

**ՌԱԴԻՈՏԵԽՆԻԿԱ ԵՎ ԿԱՊ**

ՀՏԴ 621.396.673

**Ա.Հ. ՍՏԵՓԱՆՅԱՆ, Ս.Վ. ԱՆՏՈՆՅԱՆ, Գ.Ա. ԾԱՏՈՒՐՅԱՆ,  
Լ.Խ. ԽԱԶԱՏՐՅԱՆ**

**ԳԵՐԼԱՅՆԱՇԵՐՏ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱՅՈՒՄ ԿԻՐԱՌՎՈՂ ԱՆՏԵՆԱՅԻ  
ԲՆՈՒԹԱԳՐԵՐԻ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒՄԸ**

Ժամանակակից ռադիոտեխնիկական համակարգերում արդիական է համարվում գերլայնաշերտ տեխնոլոգիան, երբ ազդանշանի թողարկման շերտի հարաբերական լայնությունը մեծ է 20 %-ից: Այդպիսի համակարգերը, ապահովելով պիկովայրկյանների համաժամանակեցում, իրականացնում են օբյեկտների սանտիմետրային ճշտությամբ տեղորոշում: Նման համակարգերում կիրառվող անտենաներին ներկայացվում են խիստ պահանջներ: Անտենայի հաճախականային տիրույթի հարաբերական լայնությունը նույնպես մեծ է 20 տոկոսից. այն պետք է ունենա կոմպակտ չափեր, հեշտ ինտեգրելի լինի ռադիոտեխնիկական շղթաներում: Ուսումնասիրվել են լայնաշերտ տեխնոլոգիաներում կիրառվող անտենաների բնութագրերը, ինչի հիման վրա մշակվել և նախագծվել է համոտղված լայնաշերտ անտենա: Անտենայի հաճախականային տիրույթը 3,1-10,6 ԳՀց է: Իրականացվել է անտենայի սիմուլյացիա FEKO ծրագրային միջավայրում: Անտենայի հիմնական բնութագրերը բերված են գրաֆիկների տեսքով:

**Առանցքային բառեր.** գերլայնաշերտ տեխնոլոգիա, համաժամանակեցում, օբյեկտների տեղորոշում, համոտղված լայնաշերտ անտենա:

**Ներածություն:** Գերլայնաշերտ տեխնոլոգիաները անլար կապի արդիական տեսակներից են: Այն համակարգերը, որոնց հարաբերական հաճախականային շերտը գերազանցում է 20 տոկոսը, կոչվում են գերլայնաշերտ [1]: Գերլայնաշերտ անլար տեխնոլոգիայի առավելություններն են տվյալների բարձր արագությունը և կարճ հեռավորություններում կապի ապահովումը: Այս տեխնոլոգիայում օգտագործվում է 3,1-10,6 ԳՀց հաճախականային տիրույթը [2]: Գերլայնաշերտ տեխնոլոգիաներում կիրառվող անտենաներին ներկայացվող պահանջներից են.

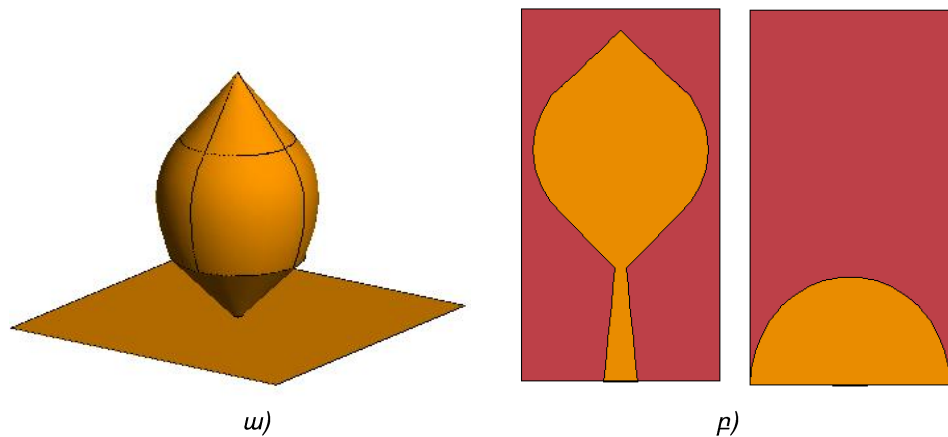
1. 3.1-10.6 ԳՀց հաճախականային տիրույթում բարձր արդյունավետություն և համոտղվածություն:

2. Պետք է ապահովվի ճառագայթման չափազանց ցածր հզորություն, որի արժեքը չպետք է գերազանցի -41.3 դԲմ/ՄՀց-ը (սահմանված FCC-ի կողմից 2002թ.-ին) [2,3]:

