

Винахід відноситься до антенної техніки, більш конкретно до надширококузових (НШС) антен і може бути використаний для вирішення задач розпізнавання радіолокаційних об'єктів, підземного зондування, радіозв'язку (в тому числі мобільного зв'язку та прийому телевізійних сигналів), пристроях неруйнівного контролю різних середовищ, промислового контролю, системах охорони.

До НШС антен відносяться такі пристрої як /D. Dansels, Surface-Penetrating Radar IEE Inspres UK, 1996/: біконічний плоский вібратор, ТЕМ-рупор, спіралеподібні та логоперіодичні вібраторні антени .

Біконічний плоский вібратор простий у виконанні, але навіть при застосуванні відбиваючої поверхні має дуже широку діаграму спрямованості, що значно погіршує енергетичні показники каналу зв'язку і, крім того, частотний діапазон випромінювання в порівнянні з іншими НШС антенами обмежений.

Спіралеподібна антена має дуже великі розміри в порівнянні з максимальною довжиною хвилі робочого діапазону, до того ж на низьких частотах починає випромінювати в напрямку, перпендикулярному до своєї осі, тобто взагалі не в напрямку об'єкта зв'язку, що потребує застосування допоміжних надрозмірних обмежувальних рупорних поверхонь.

Плоска двозахідна спіралеподібна антена разом з відбиваючою поверхнею має односпрямоване випромінювання, але з дуже широкою діаграмою спрямованості і різке обмеження з боку високих частот, що визначається мінімальним радіусом спіралі.

Логоперіодичні вібраторні антени мають ті ж недоліки, що і спіралеподібні, а також значні розміри.

Найбільш близькою за технічною сутністю та конструктивним виконанням є /патент UA 40962, 7H01Q13/02/ надширококузова рупорна антена ТЕМ-хвилі, яка містить дві провідні поверхні, що утворюють рупор, причому обидві поверхні виконані експоненціальними в YOZ та XOZ площинах декартової системи координат. Така НШС антена ефективно працює на високих частотах. Але вже на частотах, коли довжина хвилі спільномірна з розмірами НШС антени, має малу ефективність випромінювання за рахунок малих розмірів розкриття НШС антени. З дальшим зниженням частоти інтенсивність випромінювання швидко падає ще дужче. До того ж на низьких частотах НШС антена стає практично всеспрямованою. Тому ця конструкція має істотні обмеження на низьких частотах, що сприяє спотворенню сигналу. Це призводить до того, що звужується область застосування НШС антени: зменшується інформаційна ємність каналу радіозв'язку та глибина проникнення при підземному зондуванні, звужується перелік матеріалів, які можна піддавати промислового та неруйнівного контролю.

В основу винаходу покладена задача створення такої НШС антени, в якій за рахунок конструктивних особливостей розширюється частотний діапазон антени у бік низьких частот, зменшується спотворення сигналу та НШС антена залишається односпрямованою у всьому робочому діапазоні частот.

Зазначена задача вирішується таким чином. В НШС антені, яка містить дві провідні поверхні, що утворюють рупор, зазначені поверхні додатково створюють петлю з розривом, причому рупор виконується асиметричним. У розриві петлі може бути комплексне електричне навантаження. У зазорі між провідними поверхнями при необхідності додається вставка з діелектричного чи магнітодіелектричного матеріалу. Провідні поверхні частково чи повністю можуть мати поглинаючий радіохвилі шар. У всьому робочому діапазоні частот НШС антена характеризується односпрямованістю.

Таке конструкторське виконання приводить до розширення частотного діапазону, що відбувається зі зменшенням габаритів НШС антени у напрямку випромінювання, крім того покращується узгодження вхідного імпедансу НШС антени з фідерною частиною приймача або передавача, зменшуються спотворення сигналу, НШС антена у всьому робочому діапазоні частот залишається односпрямованою. Можливість підключення у розриві петлі комплексного електричного навантаження в залежності від конкретних умов призводить до дальшого покращення узгодження вхідного імпедансу НШС антени з приймачем або передавачем, що додатково зменшує спотворення сигналу і, як наслідок, підвищує ємність каналу зв'язку, збільшує його інтенсивність у режимі випромінювання чи чутливості у режимі прийому, забезпечує односпрямованість у всьому робочому діапазоні частот, підвищує точність вимірювань та перешкодозахисність. При підземному зондуванні підвищує здатність виявляти мало контрастні неоднорідності. До того ж наявність при необхідності вставок з діелектричного чи магнітодіелектричного матеріалу додатково узгоджує її роботу з середовищами різної густини та ще більше підвищує спрямованість НШС антени. Провідні поверхні можуть мати поглинаючий радіохвилі шар, що додатково зменшує спотворення сигналу. Це було підтверджено експериментальними дослідженнями.

