



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **98774** (13) **C2**
(51) МПК (2012.01)
A61N 2/00
A61N 2/04 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(21) Номер заявки:	а 2009 01483	(72) Винахідник(и): Міхньов Олександр Володимирович (UA), Крижановський Андрій Юрійович (UA), Міцкевич Олександр Олексійович (UA), Будник Микола Миколайович (UA)
(22) Дата подання заявки:	23.02.2009	(73) Власник(и): Міхньов Олександр Володимирович, вул.Ентузіастів, 35/1, кв.56, м.Київ, 02154 (UA), Крижановський Андрій Юрійович, вул.Котельникова, 11, кв.26, м.Київ, 03115 (UA), Міцкевич Олександр Олексійович, вул.Салютна, 9, кв.56, м.Київ, 04111 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід:	25.06.2012	(74) Представник: Жук Віктор Олексійович, реєстр. №16
(41) Публікація відомостей про заявку:	25.08.2010, Бюл.№ 16	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: UA 2522 U, 17.05.2004 RU 2141855 C1, 27.11.1999 RU 2039578 C1, 20.07.1995 RU 2129447 C1, 27.04.1999 RU 2139112 C1, 10.10.1999 US 6241671 B1, 05.06.2001 RU 2247583 C2, 10.03.2005 RU 2322273 C2, 20.04.2008 RU 2290970 C2, 10.01.2007 RU 2110294 C1, 10.05.1998 RU 2185205 C2, 20.07.2002 EP 0392628 A2, 17.10.1990
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	25.06.2012, Бюл.№ 12	

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ МАГНІТНОЇ ТЕРАПІЇ З КОМБІНОВАНИМ МАГНІТНИМ ПОЛЕМ

(57) Реферат:

Винахід належить 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). У винаході застосовані нові конструктивні рішення : системи індукційних котушок утворені з декількох наборів, а набір - з декількох пар котушок, різні способи з'єднання котушок у парах (однонапрявлене чи зустрічне для створення поля чи градієнта поля), декілька каналів живлення, а також режимів і способів виконання дій (12 режимів живлення на основі 3-х типів модуляції та 4-х способів зсуву фаз між каналами, 3-х типів поляризації у просторі, вибором різних режимів живлення для різних каналів, різних способів з'єднань котушок у парах для різних пар, поєднання різних зазначених режимів і способів у різних каналах з різними типами поляризації). Це дозволяє отримати багато різних просторово-часових комбінацій магнітного поля, чим досягають комплексної дії (інтегрального

UA 98774 C2

впливу) на тіло людини чи інший біологічний об'єкт у цілому за рахунок активації різних механізмів взаємодії магнітних полів з біологічними об'єктами. Дія магнітного поля заснована на нормалізації біохімічних та імунологічних реакцій в організмі людини. Пропонований пристрій може бути застосований для лікування патологій, пов'язаних з запалювальними процесами, при комплексному (тобто у поєднанні з загальноприйнятими методами) лікуванні (наприклад, в онкології з використанням хіміо- та променевої терапії), а також для загальної магнітної терапії - фізіотерапії з метою профілактики різних захворювань людини, у тому числі зазначених процесів, включаючи їх гострі та хронічні форми (стадії).

