

Винахід відноситься до галузі медицини і може використовуватися для діагностики та лікування різних захворювань шляхом безконтактного нетеплового впливу на біологічно активні точки поверхні шкіри пацієнта електромагнітним випромінюванням надзвичайно високих частот (НВЧ). Він також може застосовуватися у ветеринарії та біології.

В останні роки значного поширення набули способи та засоби НВЧ-терапії, засновані на використанні нормалізуючого, спрямовуючого впливу електромагнітного випромінювання міліметрового діапазону на біологічно активні (акупунктурні) точки та зони поверхні шкіри людини.

Організм реагує на безперервну генерацію міліметрового випромінювання за умови збігу частоти монохроматичного випромінювання з однією із резонансних терапевтичних частот організму (див., наприклад, Кузьменко А.Н., Лобарев В.Н., Соловьев Н.Е., Тофан А.В. Микроволновая резонансная терапия при помощи КВЧ-излучения  $10^{-14}$  Вт // Применении радиоволн миллиметрового и субмиллиметрового диапазона. - Харьков: ИРС АН УССР. - 1991. - С.26 - 30). Однак реалізація такого способу резонансної терапії потребує значних апаратних витрат, оскільки набори резонансних характеристик частот для конкретного організму суворо індивідуальні і їх визначення потребує тривалого часу.

Відомий спосіб резонансної терапії у діапазоні міліметрових хвиль (див. А.С. СССР, № 1611345, МПК<sup>5</sup> А 61 N 5/02), за якого на біологічно активні точки впливають безперервним електромагнітним випромінюванням шумоподібного спектру міліметрового діапазону. За фактор впливу у ньому використовуються складові спектра широкосмугового сигналу, який має характер білого шуму з рівномірною спектральною щільністю по всьому інтервалі частот випромінювання. При цьому організм пацієнта сам поглинає енергію коливань тих частот, які збігаються з його власними терапевтичними частотами. Однак безперервність випромінювання шумоподібного сигналу збільшує його інтегральну потужність, що викривляє реакцію організму.

Відомий спосіб міліметрової резонансної терапії (див. патент України № 21284А, МПК<sup>5</sup> А 61 N 5/02, 1993), за якого на певні зони тіла пацієнта діють імпульсами шумоподібного електромагнітного випромінювання нетеплової інтенсивності із спектром міліметрової області довжин хвиль, що відповідають низькій частоті біоритмів організму пацієнта. Крім того, спосіб використовує електромагнітне випромінювання тт спектром, що має характер флікер-шуму у діапазоні частот від лівої межі міліметрової області до правої межі його видимої області, амплітудна модуляція мікрохвильового випромінювання здійснюється низькочастотним сигналом у діапазоні від 0,1 до 100Гц, а вплив - за допомогою промодульованого випромінювання за середнього значення спектральної щільності потужності шуму, яка не перевищує  $10^{-18}$ Вт/Гц·смА Конкретна частота модуляції та середнього значення спектральної щільності вибирається за суб'єктивними відчуттями пацієнта, що не дає змоги оптимізувати параметри імпульсного міліметрового випромінювання, підвищувати ефективність лікування пацієнтів та скорочувати тривалість лікувальних сеансів.

Відомий також спосіб резонансної терапії у міліметровому діапазоні хвиль (RU № 94033122 6AG1N5/02 від 10.07.96р.), який заключається у впливі на ділянки людського тіла, функціонально пов'язаних з патологією організму, низькоінтенсивним неіонізуючим електромагнітним випромінюванням в діапазоні частот 30 - 300Гц модульованим низькочастотним інформаційним сигналом.

Крім того, модулюючий сигнал знімається з пацієнта за допомогою датчика реєстрації миттєвих змін біофізичних параметрів людського організму.

Необхідність використання низькочастотного модулюючого інформаційного сигналу, що формується (знімається з тіла людини) за допомогою контактного датчика, який реєструє біоструми серця (електрокардіограф), мозку (електроенцефалограф), температуру (термометр), тиск с недоліком способу. В більшості своїй наведені сигнали розташовані в області низьких частот (10 - 150Гц) і крім позитивного можуть давати і негативний ефект за рахунок виникнення резонансних явищ - порушення мозкового кровообігу, ритму роботи серця та інші, аж до коматозного стану пацієнту. Запропонований спосіб потребує ретельного контролю у процесі лікування та високої кваліфікації обслуговуючого персоналу.