Винахід ілюструється кресленнями із зображеннями НШС антени, які пояснюють роботу НШС антени, але не обмежують обсяг правового захисту.

Перелік фігур.

Фіг.1 - загальний вигляд НШС антени.

Фіг.2 - вид НШС антени спереду.

Фіг.3 - вид НШС антени збоку.

Фіг.4 - вид НШС антени збоку з комплексним електричним навантаженням.

Фіг.5 - вид НШС антени збоку зі вставкою для узгодження з твердим середовищем.

Фіг.6 - вид НШС антени збоку з багатофункціональною вставкою з підвищеним коефіцієнтом спрямованості.

Фіг.7 - модель НШС антени для обчислень.

Фіг.8- активна складова вхідного імпедансу НШС антени.

Фіг.9 - реактивна складова вхідного імпедансу НШС антени.

Фіг.10- коефіцієнт підсилення НШС антени.

Фіг.11-фіг.18 - діаграми спрямованості НШС антени в Е-площині та Н-площині в діапазоні 0,5-4ГГц.

НШС антена (фіг.1-фіг.6) містить дві провідні поверхні: більша поверхня 1 та менша поверхня 2, що утворюють асиметричний рупор. Мінімальний зазор між поверхнями у точках підводу фідера 8, ширину розкриття 4 та форму поверхні розкриття вибирають з міркувань заданого робочого частотного діапазону та області використання. Верхня частина 5 більшої поверхні 1 розташована вище підводу фідера (на кресленні не показаний), нижня частина 6 більшої поверхні 1 розташована нижче підводу фідера. Розрив петлі 7. Обидві провідні поверхні 1 та 2 можуть мати вигини 3 для забезпечення рівномірного розподілу електричного поля в площині між провідними поверхнями 1 та 2, що також дозволяє звужити

характеристику спрямованості НШС антени. Комплексне електричне навантаження 9 (фіг.4). Вставка з діелектричного чи магнітодіелектричного матеріалу 10 (фіг.5, фіг.6). Поглинаючий радіохвилі шар 11 (фіг.2) на краях поверхонь зменшує спотворення сигналу.

Весь робочий діапазон частот НШС антени (у співвідношенні з її лінійними розмірами) можна умовно поділити на три частини: високі частоти, середні та низькі. Середні частоти визначаються розмірами довжини хвилі, такими, що довжина меншої поверхні становить приблизно від чверті до половини довжини хвилі. Високі частоти мають менші довжини хвиль і можуть бути обмежені зверху мінімальним зазором між провідними поверхнями 8 (фіг.3), що не повинен перевищувати половину найкоротшої довжини хвилі робочого діапазону. Низькі частоти обмежені знизу розмірами утвореної петлі.

В кожній частині діапазону роботу НШС антени можна визначити різним чином: на високих частотах як асиметричний рупор, на середніх як вібратор з відбиваючою поверхнею, на низьких як петльову антену.

Ця НШС антена (фіг.1-фіг.3), яку умовно назвали "Язик Дракона" виконана таким чином. Провідні поверхні виконуються асиметричними. Менша поверхня 2 розташована як "язик у пащі дракона", тобто приблизно всередині більшої поверхні 1, а фідер підводить живлення (чи знімає сигнал) до внутрішнього краю меншої поверхні 2 і приблизно до середини більшої поверхні 1.

Опишемо роботу НШС антени на прикладі режиму випромінювання. В усьому робочому діапазоні частот НШС антени забезпечено ефективний захист заднього напівпростору від випромінювання за рахунок спеціальної форми більшої поверхні 1. На верхніх частотах випромінювання забезпечується асиметричним рупором, що складається з меншої поверхні 2 та верхньої частини 5 більшої поверхні 1, а нижня частина 6 більшої поверхні 1 стає відбиваючою. Це підвищує інтенсивність випромінювання та сприяє односпрямованості НШС антени.

На середніх частотах, коли, в основному, збудження забезпечується меншою поверхнею 2, НШС антена працює як чвертьхвильовий чи напівхвильовий вібратор. Більша поверхня 1 захищає задній напівпростір від випромінювання та сприяє односпрямованості НШС антени.

На низьких частотах випромінюючими є менша поверхня 2 та розрив 7 між кінцями меншої поверхні 2 та нижньої частини 6 більшої поверхні 1. Розміри розриву 7 не повинні перевищувати чверті довжини хвилі найнижчої частоти робочого діапазону НШС антени. Вся більша поверхня 1 грає роль відбиваючої, що забезпечує односпрямованість НШС антени.

