

## Вібраторна антена кругової поляризації

Винахід відноситься до області антенної техніки і може бути використаний в радіотехнічних системах різноманітного призначення для випромінювання або прийому радіохвиль мікрохвильового діапазону з кругової поляризацією.

Відома антена у вигляді симетричного дротяного вібратора. Аналог містить симетричний вібратора у вигляді двох металевих проводів однакової довжини і двопровідну фідерну лінію [1].

Недоліком аналогу є те, що він не може випромінювати радіохвилі кругової поляризації, а випромінює лінійно поляризовані радіохвилі.

Відома також вібраторна антена типу «хвильовий канал». Аналог містить активний симетричний вібратор, позаду якого розміщений вібратор-рефлектор, а спереду - декілька пасивних вібраторів- директорів [2].

Недоліком аналогу є те, що він не може випромінювати радіохвилі кругової поляризації, а випромінює лінійно поляризовані радіохвилі.

Прототипом вибрана вібраторна антенна решітка з рефлектором . Така антенна решітка складається з плоского полотна однакових симетричних напівхвильових вібраторів, двопровідних фідерних ліній для заживлення цих вібраторів і плоского металізованого екрану. Апертура антенної решітки має форму прямокутника, а відстані між сусідніми вібраторами по горизонталі і вертикалі дорівнюють половині довжини хвилі  $\lambda/2$ . Рефлектор антенної решітки встановлений на відстані чверті довжини хвилі  $\lambda/4$  від полотна вібраторів і служить для екранування випромінювання антени в задню напівсферу. Вібратори антенної решітки заживлюються двопровідними фідерними лініями. Для забезпечення синфазності заживлення полярність підключення плечей сусідніх вібраторів до проводів фідерної лінії протилежна.

В літературі [1] на рис.12. 6 показана антенна решітка з горизонтальних вібраторів. Така решітка випромінює радіохвилі горизонтальної поляризації. Для випромінювання радіохвиль кругової поляризації випромінюючий елемент решітки повинен складатися з двох взаємно перпендикулярних вібраторів, заживлюваних зі зсувом фаз  $90^\circ$ , як показано на рис. 10.27 в літературі [1]. Умовно будемо вважати, що випромінюючий елемент антени-прототипу складається з двох взаємно перпендикулярних вібраторів, заживлюваних зі зсувом фаз  $90^\circ$ . При цьому всі горизонтальні вібратори решітки заживлюються синфазно, а всі вертикальні вібратори - теж синфазно, але зі зсувом фаз  $90^\circ$  відносно горизонтальних вібраторів [1].

Недоліком прототипу є те, що при порівняно невеликій обмеженій кількості вібраторів антена буде мати погане спрямування і велику ширину головної пелюстки діаграми спрямування антени. Покращити направлені властивості антени шляхом збільшення розмірів апертури без збільшення кількості вібраторів за рахунок збільшення відстаней між сусідніми вібраторами звичайно не вдається, бо при цьому сильно зростають інтерференційні пелюстки діаграми спрямування і їхній рівень можна порівняти з рівнем головної пелюстки. Тому практичний інтерес представляє завдання зменшення ширини головної пелюстки діаграми спрямування антени без збільшення кількості вібраторів і без значного збільшення рівня бокових та інтерференційних пелюсток. Можливе рішення такого завдання пропонується нижче.

В основу винаходу поставлена задача вдосконалення вібраторної антени кругової поляризації, в якій за рахунок виконання полотна вібраторів антени їхніх чвертьхвильових відрізків зовнішньої металевої оболонки двопровідних екранованих ліній у вигляді нахилених один до одного радіальних лінійок вібраторів і додаткового включення в кожен таку лінійку постійних фазообертачів у вигляді відрізків двопровідних ліній забезпечується поліпшення направлених властивостей антени при.

прийнятному рівні бокового випромінювання і заданій обмеженій кількості вібраторів.

