

УДК 621.372

ВИСОКОЕФЕКТИВНА АНТЕНА ДЛЯ ПРИЙМАННЯ ПРОГРАМ ЕФІРНОГО ТЕЛЕБАЧЕННЯ В ДЕЦИМЕТРОВОМУ ДІАПАЗОНІ ЗА МЕЖЕЮ ПРЯМОГО БАЧЕННЯ

Купрій О.М., Закордонець В.С., Назаренко С.Б.

Наведені результати розробки антени для приймання програм ефірного телебачення. Антена складається з двох квазілогоперіодичних антен і в діапазоні частот 470-790 МГц має коефіцієнт підсилення, що зростає з частотою від 13,5 до 15,7 дБ.

Вступ

У зв'язку зі збільшенням кількості каналів ефірного телебачення в дециметровому діапазоні довжин хвиль, різним рівнем потужності їх передавачів, що змінюється від 1 до 20 кВт, різним значенням коефіцієнтів підсилення передавальних антен і різними висотами їх встановлення на телевізійній вежі, для якісного приймання всіх програм ефірного телебачення на відстані 100 – 120 км від Києва актуальною є задача створення ширококугової антени з коефіцієнтом перекриття за частотою не менше 1,7 та коефіцієнтом підсилення 14 – 16 дБ, що зростає би (для компенсації природних втрат) при збільшенні частоти. Як показав огляд літератури та моніторинг ринку в Україні [1] такої антени не має.

Результати досліджень

Розроблена антена базується на ширококуговій класичній логоперіодичній вібраторній антені [2], що складається з двох несучих, кожна з яких виконана із одного металевого листа у вигляді короба з вібраторами, осі яких розташовані під кутом до бокових поверхонь короба (рис. 1). Така конструкція забезпечує ідеальний електричний контакт вібраторів з несучими, високу технологічність та надійність антени.

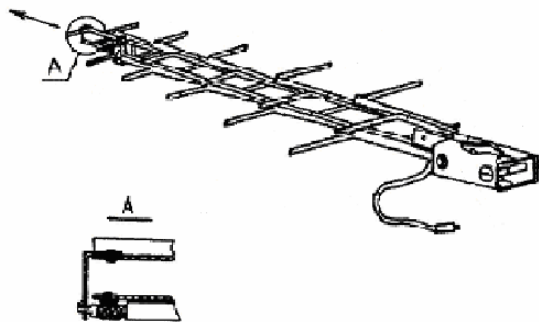


Рис. 1

Довжина антени – $L = \sum_{i=1}^{19} d_i = 1497,6$ мм, число вібраторів – $N=19$, довжини вібраторів – l_i , відстань між вібраторами – d_i розраховані за вихідними даними: коефіцієнт направленої дії КНД = 11,5; відношення довжин двох сусідніх вібраторів $\tau = 0,955$; відношення відстані між двома сусідніми вібраторами найбільшої довжини до максимальної довжини хвилі λ_{\max} робочої смуги частот $\sigma = 0,18$; нижня робоча частота $f_{\text{н}} = 470$ МГц, верхня – $f_{\text{в}} = 790$ МГц. Довжини вібраторів і відстані між ними (в мм), розраховані згідно з класичною методикою [3], представлені в табл. 1.

Таблиця 1

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9
l_i	159	151,8	145	138,4	132,4	126,7	121,3	116,1	111,1
d_i	114,4	109,2	104,3	99,6	95,3	91,2	87,4	83,5	79,9

№	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
l_i	1061,3	101,7	97,3	94,1	89,2	85,3	81,7	78,2	74,8	71,6
d_i	76,5	73,2	70,1	67,1	64,2	61,4	58,8	56,2	53,8	51,5

Для розрахунку характеристик узгодження і випромінювання антени створено її об'ємну модель в програмному середовищі *CST MICROWAVE STUDIO* [4]. Отримані діаграми направленості класичної вібраторної лого-періодичної антени в E і H площинах на частотах 500, 630, 750, 790 МГц, показані на рис. 2.

