

Винахід відноситься до біології і медицини і може бути використаний для лікувального впливу на біологічні об'єкти, зокрема при лікуванні новоутворень, або пухлин і вірусних захворювань у людей і тварин шляхом опромінення біологічного об'єкту електромагнітним полем високої частоти.

В даний час у медицині і біології широко використовують різні види електромагнітного випромінювання, як для лікування так і для діагностики. При оцінці ефектів взаємодії з різними біологічними об'єктами прийнятий поділ електромагнітних випромінювань на іонізуючі і неіонізуючі. Звичайно до іонізуючих випромінювань відносять такі електромагнітні коливання, зокрема рентгенівське або гамма-випромінювання, квант енергії яких настільки великий, що відбуваються розриви міжмолекулярних зв'язків аж до іонізації атомів. Більш довгохвильове електромагнітне випромінювання з малим розміром енергії кванта відносять до неіонізуючого випромінювання, що має інший характер впливу на біологічний об'єкт, і яке використовують, наприклад для нагрівання, принаймні частини об'єкту. У залежності від частоти, потужності й інших параметрів електромагнітного випромінювання, такий вплив розділяють на фізіотерапію (менш потужний вплив) і гіпертермію (більш потужний вплив), підвищуючий температуру до 45°C.

При лікуванні різних онкологічних захворювань використовують електромагнітне випромінювання надвисокої частоти, яке, діючи на пухлину, приводить до локального нагрівання ураженої ділянки, що викликає гальмування росту пухлини і її розсисання.

Відомий спосіб проведення гіпертермічної електромагнітної терапії злویкісних новоутворень, який полягає у введенні усередину пухлини суспензії феромагнітних часток із температурою Кюрі в діапазоні від 42°C до 45°C із наступним нагріванням енергією електромагнітного поля надвисокої частоти (НВЧ) [див. RU 2082458, A61N5/02, 1997].

Спосіб припускає використання генератора, потужність якого в залежності від розмірів і глибини залягання області нагрівання складає від 5Вт до 100Вт. Даний спосіб може бути використаний для лікування не тільки онкологічних захворювань, але і при лікуванні інших захворювань, таких як пострадіаційний фіброз, деякі запальні захворювання нирок і т.п. Використання феромагнітних часток, що мають температуру Кюрі, порівняну з необхідною температурою нагрівання, дозволяє забезпечити автоматичну підтримку заданої температури, оскільки при перевищенні температури нагрівання тканини вище температури Кюрі, феромагнітні частки втрачають свої магнітні властивості і їхня взаємодія з електромагнітним випромінюванням різко падає.

Відомий також спосіб формування НВЧ-випромінювання при гіпертермічному впливі, який включає формування імпульсів

НВЧ-випромінювання і вплив електромагнітним полем надвисокої частоти на онкологічних хворих [див. SU1804793, A61N5/02, 1993].

Спосіб полягає в тому, що попередньо здійснюють охолодження області опромінення до заданої температури, потім фокусують НВЧ-випромінювання в заданій області і роблять опромінення з затримкою щодо моменту початку охолодження. Попереднє охолодження області опромінення обумовлено наступним. Очевидно, що найбільше схильними перегріву в результаті впливу НВЧ-імпульсу є поверхневі тканини людського тіла. Тому для збільшення потужності імпульсу, а отже, і для підвищення гіпертермічного ефекту, необхідно попереднє охолодження поверхневих тканин у зоні впливу НВЧ-випромінювання.

Установка для реалізації способу містить імпульсний генератор НВЧ-випромінювання, систему спрямованих антенних елементів, зв'язаних із генератором НВЧ-випромінювання, блок керування генератором НВЧ-випромінювання і систему датчиків температури.

Затримка початку опромінення здійснюється за рахунок наявності амплітудно-фазового перетворювача з регульованим фазовим зрушенням, з'єднаним із генератором НВЧ-випромінювання і кожного антенного елементу. Потужність в імпульсі тривалістю 10сек у даній установці складає не менше 10кВт.

Відомий також спосіб впливу на біологічні об'єкти, що полягає в тому, що біологічні об'єкти опромінюють електромагнітним полем надвисокої частоти з ефективною межею у вигляді однопорожнинного гіперболоїду обертання [див. SU1156705, A61N5/00, 1985].

Для підвищення точності наведення НВЧ-випромінювання на об'єкт у відомому способі здійснюють індикацію впливу НВЧ-випромінювання колімірованим світлом по прямолінійним утворюючим однопорожнинного гіперболоїду, що здійснюють з'єднанням антени генератора зі світловими джерелами. Світлові промені, сформовані колімаційним пристроєм, постійно або тимчасово зв'язаним з антеною, подають на об'єкт опромінення, наприклад у виді двох світлових плям. Розташовуючись безпосередньо на ефективних межах невидимого поля НВЧ-випромінювання, ці світлові плями визначають точне положення області, що піддається впливу електромагнітного випромінювання.

Найбільше близьким по технічній суті до пристрою, який описується є пристрій впливу на біологічні об'єкти, що містить, генератор електромагнітного випромінювання надвисокої частоти, з'єднаний з антенним пристроєм, що випромінює [див. CU 1736511, A61N5/00, 1992].