Մոնոպոլ անտենաները համապատասխանում են տեխնոլոգիայով հաստատված պահանջներին՝ ապահովելով լայն դիմադրության շերտ և համոտղված

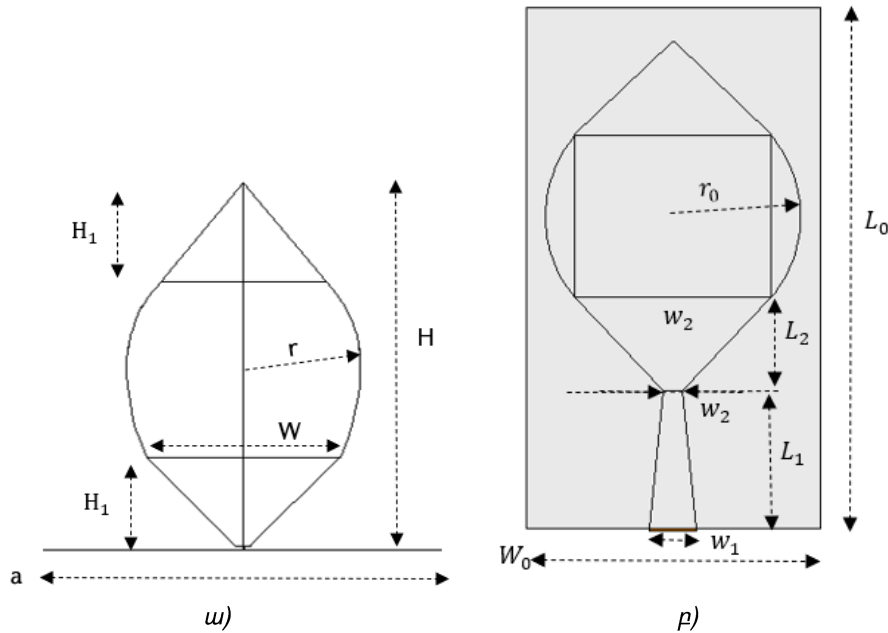
դիագրամ: Այսպիսի անտենաներն ունեն տարբեր կառուցվածքներ՝ կոնաձև, սկավառակաձև և այլն: Սակայն դրանք ներառում են հողանցման հարթություն, որի չափերը մեծ են [3-5]: Բացի այդ, բարդ կառուցվածքով անտենաները դժվար է պատրաստելը: Խնդիր է առաջանում ստանալ տպասալային անտենա, որը հեշտ ինտեգրելի լինի և ունենա փոքր չափեր:

**Խնդրի դրվածքը:** Ուսումնասիրվել և նախագծվել է գերլայնաշերտ մոնոպոլ անտենա, որի կառուցվածքը բերված է նկ. 1ա-ում: Ուսումնասիրված անտենայից ստացվել է տպասալային անտենա, որի վերին և ստորին շերտերի կառուցվածքները պատկերված են նկ. 1բ-ում: Տպասալային անտենան նախագծվել է FR4 մակնիշի դիէլեկտրիկի հիման վրա, որի բնութագրերն են. դիէլեկտրիկական թափանցելիությունը՝  $\epsilon_r = 4.6$ ; դիէլեկտրիկ շերտի հաստությունը՝  $h = 1.6$  մմ; կորուստների անկյան տանգենսը՝  $tgd = 0.017$ : Նկ. 2-ում պատկերված է մոնոպոլ անտենայի և դրանից ստացված տպասալային անտենայի կառուցվածքը դիմացի հարթությունից:



Նկ. 1. ա) Ուսումնասիրված մոնոպոլ անտենայի և բ) դրանից ստացված տպասալային անտենայի կառուցվածքները

Մոնոպոլ անտենայի չափերը հաշվարկվում են ըստ հաճախականային շերտի ստորին հաճախականության՝  $f_1 = 3.1 \text{ ԳՀց}$ : Անտենայի երկարությունը՝  $H = \frac{\lambda_1}{4} = 2.42$  սմ: Անտենայի մնացած արժեքները դուրս են բերվել սինթեզի արդյունքում՝ սիմուլյացիայի ընթացքում՝  $H_1 = 6$  մմ,  $r = 8$  մմ,  $W = 13.4$  մմ: Հողանցման հարթությունն ունի  $a = 4$  սմ կողմով քառակուսի կառուցվածք:



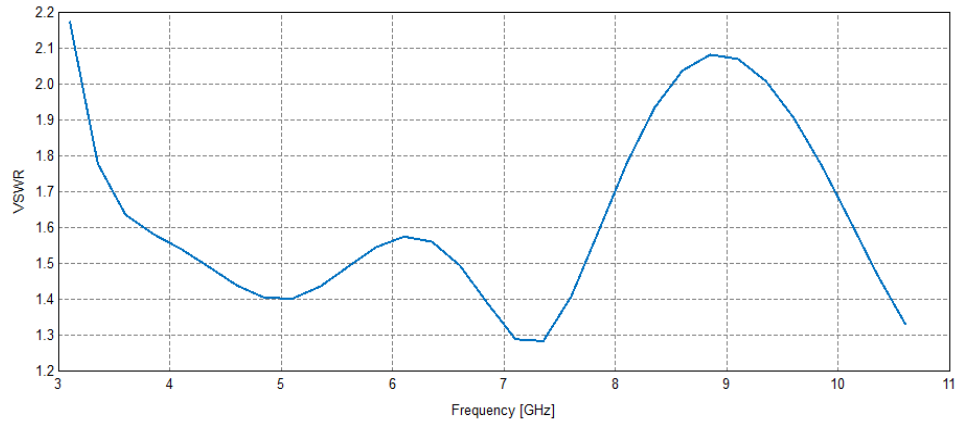
Նկ. 2. ա) Նախագծված մոնոպոլ և բ) դրանից ստացված տպասալային անտենաների կառուցվածքը դիմացի հարթությունից

Տպասալային անտենայի չափերը ստացվում են մոնոպոլ անտենայի չափերից: Սնուցման գիծը գծային համաձայնեցնող շղթա է, որի մուտքային դիմադրությունը 50 Օմ է: Գծի լայնությունները՝  $w_1 = 2.9$  մմ,  $w_2 = 1$  մմ, գծի երկարությունը հաշվարկվում է ըստ կենտրոնական հաճախականության՝  $f_0 = 6.85$  ԳՀց: Երկարությունը՝  $l = \frac{\lambda_0}{4\sqrt{\epsilon_{eff}}} = 8,5$  մմ: Տպասալի չափերը ստացվել են՝  $w_0 = 18$  մմ,  $l_0 = 30$  մմ: Անտենայի մնացած չափերը դուրս են բերվել սինթետիկ արդյունքում՝  $r_0 = 7,81$  մմ,  $w_2 = 12$  մմ,  $l_2 = 10$  մմ:

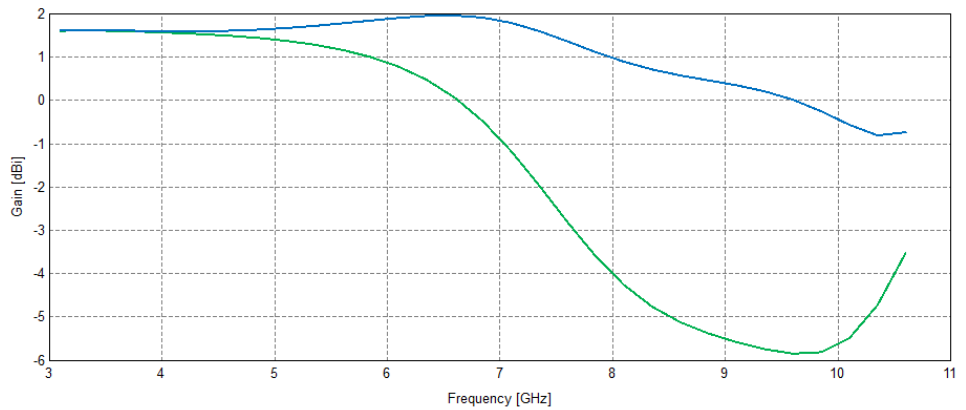
**Հետազոտության արդյունքները:** FEKO ծրագրային միջավայրում իրականացվել են գերլայնաշերտ տպասալային մոնոպոլ անտենայի նախագծում և բնութագրերի ուսումնասիրում:

Նկ. 3-ում բերված է տպասալային մոնոպոլ անտենայի կանգուն ալիքի գործակցի ԿԱԳ հաճախականային կախվածությունը: Ինչպես երևում է գրաֆիկից,  $3,1 \dots 10,6$  ԳՀց հաճախականային տիրույթում անտենայի ԿԱԳ < 2,15:

Նկ. 4-ում պատկերված են անտենայի ուժեղացման գործակցի (ՈԻԳ) հաճախականային կախվածությունները  $\theta = 0^\circ$  և  $\theta = 90^\circ$  ճառագայթման ուղղություններում:

