

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ РАДІОФІЗИКИ ТА ЕЛЕКТРОНІКИ  
ім. О. Я. УСИКОВА

---

ГУНЬКО ОЛЬГА ВОЛОДИМИРІВНА

УДК 621. 391. 832



АМПЛІТУДНО-ФАЗОВІ СПІВВІДНОШЕННЯ  
В РАДІОФІЗИЦІ ТА КРАЙОВІ ЗАДАЧІ  
АНАЛІТИЧНИХ ФУНКЦІЙ

01.04.03 — Радіофізика

Автореферат дисертації  
на здобуття наукового ступеня  
кандидата фізико-математичних наук

Харків-1997

537.86

ЛННБ України ім.В.Стефаника



00738153 (R)

Дисертацією в рукописі.  
Робота виконана в Науково-дослідному інституті радіотехнічних вимірювань.

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор Харківського авіаційного університету  
ФАЛЬКОВИЧ Савелій Єремейович

Офіційні опоненти: член-кореспондент Національної Академії наук України, доктор фізико-математичних наук, професор, завідувачий теоретичним відділом фізико-технічного інституту нивських температур ім. В.Є. Веркіна НАН України  
ХРУСЛОВ Євген Якович

доктор фізико-математичних наук, завідувачий кафедрою аятен Харківського Державного університету, професор  
ГОРОВЕЦЬ Микола Миколайович

Провідна

установа: Радіоастрономічний інститут НАН України

Захист відбудеться 9 грудня 1997 р. о 10<sup>00</sup> годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.157.01 в інституті радіофізики та електроніки ім. О.Я.Усикова НАН України (310085, Харків, вул. Ак. Проскури, 12)

З дисертацією можна ознайомитись у науковій бібліотеці ІФЕ НАН України (310085, Харків, вул. Ак. Проскури, 12)

Автореферат розісланий "3" листопада 1997 р.

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради,  
доктор фізико-математичних наук

С.М. Харківський

AB - 38, 782

### ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ.

В дисертації запропонован новий підхід до вирішення відомої задачі отримання амплітудно-фазових співвідношень в радіофізичній, яка в літературі має назву фазова проблема (ФП) [1;9]. Розробка цієї теми стала наслідком практичної необхідності підвищення точності прецизійних фазометричних систем спеціального призначення на основі використання додаткової амплітудної інформації.

Актуальність теми. Постійна увага до амплітудно-фазових співвідношень в рівноманітних радіофізичних та акустичних системах пов'язана в тим, що ці співвідношення мають велике значення при аналізі та синтезі рівноманітних класів сигналів [1] та каналів їх передачі; апаратури обробки та перетворення сигналів; сучасних високочастотних аналогових мікросхем [3] антен рівних класів [4], антенних ґрат та інших конкретних антенних систем [5], фазометричних комплексів траєкторних вимірювань [6]. В теперішній час в велика кількість робіт, присвячених проблемі одержання, дослідження та використання амплітудно-фазових співвідношень. В результаті цих досліджень був отриман обширний експериментальний та теоретичний матеріал в ФП, який в першу чергу відноситься до конкретних устроїв. Але загальні закономірності залишаються вивченими недостатньо із-за певних математичних труднощів [10,11].

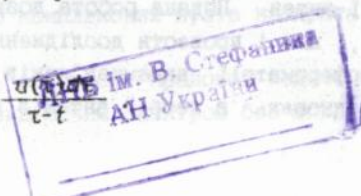
В поданій роботі вивчаються ці загальні питання методами теорії крайових задач аналітичних функцій. В перших дослідженнях в ФП [12] було показано, що вона природно пов'язана в поняттям аналітичного сигналу  $a(t)$ , який віставляє речовинному сигналу  $u(t)$ . Між фазою  $\Phi(t) = \arg a(t)$  та амплітудою  $A(t) = |a(t)|$  повинен бути установлен зв'язок.

