

Ա.Հ.Ս ՍՏԵՓԱՆՅԱՆ, Ս.Գ. ԷՅՐԱՍՉՅԱՆ

ԱՆՏԵՆԱՅԻ ՓՈԽԼԱՅԻՆ ԿԵՆՏՐՈՆԻ ՈՐՈՇՄԱՆ ԵՂԱՆԱԿԸ

Գլոբալ տեղորոշման համակարգում հիմնական խնդիրն է հաղորդիչ և ընդունիչ սարքերի միջև հեռավորության որոշումը, որի համար անհրաժեշտ է հաշվարկել անտենաների փուլային կենտրոնները: Փուլային կենտրոնի որոշման անհրաժեշտություն առաջանում է նաև հայելային անտենաների և անտենային ցանցի նախագծման ընթացքում: FEKO ծրագրային միջավայրում հաշվարկվել են Վիվալդի և արքիմեդյան սպիրալաձև անտենաների փուլային կենտրոնի կոորդինատները հեռավոր գոտու մեթոդով: Ներկայացված է մեթոդի էությունը, հաշվարկվել է փուլային կենտրոնի կոորդինատների հաճախային կախվածությունը, համեմատվել են երկու անտենաների դեպքում հաշվարկային արդյունքները, որոնք բերված են գրաֆիկների տեսքով:

Առանցքային բառեր՝ փուլային կենտրոն, հեռավոր գոտու մեթոդ, FEKO ծրագրային միջավայր, Վիվալդի անտենա, արքիմեդյան սպիրալաձև անտենա:

Ներածություն՝ Անտենայի ուղղվածության դիագրամը (ՈԴԴ) բնութագրվում է ճառագայթած ալիքի փուլային և ամպլիտուդային բաշխվածություններով: Հեռավոր գոտում էլեկտրամագնիսական դաշտի E բաղադրիչը ներկայացվում է հետևյալ արտահայտությամբ [1].

$$E(r, \theta, \varphi) = P(\theta, \varphi) e^{j\psi(\theta, \varphi)} e^{-jkr \frac{a}{r}}, \quad (1)$$

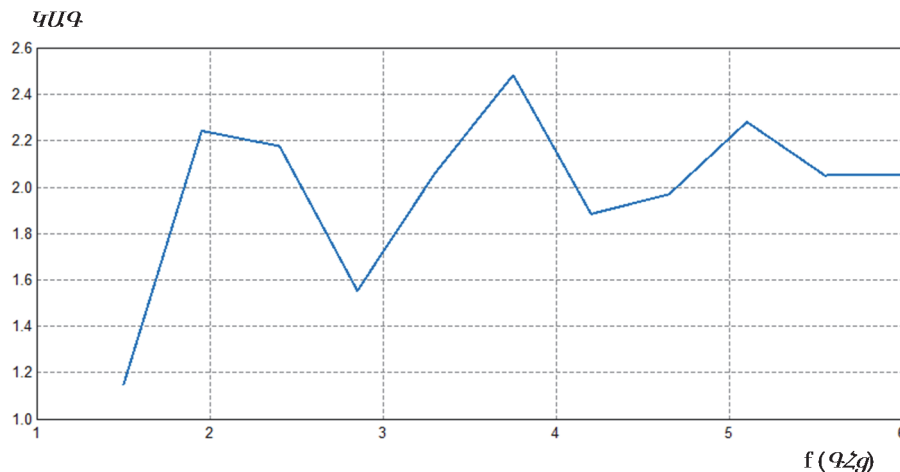
որտեղ $P(\theta, \varphi)$ և $\psi(\theta, \varphi)$ -ն համապատասխանաբար ամպլիտուդային և փուլային բաշխվածություններն են հեռավոր գոտում: Անտենայի փուլային կենտրոնը (Φ^C) սնուցման տեղամասին մոտ վիրտուալ կետ է, որից ձևավորվում է սֆերիկ ալիքային ճակատը [1]: Φ^C -ի կոորդինատները որոշվում են (2) և (3) բանաձևերի միջոցով.