Відомий пристрій міліметрової резонансної терапії (див. Дубовская Н.Г. и др. Принципы моделирования и схемотехнической реализации низкоинтенсивной КВЧ- диагностической и терапевтической аппаратуры // Вестник новых медицинских технологий. - 1996. - Т.3, № 2. - С.89 - 92) містить у собі джерело живлення, до виходу якого підведені послідовно з'єднані фільтр нижніх частот, генераторний МЕР-діод, розміщений у відрізку хвилеводу з короткозамикаючим поршнем та резонансний контур проміжної частоти, який через ланцюг зворотного зв'язку з'єднаний з входом генераторного діоду, смуговий НВЧ-фільтр і тривходовий циркулятор, які під'єднані до відрізка хвилеводу, приймально-випромінюючу антену, підключену до першого виходу циркулятора, послідовно з'єднані смугово-відбиваючий НВЧ-фільтр, амплітудний детектор та індикатор, що під'єднані до другого виходу циркулятора.

Монохроматичний сигнал, генерований МЕР-діодом, потрапляє на шкіру пацієнта, де змішується із власним випромінюванням пацієнта, відбиваючись від шкіри, частина потужності міліметрового випромінювання з розширеним спектром знову надходить на МЕР-діод, у якому змішується з первинним монохроматичним сигналом. Коливання різницевої частоти виділяються резонансним контуром проміжної частоти і знову через ланцюг зворотного зв'язку надходять на МЕР-діод. У результаті дії зворотного зв'язку спектр сигналу, що опромінюється, розширюється.

Завдяки полічастотному електромагнітному впливу на організм пацієнта відбувається поглинання на частоті, яка є терапевтичною для конкретного організму. Проте, відносно вузький спектр випромінюючого сигналу не дозволяє проводити лікування за один раз більше, ніж одного захворювання.

Відомий пристрій міліметрової резонансної терапії (за А.С, № 1703103 (СССР), МПК<sup>5</sup> А 61 N 5/02, 1989 (Б.И, № 1, 1992)), який складається з генератору шуму міліметрового діапазону довжини хвиль,

підключених до виходу послідовно з'єднаних регулюючого атенюатора, амплітудного модулятора і широкосмугової антени, та генератора низької частоти, вихід якого з'єднаний з керуючим входом амплітудного модулятора.

Цей пристрій, крім того обладнаний відрізком хвилеводу, забезпеченого з одного кінця короткозамикаючою перемичкою, а з другого — напрямленим випромінювачем, а також змінною неоднорідністю у вигляді штиря, який переміщується по стінці хвилеводу і набором розташованих на стінках хвилеводу змінних діафрагм з різною площею хвилеводних вікон.

Періодичне переривання шумового електромагнітного випромінювання амплітудним модулятором, який своїм керуючим входом під'єднаний до генератора низької частоти, значно розширює спектр мікрохвильового випромінювання, що підвищує ефективність лікування. Однак відсутність об'єктивного зворотного зв'язку від пацієнта про ступінь впливу електромагнітного випромінювання на його організм не дає можливість для встановлення оптимальної частоти модуляції та інтенсивності шумового сигналу для кожного пацієнта.

Відомий також пристрій резонансної терапії у міліметровому діапазоні хвиль (за RU № 94033122 6A G1 N 5/02), що містить генератор шуму міліметрового діапазону, хвилеводний тракт, в який послідовно під'єднано керований атенюатор, феритовий вентиль, амплітудний модулятор та широкосмугова антена.

Цей пристрій крім того обладнаний датчиком реєстрації поточних змін біофізичних параметрів, під'єднаним до керованого входу амплітудного модулятора.

Завданням винаходу є створення такого способу та пристрою резонансної терапії у міліметровому діапазоні хвиль, які забезпечували б можливість у процесі лікування пацієнта отримувати об'єктивну інформацію про стан його здоров'я за рівнем власного електромагнітного випромінювання міліметрового діапазону, встановлювати частоту модуляції, яка стабілізує рівень власного електромагнітного випромінювання, регулювати рівень зовнішнього опромінювання залежно до рівня випромінюючої властивості пацієнта, що підвищуватиме ефективність лікування та скорочуватиме тривалість процедур.

