

## АПАРАТ ДЛЯ МІКРОХВИЛЬОВОЇ РЕЗОНАНСНОЇ ТЕРАПІЇ

Яненко О. П., д.т.н., професор, Ющенко О. І., магістрант;  
Михайленко С. В., магістрант;

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут», Київ, Україна

Для лікування приладами мм-діапазону, зазвичай, використовують генератори як шумових, так і монохроматичних сигналів. Шумові генератори, такі як Поріг-1, Поріг-3, Поріг-3м, Коверт-01, є більш простими, мають широку смугу вихідних частот, однак не забезпечують нормованого значення вихідної потужності та достатню рівномірність амплітудно-частотної характеристики, що знижує ефективність лікування.

Монохроматичні генератори «Електроніка КВЧ», «Рамед-Експерт», «ARIA-SC» (Україна), «АРЦАХ» (Вірменія), «Коверт-04», «Ярмарка», «Стела» (Росія), забезпечують більш точну установку значень вихідної потужності та рівномірність АЧХ в діапазоні терапевтичних частот, що підвищує ефективність лікування [1]. До недоліків таких пристроїв слід віднести обмежений діапазон робочих частот та значну нерівномірність вихідної потужності, що знижує ефективність пристрою при лікуванні.

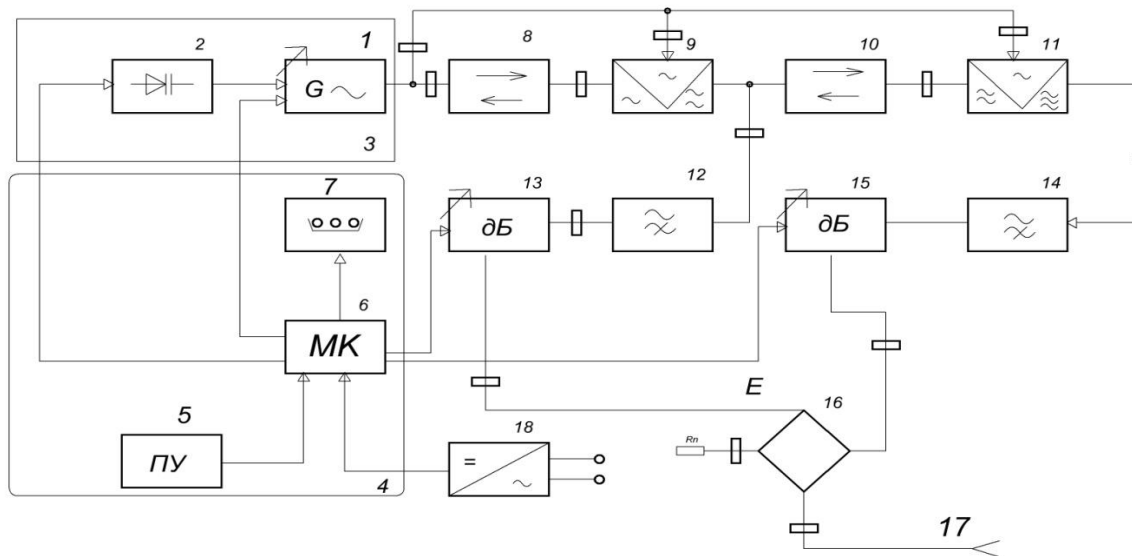


Рисунок 1. Структурна схема апарату для міліметрової резонансної терапії

На рис. 1. представлена структурна схема апарату мікрохвильової резонансної терапії. Пристрій містить генераторний блок 3, у складі генератора 1 та варатора 2, блока управління 4, що включає в себе пульт управління 5, мікроконтролер 6 та цифровий дисплей 7, канал перетворення сигналу у складі першого вентиля 8, першого змішувача 9, другого вентиля 10, другого змішувача 11, перших фільтра верхніх частот 12 та електрично керованого атенюатора 13, других фільтра верхніх частот 14 та електрично

керованого атенюатора 15, подвійного хвилевідного трійника 16, аплікатора 17 і блока живлення 18.

Апарат для мікрохвильової резонансної терапії працює наступним чином. За допомогою пульта управління 5 встановлюються необхідні режими лікування — вихідна частота, рівень потужності, час сеансу, тощо. Мікроконтролер 6 формує відповідні установленим режимам електричні управляючі сигнали, які поступають на генератор 1, варатор 2 та атенюатор 13 і 14.

На виході генератора 1 формується гармонічний сигнал:

$$U_1(t) = U_m \cdot \sin \omega t ,$$

який поступає на гетеродинні входи змішувачів 9 та 11 безпосередньо, а на сигнальний вхід змішувача 9 через вентиль 8.

