



УКРАЇНА

(19) UA (11) 44122 (13) U
(51) МПК (2009)
A61N 2/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ МАГНІТНОЇ ТЕРАПІЇ З КОМБІНОВАНИМ МАГНІТНИМ ПОЛЕМ

1

(21) u200901484

(22) 23.02.2009

(24) 25.09.2009

(46) 25.09.2009, Бюл.№ 18, 2009 р.

(72) МІХНЬОВ ОЛЕКСАНДР ВОЛОДИМИРОВИЧ,
КРИЖАНОВСЬКИЙ АНДРІЙ ЮРІЙОВИЧ, МІЦКЕ-
ВИЧ ОЛЕКСАНДР ОЛЕКСІЙОВИЧ, БУДНИК МИ-
КОЛА МИКОЛАЙОВИЧ

(73) МІЦКЕВИЧ ОЛЕКСАНДР ОЛЕКСІЙОВИЧ,
КРИЖАНОВСЬКИЙ АНДРІЙ ЮРІЙОВИЧ, МІХ-
НЬОВ ОЛЕКСАНДР ВОЛОДИМИРОВИЧ

(57) Пристрій для магнітної терапії з комбінованим магнітним полем, призначений для дії на організм людини чи на інший біологічний об'єкт з лікувальною чи профілактичною метою, який включає три системи індукційних котушок (ІК) для генерації 3-х ортогональних компонент магнітного поля, з них дві системи ІК для поперечного поля V_x та V_z , соленоїд для генерації поздовжнього поля V_y , висувне ліжко для вміщення пацієнта у лікувальну камеру, утворену зазначеними системами ІК, які змонтовані в загальному корпусі, а також електронні блоки, розміщені в окремій шафі, який **відрізняється** тим, що корпус пристрою має щонайменше одне вікно для комфорту пацієнта та моніторингу його стану медичним персоналом, соленоїд для генерації максимальної індукції поздовжнього поля на його осі виконують з ІК квадратної форми, кількість витків у яких та відстань між якими вибирають з умови досягнення максимальної однорідності поздовжнього поля, систему ІК для генерації кожної компоненти поля виконують щонайменше із двох наборів ІК і живлять щонайменше двома каналами у такий спосіб, що кожен набір ІК має свій канал живлення, набір ІК соленоїда вміщує щонайменше одну пару ІК та щонайменше одну окрему ІК, набір ІК для генерації поперечної компоненти поля формують що-

2

найменше однією парою ІК прямокутної форми з відношенням довжин сторін, яка відповідає антропометричним даним людини, у кожній парі ІК поперечного поля котушки з'єднують двома способами - однонапрямленим чи зустрічним для створення поля чи градієнта поля, у кожному каналі застосовують щонайменше 12 режимів живлення, які є комбінаціями щонайменше 3-х видів амплітудної модуляції струму та щонайменше 4-х способів зсуву фаз між струмом у окремих парах ІК, вибором одного з 12-ти режимів живлення у кожному з K каналів отримують 12^K різних просторово-часових конфігурацій по кожній компоненті поля, вибором одного з 2-х різних способів з'єднання (поле чи градієнт) N пар ІК поперечного поля отримують 2^N просторових конфігурацій поперечного поля, вибором одного з 2-х різних способів з'єднання M пар ІК соленоїда отримують 2^M просторових конфігурацій поздовжнього поля, вибором різних співвідношень між частотами струмів живлення систем ІК поперечного поля та соленоїда отримують 3 типи поляризації сумарного поля у просторі - спіральна, еліпсоїдальна (вихрові поля) і циліндрична, поєднанням зазначених вище випадків використання різних режимів живлення у різних каналах та способів з'єднання ІК у парах поперечного (поздовжнього) поля отримують $N_{xz}(N_y)=12^{K*2^{N(M)}}$ різних конфігурацій поперечного (поздовжнього) поля, а поєднанням випадків використання різних конфігурацій поперечного і поздовжнього полів та різних співвідношень між частотами струмів живлення цих полів отримують $3*N_{xz}*N_y$ різних просторово-часових комбінацій (комбіноване поле), в результаті досягають комплексної дії (інтегрального впливу) магнітного поля на тіло людини чи інший біологічний об'єкт у цілому за рахунок активації різних механізмів взаємодії магнітних полів з біологічними об'єктами.

Корисна модель відноситься до медичної техніки і призначений для проведення магнітної терапії з метою лікування та профілактики хвороб людини за рахунок здійснення лікувального чи фізіотерапевтичного впливу на організм людини за

рахунок дії на неї низькоінтенсивним низькочастотним магнітним полем (ННЧМП).