Поставлене завдання вирішується тим, що в способі резонансної терапії у міліметровому діапазоні хвиль, який заключається у впливі на ділянки людського тіла, функціонально пов'язаних з патологією організму, низькоінтенсивним неіонізуючим електромагнітним випромінюванням в діапазоні частот 30 – 300 ГГц модульованим низькочастотним інформаційним сигналом, згідно з винаходом модуляцію виконують шляхом переривання потоку випромінювання прямокутною низькочастотною напругою із шпаруватістю, що дорівнює двум, в паузах між опромінюючими імпульсами приймають власне електромагнітне випромінювання тіла пацієнта, змінюють частоту модулюючих імпульсів до стабілізації рівня власного випромінювання пацієнта, порівнюють інтенсивність опромінюючих імпульсів з інтенсивністю прийнятих імпульсів, регулюють інтенсивність опромінюючих імпульсів до досягнення рівня однакового або кратного інтенсивності власного випромінювання пацієнта.

Поставлене завдання вирішується тим, що в пристрої резонансної терапії у міліметровому діапазоні хвиль, який містить генератор шуму міліметрового діапазону, хвилеводний тракт, в який послідовно під'єднаний керований атенюатор, феритовий вентиль, амплітудний модулятор та широкосмугова антена, згідно з винаходом в нього введені послідовно з'єднані НВЧ-змішувач, підсилювач проміжної частоти, квадратичний детектор, підсилювач низької частоти, синхронний детектор, фільтр нижніх частот та індикатор, а також широкосмуговий напрямлений відгалужувач, НВЧ-гетеродин монохроматичних коливань та генератор регульованої низької частоти, вихід якого з'єднаний з керованим входом амплітудного модулятора і синхронного детектора, при цьому напрямлений відгалужувач під'єднаний між виходом амплітудного модулятора та входом широкосмугової антени, другий вихід напрямленого відгалужувача з'єднаний з першим входом НВЧ-змішувача, другий вхід якого під'єднано до НВЧ-гетеродина монохроматичних коливань.

Саме приймання в паузах між опромінюючими імпульсами власного електромагнітного випромінювання тіла пацієнта за допомогою широкосмугового напрямленого відгалужувача, увімкненого на виході амплітудного модулятора, обробка прийнятих і частини опромінюючих імпульсів електромагнітного випромінювання в одному каналі, який підключений до виходу широкосмугового напрямленого відгалужувача та містить послідовно з'єднані НВЧ-змішувач, підсилювач проміжної частоти, квадратичний детектор, підсилювач низької частоти, синхронний детектор, фільтр нижніх частот та індикатор, регулювання частоти надходження опромінюючих імпульсів до стабілізації рівня власного електромагнітного випромінювання тіла пацієнта шляхом зміни частоти генератора низьких частот, який одночасно керує своєю напругою амплітудним модулятором і синхронним детектором, порівняння інтенсивності опромінюючих імпульсів з інтенсивністю прийнятих імпульсів, регулювання інтенсивності опромінюючих імпульсів до досягнення рівня однакового або кратного інтенсивності власного випромінювання пацієнта забезпечує підвищення інтенсивності лікування та скорочує час проведення процедур.

На кресленні (фіг.) наведена функціональна схема пристрою міліметрової резонансної терапії.

Пристрій має у своєму складі: генератор шуму 1 міліметрового діапазону довжин хвиль (НВЧ), до виходу якого під'єднані послідовно з'єднані керований атенюатор 2, вентиль 3, амплітудний модулятор 4, широкосмуговий напрямлений відгалужувач 5 та широкосмугову антену 6. До виходу широкосмугового відгалужувача 5 під'єднані послідовно сполучені НВЧ-змішувач 7 з НВЧ-гетеродином 8 монохроматичних коливань, підсилювач 9 проміжної частоти, квадратичний детектор 10, підсилювач 11 низької частоти, синхронний детектор 12, фільтр 13 нижніх частот та Індикатор 14. Генератор 15 низької частоти з'єднаний з керуючими входами амплітудного модулятора 4 та синхронного детектора 12. Позицією 16 позначене тіло пацієнта.