$$x_0 = \frac{1}{k} (\cos \theta_0 \frac{d\psi}{d\theta} |_{\theta_0} - \sin \theta_0 \frac{d^2\psi}{d\theta^2} |_{\theta_0}), \quad (2)$$

$$y_0 = \frac{1}{k} (\cos \theta_0 \frac{d^2\psi}{d\theta^2} |_{\theta_0} - \sin \theta_0 \frac{d\psi}{d\theta} |_{\theta_0}), \quad (3)$$

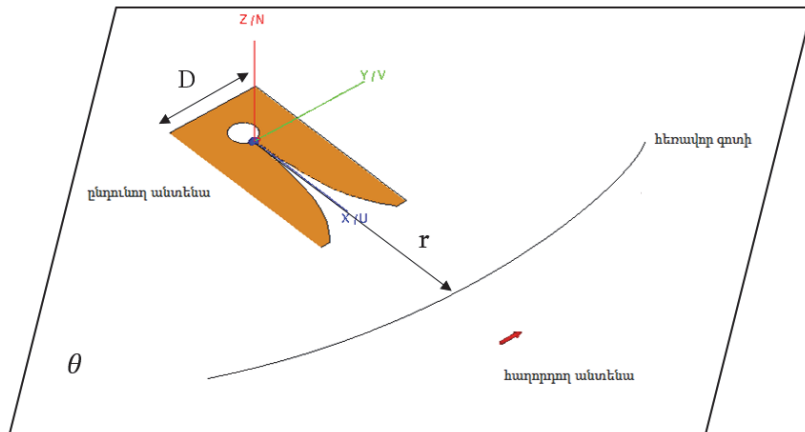
որտեղ $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ փուլային հաստատունն է: Φ^C -ի դիրքը կախված է ընկնող ազդանշանի ուղղությունից և հաճախությունից [2]: Կան բազմապիսի մեթոդներ, որով որոշվում են փուլային կենտրոնի կոորդինատները:

Խնդրի դրվածքը. Մշակվել է անտենայի փուլային կենտրոնի կոորդինատների չափման մեթոդը, և ըստ այդ մեթոդի՝ FEKO ծրագրային միջավայրում կառուցվել է հաշվարկային համակարգ [3]: Որպես օրինակ դիտարկվել է Վիվալդի անտենան, և աշխատանքային հաճախային տիրույթում որոշվել դրա փուլային կենտրոնի կոորդինատների կախվածությունը ազդանշանի ուղղությունից և հաճախությունից: Անտենայի աշխատանքային հաճախային տիրույթը 1500...6000 ՄՀգ է, որում կանգուն ալիքի գործակիցը՝ $V_{\text{ԱԳ}} < 2,5$ (նկ.1): Արքիմեդյան սպիրալաձև անտենան հաճախաանկախ է, և հաճախային շատ մեծ տիրույթում $V_{\text{ԱԳ}} < 2$: Համեմատություն կատարելու համար արքիմեդյան սպիրալաձև անտենայի փուլային կենտրոնը որոշվել է 1500...6000 ՄՀգ տիրույթում:

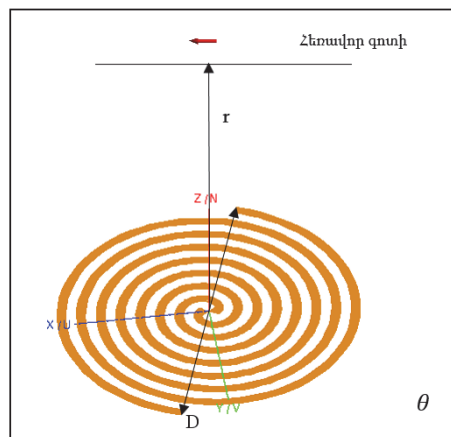


Նկ.1. Վիվալդի անտենայի $V_{\text{ԱԳ}}$ -ի հաճախային կախվածությունը

Մեթոդի հիման վրա կառուցված հաշվարկային համակարգը պատկերված է նկ.2 ա,բ-ում: Չափվելիք անտենան միացված է բեռին (ընդունիչին), հեռավոր գոտում տեղադրված է տարրական էլեկտրական ճառագայթիչ, որի ճառագայթած ռադիոալիքն ընդունում է չափվելիք անտենան: Կոորդինատային համակարգի սկզբնակետը ընտրվել է սնուցման կետը: Դիպոլի հեռավորությունը չափվելիք անտենայի սնուցման կետից՝ $z = r \cos \theta / \cos \varphi$, որտեղ r -ը գլխավոր ուղղությամբ դիպոլի և չափվելիք անտենայի սնուցման տեղամասի միջև հեռավորությունն է: Դիպոլը գտնվում է չափվելիք անտենայի հեռավոր գոտում՝ $z \geq \frac{2D^2}{\lambda}$, որտեղ D -ն Վիվալդի անտենայի բացվածքի չափն է և սպիրալի արտաքին տրամագիծը: Ապահովելով այդ պայմանը՝ ստացվել է $r \geq 5 \lambda$, դիպոլը տեղադրվել է սնուցման տեղամասից 5λ հեռավորության վրա: Դրանից մեծ հեռավորությունների դեպքում չափման արդյունքները չեն փոփոխվում, քանի որ այդ տիրույթը անտենայի հեռավոր գոտին է:



ա)



բ)

Նկ. 2. Ծրագրային միջավայրում հաշվարկման համակարգի կառուցվածքը. ա) Վիվալիդի անտենա, բ) արքիմեդյան սպիրալաձև անտենա

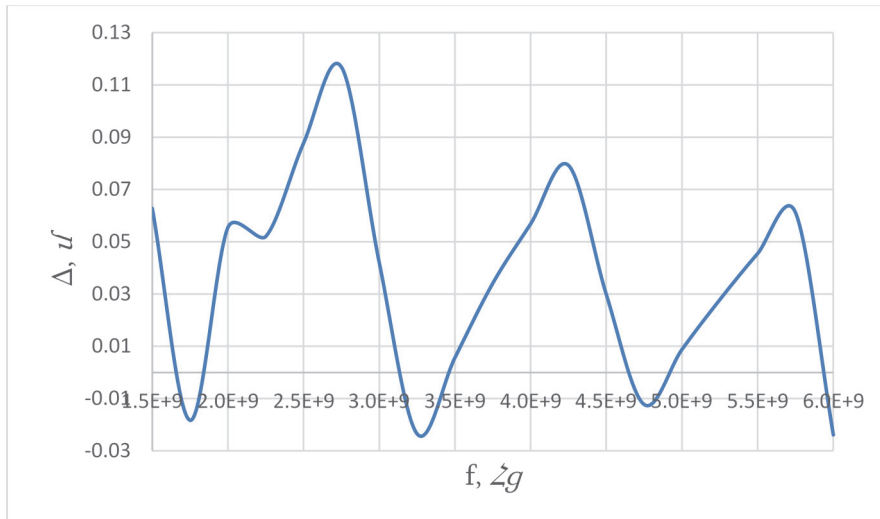
ՓԿ-ի կոորդինատների որոշման հաշվարկը կատարվել է հետևյալ քայլերով.