Відомо, що як зовнішнє, так і «внутрішнє» поле, породжене магнітними речовинами, введеними в організм людини, впливає на стан ряду систем та функціонування певних органів людини. Зовні-

(19) UA (11) 44122 (13) U

шнє МП застосовують у методах магнітної терапії (МТ) та магнітної стимуляції (МС). Магнітні речовини можуть бути допоміжними для інших методів діагностики чи лікування. Наприклад, відомо про застосування нанодисперсних магнітних порошків як магнітних контрастних агентів (МКА) в МР томографії (МРТ) та розробку методів направленого (магнітного) транспорту ліків, де зазначені порошки є магнітними носіями лікарських засобів (МНЛЗ).

Таким чином, перед розробниками стоїть завдання створити відносно дешеву, комфортну для пацієнта магнітотерапевтичну установку (МТУ) з досить широкими функційними можливостями, а саме - придатною для проведення як загальної МТ (ЗМТ), так і специфічної МТ, а також для МС та магнітопрофілактики.

Це означає, що конструкція МТУ повинна забезпечити здійснення як інтегральної дії ННЧМП тіла людини у цілому (для ЗМТ та магнітопрофілактики), так і його регіональної дії (для локальної МТ чи МС). Крім того, потрібна також здатність до створення градієнтних МП (як для МТ чи МС, так і для акумуляції магнітних речовин в органі-мішені), а також МП різних напрямків та поляризації.

З рівня техніки відомо, що МТ демонструє достатню ефективність в лікуванні як обмінно-дистрофічних і психологічних, так і запальних, у тому числі онкологічних. Так, клінічними випробуваннями доведено ефективність використання для лікування онкологічних захворювань МТУ «Магнітотурботрон-2», яка серійно випускається рядом підприємств Росії і використовується у практичній медицині [див. Матеріали н.-практ. конф. «Низкоэнергетическая магнитотерапия: Опыт клинического применения и перспективы развития», Москва, 16-17 декабря 1997 г.].

Також, відомо застосування МТУ «Магнітотурботрон» та «Колібри» (ТОВ НПФ «ММЦ МАДІН», м. Н. Новгород, Росія) для інтегрального впливу МП на організм людини. Досвід їх використання для ЗМТ вказує на високу ефективність в лікуванні обмінно-дистрофічних, запальних захворювань, нервової системи, артеріальної гіпертонії та ін.

Лікувальним фактором МТУ «Магнітотурботрон» є ННЧМП, яке обертається (вихрове МП - ВМП). Він містить лікувальну камеру, джерело 380 В трифазного струму, блок управління та ПК з програмним забезпеченням для встановлення технічних параметрів сеансу лікування та архівування даних. Лікувальна камера - це порожнистий циліндр довжиною 194 см (робоча зона - 176 см). Магнітна система утворена індукційними котушками (ІК) з двополюсним зустрічним підключенням обмоток у кожній фазі, тобто ВМП створюють по черговим вмиканням ІК. Для роботи пристрою за допомогою блоку управління встановлюють режим дії ВМП (частоту струму $F_{xz}=50-150$ Гц, закон модуляції (плато, синусо- та трапецеїдальний, три- та прямокутний), діапазон індукції МП $B=0-3$ мТл, тривалість процедури 5-60 хв та ін.).

Недоліком цього пристрою є те, що він генерує лише поперечне (відносно тіла людини) ВМП B_{xy} , це поле має лише просту кругову поляризацію, а поздовжнє (аксіальне) поле B_z відсутнє. Далі будемо називати таке поле простим, бо воно харак-

теризується простою структурою і забезпечує тільки просту дію на людину. З іншого боку, поле, що має всі 3 ортогональні компоненти і складніші за простий круговий закон поляризації далі будемо називати комбінованим.

Іншим недоліком зазначеного пристрою є його велика вага - близько 4 т, що є наслідком досить великих значень індукції МП та його частоти. Досить велике МП потребує значної кількості Ампер-витків системи ІК, а збільшення частоти значно підвищує індуктивний опір ІК, що вимагає більшої потужності джерела живлення (для забезпечення необхідної кількості Ампер-витків).

Ще одним недоліком є відносно мала довжина робочої зони лікувальної камери (176 см), бо, з одного боку, висота людини може бути більшою, а з іншого, - індукція МП спадає на краях лікувальної камери, що в результаті може привести до недостатнього ефекту, особливо, якщо орган-мішень знаходиться на краї тіла (голова чи ступні ніг).