Поставлена задача вирішується тим, що у вібраторній антені кругової поляризації, що містить симетричні напівхвильові вібратори на плоскому полотні антени, фідерну лінію і плоский металевий рефлектор, згідно з винаходом

вібратори виконані з чвертьхвильових відрізків зовнішньої металевої оболонки двопровідних екранованих ліній, встановлені на полотні антени у вигляді радіальних лінійок, нахилених один до одного в площині апертури, і пов'язані з проводами відповідних внутрішніх двопровідних ліній металевими перемичками в протилежній полярності від вібратора до вібратора в лінійці;

кожна з радіальних лінійок вібраторів пов'язана зі своїм постійним фазообертачем у вигляді відрізка двопровідної екранованої лінії, довжина якого дорівнює

$$L = f, \quad (1)$$

де  $L$  - довжина фазообертача;

$\alpha$  - кут нахилу до вертикалі відповідної лінійки вібраторів;

$\lambda$  - довжина хвилі в лінії, а усі фазообертачі пов'язані паралельно із загальною фідерною лінією антени.

У співвідношенні (1) кут  $\alpha$  нахилу до вертикалі радіальних лінійок вібраторів знаходиться в інтервалі  $0 < \alpha < \pi$  і відраховується проти годинникової стрілки.

Запропоноване виконання вібраторів з відрізків зовнішньої металевої оболонки двопровідних ліній, розміщення вібраторів на полотні антени у вигляді нахилених радіальних лінійок і додаткове включення до складу антени зазначених постійних фазообертачів дозволяють зменшити ширину головної пелюстки діаграми спрямування антени без значного зростання рівня інтерференційних пелюсток при заданій обмеженій кількості вібраторів у порівнянні з прототипом з такою же кількістю вібраторів.

Технічна сутність і принцип дії запропонованого пристрою пояснюються фіг.1,2. На фіг. 1 представлено спрощений ескіз запропонованої вібраторної антени кругової поляризації, а на фіг.2 показані розрахункові діаграми спрямування в горизонтальній площині запропонованої антени і прототипу.

До складу запропонованого пристрою на фіг. 1 входять такі основні елементи:

симетричні напівхвильові вібратори 1 (кожний вібратор виконаний з двох чвертьхвильових відрізків зовнішньої металевої оболонки екранованої двопровідної лінії, а вібратори розміщені на полотні антени у вигляді нахилених один до одного радіальних лінійок);

плоский металевий рефлектор 2, розташований на відстані чверті довжини хвилі  $\lambda/4$  від полотна вібраторів;

фазообертачі 3 у вигляді відрізків двопровідних екранованих ліній (довжина  $L$  лінії фазообертача визначена співвідношенням (1) і залежить від кута нахилу  $\alpha$  до вертикалі відповідної лінійки вібраторів);

металеві перемички 4, що пов'язують плечі вібратора з проводами внутрішньої двопровідної лінії відповідної лінійки в протилежній полярності від вібратора до вібратора в лінійці;

двопровідні лінії лінійок 5 (ці лінії проходять всередині вібраторів і фазообертачів);

загальна фідерна лінія 6 (усі фазообертачі підключені до цієї лінії паралельно).

Принцип дії запропонованого пристрою пояснюється наступним. Пропонується виконати вібраторну антену кругової поляризації у вигляді нахилених один до одного радіальних лінійок симетричних напівхвильових вібраторів, а ці вібратори виконати з чвертьхвильових відрізків зовнішньої металевої оболонки екранованих двопровідних ліній. Напівхвильові вібратори розміщені вздовж радіальних лінійок і в кожній лінійці живляться синфазно. При цьому відстань між вібраторами сусідніх

лінійок зростає до країв апертури антени. Збільшення відстані між

вібраторами у порівнянні з  $A/2$  сприяє зменшенню ширини головної пелюстки діаграми спрямування антени. При цьому бокові та інтерференційні пелюстки діаграми спрямування не будуть сильно зростати, бо в значній частині вібраторів відстань між сусідніми вібраторами не перевищує  $A/2$ . Це дозволяє при обмеженій порівняно невеликій кількості вібраторів отримати вузьку діаграму спрямування антенної решітки при прийнятному рівні бокових і інтерференційних пелюсток.