Підключення у розриві петлі 7 комплексного електричного навантаження 9 в залежності від конкретних умов призводить до дальшого покращення узгодження вхідного імпедансу НШС антени з фідерно-вимірювальною частиною.

У зазорі між провідними поверхнями 1 та 2 при необхідності додається вставка 10 з діелектричного чи магнітодіелектричного матеріалу, (фіг.5 - для зондування чи контролю рідких чи твердих матеріалів та для радіозв'язку крізь перешкоду, фіг.6 - з підвищеним коефіцієнтом спрямованості для повітряного радіозв'язку). Поглинаючий радіохвилі шар 11 (фіг.2) на краях поверхонь заглушує биття радіохвиль, що додатково зменшує спотворення сигналу.

У конкретному прикладі реалізації у фронтальній площині (фіг.2) більша поверхня 1 НШС антени має вигляд чотирикутника, а менша поверхня 2 виконана у формі, що нагадує "язик". Розміри більшої поверхні 1 визначають такими, які повинні забезпечити зменшення спотворення сигналу за рахунок крайових ефектів, що можуть проявлятися у відбиванні сигналів від краю, затіканні електричних струмів на зворотну сторону більшої поверхні 1, що приведе до випромінювання у зворотну сторону та небажаному розширенню діаграми спрямованості.

Для оцінки роботи НШС антени були проведені розрахунки та, експериментальна перевірка. Програма розрахунку вхідного імпедансу (фіг.8-фіг.9), коефіцієнту підсилення (фіг.10) та діаграм спрямованості в Е- та Н-площинах (фіг.11-фіг.18) була заснована на методі моментів в частотній області та виконана в пакеті "MATLAB".

На фіг.8 та фіг.9: - активна складова та реактивна складова вхідного імпедансу НШС антени в омах у всьому робочому діапазоні частот. НШС антена має сталу активну складову та низьке значення реактивної складової, що забезпечує добре узгодження НШС антени з приймачем або передавачем у всьому робочому діапазоні частот. На фіг.10 наведений високий та достатньо стабільний коефіцієнт підсилення НШС антени в напрямку нормалі до її розкриття в дБ у всьому робочому діапазоні частот. Таким чином зменшується спотворення сигналу у всьому робочому діапазоні частот.

На фіг.11-фіг.18 надані - діаграми спрямованості НШС антени в Е-площині (суцільна лінія) та Н-площині (штрихова лінія) в діапазоні частот 0,5-4,00ГГц в полярній системі координат та пронормовані в одиницях підсилення НШС антени (дБ).

Фіг.11 - діаграми спрямованості НШС антени в Е-площині та Н-площині на частоті 0,5ГГц.

Фіг.12 - діаграми спрямованості НШС антени в Е-площині та Н-площині на частоті 0,75ГГц.

Фіг.13 - діаграми спрямованості НШС антени в Е-площині та Н-площині на частоті 1,00ГГц.

Фіг.14 - діаграми спрямованості НШС антени в Е-площині та Н-площині на частоті 1,50ГГц.

Фіг.15 - діаграми спрямованості НШС антени в Е-площині та Н-площині на частоті 2,00ГГц.

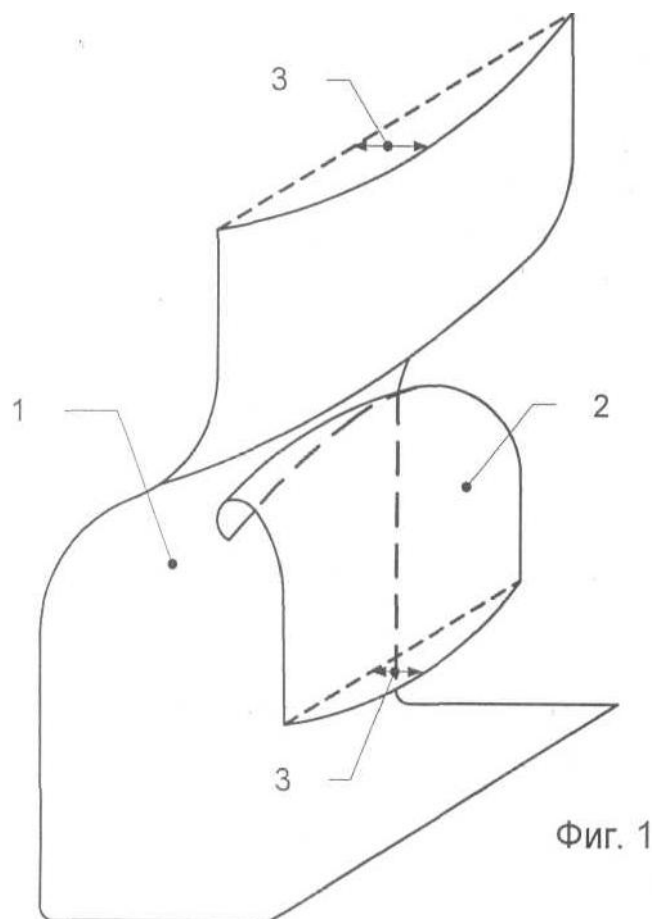
Фіг.16 - діаграми спрямованості НШС антени в Е-площині та Н-площині на частоті 2,50ГГц.