Ще одним недоліком є велика кількість законів модуляції струму. Із сучасного рівня техніки невідомі докази того, що різні закони модуляції дають різний терапевтичний (лікувальний, стимуляційний, профілактичний чи інший) ефект. Тому така кількість законів модуляції є надлишковою і ускладнює конструкцію. Автори вважають, що досить реалізувати лише два крайніх закони - гармонічний (синусоїдальний) та імпульсний. При цьому для спрощення імпульси необхідно генерувати як півхвилю синусоїди.

Лікувальним фактором МТУ «Колібри» є імпульсне МП (ІМП) - ВМП і біжуче. Він містить кушетку, однофазне 220 В джерело струму, блок управління, магнітну систему. Лікувальна камера відсутня, магнітна система включає 3 круглих ІК діаметром 83 см, перекон-фігурація яких дає можливість переналадити МТУ з вихрового на біжуче ІМП. ВМП утворене з'єднанням ІК у «призму», а біжуче - у «циліндр» (на одній осі). Імпульси струму подають по чергово в ІК; зміна порядку подачі приводить до зміни напрямку обертання ВМП чи руху біжучого ІМП. Для роботи пристрою за допомогою блоку управління встановлюють режим дії ІМП (період повторення імпульсів $F=1-2$ с, діапазон індукції МП $B=0-3,5$ мТл, тривалість процедури 5-60 хв та ін.).

Недоліком цього пристрою є наявність тільки ІМП за відсутності гармонічного МП, та недостатня довжина робочої зони (83 см), наявність тільки простої кругової поляризації ВМП та здатність генерувати або вихрове або біжуче поле, а не обидва одночасно. Отже цей пристрій має обмежений набір параметрів МП та нездатний проводити дію комбінованим МП.

Відомо пристрій для дії ВМП на біооб'єкти RU 2039578 [A61N 2/00 «Устройство для воздействия вращающимся магнитным полем на биологические объекты», Колпаков С. В., Синицкий Д.А, Игнатьев Г.Ф., 20.07.95 Бюл.№20], який містить джерело струму, блок модуляції МП, фазорозщеплювач та індуктор, виконаний у вигляді п одновиткових рамок-випромінювачів, електричне і механічно об'єднаних у правильну n-кутну призму, котра охоплює біооб'єкт. Принцип роботи - біооб'єкт кладуть на висувну каретку і розміщують у робочій порож-

нині індуктора, рамки якого є вторинними обмотками трансформатора і живляться струмом зі зсувом фаз 360/п. Недолік полягає у тому, що застосовують тільки поперечне ВМП простої кругової поляризації, а поздовжнє ВМП відсутнє. Крім того, всі рамки є вторинними обмотками одного трансформатора, що вимагає потужного трансформатора і збільшує вагу системи.

В патенті UA 2522 U [A61N 2/00 «Пристрій для впливу магнітним полем на біологічні об'єкти», Міхньов О. В., 17.05.2004, Бюл. №5] вирішувалась задача удосконалення пристрою для впливу МП на біооб'єкти, в якому рухома лікувальна камера і розміщення ІК під певним кутом до осі обертання циліндра забезпечують вплив на біооб'єкти комбінованим ВМП, і за рахунок механічного переміщення у просторі джерел МП досягають динамічний характер МП, що призводить до більш комплексного впливу МП на організм, тим самим розширюючи діапазон його дії. Поставлене завдання розв'язується так - пристрій містить з'єднані між собою лікувальну камеру у вигляді порожнистої циліндричної магнітної системи, обладнаної ІК, розміщеними під кутом від 0° до 90° до осі обертання, при цьому до камери прикріплено двигун для її обертання разом з ІК і блоком управління.

Недоліком цього пристрою є наявність двигуна та механічного приводу, що ускладнює та знижує надійність конструкції. Крім того, частота обертання поля визначається кількістю обертів двигуна і не може бути змінена. На сучасному рівні техніки ВМП можна створити чисто електричними методами шляхом зсуву фаз коливачу струму між ортогональними ІК без використання механічних елементів.

Загалом, сучасний рівень демонструє досить велику кількість конструкцій МТУ та способів їх застосування до лікування та профілактики захворювань людини. Але вказані пристрої створюють досить обмежену кількість конфігурацій поля, які призначені для застосування певних патологій.

Технічною задачею корисної моделі є створення магнітотерапевтичного пристрою, у якого за рахунок вибору різних режимів живлення котушок у різних каналах, різних способів з'єднання пар котушок, різних частот струму живлення поперечного і поздовжнього поля генерують великий набір просторово-часових конфігурацій магнітного поля (комбіноване поле), використання яких досягають комплексної дії (інтегрального впливу) магнітного поля на тіло людини чи інший біологічний об'єкт у цілому за рахунок активації різних механізмів взаємодії магнітних полів з біологічними об'єктами.

