

УДК: 621.396.67.01

Рахимов Б.Н., Ҳотамов А., Рахимов Т.Г., Бердиев А.А.**Логопериодик антенналарда электромагнит жараёнлар**

Аннотация. Антенналарнинг сўнгги ўн йилликдаги тадқиқотларда таъсир кучлари, иссиқлик ва электромагнит юктамаларнинг таъсири остида доимий ташки магнит майдонида жойлашган электр ўтказгич жисмларнинг деформацияси тадқиқот жараёнига сезиларли эътибор берилмоқда. Логопериодик антеннада электромагнит жараёнларнинг таҳлили фақат моддий нисбатлар билан биргаликда электродинамика тенгламалар тизими асосида бўлиши мумкин.

Калит сўзлар: Логопериодик, Рупор, антенна-фидер, барометр-анероид, Мегаометр, электромагнит мослашувчанлик, йўналганлик диаграммаси.

Антенна қурилмалари техникаси радионинг ихтиро қилинишидан бошлаб жуда мураккаб йўлни босиб ўтди. Янги диапазонларнинг ўзлаштирилиши, радиотехниканинг янги соҳаларга тадқиқи эски қурилмаларни такомиллаштириш ва принципиал янги антенна техникасини яратиш талабини қўйди.

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

Антенналарни шартли равишда тўртта катта гуруҳга бўлиш мумкин:

1. Унча катта бўлмаган ўлчамдаги нурлатгичлар:

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

Масалан: тиркишдан ясалган якка тебратгичли нурлатгичлар, микрочизикли 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, телемарказдан узатувчи антенналар.

4. Апертуралли 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 $K_K = 2 \dots 5$ ($f_{\text{max}}/f_{\text{min}} = 2 \dots 5$);

г) частотага боғлиқ бўлмаган $K_K > 5$;

бунда, Δf - ишчи частота полосаси; f_0 - элтувчи ёки ўртacha частота; K_K - частота бўйича камраш коэффициенти.

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

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

- тиркишли антенналарда элементар магнит нурлатгич элементар манба ҳисобланади;

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

Радиотўлқинларнинг муҳим характеристикаларидан бири унинг кутбланиши ҳисобланади. Кутбланиш турлари юқори частотанинг бир даврида Е векторнинг охири ҳосил қилган шаклга қараб аниқланади. Агар Е вектор фазонинг берилган нуқтасида тебранишнинг бир даври оралиғида тўғри чизик ҳосил қилса, чизикли кутбланиш; агар эллипс ҳосил қилса, эллипсли кутбланиш; агар айлана ҳосил қилса, доиравий кутбланиш деб аталади.

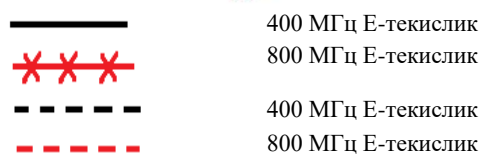
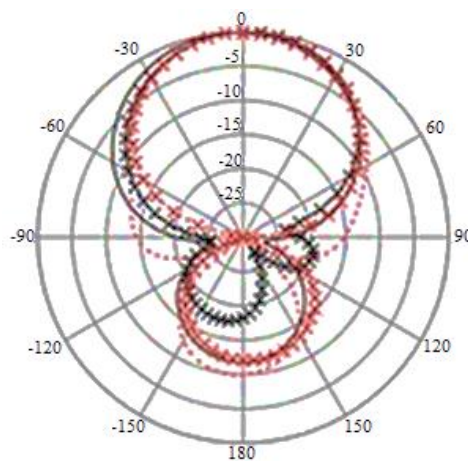
Тўлқиннинг тарқалиш йўналишига нисбатан электр майдон кучланганлиги Е вектор йўналиши орқали ўтувчи текисликка кутбланиш текислиги деб айтилади. Агар Е вектор ер сиртига нисбатан вертикал равишда тарқалса, кутбланиш вертикал деб аталади. Агар Е вектор ер сиртига нисбатан горизонтал равишда тарқалса, кутбланиш горизонтал деб аталади.

