

Вінницький національний технічний університет  
Факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем  
Кафедра радіотехніки

## **Радар високої роздільної здатності на основі генератора детермінованого хаосу за схемою Колпітца**

Магістерська кваліфікаційна робота за спеціальністю  
172 – Телекомунікації та радіотехніка,  
освітня програма – Радіотехніка

Розробила студентка гр. ТКР-17м Гончарук А. В.  
керівник – к.т.н., професор каф. РТ Семенов А. О.

Вінниця ВНТУ 2019

## Мета та задачі роботи

*Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.* Робота проводилася згідно з напрямками дослідження в рамках прикладних держбюджетних науково-дослідних робіт 32-Д-389 «Методи та пристрої формування, оброблення й вимірювання сигналів радіоінформаційних систем промислових і військових об'єктів» (номер державної реєстрації 0117U007139).

*Метою роботи є* розробка та дослідження радара високої роздільної здатності за допомогою транзисторного генератора детермінованого хаосу Колпітца.

*Задачами досліджень магістерської кваліфікаційної роботи є:*

- розглянути сучасний стан фундаментальних робіт в області проектування, класифікації та режимів функціонування типових радіосистем заснованих на застосованні сигналів детермінованого хаосу;
- виділити основні проблеми і показати можливі шляхи їх вирішення і розвитку «фрактальної» ідеології застосування радіосигналів;
- вибір і обґрунтування генератора детермінованого хаосу для практичного використання в радарі високої роздільної здатності;
- здійснити дослідження динамічних процесів у транзисторному генераторі детермінованого хаосу Колпітца;
- розробити вузько спрямовану антену для радара високої роздільної здатності;
- здійснити імітаційне дослідження спрямованих властивостей антени для радара високої роздільної;
- проведення розрахунків економічної частини та розділу охорони праці.

## **Об'єкт і предмет досліджень, наукова та практична новизна**

*Об'єктом дослідження* є процеси перетворення радіолокаційної інформації за допомогою сигналів детермінованого хаосу радара високої роздільної здатності на основі генератора Колпітца.

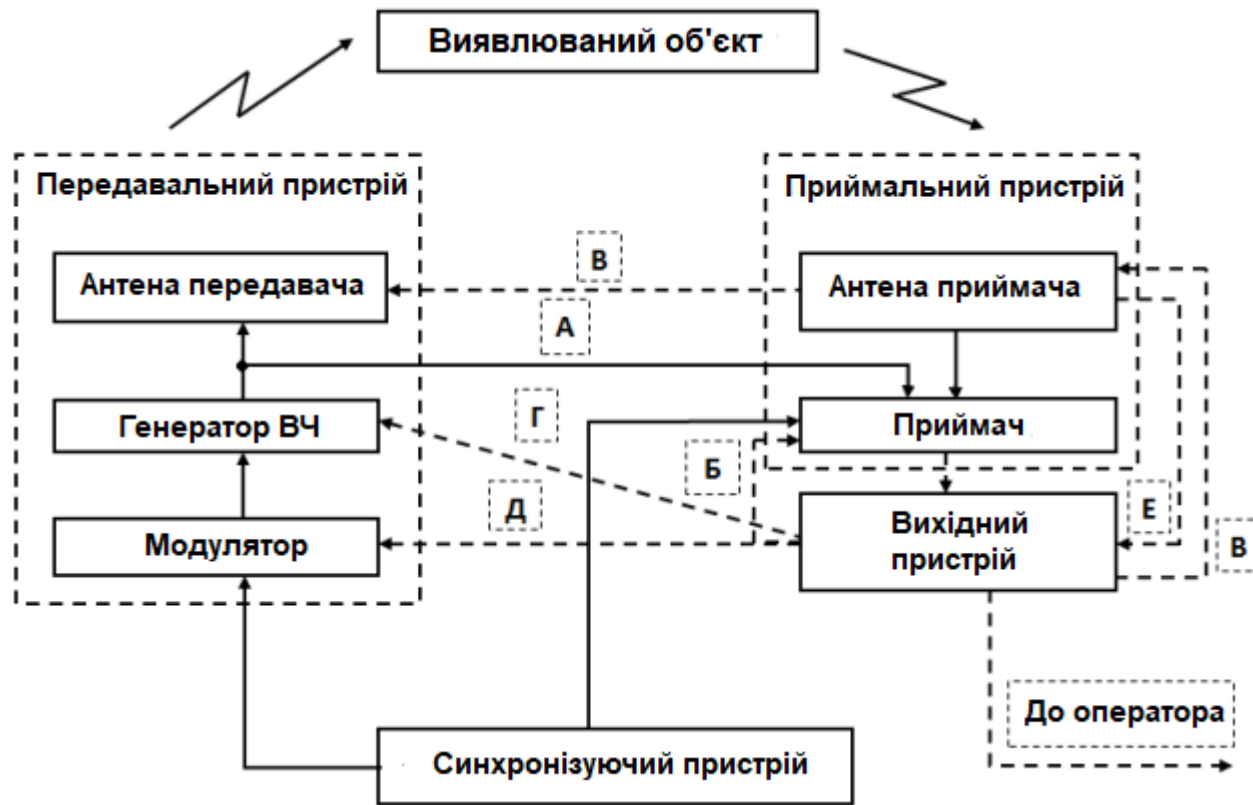
*Предметом дослідження* інформаційні параметри та характеристики сигналів детермінованого хаосу радара високої роздільної здатності на основі генератора Колпітца.

*Наукова новизна одержаних результатів* – отримав подальший розвиток метод кодування радіолокаційної інформації за допомогою сигналів детермінованого хаосу транзисторного генератора Колпітца.

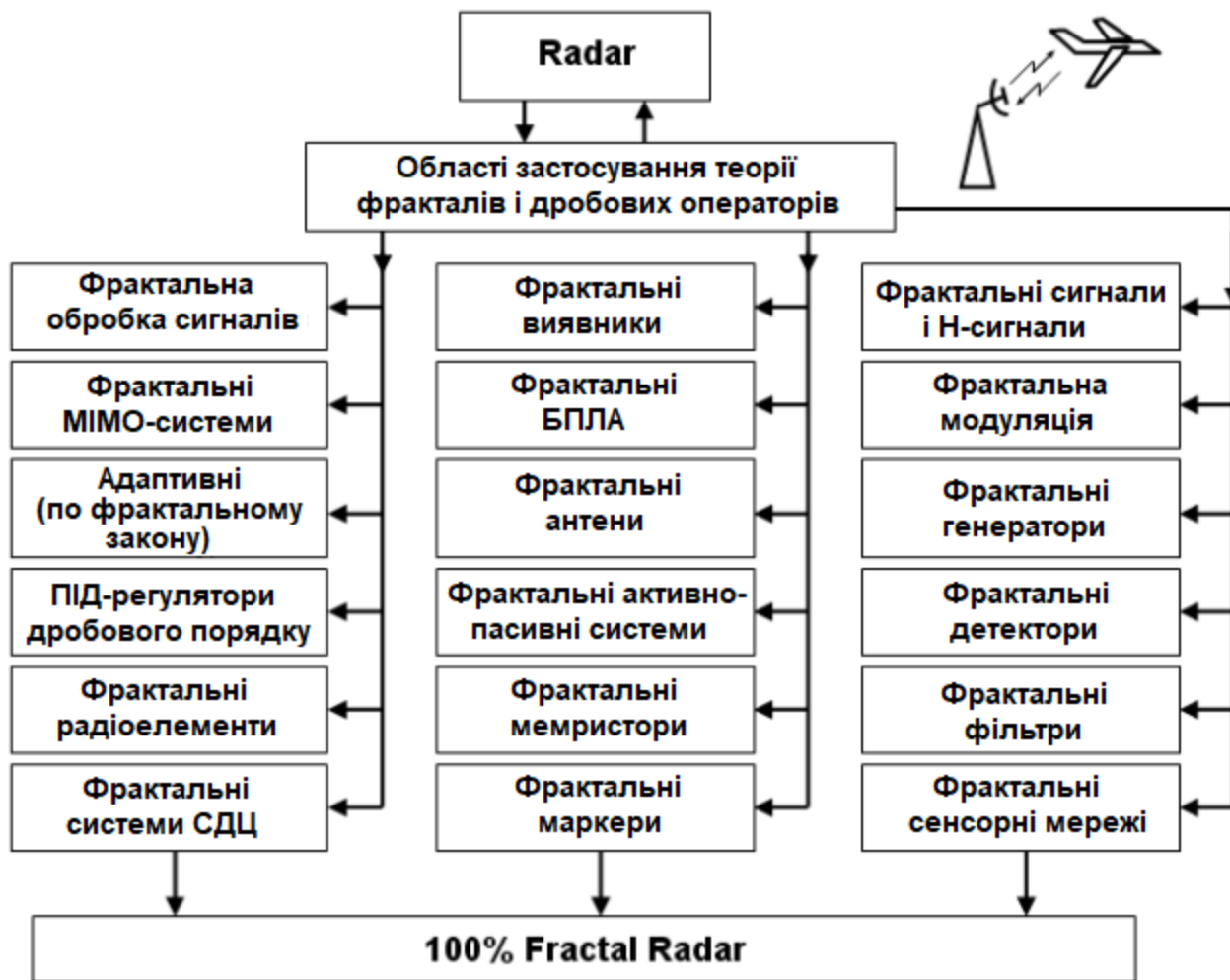
*Практична новизна одержаних результатів* – полягає в отриманих нових результатів теоретичних і модельних досліджень сигналів детермінованого хаосу транзисторного генератора Колпітца НВЧ діапазону та побудованого радара високої роздільної здатності на його основі.