В наслідок рішення відомої задачі Гільберта [8] в верхній комплексній напівплощині  $C^+$  аналітична функція  $a(z)$  виражається через  $u(t)$  за допомогою інтеграла Шварца

$$a(z) = \frac{1}{\pi i} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{u(\tau) d\tau}{\tau - z} \quad (1)$$

а мнима частина  $v(t)$  функції  $a(t)$  виражається через  $u(t)$  за допомогою перетворення Гільберта

$$v(t) = - \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{u(\tau) d\tau}{\tau - t} \quad (2)$$



Проте, ми не маємо змоги скористуватися цим співвідношенням для отримання зв'язку  $\Phi(t)$  в  $\ln A(t)$ , котрий немов би природно в'являється в наслідок логарифмування функції  $a(z)$ . Це пов'язано в тим, що голоморфна функція  $a(z)$  в комплексній напівплощині  $C^+$  має нулі.

Друга причина неважкоствореності формули (2) пов'язана в невиконанням умови Гьольдера на нескінченності для функції  $|\ln A(t)|$  в силу того, що  $A(t)$  спадає як  $1/t$ , якщо  $A(t)$ - амплітуда сигналу в фінітним спектром.

В силу вказаних причин доводиться йти окладним шляхом вирішення нелінійного сингулярного інтегрального рівняння (головне ІР)

$$A^2(t) = u^2(t) + v^2(t) = u^2(t) + \left( \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{u(\tau) d\tau}{\tau - t} \right)^2,$$

в котрому амплітуда  $A(t)$  відома.

Специфічні труднощі при вирішуванні ФП в'являються в теорії антен. Насамперед треба відзначити, що взагалі ФП в теорії антен багатомірна [9] і на сьогоднішній день не має однозначного формулювання. В той же час для двомірних антен, тобто випромінювачів, які створюють хвилі, котрі простягаються в нескінченність і залежать тільки від двох просторових координат, ФП може бути поставлена таким же чином, що і в теорії сигналів. Насправді в теорії двомірних антен природно в'являється поняття комплексної діаграми направленості  $F_0(\varphi)$  [7], аналогічне поняттю аналітичного сигналу  $a(t)$ , свідки в'являється аналогічна задача про вираза фазової діаграми направленості  $\Phi(\varphi) = \arg F_0(\varphi)$  через амплітудну діаграму направленості  $A(\varphi) = |F_0(\varphi)|$ . Додаткові труднощі при вирішенні ФП в теорії антен пов'язані в тим, що апріорі невідомо, чи існує аналітичне продовження на всю комплексну площину функції  $F_0(\varphi)$ , яка задана на одиничній окружності в цій площині. Якщо таке аналітичне продовження можливе, то тоді в'являється можливість застосування теорії крайових задач аналітичних функцій для вирішення ФП в теорії антен. Подана робота дозволяє отримати не тільки ці відомості, але і провести дослідження важливих, наприклад, для радіоінтерферометрії взаємозв'язків отриманих амплітудно-фазових співвідношень в теорії антен в амплітудно-фазовими співвідношен-

нями для сигналів, які приймаються в приймальних пунктах фазаометричних комплексів траєкторних вимірювань, а також провести дослідження впливу на підвищення точності вимірювань цих комплексів амплітудно-фазових співвідношень випромінювачів, які розташовані на рухомому об'єкті, координати котрого треба визначити.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Вибраний напрямок досліджень був пов'язан в планом НДІОКР Науково-дослідного інституту радіотехнічних вимірювань, де виконувалась головна частина роботи.

Мета та задачі дослідження.

1) Отримання інтегральних виразів фази  $\Phi(t)$  через амплітуду  $A(t)$  для різних класів сигналів  $u(t)$  в фінітним спектром  $S(\omega)$ , який має інтегровальний квадрат модуля, шляхом введення основного ІР, котре описує всі сигнали заданої амплітуди  $A(t)$ , до крайової задачі аналітичних функцій і вирішення цієї задачі.

2) Вирішення задачі отримання виразу фазової діаграми направленості через амплітудну для довільних двовірних антен методами теорії крайових задач аналітичних функцій.