Поставлена задача в пристрої для магнітної терапії з комбінованим магнітним полем, призначеному для дії на організм людини чи на інший біологічний об'єкт з лікувальною чи профілактичною метою, який включає три системи індукційних котушок (ІК) для генерації 3-х ортогональних компонент магнітного поля, з них дві системи ІК для поперечного поля V_x та V_z , соленоїд для генерації поздовжнього поля V_y , висувне ліжко для вміщення пацієнта у лікувальну камеру, утворену зазначеними системами ІК, які змонтовані в загальному

корпусі, а також електронні блоки, розміщені в окремій шафі, вирішується шляхом:

А) застосування нових конструктивних рішень:

1) корпус пристрою має по меншій мірі одне вікно для комфорту пацієнта та моніторингу його стану медичним персоналом;

2) соленоїд для генерації максимальної індукції поздовжнього поля на його осі виконують з ІК квадратної форми;

3) кількість витків у І К по п.2 та відстань між ними вибирають з умови досягнення максимальної однорідності поздовжнього поля;

4) систему І К для генерації кожної компоненти поля виконують по меншій мірі із двох наборів ІК;

5) систему ІК по п. 4 живлять по меншій мірі двома каналами у такий спосіб, що кожен набір ІК має свій канал живлення;

6) набір І К соленоїда вміщує по меншій мірі одну пару І К та по меншій мірі одну окрему ІК;

7) набір І К для генерації поперечної компоненти поля формують по меншій мірі однією парою ІК прямокутної форми;

8) ІК по п.7 виготовляють з відношенням довжин сторін, що відповідає антропометричним даним людини;

9) у кожній парі І К поперечного поля котушки з'єднують двома способами - однонапрямленим чи зустрічним для створення поля чи градієнту поля;

Б) режимів та способів виконання дій:

10) у кожному каналі застосовують по меншій мірі 12 режимів живлення;

11) режим по п.10 є комбінацією по меншій мірі 3-х видів амплітудної модуляції струму та по меншій мірі 4-х способів зсуву фаз між струмом у окремих парах ІК;

12) вибором одного з 12-ти режимів живлення отримують у кожному з К каналів N^k різних просторово-часових конфігурацій по кожній компоненті поля;

13) вибором одного з 2-х різних способів з'єднання Н пар ІК поперечного поля згідно п.9 отримують 2^N просторових конфігурацій поперечного поля;

14) вибором одного з 2-х різних способів з'єднання М пар ІК соленоїда згідно п.9 отримують 2^M просторових конфігурацій поздовжнього поля;

15) поєднанням випадків використання різних режимів живлення у К каналах (п.12) та способів з'єднання ІК у N (М) парах поперечного (поздовжнього) поля (п.13-14) отримують $N_{xz}(N_y)=12^{K*2^{N(M)}}$ різних конфігурацій поперечного (поздовжнього) поля;

16) вибором різних співвідношень між частотами струмів живлення систем І К поперечного поля та соленоїда отримують 3 типи поляризації сумарного поля у просторі - спіральна, еліпсоїдальна (вихрові поля) та циліндрична;

17) поєднанням випадків використання різних конфігурацій поперечного і поздовжнього полів (п.15) та різних співвідношень між частотами струмів живлення цих полів (п.16) отримують $3^N N_{xz} N_y$ різних просторово-часових комбінацій (комбіноване поле). Технічний результат полягає у:

1. Зменшенні вимог на систему живлення - не потрібно трифазне живлення 380 В, достатньо однофазного живлення 220 В.

2. Підвищенні надійності системи за рахунок відсутності електромеханічних частин (електродвигунів, тощо).

3. Зменшенні потужності споживання і вимог до потужності блоків живлення за рахунок застосування низьких (до 100 Гц) частот струму.

4. Зменшенні масогабаритних характеристики за рахунок поєднання пп.1-3.

5. Зменшенні вартості за рахунок відмови від застосування комп'ютера, управління режимами роботи здійснюється вбудованим мікропроцесором.

6. Більш інтегральній дії на організм людини за рахунок того, що довжина лікувальної камери відповідає антропометричним даним дорослої людини (у основній реалізації - 204 см).

7. Більшій однорідності поздовжнього поля за рахунок вибору кількості витків та відстані між окремими котушками соленоїда, що забезпечують максимальну однорідність.

