ўрнатувчи антенналар горизонтал нурлатишдаги йўналтирилмаган характеристикалардан мутлоқ устунликка эга бўлишлари ва ер сирти бўйича йўналган вертикал текисликда максимумга эга бўлиши керак. Қўйилган бу талабларни вертикал тебраткичли антенналар қониқтиради. Фақат уларни битта устунда бир - бирларига кўрсатадиган таъсирлари энг кам бўлган ҳолатда жойлаштириш керак. Бунинг учун антенна тебраткичлари металл устуннинг турли томонларида, ёки ўқлари бўйича мос тушган ҳолатда жойлаштирилади.

Узатувчи антенналарнинг горизонтал текисликдаги йўналганлик характеристикалари кўпчилик ҳолатларда доирасимон бўлиши керак. Вертикал текисликда эса антенна ҳам яқин, ҳам узок масофаларда бирдек тенг тақсимланган майдон кучланганлигини ҳосил қилиши шарт. Узатувчи телевизион антенналарнинг таъсир зоналарини кенгайтириш мақсадида улар 180...350 м баландликдаги минораларга ўрнатилади. Битта частота каналида ишловчи узаткичлар орасидаги ўзаъро ҳалақитларни камаййтириш учун ўзаъро перпендикуляр тебраткичлардан фойдаланилади. Яъни, ҳам вертикал ҳам горизонтал кутбланган тўлқинлар қўлланилади.

Юқори жойлаштирилган антенналарга кучли шамол ва музли юкламалар, шунингдек, момақалди роқ разрядлари таъсир кўрсатади. Антенна тебраткичларини ишончлилигини ва яшинбардошлигини ошириш мақсадида мустахкам тарзда бевосита ерга уланиши, музларни эритувчи иситиш қурилмасига эга бўлиши керак.

6.2. Симметрияловчи қурилма

Тебраткич тоқларининг асимметрияси. Носимметрик антеннага носимметрик фидерни бевосита улаш мумкин: агар антеннанинг кириш қаршилиги фидернинг тўлқин қаршилигига тенг бўлса марказий ўтказгич тебраткичга, ташқиси эса ерга уланади. Акс ҳолда антенна ва фидер ўртасига мослаштирувчи трансформатор жойлаштирилади. Коаксиал фидерни тебраткичга симметрияловчи қурилмасиз бевосита улаш (6.1.а-расм) тебраткич елкаларидаги тоқлар орасидаги фарқни, ҳамда фидернинг ички ўтказгичи сиртида токни юзага келтиради. Тебраткич елкаларидаги тоқларнинг асимметрияланишига сабаб, коаксиал фидернинг марказий ўтказгичига уланган елкалар ораси ва унинг ташқи ўтказгичлари орасида силжиш токи вужудга келади. Тебраткичнинг иккинчи елкаси фидернинг ташқи ўтказгичи потенциалига эга бўлганлиги сабабли бу ерда потенциаллар фарқи йўқ ва силжиш токи ҳосил бўлмайди.



6.1-расм. Симметрияловчи қурилма турлари.
 а-линияни тебраткичга бевосита улаш; б-таглик; в-илгак;
 г, д - U-тирсак; е-стакан; ж-кенг полосали

Агар симметрияловчи қурилмадан фойданилмаса, у ҳолда тебратгич елкалари турлича қўзғалади ва фидер токининг бир қисми унинг сирти орқали оқиб ўтганлиги сабабли паразит кутбланиш вужудга келади.

Симметриқ тебратгичлар коаксиал кабел орқали озиклантирилганда уларни симметрияловчи қурилмалар ёрдамида мослаштириш лозим. Чунки кабельнинг қаршилиги 75 Ом, илмоқсимон тебратгичнинг кириш қаршилиги 290 Ом га тенг.

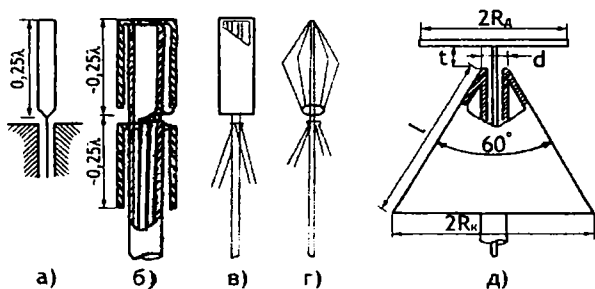
Симметрияловчи таглик. Ушбу қурилма узунлиги 0.25λ ёки 0.75λ бўлган металл найчадан иборат бўлган икки ўтказгичли симметриқ линиядан ясалади (6.1.б-расм). Линиянинг бир учи қисқа туташтирилган, иккинчисига эса симметриқ антенна юкланган. Тагликнинг антеннага уланиш нуқтасидаги қаршилиги резонанс частотада жуда юқори ($Z=iWtg kl=\infty$) ва унинг шунтловчи таъсирини эътиборга олмаса ҳам бўлади. Тагликнинг кучланиш тугуни ва қисқа туташув (0 нуқта) жойидаги ток дастаси орасида тургун тўлқин ҳосил бўлади. Коаксиал линия таглик ноль потенциал нуқтасидаги найчалардан бирига уланади за тагликнинг антеннага уланган томонига бириктирилади: ташқи ўтказгич ўзи жойлаштирилган найчага, марказий ўтказгич эса иккинчи найчага уланади. Шу билан фидернинг антенна эффекти бартаараф этилади. Мослашган иш режими учун $R_a=W_\phi$ бўлиши зарур.

6.3. Содда тебратгичли антенналар

Дециметрли ва метрли тўлқин диапазонларда содда антенналар сифатида турли симметриқ ва носимметриқ тебратгичлар қўлланилади. Ҳаракатдаги объектларда иложи борича узунлиги кичик бўлган антеннани қўллаш ўринлидир. Бу талабга коаксиал фидер билан таъминланувчи носимметриқ вертикал тебратгич мос келади (6.2 - расм). Фидернинг марказий ўтказгичи чорак тўлқин узунликли тебратгичга, ташқи ўтказгичи корпусга ёки посангига уланади. Бундай резонанс тебратгичнинг кириш қаршилиги 36 Ом га тенг. 50 Ом ёки 75 Ом га тенг тўлқин қаршиликли фидерни тўғридан-тўғри улаш мос равшда

7 ёки 0,5 га тенг югурма тўлқин коэффициентини (ЮТК) таъминлайди. ЮТКнинг катта қийматини ҳосил қилиш керак бўлганда, фидер ва ўтказгич орасига тўлқин қаршилиги $1...50$ Ом бўлган чорак тўлқин узунликли трансформатор қўйилади.

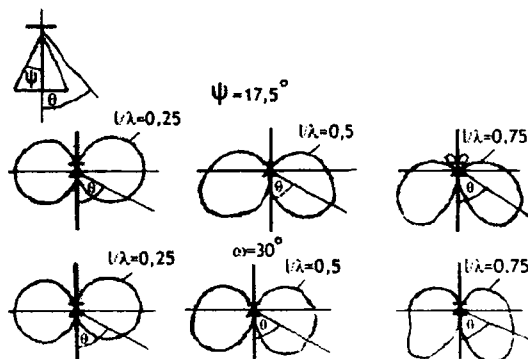
Антенна мачтага уланганда момақалдирокдан сақлаш учуннинг тебратгичлари ерга уланиши керак. 6.2,б - расмда иккалари ўзининг асосида ерга уланган металл мачтага тўғридан-тўғри уланган коаксиал ярим тўлқин узунликли симметрик тебратгич кўрсатилган. $(0,007...0,008)\lambda$ диаметрли мачта ичига коаксиал фидер жойлаштирилади. Тебратгичлар диаметри ахминан $0,02\lambda$ га тенг трубкалардан тайёрланади.



6.2-расм. Вертикал тебратгичлар (а – штирсимон;
 б – коаксиал; в – пастки елкаси ўтказгичлардан иборат;
 г – икки елкаси ўтказгич ёки трубкадан иборат;
 д – конуссимон диски)

6.2, в - расмда пастки елкаси металл трубка ёки ўзаклардан илинган тебратгич тасвирланган. 6.2, г - расмда иккала елкаси металл трубка ёки ўзаклардан қилинган носимметрик тебратгич тасвирланган. Бундай тебратгичлар камайтирилган тўлқин аршиликка, кенгрок ўтказиш полосасига ва нисбатан кичикроқ арусликка эга. $ЮТК > 0,5$ ҳолатда, катта диапазонлилик оқсасига $\lambda_{\max} / \lambda_{\min} = 4...5$ тўлқин қаршилиги 50 Ом га тенг фидер билан таъминланувчи конуссимон диски антенна эга бўлади. Антеннанинг ўлчамлари максимал тўлқин узунлиги билан аникланади ва $l = (0,25...0,28)\lambda_{\max}$; $2R_k = (0,18...0,2)\lambda_{\max}$

шартлар асосида танланади. Қўзғотиш тугуни ўлчамлари $t \approx 0,3d$ нисбатни қаноатлантириши керак, бу ерда d – кабель оплеткаси диаметри. Метрли тўлқин диапазонида парусиликни камайтириш учун, антенна диск радиуслари бўйлаб жойлашган ва конус ҳосил қиладиган ўзақлар ёки трубкалардан тайёрланади. Мустақамликни ошириш учун, диск ва конус трубкаларининг ташқи учлари металл ҳалқаларга уланади, бунда $R_d = 0,7R_k$. Антеннанинг тажрибавий йўналганлик диаграммалари 9.9 - расмда кўрсатилган.

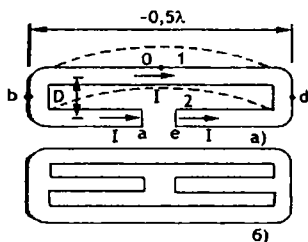


6.3 - расм. Конуссимон диски антеннанинг тажрибавий йўналганлик диаграммалари

Ҳалқасимон тебратгич. А. А. Пистолькорсом томонидан таклиф қилинган ҳалқали тебратгични (9.10.а - расм) учлари билан уланган ва бир-бирига нисбатан кичик ($D \ll \lambda$) масофада жойлашган иккига ярим тўлқин узунликли синфаз тебратгич сифатида қараш мумкин.

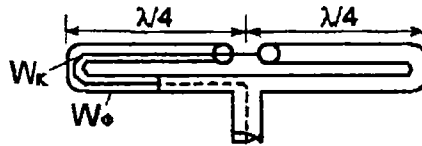
Тебратгич а ва е таъминланиш нукталарига нисбатан симметрик тизим ҳисобланганди. Таминланиш нукталаридан энг узоқдаги нукта о учун, тизим қисқа туташган бўлиб, бу ерда ток тўплами ўрнатилади. О нуктадан антенна киришига силжиган сари, ток амплитудаси камайиб боради ва 0 нуктадан 0,25λ масофага орқада қада қолаётган в ва d нукталарда ток тугуни юзага келади. в ва d нукталардан кейин тоқлар ўз йўналишини тесқарисига ўзгартиради, уларнинг амплитудаси эса, а ва е

нукталарга келиб ортади. **b** ва **d** нуктада тебратгич қисмлари **ba** за **de** юқориги **bod** қисмга нисбатан бир-бирига томон ўгирилган, демак, иккала тебратгич 1 и 2 даги тоқлар бир хил йўналишга эга. о нуктада тоқ тўплами ва кучланиш тугунини жойлаштириш бу нуктада тебратгични момақалди роқдан ишончли ҳимоя қилган ҳолда, тўғридан тўғри изоляторларсиз металл ўқ ёки мачтага ўрнатиш имконини беради. Тебратгич трубкаларининг диаметрлари бир хил бўлганда ундаги тоқлар ҳам бир хил бўлади. Нурланиш майдони $2l$ йиғинди тоқ билан ҳосил қилинади. Ҳалқали тебратгичнинг нурланиш қуввати $P_{\Sigma} = (2I_{\phi})^2 R_{\Sigma T}$, бериладиган қувват $P = I_{\phi}^2 R_a$ га тенг. Бу тенгламаларни R_a нисбатан ечишда ва $P_{\Sigma} = P$ деб ҳисоблаб, ҳалқали тебратгичнинг кириш қаршилигини аниқлаймиз $R_a = 4R_{\Sigma T} \approx 4 \cdot 73,1 \approx 300 \text{ Ом}$. Ҳалқали тебратгичнинг кириш қаршилигини тебратгич диаметрлари нисбатини ўзгартириб бошқариш мумкин. Тебратгич юқори ўқи (1) нинг пастки ўқи (2)га нисбатини 0,5 дан 2гача ўзгартириш орқали ҳалқали тебратгичнинг кириш қаршилиги 220 Ом дан 380 Ом гача ўзгаришини таъминлаш мумкин. Симметрик ва ҳалқали тебратгичлар тахминан бир хил ЙТК, кучайтириш коэффициентига ва йўналганлик диаграммасига эга. тебратгичда трубкаларнинг жойлашиш текислиги, унинг параметрларига катта таъсир кўрсатмайди. Антеннанинг катта кириш қаршилигини олиш учун, учта ярим тўлқин узунликдаги синфаз тебратгичдан иборат икки ҳалқали тебратгичлар қўлланилади (6.4,б - расм). Бундай тебратгичнинг кириш қаршилиги тахминан $9R_{\Sigma T}$ га тенг.



6.4 - расм. Ҳалқали тебратгичлар
(а – бир ҳалқали; б – икки ҳалқали)

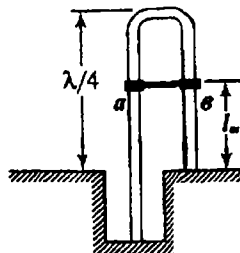
Симметрияловчи қурилмасиз коаксиал кабель билан тўғридаг-тўғри таминлаш мумкинлиги ҳалқали тебратгичнинг афзаллиги ҳисобланади (6.5 - расм).



6.5 - расм. Чорак тўлқин узунлидаги трансформаторли ҳалқали тебратгич

Бу ерда кабель ҳалқали тебратгич трубкаси ичидан ўтиб, экран қатлами билан тебратгичнинг бир елкасига, марказий ўтказгичи билан бошқасига уланади. 75 Ом ли фидер билан мослаштириш учун тўлқин қаршилиги $W_{\phi} = 150 \text{ Ом}$ га тенг чорак тўлқин узунлидаги ($\lambda_k/4$) кабель бўлаги қўлланилади.

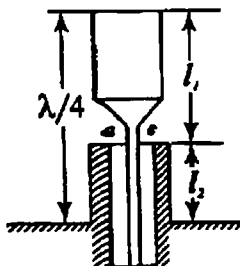
Ўтказувчи сиртда одатда кенгайтирилган частота полосасига эга чорак тўлқин узунлидаги шунтланган ҳалқали тебратгичлар ўрнатилиши мумкин (6.5 - расм).



6.6 - расм. Чорак тўлқин узунлидаги шунтланган ҳалқали тебратгичлар

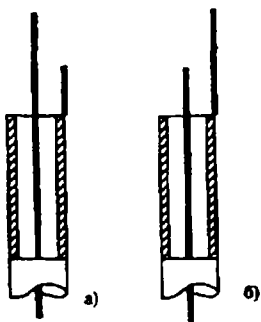
Чорак тўлқин узунлидаги тебратгич схемасида (6.6 - расм) a - b таъминланиш нуқтасида антенна юқори ярмининг сиғим қаршилиги пастки ярмига кетма-кет уланган индуктивлик қаршилик билан компенсацияланади.

Тебратгич диаметри, l_1 ва l_2 узунликлар нисбатини танлаш ҳақиқати фидерда ЮТК 1 тенг бўлган ҳолда 10...15% ли ўтказиш толосасини f_0 антеннадан олиш мумкин.



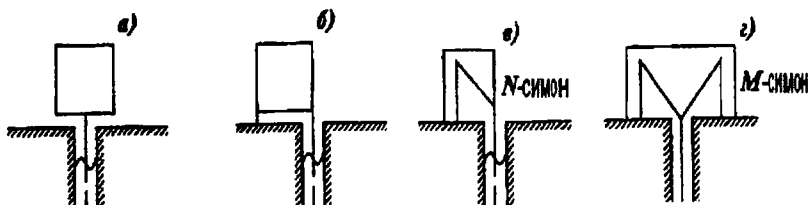
6.7 - расм. Кенгайтирилган ўтказиш частота полосасига эга чорак тўлқин узунлигидаги тебратгич

6.8,а-расмда носимметрик ёки флагшток - антенна келтирилган. Бу ерда коаксиал линия чорак тўлқин узунлиги икки ўтказгичли линия қисмига трансформацияланади. Тебратгичнинг таъминланиши ток тугунида амалга оширилади. Икки ўтказгичли линия ўтказгичлари орасидаги масофани ўзгартириб, тебратгичнинг фидер билан мослашиши таъминланади. Нурлатувчи ва қўшимча ўтказгичлар ўрнини алмаштириб, антеннанинг иккинчи турига ўтилади. Бунда коаксиал фидернинг ички ерга уланмаган ўтказгичи чакмоқ таъсиридаги ҳар қандай бузилишлардан сақланади.