Суть способу міліметрової резонансної терапії зводиться до такого.

Широкопasmовий шумовий сигнал генератора 1 міліметрового діапазону через керований атенюатор 2 та вентиль 3 надходить на амплітудний модулятор 4, виконаний на р і n-діодах, що працює за принципом відбиття сигналу від закритого модулятора. Коли модулятор відкритий, шумовий сигнал через напрямлений відгалужувач 5 надходить на широкопasmову антену 6 та випромінюється у напрямку опромінюваного пацієнта. Інтенсивність електромагнітного опромінювання попередньо встановлюється мінімальною за допомогою керований атенюатора 2 (на рівні мінімально можливого власного випромінювання пацієнта). Частина випромінюваного сигналу через широкопasmовий напрямлений відгалужувач 5 надходить на вхід НВЧ-змішувача 7, на другий вхід якого надходить сигнал від НВЧ-гетеродина 8. В результаті змішування сигналів виникають коливання різницевої проміжної частоти, підсилюванні підсилювачем 9 проміжної частоти. Широка смуга пропускання підсилювача 9 забезпечує перенесення значної частини спектра випромінюваного сигналу на проміжну частоту. Підсилений на проміжній частоті сигнал детектується квадратичним детектором 10.

Власне міліметрове випромінювання пацієнта 16 приймається широкопasmовою антенною 6 та далі через відкритий модулятор 4 спрямовується на вентиль 3, у якому поглинається. У напрямлений відгалужувач 5 прийняте випромінювання не потрапляє.

Амплітудний модулятор 4 керується прямокутною напругою генератора 15 низької частоти із шпаруватістю, що дорівнює двум. Коли амплітудний модулятор 4 зачиняється, то шумовий сигнал генератора 1 відбивається від модулятора і поглинається у вентилі 3. Шумовий сигнал, прийнятий широкопasmовою антенною 6 від пацієнта 16 також відбивається від зачиненого модулятора 4 та через напрямлений відгалужувач 5 починає надходити на вхід НВЧ-змішувача 7.

Дисперсія  $\bar{U}_1^2$  шумового сигналу, прийнятого широкопasmовою антенною, визначається виразом:

$$\bar{U}_1^2 = S_1 T_e, \quad (1)$$

де:  $S_1$  - чутливість антени;

$T_e$  - ефективна температура скануючої ділянки опромінюваної ділянки шкіри пацієнта.

Якщо коефіцієнт передачі напрямленого відгалужувача 5 позначити через  $k$ , то дисперсія вхідного сигналу НВЧ-змішувача 7 з урахуванням його власних шумів матиме вигляд:

$$\bar{U}_{21}^2 = k_5 \bar{U}_1^2 + \bar{U}_3^2, \quad (2)$$

де:  $\bar{U}_3^2$  - дисперсія власних шумів НВЧ-змішувача 7, що надійшли до його входу з урахуванням шумів гетеродина 8 та підсилювача 9.

За відчиненого модулятора 4 дисперсія вхідного сигналу НВЧ-змішувача 7 визначатиметься за формулою:

$$\bar{U}_{22}^2 = k_5 k_2 \bar{U}_0^2 + \bar{U}_3^2, \quad (3)$$

де:  $k_2$  - коефіцієнт передачі атенюатора 5;

$\bar{U}_0^2$  - дисперсія (потужність) шумового сигналу генератора 1,

Таким чином, після перемикань модулятора 4 з низькою частотою на опромінюваного пацієнта діють імпульси електромагнітної енергії з частотою, заданою генератором 15, та шпаруватістю імпульсів, що дорівнюють 2. Одночасно частина енергії цих імпульсів надходить і на вхід НВЧ-змішувача 7. У паузах між опромінюючими імпульсами на вхід цього змішувача надходять імпульси електромагнітної енергії з такою самою частотою від об'єкта з температурою  $T_e$ . У результаті суміщення цих імпульсів на вході НВЧ-змішувача 7 на його виході формується модульований за амплітудою НВЧ-сигнал з глибиною модуляції:

$$m = \frac{k_5 (k_2 \bar{U}_0^2 - \bar{U}_1^2)}{k_5 (k_2 \bar{U}_0^2 - \bar{U}_1^2) + 2 \bar{U}_3^2}, \quad (4)$$