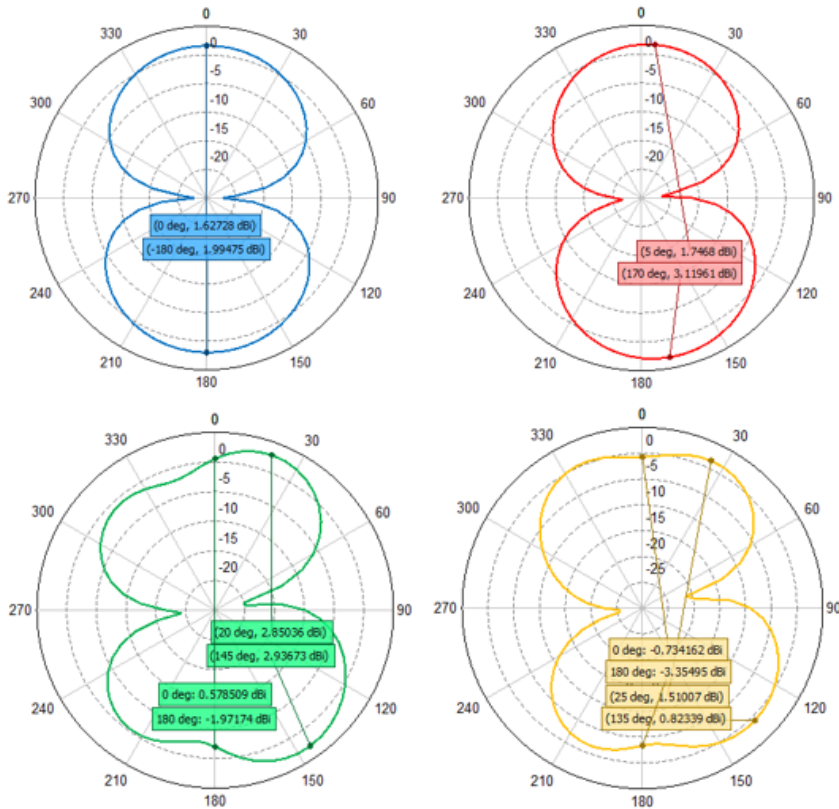


Նկ. 3. Տպասալային մոնոպոլ անտենայի ԿԱԳ-ի հաճախականային կախվածությունը



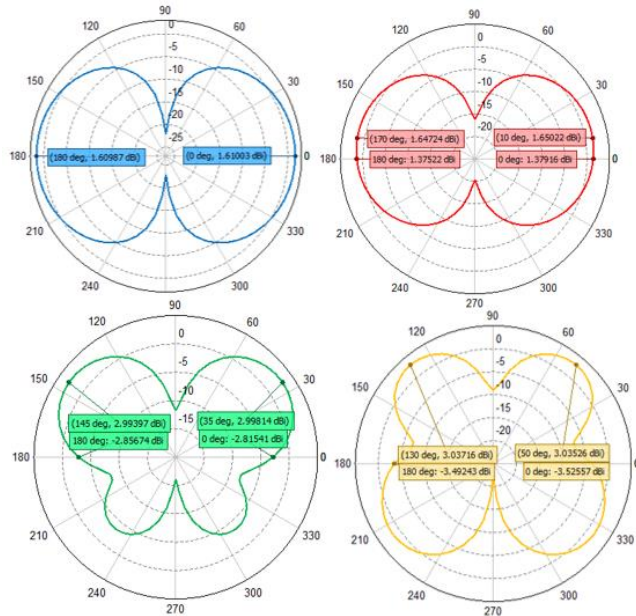
Նկ. 4. Տպասալային անտենայի ՈՒԳ-ի հաճախականային կախվածությունները  $\theta = 0^\circ$  և  $\theta = 90^\circ$  ճառագայթման ուղղություններում

Անտենայի կառուցվածքի ոչ համաչափության պատճառով ուղղվածության դիագրամը ոչ համաչափ է (նկ. 5,6), և ուժեղացման գործակցի արժեքը ուղղաձիգ հարթությունում ավելի մեծ է, քան հորիզոնականում: Ուղղվածության դիագրամի ոչ համաչափությունը դրսևորվում է 6 ԳՀց-ից ավելի բարձր հաճախականություններում: Այս հաճախականություններում ուղղվածության դիագրամը փոփոխվում է, և ուժեղացման գործակիցն իր առավելագույն արժեքն ընդունում է ճառագայթման այլ անկյունների տակ: Հաճախականային ամբողջ տիրույթում ուժեղացման գործակցի առավելագույն արժեքը՝  $G = 3,2$  դԲ:

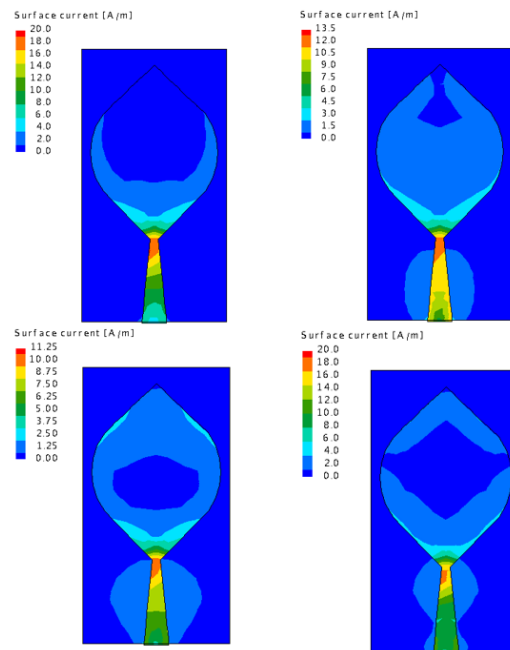


Նկ. 5. Անտենայի ուղղվածության դիագրամները  $\theta$  հարթությունում 3,1; 5,1; 7,6; և 10,6  $\text{ГՀ}$  հաճախականությունների դեպքում

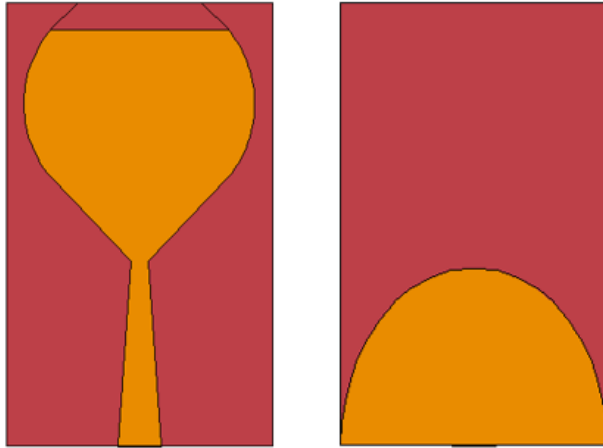
Ճառագայթման  $\theta = 0^\circ$  և  $\theta = 90^\circ$  ուղղություններում անտենայի ուժեղացման գործակիցը բարձրացնելու նպատակով իրականացվել է մակերևութային հոսանքների վերլուծություն (նկ. 7): Հեռացվել է անտենայի մակերևույթի այն հատվածը, որի վրա մակերևութային հոսանքի խտությունը նվազագույնն է: Այդպիսով մեծանում է անտենայի արդյունավետ մակերեսը՝ հանգեցնելով ուժեղացման գործակցի մեծացման: Ստացված անտենայի կառուցվածքը պատկերված է նկ. 8-ում: Անտենայի չափերը գրեթե նույնն են, ինչ դիտարկված տպասալային անտենայինը, բացառությամբ սնուցող գծի չափերը փոփոխվել են ( $L_1 = 12.5$  մմ)՝ ապահովելու համար մուտքային դիմադրության համաձայնեցումը:



Նկ. 6. Անտենայի ուղղվածության դիագրամները  $\varphi$  հարթությունում 3,1; 5,1; 7,6; և 10,6 ԳՀց հաճախականությունների դեպքում



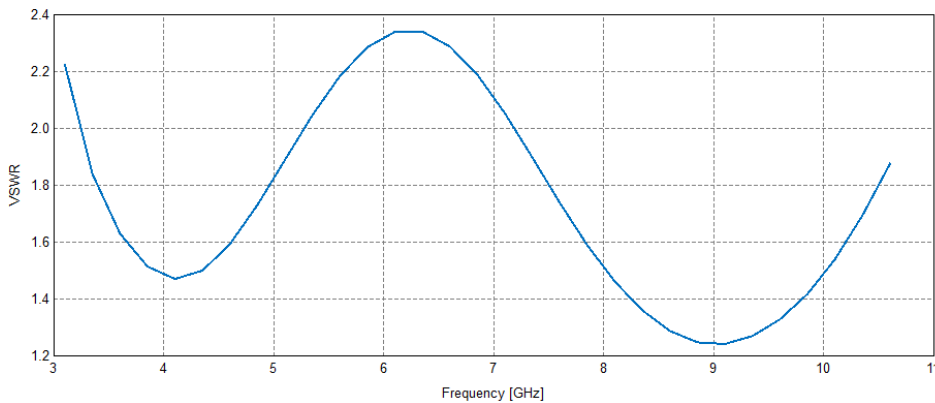
Նկ. 7. Տպասալային անտենայի մակերևութային հոսանքի բաշխվածությունները 3,1; 5,1; 7,6 և 10,6 ԳՀց հաճախականությունների դեպքում