*Публікації результатів наукових досліджень.* За темою досліджень автором опубліковано 1 статтю в збірнику праць XLVIII регіональної науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу, співробітників та студентів університету з участю працівників науково-дослідних організацій та інженерно-технічних працівників підприємств м. Вінниці та області (м. Вінниця, 13-15 березня 2019 року), а також 1 статтю в науковому фаховому виданні.

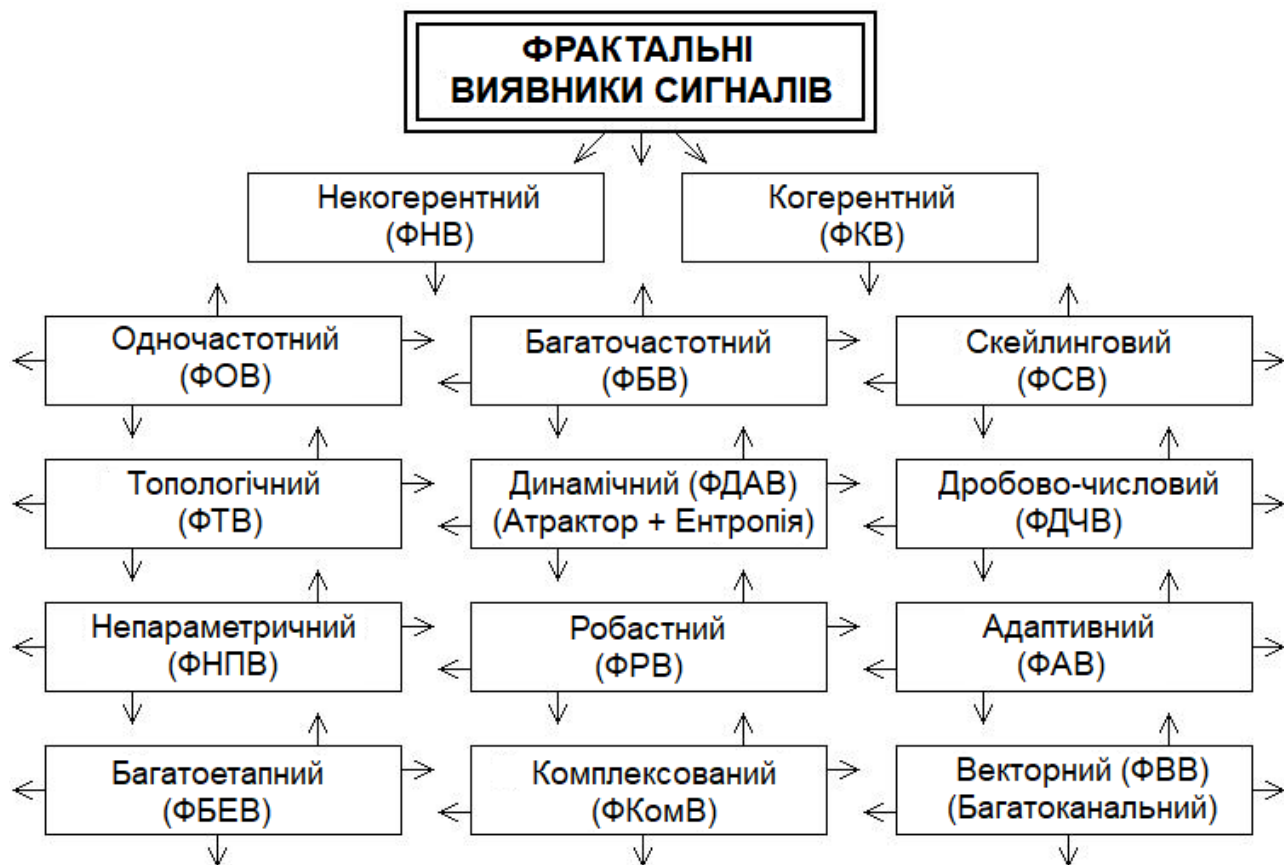
## Узагальнена функціональна схема класичного радіолокатора



# Області застосування фракталів, скейлінга і дрібних операторів в класичному радіолокаторі з метою переходу до повністю фрактальної РЛС



# Класифікація фрактальних виявників сигналів



# Виявлення малокоонтрастних об'єктів

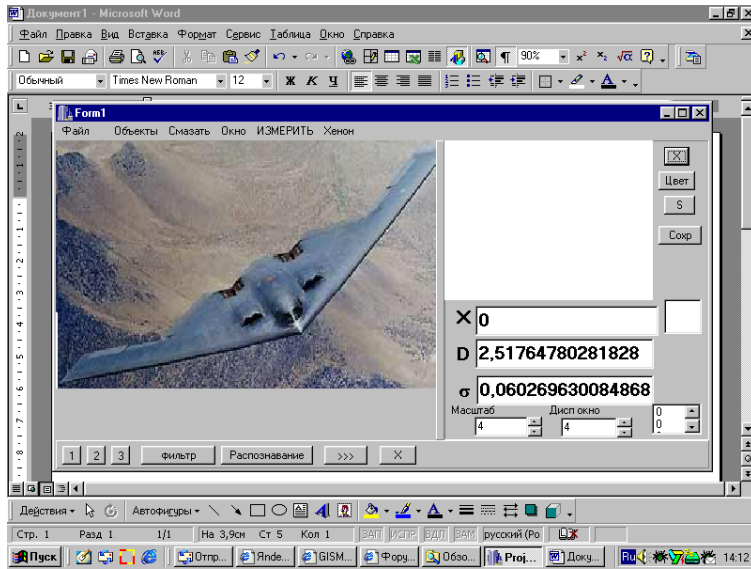


Рисунок 1 – Зображення літака В - 2 "Стелс"

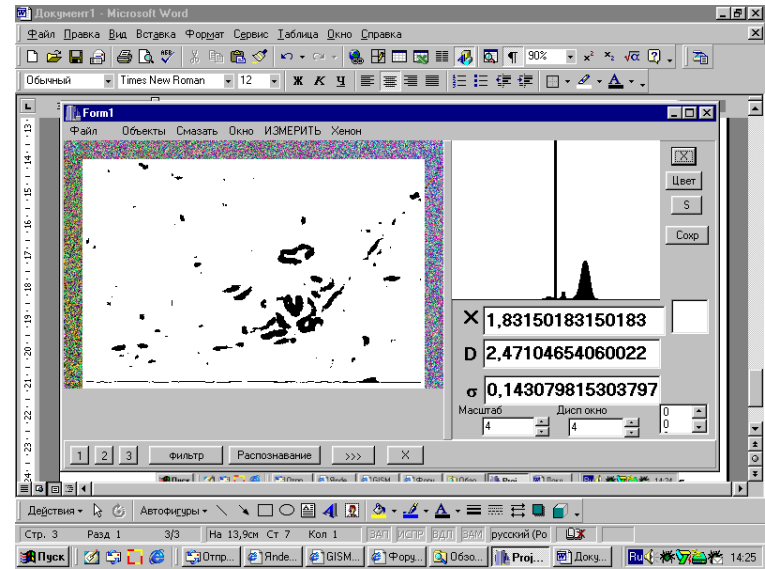


Рисунок 3 – Приклад фрактальної непараметричної фільтрації зображення літака В - 2 при значенні  $D^{(1)} \infty X$