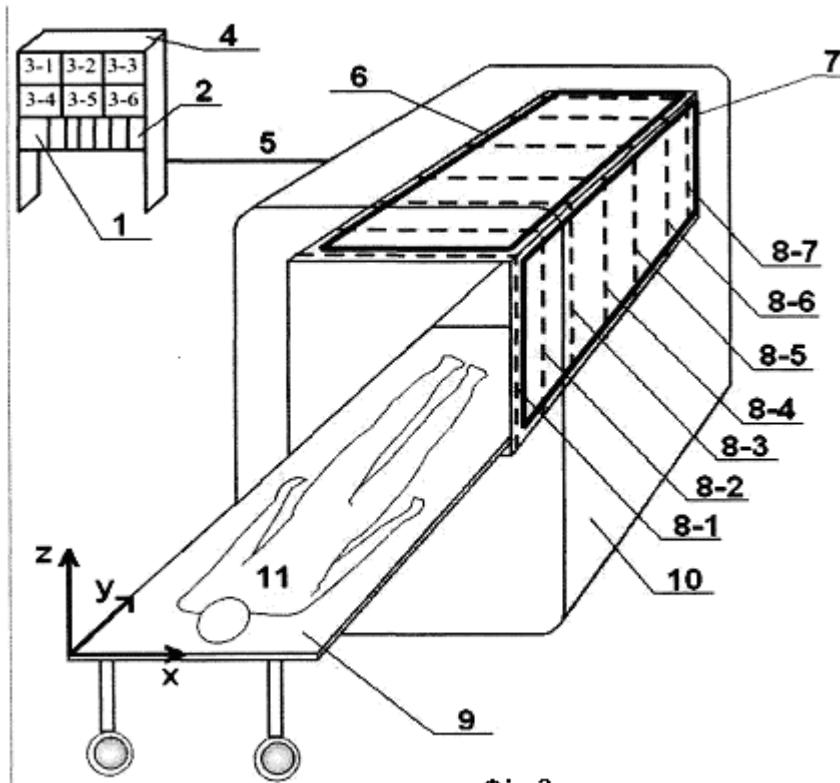


Fig. 2

Винахід належить 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).

Нормальне функціонування (життєдіяльність) організму людини реалізується у вигляді адаптивної саморегульованої системи, яка перебуває у певній рівновазі з оточуючим середовищем. При цьому його функції і будова (структура) певним чином організовані і упорядковані у вигляді ієрархічної структури, що відомо, як структурно-функційний гомеостаз. При цьому зовнішні параметри організму (які можна виміряти), певним чином гармонізовані і відображають його гомеостаз, а саме - у стані рівноваги всі параметри перебувають у певних межах (так званий «фізіологічний коридор»), що відомо як параметричний гомеостаз.

Між обома типами гомеостазу існує складний зв'язок, зумовлений складністю організму людини. Ця складність виражається у неоднозначності того, як величини параметрів відображають стан чи функційною здатністю певних систем чи органів людини. Існує два типи неоднозначності: 1) параметр лежить у межах фізіологічного коридору при наявності патології (дисфункції) - безсимптомне порушення (похибка 1-го роду - пропуск цілі), 2) параметр виходить за межі фізіологічного коридору, а патологія відсутня - неспецифічний симптом (похибка 2-го роду - хибна тривога).

Магнітне поле (МП) відіграє досить важливу роль у формуванні гомеостазу людини. Це підтверджують дані про те, що вихід за межі фізіологічного коридору по МП суттєво впливає на фізіологічний стан людини. Це належить як до величини, так і напрямку МП. Так, відомі катастрофічні наслідки зміни напрямку МП Землі на протилежний, спричинені ротацією геомагнітних полюсів, на процес еволюції живого на Землі. Також відомо про психофізіологічний стрес та дискомфорт, які виникають внаслідок вміщення людини в магнітоекрановану камеру, у стан, ще дуже далекий до «магнітного вакууму», коли МП всього лише у десятки разів менше МП Землі.

З іншого боку, відомо про шкідливий вплив сильних МП техногенного походження. По цій причині нормують рівень МП, який генерують потужні електросилові пристрої, як частоти мережевої завади (ДСТУ 2465-94), так і згасаючого змінного (ДСТУ 2625-94) та імпульсного (ДСТУ 2626-94) магнітного поля. Крім того, встановлено санітарні рівні індукції МП в житлових та виробничих приміщеннях.

Крім цього, відомо про негативний вплив магнітних забруднень екзотгенного походження, які у надлишкових кількостях надходять в організм людини та депонуються там. Таке перевантаження може призвести до значних порушень метаболізму та, як наслідок, - до ряду професійних захворювань, наприклад, у робітників металургійного виробництва та шахтарів (магнетит), зварювальників (аерозолі заліза) та ін.