Ці якісні міркування підтверджуються розрахунками діаграм спрямування запропонованої антени і прототипу, які подані на фіг.2. Діаграми спрямування розраховані в горизонтальній площині для антен, що містять по 72 вібратора. При цьому запропонована антена містила 6 радіальних лінійок по 12 вібраторів в кожній, а прототип містив 6 рядів елементів, що випромінюють по два взаємно перпендикулярних вібратори в кожному елементі і по 6 таких елементів в кожному ряді. На фіг.2 суцільною кривою показана нормована діаграма спрямування запропонованої антени в горизонтальній площині, штриховою кривою - діаграма спрямування прототипу з відстанню між вібраторами  $A/2$ , а пунктирною кривою - діаграма спрямування прототипу з збільшеною відстанню між вібраторами. В останньому випадку відстань між вібраторами прототипу вибиралась так, щоб розміри апертур прототипу і запропонованої антени були приблизно однакові. Розрахунки показують, що в прототипі з відстанню між вібраторами  $A/2$  ширина діаграми спрямування вдвічі більше, ніж у запропонованої антени. У прототипі з збільшеною відстанню між вібраторами ширина головної пелюстки діаграми спрямування приблизно така ж, як і у запропонованої антени, але при цьому з'явилась інтерференційна пелюстка високого рівня, що істотно погіршує направлені властивості прототипу. Розрахунки підтверджують, що запропоноване технічне рішення дозволяє покращити направлені властивості антени при

прийнятному рівні першої бокової пелюстки і відсутності інтерференційної пелюстки діаграми спрямування.

Для того, щоб запропонована антена випромінювала радіохвилі кругової поляризації, потрібно забезпечити необхідний зсув фаз  $\phi$  струмів у вібраторах різних радіальних лінійок. Так, наприклад, при лівій круговій поляризації зсув фаз струмів у вертикальних і горизонтальних вібраторах повинен складати  $-\pi/2$ , що відповідає куту нахилу до вертикалі  $\pi/2$  лінійки горизонтальних вібраторів. Для лінійок вібраторів з іншим куту нахилу  $\alpha$  зсув фаз повинен бути іншим і відповідає величині  $-\alpha$ . Це пояснюється тим, що в радіохвилі з кругової поляризацією вектор поляризації обертається і кожний даний момент випромінювати радіохвилі буде в основному та лінійка вібраторів, кут нахилу якої до вертикалі відповідає куту нахилу до вертикалі вектора поляризації хвилі. З цих міркувань можна визначити необхідний зсув фаз струмів у різноманітних лінійках вібраторів, а за зсувом фаз визначити довжину  $L$  фазообертача відповідної лінійки. Довжина відповідного фазообертача визначається співвідношенням (1), отриманим на основі цих міркувань. Фази струмів вібраторів в лінійках пропонується встановлювати постійними фазообертачами 3 у вигляді відрізків двопровідних екранованих ліній, а довжина цих ліній  $L$  залежить від кута нахилу  $\alpha$  радіальної лінійки вібраторів. При цьому всередині однієї такої лінійки вібратори заживлюють синфазно за допомогою радіальної двопровідної лінії 5. У кожній радіальній лінійці вібратори розміщені на відстані  $X/2$  один від одного, тому для забезпечення синфазного живлення вимагається підключити плечі вібраторів до проводів радіальної двопровідної лінії 5 в полярності, яка чергується, від вібратора до вібратора. Таке підключення реалізоване за допомогою металевих перемичок 4. Запропоноване технічне рішення забезпечує випромінювання радіохвиль кругової поляризації у напрямку осі запропонованої антени перпендикулярному площині полотна вібраторів.

