

УДК: 621.396.67.01

Рахимов Б.Н., Ҳотамов А., Рахимов Т.Г.

Рупор антенналарининг иш кўрсаткичлари

Аннотация. Мақолада кўрилатган рупорли антенналар жуда ҳам кенг полосали ва спектрларни таъминловчи чизиғи билан жуда ҳам мос келади. Радио тўлқинларни қисқа масофага узаткичи кўзгатувчи хусусиятлари билан антеннанинг полосаси аниқланади. Ушбу антенналарга йўналиш диаграммасининг (-40 дБ гача) орқа баргча (лепесток)ларининг паст даражаси билан шунинг учун барқарорки, рупорнинг соя томонига юқори частота-оқимлари кам кўринади. Рупорли антенналар унчалик катта бўлмаган кучланиш билан конструктив оқийди, лекин катта катта (>25 дБ) кучланишга етишда мосламаларнинг (линзалар ёки ойналар) рупорнинг очилишида фаза тўлқинини текисланишини кўлланилишини талаб қилади.

Калим сўзлар: Логопериодик, Рупор, антенна-фидер, барометр-анероид, Мегаометр.

Антенна – фидер қурилмалари радиоалоқа линиясининг муҳим элементларидан бири ҳисобланади. Антеннанинг нотўғри танланиши, радиолиниялардаги носозликларни келтириб чиқариши мумкин. Шу сабабли профессионал радиолинияларда йўналтирилган антенналардан фойдаланиш мақсадга мувофиқ. Йўналтирилган антенна нурлатилганда радиотўлқин энергияси маълум йўналишда узатилади. Антеннанинг йўналганлик даражаси қанча катта бўлса, шунча кичик қувватларда энергия узатиш имконини беради. Шунингдек, қабул қилувчи қурилма киришидаги сигнал-ҳалақит нисбатини оширади ва узаткичининг керакли қувватни камайтиради. Йўналтирилган антенналар мураккаб ва тан нархи қиммат бўлган қурилма ҳисобланади. Бироқ уларга сарфланган харажатлар эксплуатация жараёнида ўзини тўлиқ оқлайди.

Содда тузилишга эга бўлган антенналардан бири охири очик тўлқин ўтказгич ҳисобланади. Аммо тўлқин ўтказгич нурлатувчи майдонининг нисбий ўлчамларини кичиклиги (a/λ , b/λ), сирт тоқларини тўлқин ўтказгичнинг ташқи деворларига оқиб кириши, тўлқин ўтказгичнинг турли қаршилиқлари ва ўраб турувчи муҳитда тўлқин ўтказгич учларидан электромагнит тўлқинларни қисман қайтиши кенг ЙД ҳосил қилади.

Йўналганлик диаграммасини торайтириш учун эса нурлатувчи майдон ўлчамлари катта бўлиши керак. Лекин биз тўлқин ўтказгич ўлчамларини ўз-ўзидан катталаштира олмаймиз, акс ҳолда юқори даражали тўлқинлар ҳосил бўлади. Шу сабабли тўлқин ўтказгич ўлчамларини рупор кўринишида текис 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*) ўлчамларини узайтирилишига айтилади.

Пирамидасимон рупор эса тўлқин ўтказгичнинг тор ва кенг деворларини узайтириш ҳисобига 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.

Фаза хатоликларининг максимал қийматини қуйидаги формула ёрдамида ҳисоблаш мумкин

Н - секториал учун:

$$X_{\max}=a/2; \psi_{\max}=\pi a^2/4L_n\lambda \quad (1)$$

Е - секториал учун:

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

Антеннанинг асосий хусусияти – электромагнит сигналларни самарали қабул қилинишини ёки аниқ йўналишда электромагнит майдонинг нурланишини таъминлайди. Антенналарнинг йўналишлиги махсус жадваллар билан – йўналишлик диаграммаси (ЙД) билан тасвирланади. Бундай диаграммалар горизонтал ва вертикал текисликларни аниқлайдилар. Бунинг учун декартликлар сингари кутб координаталарда кўлланилади. ЙДнинг йўналиш диаграммасини горизонтал ва вертикал текисликларда ёйилиш бурчакларидан ва шунингдек, ёнбошдаги баргчаларнинг сони, уларнинг жадаллиги ва бўшлиқдаги ўрнидан дарак берадиган рақамли маълумотлар билан тасвирласа бўлади.