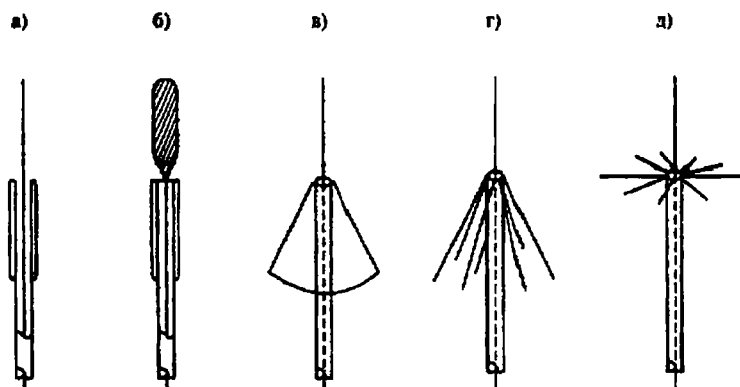
6.8 - расм. Флагшток-антенна

Шунтсимон тебратгичлар. Диапазонли антенна қурилмалари сифатида симметрик ва носимметрик, чизикли ва ясси шунтсимон тебратгичлар қўлланилади: 6.9,б –расмда чизикли, 6.9.в,г-расмда ясси N-, М-симон тебратгичлар келтирилган.



6.9- расм. Шунтсимон тебратгичлар

Метрли тўлқин диапазонида частотани сошлашда металл изоляторлар, мослаштирувчи ва симметрикловчи қурилмалар, X_A реактивликларни компенсациялаш учун резонанс линия қисмлари қўлланилади. Бу қурилмалар антенна билан ягона конструкцияни ҳосил қилади. 6.10 - расмда коаксиал антенналар – елкалари турли диаметри бўлган ярим тўлқин узунликдаги тебратгичлар келтирилган.



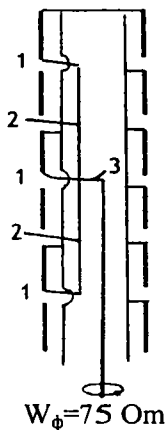
6.10 - расм. Коаксиал тебратгичлар

Юқори елка (6.10,а - расм) коаксиал фидернинг марказий тказгичи давоми; пастки елка чорак тўлқин узунликли цилиндр исобланади. Цилиндрнинг ички юзаси ва фидер марказий тказгичининг ташқи юзаси чексиз катта кириш қаршиликка эга диска туташган чорак тўлқин узунликли коаксиал линияни ҳосил илади. Натижада металл изолятор юзага келади ва кабелнинг ашқи қобиғига(мачтага) ток тушмайди.

Ярим тўлқин узунликли тебратгич кириш қаршилигининг $3,1 \text{ Ом}$ га тенг бўлиши қўшимча мослаштирувчи воситаларсиз К-75 туридаги коаксиал фидер билан антеннанинг мослашишини таъминлаш мумкин.

Тебратгичнинг иккинчи тури камайтирилган тўлқин таршиликка эга пластинасимон юқори елкага эгаллиги билан тарқланади.

6.11.в, г, д - расмда бошқа турдаги тебратгичлар келтирилган бўлиб, унда пастки елка ролини антеннани металл мачтадан қранлаш ва оғирлик вазифасини ўтовчи ё чорак тўлқин узунлигига тенг узунликдаги металл конусга, ё бир нечта чорак тўлқин узунликли ўтказгичларга узатилади.



6.11 - расм. Коллинеар антенна (1 – коаксиал тебратгич, 2 - $\lambda_k \approx 0,66\lambda$ узунликдаги тақсимловчи линия; 3 – $W_\phi = 50 \text{ Ом}$ ли чорак тўлқин узунликдаги трансформатор $W_\phi = 50 \text{ Ом}$).

Вертикал текисликда йўналган ва горизонтал текисликда йўналмаган йўналганлик диаграммалари олишга коаксиал тебратгичлардан иборат коллинеар синфаз антенналар ёрдам беради (6.11-расм). Учта ярим тўлқин узунликли симметрик тебратгичлардан иборат коллинеар антеннада чекка тебратгичларнинг нурланиш қаршилиги 95 Ом, ўртадаги тебратгичларники 126 Ом ни ташкил этади.

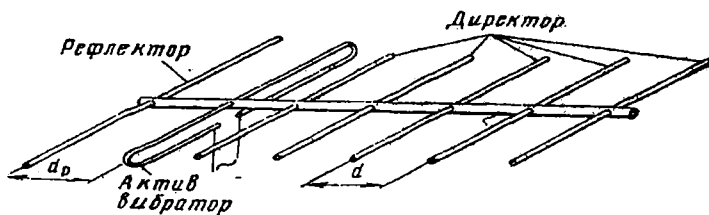
Барча тебратгичлар параллел уланганда, антеннанинг кириш қаршилиги 35 Ом га тенг. Горизонтал кутбланган тўлқинлар билан ишлаш учун, антенна симметрик кўринишда тайёрланади.

6.4. Директорли антенна

Йўналтирилган антенналардан энг кўп тарқалгани директорли антенна ҳисобланади (6.9-расм). Ушбу антенна “тўлқинли канал” антеннаси деб ҳам юритилади. *Директорли антенна битта актив тебратгич (фидер билан уланувчи тебратгич шундай номланади) ва бир нечта пассив тебратгичлардан ташкил топган (бу тебратгичлар манбага уланмайди, шу сабабли шундай номланади). Пассив тебратгич актив тебратгичнинг электромагнит майдони орқали кўзгатилади. Актив тебратгич сифатида шмоқсимон шунтли тебратгичлардан фойданилади.*

Пассив тебратгич актив тебратгичга нисбатан максимал нурланиш йўналишига қарама-қарши бўлган йўналишда жойлашган бўлиб *рефлектор* деб номланади. «Reflektor» - қайтариш деган маънони англатади. Актив тебратгичнинг олдида жойлашган пассив тебратгичлар *директорлар* деб аталади. “Direktor” – йўналтирурчи, бошқарувчи деган маънони англатади. Берилган тебратгичлар тизими рефлектордан директорга томон йўналтирилган нурланишни таъминлайди.

Директорли антенналардаги рефлектор узунлиги $(0.5 \dots 0.53)\lambda$, рефлектор ва директор орасидаги масофа $(0.15 \dots 0.25)\lambda$ оралиғида танланади. Директорлар узунлиги $(0.4 \dots 0.45)\lambda$, тебратгичлар ва уларга яқин жойлашган директорлар орасидаги масофа $(0.1 \dots 0.34)\lambda$ га тенг қилиб танланади.



6.12-расм. Кўп элементли директорли антенна

Директорли антенна ўзида югурма тўлқин антенналари принципи бўйича кўзгалувчи чизикли тебраткичларни мужассамлаштиради. Одатда фақат битта рефлектордан фойданилади, чунки уларнинг сони антеннанинг нурлатишига деярли таъсир кўрсатмайди.

Актив ва пасив тебраткичлардан ташкил топган антеннанинг ЙД пасив тебраткичдаги ток фазаси силжиш бурчагининг актив тебраткичдаги ток нисбатига боғлиқ: $\gamma = \gamma_1 + \gamma_2$. Бунда, γ_1 – пасив тебраткичда ҳосил қилинган кучланиш фазасининг силжиш бурчагини актив тебраткичдаги токка нисбати; γ_2 – пасив тебраткичдаги ток фазасининг силжишини шу тебраткичда ҳосил қилинган кучланишга нисбати.

Бурчак γ_1 тебраткичлар орасидаги масофа d га боғлиқ, бурчак γ_2 пасив тебраткичнинг узунлигига боғлиқ.

Хулоса:

1. Рефлектордаги ток актив тебраткичдаги токка нисбатан фаза

бўйича илгарилаб кетади, директордаги ток эса фаза бўйича ортда қолади.

2. γ_1 , γ_2 ва γ бурчаклар учун шундай қийматлар борки, унда пасив тебраткичлар эффектив тарзда худди рефлектор ёки директор сифатида ишлайди. Масалан, рефлектор эффективни ҳосил қилиш учун:

а) $d = 0.15\lambda(\gamma_1 = -180^\circ); \gamma_2 = -40^\circ$;

б) $d = 0.2\lambda(\gamma_1 = -195^\circ); \gamma_2 = -40^\circ$.

ва директор эффе́ктини ҳосил қилиш учун:

$$в) d = 0.1\lambda(\gamma_1 = -165^0; \gamma_2 = 20^0);$$

$$г) d = 0/15\lambda(\gamma_1 = -180^0; \gamma_2 = 40^0).$$

шартлар бажарилиши керак.

3. Реклектор учун бурчак γ_2 нинг манфий қийматлари ва директор учун мусбат қийматлари шундан дарак берадики, рефлектордаги ток унда ҳосил бўлган кучланиш туфайли фаза бўйича ортда қолади, директордаги ток эса ундан фаза бўйича илгарилаб кетади. Шу сабабли, *рефлектор – индуктив, директор – сизим қаршилиқ характериға эға бўлиши керак*. Бунинг учун эса резонансга созланган ярим тўлқинли актив тебраткичдаги рефлектор ярим тўлқин узунлигидан бир қанча узунроқ, директор эса кичикроқ бўлиши керак.

4. Одатда, актив тебраткичнинг кириш қаршилиги пассив тебраткич таъсирида якка яримтўлқинли тебраткичнинг нурлатиш қаршилигидан кичик бўлади ($R_{\Sigma} < 73.1$). Бу ўз навбатида антеннани фидер билан мослаштиришда қийинчилик туғдиради. Чунки директорли антенналарда актив тебраткич сифатида катта R_{Σ} га эға бўлган илмокли тебраткичлардан фойдаланилади. Директорли антенна тўлқин қаршилиги 75 Ом бўлган озиклантирувчи фидер билан мослаштириш учун «U-тирсак» туриға оид бўлган симметрияловчи қурилмадан фойданилади.

Директорли антеннанинг ЙД шакли антеннадаги тебраткичлар сонига боғлиқ. Директорлар сонининг ортиши ЙД торайишиға олиб келади:

$$D = k_1 \frac{l_A}{\lambda} \quad (6.1)$$

бунда, l_A – антеннанинг умумий узунлиги (рефлектордан то чекка директорға); $k_1 = 5 \dots 10$ - директорлар сонига боғлиқ бўлган коэффицент.

Директорли антенналарнинг афзалликлари уларни таъминлаш схемаларини ва конструкцияларини қуришдаги оддийлик, ўлчамларини кичиклиги билан боғлиқ. Камчилиги эса, тебраткичларни ва улар орасидаги масофани танлашдаги қийинчиликдан иборат. Директорли антенналарнинг тор

олосали бўлишига сабаб, бу каби антенналарнинг йўналганлиги ўп ҳолатларда частотага боғлиқ бўлган фаза муносабатлари илан ифодаланади.

6.5. Спирал антенналар

Сунъий йулдошли алоқа тизимларида эллиптик ва доиравий утбланишга эга бўлган тўлқинлардан фойдаланилади. Спиралсимон антенналар бу каби кутбланиш ҳосил қилиш имконини беради.

Спирал антенна – ўзида спиралсимон ўтказгични пужассамлаштирган бўлиб, унинг бир учи очик, иккинчи учи коаксиал кабельнинг ички ўтказгичи билан туташтирилган. Коаксиал кабельнинг ташқи ўтказгичи эса қобик сиртидан тоқ қиб ўтмаслиги учун ясси металл ёки панжарасимон экранга ланган. Шунингдек, у рефлектор вазифасини ўтайди ва антеннанинг орқага нурлатишини камайтиради.

Спирал антенналарнинг цилиндрсимон, конуссимон ва ясси урлари мавжуд (6.10-расм, а,б,в).

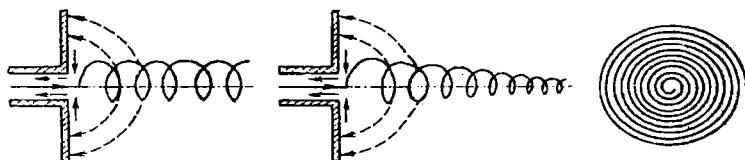
Цилиндрик антенна куйидаги геометрик параметрларга га: L - бир чўлғамнинг узунлиги, l - спираль антеннанинг узунлиги, d - чўлғам диаметри, α - спиралнинг кўтарилиш бурчаги. Бу параметрлар ўзаро куйидаги боғлиқликка эга: $l^2 = (\pi d)^2 + S^2$; $\alpha = \arcsin S / \pi d$; $l = ns$.

Спирал антеннанинг хусусий шакли ҳалқасимон антенна қисобланади (рамка), унда $\alpha \rightarrow 0$ спирал чизиқли ўтказгичга айланади, $\alpha \rightarrow 90^\circ$ спиралга айланади.

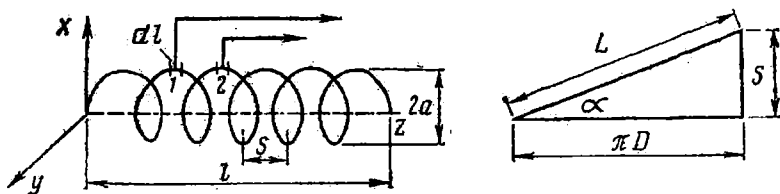
а)

б)

в)

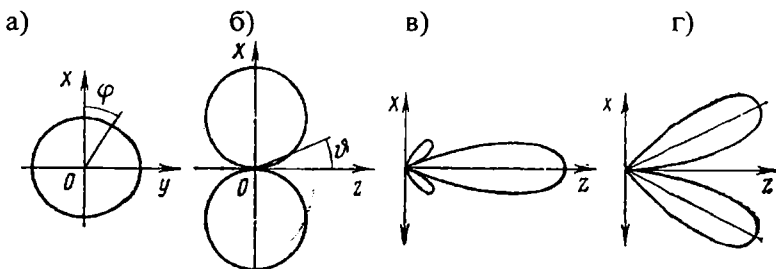


6.13-расм. Спирал антенна турлари:
а) цилиндрсимон; б) конуссимон; в) ясси



6.14-расм. Цилиндрсимон спирал антенна ўлчамлари

Спирал антеннанинг йўналганлик хусусиятлари унинг кўндаланг ўлчамларига боғлиқ. Тўлқин узунлигига нисбатан кичик диаметрдаги чулғамларни элементар ва ясси рамка деб ҳисобласак, бу спирал антеннани ўқлари антенна ўқи билан мос тушувчи элементар электр рамкалар йиғиндиси деб қараш мумкин. Бундай антенна ўз ўқи бўйлаб нурлатмайди. Яъни, антенна ўқига перпендикуляр йўналишда нурлатади. У ЙД айлана кўринишига эга бўлади. (6.15-расм, а). Антенна ўқига параллел ва чулғамларига перпендикуляр текисликда ЙД 6.6,6-расм кўринишига эга бўлади. Бу режим *йўналтирилмаган нурлатиш* режими деб аталади. Агар $0.25\lambda \leq D \leq 0.45\lambda$ оралиғида бўлса (6.15,в-расм) антеннанинг *ўқ бўйича нурлатиш режими* деб аталади. Спирал чулғамларининг диаметрини навбатдаги ошириш давомида спирал ўқи йўналишидаги нурлатиш йўқолади ва иккита йўналтирилган максимум юзага келади (6.15,г-расм). Спирал антеннанинг бундай режими *конуссимон нурлатиш режими* деб аталади.



6.15-расм. Спиралсимон антеннанинг ЙД

Ўқ бўйича нурлатиш режимининг афзалликлари:

- максимал нурланиш йўналиш спиралнинг ўқи билан мос тушади;

- антеннадаги ток югурма тўлқин қонуни асосида ўзгаради;
- антенна ёрдамида нурлатилган электромагнит майдон ўқи бўйича доиравий кутбланишга эга бўлади. Антеннанинг баъзи бир бурчакларида кутбланиш ҳосил бўлади;
- антеннанинг кириш қаршилиги деярли актив бўлади;
- антенна яхши диапазон хусусиятларига эга бўлади.