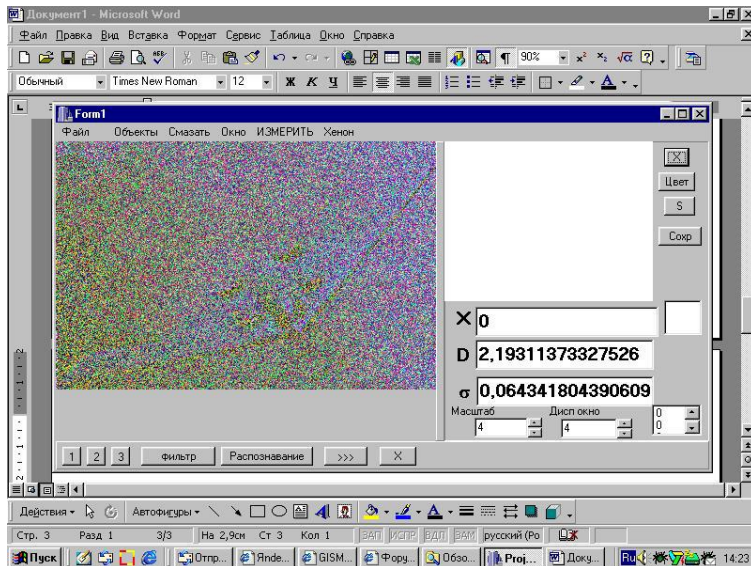


Рисунок 2 – Зображення літака В - 2 в гауссових шумах  $q_0^2 = -3$  дБ

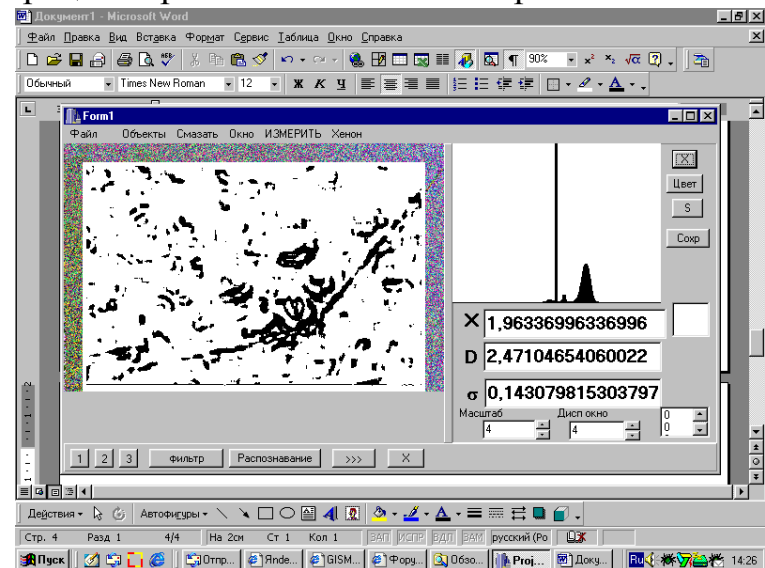
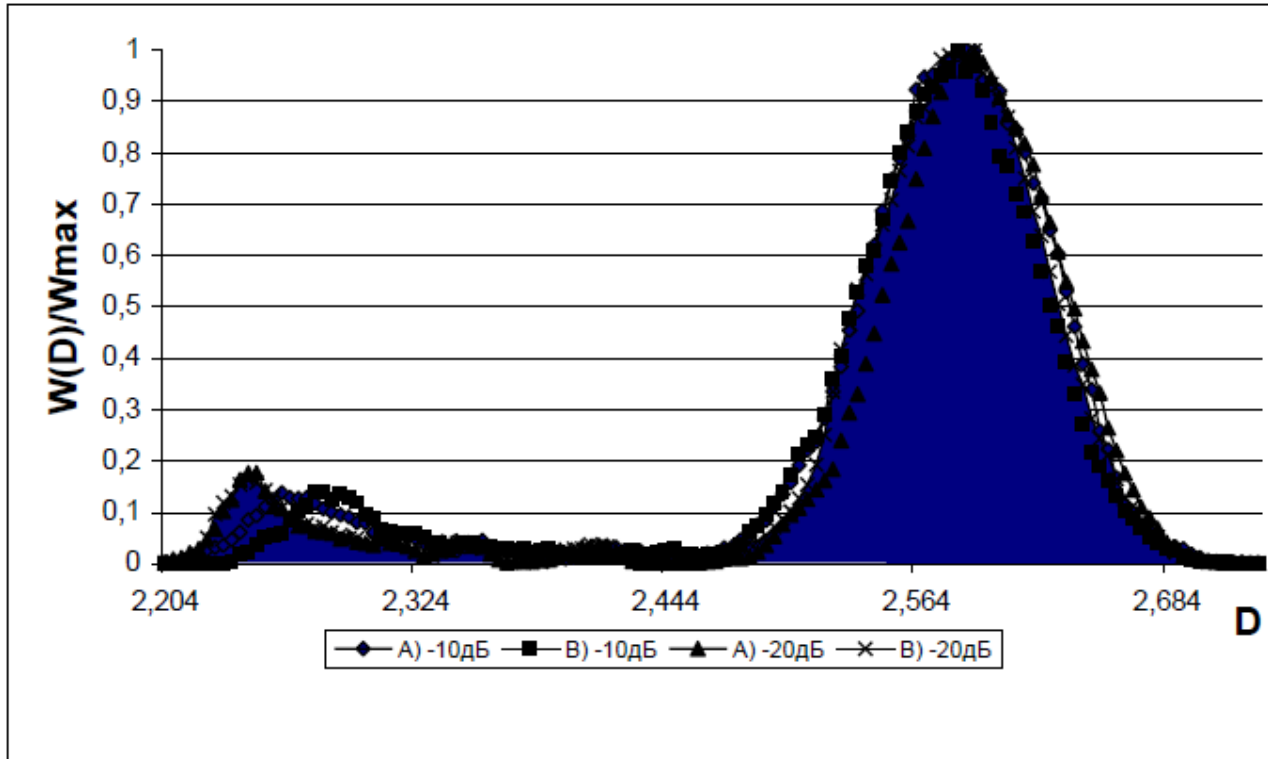


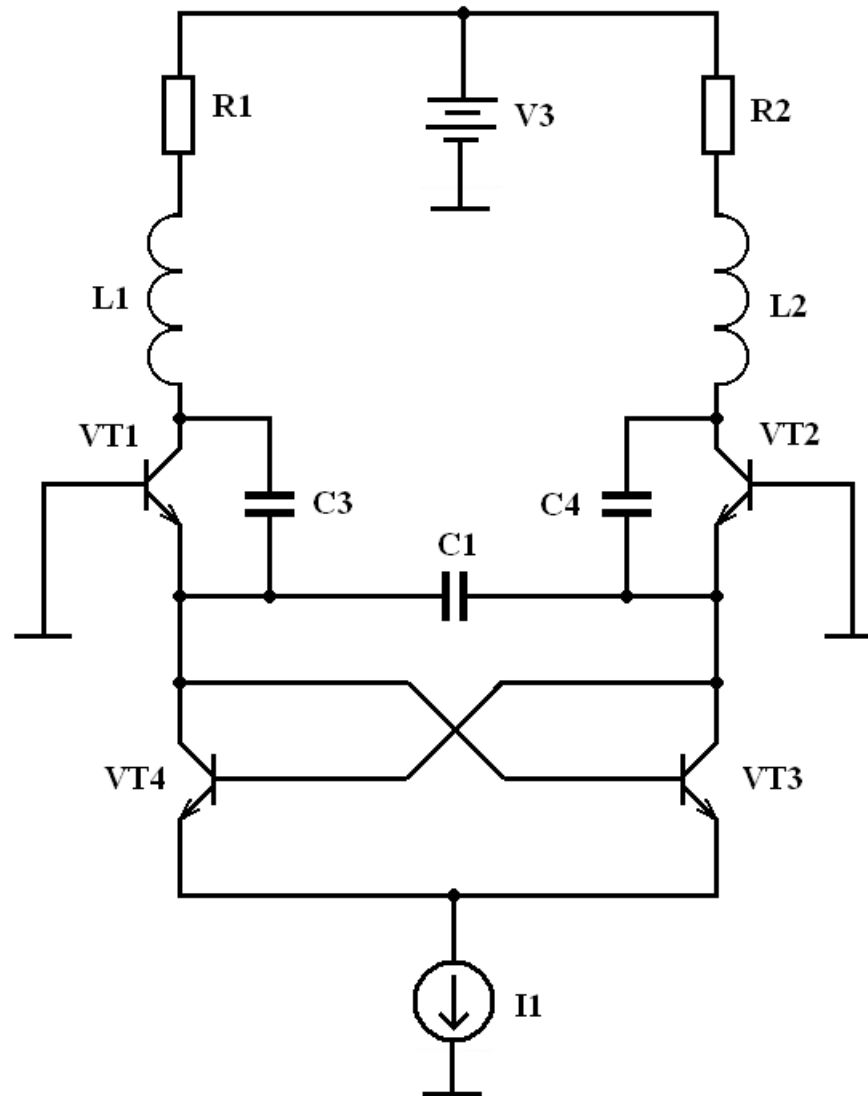
Рисунок 4 – Приклад фрактальної непараметричної фільтрації зображення літака В - 2 при значенні  $D^{(2)} > D^{(1)}$