8. Генерації великої кількості різних просторово-часових конфігурацій магнітного поля (комбіноване поле).

9. Комплексній дії (інтегральному впливі) магнітного поля на тіло людини чи інший біологічний об'єкт у цілому за рахунок активації різних механізмів взаємодії магнітних полів з біологічними об'єктами. Короткий опис ілюстрацій:

Фіг.1 - Структурна схема пристрою для магнітної терапії.

Фіг.2 - Конструкція пристрою для магнітної терапії.

Фіг.3 - Схеми включень коаксіальної пари котушок: положення 1-3 - однонаправлене включення, яке створює однорідне поле, положення 1-2 - зустрічне включення, яке створює градієнтне поле.

Фіг.4 - Блок-схема електронної частини пристрою.

Фіг.5 - Види просторової поляризації магнітного поля у лікувальній камері: вихрові типи - спіральна (А), плоска (Б) та невихровий тип - циліндрична (В).

Таблиця 1 - Комбінації поля, утворені системою двох котушок при різних режимах живлення котушок.

На Фіг.1 представлено структурну схему пристрою.

Пристрій містить електронний блок управління 1, блоки живлення 2 та блоки підсилювачів каналів 3, змонтовані в окремій шафі 4. Оператор за допомогою блоку управління 1 задає режими живлення, звідки сигнали управління подаються на підсилювачі 3. Блоки живлення 2 живляться від однофазної мережі 220 В та виробляють постійну напругу 30 В для живлення підсилювачів 3.

Блоки підсилювачів 3 за допомогою кабелів 5-1, 5-2 і 5-3 подають струм у системи ІК, що генерують поперечні V_x і V_z та поздовжню компоненту V_y магнітного поля. Відповідні системи ІК 6 (V_x), 7 (V_z) та 8 (V_y) та висувне ліжко пацієнта 9 змонтовано у корпусі лікувальної камери 10.

Пристрій працює наступним чином (Фіг.2). Людину чи інший біоб'єкт 11 поміщають всередину лікувальної камери 10 за допомогою переміщення ліжка 9 вздовж поздовжньої осі Y . Перед початком процедури за допомогою блоку управління 1 вста-

новлюють режими живлення підсилювачів 3-1, 3-2, 3-3, 3-4, 3-5, 3-6. Струм за допомогою кабелів 5 подається в системи ІК поперечного поля 6,7 та поздовжнього поля 8 (соленоїд). Для комфорту пацієнта та моніторингу його стану медичним персоналом у даній реалізації у корпусі лікувальної камери улаштовано три вікна - два по бокам і одне - зверху.

Протягом сеансу магнітотерапії пацієнт лежить у лікувальній камері і піддається дії комбінованого магнітного поля. Сеанс може тривати від 15 хв до 1 години. Під час сеансу шляхом зміни режимів живлення можна змінювати просторово-часову конфігурацію поля (тип модуляції, зсув фаз, частоту та ін.) для здійснення комплексного впливу на організм.

В основній реалізації ІК поперечного поля виконані прямокутної форми з форм-фактором (відношення довжини довгої сторони до довжини короткої), рівним 2,6. Така його величина забезпечує достатню довжину робочої зони лікувальної камери 208 см при її поперечних розмірах, рівних 80 см. ІК соленоїда виконані квадратними зі стороною, рівною 70 см. Не прямокутна, а квадратна форма забезпечує максимальну амплітуду поля на осі камери.

Кількість витків у соленоїді та відстань між ними вибирають з умови досягнення максимальної однорідності поздовжнього поля. В основній реалізації соленоїд складається із 7-ми котушок 8-1, 8-2, 8-3, 8-4, 8-5, 8-6, 8-7 (Фіг.2). Ці котушки утворюють два набори - 8-1, 8-4 і 8-7 та 8-2, 8-3, 8-5, 8-6, які живляться від окремих каналів. Котушки з'єднані попарно і утворюють 3 пари: 1)8-1 і 8-7, 2) 8-2 і 8-6, та 3) 8-3 і 8-5, а також окрему середню котушку 8-4.

В основній реалізації системи ІК поперечних компонент поля виконано з двох наборів (набір L1 та L2, Фіг.3) ІК, які живляться двома каналами (1 2) так, що набір ІК 1-1(2) живиться каналом 1(2). Кожен набір утворено парою гальванічне зв'язаних ІК (пари L1-1 і L1-2, та L2-1 і L2-2). У кожній парі ІК можна з'єднати двома способами - зустрічним (положення перемикача 1-2 на Фіг.3) чи однонаправленим (положення перемикача 1-3 на Фіг.3). У першому випадку в лікувальній камері генерується однорідне магнітне поле, у другому - генерується лінійно змінне у просторі поле (градієнтне поле). В основній реалізації ІК у парі з'єднано так, що струм в них протікає в одному напрямку, в результаті генерується однорідне магнітне поле.