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



1-расм. Логопериодик антенна

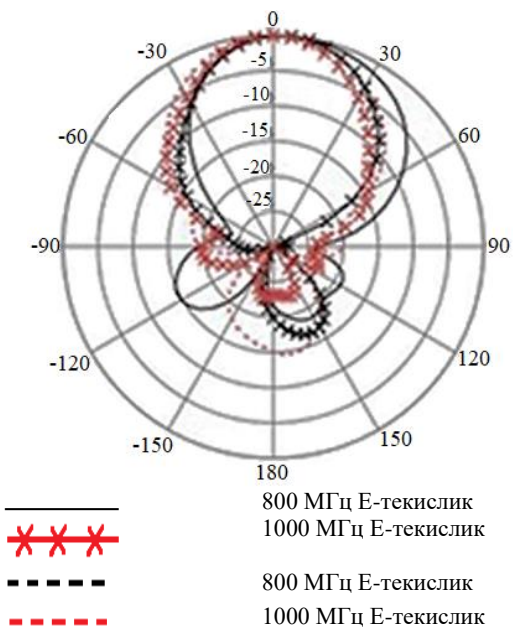
ЛПА ўхшаш тебратгичлардан ташкил топган бўлиб, уларнинг ўлчамлари ва характеристикалари α ва τ параметрлар орқали ифодаланади; τ - таркибнинг ўлчовсиз даври, $\tau = .l_1/l_2 = .l_3/l_4 = \dots = .l_n/l_w$; l - n -чи тебратгичли елка узунлиги.



2- расм. Логопериодик антеннада вертикал ва горизонтал кутбланиш учун 80МГц-100МГц йўналиш диаграммаси

Антеннанинг актив соҳасига турли хилдаги елка узунлиги $l=0,25\lambda$ тенг бўлган тебратгичлар қиради (ундан

окиб ўтувчи ток максимал қийматга эга бўлади). Уларнинг кушни тебраткичларидан окиб ўтаётган ток эса реактив қаршилиқ ҳисобига кам бўлади. Шундай қилиб, актив зонага қуйидагилар қиради: 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 ясалади.



3- расм. Логопериодик антеннада вертикал ва горизонтал кутбланиш учун 200 МГц-300 МГц йўналиш диаграммаси

ЛПА тебраткичлардаги фаза токи нурлатиш йўналишида ортда қолиши керак. Антеннанинг ўқи бўйлаб нурлатиш кичик тебраткичлардан тарқалади.

Шундай қилиб, ЛПА чизикли кутбланган антенна бўлиб, кенг полосадаги ўзининг электрик параметрларини деярли ўзгартирмасдан сақлайди.

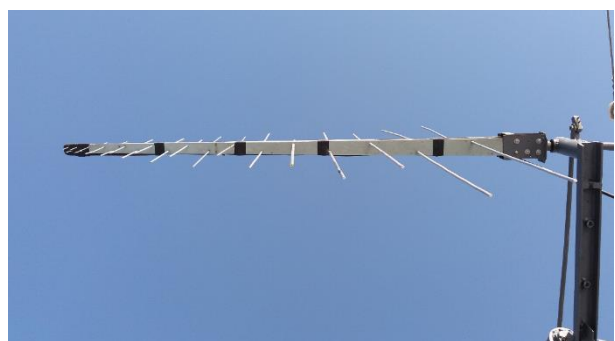
Унинг чегаралари чеккаларида жойлашган тебраткичларнинг ўлчамлари билан ифодаланadi. УҚТ диапазонидаги ЛПА чизикли тебраткичдан ташкил топган бўлиб, икки ўтказгичли линияга уланган. Улар икки ўтказгичли линиядан бирининг ичига жойлаштирилган коаксиал кабел ёрдамида қўзғатилади.

Коаксиал линиядан иккита ўтказгичли линияга ўтиш учун симметрияловчи қурилма шарт эмас.