Антеннанинг янада муҳим таснифи – бу асосий баргча чегарасида жойлашган йўналишлар орасидаги бурчакнинг катталиги билан аниқланадиган ва нурланишнинг бош максимумига нисбатан нурланиш қувватининг (майдон бўйлаб даражаси 0,707 ёки -3 дБ) ярмига мос келадиган (ёки қабулига) ЙДнинг кенглигига айтилади.

Антеннанинг ишлаш самарадорлиги η_A қуйидагича таснифланади:

- *йўналтирилган харақатнинг коэффициентини D* (ЙХК) – антенна орқали келиб чиқувчи йўналишнинг максимал нурланишига, майдоннинг кучланиш квадратининг ўртача қиймати электромагнит майдоннинг кучланиш катталиги квадратига тенглигидир;

- *η_A фойдали харақат коэффициентини* – нурланишнинг бутун нурланиш қувватининг антеннага яқин олиб келинган тўлиқ қувватига қаршилигидир.

Бу икки коэффициентнинг кўпайтмаси янги параметрни беради – йўқотишсиз бўлган изотроп антенна билан таққослаганда кўрилатган антеннани ишлатиш натижасида олинган ҳақиқий ютиш қувватини таснифловчи k_y антеннанинг кучайиш коэффициентидир:

$$k_y = D \eta_A. \quad (3)$$

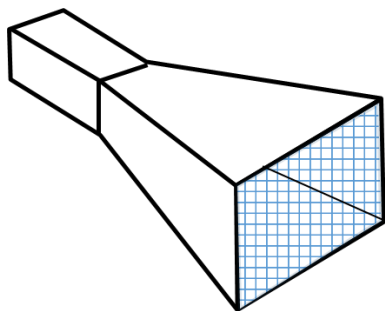
Антеннанинг йўналтирилган хусусиятлари $S_{\text{эфф}}$ нурланаётган майдоннинг самарали ўлчамлари деб номланганлардан жиддий равишда боғлиқдир

$$k_y = 4 \eta_A S_{\text{эфф}} / \lambda^2, \quad (4)$$

Бунда λ – антеннадан нурланаётган электромагнит узунлиги.

Экспериментал қисмининг таснифи:

- қабул қилувчи ўлчавчи антенна П6-23А;
- спектрнинг ўлчов қурилмалари UMS-100, PR-100;
- бошқариш блоки ТЖ 2.287.002;
- коаксиалли кабеллар.

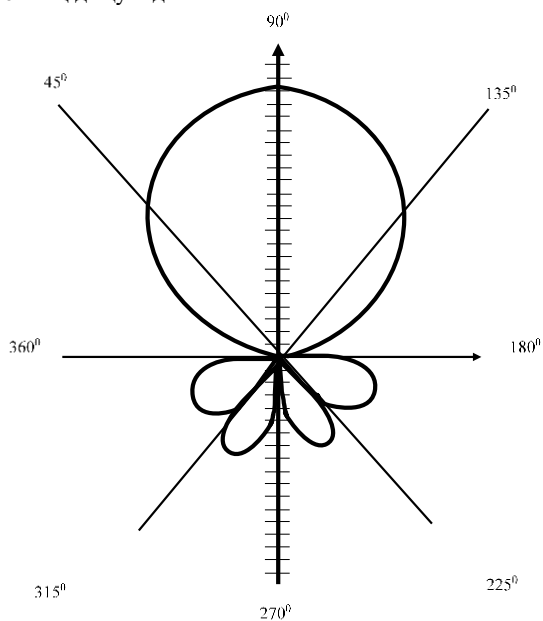


1-расм. Пирамидали рупорли нурлатгич

Қабул қилувчи ўлчагичли антенна П6-23А (кейинчалик антенна) коаксиал узатаётган тарқатаётган линия, боғланган майдон энергиясига эркин электромагнит майдоннинг қайта ўзгариши учун мўлжалланган антеннадир.