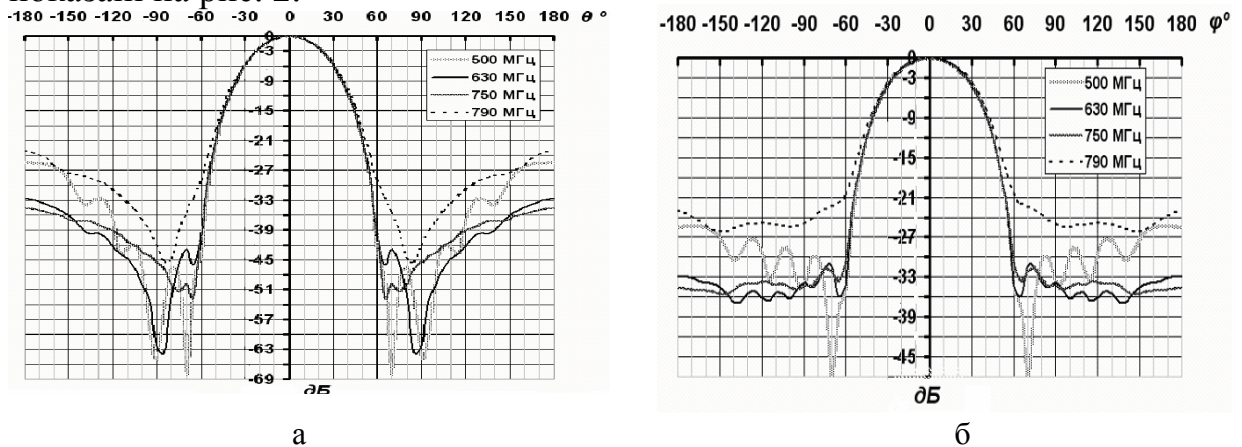


Рис. 2 Діаграма спрямованості логоперіодичної антени в площині E (а) і H (б) на різних частотах

Характеристики узгодження антени в смузі частот 470 – 790 МГц наведені на рис. 3. При розрахунках не брались до уваги три вібратори найбільшої довжини, але додатково введені сім вібраторів найменшої довжини. Це обумовлено зсувом робочої смуги частот антени вниз за частотою, викликаним скінченою шириною вібраторів, яка не враховується в середовищі *CST MICROWAVE STUDIO*. Довжина антени практично не змінилась. Отже, число вібраторів в антені дорівнювало двадцяти трьом.

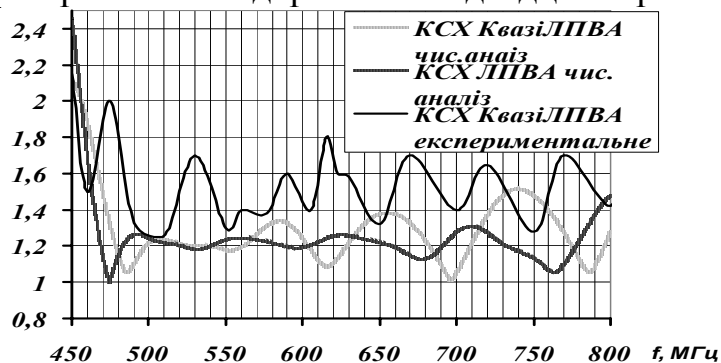


Рис. 3. Залежність КСХ від частоти для квазілогоперіодичної антени

Аналіз отриманих результатів показує, що антена має $KСХ \leq 1,35$, коефіцієнт підсилення 11 – 12 дБ в смузі частот 500 – 790 МГц. Ширина головних пелюсток діаграм направленості та максимальний рівень амплітуд бокових пелюсток наведені в табл. 2.

Таблиця 2

Площина поля f , МГц	Е				Н			
	500	630	750	790	500	630	750	790
Ширина головної пелюстки	45 °	44.5 °	43.5 °	45 °	53 °	52.5 °	51 °	54 °
Максимальний рівень бокової пелюстки, дБ	-25	-32	-34	-23	-25	-31	-32	-23

Для збільшення коефіцієнта підсилення (вище 12 дБ) широкосмугової логоперіодичної антени заданої довжини з частотою в [5] пропонується збільшувати параметр τ для вібраторів меншої довжини. Такі антени називатимемо квазілогоперіодичними. Скориставшись програмою *CST MICROWAVE STUDIO* було розглянуто декілька варіантів квазілогоперіодичних вібраторних антен. Серед них вибрана антена зі зміною τ від 0.935 до 0.975. Число вібраторів – 23, довжини першого та останнього вібраторів та довжина антени такі ж, як у класичної логоперіодичної антени. Конструктивні параметри цієї антени (в мм) наведені в табл. 3.