Спиралсимон антенна югурма тўлқинли антенналар синфига киради. Унда югурма тўлқин тиркиш чўлғам ўрамлари 3 тадан кўп бўлган ҳолларда ҳосил бўлади. Одатда спиралсимон антеннанинг ўрам, чўлғам узунлиги тўлқин узунлигига тенг қилиб олинади: $L=\lambda$, $S=0,22L \rightarrow$ бу $L=\lambda$, $n=3\dots 12$ чўлғамлар сони; $\alpha = 10^0 \dots 15^0$, $R_{\text{кыр}}=140L/\lambda$ -актив сон.

Спиралсимон антенна йўналтирилган таъсир коэффициенти куйидаги формула ёрдамида ифодаланади

$$D=15(L/\lambda)^2 ns/\lambda \quad (6.2)$$

Йўналганлик характеристикаси

$$F(\varphi) = \cos\varphi \cdot \sin[(kn/2)(c/v \cdot L - S \cos\varphi)] / \sin[(k/2)(c/v \cdot L - S \cos\varphi)] \quad (6.3)$$

бунда, $c/v=1\dots 1,4$ - сусайтириш коэффициентлари; $R = d/2$ - спирал радиуси; S - чўлғамлар орасидаги масофа; L - битта чўлғам узунлиги; α - спиральнинг кўтарилиш бурчаги; n - чўлғамлар сони.

Спирал антеннанинг тўла қувват бўйича йўналганлик диаграммасининг кенглиги

$$2\nu_0=115^0 / L/\lambda \sqrt{ns/\lambda} , \quad (6.4)$$

ярим қувват бўйича йўналганлик диаграммасининг кенглиги

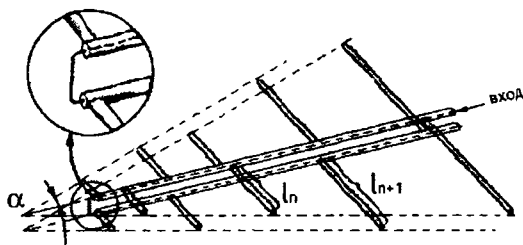
$$2\nu_{0,5}=52^0 / L/\lambda . \quad (6.5)$$

Конуссимон спирал антенналарнинг цилиндрсимон спирал антеннага нисбатан диапазонли хусусияти юқори. Спирал антеннанинг йўналиш хусусиятини яхшилаш мақсадида улар

панжарасимон қилиб бирлаштирилади. Спиралсимон антенна дециметрли, сантиметрли, баъзи ҳолларда метрли диапазонларда ишлатилади.

6.6. Логопериодик антенналар

Логопериодик антенна (ЛПА) конструкцияси электродинамик ўхшашлик (мослик) принципига асосланган (6.16-расм). Шу принципга асосан ишчи тўлқин узунлиги m марта ўзгарганда тўлқиннинг электрик узунликлари ўзгармасдан қолади.



6.16-расм. Логопериодик антенна

ЛПА ўхшаш тебраткичлардан ташкил топган бўлиб, уларнинг ўлчамлари ва характеристикалари α ва τ параметрлар орқали ифодаланади; τ - таркибнинг ўлчовсиз даври, $\tau = l_1/l_2 = l_3/l_4 = \dots = l_n - 1/l_w$; l - n -чи тебраткичли елка узунлиги.

Антеннанинг актив соҳасига турли хилдаги елка узунлиги $l = 0,25\lambda$ тенг бўлган тебраткичлар киради (ундан оқиб ўтувчи ток максимал қийматга эга бўлади). Уларнинг қушни тебраткичларидан оқиб ўтаётган ток эса реактив қаршилик ҳисобига кам бўлади. Шундай қилиб, актив зонага қуйидагилар киради: резонансли тебраткич 2-3 директорлар ва 1 рефлектор λ камайиши натижасида актив зона кичик тебраткичлар тарафига силжийди; λ ортганда эса узун тебраткичлар тарафига силжийди. Йўналиш диаграммаси E текисликда H текисликка нисбатан анча тор бўлади. H текисликдаги йўналиш диаграммасини торайтириш учун фазовий логопериодек антенна ясалди.

ЛПА тебратгичлардаги фаза токи нурлатиш йўналишида ртда қолиши керак. Антеннанинг ўқи бўйлаб нурлатиш кичик эбратгичлардан тарқалади.

Шундай қилиб, ЛПА чизикли кутбланган антенна бўлиб, енг полосадаги ўзининг электрик параметрларини деярли згартирмасдан сақлайди. Унинг чегаралари чеккаларида жойлашган тебратгичларнинг ўлчамлари билан ифодаланadi. ҚТ диапозонидаги ЛПА чизикли тебратгичдан ташкил топган ўлиб, икки ўтказгичли линияга уланган. Улар икки ўтказгичли иниядан бирининг ичига жойлаштирилган коаксиал кабел рдамида кўзгатилади. Коаксиал линиядан иккита ўтказгичли инияга ўтиш учун симметрияловчи қурилма шарт эмас.

6.7. Рупорли (карнайсимон) антенналар

Содда тузилишга эга бўлган антенналардан бири охири очик ўлқин ўтказгич ҳисобланади. Аммо тўлқин ўтказгич турлатувчи майдонининг нисбий ўлчамларини кичиклиги (a/λ , b/λ), сирт тоқларини тўлқин ўтказгичнинг ташки деворларига қиб кириши, тўлқин ўтказгичнинг турли қаршиликлари ва ўраб урувчи мухитда тўлқин ўтказгич учларидан электромагнит ўлқинларни қисман қайтиши кенг ЙД ҳосил қилади.

Йўналганлик диаграммасини торайтириш учун эса турлатувчи майдон ўлчамлари катта бўлиши керак. Лекин биз ўлқин ўтказгич ўлчамларини ўз-ўзидан катталаштира олмаймиз, акс ҳолда юқори даражали тўлқинлар ҳосил бўлади. Шу сабабли тўлқин ўтказгич ўлчамларини рупор кўринишида екис ошириш зарур. Бунда чўзилган чизиклар ҳар доим тўлқин ўтказгичнинг кенг деворларига перпендикуляр жойлашиши керак.

E - *секториал* рупор деб, электр майдоннинг куч чизикларига параллел равишда тор деворларининг (*b*) ўлчамларини узайтирилишига айтилади.

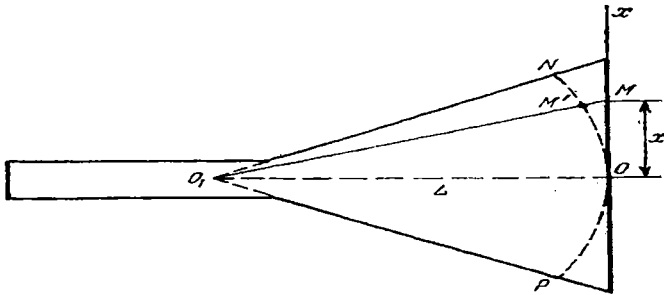
H - *секториал* рупор деб, магнит майдон куч чизикларига параллел равишда кенг деворларининг (*a*) ўлчамларни узайтирилишига айтилади.

Пирамидасимон рупор эса тўлқин ўтказгичнинг тор ва кенг деворларини узайтириш ҳисобиға ҳосил қилинади.

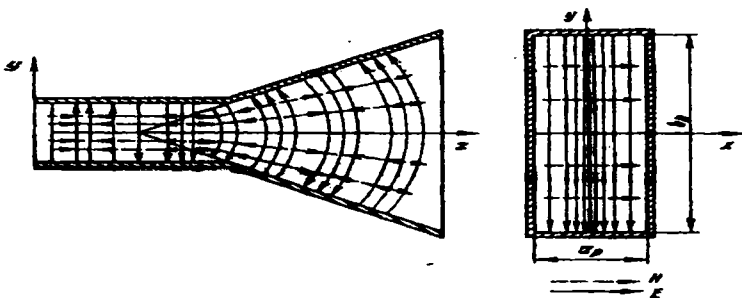
Конуссимон рупор эса доиравий тўлқин ўтказгични узайтириш ҳисобига ҳосил қилинади.

«Н» - текисликдаги рупор фақат Н текислик бўйича, «Е» - текисликдаги рупор фақат Е текислик бўйича, пирамидасимон рупор эса ҳар иккала текислик бўйича ЙД торайтиради.

Рупорлардаги тўлқин фронти тўлқин ўтказгичдаги сингари бўлмайди. У секториал рупорларда цилиндр шаклига, конуссимон ва пирамидасимон рупорларда эса сферик кўринишга эга бўлади. Шу сабабли рупор чеккаларида фаза хатоликлари вужудга келади.



6.17-расм. Фаза хатоликларини аниқлаш (ММ¹-фаза хатолиги)



6.18-расм. Рупордаги майдон тузилиши

Фаза хатоликларининг максимал қийматини қуйидаги формула ёрдамида ҳисоблаш мумкин

Н -секториал учун:

$$X_{\text{макс}} = a/2; \psi_{\text{макс}} = \pi a^2 / 4 L_{\text{H}} \lambda \quad (6.6)$$

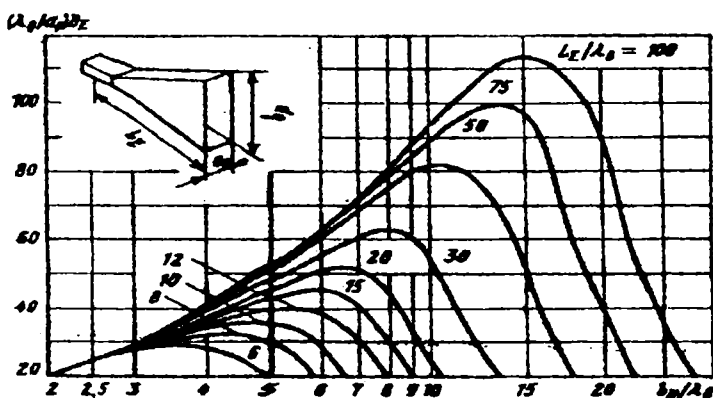
Е - секториал учун:

$$X_{\max} = b/2; \psi_{\max} = \pi a^2 / 4L_E \lambda \quad (6.7)$$

Оптимал Е-текисликли (ёки Н) рупорнинг ЙТК қуйидагига тенг:

$$D = v * 4\pi S / \lambda^2 \quad (6.8)$$

бунда, S- рупорнинг ёйилиш юзаси; v – сирдан фойдаланиш коэффиценти.



6.19-расм. ЙТК ни рупорнинг узунлиги ва ёйилиш сирти ўлчамларига боғлиқлик графиги

Максимал фаза силжишининг рухсат этилган қиймати рупорнинг берилган L/λ нисбий узунлигидаги максимал ЙТК ҳосил қилиш шарти асосида ифодаланadi. Агар рупор ЙД узунлигини ўзгармас сақлаган ҳолда унинг ёйилмасидаги нисбий ўлчамларини (a/λ , b/λ) аста - секинлик билан ошириб борсак, аввалига ЙД тораяди ва ЙТК ортиб боради. Бунга сабаб, фаза хатолиги ҳисобига сирдан фойдаланиш коэффиценти (СФК) v қанча камайса, ёйилиш юзаси S шунча тез ортади. Лекин шундай ҳолат мавжудки, унда рупор ўлчамларининг кейинги ортиши фаза хатоликларини сезиларли ортишига олиб келади, натижада

ЙД кенгайиб боради ва ИТК камаяди. L/λ маълум белгиланган қиймати учун a/λ ёки b/λ нинг оптимал ўлчамлари мавжуд бўлиб, унда антенна энг тор ЙД ва максимал ЙТК эга бўлади.

Максимал СФК эга бўлган рупор - *оптимал* деб юритилади. Рупорнинг ҳар бир узунлиги учун ёйилишнинг оптимал ўлчами мавжуд. Оптимал секториал рупор учун: $\nu = 0.64$, пирамидал рупор учун: $\nu = 0.52$, конуссимон рупор учун: $\nu = 0.51$ га тенг. Ихтиёрий рупорнинг узунлиги оптимал кўрсаткичлардан оширилганда ёйилма майдони синфаз ҳолатга яқин келади ва коэффицент ν ҳам ортади. Лекин бунга антеннанинг ташқи ўлчамларини ҳаддан зиёд ошириш эвазига эришилади.

Рупорли антенна квадратик фаза таксимотиға эга. Шунга кўра конуссимон рупор учун:

$$\Psi_{\max} = \pi R_0^2 / \lambda L \quad (6.9)$$

$$R \geq [(2R_0)^2 / 2, 4\lambda] - 0,15\lambda \quad (6.10)$$

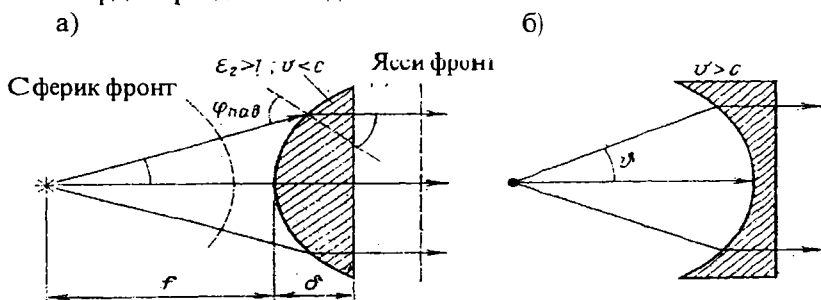
Н (ёки Е) текисликдаги рупор учун:

$$\Psi_{\max} = \pi a_p^2 / 4\lambda L_H \quad (6.11)$$

$$L_{\text{Нопт}} = a_p^2 / 3\lambda \quad (6.12)$$

бунда: $a_p, (b_p)$ - рупорнинг тор ва кенг деворлари ўлчамлари; L - рупор узунлиги; R_0 -конус радиуси.

Рупордаги тўлқин фронтини тенглаштириш учун линзалардан фойдаланилади.



6.20-расм. Тезлатувчи ва секинлаштирувчи линзалар: а) Тезлатувчи линза; б) Секинлаштирувчи линза

Секинлаштирувчи линза - кам йукотишли диэлектриклардан салади (фторопласт, полиэтилен). Линза қалқинлиги шундай анланадики унда синиш коэффициенти 1,3...1,5 оралиғида ўлиши керак. Линза қанча қалин бўлса, узатиш шунча кўп ўлади. Тезлатувчи линзаларда фаза тезлиги ёруғлик тезлигидан атта бўлади. Тезлатувчи линзалар 0,6...0,7λ оралиғида жойлашган металл пластинкаларидан ясалади. Тезлатувчи линза рдамида доиравий кутбланган сигнални узатиш мумкин эмас. Секинлаштирувчи линзаларнинг оралиғини камайтириш мақсадида уларни сунъий диэлектриклардан ясалади.

6.8. Параболик антенналар

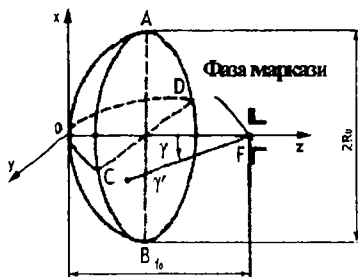
Параболик антенна (кўзгули ёки рефлекторли) *деб, тарламовчи нурлатувчи ҳосил қилган йўналтирилмаган электромагнит тўлқинларни ўткир йўналган тўлқинларга ўйлантириб берадиган қурилмага айтилади.* Бу турдаги антенналар эининг содда тузилиши, ЙТК нинг катта қийматларини олиш имконияти, яхши диапазонлик хусусиятлари ва нисбатан қиммат бўлмаган нархлари билан эътиборга лойиқ. Антенна кўзгуси яхши ўтказувчанликка эга бўлган материаллардан: алюминий ва эининг эритмасидан ёки қайтарувчи металл сирт билан қопланган пластмассаалардан тайёрланади. Коррозияни олдини олиш мақсадида эса рефлекторлар сиртига бўёқ берилади. Кўзгули антенналарнинг турли хиллари мавжуд: кўзгу-рупорли, параболик кўзгули, сферик кўзгули, ясси ва бурчак кўзгули, махсус шаклдаги кўзгули, икки ёки кўп кўзгули.

Кўзгули параболик антенна *парабола айланмаси* шаклида тайёрланган металл сиртдан ва парабола фокусида жойлашган *антенна - нурлатгичдан* ташкил топган.

Тўғри чизикли координаталар тизимидаги параболик сирт нуқтидаги тенглама билан изоҳланади: $x^2 + y^2 = 4f_0z$, бунда , f_0 – фокус масофа.