Отже, як зовнішнє МП, так і «внутрішнє» МП, породжене сильномагнітними речовинами, введеними в організм людини, впливають на стан ряду систем та функціонування певних органів людини. Зовнішнє МП застосовують у методах магнітної терапії (МТ) та магнітної стимуляції (МС) (у тому числі транскринальна магнітна стимуляція головного мозку). 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 направленої (магнітного) транспортування ліків, де зазначені порошки є магнітними носіями лікарських засобів (МНЛЗ). Зазначимо, що в двох останніх методах застосування магнетизму в медицині принциповим є не величина, а градієнт МП (у МРТ він дає можливість дискримінувати джерела у просторі, а для транспорту ліків - провести акумуляцію ЛЗ в органі-мішені).

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 (направленої) МТ, а також для МС та магнітопрофілактики. Крім того, бажано, щоб така МТУ була здатна виконувати роль магнітного аплікатора, тобто - акумулювати магнітні речовини в певних органах-мішенях (наприклад, як МКА чи МНЛЗ).

Це означає, що конструкція МТУ повинна забезпечити здійснення як інтегральної дії ННЧМП на все тіло людини (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 вивчення 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 кількома підприємствами Росії і використовується у практичній медицині [див. Матеріали н.-практ. конф. «Низкоенергетическая магнитотерапия: Опыт клинического применения и перспективы развития», Москва, 16-17 декабря 1997 г].

Також, відомо застосування МТУ «Магнітотурботрон» та «Колібрі» (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 почерговим вмиканням ІК. Для роботи пристрою за допомогою блока управління встановлюють режим дії ВМП (частоту струму $F_{xy}=50-150$ 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 характеризується 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 «Колібрі» 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, переконафігурація 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 почергово 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.

З вивчення рівня техніки відомо такі патенти:

1) SU 721953 A1, A61N 2/04 «Способ лечения злокачественных опухолей», Синицкий Д.А. 27.10.95 Бюл.№30

2) SU 1766422 A1, A61N 2/00 «Устройство для магнитотерапии» ЦыбА.Ф., Сергеев П.В., Шарлай В.И. и др. 07.10.92 Бюл.№37

3) SU 1803153 A1, A61N 2/02 «Устройство для воздействия магнитным полем на биологический объект» Бельчак Ю.З. 23.03.93 Бюл.№11.

4) SU 1821230 A1, A61N 2/00 «Устройство для магнитотерапии» Даровских С.И., Сафин Д.К., Черняков Г.М. и др. 15.06.93 Бюл.№22

5) RU 2000821 C1, A61N 2/00 «Устройство для магнитотерапии» Ванюшин А.В., Загородний КВ., Исэров А.Д. и др. 15.10.93 Бюл.№37-38

6) RU 2003361 C1, A61N 2/02 «Устройство для воздействия магнитным полем» Беркутов А.М., Груздев С. В., Кряков В. Г. и др. 30.11.93 Бюл. №43-44

7) RU 2014853 C1, A61N 2/04 «Способ магнитотерапии» Бессонов Б. Г., Алфёров А.Т. 30.06.94 Бюл. №12

8) RU 2020983 C1, A61N 2/04 «Способ лечения воспалительных заболеваний и устройство для его осуществления» Ковалев В.А., Сунцов В.В., Баркалов В.И. 15.10.94 Бюл.№19

9) RU 2022574 C1, A61N 2/02, 5/06 «Кардиологический магнитолазерный тера-певтический аппарат» Алёшин В. Г., Антонова ГА., Балаков В.Ф. 15.11.94 Бюл.№21

10) RU 2033205 C1, A61N 2/02 «Магнитотерапевтическая установка» Галушин А.М., Котов Б.С., Рябов С.И. и др. 20.04.95 Бюл.№11

11) RU 2034579 C1, A61N 2/00 «Магнитотерапевтическая установка» Егоров М.В., Попков В.В., Попов В.К. и др. 10.05.95 Бюл.№13

12) RU 2034580 C1, A61N 2/00 «Устройство для магнитотерапии» Астапенко А.И.10.05.95 Бюл.№13

13) RU 2039578 C1, 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.