Таким чином, запропонований пристрій може бути практично реалізований, а відзначені вище характерні ознаки є істотними і принципово необхідні для реалізації пристрою.

Основні елементи запропонованого пристрою на фіг.1 виконані таким чином. Полотно симетричних напівхвильових вібраторів 1 виконане у вигляді нахилених один до одного в площині апертури антени радіальних лінійок симетричних напівхвильових вібраторів, а ці вібратори виконані з чвертьхвильових відрізків зовнішньої металевої оболонки екранованих двопровідних ліній (по два відрізки в кожному вібраторі). Проводи радіальних двопровідних ліній 5 пов'язані з плечами кожного вібратора відповідної лінійки в протилежній полярності від вібратора до вібратора за допомогою відповідних металевих перемичок 4. Слід відзначити, що діаметрально протилежні лінійки вібраторів однакові, але полярність підключення в них відповідних вібраторів протилежна, бо струми в цих радіальних лініях 5 направлені протилежно. Фазообертачі 3 виконані - з відрізків двопровідних екранованих ліній, довжина яких  $L$  визначена співвідношенням (1) і залежить від куту нахилу  $\alpha$  до вертикалі відповідної радіальної лінійки. Усі фазообертачі 3 підключені паралельно до загальної фідерної лінії 6, що може бути виконана у вигляді екранованої двопровідної лінії і пов'язана з передавачем (або приймачем). Рефлектор 2 виконаний у вигляді металевої пластини і розміщений на відстані чверті довжини хвилі  $\lambda/4$  від полотна вібраторів 1.

Динаміка роботи запропонованого пристрою здійснюється таким чином. Напругу високої частоти мікрохвильового діапазону підводять від передавача по загальній двопровідній лінії 6 до входів фазообертачів 3, що змінюють фазу напруг у відповідності до кута нахилу до вертикалі відповідної лінійки вібраторів. З виходів фазообертачів 3 напруги підводять до радіальних двопровідних ліній 5, які заживлюють симетричні вібратори 1 синфазно в кожній одній радіальній лінійці, але з різними фазами в різних лінійках. Полотно вібраторів 1 випромінює радіохвилі кругової поляризації у

напрямі осі антени. При цьому радіохвилі, відбиті від плоского металевого рефлектора 2, складаються синфазно з прямими радіохвилями вібраторів в цьому напрямі. Цей рефлектор екранує випромінювання антени в задню напівсферу.

