

УДК 621.317

Ю.В. Сенчишина

Радіотехнічні пристрої фазової ультразвукової діагностики біологічних об'єктів

В статье представлена разработка структур приборов для диагностики медицинских и биологических объектов с помощью фазовых методов измерения расстояний. Предложены структуры с применением синтезатора сетки частот и с применением синтезатора сигналов с прямоугольной огибающей спектра.

The article presents the development of structures of devices for the diagnosis of medical and biological objects using the methods of phase measurement of distances. Proposed structure using the synthesizer frequency grid with applying the synthesizer signal with rectangular envelope of the spectrum.

Вступ

Розглядаючи методи та засоби ультразвукової діагностики необхідно вказати що усі вони використовують імпульсні методи вимірювання відстаней [1-3]. На даний час імпульсні методи вимірювання відстаней не дозволяють підвищити точність і роздільну здатність ультразвукової діагностичної апаратури, внаслідок значного згасання ультразвукових сигналів в біологічних тканинах та залежності роздільної здатності від тривалості зонduючого імпульсу. Саме недостатня точність та роздільна здатність сучасних приладів ультразвукової діагностики призводить до неможливості постановки вірного діагнозу на ранніх стадіях захворювань. З іншого боку, відомі фазові методи вимірювання відстаней мають суттєві переваги по точності в обмеженому частотному діапазоні у порівнянні із імпульсними методами. [4, 6-8]

Таким чином, завдання полягає в розробці методики та структур радіотехнічного приладу отримання ультразвукової діагностичної інформації при застосуванні фазового аналізу зонduючих сигналів, для покращення характеристик пристроїв ультразвукової діагностики медико-біологічних об'єктів.

Основна частина

Для побудови систем вимірювання медико-біологічних параметрів пропонується використовувати фазові методи. Суть методів зводиться до зондування об'єктів вимірювання, якими є внутрішні органи людини, гармонійними ультразвуковими сигналами або широкосмуговим ультразву-

ковим сигналом з детермінованим спектром виду періодичних сигналів $\text{SINC}(x)$ [5]. При зондуванні гармонійними сигналами необхідно використовувати декілька сигналів з кратними частотами. Знаходження відстаней до кожного об'єкта зводиться до аналізу сумарних відбитих сигналів. Сумарні сигнали є результатом накладання сигналів відбитих від кожного об'єкта. Для їх розділення пропонуються різні методи. Частина їх зводиться до аналізу амплітудно-частотної характеристики сумарного відбитого сигналу, пошуку характерних точок на ній і визначення фазових зсувів кожного відбитого сигналу [6]. Інша частина, ґрунтується на записи систем рівнянь, що описують проходження зонduючих сигналів. [7]

Для побудови системи вимірювання медико-біологічних параметрів з використанням фазових методів необхідне застосування функціональних блоків, призначення яких і їх взаємозв'язок повинні відображати суть використовуваних методів і сигналів.

При застосуванні ряду гармонійних сигналів, так званої дискретної множини частот, у структурі пристрою необхідна наявність наступних функціональних блоків: синтезатора частот, пристрою спряження, ультразвукового випромінювача, ультразвукового приймача, фазометра, вольтметра, обчислювального пристрою, графічного індикатора. Схема приладу наведена на рис. 1.

При використанні сигналів з прямокутною обвідною спектру схема зміниться. Вимірювальний сигнал такого типу дозволить зондувати медико-біологічні об'єкти одночасно на усіх частотах, що значно зменшить час сканування. Приклади таких сигналів із прямокутною обвідною спектру наведені на рис. 2.

Замість синтезатора частот необхідно використовувати синтезатор сигналів з прямокутним спектром, а також потрібно замінити фазометр і вольтметр пристроєм дискретного перетворення Фур'є. Схема приладу наведена на рис. 3.

Дані прилади дозволяють отримувати інформацію про відстані між внутрішніми органами та патологіями в них лише у напрямку одного променя. Для отримання більш повної картини необхідно об'єднати дані структури із системою сканування, що дозволить отримувати двовимірні або тривимірні зображення внутрішніх органів медико-біологічних об'єктів.