14) RU 2039579 C1, A61N 2/00, 5/04, 1/00 «Способ формирования сигнала физиотерапевтического воздействия и устройства для его осуществления» Грачев В.Г., Колчин С.В. 20.07.95 Бюл.№20

15) RU 2054955 C1, A61N 2/02 «Устройство для воздействия на организм электромагнитным полем» Локшин Я.А., Мартынович Р. И. 27.02.96 Бюл.№6

16) RU 2056868 C1, A61N 2/00 «Способ формирования магнитного поля для терапевтического воздействия» Максимов Э.Б. 27.03.96 Бюл. №9

17) RU 2126278 C1, МПК A61N 2/00 «Способ и устройство для импульсной магнитной индукции» Паппас Панаджиотис 20.02.99 Бюл.№5

18) RU 2129447 C1, A61N 2/02 «Магнитотерапевтический аппарат» Дубовой Л. В. 27.04.99 Бюл.№12

19) RU 2129450 C1, A61N 2/04 «Способ воздействия на биологические объекты для улучшения тканевых обменных процессов» Березин А.А., Гарбер М.Р-, Березин К.А. 27.04.99 Бюл.№12

20) RU 2139112 C1, A61N 2/06 «Магнитотерапевтический аппарат» Дубовой Л. В. 10.10.99 Бюл.№28

21) RU 2139743 C1, A61N 2/00 «Способ импульсной магнитной терапии биологических объектов и устройство для его реализации» Рыжкин В. В. 20.10.99 Бюл.№29

22) RU 2141855 C1, A61N 2/02 «Магнитотерапия и физиотерапевтическое устройство со сканирующим магнитным полем», Баоджун Лин, Гуожанг Лиу, Йинг Жао и др. 27.11.99 Бюл.№33

23) UA 2522 U, A61N 2/00 «Пристрій для впливу магнітним полем на біологічні об'єкти», Міхньов О. В., 17.05.2004, Бюл.№5.

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 n-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 порожнині індуктора, рамки якого є вторинними обмотками трансформатора і живляться струмом зі зсувом фаз 360/n. Недолік полягає у тому, що застосовують тільки поперечне ВМП простої кругової поляризації, а поздовжнє МП 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 приводить до більш комплексного впливу МП на організм, тим самим розширюючи діапазон його дії. Поставлена задача 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 коливань 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 винаходу 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 B_x та B_z , та соленоїд для генерації поздовжнього поля B_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 щонайменше 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 ІК по п.2 та відстань між ними вибирають з умови досягнення максимальної однорідності поздовжнього поля;

4) систему ІК для генерації кожної компоненти поля виконують щонайменше із двох наборів ІК;

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

6) набір ІК соленоїда вміщує щонайменше одну пару ІК та щонайменше одну окрему ІК;

7) набір 1 К для генерації поперечної компоненти поля формують щонайменше однією парою ІК прямокутної форми;

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

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

Б) режимів та способів виконання дій:

10) у кожному каналі застосовують щонайменше 12 режимів живлення;

11) режим по п.10 є комбінацією щонайменше 3-х видів амплітудної модуляції струму та щонайменше 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 12^K різних просторово-часових конфігурацій по кожній компоненті поля;

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

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

15) поєднанням випадків використання різних режимів живлення у К каналах (п.12) та способів з'єднання ІК у N (M) парах поперечного (поздовжнього) поля (п.13-14) отримують $N \times 2^K \times 2^{N(M)}$ 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 $3 \times N_{xz} \times N_y$ різних просторово-часових комбінацій (комбіноване поле). Технічний результат полягає у:

1. Зменшенні вимог на систему живлення - непотрібно 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 характеристик 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 блока 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 B_x і B_z та поздовжню компоненту B_y магнітного поля. Відповідні системи ІК 6 (B_x), 7 (B_z) та 8 (B_y) та висувне ліжко пацієнта 9 змонтовано у корпусі лікувальної камери 10.