Фіг.17 - діаграми спрямованості НШС антени в Е-площині та Н-площині на частоті 3,00ГГц.

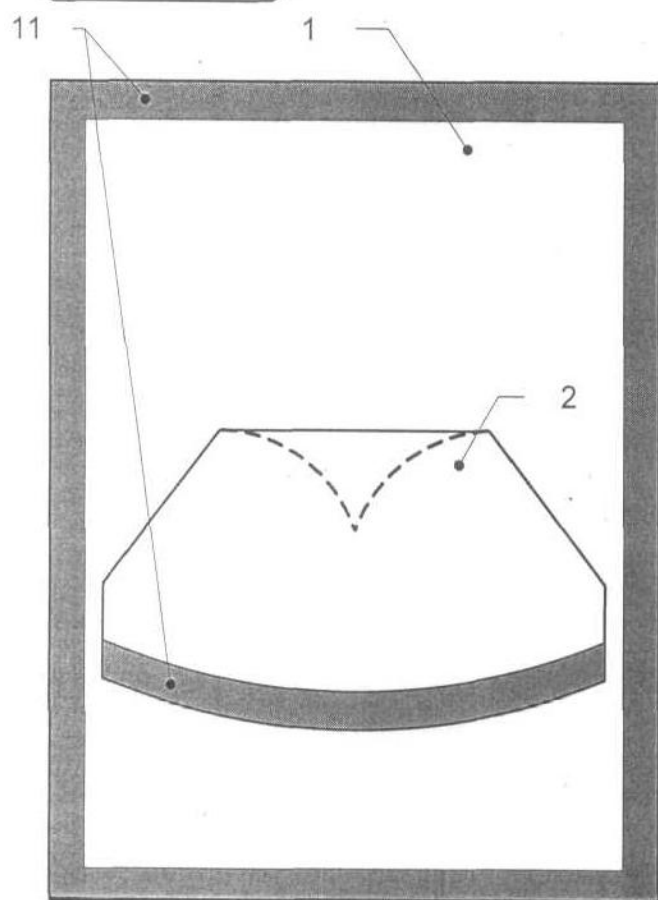
Фіг.18 - діаграми спрямованості НШС антени в Е-площині та Н-площині на частоті 4,00ГГц.

Діаграми спрямованості НШС антени в Е-площині та Н-площині в діапазоні 0,5-4,0ГГц демонструють високі спрямовані якості НШС антени у надширокому діапазоні частот.

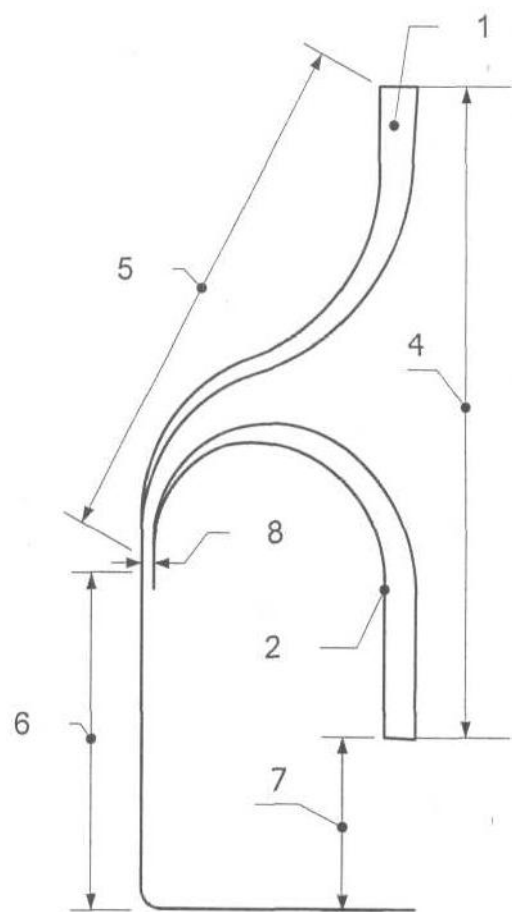
Таким чином забезпечується розширення робочого діапазону частот у бік низьких частот, зменшується спотворення сигналу, забезпечується ефективна робота та односпрямованість НШС антени у всьому робочому діапазоні частот.