Блоки електроніки пристрою працюють наступним чином (Фіг.4). Система ІК по кожній компоненті поля живиться від 2-х ідентичних каналів 1 та 2. Підсилювач кожного каналу подає струм у окремий набір ІК, описаний вище, і живиться від 2-х блоків живлення постійного струму, які виробляють напругу різної полярності. Так блоки живлення 2-1 та 2-2 живлять підсилювачі 3-1 та 3-2 каналів 1 та 2 поперечного поля V_x . Аналогічно пара блоків 2-3 і 2-4 (2-5 і 2-6) живить пару підсилювачів 3-3 і 3-4 (3-5 і 3-6) поздовжнього (поперечного) поля V_y (Bz).

У кожному каналі застосовують 12 режимів живлення, які є комбінаціями 3-х видів амплітудної модуляції (синусоїдальна, імпульсна, сигнал відсутній) та 4-х способів зсуву фаз між окремими па-

рами І К (нуль - синфазний, четверть періоду - квадратурний, половина періоду - протифазний, випадкова - хаотичний). При цьому змінюються просторово-часові конфігурації поля, перелічені в таблиці 1.

Вибором різних співвідношень між частотами струмів живлення систем І К поперечного поля та соленоїда можна отримати 3 типи поляризації сумарного поля у просторі - спіральна, еліпсоїдальна (вихрові поля) та циліндрична. Тип поляризації залежить від того, частота живлення якої компоненти поля - поперечної F_{xz} чи поздовжньої F_y , більша. При цьому існують 3 випадки:

- 1) $F_{xz} > F_y$ - спіральна поляризація (вихрове поле),
- 2) $F_{xz} = F_y$ - еліпсоїдальна поляризація (вихрове поле),
- 3) $F_{xz} < F_y$ - циліндрична поляризація (невихрове поле),

У основній реалізації застосовано діапазон частот $F_{xz} = 1-100$ Гц, а $F_y = 1-10$ Гц. Вигляд траєкторії, яку описує вектор сумарного поля для зазначених типів поляризації наведено на Фіг.5. При цьому їх вигляд відповідає найпростішому режиму живлення - синусоїдальна модуляція, систему ІК поля V_x і соленоїд (V_y) живлять синфазно, а поле V_z - зсунуто на четверть періоду. У цьому випадку реалізується найпростіший випадок еліпсоїдальної поляризації - плоска (еліптична), коли кінець вектору сумарного поля у просторі описує еліпс. На Фіг.5 зображено симетричний випадок кругової поляризації, який має місце при однаковій амплітуді всіх компонент поля.

В основній реалізації передбачена можливість встановлення різних режимів живлення окремо для каналів поперечного і поздовжнього поля. Таким чином можливо $N_{xz}=12$ різних конфігурацій поперечного поля і стільки ж ($N_y=12$) - поздовжнього поля.

Крім того, передбачено встановлення різних частот для цих компонент поля. Наприклад, при виборі: 1) $F_{xz}=100$ Гц та $F_y=1$ Гц маємо спіральну поляризацію, 2) $F_{xz}=F_y=5$ Гц - еліптичну поляризацію, 3) $F_{xz}=1$ Гц і $F_y=10$ Гц - циліндричну поляризацію. Отже зміною частоти реалізуємо 3 різні типи поляризації у просторі.

Таким чином, поєднанням різних режимів живлення поперечного і поздовжнього полів та різних частот цих полів отримаємо в основній реалізації $3 \cdot N_{xz} \cdot N_y = 3 \cdot 12 \cdot 12 = 432$ різних просторово-часових комбінацій поля (комбіноване поле).

У додатковій реалізації пристрою вибором одного з 12-ти режимів живлення у кожному з 2-х каналів отримують $12^2=144$ різних просторово-

часових конфігурацій поперечного V_{xz} і поздовжнього V_y полів.

У іншій реалізації пристрою вибором одного з 2-х різних способів з'єднань 4-х пар І К поперечного поля отримують $2^2=16$ просторових конфігурацій поперечного поля V_{xz} .

У ще іншій реалізації пристрою вибором одного з 2-х різних способів з'єднань 3-х пар ІК поперечного поля отримують $2^3=8$ просторових конфігурацій поздовжнього поля V_y .