# Емпіричні фрактальні розподіли для радіолокаційних зображень в сильних гауссових завадах





# Електрична схема хаотичного генератора Колпітца з диференціальним активним елементом



## Математична модель балансного генератора детермінованого хаосу за схемою Колпітца

Частота власних коливань балансного генератору хаосу за схемою Колпітця

$$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_1 \frac{C_3 2C_1}{C_3 + 2C_1}}} \quad (1)$$

Система рівнянь стану схеми балансного генератору хаосу за схемою Колпітця

$$\begin{cases} C_3 \frac{dV_{CE}}{dt} = I_{L1} - I_{C1}, \\ L_1 \frac{dI_{L1}}{dt} = V_3 - R_1 I_{L1} - V_{CE} - V_{BE} - V_{Q_{4on}}, \\ C_1 / 2 \frac{dV_{BE}}{dt} = I_{L1} - I_{C1} + I_{E1}(V_{CE}, Q_1) - I_1. \end{cases} \quad (2)$$

Струм колектору  $I_c$  біполярного транзистору пропорційний емітерному струму

$$I_{c1} = \alpha I_{e1} \quad (3)$$

Нелінійна ВАХ переходу емітер-база може бути апроксимована

$$I_{E1}(V_{BE}) = \begin{cases} \frac{-V_{BE1} - V_{th}}{r}, & V_{BE1} < -V_{th} \\ 0, & V_{BE1} \geq -V_{th} \end{cases} \quad (4)$$

де  $r$  – опір переходу емітер-база в режимі малого сигналу та граничній напрузі (біля 0,7 В).

# PSPICE моделювання основної схеми балансного генератора детермінованого хаосу Колпітца

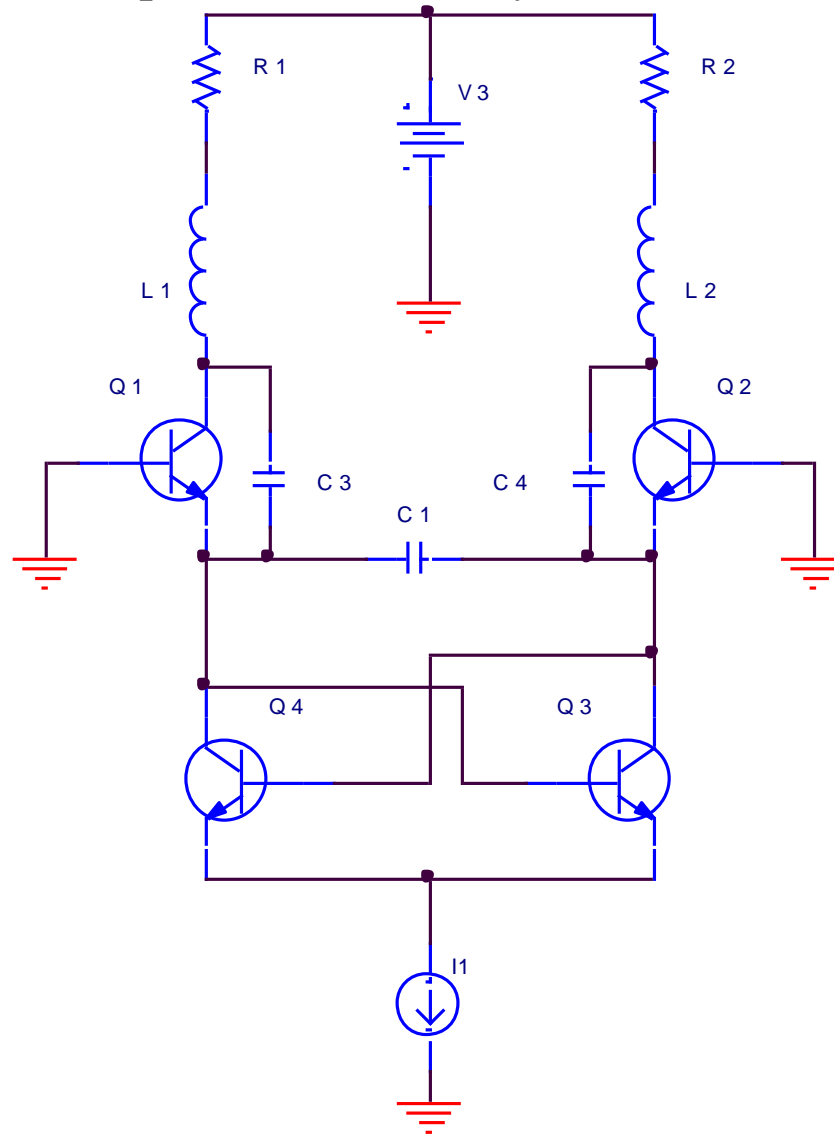


Рисунок 1 – Електрична схема балансного генератора детермінованого хаосу за схемою Колпітца в програмі Microsol