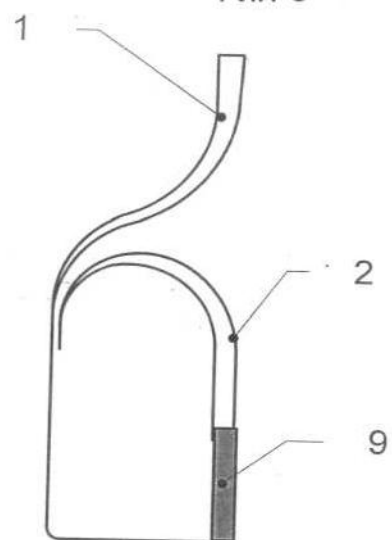
Фиг. 1



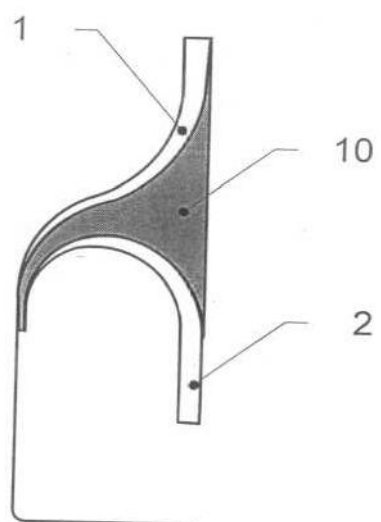
Фиг. 2



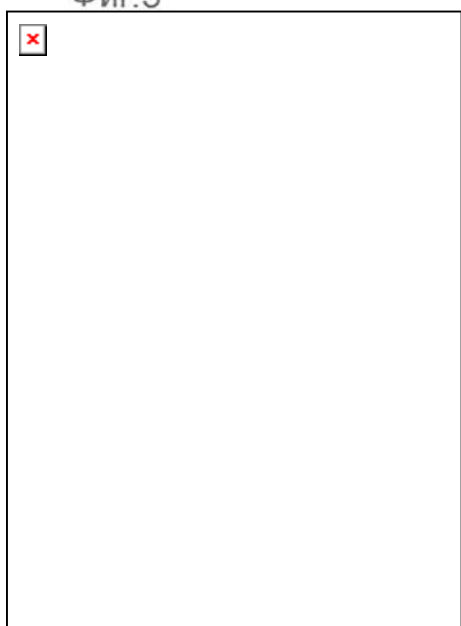
Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг.5