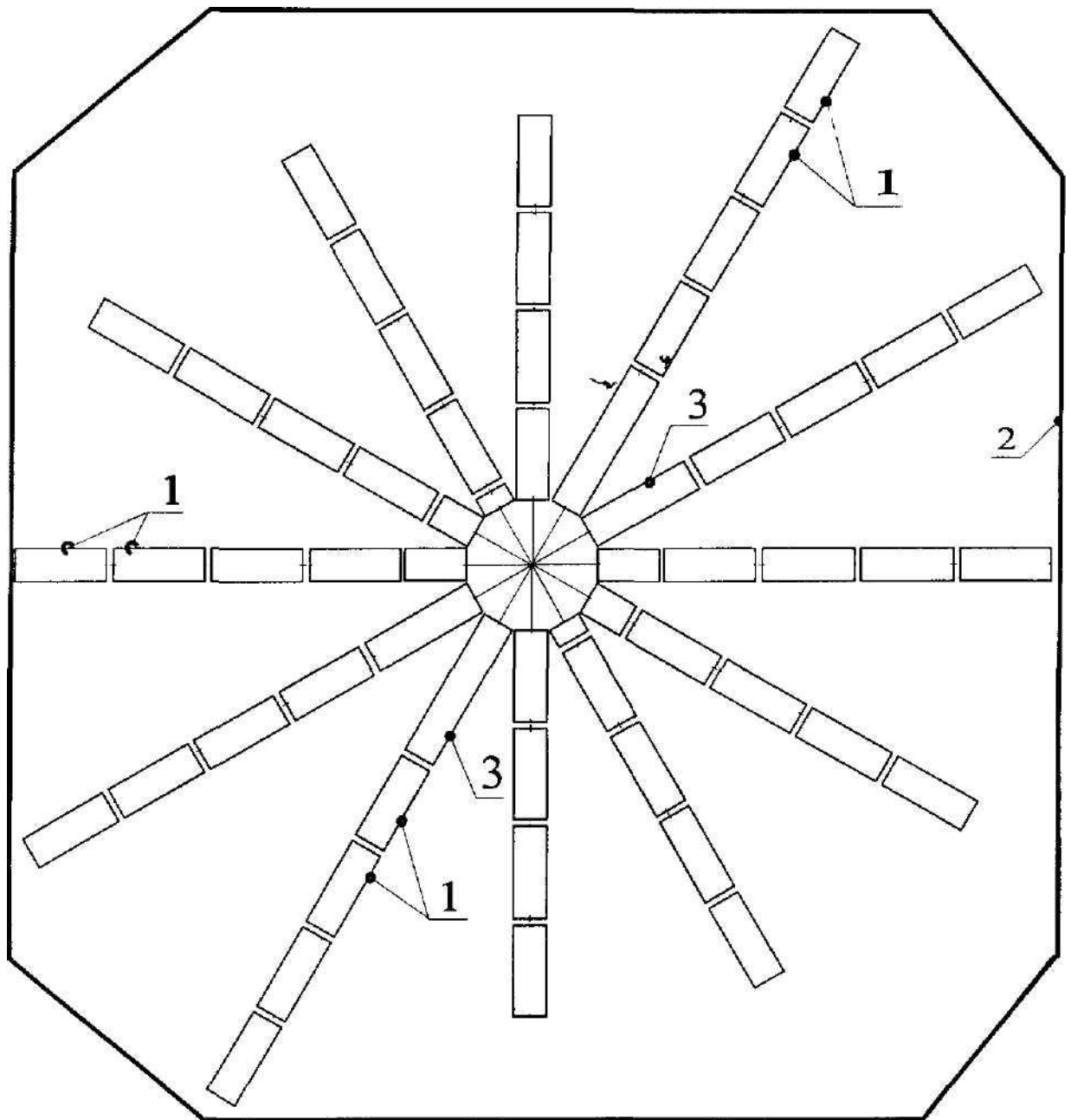
Таким чином, запропонований пристрій вирішує поставлене завдання, усуває відзначений недолік прототипу і покращує направлені властивості антени.

### Джерела інформації

1. Айзенберг Г.З. , Белоусов С.П., Журбенко Э.М., Клигер Г.А., Курашов А.Г. Коротковолновые антенны. Под ред. Г.З.Айзенберга. Изд. 2-е, перераб. и доп. - М.: Радио и связь, 1985, с. 234,190, рис.12.6, 10.27, ( прототип).
2. Фрадин А.З. Антенно-фидерные устройства. Учебное пособие для вузов связи. - М.: Связь, 1977, 194, рис. 11.1.