3) Застосування одбутих результатів в питань амплітудно-фазових співвідношень для вирішення задачі підвищення точності фазаометричних систем вимірювання параметрів руху випромінюючого об'єкту, з урахуванням його обертання.

Наукова новизна одержаних результатів.

1) Вперше одержано в загальному вигляді вирішення задачі виразу фази сигналу через його амплітуду в класі всіх сигналів, які мають фінітний спектр з інтегровальним квадратом модуля, шляхом введення нелінійного інтегрального рівняння для всіх сигналів в заданю амплітудою до крайової задачі аналітичних функцій, а також отримані для цієї цілі олідувачі результати:

1.1. Розроблен формалізм введення до крайової задачі аналітичних функцій (до основної крайової задачі) основного ІР, котре описує всі аналітичні сигнали в заданю амплітудою  $A(t)$ . За допомогою цього формалізму доведена теорема існування вирішення основного ІР і одержано загальний вигляд цього вирішення. Теорема існування доведена за допомогою комплексних нулів квадрата амплітуди  $A^2(z)$ .

1.2. Проведено вирішення основної крайової задачі в класі всіх сигналів з фінітним диференціальним спектром без допомоги ну-

лів функції  $A^2(z)$ . На підставі цього вирішення було отримано інтегральний вираз фази  $\Phi(t)$  через амплітуду  $A(t)$  для  $A(t)$ , котрі не мають нулів на речовинній вісі, або котрі мають кінцеве число речовинних нулів. Підінтегральна функція одержаного виразу утримує кінцеве число слабких особливостей логарифмічного типу тому, що під інтегралом стоїть  $\ln A(t)$ . Ввагали під інтегралом може зустрітися лічильне число логарифмічних особливостей, що потребує доказів збіжностей відповідних інтегралів.

1.3. З метою обґрунтування зазначеної збіжності доведена теорема інтегрування функції  $(\ln A(t))/((t-\tau)(t-1c)^2)$  для амплітуд  $A(t)$  сигналів  $u(t)$  з довільним фінітним спектром  $S(\omega)$ , який має інтегровувальний квадрат модуля (спектри класу  $L_2$ ). На підставі цієї теореми вирішена основна крайова задача в просторі сигналів з довільним фінітним спектром класу  $L_2$  та отримано інтегральний вираз  $\Phi(t)$  через  $A(t)$  в цьому найбільш широкому просторі аналітичних сигналів.

2. Вперше вирішена задача отримання виразу фазової діаграми направленості через амплітудну діаграму для довільних двовірних антен; на цій основі отав можливим подальший розвиток теорії амплітудно-фазових співвідношень для фазових систем прецизійних траєкторних вимірювань, які дозволяють підвищити їх точність за рахунок використання амплітудної інформації. При цьому

2.1. Виведено нове інтегральне зображення для поля в дальній зоні в вигляді кінцевої суми цілих функцій експоненціального типу від дробово-лінійного аргументу. За допомогою цього зображення задача про вираз фазової діаграми направленості через амплітудну введена до крайової задачі аналітичних функцій на окружності.

2.2. Вирішена в загальному вигляді крайова задача на окружності, яка відповідає довільній двовірній антені, і із цього вирішення отримано вираз фазової діаграми направленості через амплітудну. Зазначений вираз залишається справедливим для любого профіля випромінюючої області кінцевих розмірів і для любого розподілу випромінювачів в середині області.

2.3. Розроблена методика отримання виразу фази через амплітуду для сигналів, які створюються в пунктах прийому фазометричної системи прецизійних траєкторних вимірювань рухомих джерелом монохроматичних хвиль, які мають довільну діаграму направленості.

З її допомогою отримана можливість підвищення точності вимірювання координат рухомого об'єкту в урахуванням його обертання.