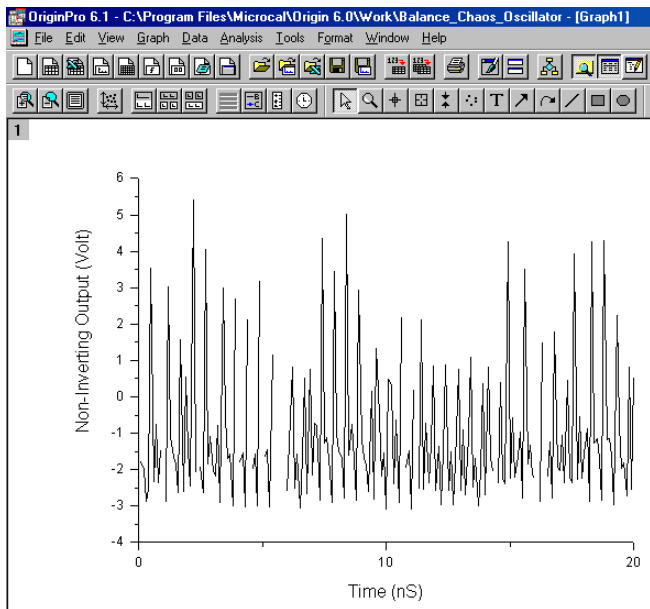


Рисунок 1 – Часові діаграми коливань з неінвертуючого виходу

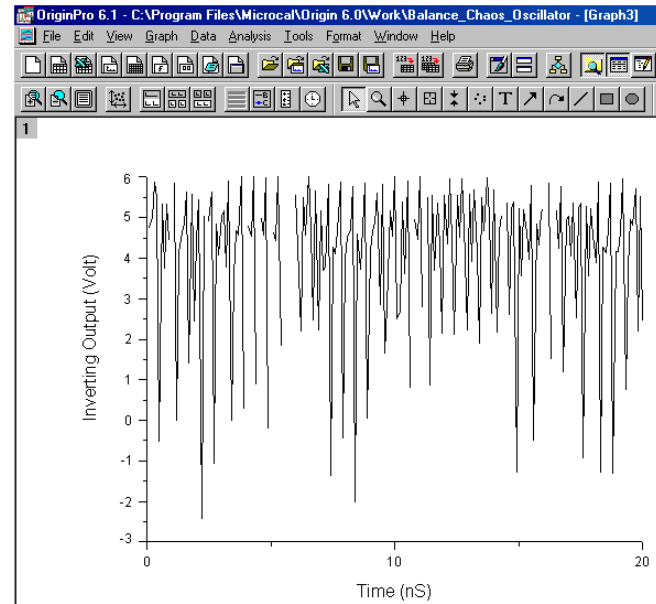


Рисунок 2 – Часові діаграми коливань з інвертуючого виходу

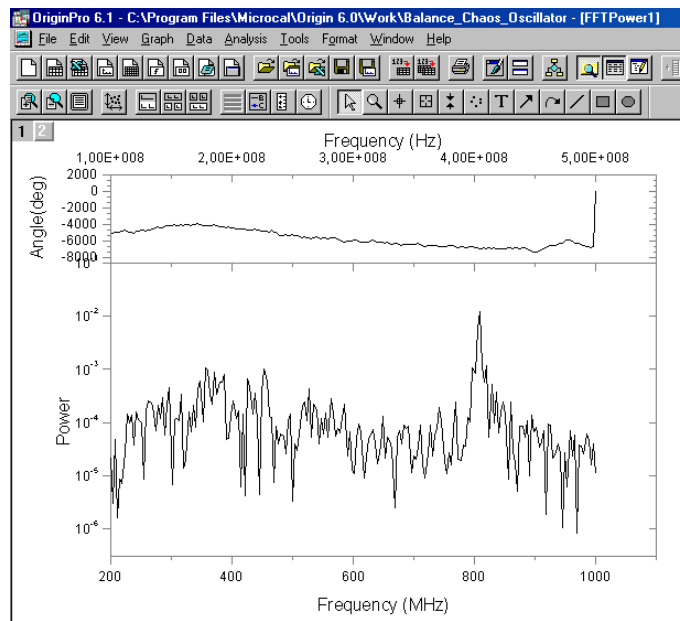


Рисунок 3 – Амплітудо-частотний спектр коливань з неінвертуючого виходу

# PSPICE моделювання балансного генератора детермінованого хаосу за схемою Колпитця з додатковою симетрією плечей

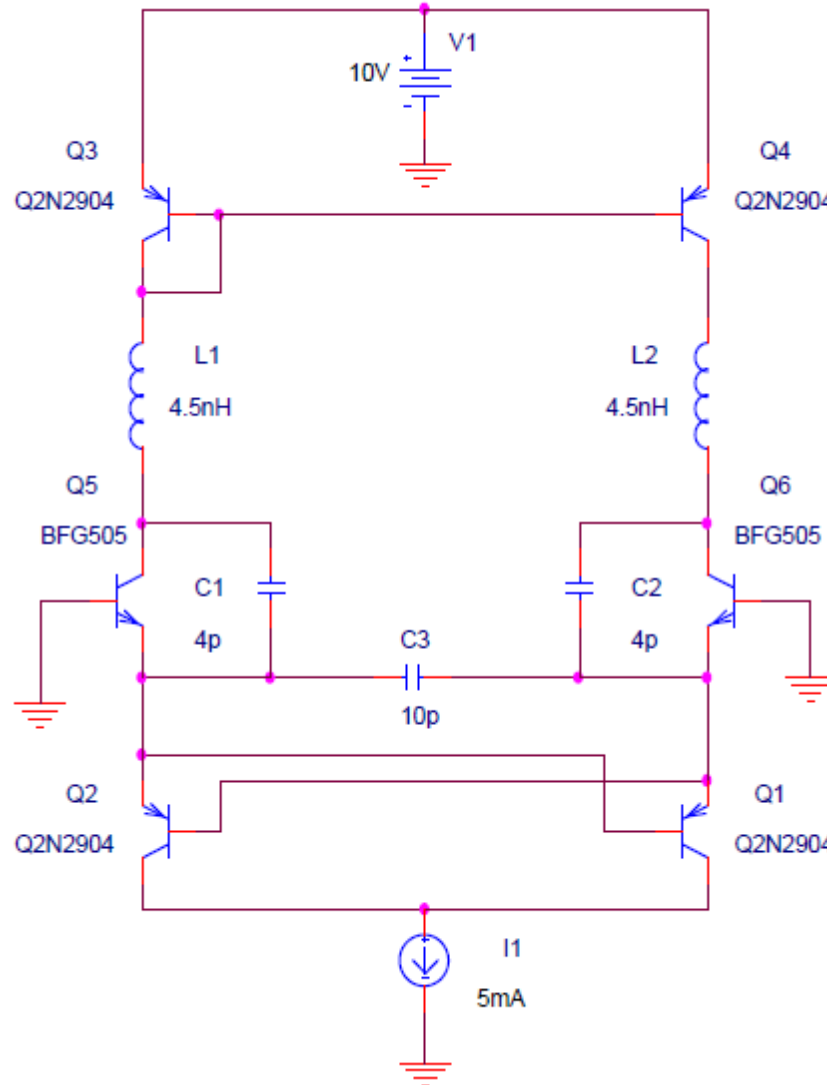
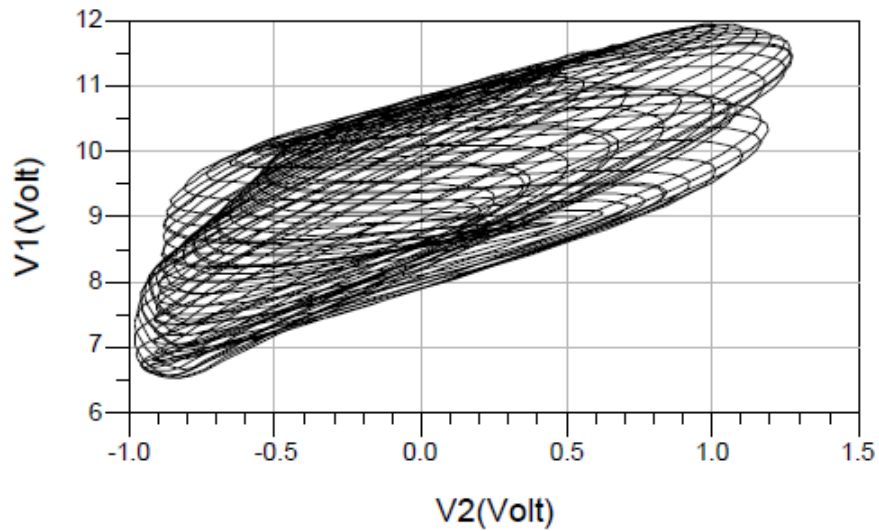
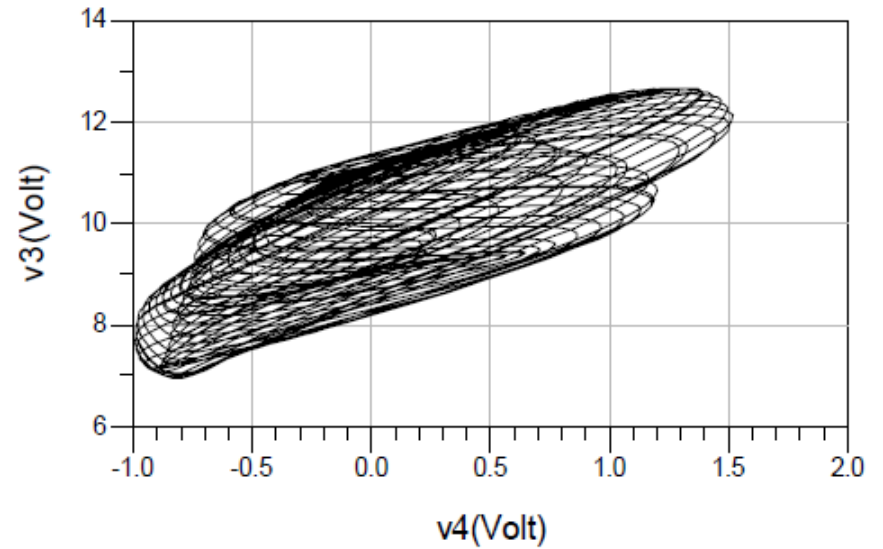