Пристрій працює наступним чином (фіг.2). Людину чи інший біооб'єкт 11 поміщують всередину лікувальної камери 10 за допомогою переміщення ліжка 9 вздовж поздовжньої осі Y. Перед початком процедури за допомогою блока управління 1 встановлюють режими живлення підсилювачів 3-1, 3-2, 3-3, 3-4, 3-5, 3-6. Струм за допомогою кабеля 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 боках 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 формфактором (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 та 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 однонапрямленим (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 Вх. 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 Ву (Вz).

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 парами ІК (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 ІК 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 Вх і соленоїд (Ву) живлять синфазно, а поле Вz - зсунуто на четверть періоду. У цьому випадку реалізується найпростіший випадок еліпсоїдальної поляризації - плоска (еліптична), коли кінець вектора 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 B_{xz} і поздовжнього Ву полів.

У іншій реалізації пристрою вибором одного з 2-х різних способів з'єднань 4-х пар 1 ІК поперечного поля отримують $2^4=16$ просторових конфігурацій поперечного поля B_{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 Ву.

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 ($Nxz=2304$) і поздовжнього ($Ny=1152$) полів з 3-ма різними типами поляризації сумарного поля у просторі отримують $3*Nxz*Ny=3*2304*1152=7$ 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 разу 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.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Пристрій для магнітної терапії з використанням комбінованого магнітного поля, призначений для дії на організм людини чи на інший біологічний об'єкт з лікувальною чи профілактичною метою, який містить системи індукційних котушок (ІК), висувне ліжко для вміщення пацієнта у лікувальну камеру, утворену зазначеними системами ІК, які змонтовані в загальному корпусі, а також електронні блоки управління, розміщені в окремій шафі, який **відрізняється** тим, що корпус має щонайменше одне вікно для комфорту пацієнта та моніторингу його стану медичним персоналом, системи індукційних котушок складені із систем для генерації 3-х ортогональних компонент магнітного поля, дві із яких формують поперечне поле (Bx та Bz), а третя має соленоїд для генерації поздовжнього поля (B_y), який виконаний з ІК квадратної форми, кількість витків яких та відстань між якими вибрана за умови досягнення максимальної однорідності поздовжнього поля, кожна система ІК для генерації відповідної компоненти поля виконана щонайменше із двох наборів ІК, що живляться щонайменше двома каналами у такий спосіб, що кожний набір ІК має свій канал живлення, при цьому набір ІК соленоїда вміщує щонайменше одну пару ІК та щонайменше одну окрему ІК, набір ІК для генерації поперечної компоненти поля сформований щонайменше однією парою ІК прямокутної форми з відношенням довжин сторін, яка відповідає антропометричним даним людини, у кожній парі ІК поперечного поля котушки мають можливість бути з'єднаними двома способами - однонапрямленим чи зустрічним для створення поля чи градієнта поля, при цьому у кожному каналі застосовані 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, при цьому шляхом вибору одного з 12-ти режимів живлення у кожному з K каналів отримано 12^K різних просторово-часових конфігурацій по кожній компоненті поля, а шляхом вибору одного з 2-х різних способів з'єднань (поле чи градієнт) N пар ІК поперечного поля отримано 2^N просторових конфігурацій поперечного поля, вибором одного з 2-х різних способів з'єднань M пар ІК соленоїда отримано 2^M просторових конфігурацій поздовжнього поля, шляхом вибору відповідних співвідношень між частотами струмів живлення систем ІК поперечного поля та соленоїда отримано 3 типи поляризації сумарного поля у просторі - спіральну, еліпсоїдальну (вихрові поля) і циліндричну, поєднанням зазначених вище випадків використання різних режимів живлення у різних каналах та способів з'єднання ІК у парах поперечного (поздовжнього) поля має можливість отримання $Nxz(Ny)=12^{K*2}2^{N(M)}$ різних конфігурацій поперечного (поздовжнього) поля, а поєднанням випадків використання різних конфігурацій поперечного і поздовжнього полів та різних співвідношень між частотами струмів живлення цих полів - отримання $3*Nxz*Ny$ різних просторово-часових комбінацій (комбіноване поле), в результаті досягнення комплексної дії (інтегрального впливу) магнітного поля на тіло людини чи іншого біологічного об'єкта у цілому за рахунок активації різних механізмів взаємодії магнітних полів з біологічними об'єктами.