Антенна қабул қилувчи ўлчовли мосламалар ва генераторлар электромагнит майдонининг қувват оқими, антеннали мосламаларнинг параметрлари, радио электрон воситаларнинг электромагнит параметрлари билан мос келиши ва шунингдек, берилган қувват оқимининг зичлиги билан электромагнит майдоннинг кузатилишини ўлчаш учун қўлланилади.

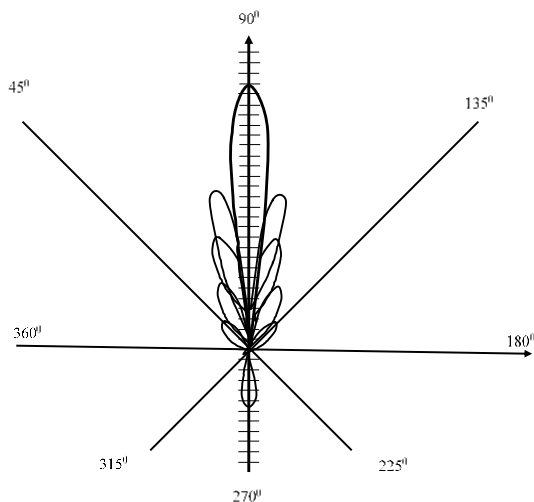
П6-23А антеннанинги йўналтирилган диаграммаси $f = 1000$ МГц да қуйидагича.



2- расм. Антеннани йўналиш диаграммаси акс эттирилган, горизонтал ва вертикал текисликларда бош баргчанинги кенглиги. Шунингдек 1ГГц сигнални қабул қилишда ён ва орқабаргчалар

Рупорли антенналарни қандай ҳолда мустақил қўлланилса, шундай ойнали ёки бошқа антенналарнинг нурлантирувчиси сифатида ҳам қўллана бўлади. Парабола акс этувчиси билан конструктив бирлашган рупорли антеннани кўпинча рупор-парабол антеннаси деб аташади.

П6-23А антеннанинги йўналтирилган диаграммаси $f=12000$ МГц да қуйидагича.



3- расм. 12 ГГц сигнални қабул қилишда йўналиш диаграммаси

12 ГГц сигнални қабул қилишда йўналиш диаграммаси акс эттирилган, асосий баргча кенглиги горизонтал ва вертикал текисликларда камайди, йўналиш диаграммаси ошди

Унча катта бўлмаган қучланишли рупорли антеннани хусусиятларнинг тўғри терилганлиги ва яхши такрорланишлилиги учун кўпинча ўлчагичлар сифатида қўлланилади.



4-расм. ЭЭҚда П6-23А антеннаси техник характеристикаларини ўлчаш жараёни

Ўлчов ишлари O'z DSt 1061/2005 “Қуруқликда ва ҳаракатдаги радиоалоқа тизимида антенна-фидер қурилмалари. Турлари, асосий қиймат ўлчамлари, техник талаблари ва усуллари” номли Давлат стандарти асосида амалга оширилди .

Ўлчов ўтказиш шартлари бўйича ўлчов ишлари, ўлчов меъёрий иқлим шароитида ўтказилди:

- мухит ҳавонинг ҳарорати 23 °С;
- намгарчилик даражаси 47%
- атмосфера босими 96.6 кРа.

Ўлчов ишлари, завод рақами 233 бўлган, охириги метеорология кўриги 2018 йил апрел ойида ўтказилган, МВ-4М русумли психометрда, ҳамда завод рақами 15398 бўлган, охириги метеорология кўриги 2018 йил апрел ойида ўтказилган ҳамда БАММ-1 русумли метеорологик барометр-анероид ўлчов асбоблари ёрдамида амалга оширилган.