Рисунок 1 – Електрична схема балансного генератора детермінованого хаосу за схемою Колпитця з додатковою симетрією плечей в програмі Microcol

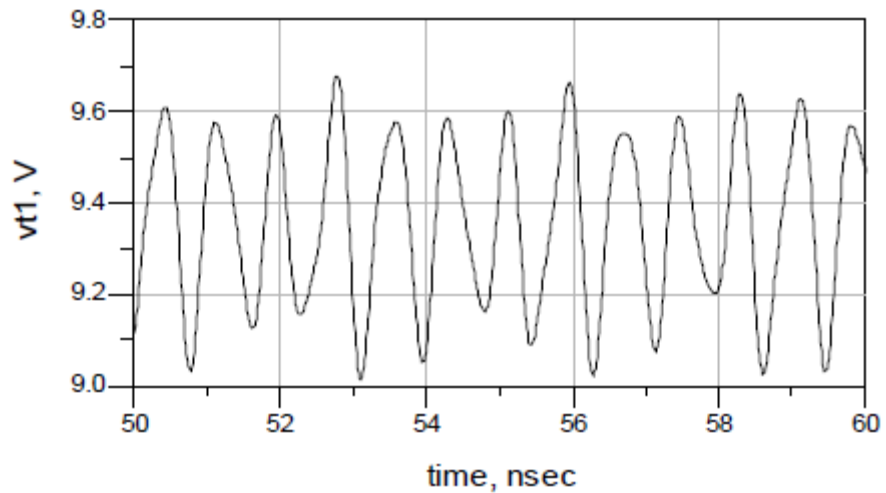


а)

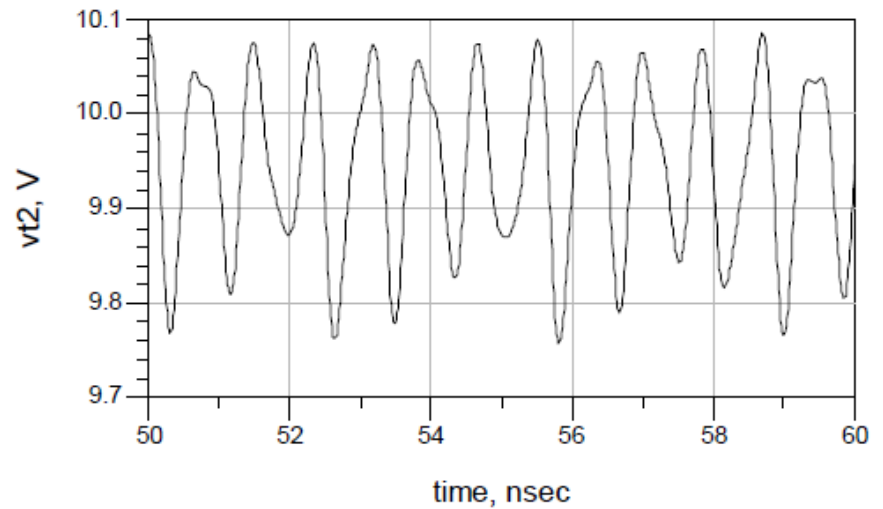


б)

Рисунок 1 – Фазові портрети балансного генератора детермінованого хаосу в площині напруг: а) V1-V2, б) V3-V4



а)



б)

Рисунок 2 – Генеровані хаотичні коливання струму на неінвертованому (а) та інвертованому (б) виходах

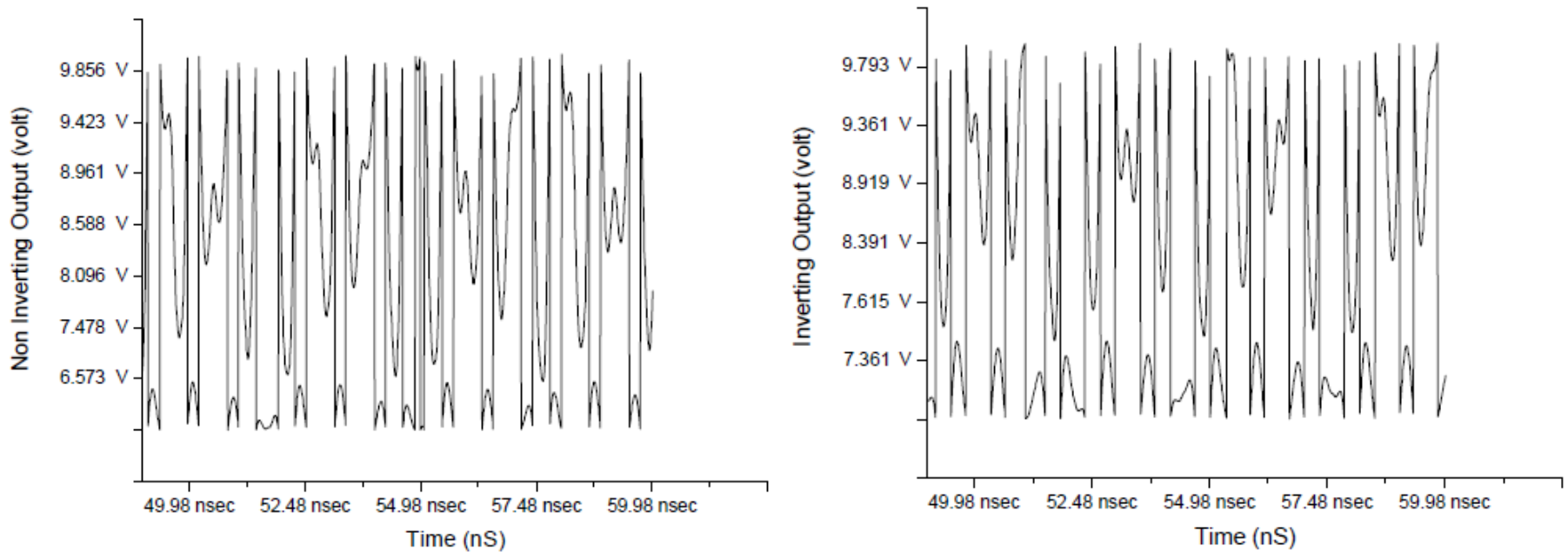


Рисунок 3 – Генеровані хаотичні коливання напруги з неінвертованого (а) та інвертованого (б) виходу