Бу сирт сферик координаталар тизимида қуйидаги тенглама асосида ифодаланади: $r' = 2f_0 / (1 + \cos\gamma)$. Бунда, r' – фокусдан то параболанинг ички сиртидаги ихтиёрий нуқтагача бўлган масофа; γ – кўзгунинг фокал ўқи ва белгиланган нуқта йўналишлари орасидаги бурчак (майдоний бурчак).

6.21-расмда ПА нинг эскизи келтирилган. Унда: F - кўзгу фокуси бўлиб, у сферик тўлқинларнинг нуқтавий манбаи ҳисобланади.



6.21-расм. Параболик антеннанинг эскизи.

OF - оралик фокус масофа дейилади ва f_0 билан белгиланади. $z = z_0$ бўлганда, ярим текис парабола эгри чизиғи билан чегараланади ва кўзгунинг ёйилиши деб номланади.

CD - тўғри чизик парабола ёйилиш текислигининг кесимини ҳосил қилади.

FAB - синик чизиғи нурлатувчидаги электромагнит тўлқиннинг хусусий нури йўналишини кўрсатади. Бизга аналитик геометрия курсидан маълумки, бу йўналишнинг узунлиги парабола сиртидаги нуқталарнинг ҳолатига боғлиқ эмас.

Параболик антеннанинг z - ўқига перпендикуляр бўлган ихтиёрий текислик унинг ёйилиш текислиги деб аталади ва кўзгатилган сиртга синфаз бўлади.

Шундай қилиб, параболик антенна нуқтавий манбадаги сферик тўлқинни ясси тўлқинга айлантириб беради. Реал нурлатувчи нуқтавий бўлмайди. Бироқ, нурлатувчининг фаза маркази параболанинг фокуси билан мос тушса, парабола фокусда жойлашган нурлатувчини нуқтавий манба деб ҳисоблаш мумкин.

Юқоридаги 6.21-расмда келтирилган парабола айланмасидаги очилиш текислиги айланма шаклга эга бўлиб, бу текислик радиуси кўзгунинг ёйилма радиуси деб аталади (R_0).

диус очилмаси ва кўзгунинг очилиш бурчаги γ_0 билан ўзаро йидаги боғлиқликда: $R_0 = 2f_0 \operatorname{tg}(\gamma_0/2)$.

Кўзгу шакли $R_0/2f_0$ ёки очилиш бурчаги γ_0 билан характерланади. Агар $R_0/2f_0 < 1$ бўлса, кўзгу узун фокусли бўлилади. Агар $R_0/2f_0 > 1$ бўлса, кўзгу қисқа фокусли дейилади.

Параболик антенна куйидаги хусусиятларга эга: бирламчи нурлаткичдан электромагнит тўлқинлар кўзгуга тушиши натижасида электр сирт тўлқинлари ҳосил бўлади. Электромагнит тўлқинларнинг иккиламчи манбаси; бу тоқлар фақат кўзгунинг бирламчи нурлатувчига қаратилган ички сиртида, балки электромагнит тўлқинлари дифракцияси дуфайли унинг ташқи сиртида ҳам мавжуд бўлади; кўзгули антенна ҳосил қилган фазонинг исталган нуқтасидаги майдон учанганлиги – бирламчи нурлатувчи ва иккиламчи сирт юқлари ҳосил қилган майдон йиғиндисидан иборат бўлади.

Реал нурлаткичлардаги ЙД шундайки, унга кўра нурлаткич омонидан нурлатилган энергиянинг барчаси ҳам кўзгуга етиб ормайди. Чунки нурлатувчи энергиясининг бир қисми кўзгудан тиб кетади. Бу эса ўз навбатида ЙД ён баргчаларини ортишига либ келади. Параболик антеннанинг ЙТК ихтиёрий нурлатувчи иртга ўхшаш тарзда ҳисоблаш мумкин:

$$D = v_{\text{нат}} \frac{4\pi}{\lambda^2} S \quad (6.13)$$

унда, S - кўзгунинг очилиш сирти; $v_{\text{нат}} = v\eta_1$ – кўзгули антеннанинг натижавий СФК (сиртдан фойдаланиш оэффиценти); v – очилмадаги фақат амплитуда таксимоти билан ифодаланувчи СФК; $\eta_1 = P_{\Sigma} / P_{\Sigma \text{ нур}}$ - кўзгудан нурлатилган уватнинг нурлатувчидан нурлатилган қувватга нисбати.

Параболик антеннанинг кучайтириш коэффиценти G , ўналтирилган таъсир коэффиценти D ва фойдали иш оэффиценти η_1 билан боғлиқ: $G = D\eta_2$, бунда $\eta_2 = P_{\Sigma} / P_{\text{нур}}$; $P_{\text{нур}}$ - нурлатувчига берилган қувват.

Антеннанинг фойдали иш коэффиценти η_2 нурлатувчидаги, нурлаткични маҳкамловчи элементларидаги, кўзгунинг ички иртини қопловчи бўёқдаги иссиқлик энергиясининг ўқотишларини ҳисобга олади.

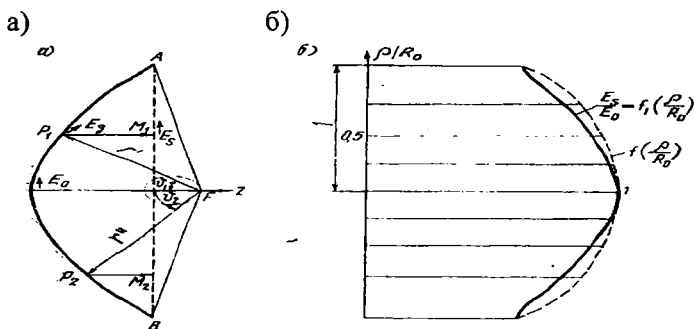
Кўзгу очилишидаги нурлатувчи ёрдамида текис амплитуда тақсимооти ҳосил қилинса, бу кўзгу чеккаларини кесиб ўтади, натижада орқа ва ён баргчалар ҳосил бўлади, у натижавий камайиши вужудга келади.

Кўпчилик нурлатувчиларнинг майдон чеккалари учун амплитуда тақсимооти кўзгу ёйилмасининг марказига қараганда 10 дБ га кам бўлса, оптимал вариант ҳисобланади.

Параболик антенналарнинг йўналиш характеристикасини икки хил усул билан ҳисоблаш мумкин:

1. *Токлар усули*, лекин бунинг учун кўзгу сиртидаги ток ва фазаларнинг тақсимланиш қонуниятини билиш керак.

2. *Апертура усули* бўлиб, энг оддий усул ҳисобланади. Унда апроксимация коэффициентларидан фойдаланилган ҳолда, реал ҳолатга яқин бўлган амплитуда тақсимооти назарий тақсимоот ёрдамида танланади.



6.22-расм. а) ПА сирти ёйилмаси; б) сирт ёйилмасидаги амплитуда тақсимооти

Кўзгу очилмасидаги амплитуда тақсимооти ва антеннанинг йўналганлик диаграммаси нурлатувчининг йўналганлик диаграммаси ва кўзгу шаклига қараб (R_0/f_0 муносабати) ифодаланади. Амплитуда тақсимоотини ҳисоблашда кўзгу нурлатувчига нисбатан узоқ зонада жойлашган деб қаралади. Бу ҳолат фокусдан кўзгу сиртигача бўлган масофа бир неча ўн тўлқин узунлигига тенг бўлганда ўринли (6.22, а-расм). Шунини

ҳисобга олганда, кўзгу сиртининг ихтиёрий нуқтасидаги амплитуда тақсимоти: $E_3/E_0 = F_0(\gamma)f/\gamma'$ га тенг бўлади. Бунда, $F_0(\gamma)$ – нурлатгич йўналганлигининг нормаллашган характеристикаси. Кўзгу очилмаси текислигида гарқалувчи майдонни ҳисобга олмаганда, ихтиёрий очилиш нуқтасидага майдоннинг амплитуда кучланганлиги $E_S = E_3$ га тенг. Нормаллашган кўринишда

$$f(\gamma) = \frac{E_3}{E_0} = \frac{E_S}{E_0} = \frac{(1 + \cos \gamma)F_0(\gamma)}{2} \quad (6.14)$$

бунда, E_S/E_0 - апертурадаги майдоннинг амплитуда тақсимоти бўлиб, уни график кўринишида кўриб чиқиш қулай (6.22.б-расм). Шунинг таъкидлаб ўтиш керакки, амплитуда тақсимотини нуқтавий аналитик $f_1(\rho/R_0)$ функцияси кўринишида тасвирлаш мумкин эмас, ёки йўналганлик характеристикасини ҳисоблашда катта мураккабликларни келтириб чиқаради. Нурлатувчи очилишининг йўналганлик характеристикаси

$$f(u, \varphi) = (1 + a_2 + a_4)\lambda_1(u) - (a_2/2 + a_4)\lambda_2(u) + a_4/3\lambda_3(u)$$

бунда, $u = kR_0 \sin \theta$; $\Lambda_1(u)$, $\Lambda_2(u)$, $\Lambda_3(u)$ - функция лямбдаси; u – функция аргументи.

Йўналганлик характеристикасини ҳисоблашда доимий коэффициентлар a_2 , a_4 , b_2 , b_4 ларни тахминий ифодалаш керак. Бунинг учун нурлатувчининг бизга маълум бўлган ЙД асосида $f_1(\rho/R_0)$ нинг амплитуда тақсимоти графиги қурилади 6.13.б-расмга қаранг).

Юқоридагилардан маълум бўладиги, унга кўра $\rho/R_0 = t_1$ ва $\rho/R_0 = t_2$ берилган қийматларида қуйидаги тенглик бажарилиши керак

$$1 + (a_2 + b_2)(\rho/R_0)^2 + (a_4 + b_4)(\rho/R_0)^4 = f(\rho/R_0, 0) \quad (6.15)$$

$\rho/R_0 = t_3$ ва $\rho/R_0 = t_4$ бўлганда қуйидагича тенглик бажарилади

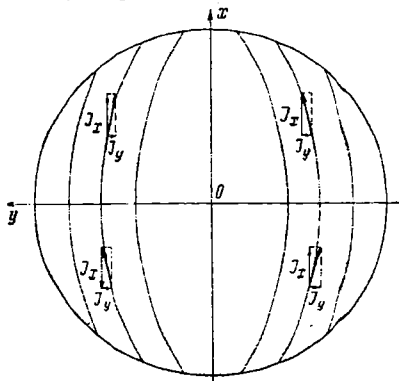
$$1 + (a_2 - b_2)(\rho/R_0)^2 + (a_4 - b_4)(\rho/R_0)^4 = f(\rho/R_0, \pi/2) \quad (6.16)$$

Бунда t нинг қийматлари конкрет шартлардан келиб чиқиб танланади. Одатда $t_1=t_3=0.5$ ва $t_2=t_4=1$ қилиб белгиланади.

Токлар усули параболик антеннанинг йўналганлик хусусиятини ифодалаб, кўзгуниги ички сиртидаги сирт тоқларнинг тақсимотига асосланади. Қуйидаги 6.23-расмда хоу текислигига проекланган сирт тоқларининг тақсимоти келтирилган. Нурлатувчи вазифасини кўзгу томонга бир тарафлама нурланишни таъминлаб берувчи контррефлекторли элементар электр нурлатгич бажаради. Кўзгу сиртидаги ток тақсимотининг қонуниятини билган ҳолда, антеннанинг йўналганлик характеристикасини ҳисоблаш мумкин. Бунинг учун эса элементар электр нурлатгич ҳосил қилаётган майдон қучланганлигининг қийматларини кўзгуниги барча сирти бўйича интеграллаш керак. Унда ҳосил бўлган натижавий майдон эллиптик қутбланган бўлади.

Кўндаланг қутбланиш (кроссқутбланиш) зарарли бўлиб, у антеннанинг ЙТК камайтиради. Кроссқутбланишнинг қиймати R_0/f_0 муносабати ортган сари камайиб боради. Шундай қилиб, тоқлар усули кўзгули антеннадаги қутбланиш эффектини ҳисобга олиш имконини беради.

Кўриб чиқилган ҳар иккала усулда ҳам кўзгуниги нисбий ўлчами R_0/λ га ва тиклик радиусига боғлиқ. Шунга кўра улар қанча катта бўлса, усуллар шунча аниқ натижа беради.



6.23-расм. Сирт тоқларининг тақсимоти

Кўзгунинг нурлатувчига кўрсатган таъсири

Кўзгудан қайтган тўлқиннинг бир қисми нурлатувчига йтади. Қайтган тўлқинларга нисбатан нурлатувчи қабул лувчи антенна вазифасини бажаради. Антеннанинг ЙТК ачалик катта бўлса, шунча катта қувватни ушлаб қолади. шлаб қолинган бу қувват ўз навбатида линияда генератор монга йўналтирилган қайтган тўлқинни ҳосил қилади. итжада юклама билан номуносиблик вужудга келади.

Кўзгунинг нурлатувчига кўрсатадиган таъсирига қарши рашиш усуллари ва уларнинг камчилиги қуйидагилардан орат:

1. Ферритли вентиль. Камчилиги - торполосали.
 2. Ёрдамчи пластина d -нинг ўлчами шундай танланиши ракки, пластинкадан келаётган ва ундан қайтаётган тўлқинлар аро ейишиб кетиши керак. Камчилиги - торполосали.
 3. Тиркиш тешиклари. Камчилиги - орқа баргчанинг тталиги.
 4. Ёйилиш сиртининг бир қисмидан фойдаланиш. Камчилиги ТК камади.
 5. Доиравий қутбланишдан фойдаланишда камчилик йўқ.
 6. 45° бурчак остида жойлашган, қутбланиш текислиги 90° лантира оладиган металл қобиргалардан фойдаланиш. мчилиги - доиравий қутбланиш билан ишлай олмайди.
- Параболик кўзгуни $\lambda/30$ аниқликда тайёрлаш талаб этилади $x = \sqrt{4f_0z}$ ифода орқали аниқланади.

Параболик антеннанинг ЙД бошқариш

Фаза хатоликлари чизикли бўлганда, ЙД бузилмайди. Катта лжишларда учинчи даражали фаза силжишлари вужудга лади ва ЙД бузилади. Нурлатувчини фокал ўқ бўйлаб жойи артирилганда квадратик фаза хатоликлари вужудга келади.

Нурлатувчига қўйиладиган асосий талаблар:

- нурланувчи минимал ўлчамда бўлиши шарт;
- кўзгу тарафига бир ёклама нурлатиш керак;
- диапазонли бўлиши керак;
- нурланувчининг фаза маркази фокус билан мос тушиши шарт;
- берилган қувватга тешилишсиз бардош бериши керак.

Назорат саволлари

1. Қандай узунликка эга бўлган тўлқинлар УҚТ деб аталади?
2. УҚТ афзалликлари ва камчиликлари.
3. Симметрияловчи қурилма деб қандай қурилмага айтилади?
4. Симметрияловчи қурилма турлари.
5. Директорли антенна қандай тузилган?
6. Логопериодик антенна қандай тузилишга эга?
7. Спирал антенна деб қандай антеннага айтилади?
8. Спирал антеннанинг қандай иш режимлари мавжуд?
9. Логопериодик антенна деб қандай антеннага айтилади?
10. Рупорли антенналарнинг тузилиши ва ишлаш принципини тушунтиринг.
11. ЙТК нинг рупорнинг узунлиги ва ёйиш сирти ўлчамларига боғлиқлик графигини таҳлил қилинг.
12. Параболик антенна қандай тузилишга эга?
13. Параболик антеннанинг хусусиятлари.
14. Кросскүтбланишнинг келиб чиқиш сабаблари нимада?
15. Параболик антеннанинг ЙД бошқариш усуллари.