1) հաշվարկվել է դիպոլ-սնուցման կետ հեռավորությունում ալիքային թիվը՝ $n = \frac{z}{\lambda}$ և $z - n\lambda$ արտահայտությունը ($n\lambda$ հեռավորություն անցնելիս ալիքը իր փուլը փոփոխում է $n \cdot 360^\circ$ -ով),

2) ծրագրային միջավայրում ստացվել է բեռի վրա ընկնող լարման φ փուլի հաճախային կախվածությունը,

3) որոշվել է ՓԿ-ի դիրքը սնուցման կետի նկատմամբ՝ $z_0 = z - n\lambda - l$, որտեղ l -ը ալիքի անցած երկրաչափական հեռավորությունն է՝ $l = \frac{\varphi\lambda}{360}$:

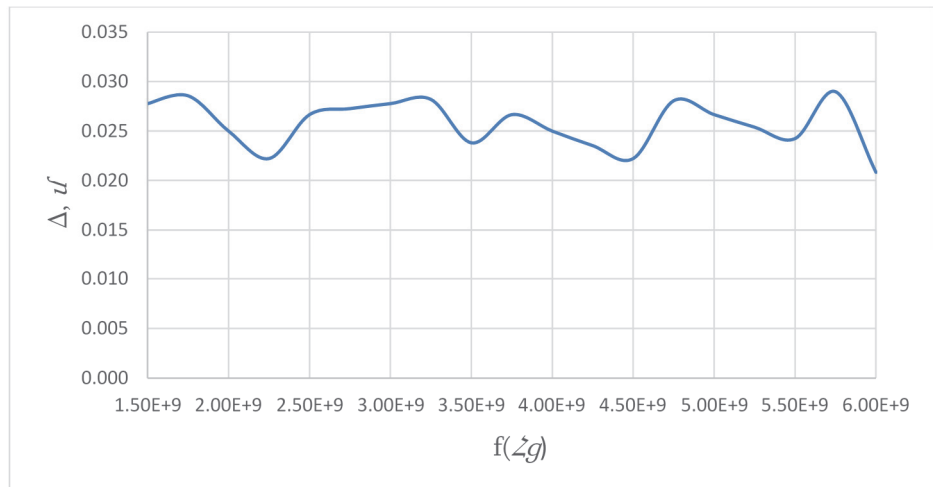
Հետազոտության արդյունքները. Նկ.3-ում բերված է անտենայի Վիվալդի անտենայի ճառագայթման գլխավոր ուղղությամբ ՓԿ-ի և սնուցման տեղամասի հեռավորության հաճախային կախվածության գրաֆիկը: ՓԿ-ի դիրքը 1500...6000 ՄՀց հաճախային տիրույթում սնուցման կետի (կոորդինատային համակարգի սկզբնակետ) նկատմամբ տատանվում է $-0,0183 \dots 0,117$ մ/կոորդինատներում:



Նկ. 3. Վիվալդի անտենայի ճառագայթման գլխավոր ուղղությամբ փուլային կենտրոնի սնուցման տեղամասից հեռավորության հաճախային կախվածությունը

Ստացված արդյունքներից հետևում է, որ հաճախության բարձրացմանը զուգընթաց՝ Վիվալդի անտենայի փուլային կենտրոնը մոտենում է սնուցման տեղամասին, իսկ նվազեցմանը զուգընթաց՝ հեռանում է սնուցման տեղամասից:

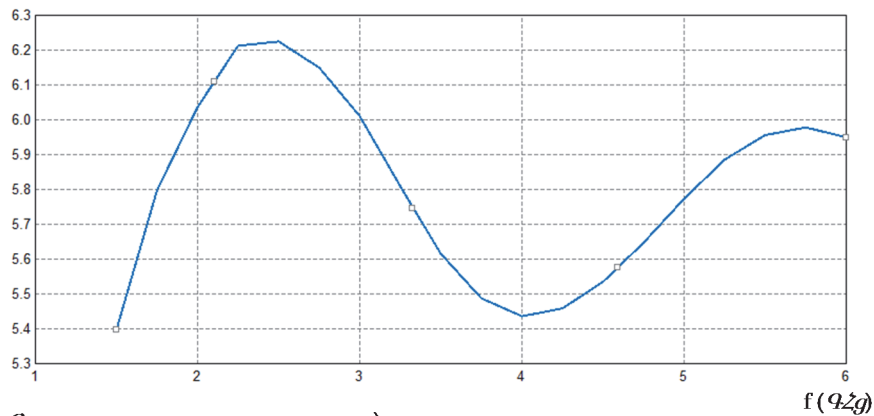
Նկ 4-ում բերված է ճառագայթման գլխավոր ուղղությամբ արքիմեդյան սպիրալաձև անտենայի փուլային կենտրոնի սնուցման տեղամասից հեռավորության հաճախային կախվածության գրաֆիկը: ՓԿ-ի դիրքը 1500...6000 ՄՀց հաճախային տիրույթում սնուցման կետի (կոորդինատային համակարգի սկզբնակետ) նկատմամբ տատանվում է $0,022 \dots 0,027$ մ/իջակայքում:



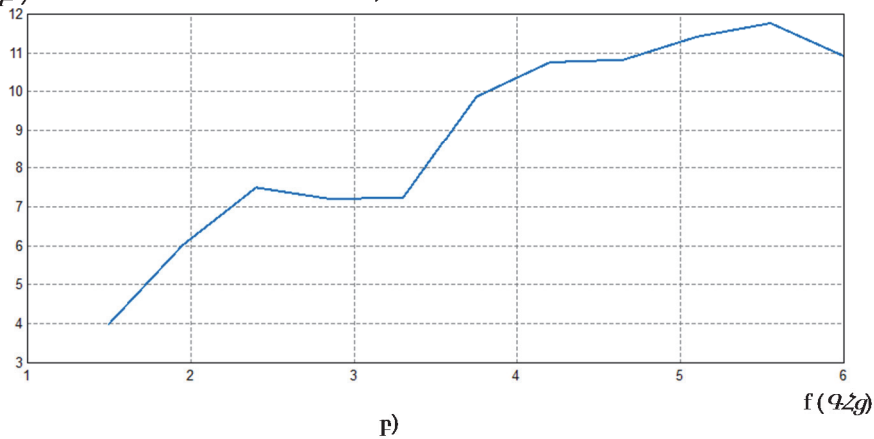
Նկ. 4. Արքիմեդյան սպիրալաձև անտենայի ճառագայթման գլխավոր ուղղությամբ փուլային կենտրոնի սնուցման տեղամասից հեռավորության հաճախային կախվածությունը

Ինչպես երևում է գրաֆիկներից, արքիմեդյան սպիրալի փուլային կենտրոնի դիրքը հաճախային ամբողջ տիրույթում գրեթե չի փոփոխվում, Վիվալդի անտենայինը, հաճախության բարձրացմանը զուգընթաց, մոտենում է դեպի սնուցման տեղամասին, նվազմանը զուգընթաց՝ հեռանում դրանից: Ստացված արդյունքներից կարելի է եզրակացնել, որ հեռավոր գոտում Արքիմեդյան սպիրալաձև անտենայի փուլային բաշխվածությունը՝ հաճախությունից կախված, քիչ է փոփոխվում, հետևաբար՝ ուղղվածության դիագրամը և ուժեղացման գործակիցը նույնպես քիչ են փոփոխվում: Մեթոդի ճշտությունը ապացուցելու համար FEKO ծրագրային միջավայրում արտածվել են անտենաների ուժեղացման գործակիցների հաճախային կախվածությունները: Նկ. 5-ում պատկերված են արքիմեդյան սպիրալի (ա) և Վիվալդի անտենայի (բ) ճառագայթման գլխավոր ուղղությամբ ուժեղացման գործակցի հաճախային կախվածության գրաֆիկները: Սպիրալաձև անտենայի ուժեղացման գործակցի արժեքը 1500...6000 $U\zeta g$ հաճախային տիրույթում տատանվում է փոքր արժեքներում՝ 5,4...6,2 ηP , իսկ Վիվալդի անտենայինը՝ 4,5...11,5 ηP :

ՈՒԳ (ՊԲ)



ՈՒԳ (ՊԲ)