Відомий пристрій містить генератор і чотири випромінювачі зверхнаправленого антенного засобу (грати), що забезпечують рівномірне опромінення пухлини при мінімальному ушкодженні навколишніх здорових тканин за рахунок формування однонаправленого випромінювання з прямокутною характеристикою спрямованості. Потужність випромінювання відомого пристрою складає більш 200Вт.

В основі дії НВЧ-випромінювання на біологічні об'єкти усіх вищенаведених способів за допомогою відомих пристроїв лежить метод гіпертермії, тобто метод локального підвищення температури опромінюваних клітин. У результаті має місце загибель опромінюваних клітин.

Однак дані методи вимагають досить істотного підвищення температури опромінюваних клітин при переході енергії електромагнітного випромінювання в тепло і, отже, значного розміру потужності пристроїв для впливу на об'єкти за допомогою НВЧ-випромінювання. При цьому забезпечити строго локальне опромінення об'єкту впливу неможливо. З цієї причини тепловиділення відбувається в здорових клітинах, суміжних із злویкісними новоутвореннями, що приводить до руйнації здорових клітин. Відомі методи не дозволяють також рівномірно підвищити температуру всієї опромінюваної структури. Тому ступінь позитивного впливу відомих

способів і пристроїв на біологічні об'єкти відносно незначна.

Крім того, відомі способи і пристрої роблять сильний негативний вплив на весь організм у цілому, оскільки потужність НВЧ-випромінювання відомих способів досить істотна - на рівні від декількох ватів безперервно до 10кВт в імпульсі. Широко відомо, що після потужного і тим більше тривалого опромінення хворі, зокрема онкологічними захворюваннями, випробують загальне нездужання, запаморочення, нудоту.

Але можливо і такий вплив електромагнітного випромінювання на опромінюваний організм, при якому підвищення температури незначне (менше  $0,1^{\circ}\text{C}$ ) і не воно виявляється головним чинником при досягненні корисного ефекту. Завдяки ряду особливостей взаємодії цих електромагнітних хвиль із різними об'єктами, використання їх у біології і медицині є унікальним.

Найбільш близьким по технічній суті і результату, що досягається, до заявлюваного винаходу, є спосіб впливу на біологічні об'єкти, який полягає в тому, що біологічні об'єкти опромінюють електромагнітним випромінюванням надвисокої частоти [О.В.Бецкий, М.Б.Голант, Н.Д.Девятков, Міліметрові хвилі в біології, Передплата науково-популярна серія ФІЗИКА, Знання, М., 6/1988, с.5, 19-22].

Відомий спосіб виключає гіпертермічний вплив на об'єкти, але робить істотний вплив на життєдіяльність різних організмів (від мікроорганізмів до ссавців), завдяки частотно-залежному ефекту взаємодії електромагнітного НВЧ-випромінювання з біологічними об'єктами. Зокрема, таке випромінювання виявляється корисним при лікуванні онкологічних захворювань, коли воно не тільки сприяє розсисанню пухлин, але і виконує захисну роль стосовно кровотворної системи, послаблюючи токсичну дію хімпрепаратів, рентгенівського випромінювання, використовуваних при лікуванні ракових захворювань.

Однак, поряд із позитивними чинниками, відомий спосіб і пристрій не дозволяють повною мірою реалізувати свої переваги, оскільки власне ступінь поразки злоякісних новоутворень, хворих клітин і інших нездорових структур недостатньо велика, що обумовлено, наприклад, послідовним перевідображенням електромагнітної хвилі від об'єкту, який опромінюють.

Крім того, ефективність дії електромагнітного випромінювання на об'єкт залежить від вихідного стану об'єкту. Якщо у вихідному стані деяка функція об'єкту змінена у порівнянні з нормальним станом, то опромінення на якійсь частоті приведе до різних результатів після опромінення, що також знижує ефективність застосування відомого способу і пристрою.

Задачею даного винаходу є створення способу і пристрою для впливу на біологічні об'єкти електромагнітним випромінюванням надвисокої частоти, що володіють підвищеною ефективністю дії, особливо при лікуванні новоутворень, бактеріальних і вірусних інфекцій, включаючи як злоякісні, так і доброякісні пухлини будь-якої природи.

У результаті рішення даної задачі можуть бути отримані нові результати, що полягають у тому, що істотно підвищується ступінь поразки клітин новоутворень, а також збільшується стабільність впливу незалежно від вихідного стану об'єкту.

Дані технічні результати досягаються тим, що спосіб впливу на біологічні об'єкти, полягає в тому, що біологічні об'єкти опромінюють електромагнітним випромінюванням надвисокої частоти одночасно п'ятьма генераторами, з'єднаними з антенними засобами, що випромінюють, причому частоту першого генератора вибирають від 1058МГц до 1194МГц, другого - від 901МГц до 1017МГц, третього - від 515МГц до 581МГц, четвертого - від 400МГц до 451МГц, п'ятого - від 109МГц до 124МГц, а інтенсивність потужності електромагнітного випромінювання, створюваного генераторами в місці розташування об'єкту, складає від  $0,3\text{мкВт}/\text{см}^2$  до  $10\text{мкВт}/\text{см}^2$ .