Логопериодик антеннада электромагнит жараёнларнинг тахлили фақат моддий нисбатлар билан биргаликда электродинамика тенгламалар тизими асосида бўлиши мумкин.

Бу соҳадаги тадқиқотларга қизиқиш, қузатилаётган санокли ўрганиш, механик, иссиқлик ва электромагнит жараёнларнинг ўзаро боғлиқлигининг самарасини баҳолаш ва уларнинг деярли замонавий талабларини турли соҳаларда, шунингдек радио электроника, радио техника, замонавий ўлчов тизимлар ва ҳоказоларда қўлланилиши янги технологияларни ишлаб чиқиш билан боғлиқдир.

Мақолада LPA-2-01 M турдаги логопериодик антенна ёрдамида ўлчовнинг аралаш усули кўриб чиқилган. Ўлчов бир вақтнинг ўзида вертикал ва горизонтал кутбланишда олиб борилади.



4-расм. Логопериодик антеннанинг горизонтал ҳолати

1-жадвал

12-каналли логопериодик антеннанинг ўлчовлари

Вибраторнинг рақами	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
B, мм	40	45	50	55	60	70	80	90	100	110	130	150	180	200	230	310	420	540	620	730	830
A, мм	15	16	18	20	24	28	30	34	38	44	50	55	65	75	80	90	100	110	130	160	180

Радио ишқибозлар Фойдаланилган адабиётларида ЛПАнинг кўплаб турли вариантлари келтирилган. Бу ерда ўлчови 4-расмда кўрсатилган 42 вибраторлар ва 12- метрли каналлар диапазонида ишлашга мўлжалланган логопериодик антеннанинг конструкциясини мисол қилиб келтирса бўлади.

4-расмга мувофиқ 1-жадвалда ҳар бир вибраторнинг узунлиги келтирилган. Ушбу антенна олдинги ҳолати бўйича 36 вибратордан иборат бўлиб, унинг частота поласа кенглиги 400 МГцдан 1300 МГц гача эди. Қўшимча 6 та вибратор қўшилгач частота поласа кенглиги 320 МГц кенгайиб, антеннанинг қабул қилиш поласа кенглиги 80 МГц дан 1300 МГц гача ошди.

Шундай қилиб, вибраторга бўлган масофани санаб чиқиладиган антеннани тайёрлашда учбурчакнинг учига эришиб бўлмайди, а – расмда бир вибратордан кейингисигача бўлган масофа берилган. Йиғма чизикда ўқ чизиклари орасида 15...180 мм.тенгёнли трапеция

шаклида ҳосил бўлган. Антенна 2.10 мм. диаметрли қувурлардан тайёрланган 42 вибраторлардан иборат. Антеннанинг ҳисоби тасвирланган учбурчакнинг учига бурчакнинг қийматидан $\alpha=45^\circ$ ва тузилиш даврида $t=0,84$ келиб чиққан ҳолда бажарилган. Антеннанинг кучланиш ҳисобли коэффициенти 12 дБдан ташкил топди, бу эса ярим тўлқинли вибратор билан таққослаганда ушбу антеннанинг чиқишида сигналнинг кучланиши 2 марта ошишига мос келади. Кучланиш коэффициенти диапазон бўйлаб деярли ўзгармайди.

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. ММАНА. 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.

Бердиев А.А. ТАТУ таянч докторанти. berdiyev-isher18@gmail.com

Rakhimov B.N, Hotamov A., Rakhimov T.G, Berdiev A.A.

Electromagnetic processes in log-periodic antennas

Annotation. Research on the antennas has been given considerable attention during the years of research on the deformation of electric welded bodies with permanent magnetic shielding under the influence of sorption and electromagnetic adsorption.

The analysis of electromagnetic processes in a log-periodic antenna can be based on a list of electrodynamic equations only with material correlations.

Keywords: Logoperodic, Rupor, antenna feeder, barometer-aneroid, megaommeter, electromagnetic tuning, diagram of burnout.