7. ҚИСКА ТҮЛҚИН АНТЕННАЛАРИ

1. Қисқа тўлқин антенналарнинг хоссалари. Ернинг қисқа тўлқинли антенналар ИД кўрсатадиган таъсири

Қисқа тўлқин диапазони асосан катта масофаларга (бир неча ва минг километргача) ахборот узатиш учун қўлланилади. Бу кон тўлқинларининг ёрдами билан амалга оширилади. Бунда тўлқинлар ионосферанинг юқори қатламлари (F_2 ва F_1 қатламлар) ернинг юзасидан бир ёки кўп марта қайтиш ҳисобига амалга оширилади. Шунинг учун антеннанинг максимал нурланиш (бул) йўналиши уфқ чизиғи билан маълум бурчакни ҳосил қилиши керак. Бундай ҳоллардан асосан горизонтал йўналган антенналардан фойдаланилади. Бундай қутбланган тўлқинлар ер юзасидан аксланганда вертикал қутбланган тўлқинларга нисбатан кўпроқ сўнади. Унча катта бўлмаган масофаларга алоқа олишда вертикал қутбланган тўлқинлардан фойдаланилади. Қисқа тўлқин қўлланиладиган носимметрик вертикал антенналар конструктив жиҳатдан енгил тайёрланади. Шунинг учун ҳам ҚТ диапазонида ана шундай антенналарга кўпроқ қўлланилади. Вертикал антенналар ер юзаси бўйлаб горизонтал антенналарга нисбатан кучлироқ нурлатиш ҳосил қилади. Декаметрли тўлқин диапазонида антенналарнинг ўлчамларини тўлқин узунлигига нисбатан бир неча баробар катта қилиб яшаш мумкин. Бундай антенналар анча яхши йўналганликка эга бўлади. Узлуксиз алоқа олиш қани таъминлаш учун бир нечта ишчи тўлқин диапазонидан фойдаланиш керак. Шунинг хисобга олган ҳолда, қўлланиладиган антенналар диапазонлик хоссалари бўйича анчагина яхши нурчаларга эга бўлиши талаб қилинади. Бу радиостанциянинг қисқа тўлқин узунликларида ишлашида қўл келади. Ионосферанинг ҳолати кун давомида катта ораликларда ўзгариши учун, тарқалаётган тўлқинларнинг келиш бурчаклари турли қийматларга эга бўлади. Алоқа ўрнатилиши учун тўлқиннинг энг ўринли бўлган келиш бурчаги $5...25^\circ$ қисқалиғида бўлади. Бу қийматга боғлиқ равишда антеннанинг вертикал текисликдаги йўналганлик диаграммасининг кенглиги нурланиши лозим. Узоқ масофалардаги ҳудудларни

радиоэшиттириш билан таъминлаш учун юқори кучайтириш коэффициентига эга бўлган антенналардан фойдаланилади. Бунда, ушбу антеннанинг вертикал текисликдаги ЙД кенглиги тўлқиннинг келиш бурчаги қийматидан кичикроқ бўлиши лозим. ЙД нинг вертикал текисликдаги кенглигини камайтириш сигнал сатҳининг ўзгариши ва акс-садо ҳодисасини йўқотиш учун қўлланилади. Яқин частоталарда ишловчи ва саноат ҳамда чакмоқлар натижасида юзага келадиган ҳалқитларни камайтириш учун қабул қилувчи антеннанинг ЙД ёнга нурланиш сатҳи кичик бўлиши керак. Антенна иншоотларининг таннархини камайтириш ва самарадор фойдаланишнинг бир неча усуллари мавжуд. Булар, антеннанинг қайта ишлатилиши, яъни, махсус филтрловчи қурилмалар ёрдамида битта антенна бир нечта узаткичларга хизмат кўрсатиши мумкин. Бунда сарф-ҳаражатлар анчагина камаяди. Бундай антенналар асосан кенг полоса доирасида деярли бир хил электрик тавсифларга эга бўлган ҳолда қониқарли ишлаши лозим. Бундан ташқари, антенна махсус киришларга эга бўлиши ва бу киришларнинг ҳар бири алоҳида узатгич (қабул қилгич) ларга хизмат кўрсатиши мумкин. Реверс ҳолатини таъминловчи, яъни кириши қарама-қарши томонга ўзгартирилганда нурлаш йўналиши ҳам мос равишда ўзгарувчи антенналар ҳам кенг қўлланилади. Қисқа тўлқинли антенналарнинг ишлашига асосан, Ернинг ўз электрик хоссалари бўйича яримўтказгич муҳит ҳисобланувчи юқори қатлами таъсир кўрсатади.

Антенна ер сатҳидан h баландликда жойлашган ҳолатни кўриб чиқамиз. Бунда антеннанинг ЙД сини $f(\Delta, \varphi)$ орқали ифодаламиз. Киритилган координата тизимининг маркази антеннанинг остида, ер юзасида жойлашган ҳолат учун ЙД нинг бирламчи қиймати $f(\Delta, \varphi) = \exp(ikhsin\Delta)$ кўринишда аниқланади. Чунки, бунда ЙД тўлқиннинг босиб ўтган йўл фарқи туфайли ҳосил бўладиган фазалар силжишини ҳисобига шаклланади. Антеннанинг амплитуда ЙД си қуйидагича аниқланади

$$f_{ep}(\Delta, \varphi) = f(\Delta, \varphi) \sqrt{1 + R^2(\Delta) + 2R(\Delta) \cos(kH \sin \Delta - \Phi(\Delta))}, \quad (7.1)$$

бу ерда, $R(\Delta)$ ва $\Phi(\Delta)$ - танланган текисликдаги кутбланиш учун аксланиш коэффициентининг модули ва фазаси; $f(\Delta, \varphi)$ - антеннанинг танланган текисликдаги бирламчи ЙД.

Шуни айтиб ўтиш керакки, $\Delta \Rightarrow 0^\circ$ ҳолатида иккала ўтбланиш учун $R \Rightarrow 1$ ва $\Phi \Rightarrow \pi$. Реал шароитда нормал горизонтал) кўтбланиш учун $R_{\perp}(\Delta)$ ҳар қандай бурчакда ҳам бирдан кам фарқ қилади. Бу асосан Δ нинг кичик бурчак қийматларида катта аҳамиятга эга, чунки, айнан шу ҳолларда зокқа узатувчи антенналар қўлланилади. Бу ҳолат нормал ўтбланган антеннанинг ЙД сини идеал ўтказгич юза сиртида қойлашган худди шундай антенна ЙД сига яқинлаштиради. Ёригина фарқ шундаки, реал антеннанинг ЙД сида нолга интилувчи қиймат маълум миқдорни ташкил этади. Идеал сирт ҳолатида эса бу миқдор нолга тенг. ЙД нинг нолга интилиш йурчаги Δ нинг кичик қийматларида кузатилади. Ернинг сирти йўйлаб йўналган тўлқин учун $R_{\perp} = -1$ га тенг. Шунинг учун, бу йурчакда ЙД нинг нолга тушиши мавжуд ва унинг максимал қиймати ер сиртига нисбатан бироз бурчакка кўтарилган бўлиб қолади. ЙД нинг кўтарилиш бурчаги антеннанинг жойлашиш баландлигига боғлиқ. Баландлик ортгани сайин ЙД нинг максимуми ерга тортилиб боради. Бундан антеннанинг нурлатиш йурчагини танлашда фойдаланиш мумкин. Ҳозирги пайтда, катта масофали алоқа линияларида диапазонли мураккаб тузилишли антенналардан фойдаланилади. Кичик масофали алоқа линияларида эса оддий, диапазонли ёки тор полосали антенналар қўлланилади.

7.2. Қисқа тўлқинли оддий антенналар

Оддий антенналарга асосан симметрик (7.6-расм) ва асимметрик тебратгичлар (7.7-расм) диапазонли Надененко тебратгичи (7.2-расм), шунтли тебратгичлар ва Пистолькорснинг бурчакли антенналарини мисол қилиш мумкин. Дастлаб, горизонтал антенналарнинг конструктив тузилишини кўриб чиқамиз. Оддийлиги туфайли симметрик тебратгич ҚТ диапазонининг асосий антенналаридан ҳисобланади. Бу диапазонда горизонтал ва вертикал симметрик тебратгичлар қўлланилади. Горизонтал тебратгич диаметри 4...6 мм бўлган қаранг тортилган бронза ёки биметалл симдан тайёрланади (7.1.а-расм). Бундай симнинг тўлқин қаршилиги 1000 Ом га этади. Тебратгич икки мачта (ёғочли ёки асбоцементли) оралиғида тортилган бўлиб, унинг учлари изолятор орқали маҳкамланади.

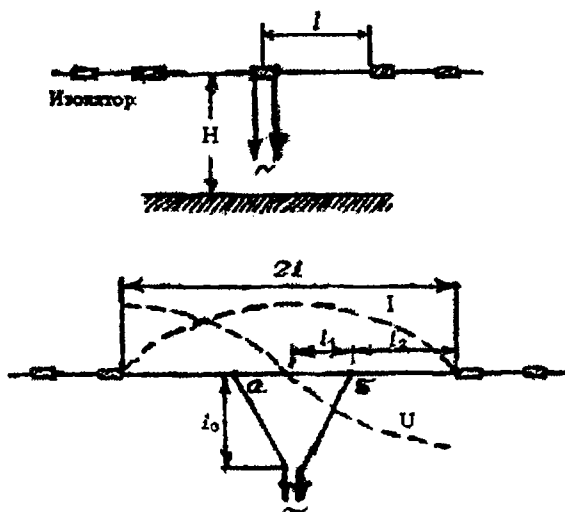
Мачталарнинг ўзи ҳам симлар ёрдамида тортилади. Уларда тоқларнинг юзга келишини олдини олиш учун симлар $\lambda/4$ узунликдан катта бўлмаган бўлақлар билан уланади. Мачтанинг баландлиги $h=\lambda/2\dots\lambda$ бўлганда, тўлқиннинг нурланиш бурчаги $\Delta_{\max}=30\dots15^\circ$ бурчаклар ораллиғида бўлади. Симметрик тебратгич танланган частотада ишлаш учун мўлжалланган бўлиб, $(0,2\dots0,25) < l/\lambda < (0,63\dots0,67)$ диапазонида ишлайди. Тебратгичнинг электрик узунлиги $0,63\dots0,67$ дан ортганда унинг йўналганлик хоссалари ёмонлашади. Тебратгичнинг энг кичик электрик узунлиги линиядаги югурувчи тўлқин коэффициентининг (ЮТК) ўрнатилиши мумкин бўлган энг кичик миқдори билан аниқланиб, у тахминан $0,1\dots0,15$ га тенг. Тебратгичнинг l/λ электрик узунлиги камайгани сайин ундаги актив қаршилик ҳам камаяди. Реактив қаршилик эса ортиб боради. Бунинг натижасида ЮТК камайиб боради. Агар тебратгичнинг ЮТК си $0,15$ дан камайиб кетса, унда бундай антеннанинг мослашуви об-ҳаво шароити ўзгариши туфайли осон бузилиши мумкин.

Антенналар ГТ (l/h) каби белгиланади. Ўрнатилган частотада ишлаш пайтида симметрик яримтўлқинли тебратгичда шунтлаш усули билан яхши мослашишни хосил қилиш мумкин. Тўлқин қаршилиги $W_\Phi=600$ Ом бўлган фидер учун геометрик муносабатлар қуйидагича: $2l_1 = 0,12\lambda$, $2l_2 = 0,47\lambda$, $l_3 = 0,15\lambda$. бундай тебратгич ГШТ (l/h) каби белгиланади ва шунтланган горизонтал тебратгич маъносини англатади (7.1-расм). Кенг диапазонда узлуксиз ишлатиш учун пасайтирилган тўлқин қаршиликли тебратгичлар (Надененко диполи, 7.2-расм), диапазонли шунтланган тебратгичлар (7.3-расм) ва ўз-ўзини тўлдирувчи тебратгичлар қўлланилади. Шунтланган тебратгичлар симдан ёки қаттиқ конструкция кўринишида тайёрланиши мумкин. Бундай тебратгичлар ёрдамида деярли 4 каррвали диапазонда $(0,16 \leq l/\lambda \leq 0,65)$ ЮТК $> 0,3$ дан кам бўлмаган қийматга эришиш мумкин. Елкалари учбурчак шаклига эга бўлган тебратгичлар ҳам шу каби мослашувга эга.

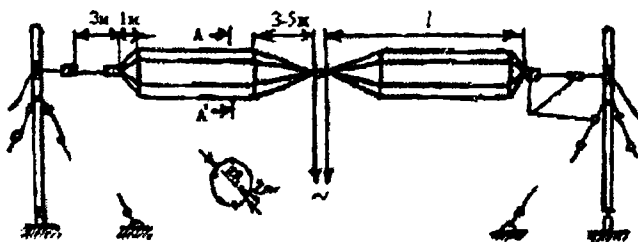
ҚТ диапазонида металл пластиналар симлар билан алмаштирилади. Натижада антеннанинг диапазонлик хоссалари бироз камаяди. Ясси тебратгичнинг кириш қаршилигини тебратгич юқорисидаги бурчакни ўзгартириш орқали ўзгартириш мумкин. Етарлича кенг полосалилик $60\dots90^\circ$ бурчак ораллиғида сақланади. Бу антенна қаршилиги $W_\Phi = 220$ Ом бўлган фидер

аманда озиклантирилганда тебратгичнинг ЮТК си 0,5 дан
 ик бўлмайди.

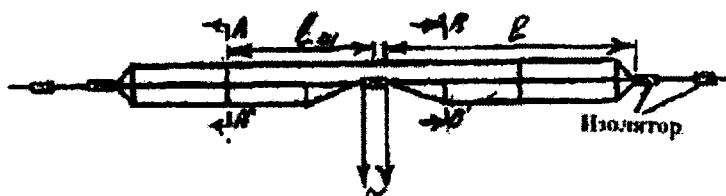
еннанинг ЙД сини торайтириш учун созланган пассив
 ратгичлар – рефлектор ва директорлар қўлланилади. Улар
 ...0,3)λ масофада жойлаштирилади. Турли йўналишларда
 ілашган корреспондентлар билан алоқа ўрнатиш учун
 еннанинг ЙД сини кенгайтириш лозим.



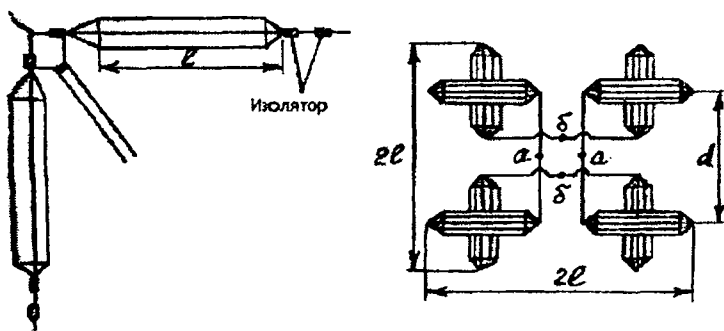
7.1-расм. Оддий симли антенналар
 а) горизонтал тебратгич (ГТ);
 б) горизонтал шунтланган тебратгич (ГШТ)



7.2-расм. Надененко диполи (ГДТ)

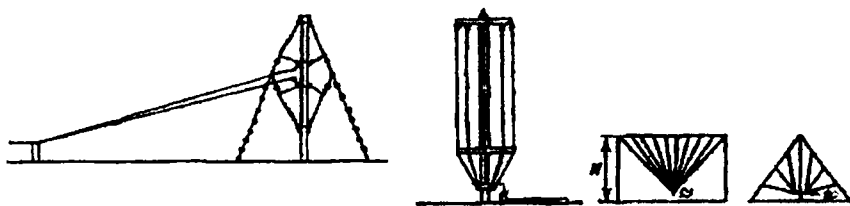


7.3-расм. Горизонтал диапазонли шунтланган тебратгич (ГДШТ)



7.4-расм. Бурчакли антенна (БА). 7.5-расм. Зенитли нурлатувчи антенна.

Бундай холларда Пистолькорс томонидан тавсия этилган бурчакли антенналар қўлланилади. Унинг горизонтал текисликдаги диаграммаси айланали шаклга яқин. Бурчакли антенна конструкцияси бўйича ўзаро 90° бурчак остида жойлашган горизонтал тебратгичлардан ташкил топган. Хар бир тебратгичнинг максимал нурлаш йўналишлари бир-бирига перпендикуляр жойлашганлиги учун горизонтал текисликда антенна деярли доирасимон диаграммага эга.