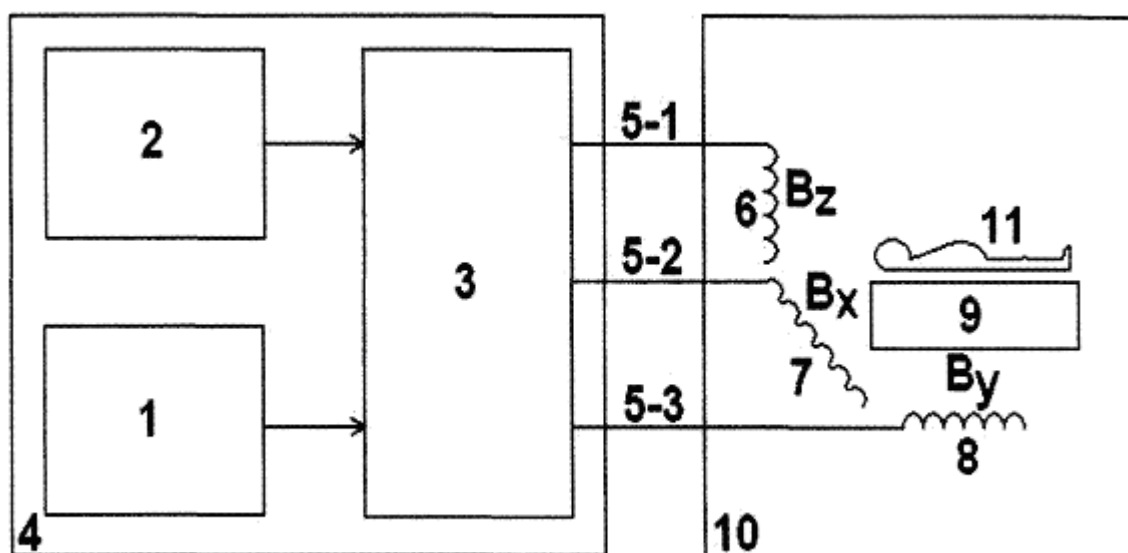


Fig. 1

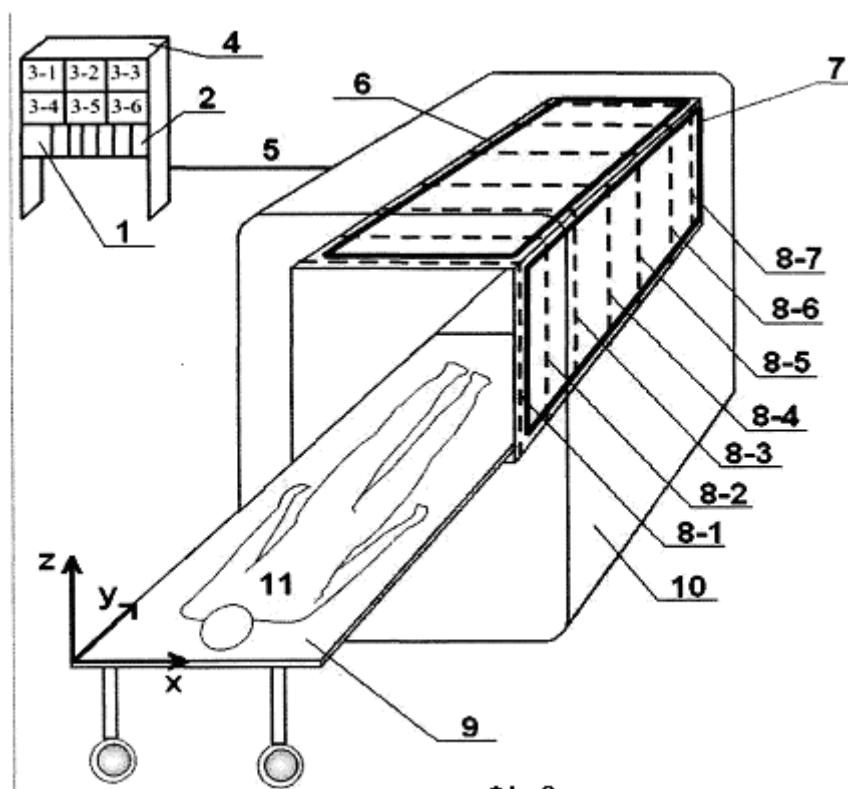


Fig. 2

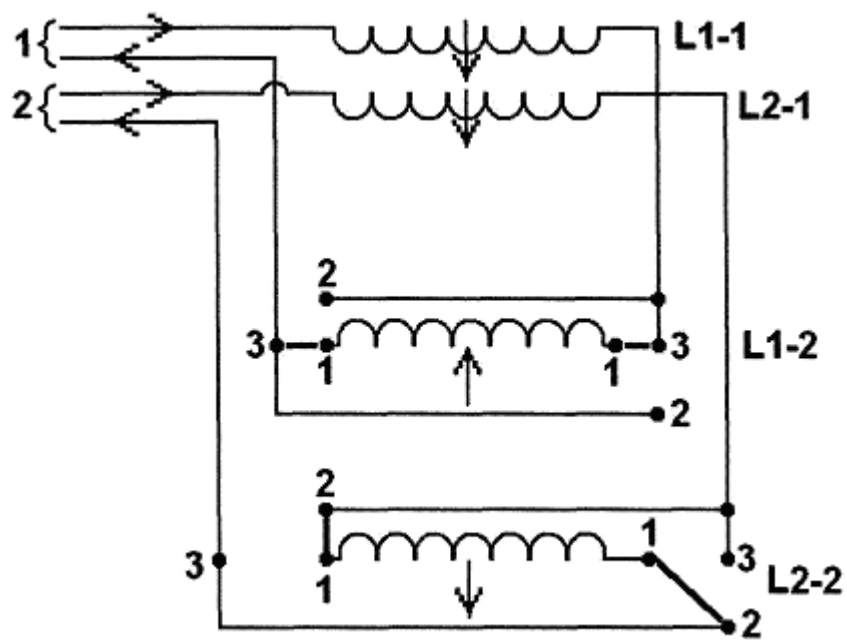