# Вібраторна антена кругової поляризації



Загальна фідерна лінія 6

Плоский металевий екран 2

Двопровідні лінії лінійок 5

A/4

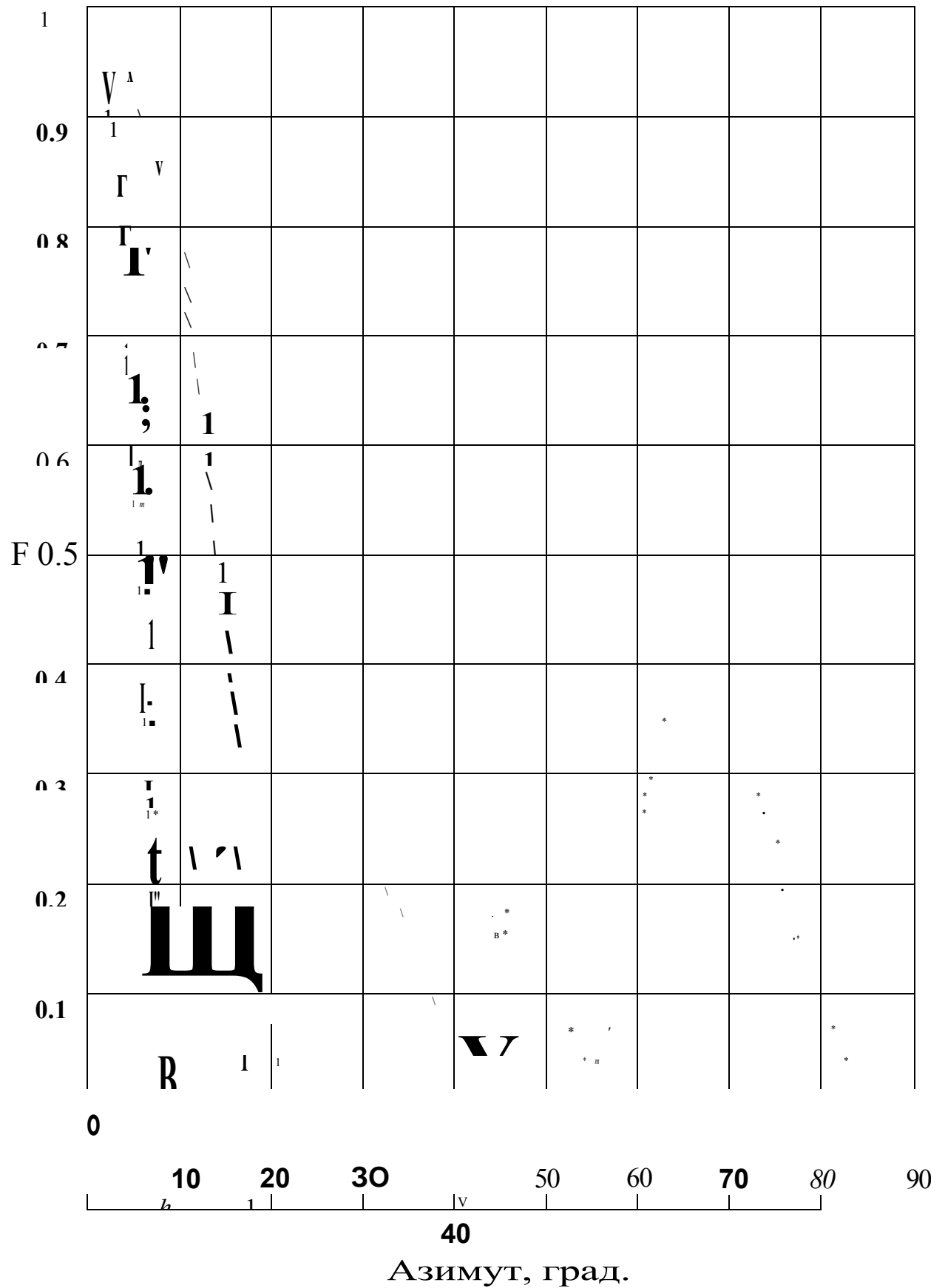
Симетричні / напівхвильові  
' / Фазообертачі 3  
вібратори 1

Металеві  
перемички 4

Автори: А.М.Кудрик  
С.М. Порошин  
В. Б. Бахвалов

Фіг 1

# Вібраіорна антена кругової поляризації



Автори: А.М.Кудрик

Fig.2 С.М. Порошин В. Б. Бахвалов