Таблиця 3

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
l_i	138,4	129,7	122,4	116,5	110,5	104,4	99,5	95,4	90,7	87,1	82,7	
d_i	99,6	95,3	91,2	87,4	83,5	79,9	76,5	73,2	70,1	67,1	64,2	
№	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
l_i	79,4	75,8	73,8	70	68	64,8	62,4	60,6	58,2	56,5	55,2	53,5
d_i	61,4	58,8	56,2	53,8	51,5	49,3	47,2	45,2	43,2	41,3	39,6	35,5

Розраховані діаграми спрямованості квазілогоперіодичної антени з конструктивними розмірами, представленими в таблиці 3, в E і H площинах на частотах 500, 630, 750, 790 МГц наведені на рис. 4, а,б.

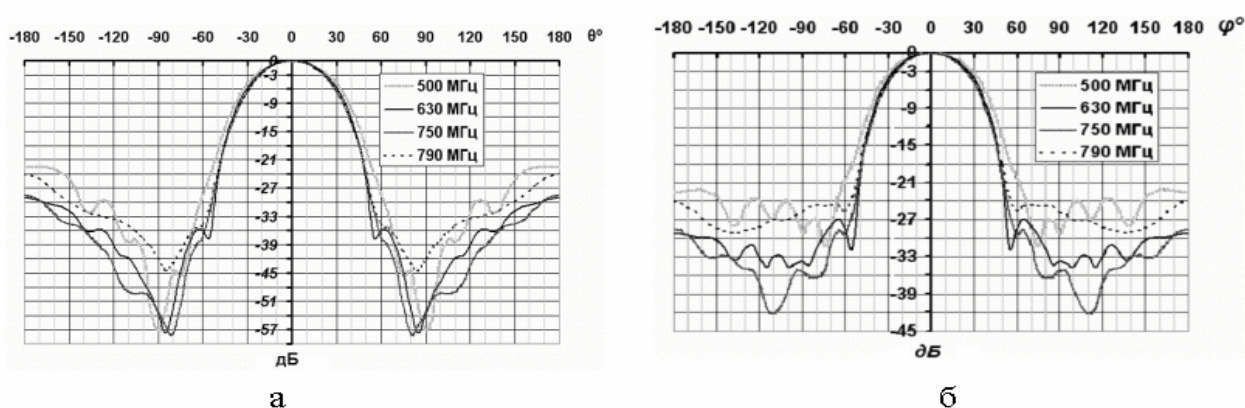


Рис.4. Діаграми спрямованості квазілогоперіодичної антени в площині E (а) і H (б) на різних частотах

Результати чисельного аналізу КСХН як функції частоти наведені на рис. 3. На рис. 5 показано розрахований коефіцієнт підсилення цієї ж квазілогоперіодичної антени.

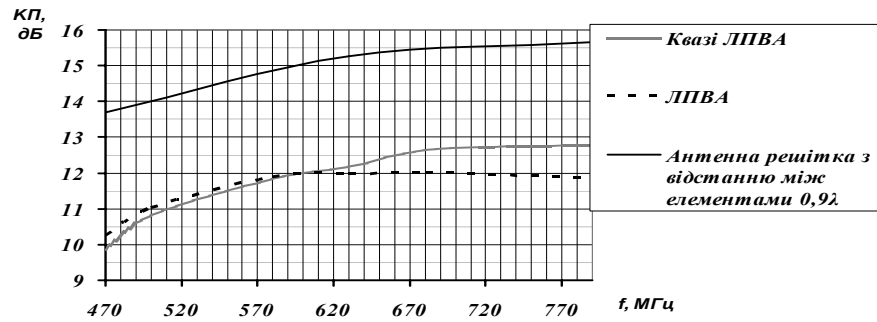


Рис. 5. Залежність коефіцієнта підсилення від частоти

Аналіз отриманих результатів показує, що квазілогоперіодична антена має $K_{CXH} \leq 1,45$. Коефіцієнт підсилення в смузі частот 500...790 МГц зростає з частотою від 10,8 до 12,8 дБ. Ширина головних пелюсток діаграм направленості і рівень максимальних амплітуд бокових пелюсток показані в табл. 4.