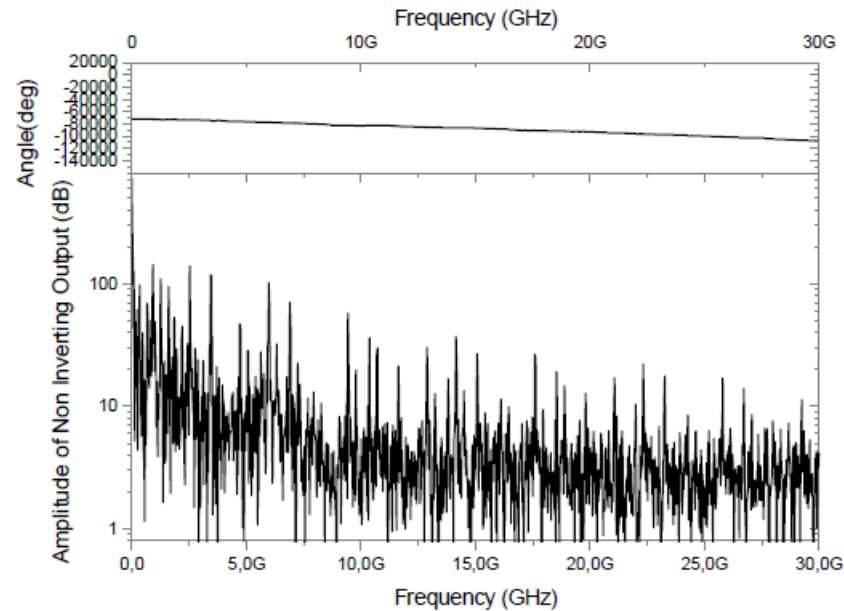


Рисунок 4 – Амплітудо-частотний спектр сигналу на неінвертованому виході

# Імітаційне дослідження Н-секторіальної рупорної антени

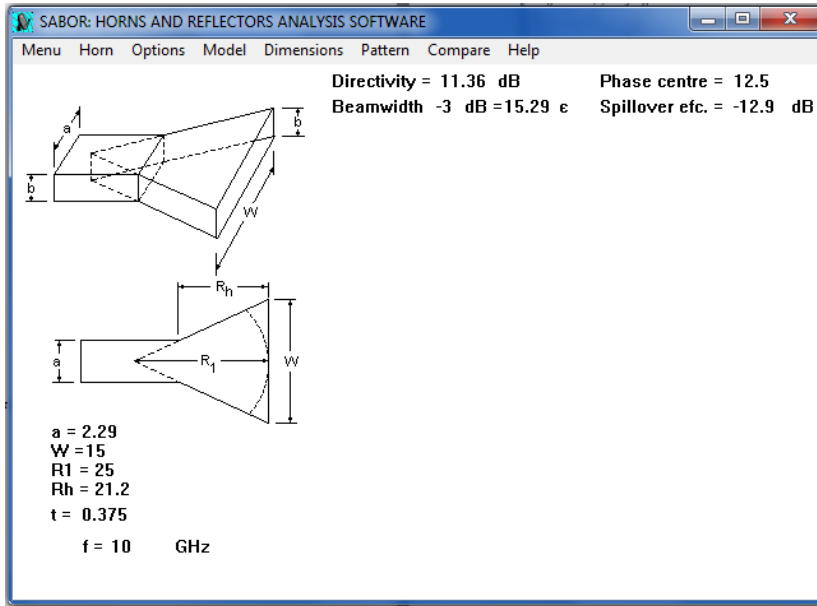


Рисунок 6 – Н-секторіальна площинна рупорна антена

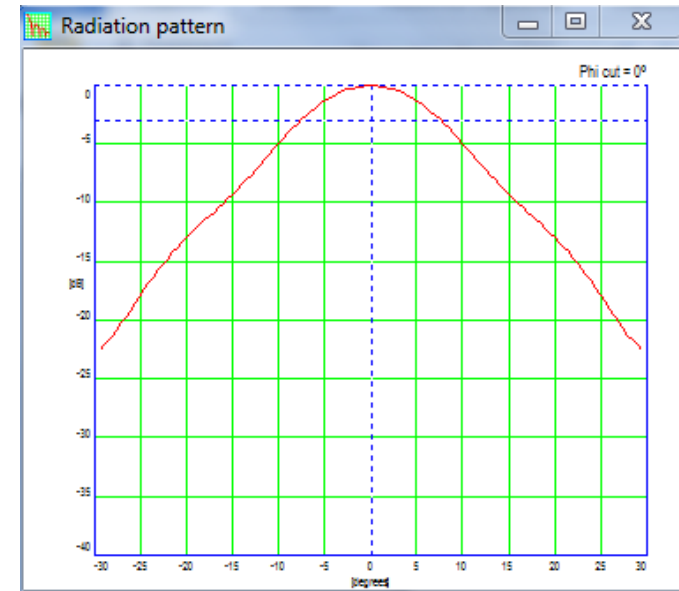
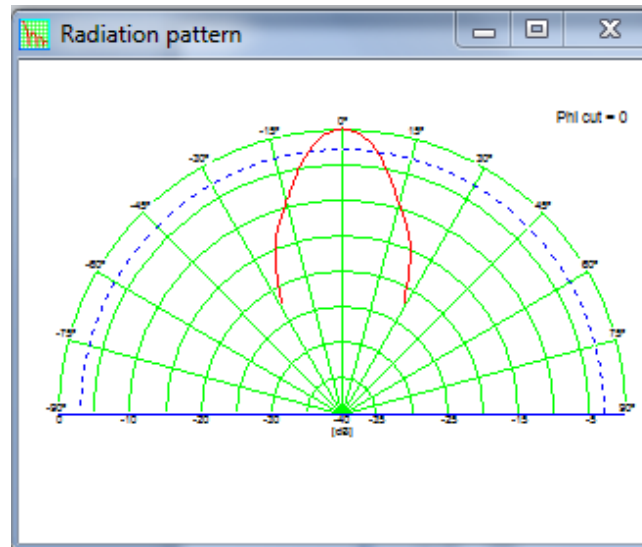