Враховуючи, що потужність власних шумів НВЧ-змішувача набагато більша, ніж потужність міліметрового випромінювання за резонансної терапії ( $\bar{U}_3^2 \gg k \bar{U}_0^2$ ), отримаємо: <<

$$m = \frac{k_5 (k_2 \bar{U}_0^2 - \bar{U}_1^2)}{2 \bar{U}_3^2} \ll 1, \quad (5)$$

Імпульси модульованого сигналу, перенесені на проміжну частоту, почергово детектуються квадратичним детектором 10, у відеоімпульси, які на виході мають амплітуди:

$$U_4 = S_7 k_9 S_{10} (k_5 \bar{U}_1^2 + \bar{U}_3^2), \quad (6)$$

$$U_5 = S_7 k_9 S_{10} (k_5 k_2 \bar{U}_0^2 + \bar{U}_3^2), \quad (7)$$

де:  $S_7$  - крутизна перетворювання змішувача 7;

$k_9$  - коефіцієнт підсилення підсилювача 9 проміжної частоти;

$S_{10}$  - крутизна перетворювання квадратичного детектора 8,

Підсилювачем 11 низької частоти змінна складова послідовності відеоімпульсів підсилюється з амплітудою:

$$U_6 = k_{11} \frac{U_4 - U_5}{2} = k_5 S_7 k_9 S_{10} k_{11} (\bar{U}_1^2 - k_2 \bar{U}_0^2) / 2, \quad (8)$$

де:  $k_{11}$  - коефіцієнт підсилення підсилювача 11 низької частоти.

Підсилена змінна напруга  $U_6$  випрямляється синхронним детектором 12, який керується низькочастотною напругою генератора 15. Випрямлена напруга згладжується фільтром 13 нижніх частот та фіксується індикатором 14.

Зміною частоти імпульсів електромагнітної енергії за допомогою генератора 15 домагаються стабілізації показання індикатора 14. Це означає, що при  $k_2 U_0^2 = c j n s t$  має місце збільшення різниці інтенсивностей випромінюваної та приймаючої енергії:

$$\Delta U = U_1^2 - k_2 U_0^2, \quad (9)$$

що свідчить про підвищення інтенсивності власного випромінювання пацієнта.

Останнє підтверджує факт активізації енергоресурсів опромінюваної людини або іншого біологічного об'єкту.

Потім регулюванням коефіцієнта передачі атенюатора 2 досягають нульового показання індикатора 14.

При цьому:

$$k_2 U_0^2 = U_1^2, \quad (10)$$

звідки коефіцієнт передачі атенюатора 2 за потужністю:

$$k_2 = \frac{\overline{U}_1^2}{\overline{U}_0^2}. \quad (11)$$

Вирази (10) і (11) означають тотожність інтенсивності міліметрового впливу та власного міліметрового випромінювання об'єкта, що відповідає оптимальним вимогам міліметрової резонансної терапії, із виразу (10) видно, що на його виконання не впливають коливання параметрів блоків виміральної частини схеми ( $k_5 S_7 k_9 S_{10} i k_{11}$ ).

Таким чином, за допомогою розглянутого способу можна оптимізувати частоту та інтенсивність імпульсів міліметрового опромінювання і тим самим підвищити ефективність лікування та скоротити його тривалість.

Пристрій міліметрової резонансної терапії працює таким чином.

Спочатку атенюатором 2 вводиться максимальне ослаблення ( $k_2 \approx 0$ ), коли пацієнт практично не опромінюється, а антена 6 приймає тільки його власне міліметрове випромінювання. При цьому глибина модуляції НВЧ-сигналу (5) встановлюється найбільшою, а підсилювачем II низької частоти підсилюється відносно велика змінна напруга з амплітудою:

$$U'_6 = 0,5 k_5 S_7 k_9 S_{10} k_{11} \overline{U}_1^2. \quad (12)$$

Ця напруга випрямляється синхронним детектором 12 та вимірюється індикатором 14.