Таблиця 4

Площина поля <i>F</i> , МГц	Е				Н			
	500	630	750	790	500	630	750	790
Ширина головної пелюстки, град.	48°	44,5°	42°	40°	57,5°	52°	47°	45°
Максимальний рівень бокової пелюстки, дБ	-22	-29	-28	-24	-22	-27	-28,5	-24

Згідно з конструктивними розмірами, наведеними в таблиці 3, була виготовлена квазілогоперіодична вібраторна антена, показана на фото 1 (її експериментальні характеристики узгодження наведені на рис. 3). Експериментальний КСХ антени в смузі частот 470 – 790 МГц не перевищує 1,8.

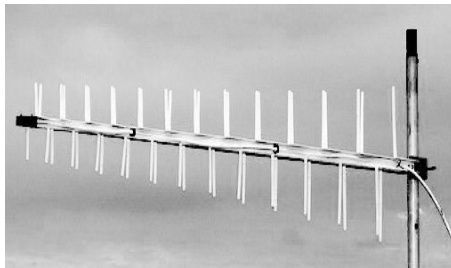


Фото 1

На рис. 6 наведені теоретичні та експериментальні діаграми спрямованості квазілогоперіодичної антени в площині *H* на частоті 470 МГц, що підтверджує достовірність створеної моделі

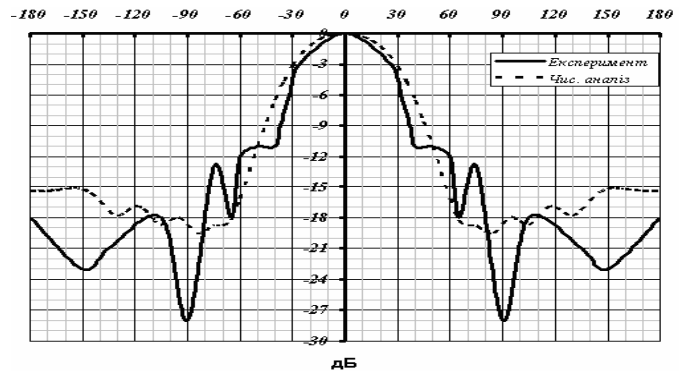


Рис. 6

На основі двох квазілогоперіодичних антен була створена *H*-площинна решітка (фото 2) та проведено аналіз її електродинамічних характеристик: об'ємних діаграми направленості, коефіцієнта підсилення на частотах 500, 630, 790 МГц, характеристики узгодження при різних відстанях між антенами. На рис. 7 наведена

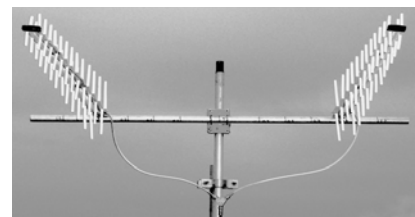


Фото 2

об'ємна діаграма спрямованості антенної решітки на частоті 630 МГц при відстані між антенами решітки $0,7\lambda$. Залежність коефіцієнта підсилення антенної решітки від частоти при постійній відстані між антенами, що дорівнює $0,9\lambda$ на частоті 630 МГц, наведена на рис. 5.