Рисунок 7 – ДС антени в декартовій системі координат





# Імітаційне дослідження конічної рупорної антени

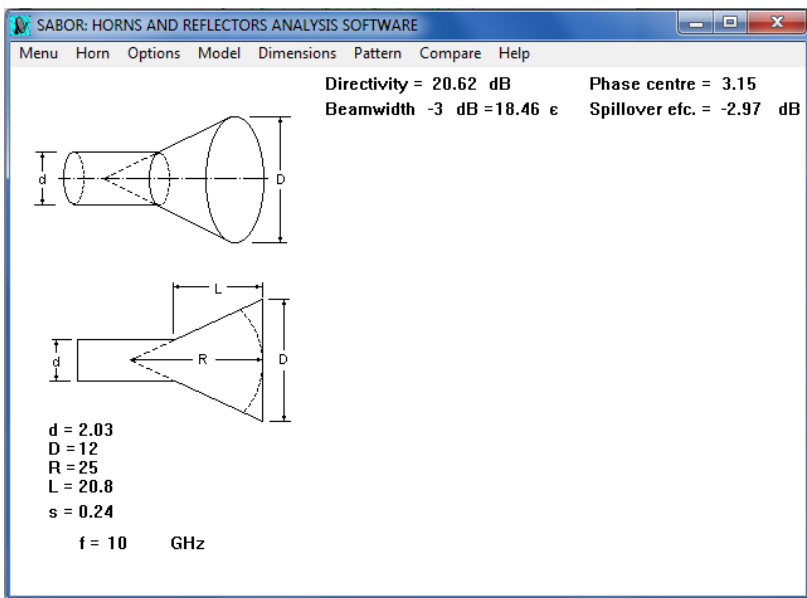


Рисунок 8 – Конічна рупорна антена

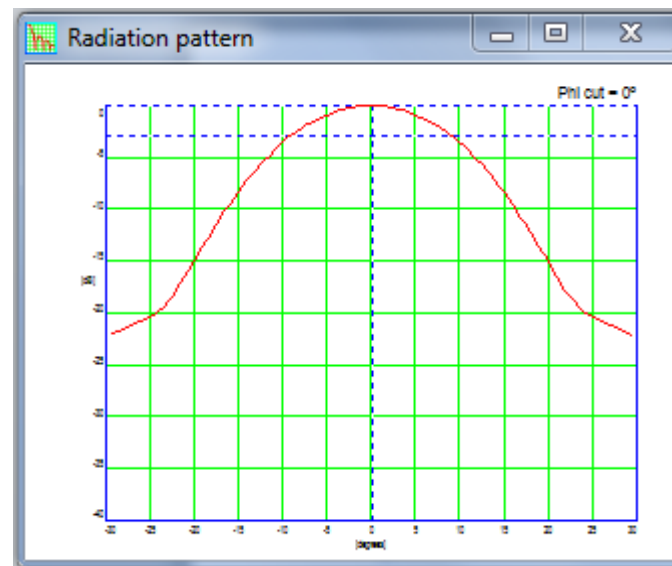


Рисунок 9 – ДС антени в декартовій системі координат

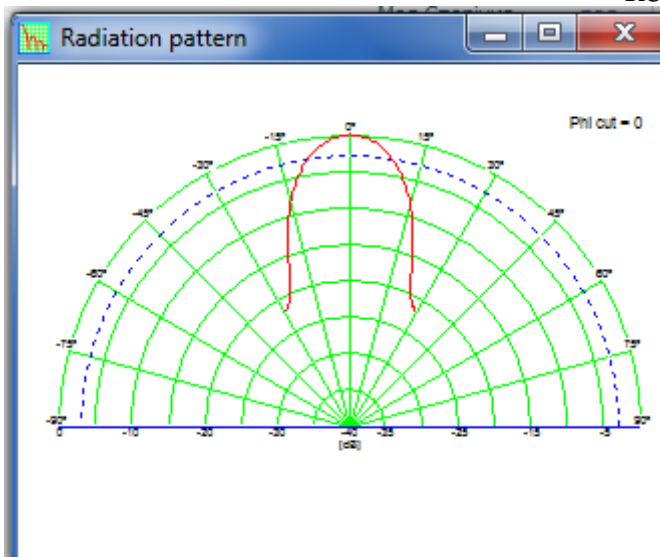


Рисунок 10 – ДС антени в полярній системі координат

# Імітаційне дослідження гофрованої рупорної антени

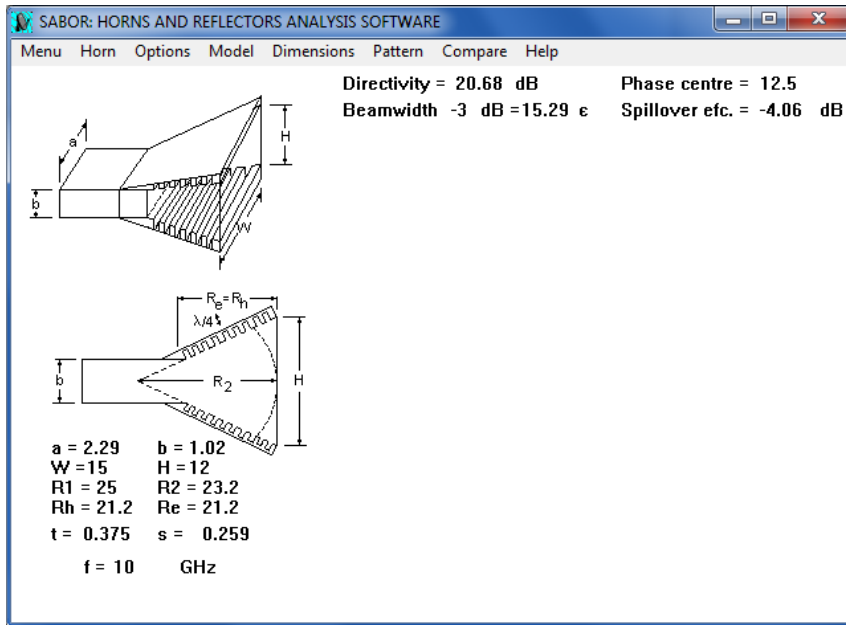


Рисунок 8 – Прямокутна гофрована рупорна антена

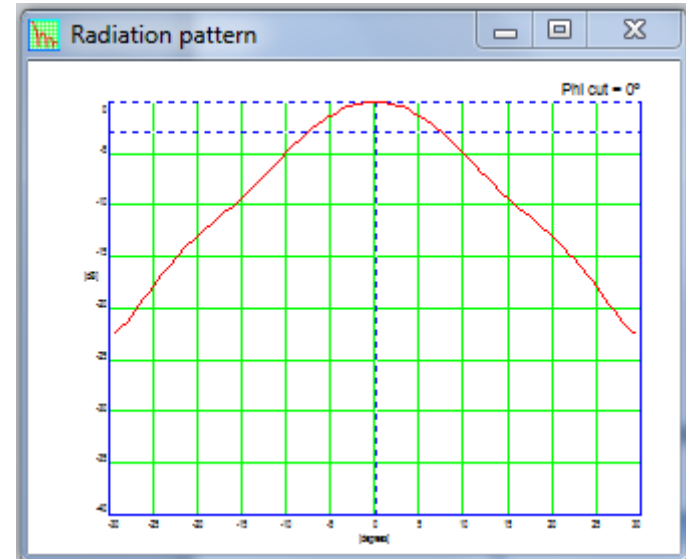


Рисунок 9 – ДС антени в декартовій системі координат

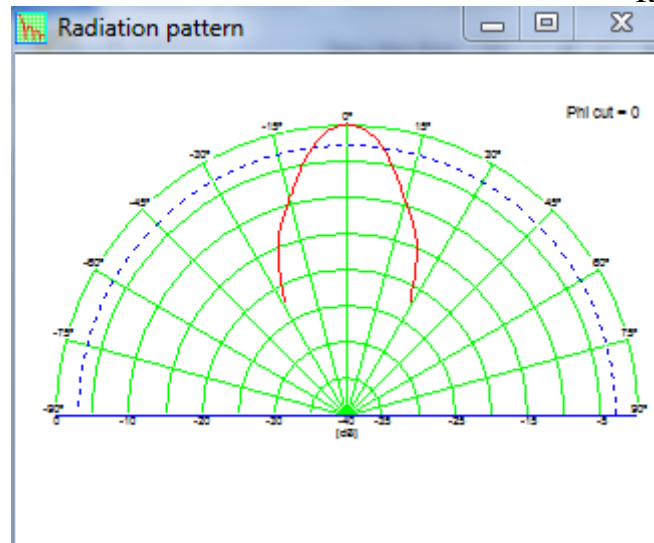


Рисунок 7 – ДС антени в полярній системі координат

# Будова та ДС оптимальної пірамідальної рупорної антени

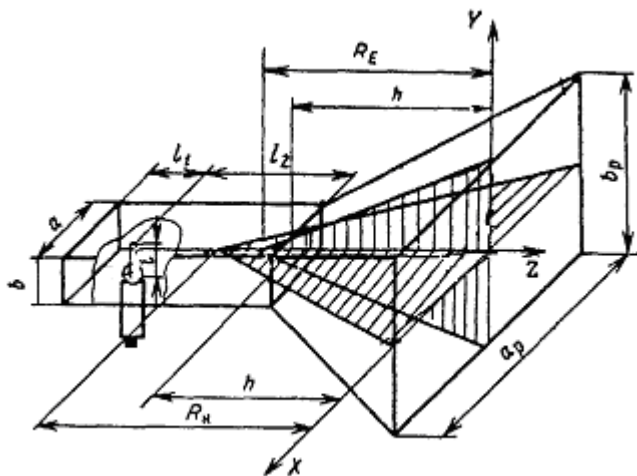


Рисунок И.1 – Геометричні параметри пірамідальної рупорної антени

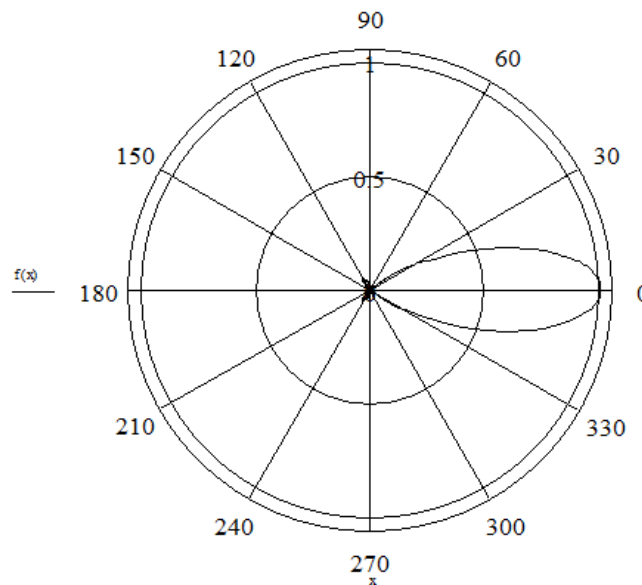


Рисунок И.2 – ДС в площині Н при мінімальній довжині хвилі в полярній системі координат

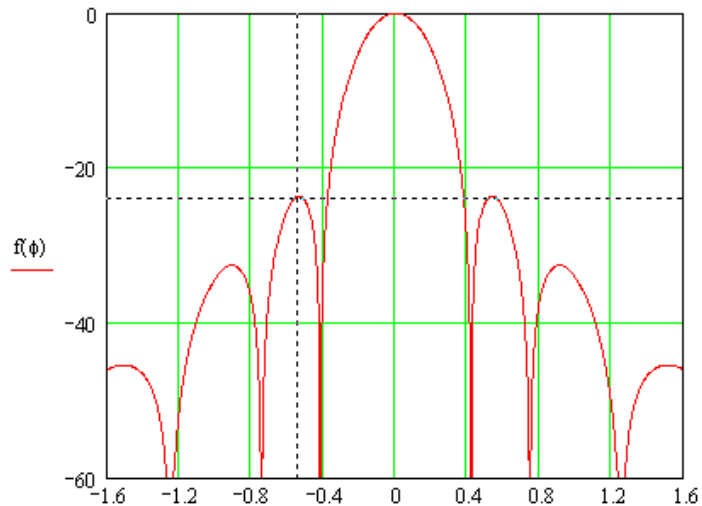


Рисунок И.3 – ДС в площині Н при мінімальній довжині хвилі в полярній системі координат

Доповідь завершена.

Дякую за увагу!