У складній реалізації пристрою поєднанням застосування різних режимів живлення у 2-х каналах (144) та способів з'єднання ІК у 4-х парах поперечного поля (16) отримують $N_{xz}=144 \cdot 16=2304$ різних просторово-часових комбінацій поперечного поля;

У іншій складній реалізації пристрою поєднанням застосування різних режимів живлення у 2-х каналах (144) та способів з'єднання ІК у 3-х парах соленоїда (8) отримують $N_y=144 \cdot 8=1152$ різних просторово-часових комбінацій поздовжнього поля;

У найбільш складній реалізації поєднанням застосування різних просторово-часових комбінацій поперечного ($N_{xz}=2304$) і поздовжнього ($N_y=1152$) полів з 3-ма різними типами поляризації сумарного поля у просторі отримують $3 \cdot N_{xz} \cdot N_y = 3 \cdot 2304 \cdot 1152 = 7$ млн. 962 тис. 624 різних просторово-часових комбінацій сумарного магнітного поля.

Були проведені дослідження з використанням запропонованого пристрою. На ряді експериментальних моделей пухлинного процесу показано, що дія ННЧМП інгібувала ріст злоякісної пухлини на 25% порівняно з контрольною групою тварин-пухлиноносіїв, які не піддавалися дії поля. Об'єм метастазів у тварин після впливу на них магнітним полем був у 3,2 рази менше. Також показана нормалізуюча (протекторна) дія зазначеного поля на ефекти радіобіологічних порушень після дії іонізуючого випромінювання.

Крім того запропоноване технічне рішення може бути застосоване для лікування патологій, пов'язаних з запалювальними процесами, - при їх комбінованому лікуванні, тобто у поєднанні з загальноприйнятими методами лікування.

Пропонований пристрій також може бути застосовано для фізіотерапії з метою профілактики та лікування запалювальних процесів, у тому числі гострих та хронічних. Дія магнітного поля заснована на нормалізації біохімічних та імунологічних реакцій в усьому організмі людини при комплексному лікуванні з використанням хіміо- та променевої терапії.