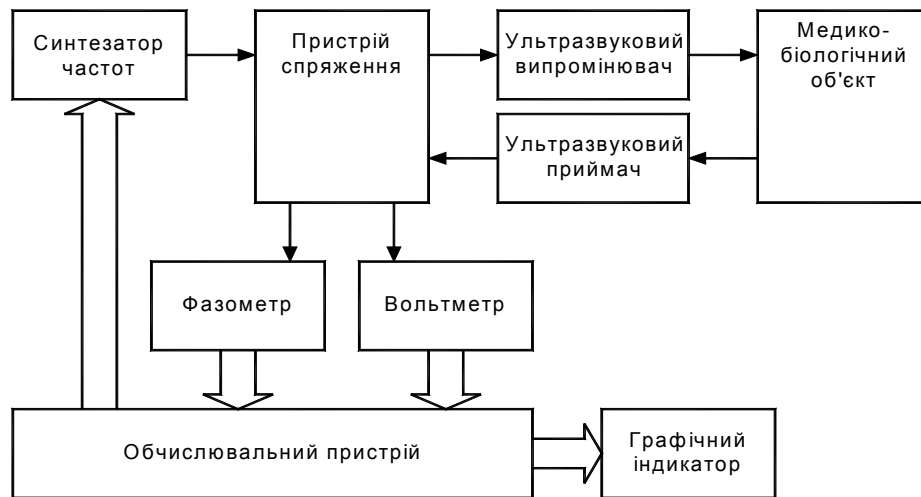


Рис. 1. Структурна схема фазового приладу діагностики

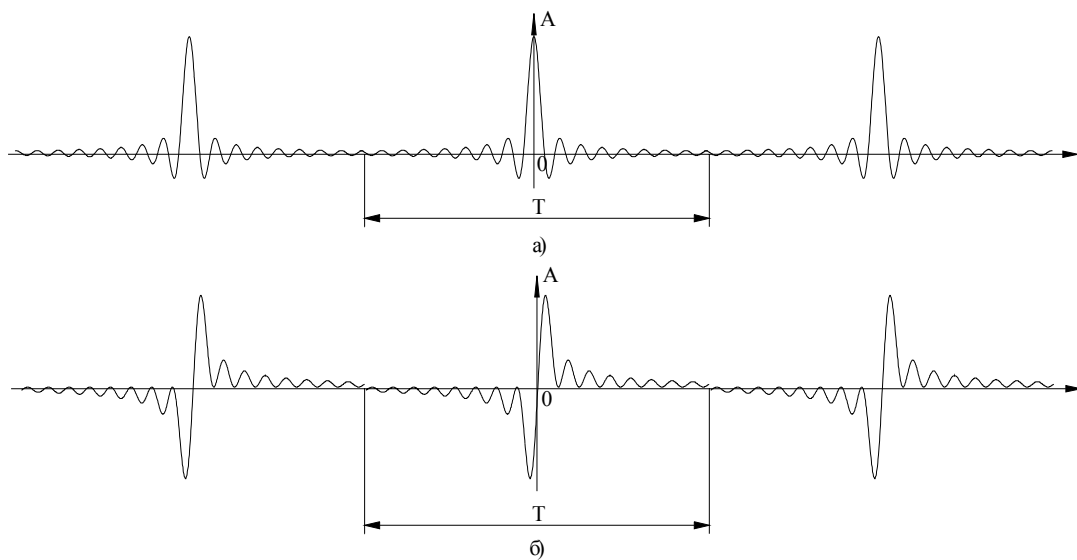
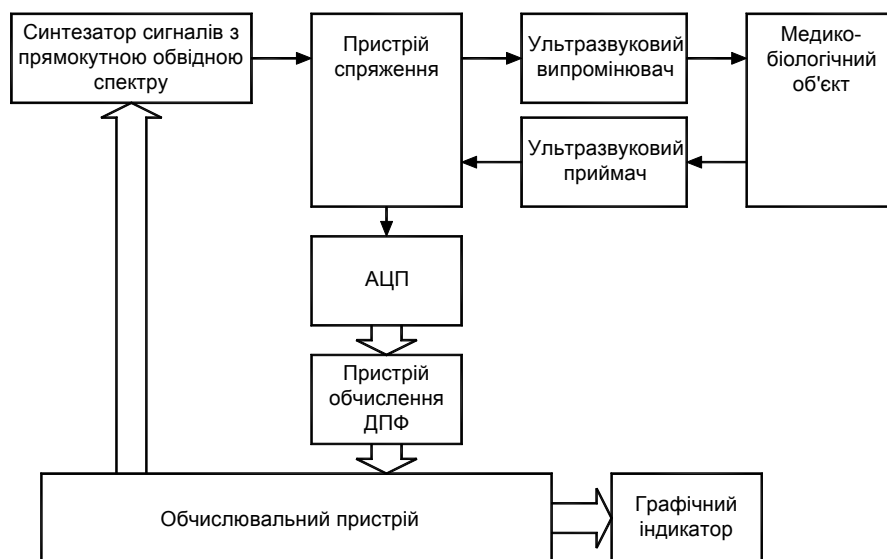
Рис. 2. Періодичні сигнали $\frac{\sin(\omega t)}{\omega t}$ (а) і ортогональний $\frac{1 - \cos(\omega t)}{\omega t}$ (б)