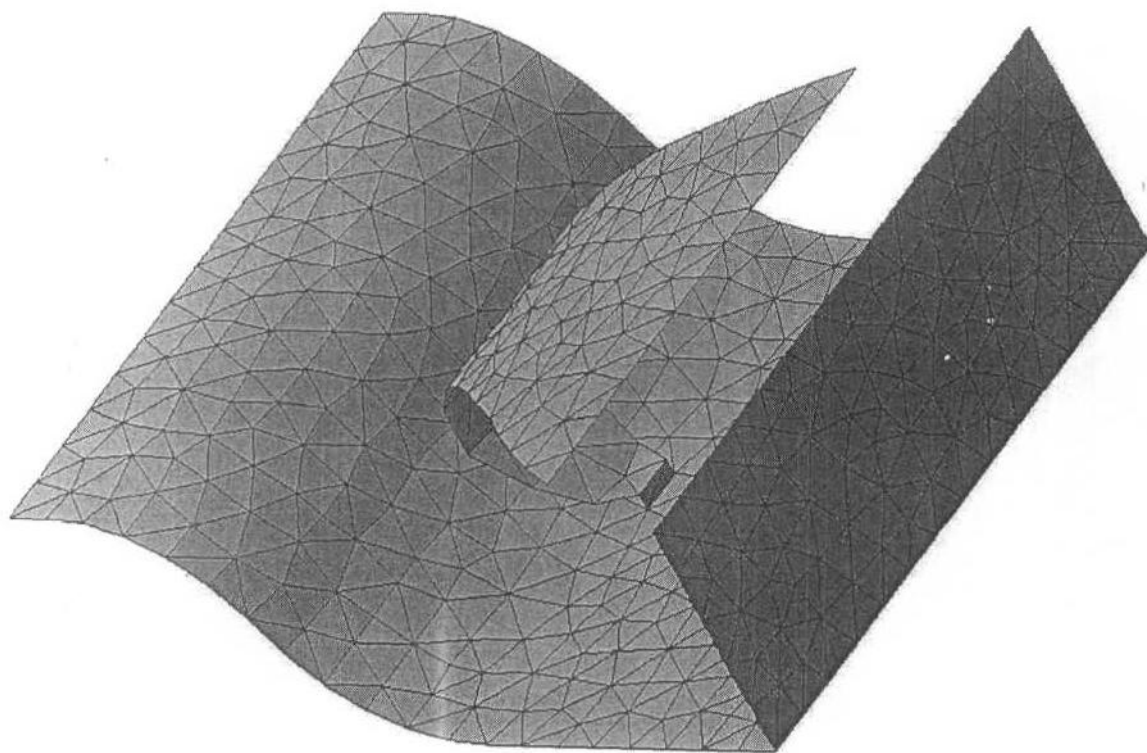
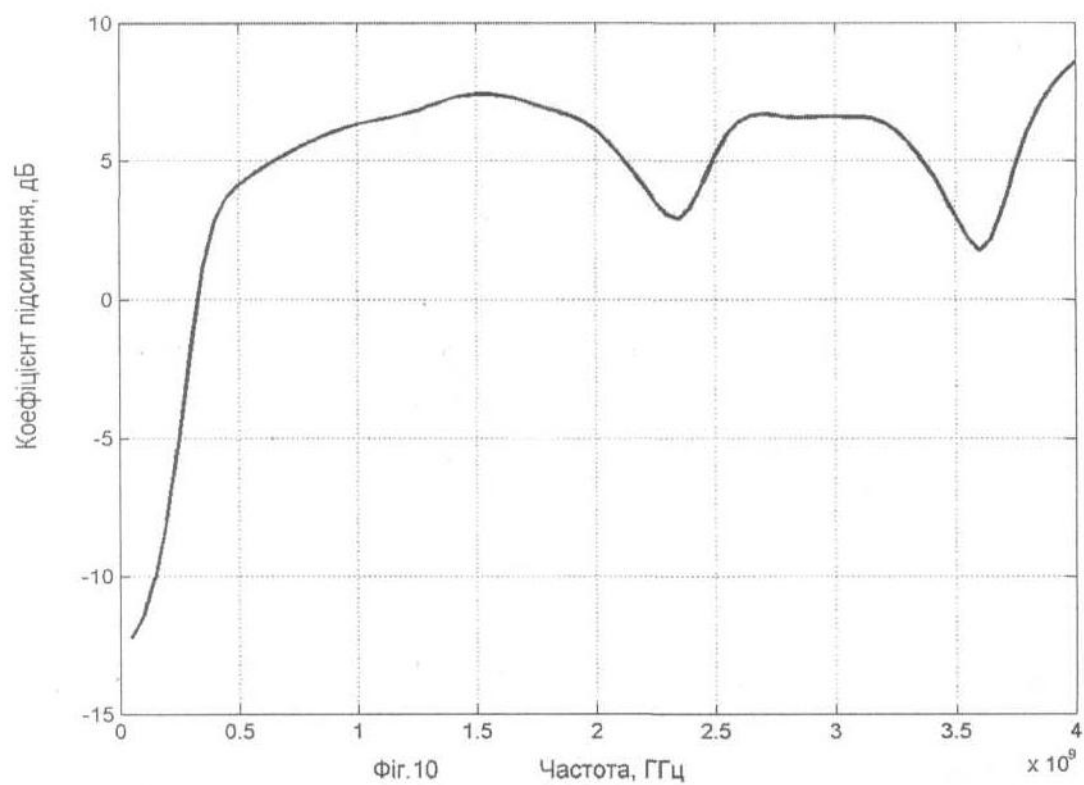