Практичне значення отриманих результатів полягає в тому, що вони використовуються при будіванні алгоритмів синтезу сигналів, каналів передачі сигналів, діаграм направленості двовірних антен, відповідно їх амплітуди, амплітудно-частотній характеристиці, амплітудної діаграми направленості, а також при практичній реалізації вказаних об'єктів. Дані дослідження, які відносяться до розробки метода отримання амплітудно-фазових співвідношень, дозволили обґрунтувати перспективність використання теорії крайових задач аналітичних функцій, а також знайти тісний зв'язок комбінаторної неоднозначності в експериментальними фізичними умовами.

Особистий внесок здобувача: всі результати, які одержані в дисертації, здобуті особисто автором, що відображено в особистих публікаціях.

Апробація результатів дисертації. Матеріали дисертаційної роботи неодноразово доповідались на кафедрі радіотехнічних систем літакових апаратів Харківського авіаційного університету на двох конференціях молодих фахівців НДІ радіотехнічних вимірювань (тевіси докладів опубліковані), на семінарах кафедри теоретичної механіки Харківського військового університету, на семінарі теоретичного відділу фізико-технічного інституту низьких температур НАН України.

Публікації: наукові результати, які одержані в дисертації, опубліковані в 4 журналах, які є одноосібними.

Структура дисертаційної роботи. Дисертаційна робота складається із вступу, трьох глав, закінчення, (152 с.), додатка та списку літератури, який складає 131 назву.

#### ОСНОВНИЙ ЗМІСТ.

В вступі обґрунтован вибір теми дисертаційної роботи та вивчені цілі досліджень, а також зроблен короткий огляд дисертаційної роботи та основних її результатів.

В першій главі розроблен формалізм введення до крайової задачі аналітичних функцій нелінійного сингулярного інтегрального рівняння, яке описує всі речовинні сигнали  $u(t)$  з заданою амплітудою  $A(t)$ , а це означає, що і всі фази  $\Phi(t)$ , які відповідають

амплітуді  $A(t)$ . За допомогою цього формалізму доведена теорема існування вирішення основного IP і отриман загальний вигляд його вирішення. Ця теорема доведена за допомогою комплексних нулів квадрату амплітуди  $A^2(z)$ , яка являє собою цілу функцію експоненціального типу.

Вирішення основна крайова задача в класі всіх сигналів з фінітним диференціюючим спектром без допомоги нулів функції  $A^2(z)$ . На підставі цього вирішення отриман інтегральний вираз фази  $\Phi(t)$  через амплітуду  $A(t)$  для функцій  $A(t)$ , які не мають нулів на речовинній вісі, або які мають кінцеву кількість речовинних нулів. Підінтегральна функція отриманого виразу містить кінцеву кількість слабких особливостей логарифмічного типу тому, що під інтегралом стоїть функція  $\ln A(t)$ . Вважати під інтегралом може зустрітися лічильна кількість логарифмічних особливостей, а це, в свою чергу, потребує доказу зв'язності відповідних інтегралів.

З метою отримання цієї зв'язності доведена теорема про інтегрування функції  $(\ln A(t))/((t-\tau)(t-ic)^2)$  для амплітуд  $A(t)$  сигналів  $u(t)$  з довільним фінітним спектром, який має інтегруємий квадрат модуля (спектр класу  $L_2$ ). На підставі цієї теореми за допомогою основної леми Привалова (усиленої Данилюком) для інтегрування на контурі функцій вирішення основна крайова задача в просторі всіх сигналів з довільним фінітним спектром із класу  $L_2$  і отримано інтегральний вираз  $\Phi_0(t)$  через  $A(t)$  в цьому найбільш широкому просторі речовинних сигналів

$$\Phi_0(t) = -\frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\ln A^2(t_1) \cdot (tt_1+c^2)(tt_1+1)-c(t_1-t)^2}{t_1-t \cdot (t_1^2+c^2)(t_1^2+1)} dt_1,$$

де  $c$  - довільне речовинне число, яке не дорівнює нулю. Такі ж вирази отримані для інших класів сигналів.

В кінці першої глави розглянуті особливості формальних обчислень, пов'язаних з отриманням виразу фази сигналу через його амплітуду.