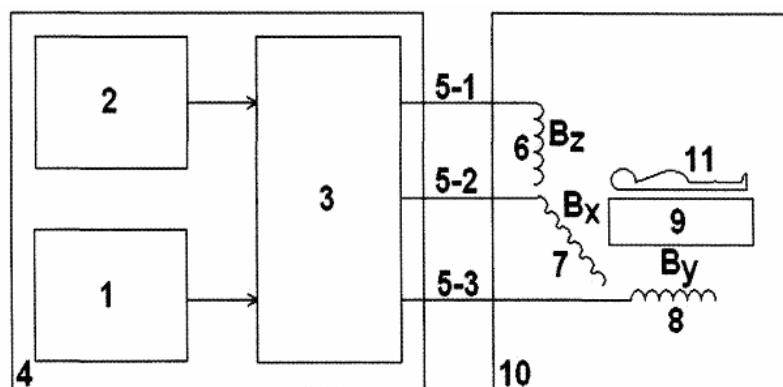


Fig. 1

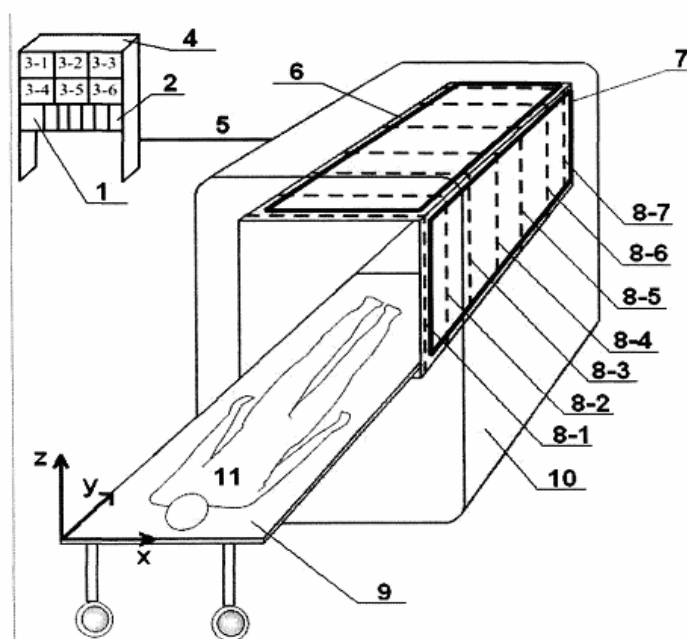


Fig. 2

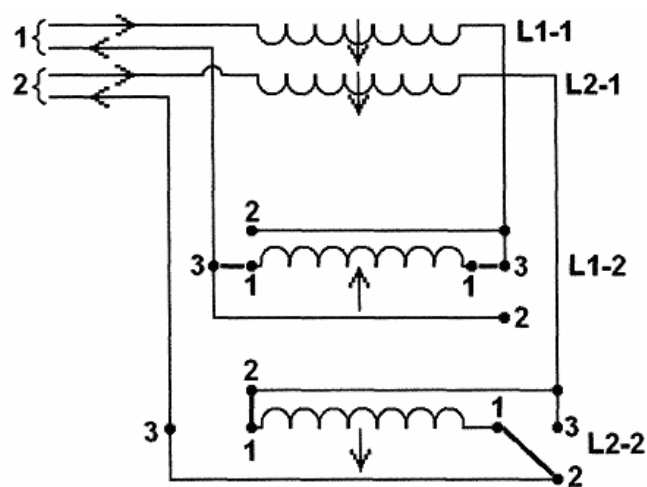
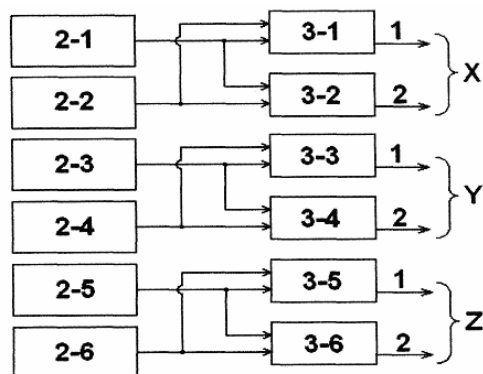


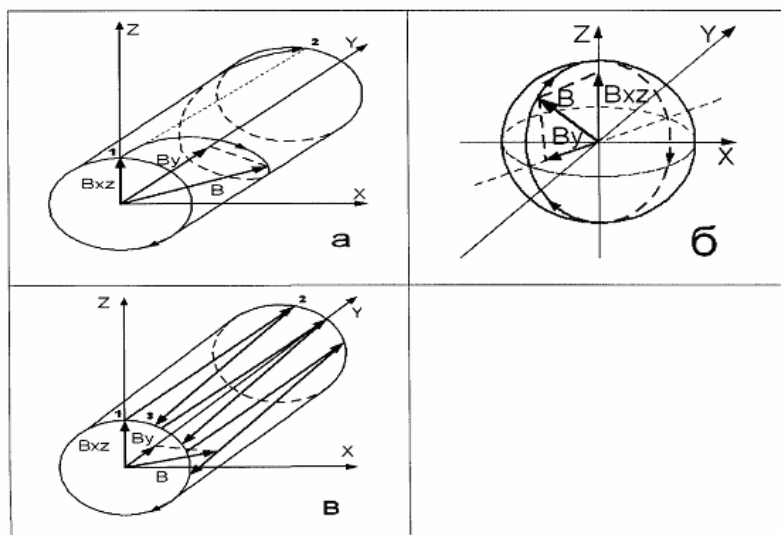
Fig. 3



Фіг. 4

ТИП СИГНАЛУ	СПОСІБ ЖИВЛЕННЯ КОТУШОК			
	СИНФАЗНИЙ	НЕСИНФАЗНИЙ, ЗСУВ ФАЗИ РІВНИЙ		
		$\pi/2$	π	ВИПАДКОВИЙ
СИНУСОЇДАЛЬНИЙ	ЛІНІЙНА ПОЛЯРИЗАЦІЯ	1) ВИХРОВЕ ПОЛЕ (КОТУШКИ ОРТОГОНАЛЬНІ)	1) ЛІНІЙНА ПОЛЯРИЗАЦІЯ (КОТУШКИ ОРТОГОНАЛЬНІ)	ХАОТИЧНА ПОЛЯРИЗАЦІЯ
ІМПУЛЬСНИЙ	СТРИБКОПОДІБНА ЗМІНА НАПРЯМУ ПОЛЯ НА ПРОТИЛЕЖНИЙ	2) БІЖУЧЕ ПОЛЕ (КОТУШКИ АКСІАЛЬНІ)	2) СТОЯЧЕ (ПЕРІОДИЧНЕ) ПОЛЕ (КОТУШКИ АКСІАЛЬНІ)	СТРИБКОПОДІБНА ЗМІНА НАПРЯМУ ПОЛЯ У ДОВІЛЬНОМУ НАПРЯМУ
ВІДСУТНІЙ	ЛІНІЙНА ПОЛЯРИЗАЦІЯ			

Таблиця 1



Фіг. 5