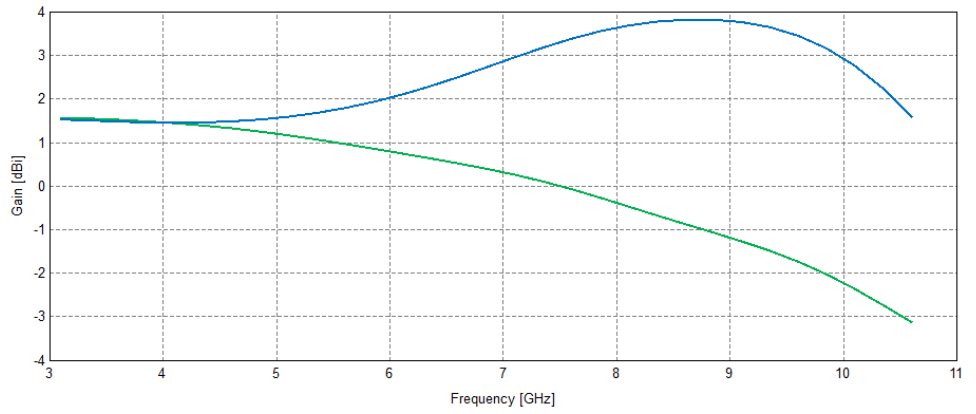
Նկ.8. Բարձր արդյունավետությամբ տպասալային անտենայի վերին և ստորին շերտերի կառուցվածքները

Նկ. 9-ում բերված է անտենայի ԿԱԳ-ի հաճախականային կախվածությունը: Ինչպես երևում է գրաֆիկից, 3,1-10,6ԳՀց հաճախականային տիրույթում անտենայի ԿԱԳ<2.3:

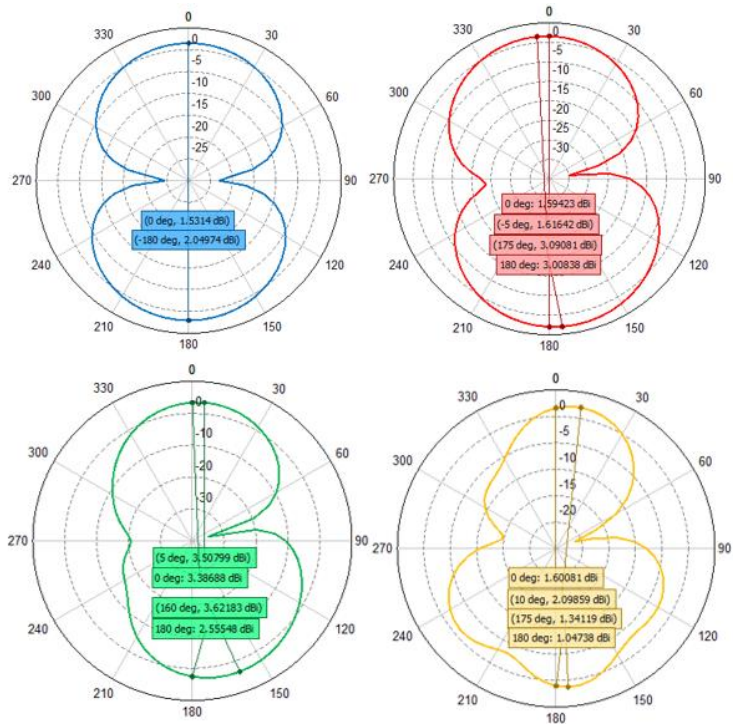
Նկ. 10-ում պատկերված են անտենայի ուժեղացման գործակցի հաճախականային կախվածությունները  $\theta = 0^\circ$  և  $\theta = 90^\circ$  ճառագայթման ուղղություններում, նկ. 11 և 13-ում՝ համապատասխանաբար  $\varphi$  և  $\theta$  հարթություններում:



Նկ. 9. Անտենայի ԿԱԳ-ի հաճախականային կախվածությունը

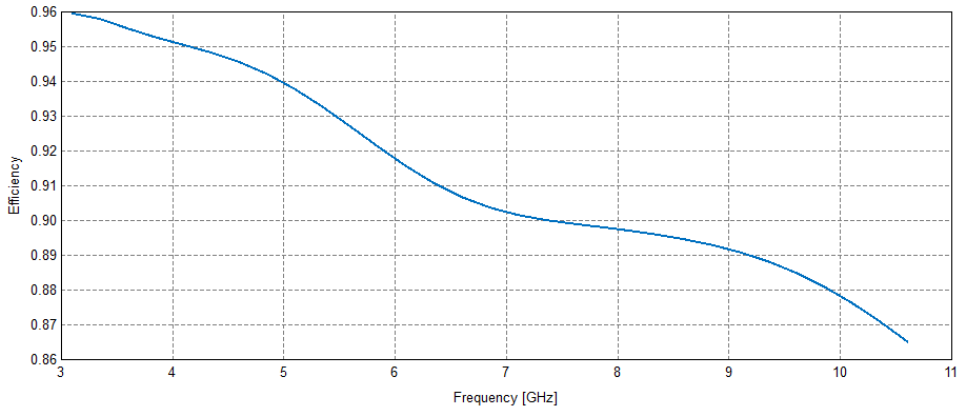


Նկ.10. Անտենայի ՈՒԳ-ի հաճախականային կախվածությունները  $\theta = 0^\circ$  և  $\theta = 90^\circ$  ճառագայթման ուղղություններում