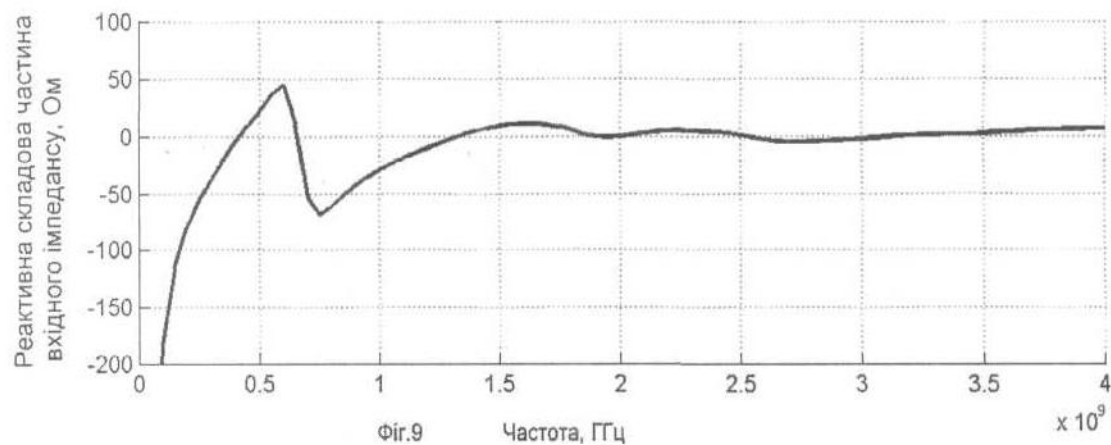
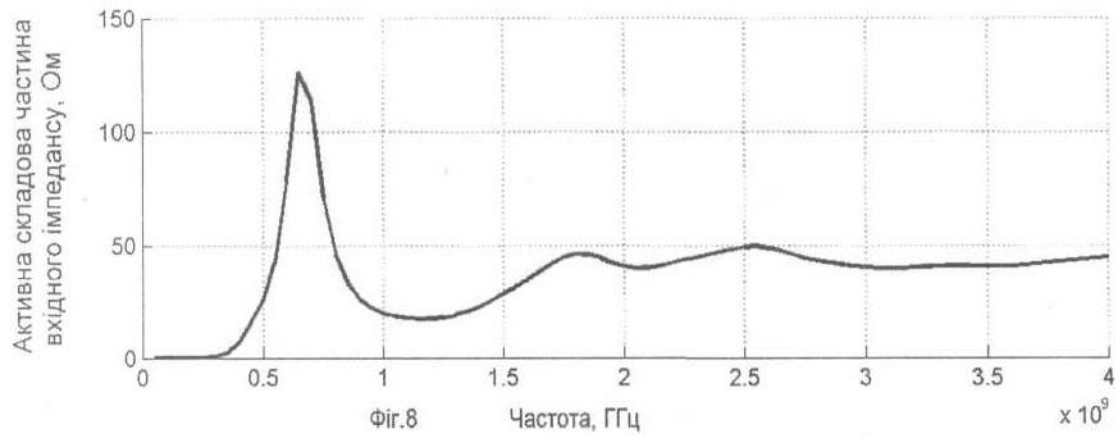