Fig. 3

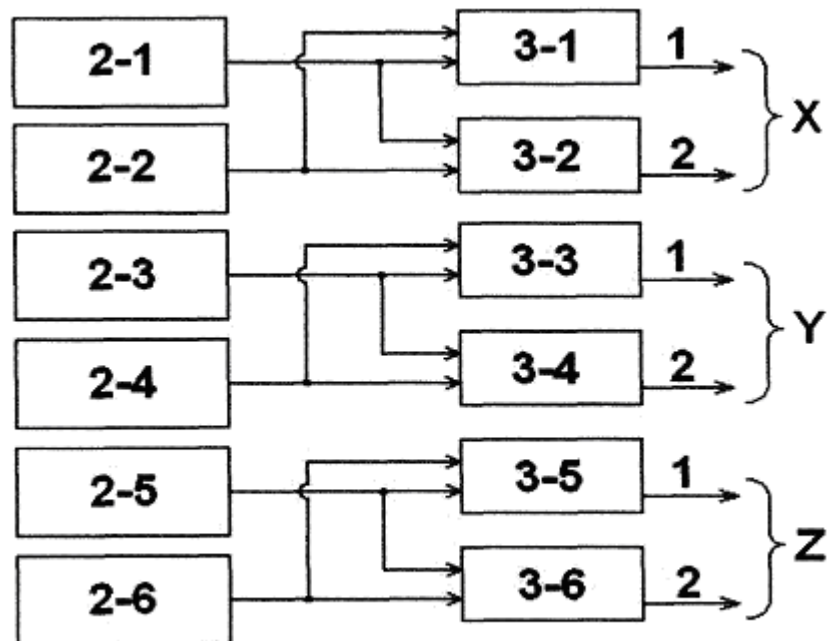


Fig. 4

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			

Таблица 1