В результаті на виході змішувача 9 формується сигнал другої гармоніки:

$$U_2 = \frac{1}{2} U_m^2 S_1 k_1 \cos 2\omega t ,$$

де  $S_1$  — крутизна перетворення змішувача 9,  $k_1$  — коефіцієнт передачі вентиля 8. Отриманий сигнал другої гармоніки виділяється фільтром високих частот 12, в якості якого використовується позамежовий хвилевід. За відкритого атенюатора 13 сигнал поступає через вхід Е подвійного хвилевідного трійника 16 в аплікатор 17.

$$U_3 = \frac{1}{2} U_m^2 S_1 k_1 k_2 \cos 2\omega t ,$$

де  $k_2$  — коефіцієнт передачі атенюатора 13. Сигнал з виходу змішувача 9 подається через вентиль 10 на вхід змішувача 11 на другий вхід якого надходить сигнал.

$$U_4 = \frac{1}{4} U_m^3 S_1 S_2 k_1 k_3 (\sin 3\omega t + \sin \omega t) ,$$

де  $S_2$  — крутизна перетворення змішувача 11,  $k_3$  — коефіцієнт передачі вентиля 10.

В результаті перемноження сигналів на виході змішувача 11 отримуємо спектр, який складається з першої та третьої гармонік генератора.

За допомогою позамежового хвилевідного фільтру 14 виділяється третя гармоніка опорного сигналу, яка через відкритий атенюатор 15 та вхід Н подвійного хвилевідного трійника 16 поступає на аплікатор 17.

$$U_5 = \frac{1}{4} U_m^3 S_1 S_2 k_3 k_4 \sin 3\omega t ,$$

де  $k_4$  — коефіцієнт передачі атенюатора 15.

За використання другої гармоніки сигнал з мікропроцесора 6 повністю закриває атенюатор 15 і сигнал третьої гармоніки на вихід пристрою не поступає. Рівень потужності другої гармоніки встановлюється атенюато-

ром 13 у відповідності із введеним значенням коду пульта управління 5. У випадку використання третьої гармоніки атенюатор 13 закривається повністю, а на атенюаторі 15 встановлюється необхідне значення вихідної потужності.

Змінюючи частоту НВЧ-генератора, наприклад, в межах 20–30 ГГц на виході пристрою отримуємо діапазон робочих частот за другою гармонікою 40–60 ГГц, а за третьою — 60–90 ГГц. За таких значень повністю перекриваються найбільш активні частоти мм-діапазону, які використовуються в мікрохвильовій резонансній терапії — 42 ГГц, 48 ГГц, 50–53 Гц, 58–63 ГГц, 78–86 ГГц, що дозволяє замість 2–3 апаратів використовувати запропоноване технічне рішення.

#### **Література**

1. Ситько С. П. Аппаратурное обеспечение современных технологий квантовой медицины / С. П. Ситько, Ю. А. Скрипник, А. Ф. Яненко — К. : ФАДА, ЛТД, 1999 — 199с.
2. Пат. 86560 Україна, МПК А 61 N 5/02 Апарат для мікрохвильової резонансної терапії/ Яненко О. П., заявник і правовласник Яненко О. П., Куценко В. П., Ющенко О. І., Михайленко С. В., Горшков А. В. — №u201304940; заявл. 17.04.2013; опубл. 10.01.2014, Бюл.№1.
3. Пат. 32614 Україна А 61 N 5/02. Апарат для мікрохвильової резонансної терапії. / Яненко О.П. заявник і правовласник Степанов В. Є., Пономаренко А. Ф., Паламарчук В. П., Сітько С. П., Яненко О. П. — заявл. 15.02.2001р. Бюл. №1.

#### **Анотація**

В основу корисної моделі покладена задача: створити апарат для мікрохвильової терапії, в якому за рахунок введення в його структурну схему нових блоків і зв'язків забезпечувалося б розширення діапазону робочих частот, а також досягалося б спрощення схеми пристрою. Авторам вдалося досягти розширення діапазону робочих частот, спрощення схеми за рахунок використання одного опорного генератора та простих НВЧ елементів.

Ключові слова: частотний діапазон, гармоніка, генератор, терапія.

#### **Аннотация**

В основу полезной модели положена задача: создать аппарат для микроволновой терапии, в котором за счет введения в его структурную схему новых блоков и связей обеспечивалось бы расширение диапазона рабочих частот, а также достигалось бы упрощение схемы устройства. Авторам удалось достичь расширения диапазона рабочих частот, упрощение схемы за счет использования одного опорного генератора и простых СВЧ элементов.

Ключевые слова: частотный диапазон, гармоника, генератор, терапия.

#### **Abstract**

The basis of the utility model is the task to create a machine for microwave therapy, in which the expanding working frequencies range due to the introduction of structural scheme of new blocks and links would be provided, as well as the simplification of device scheme would be obtained. Authors achieved expansion of working frequencies range, simplification of the scheme by using of a single reference generator and simple microwave components.

Keywords: frequency band, harmonics, generator, therapy.