7.6-расм. Симметрик вертикал тебраткич. 7.7-расм. Носимметрик тебраткич

Антеннанинг горизонтал текисликдаги диаграммаси l/λ гуносабатга боглиқ. Нисбатан бир текис нурлаш $l/\lambda \approx 0,5$ бўлганда юзага келади. Вертикал текисликда антеннанинг ЙД симметрик тебраткичники каби бўлади. Бу антеннанинг фидер билан кенг полосада мослашишини таъминлаш учун Надененко диполдан фойдаланилади. Зенитли нурланиш (маълум бурчак кенликда нурлатувчи) га эга бўлган антенналар ҳам оддий антенналар сафига киради. Бу каби антенналар тўлқиннинг кенлик бурчаги $\Delta = 50 \dots 90^\circ$ оралиғида бўлган кичик масофали (300 км гача) алоқа линияларида қўлланилади. Бундай алоқа линиялари маҳаллий радиоэшиттириш учун ажратилган бўлиб, ҳақиқатда $\lambda = 60 \dots 80$ м оралиғида бўлади. Радиотўлқинларнинг арқалиш хоссаларини ҳисобга олган ҳолда, зенитли антеннанинг ўнги ва кундузги ишлаш режимлари учун қутбланиш йўналиши таъминловчи доиравий қутбланишни қўллаш ўринли. Турникетли антенна зенитсимон нурланишни юзага келтирувчи оддий антенна ҳисобланади. Аммо унинг ЙД си жуда ҳам кенг. Бу антеннанинг ЙД сини торайтириш учун турникетли нурлаткичлардан ташкил топган антенна панжаралари қўлланилади. Надененко диполлари ёрдамида ҳосил қилинган ўрт нурлаткичли турникет антенна 7.5-расмда ифодаланган. Унинг геометрик ўлчамлари қуйидагича: $l = 30$ м, $d = 31$ м, тебраткичлар жуфтликлари ердан 14 ва 17 м баландликда қойилади. Тебраткичлар диаметри 4 мм бўлган симлардан тайёрланади. Вертикал қутбланган тўлқин ҳосил қилиш учун тасвирланган пасайтирилган кириш қаршилигига эга симметрик ва носимметрик Надененко диполлари қўлланилади. Улар ўз-ўзига ўтказкич (7.6-расм) ёрдамида озиклантирилади. 7.7-

расмда носимметрик тебратгичларнинг баъзи турлари кўрсатилган.

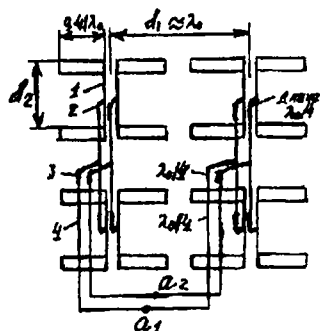
Бу каби тебратгичларни қўллашда, у жойлашган ерни металлзация қилиш талаб этилади. Тебратгич остидаги ер қатлами курилманинг кириш занжири хисобланади ва асосий йўқотишлар қувватини аниқлаб беради. Ерни металлш бу йўқотишларни анча камайтиришга ёрдам беради. Бунинг учун ерга узунлиги (1,5...2)λ бўлган 80-120 дона ҳар томонга тарқалувчи симлар киритилади. Металлизациялаш сифати антеннанинг ФИК ни оширади. Қабул қилувчи антеннада ФИК узатувчи антеннага нисбатан кичик бўлиши ҳам мумкин. Шунинг учун фақат қабулга ишлайдиган антенналанинг пастки қисмини 0,5λ узунликка эга бўлган 10-15 дона симлар билан металлзацияланса ҳам бўлади. Носимметрик тебратгичлар коаксимал кабель ёки унинг аналоги бўлган симли коаксиал линия ёрдамида озиклантирилади.

7.3. Синфаз горизонтал диапазонли антенналар

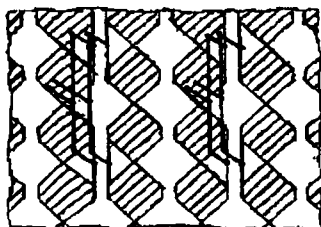
ҚТ диапазонда катта масофаларга радиотўлқинларни узатишда асосан синфаз горизонтал диапазонли (СГД) антенналар кенг қўлланилади. Бу антеннанинг асосий афзаллиги шундаки, у катта қийматли йўналтирилган таъсир коэффициентига (кучайтириш коэффициенти ҳам юқори, чунки ФИК юқори) эга. СГД антеннаси қайта соzлашсиз деярли 2...2,5 каррали диапазонда ишлай олиши мумкин. Антенна синфаз панжарадан ташкил топган бўлиб, бир неча қават ва бир неча қатор қилиб жойлаштирилган орларидаги масофа d_2 бўлган синфаз кўзгатиловчи симметрик тебратгичлардан иборат (7.8-расм). Хозирги пайтда икки (трасса узунлиги 1000...3000 км), тўрт (2000...6000 км) ва саккиз қаватли (6000 км дан ортик) антенналар қўлланилади. Антеннанинг синфаз кўзгатилиши ихтиёрий тебратгичларининг таъминот нуқтасидан асосий фидернинг уланиш нуқтасигача бўлган масофа бир хиллиги билан таъминланади. Диапазонли тебратгичлар антеннанинг кенг полосода бир хил электрик характеристикалар билан ишлашини таъминлайди. Шу билан бирга, тебратгичларни озиклантирувчи тақсимот фидерларига зинасимон трансформаторларни улаш ёрдамида амалга оширилади. Тебратгичлар кичик кириш қаршилигига эга бўлган ($W = 280...470$ Ом) симлардан

йёрланади. Улар уч симли учбурчак шаклли, шунтланган гтик конструкцияли, ҳамда ясси тебратгичлар кўринишида лади (8.9-расм). СГД антенналарида кўп ҳолларда каларининг ўлчами $(0,35...0,45)\lambda_0$ бўлган тебратгичлар ланилади.

Бир йўналишда нурлатишни таъминлаш учун антенна флектор билан бирга қўлланилади. Рефлектор тўлқинни слантириш учун ишлатилади. Унинг уч тури мавжуд. Булар ссив (созланадиган), апериодик ва актив (озиклантирилувчи). эланувчи рефлектор антеннанинг актив полотноси сингари йёрланан бўлиб, ундан маълум d_p масофада жойлаштирилади. флектор фазовий тўлқин орқали кўзғатилади.



7.8-расм. Симфаз горизонтал диапазонли антенна (СГД)



7.9-расм. Симли ясси тебратгичли антенна

рефлектор ёрдамида антеннанинг нурлаш йўналишини рама-қаршисига ўзгартириш мумкин. Апериодик рефлектор си экран кўринишида тайёрланиб, бир қатор горизонтал имлардан иборат бўлади. Экраннинг ўлчамлари антеннанинг лотносидан каттароқ қилиб танланади. Бу рефлектор эланувчи рефлекторга нисбатан орқа томонга нурланишни ча самарали камайтиради ва ўзаро ҳалақитларни майтиришда қўл келади. Апериодик рефлекторнинг афзаллиги ундаки, уни созлаш талаб этилмайди. Камчилик сифатида уни йёрлаш мураккаблигини ва электрик шаффофликнинг ўқлигини (рефлектор антеннани орқа тарафдан тўлиқ тўсади) йтиш мумкин. Актив рефлектор ҳам созланувчи рефлектор

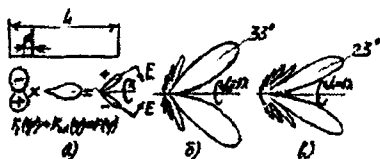
каби, антеннанинг полотносидан тайёрланади. Унинг таъминоти генератордан олиниб, асосий қувватнинг бир қисмигина рефлекторга берилади. Актив рефлекторли СГД антеннани частота алмаштирилганда қайта сошлаш талаб этилмайди.

Антеннанинг вертикал текисликдаги йўналганлик хоссалари ундаги қаватлар сонига ва антеннанинг ердан кўтарилиш баландлигига боғлиқ. Қаватлар сонининг оширилиши антеннанинг вертикал текисликдаги ЙД сини торайтиради ва нурлаш бурчагини камайтиради. Кўтарилиш баландлигининг оширилиши эса антеннанинг ЙД сини ерга тортилишига ва вертикал текисликда ЁБС нинг ортишига сабаб бўлади.

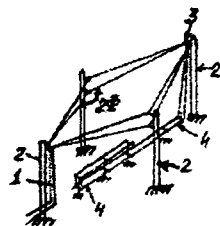
Антенна пастки қаватининг ердан баландлиги кўп ҳолларда $\lambda_0 \dots 1,75\lambda_0$ га тенг қилиб олинади. СГД антенналар асбоцементли тиргакларда 100 м ва ундан катта баландликларда ўрнатилади. Антеннанинг вертикал текисликдаги ЙД сини бошқариш учун унинг полотносини икки бир хил миқдорли тебратгичлар гуруҳига бўлинади ва уларга алоҳида фазалар силжишини берилиш орқали амалга оширилади.

7.4. Ромбсимон антенналар

Қисқа тўлқин диапазонида, узатувчи антенналар сифатида асосан ромбсимон горизонтал (РГ) антенналар қўлланилади. Бу турдаги антенна икки симли линия кўринишида бўлиб, шаклан ромбни такрорлайди. Бу антеннанинг бир учига узатгич (ЭЮК манбаи), иккинчи учига эса линиянинг тўлқин қаршилиги қийматига тенг бўлган ютувчи қаршилик уланади. Натижада, бу антеннада югурума тўлқин режими юзага келади.



7.10-расм. Югурума тўлқин токи билан таъминланувчи сим бўлаги



7.11-расм. Ромбсимон антенна

Антенна баландлиги $(1,0...1,25)\lambda_0$ га тенг бўлган тўртта иргакка ўрнатилади. Юқорида антеннанинг схематик чизмаси елтирилган (7.11-расм). Бу антенна йўналганлик ва ослашганлик тавсифлари бўйича диапазонли саналади. Антенна ,5 каррали диапазонда ўз электрик тавсифларини қониқарли аражада сақлаган ҳолда қўшимча созловсиз ишлаши мумкин. Ромбнинг шаклига боғлиқ равишда икки симнинг орасидаги масофа ўзгариб турганлиги сабабли, антеннанинг кириш аршилиги 600...1000 Ом оралиғида ўзгариб туради. Ромбнинг ўтмас бурчагида қаршилик ошиб кетганлиги туфайли (тахминан 000 Ом) у ерда маҳаллий аксланиш юзага келади ва антеннанинг эгурувчи тўлқин режими ёмонлашади. Кириш қаршилигининг ромб шаклига боғлиқлигини сусайтириш учун уни ўзаро зоклашиб борувчи икки симдан тайёрлаш мумкин. Бунда симлар ромбнинг ўтқир учидан ўтмас учи томон кенгайтириб борилади ва улар орасидаги масофа тахминан 2...2,5 м га етади. Шу усул билан антеннанинг бутун узунлиги бўйлаб қаршилик згармаслиги таъминланади. Бу антеннани тўлқин қаршилиги $V=700$ Ом бўлган фидер ёрдамида озиқлантирилганда югурувчи ўлқин коэффиценти (ЮТК) юқорилигича сақланади. Бундай антеннанинг ЙД сини ромбни ташкил этувчи симлар йўналганлик авсифларининг йиғиндиси орқали ҳисоблаш мумкин.

Ромбсимон антенна, умуман олганда, икки хил қутбланган ўлқин нурлатади. Булар – горизонтал (нормал) ва параллел қутбланишдир. Бироқ, антеннанинг вертикал текислигида ва горизонтал ($\Delta=0^\circ$) текисликларда фақатгина нормал қутбланган ўлқин мавжуд бўлади. Ромбсимон антеннанинг вертикал текисликдаги ЙД сини қуйидаги ифода ёрдамида ҳисоблаш мумкин:

$$f(\Delta) = [\cos\Phi / (1 - \sin\Phi \cos\Delta)] \cdot \sin^2[(kL/2)(1 - \sin\Phi \cos\Delta)] \sin(kH \sin\Delta), \quad (7.18)$$

бунда, h – ромбнинг ўрнатилиш баландлиги; Φ – ромбнинг ўтмас бурчак ярим қиймати.

Ютувчи қаршилик ромбдаги нурлатилмаган қувватни сарф қилиш учун қўлланилади.

Ромбнинг L , Φ ва h ўлчамлари трассанинг узунлигини ҳисобга олган ҳолда, қабул қилиш нуқтасига тўлқиннинг етиб боришини таъминловчи қийматлар асосида танланади.

Берилган Δ_{\max} бурчак қийматларида L , Φ ва h ларни юқоридаги ифоданинг кўпайтирувчилари орқали аниқланади:

$$\Phi = 90^\circ - \Delta_{\max}; L = \lambda_0 / (2 \sin^2 \Delta_{\max}); h = \lambda_0 / (4 \sin \Delta_{\max}).$$

Ҳисоблашлар натижаси шуни кўрсатадики, ромбнинг томонларини 1,5...2 мартагача камайиши унинг кучайтириш коэффициентини унчалик пасайтирмайди. Трассанинг узунлиги 1500...2000 км бўлганда $\Delta_{\max} = 15^\circ$ қийматга эришади. Бу ҳолатда $L = 4\lambda_0$; $\Phi = 65^\circ$; $h = \lambda_0$ муносабатлар танланади. Трассанинг узунлиги катта қийматга эга бўлганда ромбнинг ўлчамлари ҳам катталашиб кетади (тахминан $\Phi = 70...75^\circ$, $L = 6\lambda_0$; $h = 1,25\lambda_0$). Ишчи диапазонда $(0,8...2,5)\lambda_0$ ромбнинг кириш қаршилиги 500...800 Ом ораликда бўлади. Берилаётган қувватнинг бир қисми ютувчи юкламада сўнади (ромбнинг симларида анча кам сўнади). Антеннанинг ФИК юқори диапазонда ($\lambda/\lambda_0=2$) 0,4...0,7 куйи диапазонда ($\lambda/\lambda_0=0,8$) эса 0,55...0,8 қийматлар орасида бўлади. Ромбсимон антеннанинг ЙТК си куйидаги муносабатлар ёрдамида аниқланиши мумкин

$$D = 30(kh_T)^2 / W_A \quad (7.19)$$

$$G = 30(kh_T)^2 / R_\Sigma. \quad (7.20)$$

Ромбсимон антеннанинг асосий камчиликлари:

- антеннанинг ЁБС катта (СГД га нисбатан анча катта);
- нисбатан паст ФИК ва катта майдонни эгалланиши.

Афзалликларга қуйидагиларни киритиш мумкин:

- кенг диапазонда ишлаши;
- манбага уланишнинг осонлиги;
- таннархининг пастлиги;
- фойдаланишнинг осонлиги.

Г.З Айзенберг томонидан антеннанинг мукамаллаштирилган кўриниши таклиф этилган бўлиб, антенна горизонтал текисликда иккита устма-уст жойлаштирилган ва ёнга бир тўлқин узунлиги қийматига силжитилган ромблардан иборат. Унинг ЁБС си анча камайтирилган ва параллел уланган қаршилиқлар каби

теннанинг ҳам кириш қаршилиги икки баробар пасайган. Итижада унинг ФИК 65...85 % гача ошган. Иккиланган ромбсимон антеннанинг кучайтириш коэффициентини ФИКнинг лиши ва ЁБС нинг камайтирилиши туфайли 1,5...2 баробарга яди. РГИ антенна 600 Ом ли икки симли узатиш линияси дамида радиоузатгич қурилмаси чиқишига уланади. иршиликнинг икки баробар камайтирилиши (600 Омдан 300 мга) антеннанинг киришида тўртсимли трансформатор дамида амалга оширилади.

Антеннанинг кириши ва чиқишини ўзаро алмаштириб, унинг рама-қарши томонга нурлашини таъминлаш мумкин.

Назорат саволлари

1. Қандай узунликка эга бўлган тўлқинлар ҚТ деб аталади?
2. ҚТ антенналарининг хоссалари.
3. ҚТ оддий антенналарнинг турлари.
4. ҚТ антенналарининг ЙД қандай кўринишига эга бўлади?
5. Синфаз горизонтал антеннани ҳосил қилиш усуллари.
6. Синфаз горизонтал антенналарда қўлланиладиган флекторнинг қандай турлари мавжуд?
7. Синфаз горизонтал антеннанинг афзалликлари ва мчиликлари.
8. Ромбсимон антенналар деб қандай антенналарга итилади?
9. Ромбсимон антеннанинг вертикал текисликдаги ЙД ндай ифодланади?
10. Ромбсимон антенналарда ЮТ режимини ҳосил бўлиш арлари.
11. Ромбсимон антеннанинг асосий камчиликлари нимада?
12. Г.З.Айзенберг томонидан антеннанинг мукаммаллаш- ирилган кўринишини чизинг.