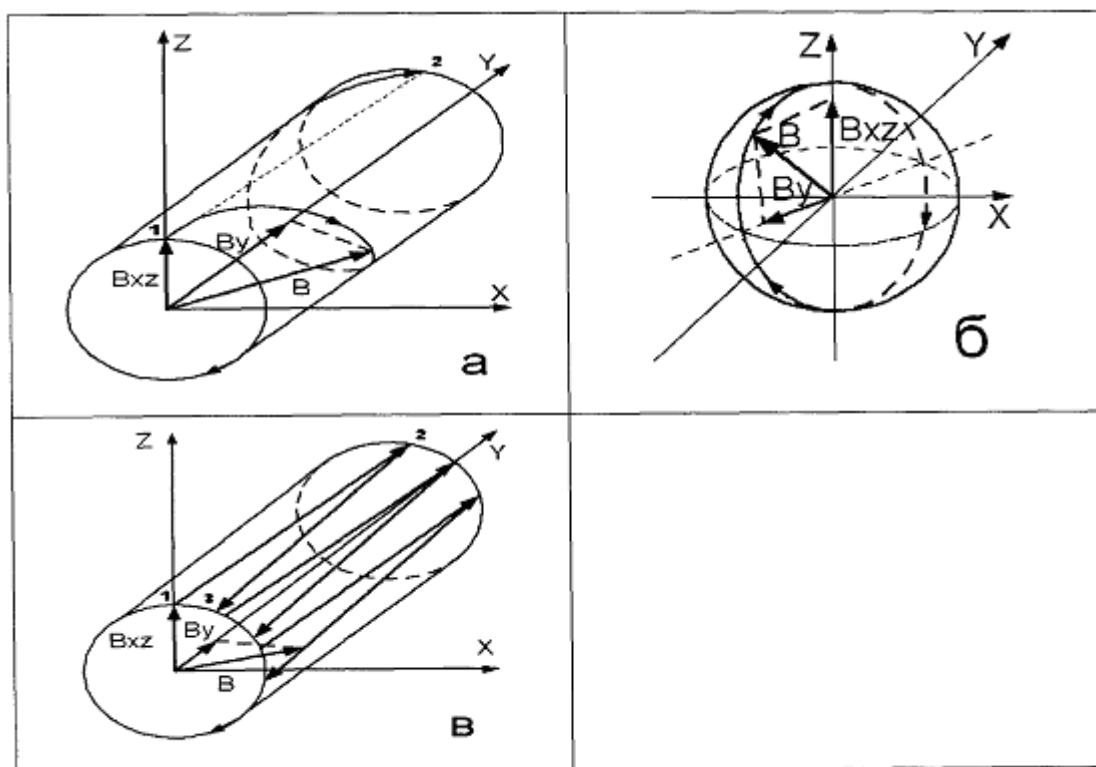


Fig. 5

Комп'ютерна верстка Д. Шеверун

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601