Потім ослаблення, яке вноситься атенюатором 2 ( $k_2 > 0$ ), зменшується і починається процес опромінювання пацієнта міліметровим випромінюванням. Інтенсивність опромінювання збільшують до досягнення нульового показання індикатора 14. Це означає попереднє порівняння опромінюючої та приймаючої електромагнітної енергії. Після досягнення нульового показання індикатора вимірюють частоту генератора 15 низької частоти до досягнення стабільного показання індикатора 14, що означає збільшення інтенсивності власного випромінювання організму під дією стимулюючого опромінювання. Після цього знову збільшують інтенсивність опромінювання атенюатором 2 до досягнення нульового показання індикатора 14, тобто до встановлення рівності між випромінюваною та збільшеною приймаючою енергією і т. д.

У процесі міліметрової резонансної терапії операцію підстроювання частоти генератора 15 та атенюатора 2 повторюють 3 - 4 рази для досягнення оптимальних параметрів міліметрового опромінювання. Припинення змін у показаннях індикатора 14 означає насичення об'єкта електромагнітною енергією, після чого сеанс міліметрової резонансної терапії вважається закінченим. За наступного сеансу лікування процедура повторюється.

Процес лікування вважається завершеним тоді, коли при чергових сеансах міліметрової резонансної терапії спостерігається стабільний і досить високий рівень власного міліметрового випромінювання (приблизно  $10^{-12}$  Вт/см<sup>2</sup>).

Розглянутий пристрій може використовуватись для діагностики людини і тварин за рівнем власного електромагнітного випромінювання з увімкнутим генератором шуму 1. Дослідження показали, що спектральна щільність власного випромінювання здорової людини у міліметровому діапазоні становить  $10^{-21} \dots 10^{-22}$  Вт/Гц см<sup>2</sup>. Зниження рівня власного випромінювання нижче  $10^{-22}$  Вт/Гц см<sup>2</sup> може свідчити про серйозні розлади, зокрема імунної системи. Використання запропонованого способу та пристрою у клінічній практиці дає можливість розширити перелік захворювань, лікування яких доцільно проводити резонансною терапією у міліметровому діапазоні хвиль, а також скоротити тривалість лікування за рахунок активнішого фізіологічного впливу на пацієнта.

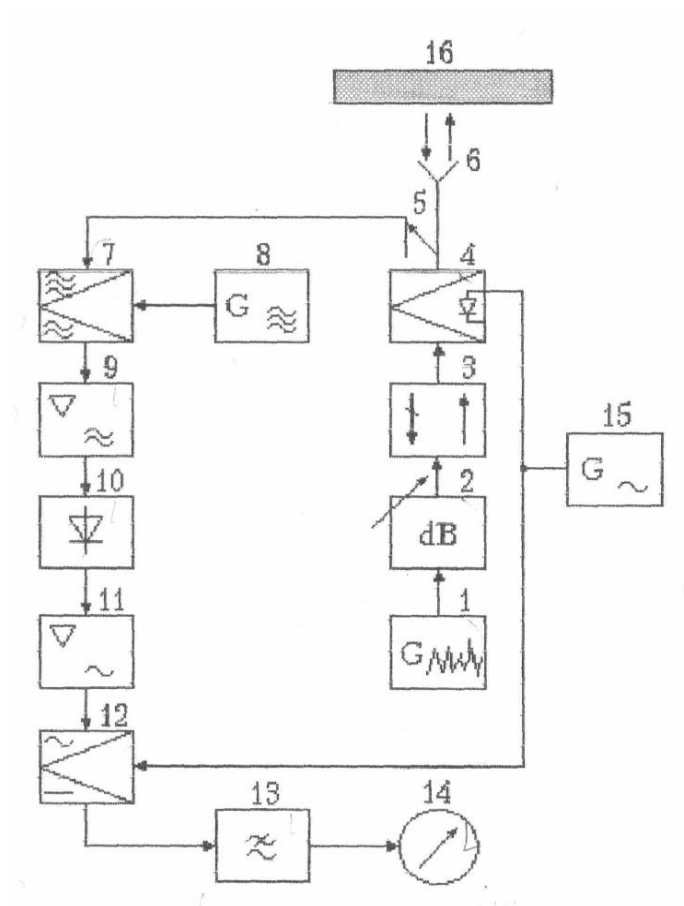


Fig. 1