В другій главі здійснено аналіз відомого формалізму отримання інтегрального представлення поля в дальній зоні для довільних двовимірних випромінювачів в разі використання окружності достатнього радіуса як контура інтегрування в інтегральному представленні. Але при такому виборі контура інтегрування не вияв-

ляється можливим застосування теорії цілих функцій для отримання зв'язку між фазовою та амплітудною діаграмами направленості.

Вказаний формалізм застосовується для отримання нового інтегрального представлення поля в дальній зоні через значення поля на замкнутій лананій лінії, яка охоплює випромінюючу зону (вибрано новий контур інтегрування). Інтеграли по прямолінійним відріткам лананої є перетворення Фур'є в кінцевих границях, тому вони є цілі функції експоненціального типу. Завдяки цій властивості нове інтегральне представлення дає вираз для комплексної діаграми направленості антени  $F_0(\varphi)$  в вигляді кінцевої суми цілих функцій експоненціального типу від дробово-лінійного аргументу.

За допомогою нового інтегрального представлення комплексна діаграма направленості  $F_0(\varphi)$  в окрузності  $\{z=e^{i\varphi} \mid 0 < \varphi < 2\pi\}$  аналітично продовжується на всю комплексну площину  $z$  з виключеними точками  $z=0$  і  $z=\infty$ . За допомогою розкладання в ряд Лорана функція  $\tilde{F}_0(z)$  подана як сума двох функцій  $\tilde{F}_1(z)$  і  $\tilde{F}_2(z^{-1})$  експоненціального типу і константи. Із цього розкладання слідує, що точки  $z=0$  і  $z=\infty$  є точками згущення нулів функції  $\tilde{F}_0(z)$ .

Доведено, що для практично реалізуємих випромінювачів функція  $\tilde{F}_0(z)$  має кінцеву кількість комплексних нулів. В цьому разі  $\tilde{F}_0(z)$  за допомогою полінома  $P(z)$  нормується таким чином, щоб нормована функція  $F_0^*(z)$  не мала нулів всередині одиничної окрузності, що дає можливість прологарифмувати  $F_0^*(z)$  і до логарифму застосувати перетворення Гільберта на окрузності. В результаті отриман інтегральний вираз для фазової діаграми направленості через логарифм від амплітудної діаграми:

$$\arg F_0(\varphi) = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \{-\ln|F_0(\theta)| - \ln|P(\theta)| - a_1 \cos\theta - a_2 \sin\theta - b_1\} \cdot \operatorname{ctg} \frac{\theta - \varphi}{2} d\theta + v_0 + \arg P(\varphi) - a_1 \sin\varphi + a_2 \cos\varphi + b_2.$$

В цей вираз крім  $|F_0(\theta)|$  входить  $4+2N$  невідомих речовинних константи, котрі обчислюються за значеннями  $\arg F_0(\varphi)$  на довільних  $4+2N$  реперних промінях.

В кінці глави здійснен аналіз неоднозначності виразу фазової

діаграми направленості через амплітудну, пов'язаний в комплексній-ми нульми функції  $F_0(\varphi)$ , які знаходяться всередині одиничного кола. Видані рекомендації для вирішування неоднозначності.

Третя глава присвячена деяким додаткам результатів, отриманих в перших двох главах. Рухоме в просторі джерело монохроматичних електромагнітних хвиль в довільною діаграмою направленості в зручним об'єктом для демонстрації ефективності застосування отриманих результатів про амплітудно-фазові співвідношення як в теорії сигналів, так і в теорії антен.

Тут виникає дві задачі. Одна з них полягає в знаходженні зв'язку фази прийнятого сигналу в його амплітудою для випадку довільної траєкторії руху центра випромінювача і довільного закону його обертання. Друга задача полягає в знаходженні координатних функцій часу рухомого об'єкту на основі фазових та амплітудних вимірювань в урахуванням амплітудно-фазових співвідношень. Ці задачі в двовірній постановці вирішуються в третій главі. Крім цього, розроблений в попередніх главах апарат крайових задач аналітичних функцій застосовується для отримання коректного опису зв'язку між фазо-частотними характеристиками довільних лінійних каналів передачі сигналів (чотирьохполюсників) в їх амплітудно-частотними характеристиками.