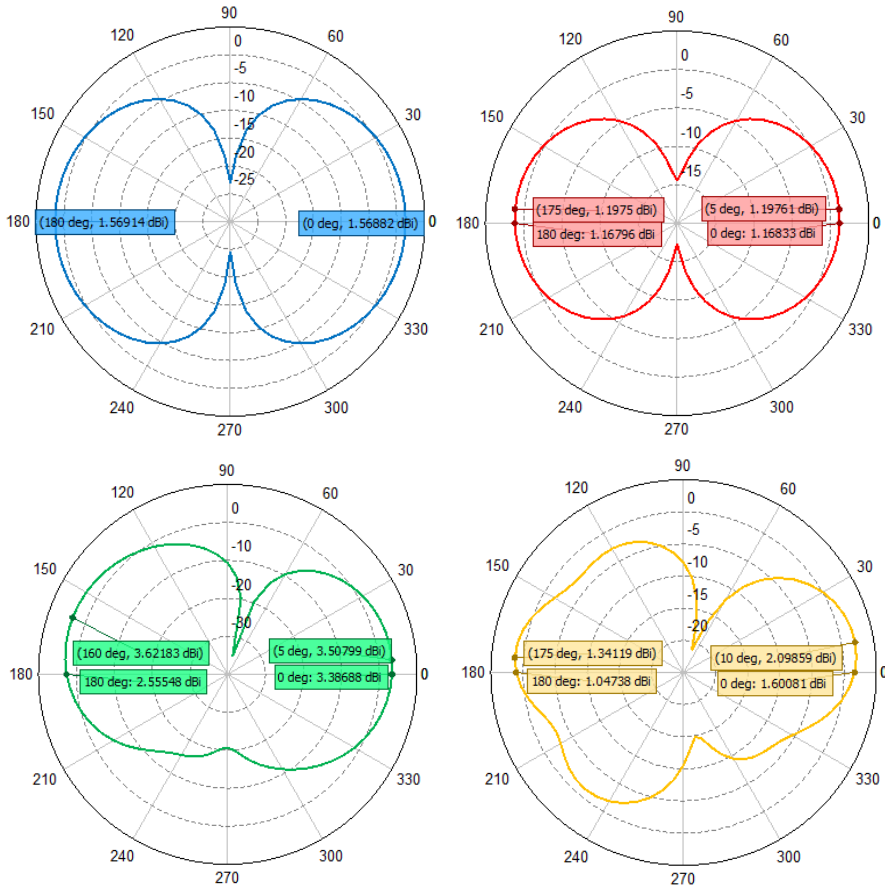


Նկ.11. Անտենայի ուղղվածության դիագրամները  $\theta$  հարթությունում 3,1; 5,1; 7,6; և 10,6 ԳՀց հաճախականությունների դեպքում

Նկ. 12-ում բերված է անտենայի արդյունավետության կախվածությունը հաճախականությունից: Ինչպես երևում է նկարից, հաճախականային ողջ տիրույթում անտենայի արդյունավետությունը գերազանցում է 87 %-ը:



Նկ.12. Անտենայի արդյունավետության և հաճախականության կախվածությունը



Նկ. 13. Անտենայի ուղղվածության դիագրամները  $\varphi$  հարթությունում 3,1; 5,1; 7,6; և 10,6 ԳՀ-ց հաճախականությունների դեպքում

Ինչպես երևում է գրաֆիկներից, անտենայի ուղղվածության դիագրամն ավելի համաչափ է՝ ի տարբերություն քննարկված նախորդ անտենայի:  $\theta = 0^\circ$  և  $\theta = 90^\circ$  ճառագայթման ուղղություններում անտենայի ուժեղացման գործակցի արժեքն աճել է՝ հասնելով 4 դԲ առավելագույնին: Հաճախականային ամբողջ տիրույթում ուժեղացման գործակցի առավելագույն արժեքը, և  $\theta = 0^\circ$  և  $\theta = 90^\circ$  ճառագայթման ուղղություններում դրա արժեքները գրեթե նույնն են՝ 0,4 դԲ տարբերությամբ:

Արդյունքում ստացվել է բարձր արդյունավետությամբ, հաճախականային ամբողջ տիրույթում համաչափ ուղղվածությամբ դիագրամով, բարձր ուժեղացման գործակցով տպասալային անտենա:

**Եզրակացություն:** Իրականացվել է գերլայնաշերտ տեխնոլոգիայում կիրառվող անտենաների և դրանց բնութագրերի ուսումնասիրում: Գերլայնաշերտ տեխնոլոգիայում անտենաների վրա դրված պահանջների հիման վրա նախագծվել է մոնոպոլ անտենա, որից ստացվել է տպասալային անտենա: Անտենայի նախագծումն իրականացվել է FEKO ծրագրային միջավայրում: Վերլուծվել են ստացված տպասալային անտենայի մակերևութային հոսանքների բաշխվածությունները: Հեռացվել է անտենայի այն հատվածը, որտեղ մակերևութային հոսանքների արժեքը նվազագույնն է՝ այդպիսով մեծացնելով անտենայի արդյունավետ մակերեսը և ուժեղացման գործակիցը: Արդյունքում՝ նախագծված անտենայի հաճախականային տիրույթը 3,1-10,6 ԳՀց է, որը բավարարում է գերլայնաշերտ տեխնոլոգիայի պահանջները: Այդ հաճախականային տիրույթում անտենայի ԿԱԳ<2: Անտենայի ուժեղացման գործակցի առավելագույն արժեքը՝  $G = 4$  դԲ: Նվազագույն մակերևութային հոսանքի տեղամասի հեռացումը հանգեցրել է ուղղվածության դիագրամի համաչափությանը, ուժեղացման գործակցի ավելացմանը և արդյունավետության բարձրացմանը:

#### ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Sabath F., Mokole E.L., Samaddar S.N.** Definition and classification of ultra-wideband signals and devices// URSI Radio Science Bulletin. - 2005.- P.12-26.
2. **Chinmoy Saha, Jawad Y. Siddiqui, Yahia Antar.** Multifunctional Ultrawideband Antennas. Trends, Techniques and Applications// Taylor & Francis Group.- 2019.- P.39.
3. **Ray K.P.** Design Aspects of Printed Monopole Antennas for Ultra-Wide Band Applications// International Journal of Antennas and Propagation.- 2008.- P.1-8.
4. **Xianming Qing, Zhi Ning Chen, Michael Yan Wah Chia.** Parametric Study of Ultra-wideband Dual Elliptically Tapered Antipodal Slot Antenna// International Journal of Antennas and Propagation.- 2008.- P.1-9.
5. **Bao X.L. and Ammann M.J.** Printed UWB Antenna with Coupled Slotted Element for Notch-Frequency Function// International Journal of Antennas and Propagation.- 2008.- P.1-7.

**А.Г. СТЕПАНЯН, С.В. АНТОНЯН, Г.А. ЦАТУРЯН, Л.Х. ХАЧАТРЯН**  
**ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК АНТЕНН, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В**  
**СВЕРХШИРОКОПОЛОСНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ**

В современных радиотехнических системах представляет актуальность сверхширокополосная технология, в которой относительная ширина пропускной способности сигнала превышает 20%. Такие системы, обеспечивая пикосекундную синхронизацию, осуществляют обнаружение объектов с сантиметровой точностью. К антеннам, используемым в таких системах, предъявляются строгие требования. Относительная полоса пропускания антенны также превышает 20%, её размеры должны быть компактными и легко встраиваемыми в радиосхему. Исследованы характеристики антенн, используемых в широкополосных технологиях, на основе которых смоделирована и разработана направленная широкополосная антенна. Частотный диапазон антенны составляет 3.1...10.6 ГГц. Моделирование антенны проводилось в программной среде FEKO. Основные характеристики антенны представлены в виде графиков.

**Ключевые слова:** сверхширокополосная технология, синхронизация, место обнаружения объектов, направленная широкополосная антенна.

**A.H. STEPANYAN, S.V. ANTONYAN, G.A. TSATURYAN,**  
**L.KH. KHACHATRYAN**  
**INVESTIGATING THE ANTENNAE CHARACTERISTICS USED IN**  
**ULTRA-WIDEBAND TECHNOLOGIES**

In modern radio frequency systems, ultra-wideband technology, in which the relative bandwidth of the signal exceeds 20%, is considered relevant. Providing picosecond synchronization such systems carry out positioning of objects with centimeter accuracy. The antennas used in such systems have strict requirements. The relative bandwidth of the antenna also exceeds 20%, its size must be compact, and it should be easy to integrate into the radio circuit. The characteristics of antennas used in broadband technology are investigated, based on which a omnidirectional wideband antenna is simulated and designed. The frequency range of the antenna is 3,1-10,6 GHz. The antenna was simulated in the FEKO software environment. The main characteristics of the antenna are presented in the form of graphs.

**Keywords:** ultra-wideband technology, synchronization, objects positioning, omnidirectional ultra-wideband antenna.