8. ЎРТА, УЗУН ВА ЎТА УЗУН ТЎЛҚИН ДИАПАЗОНЛАРИНИНГ АНТЕННАЛАРИ

8.1. Антенналарнинг ўзига хос хусусиятлари

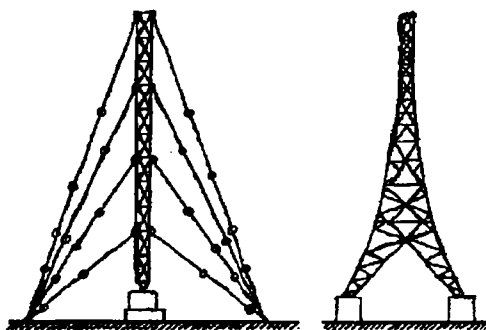
Ўрта тўлқин (ЎТ) диапазонида ер тўлқинларидан алоқа ўрнатишда кенг фойдаланиш бу диапазонда вертикал (параллел) кутбланиш турининг қўлланилишини аниқлаб беради. Чунки, бу диапазонда (айниқса ўта узун ва узун тўлқин диапазонларида) ернинг идеал ўтказувчи сирт билан алмаштирилиши қисқа тўлқин диапазонидагига нисбатан яна ҳам асосланганроқ. Қамров зонасини кенгайтиришда $\Delta > 40...50^\circ$ бурчак остида суст нурлатувчи антенналардан фойдаланиш маъқулроқ. Бундай антенналарни антифединг антенналари дейилади. ЎУТ ва УТ диапазонларининг камчиликларига саноат ва атмосфера ҳалақитларининг кўплиги, катта қийматли ЙТК ва ФИК га эга бўлган антенналарни яратиш қийинлигини кўрсатиб ўтиш мумкин. ЎУТ, УТ ва ЎТ диапазонларининг антенналари ер юзи бўйлаб йўналган нурлатишга асосланган. Бу турдаги ЙД ни вертикал носимметрик тебратгичлар ёрдамида ҳосил қилиш мумкин. Тебратгичларнинг баландлиги техник - иқтисодий нуқтаи - назардан танланади. Амалда бу тебратгичлар 150...200 м баландликда жойлаштирилади. ЎТ диапазонида сигнал сатҳининг ўзгаришини олдини олиш мақсадида тебратгичларни 350 м ва ундан юқорироқда жойлаштириш керак. ЎУТ ва УТ диапазони антенналарининг нисбатан паст баландликда жойлаштирилиши уларнинг кичик қийматли нурлатиш қаршилигига эга эканлигини келтириб чиқаради. Унинг қиймати йўқотишлар қуввати билан тенг бўлиши, баъзи ҳолларда эса кам бўлиши мумкин. Шунинг учун ҳам антеннанинг ФИКи жуда ҳам кичик бўлади. Бундай антенналар ёрдамида катта қувват узатиш учун унга катта ток бериш лозим. Ўз ўрнида, бу ҳолат ер сиртида катта йўқотишларнинг юзага келишига сабаб бўлди. Қисқа антеннанинг реактив ташкил этувчиси жуда ҳам катта миқдорга эришади. Шунинг учун ҳам, антеннанинг киришида катта қийматли кучланиш мавжуд

$$U_0 = I_0 \sqrt{R_{кв}^2 + X_{кв}^2} . \quad (8.1)$$

$X_{\text{кыр}} \gg R_{\text{кыр}}$ бўлганлиги учун $U_0 \approx I_0 X_{\text{кыр}}$ деб қабул қилиш мумкин. Антеннанинг кириш нуктасида, унинг бошқа турли шартларида электр тешилиш юз бермаслиги учун симлар ва ер қавати орасидаги кучланиш рухсат этилган қийматдан ошмаслиги керак. Реактив қаршиликнинг юқорилиги антеннада катта қувватда реактив қувватнинг сақланишини таъминлайди. Генераторнинг асслиги катта бўлганлиги учун, унинг ўтказиш қобилияти жуда тор. Гоҳида, ана шу тор полоса ҳам телеграф линияларини кичик тезликда узатиш учун камлик қилади. Шу шартларни олдини олиш мақсадида ҲҲТ ва ҲТ диапазонларида нурлатиш қувватини ошириш, антеннадаги ток ва қувватларни камайтириш ва полоса кенглигини ошириш шартларини кўриш лозим. Буни антеннанинг нурлатиш қобилигини ошириш орқали амалга ошириш мумкин. ҲТ диапазони антенналарида бу муаммо нисбатан осон ечимга эга, лекин антенналарнинг нурлатиш қаршиликлари катта қийматга эришади. Бирок, бу диапазонда антифеднинг антенналарнинг яратилиши ва таъмир қилини хос муаммоларни ечишни талаб қилади.

8.2. ҲТ диапазонининг узатувчи антенналари

Кўп ҳолларда, ҲТ диапазони антенналар антенна-мачталар ва антенна-миноралари кўринишида яратилади (8.1.а,б-расм). Минорали антенналарнинг асослари тортма симлар ёрдамида ва изоляторлар орқали тортилади. Бундай минораларнинг узунлиги 60...200 м га тенг. Антенна-мачталари эса 60...350 м узунликкача бўлади. Бундай иншоотларнинг фойдали қисмлари шундаки, улар антенна учун ажратилган майдонни тайинлайди. Минорали-антенналар ҲД диапазони нинг бузилишига қараганда кам таъсир кўрсатадигани, унда маҳкамловчи симлар қўйилмайди. Изоляцияланган антенна-миноралари ва мачталарини концентрик цилиндрли линиялар ёрдамида қўйиладиган бўлади. Унда линиянинг марказий сими антенна қисмига, четки сими эса ерлантириш тизимига уланади. Ерлантириш тизими 80...120 та симлар ёрдамида бажарилади. Бу ҳолда, антеннанинг яқин зонаси майдони ерлантириш тизими билан тўлиқ қамралиши керак. Симларнинг узунлиги ва сони қанчалик кўп бўлса ерда сўнадиган қувватнинг миқдори шунча кам бўлади. Ерлантириш симлари горизонтал ҳолатда 0,5 м қўриқда жойлаштирилади.



8.1-раем. а) антенна – мачтаси; б). антенна - минораси

Антенна-миноралари ва мачталарининг қамров зоналарини кенгайтириш учун уларни юқори қисми сиғимли юклама билан тўлдирилади. Юклама металл дискдан ёки маҳкамловчи симлардан ҳосил қилинади. Бу юклама ёрдамида антеннанинг антифединг хоссаларини сусайтирмаган ҳолда миноранинг баландлигини 20...25% гача пасайтириш мумкин. Антеннани LC-занжир ёрдамида сошлаш имконияти яратилади. Антенна-миноранинг камчилиги шундаки, унда изоляторлар нафақат антеннани ердан ажратиб туради, балки, у минорани ушлаб турувчи таянч ҳам ҳисобланади. Шунинг учун изолятор нафақат юқори электр бардошликка, балки юқори механик бардошликка ҳам эга бўлиши керак. Изоляторга таяниб турувчи антенна мачталари 100...200 тонна оғирликка эга бўлади. Изоляторларнинг қўлланилиши антенна-мачталарининг таннархини оширади, уларнинг механик бардошлилигини камайтиради ва чақмоқдан сақлаши тизимини сулштиради. Шунинг учун ҳам изоляторларсиз ўрнатиладиган, ерлангирлан ва маҳкам асосга ўрнатиладиган антенна-мачталарини яратиш ва улардан фойдаланиш катта аҳамиятга эга. Бундай турдаги антенналарнинг шунгланган таъминотли ва юқоридан таъминланувчи хиллари мавжуд (8.2-расм). Кўп ҳолларда кучланиш қия жойлаштирилган сим ёрдамида берилади. Бунда мачтанинг пастки l_1 (шунт) ва юқори l_2 қисмлари фидерга нисбатан параллел уланади. Токнинг антенна-мачтаси бўйлаб тақсимоти нозикли бўлгани учун унинг таъсир этувчи

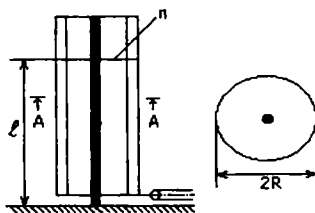
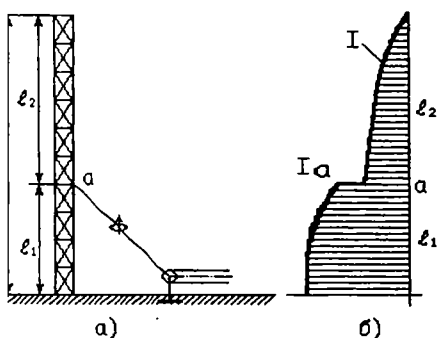
ландлиги камаяди. Бундай антеннанинг кириш қаршилигини йидаги ифода ёрдамида ҳисобланади

$$R_{\text{кир}} = (W_a^2 / R_{\Sigma n}) \sin^2 kl_1, \tag{8.2}$$

нда, $R_{\text{кир}}$ - антеннанинг тўлиқ нурлатиш қаршилиги.

Амалда шунтланган камайтирилган тўлқин қаршилигига эга лган антенна-мачталари кенг қўлланилади. Бундай теннанинг электрик схемаси 8.3-расмда келтирилган.

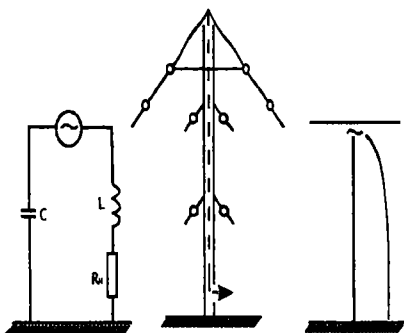
Ёрлангиланган мачта бир қатор нурловчи симлар гуруҳи лан ўраб чиқилади ва антенна асосида бу симлар бир халқага аниб, мачтадан изоляцияланган холда таъминланади. ачтанинг l_1 қисми шунт вазифасини бажаради. Мачтанинг ндаланг кесими ошганда унинг кириш қаршилиги пасаяди. нинг натижасида антенна ёрдамида катта қувват узатиш ва инг диапазонлик хоссаларини яхшилаш имконияти қилади. Тўлқин қаршилигини пасайтириш учун қисман хсус симлардан, қисман эса мачтанинг юқорисидан ртилган маҳкамлаб турувчи таянч симларидан фойдаланиш умкин. Қия симларнинг қўлланилиши антенна-мачтасининг кори бурчаклар остида нурлашига сабаб бўлади. Шунинг ун хам бу антенналарни антифединг (паст бурчакларда рловчи) антенналари сифатида қўллаш мумкин эмас. нтенна-мачталарининг баландлиги асосан $0,15 \leq l/\lambda \leq 0,5$ аликда олинади.



8.3. Камайтирилган тўлқин қаршиликли антенна - мачтаси

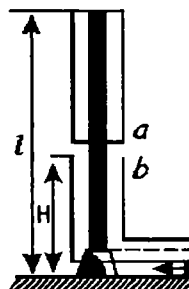
8.2. Шунтланган таъминотли антенна мачтаси

Юқоридан таъминланувчи антенна-мачтаси ерланган мачта бўлиб, унинг юқори нуктасига носимметрик узатиш линияси уланади. Линиянинг экран мачта билан уланган бўлиб унинг марказий сими мачтанинг юқори нуктасида бироз баландроқда жойлаштирилган зонтга уланади. Зонт сифатида антеннанинг юқорисида изолятор ёрдамида уланган бир қатор маҳкамловчи симлар



8.4. Юқоридан таъминланувчи антенна - мачтаси

қўлланилади. Бундай антеннанинг чизмаси 8.4-расмда келтирилган. Зонтнинг ўқлари узунлиги мачтанинг ярим баландлигига тенг ва мачта билан 45° бурчак ҳосил қилади. Бу каби антенна-мачтасининг афзаллиги шундаки, у пастки қисмидан таъминланувчи антеннага нисбатан юқори қийматли нурлаш қаршилигига ва бир текис ток тақсимотига эга. Бунинг натижасида антеннанинг таъсир этувчи баландлиги ошади. Антенна-мачталарининг антифединг хоссалари, диапазонлик тавсифларини яхшилаш мақсадида бошқарилувчи ток тақсимотига эга антенна (БТТА) ишлаб чиқилди. 8.5-расмда бундай антеннанинг схемаси келтирилган. БТТА нинг баландлиги ℓ тахминан 260 м га тен бўлиб, мачтанинг асоси ердан ажратилган. Мачтанинг пастки 1/4 қисми диаметри 10 м га тенг бўлган симли экран билан ўралган. Мачтанинг юқориси ҳам худди шундай симли цилиндр билан ўралган бўлиб, улар пастки симлар билан бирлаштирилган бўлади ва симлар бўйича оқувчи тоқлар биргаликда антенна мачтанинг нурланишини шакллантиради. Антеннанинг то тақсимоти мачтанинг пастки асосини ер билан ўзар бирлаштирувчи ўзгарувчан қаршилик X_n ёрамида амалг оширилади. Бу қаршилик қисқа туташтирилган шлейк ўринишида бўлиб, таъминот линиясининг ташқи экран

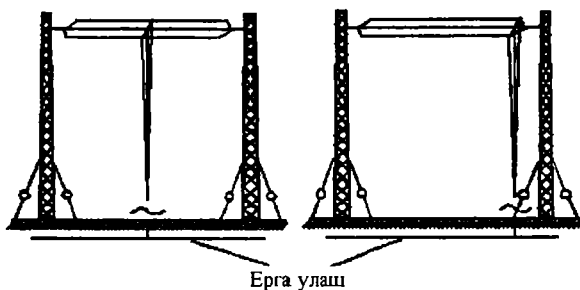


8.5. БТТА

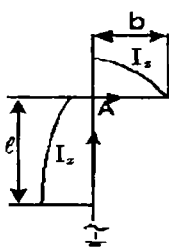
амида бажарилади. Битта БТТА бутун радиоэшиттириш диапазонида ($\lambda = 200...2000$ м) ишлатилиши мумкин. 600...2000 м диапазонда қисқа туташтирилган шлейф узунлиги нолга яқинлаштирилади. Бундай режимда антенна катта кириш шилигига эга бўлади. Антеннанинг антифединг хоссалари 100...570 м диапазонда сақланади. БТТА нинг бошқа турлари қўлдан яратилган бўлиб, улардан бирининг баландлиги 320м бўлиб, катта таъминот нуқтасига эга. Бу БТТА вертикал текисликда қўлланадигангагина тор ЙД га эга бўлиб, ён барг нурланиши ҳам кам. Кўчма торли майдонни радиоэшиттириш билан таъминлаш учун қўлланган БТТА тўртта мачтадан ташкил топган бўлиб, квадрат шаклида жойлаштирилади. Уларнинг иккитаси актив, иккитаси эса пассив саналади, яъни, фақатгина иккита мачта генератордан озиклантирилади, қолган иккитаси эса рефлектор вазифасини бажаради. Бу тизимнинг нурловчи мачталари орасида қўлланадиганлиги боғлиқликни ҳосил қилиб, тўртта секторни қамраш мумкин. Қўлланадиган осан, томонлари 70 м га тенг бўлган квадрат бурчакларида жойлаштириладиган БТТА лар қўлланилади. Узок масофадаги нурларни радиоэшиттириш билан қамраш учун махсус ЎТ БТТА антеннаси ишлаб чиқилган бўлиб, у 8 та мачтадан ташкил топган. Уларнинг тўрттаси бир қаторда жойлашган ва генератордан таъминланади. Иккинчи қатордаги қолган тўртта рефлектор вазифасини бажаради. Бу тизим $\pm 30^\circ$ секторида шқарилувчи ЙД га эга. Тизимнинг кучайтириш коэффициенти 5...575 м диапазонда 28...5 мартага тенг.

8.3. ЎУТ ва УТ диапазони узатувчи антенналари

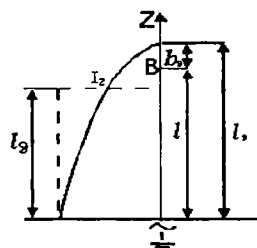
УТ диапазонида узатувчи антенналар сифатида асосан Т-симон, Г-симон ва зонтсимон тебратгичлар қўлланилади (8.6-схема). ЎУТ ва УТ диапазонларида катта қувватли узатгичлар учун мураккаб (секцияланган) ерга улаш схемаларидан қўлланади. Бундай схемалар ва йўқотишларни сусайтирувчи махсус тизимлар ёрдамида антенналарнинг ФИК инини 0,9 гача қисқариши мумкин. Антеннанинг горизонтал полотноси 250 м узунликка эга бўлиб, фақатгина вертикал қисмида ток қўлланадиганини тенглаштириш ва антеннанинг таъсир этувчи баландлигини ошириш учун қўлланилади. Бунда тебратгичларнинг нурлатиш қаршилиги ортади.