Для розв'язання першої задачі розроблена методика отримання виразу фази через амплітуду сигналів, які виробляються в пункті прийому джерелом монохроматичних хвиль, які мають довільну діаграму направленості і здійснюють довільний плоский рух. Розглянуті окремі випадки: а) рівномірна діаграма направленості для повільного плоского руху випромінювача, а також б) повільна діаграма направленості при повільному прямолінійному русі і рівномірному обертанню випромінювача. Для цих окремих випадків отримані вирази фази через амплітуду в явному вигляді. В першому випадку зв'язок фази з амплітудою поточечний, в другому - інтегральний.

Для задачі прецизійних вимірювань координат рухомих випромінювачів електромагнітних хвиль, яка має велике практичне значення, фазовим методом доведена можливість підвищення точності вимірювань координат за рахунок використання амплітудно-фазових співвідношень у приймаємих сигналах в рознесених пунктах прийому.

Коректне описування амплітудно-фазових співвідношень довільного лінійного каналу передачі сигналів (чотирьохполюсника) отримані

мано за допомогою редукції крайової задачі, яка задана на речовинній прямій, до крайової задачі, яка задана на окружності, і встановлення основної леми Привалова для окружності.

## ВИСНОВКИ

В теорії сигналів розглянуто найбільш широкий простір сигналів, для яких можна встановити методи теорії крайових задач аналітичних функцій - це простір всіх сигналів з фінітним спектром, який має інтегровальний квадрат модуля (простір  $L_2$ ) - і ряд його підпросторів. В наслідок проведених досліджень:

1) Отримано нелінійне оінгулярне інтегральне рівняння (основне IP) для сигналів  $u(t)$ , які мають задану амплітуду  $A(t)$ , і розроблен формалізм введення основного IP до крайової задачі аналітичних функцій. В наслідок вирішення цієї задачі доведена теорема існування вирішення основного IP і отриман загальний вигляд вирішення шляхом використання комплексних нулів квадрата амплітуди  $A^2(z)$ , яка в цілому функцію експоненціального типу.

2) Доказ теорема існування дозволив поставити і вирішити задачу отримання інтегрального виразу фази аналітичного сигналу через його амплітуду без використання нескінченної кількості комплексних нулів функції  $A^2(z)$ . Ця задача спочатку була вирішена в класі всіх сигналів з фінітним диференційованим спектром, які мають кінцеву кількість речовинних нулів, шляхом введення її в знайомій задачі Гільберта.

3. За допомогою удосконаленої Данилюком основної леми Привалова для інтегровальних на контурі функцій потім була вирішена основна крайова задача в просторі всіх сигналів з фінітним спектром із класу  $L_2$ . На основі цього вирішення був отриман інтегральний вираз фази аналітичного сигналу через амплітуду в найбільш широкому просторі всіх сигналів з фінітним спектром із класу  $L_2$ .

В другій частині роботи вирішена задача отримання виразу фазової діаграми направленості довільної двовимірної антени через її амплітудну діаграму; при вирішенні цієї задачі

4) Отримано нове інтегральне представлення поля в дальній зоні, котре використовує значення поля на замкнутій ланній лінії, яка охоплює випромінюючу область, що дозволило подати комплексну

діаграму направленості  $F_0(z)$  у вигляді кінцевої суми цілих функцій експоненціального типу від дробово-лінійного аргументу.