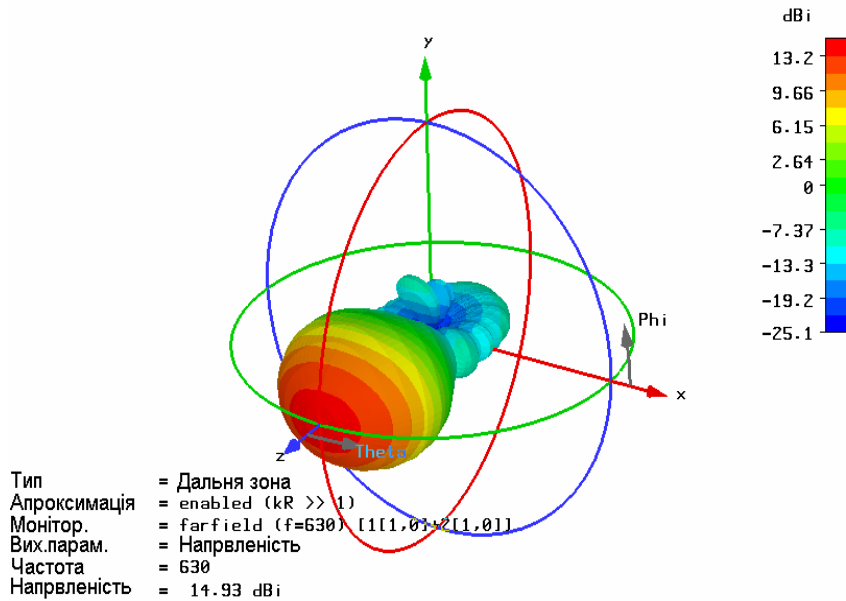


Рис. 7

В табл. 5 та 6 наведені коефіцієнти підсилення H площинної решітки на частоті 630 МГц та ширини діаграм направленості з максимальним рівнем бокових пелюсток в E та H площинах як функції відстані між антенами решітки.

Таблиця 5

Відстань між елементами	$0,5\lambda$	$0,7\lambda$	$0,9\lambda$	$1,2\lambda$
Коефіцієнт підсилення (загальний), дБ	14,4	14,9	15,3	15,7

Таблиця 6

Площина поля	E				H			
	0,5	0,7	0,9	1,2	0,5	0,7	0,9	1,2
Відстань між елементами в довжинах хвилі λ	0,5	0,7	0,9	1,2	0,5	0,7	0,9	1,2
Ширина головної пелюстки	$40,5^\circ$	$41,5^\circ$	43°	45°	$34,5^\circ$	25°	24°	21°
Максимальний рівень бокової пелюстки, дБ	-28	-26,5	-31	-29	-34	-24	-18	-9,5

Аналіз отриманих результатів показує, що антени в решітці впливають одна на одну, в основному, в H -площині: ширина головного пелюстка при зміні відстані між антенами зменшується з $34,5^\circ$ до 21° , рівень бокових пелюсток при збільшенні відстані між антенами збільшується від -34 до $-9,5$ дБ, при цьому коефіцієнт підсилення збільшується від 14,4 до 15,7 дБ. При відстані між антенами в $0,9\lambda$ на частоті 630 МГц коефіцієнт підсилення решітки збільшиться в середньому на 2,7 дБ порівняно з одиночною антеною.

Висновки

Створена високоефективна антенна решітка для приймання каналів ефірного телебачення в діапазоні частот 470 – 790 МГц з КСХН $\leq 1,8$ із зрос-

таючим з частотою коефіцієнтом підсилення – від 14.4 до 15.7 дБ. Антена забезпечує в київському регіоні на відстані 100...120 км від Києва якісне приймання програм ефірного телебачення.

Література

1. Носов Ю.Н., Кукав А.А. Энциклопедия отечественных антенн. М.: Солон, 2001. 251с.
2. Патент України №1 від 30.06.95 р. Вібраторна антена / Дубровка Ф.Ф., Глушенко В.М., Купрій О.М. – опубл. Промислова власність 1996 р.
3. Сверхширокополосные антенны / Под ред. Бененсона Л.С. М.: Мир, 1964. 416 с.
4. Файли документації на програмний паркет *CST MICROWAVE STUDIO*.
5. Глушенко В.Н., Дубровка Ф.Ф., Купрій А.М., Мартынюк С.Е., Шренк А.Е. Новые логопериодические и квазилогопериодические вибраторные антенны УКВ диапазона // Радиоэлектроника. – 1998. Т. 41 - № 8, с. 12–26.

<p>Купрій А.М., Закордонец В.С., Назаренко С. Высокоэффективная антенна приема программ эфирного телевидения в дециметровом диапазоне за пределами прямого видения. Приведены результаты разработки антенны для приёма программ эфирного телевидения. Антенна состоит из двух квазилогопериодических антенн и в диапазоне 470-790 МГц имеет коэффициент усиления, который возрастает с частотой от 13,5 до 15,7 дБ.</p>	<p>Kupriy A.M., Zakordonets V.S., Nazarenko S. The highly effective antenna of reception of the radio TV programs in a decimeter range outside direct vision. The results of development of the antenna for reception of the radio TV programs of are given. The antenna consists of two quasilogoperiodic antennas and in a range 470-790 MGz has factor of amplification, which grows with frequency from 13,5 up to 15,7 dB.</p>
--	--