8.6. "Т-симон" ва "Г-симон"



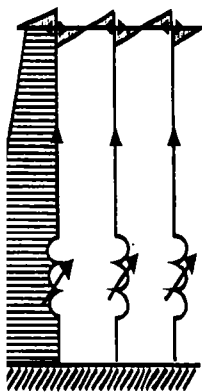
8.7. Тебратгич бўйлаб ток тақсимоти



8.8. Эквивалент тебратгич

Горизонтал симлардаги тоқлар деярли нурлатмайди, чунки ула ердаги акси туфайли компенсацияланади. Антенна вертика қисмининг нурлатиши эса янада кучаяди. Тебратгичнин горизонтал текисликдаги ЙД деярли бир текис бўлиб, вертика текисликда эса Герц диполининг характеристикасига ўхшаш ЙД га эга бўлади. 8.7-расмда антеннанинг вертикал ва горизонта симларида ток тақсимотининг тасвири келтирилган. Антеннаг горизонтал симнинг кўшилиши унинг таъсир этувч баландлигини ошириш имконини беради. Юқланга тебратгичнинг реактив кириш қаршилигини $X_{\text{кир}} = W_r \text{ctg } kl$ ифода ёрдамида ҳисоблаш мумкин. Агар $l_3 < \lambda/4$ бўлса, $k(l+b_3) \cdot \pi/2$ ва $X_{\text{кир}}$

сим характерига эга. Бунинг акси бўлганда реактив кириш эшилиги индуктив характерга эга бўлади. Антеннанинг актив қаршилиги $X_{\text{кир}}=0$ бўлгандаги λ_0 ни хусусий тўлқин узунлиги дейилади. Уни $2\pi l_3/\lambda_0=\pi/2$ шартдан аниқланади. $b_3=0$ бўлганда $\lambda_0 = 4l$ га тенг. Кўп холларда реактив қаршилиқнинг нисбатан кичик бўлиши антеннанинг киришида кучланиш ва токни камайтирилишига сабаб бўлади. Бундан ташқари, кириш қаршилиги актив бўлганда генераторнинг ишлаши учун қулай шароитлар яратилади. Агар антенна хусусий тўлқин узунлигида ишламаётган бўлса, уни солаш учун кириш қисмида генератор билан бирга соловчи реактив элементлар ўрнатилади. Антенна хусусий тўлқин узунлигидан юқори диапазонда ишласа индуктив, паст диапазонда ишласа сифим ёрдамида соланади. Антеннанинг полотноси кўп холларда бир-бирдан 1...3 м ораликда жойлашган 2...16 та симлардан ташкил топган бўлади. Антеннанинг полотноси кўп холларда бир-бирдан 1...3 м ораликда жойлашган ва 2...16 та симлардан ташкил топган бўлади. Симларнинг сони оширилса,



8.9.

Александрсен
антеннаси

антеннанинг тўлқин қаршилиги ва унинг киришидаги потенциал фарқи ва катта қувват узатиш имконияти яратилади. Кўриб келинган диапазонларда антеннанинг тўлқин қаршилигини камайтириш унинг электрик тавсифларини ҚТ диапазонидагичалик яхшиланишига сабаб бўлмайди. нурлаш қаршилигининг камлиги антеннанинг тор полдосали бўлишига сабаб бўлади. Бу муаммо ЎУТ диапазонида жуда ҳам кескин ради. ЎУТ диапазонида антеннанинг нурлатиш қаршилигини камайтириш учун бир нечта Г-симон ва Т-симон антенналардан фойдаланилади. Шундай антенналардан бири Александрсен антеннаси деб аталади (8.9-расм). Таъминот пасайтириш қаршилигининг ўртасига уланади. Қолган пасайиш линиялари қисқартирилган бўлиб, уларнинг ҳар бири тоқларни синфаз ҳолатга камайтириш учун реактив элементлар билан тўлдирилган. Антеннанинг вертикал қисмлари орасидаги масофа (бир неча юз метр) тўлқин узунлигига нисбатан анча кичик. Шунинг учун ҳам

антеннанинг вертикал қисмларидаги ўзаро қаршиликлари хусусий қаршиликка тенг ва барча пасайтириш симларида ток амплитудалари бир хил қийматга эга. Нурланаётган қувват эса битта пасайтиришли худди шундай антеннага нисбатан n^2 марта катта (n – таъминлаш линияси сони). Шундай қилиб, антеннанинг нурлатиш қаршилиги ҳам n марта ошади. ЎУТ диапазонида антенналарнинг ФИК ошириш учун уларни юқоры ўтказувчанликка эга ерларда жойлаштирилади ва йўқотишлар қувватини камайтириш учун махсус чораларни кўрилади. Бунда эришиладиган фойдали иш коэффициентини $\eta=0,9$ гача етиши мумкин.

Кўп ҳолларда, кўриб чиқилган диапазонда қўлланиладиган узатувчи антенналар коаксиал линиялар билан озиклантирилади.

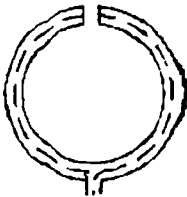
8.4. ЎУТ, УТ ва ЎТ диапазонларининг қабул қилувчи антенналари

Бу диапазоннинг қабул қилувчи антенналари узатувчи антенналарга нисбатан ҳам конструктив жиҳатдан, ҳам турлари бўйича катта фарқ қилади. Қабул қилувчи антенналарда катта қувватлар туфайли юзага келадиган муаммолар йўқ. Ушбу диапазонларда атмосфера ва саноат халақитлари, ҳамда кўшни радиостанцияларнинг халақитлари кучли бўлиб, қабул қилгичдаги ва унинг фидеридаги иссиқлик шовкинлари нисбатан кичик. Шунинг сабабли ҳам сигнал/шовкин нисбатини ошириш учун катта қийматли ЙТК га эга бўлган антенналарни қўллаш ўринлироқ. Бунда тизимнинг ФИК ва антеннанинг юклама билан мослашганлиги унчалик ахамиятга эга эмас. Бироқ, катта йўналганликка эга бўлган антенналарнинг қўлланилиши фақат профессионал қабул қилишда ўринли бўлиб, ҳар доим ҳам қўлланилавермайди. Қабул қилувчи антенналар асосан рамкали, Г-симон ва Т-симон тебратгичлар бўлиб, улар узатувчи антенналардан конструкцияси ва ўлчамлари бўйича тубдан фарқ қилади. Г-симон ва Т-симон антенналар вертикал (10...15 м) ва горизонтал (20...30 м) симлардан тайёрланади. Ерга улаш экран клеммасини 1...2 м чуқурликка кўмилган рухланган металл лист билан уланиши, ёки рухланган металл труба билан улаш орқали амалга оширилади. Рамкали антеннанинг ўлчамлари кичик бўлганлиги учун бу диапазонда улар элементар

динишга эга бўладилар. Элементар рамканинг ЙД эса рамка ислигига перпендикуляр йўналишда нол қийматига эга тиши лозим. Бирок, фидернинг антенна эффекти туфайли бу бузилиб, унинг нолинчи нурлаш бурчаклари йўқолади. Антенна эффектини йўқотиш учун рамка ва симметрияловчи элманча ягона конструкцияга бирлаштирилади (8.10-расм). Агар бул қилгичнинг кириши етарлича симметрияланмаган бўлсак ан антенна эффекти юз бериши мумкин. S юзали рамканинг ёсир этувчи узунлиги $l_r = 2\pi S/\lambda$ ифода ёрдамида ҳисобланади. Га яқин масофада рамканинг кўзгули акси туфайли унинг ёнлиги икки баробар ошади. Ушбу диапазонларда рамканинг ёсир этувчи узунлиги жуда кичик бўлганлиги сабабли, унинг ёрлатиш қаршилиги ва ФИК кичик қийматга эга. Шунинг учун ёрқали антенналар узатувчи антенна сифатида кам ишлатилади. Рамканинг реактив қаршилиги индуктив характерга эга бўлганлиги сабабли, уни сошлаш учун параллел тарзда сизим уланади. Рамкани ёрлаш унинг узунлигини ошириш билан баробар. Бунга рамканинг чулғамлари сонини ошириш орқали ҳам эришиш мумкин. Магнитодизлектрикли стерженларни қўллаш орқали ҳам рамканинг узунлигини ошириш мумкин

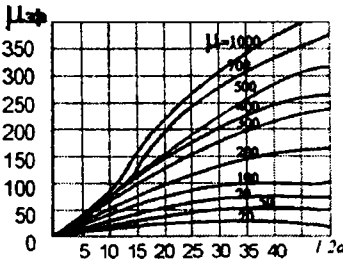
$$L_r = (2\pi/\lambda) n S \mu_{\text{эф}}, \tag{8.3}$$

нда, $\mu_{\text{эф}}$ – эффектив магнит сингдирувчанлик..



Қабул қилгичга

8.10-расм. Симметрия яловчи қурилмали рамка



8.11-расм. $\mu_{\text{эф}}$ нинг $l/2a$ муносабатга боғлиқлиги

8.11-расмда $\mu_{эф}$ нинг ўзак (сердечник) узунлигига боғлиқлик графиклари келтирилган. Рамкали антеннанинг таъсир этувчи узунлиги рамканинг майдонига пропорционал бўлганлиги туфайли профессионал (радиоузатувчи марказлар) радиоқабулда катта ўлчамли стационар рамкали антенналар катта майдонларда мачталар ёрдамида ўрнатилади. Рамкали антенналарнинг асосий афзаллиги шундаки, уларда горизонтал текисликда нолинчи нурлатиш бурчаги мавжуд. Бу ҳалақит берувчи радиостанциялардан сақланишда кўл келади. Қабул қилувчи рамкали антенналарда ЎД ни бошқариш учун уни айлантирилса, таъсир этувчи узатувчи антенналарда бу иш катта ва мураккаб тизимлар ёрдамида амалга оширилади.

Назорат саволлари

1. *ЎТ деб қандай тўлқин узунлигига эга бўлган тўлқинларга айтилади?*
2. *УТ деб қандай тўлқин узунлигига эга бўлган тўлқинларга айтилади?*
3. *ЎУТ деб қандай тўлқин узунлигига эга бўлган тўлқинларга айтилади?*
4. *Нима сабабдан ЎТ диапазонида параллел қутбланишдан фойдаланилади?*
5. *ЎТ диапазонидаги антенналар ердан неча метр баландликда жойлаштирилади ва нима учун?*
6. *Антенна мачталарининг баландлиги қандай масофалар оралиғида танланади?*
7. *Антенна минораларининг баландлиги қандай масофалар оралиғида танланади?*
8. *“Г” - симон ва “Г”- симон антенналар қайси тўлқин диапазонида қўлланилади?*
9. *Александрсен антеннасининг ишлаш принципини тушунтиринг.*
10. *ЎУТ, УТ ва ЎТ диапазонларининг қабул қилувчи ва узатувчи антенналарининг ўзаъро фарқи нимада?*

АСОСИЙ ҚИСҚАРТМАЛАР РЎЙЎХАТИ

- П – антенна панжараси
- БС – ён баргчаларнинг сатҳи
- Д – йўналганлик диаграммаси
- ГК – йўналтирилган таъсир коэффициентлари
- С – кучайтириш коэффициенти
- ИК – фойдали иш коэффициенти
- ДК – сиртдан фойдаланиш коэффициенти
- А – директорли антенна
- ПА – логопериодик антенна
- А – спирал антенна
- Д – синфаз горизонтал диапазонли антенна
- ТА – югурма тўлқинли антенна
- А – параболик антенна
- Г – симметрик тебратгич
- Г – боғлиқ тебратгичлар
- ЭТ – элементар электр тебратгич
- МТ – элементар магнит тебратгич
- ОК – электр юритувчи куч
- Т – узун тўлқин
- ҚТ – ультра қисқа тўлқин
- УТ – ўта узун тўлқин
- Г – қисқа тўлқин

11/11/11

Фойдаланилган адабиётлар

1. Кочержевский Г.Н. Антенно-фидерные устройства. - М.: Связь, 1972 г.
2. Бузов А.Л., Казанский Л.С., и др. Антенно-фидерные устройства систем сухопутной подвижной связи. - М.: Радио и связь, 1998 г.
3. Ерохин Г.А., Чернышев О.В., Козырев Н.Д., Кочержевский В.Г. Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн. - М.: Радио и связь, 1996 г.
4. Айзенберг Г.З., Ямпольский В.Г., Терёшин О.Н. Антенны УКВ. - М.: Связь, 1977г.
5. Айзенберг Г.З. и др. Коротковолновые антенны. М.: Радио и связь, 1985 г.
6. Сазонов Д.М. Антенны и устройства СВЧ. - М.: Высшая школа, 1988 г.

МУНДАРИЖА

РИШ	3
сий белгиланишлар рўйхати.....	4
АНТЕННАНИНГ ЙЎНАЛГАНЛИК ВА ҚУТБЛАНИШ ССАЛАРИНИ ТАВСИФЛОВЧИ ПАРАМЕТРЛАР	
. Антенна параметрлари.....	6
. Электромагнит тўлқинларнинг нурланиши. Элементар электр латгич.....	13
ЎРКИН ФАЗОДАГИ СИММЕТРИК ТЕБРАТГИЧЛАР	
. Тебратгич бўйлаб ток ва заряд тақсимоти.....	19
. Симметрик тебратгичнинг йўналиш хусусиятлари.....	20
. Симметрик тебратгичнинг кириш қаршилиги.....	24
БОҒЛИК ТЕБРАТГИЧЛАРНИНГ НУРЛАНТИРИШИ	
. Боғлиқ тебратгичлардан ташкил топган тизимнинг галганлик	
салари.....	27
. Боғлиқ тебратгич ташкил топган тизимининг йўналиш усиятлари.....	28
. Пассив тебратгичнинг киритилган қаршилигини облаш.....	32
ГОР ЙЎНАЛГАНЛИК ДИАГРАММАСИНИ ҲОСИЛ ЛИШ УСУЛЛАРИ	
. Умумий тушунчалар.....	35
. Қўндаланг нурлатувчи антенн панжаралари.....	36
. Ўқ бўйича нурлатувчи антенна панжаралари.....	43
ҚЎЗҒАТИЛГАН СИРТЛАРНИНГ НУРЛАТИШИ	
. Узок зонада нурлатувчи сирт майдонининг..... ланганлиги.....	57
. Майдоннинг нотекис амплитудавий тақсимотини нурлатувчи ртнинг йўналганлик диаграммасига таъсири.....	61
. Нурлатувчи сиртнинг ЙТК.....	64

5.4. Нурулатувчи сиртнинг йўналганлик хоссаларига фаза бузилишларнинг таъсири.....	65
--	----

6. УЛЬТРА ҚИСҚА ТЎЛҚИН АНТЕННАЛАРИ

6.1. Дециметрли ва метрли тўлқинларда ишловчи тебраткичли антенналарга қўйиладиган талаблар.....	72
6.2. Симметрияловчи қурилма.....	73
6.3. Содда тебраткичли антенналар.....	74
6.4. Директорли антенна	82
6.5. Спиралсимон антенналар	85
6.6. Логопериодик антенналар.....	88
6.7. Рупорли (карнайсимон) антенналар.....	89
6.8. Параболик антенналар.....	93

7. ҚИСҚА ТЎЛҚИН АНТЕННАЛАРИ

7.1. Қисқа тўлқин антенналарнинг хоссалари. Ернинг ҚТ антенналарнинг ЙД кўрсатадиган таъсири	101
7.2. Қисқа тўлқинли оддий антенналар.....	103
7.3. Синфаз горизонтал диапазонли антенна.....	108
7.4. Ромбсимон антенналар.....	110

8. ЎРТА, УЗУН ВА ЎТА УЗУН ТЎЛҚИН ДИАПАЗОНЛАРИНИНГ АНТЕННАЛАРИ

8.1. Антенналарнинг ўзига хос томонлари.....	114
8.2. ЎТ диапазонининг узатувчи антенналари.....	115
8.3. ЎУТ ва УТ диапазони узатувчи антенналари.....	119
8.4. ЎУТ, УТ ва ЎТ диапазонларининг қабул қилувчи антенналари.....	122
Асосий қисқартмалар рўйхати.....	125
Фойдаланилган адабиётлар.....	126

Арипова Умида Хайруллаевна

РАДИОЎЎЛҚИНЛАРНИНГ ТАРҚАЛИШИ ВА
АНТЕННА-ФИДЕР ҚУРИЛМАЛАРИ.

2-қисм.

ўқув қўлланма

2000 “Радиотехника”

2100 “Телевидение, радиоалоқа ва радиоэшиттириш”

14400 “Мобил алоқа тизимлари”

Нашрга рухсат берилди 2010 й. *19.07.*

Офсет қоғози. Буюртма № *134* Босма. *8.26*

Тираж *50* нусха *50*

Тошкент ахборот технологиялари университети
Илмий - услубий кенгаши
(2010 йил 18 мартадаги 27 - сонли баённомаси)
томонидан нашрга тавсия этилган

Ўсул муҳаррир: А.А. Абдуазизов

Саҳҳих: А.А. Хусанова