Б) За допомогою нового інтегрального приставлення комплексна діаграма направленості  $F_0(\varphi)$  в окрузності  $\{z: z = e^{i\varphi} \mid 0 < \varphi < 2\pi\}$  може бути аналітично продовжена на всю комплексну площину  $z$  в виключеними точками  $z=0$  і  $z=\infty$ . Це дозволило

шляхом розкладу в ряд Лорана подати  $\tilde{F}_0(z)$  в вигляді суми двох функцій експоненціального типу  $\tilde{F}_1(z)$  і  $\tilde{F}_2(z^{-1})$  і константи, а це означає, що  $z=0$  і  $z=\infty$  мають бути точками згущення для нулів функції  $F_0(z)$ .

В) Доведено, що для практично реалізуємих випромінювачів функція  $\tilde{F}_0(z)$  має кінцеву кількість нулів. Якщо пронормувати  $F_0(z)$  за допомогою цих нулів, можна отримати нормовану функцію  $\tilde{F}_0(z)$ , яка не має нулів всередині одиничної окрузності. Шляхом логарифмування функції  $\tilde{F}_0(z)$  приходимо до крайової задачі про отрибок на окрузності, вирішення якої дало інтегрувальний зв'язок фазової діаграми направленості в амплітудно-фазову діаграму.

Г) Отримані в поданій роботі результати в амплітудно-фазових співвідношень в теорії сигналів та антен можуть бути застосовані при вирішенні одіудючих задач, які мають практичне значення:

- установлення зв'язку фази в амплітудою для сигналів, які отворюються в пункті прийома довільно рухомих (вилочаючи обертання) джерел монохроматичного випромінювання, які мають повільну діаграму направленості;
- підвищення точності фазових методів вимірювання координат рухомих випромінюючих об'єктів;
- отримання коректних виразаів ФЧХ через АЧХ для довільних лінійних каналів передачі сигналів (чотирьохполосників).

СПИСОК НАДРУКОВАНИХ ЗДОБУВАЧЕМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Основні результати дисертаційної роботи опубліковані в наступних наукових журналах:

- 1) Овчаренко О.В. (Гулько О.В.). Аналитический сигнал и крайние задачи аналитических функций. //Радиотехника. - Харьков: ХИРЭ. - 1988. - вып. 85 - С. 71-74.
- 2) Овчаренко О.В. Асимптотика сигналов с финитным аналитическим спектром. //Радиотехника. - Харьков: ХИРЭ - 1990. - вып. 92- С.62-67.
- 3) Овчаренко О.В. Связь амплитуды и фазы сигнала с финитным аналитическим спектром. // Радиотехника и электроника. - 1990. - том 35, - вып. 1 - С. 106-114.
- 4) Овчаренко О.В. Выражение фазы сигнала с финитным аналитическим спектром через его амплитуду  $A(t)$  при  $A(t) > 0$ . //Радиотехника. - Харьков: ХИРЭ - 1990. - вып. 93 - С. 72-80.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Кузнецова Т.И. О фазовой проблеме в оптике. //УФН. - 1988. - т. 154. вып. 4. - С. 877-890.
2. Вайнштейн Л.А., Вакуман Д.Е. Разделение частот в теории колебаний и волн. - М.: Наука, 1983. - 288 с.
3. Князь А.И. Электродинамика информационных систем. - М.: Радио и связь, 1994. - 392 с.
4. Бахрах Л.Д., Кременецкий С.Д. Синтез излучающих систем. - М.: Сов. радио, 1974. - 232 с.
5. Шестопалов В.П. Дифференциальная электроника. - Харьков: Изд-во ХГУ, 1976. - 231 с.
6. Бартоломе Л. Системы передачи информации - и измерения параметров траектории искусственных спутников Земли и космических аппаратов, //Зарубежная радиоволноведение. - 1966. - N2. - С. 49-59.
7. Колтон Д., Кресс Р. Методы интегральных уравнений в теории рассеяния. - М.: Мир, 1987. - 311 с.
8. Гахов Ф.Д. Краевые задачи. - М.: Наука, 1977. - 640 с.
9. Burge R.E., Fiddy M.A., Greenway A.M., Ross G. The phase problem. //Proc. Roy. Soc. (London). - 1976, vol. A350. - p.191-212.
10. Akutowicz, L. On the determination of the phase of a Fourier integral. // I. Trans, Am. Math. Soc. 83.- p.179-192 (1956).
11. Akutowicz, L. On the determination of the phase of a Fourier integral. // II. Proc. Am. Math. Soc. 8. p.234-238 (1957).
12. Gabor D. Theory of communication. //J. Inst. Elec. Eng., 1946. - v.46. - pt.3. - N 26. - p. 423-457.