Նկ. 5. Արքիմեդյան սպիրալաձև (ա) և Վիվալդի (բ) անտենաների ուժեղացման գործակցի հաճախային կախվածությունները

Եզրակացություն. Հետազոտվել և մշակվել է հեռավոր գոտու մեթոդով անտենայի փուլային կենտրոնի կոորդինատների որոշման եղանակը, ըստ որի անտենայի փուլային կենտրոնը չափվում է հեռավոր գոտում տեղադրված օժանդակ անտենայի միջոցով: Որպես օրինակ դիտարկվել է բացվածքային կառուցվածքի Վիվալդի անտենան (աշխատանքային հաճախային տիրույթը՝ 1,5...6 ԳՀց), որը համեմատվել պլանար կառուցվածքի հաճախաանկախ Արքիմեդյան սպիրալաձև անտենայի հետ: Ի տարբերություն Վիվալդի անտենայի, որի ՓԳ-ի դիրքը 1500...6000 ՄՀց հաճախային տիրույթում սնուցման կետի նկատմամբ տատանվում է -0,0183...0,117 կոորդինատներում, արքիմեդյան սպիրալաձև անտենայի ՓԳ-ի դիրքը փոփոխվում է փոքր միջակայքում՝ 0,022...0,027 լ: Տվյալ մեթոդի ճշգրտությունն ապացուցվում է այն փաստով, որ սպիրալաձև անտենայի ուժե-

դացման գործակիցը տատանվում է փոքր արժեքներում՝ 5,4...6,2 η , իսկ Վիվալդի անտենայինը մեծ արժեքներում՝ 4,5...11,5 η :

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Rudge A.W., Milne K., Olver A.D., Knight P.** The handbook of antenna design. –Vol. 1.- Peter Peregrinus Ltd., 1982.- 654 p.
2. **Schwarz U., Zhukov V., Stephan R. and Hein M.A.** Determination phase center of ultra-wideband antennas // IEEE Xplore. – May, 2010. –2 p.
3. **Elsherbeni Atef Z., Nayeri Payam, Reddy C.J.** Antenna Analysis and Design Using FEKO Electromagnetic Simulation Software //SciTech Publishing.- Edison. NJ, 2014.

Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարան, «ԷՄԻ ԹԵԲ» ՍՊԸ: Նյութը ներկայացվել է խմբագրություն 04.02.2020:

Ա.Գ. СТЕПАНЯН, С.Г. ЭЙРАМДЖЯН

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФАЗОВОГО ЦЕНТРА АНТЕННЫ

Основной задачей в глобальной системе позиционирования является определение расстояния между передающей и принимающей антеннами. С этой целью производится расчет фазового центра антенны. Необходимость определения фазового центра возникает также при проектировании зеркальных и решетчатых антенн. С помощью метода дальней зоны рассчитаны координаты фазовых центров антенн типа Вивальди и архимедова спираль в программной среде FEKO. Представлена сущность метода, рассчитана зависимость координат фазовых центров от частоты, сравнены результаты расчетов в случаях двух антенн, которые представлены в виде графиков.

Ключевые слова: фазовый центр, метод удаленной зоны, среда FEKO, антенна типа Вивальди, антенна типа архимедова спираль.

A.H. STEPANYAN, S.G. EYRAMJYAN

A METHOD FOR DETERMINING THE ANTENNA PHASE CENTER

Determining the distance between the transmitter and receiver devices is the basic operation for GPS. For that, the calculation of the antenna phase center is introduced. The necessity of determining the phase centre also emerges when designing a parabolic antenna and an antenna array. The Vivaldi and Archimedean spiral antenna phase centers are calculated by the far field method in the FEKO software environment. The method essence is presented, the phase center dependence on frequency is calculated, the two antenna results are compared, the results are presented in the form of graphs.

Keywords: phase center, far field method, FEKO software environment, Vivaldi antenna, Archimedean spiral antenna.