Рис. 3. Структурна схема фазового приладу діагностики

Висновки

Таким чином, у статті запропоновані структури приладів для діагностики медико-біологічних об'єктів за допомогою фазових методів вимірювання відстаней. Використання фазових методів знаходження параметрів об'єктів дозволяє підвищити точність і роздільну здатність приладів для ультразвукової діагностики. Основними блоками пристрою ультразвукової діагностики із застосуванням фазових методів є синтезатор частот, вольтметр та фазометр. При застосуванні сигналів з прямокутною обвідною спектру, для побудови приладу запропоновано використовувати синтезатор сигналів з прямокутною обвідною спектра, АЦП та блок дискретного перетворення Фур'є. В обох реалізаціях приладу необхідним є використання обчислювального пристрою, для побудови цілісної картини внутрішньої структури медико-біологічного об'єкту.

Література

1. *Применение* ультразвука в медицине: Физические основы: Пер. с англ./ Под ред. К. Хилла. – М.: Мир, 1989. – 568с.
2. *Основы* взаимодействия ультразвука с биологическими объектами: Ультразвук в медицине, ветеринарии и экспериментальной биологии: Учеб. пособие/ Под ред. С.И. Щукина.– М.: Мир Изд-во МГГУ им. Н.Э.Баумана, 2005.– 224с.
3. *Руководство* по ультразвуковой диагностике/ Под ред. П.Е.С. Палмера. – Женева: Медицина, 2000.– 325с.Применение методов фазометрии для прецизионного измерения расстояний/ Маевский С.М., Баженов В.Г., Батуревич Е.К., Куц Ю.В. - К.: Вища школа, Изд-во при Киев. ун-те, 1983. - 84с.
4. Любчик В.Р. Дослідження та аналіз деяких особливостей сигналів типу $\text{SIN}(X)/X^n$ / Любчик В.Р. // МНТЖ ВОТТП (м. Хмельницький). - 1997 - №2. - С.93-96.
5. Любчик В.Р. Розробка фазового методу вимірювання відстаней до двох об'єктів/ Любчик В.Р. // Вісник ТУП - 2004. - Т.3.-№1. - С.108-114.
6. Любчик В.Р. Вимірювання відстаней до трьох об'єктів/ Любчик В.Р., Гнатюк О. І.// Вісник ТУП, - 2005. - №2. - С.123-128.
7. Любчик В.Р., Сенчишина Ю.В., Параска Г.Б., Килимник О. М. Розробка аналітичного фазового методу вимірювання відстаней до трьох об'єктів// Вісник ХНУ, №2, 2009, - С.146-151.