## А Н О Т А Ц І Я

Гуцько О.В. Амплітудно-фазові співвідношення в радіофізиці та крайові задачі аналітичних функцій. - Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за фахом 01.04.03 - радіофізика. - Інститут радіофізики та електроніки ім. О.Я. Усикова НАН України, Харків, 1997 р.

Дисертація присвячена питанням амплітудно-фазових співвідношень в теорії сигналів та антен. Розроблен метод отримання амплітудно-фазових співвідношень в теорії сигналів шляхом введення нелінійного - сингулярного інтегрального рівняння для всіх сигналів, які мають задану амплітуду, до крайової задачі Гільберта та вирішення цієї задачі в рівних функціональних просторах. В теорії антен отримана і вирішена відповідна крайова задача на окружності за допомогою отриманого для цього нового інтегрального представлення електромагнітного поля в дальній зоні. Отримані амплітудно-фазові співвідношення в теорії сигналів та антен застосовуються для вирішення задачі підвищення точності вимірювання параметрів рухомого випромінюючого об'єкта фазовими методами.

Ключові слова: фаза, амплітуда, нелінійне сингулярне інтегральне рівняння, крайова задача аналітичних функцій, діаграма направленості антени.

Гуцько О.В. Амплитудно-фазовые соотношения в радиофизике и крайовые задачи аналитических функций. - Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 - радиофизика. - Институт радиофизики и электроники им. А.Я.Усикова НАН Украины, Харьков, 1997 г.

Диссертация посвящена вопросам получения амплитудно-фазовых соотношений в теории сигналов и антен. Разработан метод получения амплитудно-фазовых зависимостей в теории сигналов путем сведения нелинейного сингулярного интегрального уравнения для всех сигналов, отвечающих заданной амплитуде, к краевой задаче Гильберта и решения этой задачи в различных функциональных пространствах. В теории антен получена и решена соответствующая крайовая задача на

окружности с помощью выведенного для этой цели нового интегрального представления электромагнитного поля в дальней зоне. Полученные амплитудно-фазовые зависимости в теории сигналов и антенн применены к задаче повышения точности измерения параметров движущегося излучающего объекта фазовым методом.

Ключевые слова: фаза, амплитуда, нелинейное сингулярное интегральное уравнение, крайняя задача аналитических функций, диаграмма направленности антенны.

Gunko O.V. Amplitude-phase relations in radiophysics and analytical functions problems. Manuscript. A thesis for physics-mathematics sciences on speciality 01.04.03 - radiophysics. - Institute of Radiophysics and Electronics of NASo Ukraine named after A.Ya.Usikov, 1997.

The aim of the thesis is to derive the amplitude-phase relations in the signals and antennas theory. The method of amplitude-phase relations derivation in the theory of signals is developed by means of transforming the non-linear singular integral equation for all signals answering to the given amplitude to the Gilbert boundary problem and solution of this task in different functional spaces. In the antenna theory the corresponding boundary problem on the circle is obtained and solved with a new, derived with this aim in view, integral presentation of electromagnetic field in far zone.

The obtained amplitude-phase relations in the signals and antennas theory are applied to the problem of measurement precision increase when measuring parameters of movement of an emitting object with the phase methods.

Key words: phase, amplitude, non-linear singular integral equation, boundary problem of analytical functions, antenna direction diagram.

---

Об'єм I др. в.	Підписано до друку 23.10.97 р.	Обл.-друк. в. - 0,75
Тираж 100 пр.	Формат паперу 60x84 I/16	Зам. 22/213

---

Друкарня ХВУ, м. Свободи, 6



1000004

AB 38.782