Fig.7



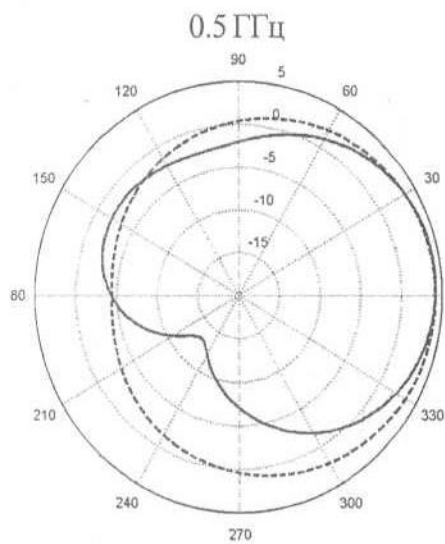


Fig.11

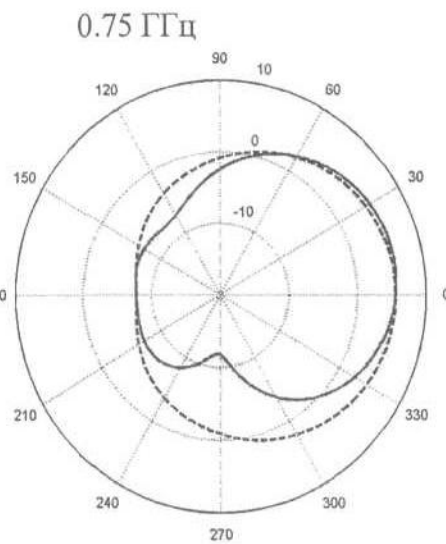


Fig.12

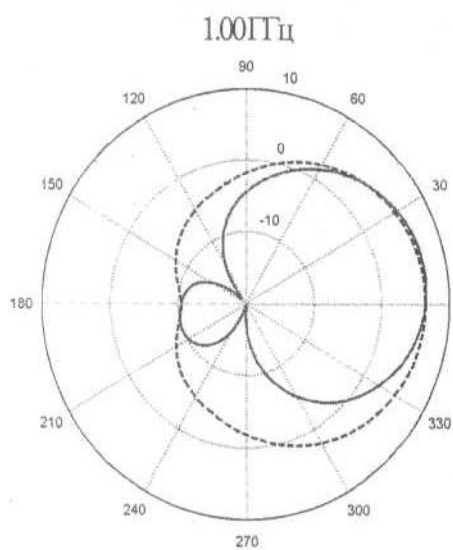


Fig.13

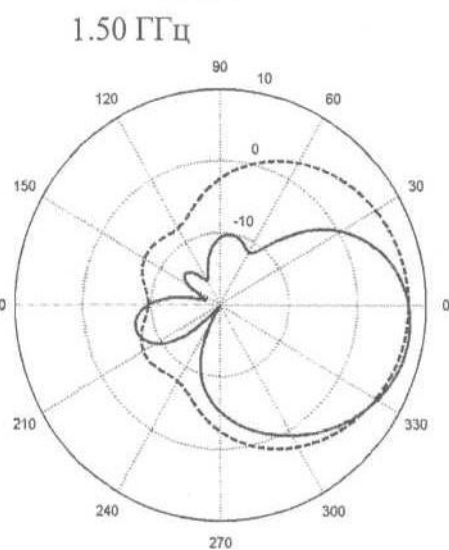


Fig.14

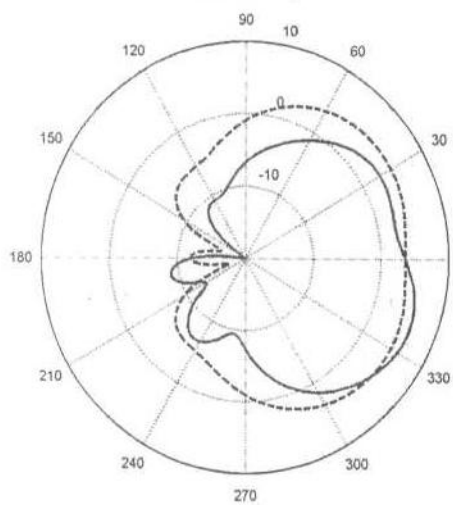


Fig.15

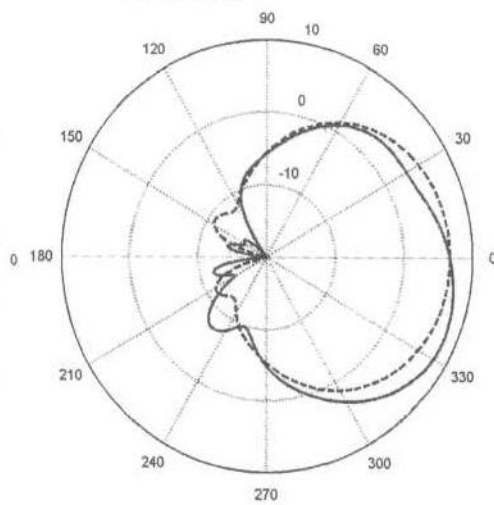


Fig.16



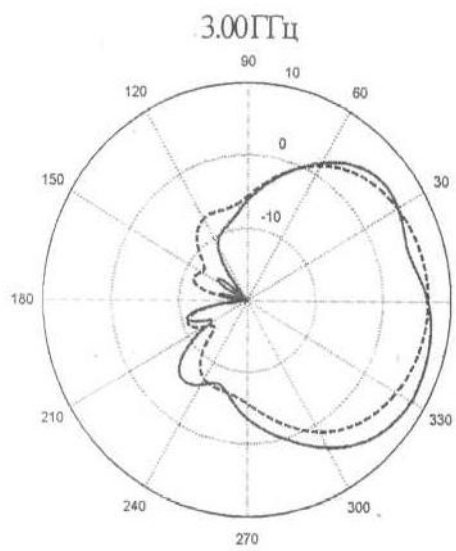


Fig.17

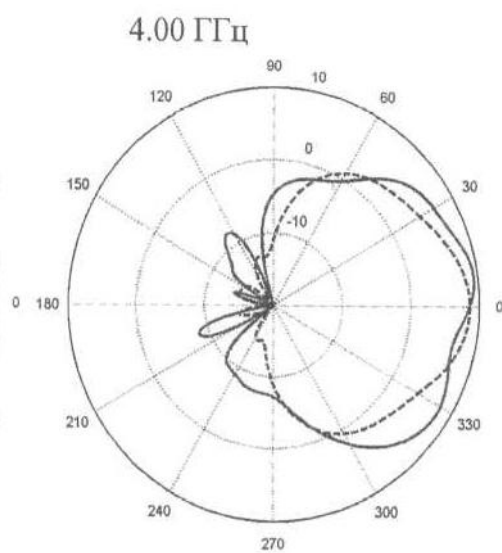


Fig.18