Радиотўлқинларнинг тарқалишига таъсир этувчи омиллар жуда ҳам кўп. Шулардан бири сифатида дарахтларнинг таъсирин ҳам айтиб ўтиш лозим. Дарахтларнинг таъсирини тўлиқ инобатга олишнинг имконияти йўқ. Сабаби, уларнинг шакли, зичлиги ва шу каби хусусиятлари радиотўлқинларнинг тарқалишига таъсир кўрсатади. Қўшимча сифатида, дарахтларнинг

япроқлигини мавсумга боғлиқ равишда ўзгаришини ҳам инобатга олиш лозим. Бироқ, дарахтлар томонидан киритиладиган сусайишни аниқ баҳолаш учун уларни бирон синдирувчи (нурнинг йўналишини ўзгартирувчи) ва ўртача эффектив баландликка эга тўсиқ сифатида кўриб чиқиш мумкин. Самарқанд вилоятида ўтказилган шу турдаги тадқиқотларнинг натижалари шуни кўрсатдики, 80 МГц частотали тўлқинлар учун дарахт барглари деярли шаффоф ва сусайиш коэффициенти 30 м да 1,6 дБ ни ташкил қилган. 200 МГц частотада эса бу кўрсаткич 30 м масофада 2,4 дБ ни ташкил қилган.

0,5...3,0 ГГц диапазонида дарахтлар баландлигидан камида 5 марта ката масофаларда тадқиқот натижалари идеал ўткир (понасимон) тўсиққа дифракцияга асосланган назарий натижалар билан яхши мутобиқ. Самарқанд шаҳар атрофида қиш мавсумида 800 МГц частотада ўтказилган тадқиқот натижалари, дарахтларнинг япроқларни йўқлиги учун ёздагига нисбатан майдон кучланганлиги 10 дБ га юқориқ эканлигини кўрсатди.

Дарахтларнинг шохлари асосан вертикал жойлашган бўлганлиги учун вертикал кутбланган тўлқинларнинг дарахтлардаги сусайиши горизонтал кутбланишдагига нисбатан анча юқори.

Фойдаланилган адабиётлар

1. Warren L. Stutzman , Gary A. Thiele. Antenna Theory and Design. 3rd Edition. John Wiley, 2012.
2. Vitaliy Zhurbenko. Electromagnetic Waves. InTech 2011.
3. Антенны. Б.А.Панченко. Горячая линия – Телеком, 2015
4. EM Modeling of Antennas and RF Components for Wireless Communication Systems Gustrau, Frank, Manteuffel, Dirk, 2006
5. Распространение радиоволн и антенны спутниковых систем связи. Сомов А.М. М.:Горячая линия – Телеком, 2015
6. Антенны КВ и УКВ. Основы и практика . И.В.Гончаренко. М.:Радио, 2006
7. Антенны. Карл Ротхаммель. М.:Данвел 2007

8. Нано-антенны. Б.А.Панченко, М.Г.Гизатуллин. М.:Радиотехника. 2010

9. Логопериодические вибраторные антенны. Б.М.Петров, Г.И.Констромитин, Е.В.Горемыкин. М.:Горячая линия – Телеком, 2005

10. Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн. Под редакцией Г.А.Ерохина. М.:Горячая линия – Телеком, 2004

11. Спутники и цифровая радиосвязь. Г.Тяпичев М.:ДЕСЕ, 2004

12. Практические конструкции антенн. Григоров И.Н. М.:Пресс, 2006

13. Электродинамика и распространение радиоволн. В.В.никольский, Т.И.Никольская. М.:URSS, 2014

14. Гончаренко И.В. Антенны КВ и УКВ. Компьютерное моделирование. ММНА. М.: ИП Радиософт, журнал «Радио», 2004.

Рахимов Б.Н. т.ф.д. доцент. Ахборот-коммуникация технологиялари ва Алоқа ҳарбий институти бошлик ўринбосари.

Абдуғафур Ҳотамов. ТАТУ СФ техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD).

Рахимов Т.Г. т.ф.н., доцент. ТАТУ Телерадиоэшиттириш тизимлари кафедраси профессори.

Rakhimov B.N, Hotamov A., Rakhimov T.G. Operating instructions for horn antennas

Annotation. In this article, the dual antennas are even more suitable for kangaroo poles and spectrum transmitters, and Deryli identifies the antenna strip transmitting radio transmitters. For these antennas, low-intensity laryngeal diarrhea with low incidence of diarrhea (-40 dB) will be seen by low-intensity rouge soybeans. Roupiled antennas are more structurally simple, with no fixed bandwidth, but the letter (> 25 dB) requires the use of phase transmissions in routers for lensing or lensing.

Keywords: Logoperiodic, Rupor, antenna feeder, barometer-aneroid, Megaometer.