Пристрій впливу на біологічні об'єкти, що містить генератор електромагнітного випромінювання надвисокої частоти, з'єднаний з антенним засобом, що випромінює, додатково містить, принаймні, чотири генератори електромагнітного випромінювання надвисокої частоти, з'єднані з антенними засобами, що випромінюють, причому частота першого генератора обрана від 1058МГц до 1194МГц, другого - від 901МГц до 1017МГц, третього - від 515МГц до 581МГц, четвертого - від 400МГц до 451МГц, п'ятого - від 109МГц до 124МГц, а інтенсивність потужності електромагнітного випромінювання, створюваного генераторами в місці розташування об'єкту, складає від  $0,3\text{мкВт}/\text{см}^2$  до  $10\text{мкВт}/\text{см}^2$ .

Відмінна риса винаходу, що описується, полягає в тому, що одержання якісно нового рівня впливу електромагнітного випромінювання надвисокої частоти забезпечують при використанні не менше п'ятох генераторів, що функціонують одночасно в різних діапазонах частот. Причому несподівано виявилось, що зазначені вище результати будуть реалізовані тільки за умови того, що частота першого генератора складає 1058МГц до 1194МГц, другого - від 901МГц до 1017МГц, третього - від 515МГц до 581МГц, четвертого - від 400МГц до 451МГц, п'ятого - від 109МГц до 124МГц, а інтенсивність потужності електромагнітного випромінювання, створюваного генераторами в місці розташування об'єкту, складає від  $0,3\text{мкВт}/\text{см}^2$  до  $10\text{мкВт}/\text{см}^2$ .

Приведені вище п'ять діапазонів частот електромагнітного випромінювання характеризують граничний рівень впливу електромагнітного випромінювання на біологічний об'єкт, забезпечуючи пригнічення розмноження клітин новоутворень, включаючи злоякісні. Причому вибір конкретної частоти з якогось діапазону не залежить від вибору конкретних частот в інших діапазонах, а в кожному з діапазонів частот можна використовувати декілька генераторів.

При інтенсивності потужності випромінювання електромагнітного випромінювання надвисокої частоти в місці розташування об'єкту менше  $0,3\text{мкВт}/\text{см}^2$  ефективність впливу різко падає, в зв'язку з незначним енергетичним впливом електромагнітного випромінювання на біологічний об'єкт.

Якщо інтенсивність потужності випромінювання електромагнітного випромінювання надвисокої частоти в місці розташування об'єкту більш  $10\text{мкВт}/\text{см}^2$ , то починають виявлятися початкові ефекти гіпотермії, що зумовлюють нагрівання опромінюваної структури. У результаті змінюються фізичні властивості (діелектрична проникність, електрична провідність і ін.) біологічного об'єкту як середовища, у якій поширюється електромагнітна хвиля і, отже, змінюється характер описуваного впливу на біологічний об'єкт.

Доцільно також для підвищення ефективності впливу електромагнітного випромінювання надвисокої

частоти на біологічний об'єкт поряд з основними п'ятьма джерелами електромагнітного випромінювання використовувати ще додаткові генератори, що створюють електромагнітне випромінювання з діапазонами частот: від 1419МГц до 1682МГц і/або від 1201МГц до 1347МГц, і/або, від 860МГц до 764МГц, і/або від 583МГц до 638МГц, і/або від 453МГц до 509МГц, і/ від 263МГц до 327МГц, і/або від 201МГц до 227МГц, і/або від 84МГц до 96МГц, і/або від 42МГц до 48МГц, і/або від 34МГц до 40МГц, і/або від 15МГц до 17МГц.

Причому додаткові генератори електромагнітного випромінювання можуть бути використані в будь-якій комбінації разом із п'ятьма основними генераторами. Можливо, наприклад, спільне застосування п'яťох основних генераторів і будь-якого одного додаткового або п'яťох основних генераторів і будь-якої частини додаткових генераторів, або п'яťох основних і всіх додаткових генераторів.

Крім того, доцільно біологічні об'єкти опромінювати електромагнітним випромінюванням протягом від 1-ої до 6-ї годин, а місце розташування біологічних об'єктів вибирати на відстані від 2м до 8м від антенних засобів, що випромінюють, що можуть бути розташовані навколо біологічного об'єкту.

На фіг. зображена загальна структурна схема пристрою впливу на біологічні об'єкти.

Описувані спосіб і пристрій реалізують в такий спосіб. Пристрій 1 впливу на біологічні об'єкти містить не менше п'яťох основних генераторів 2, що створюють у відповідних випромінюючих антенних засобах 3 електромагнітне випромінювання з діапазонами від 1058МГц до 1194МГц, від 901МГц до 1017МГц, від 515МГц до 581МГц, від 400МГц до 451МГц і від 109МГц до 124МГц, відповідно. Пристрій 1 може містити додаткові генератори 4, з'єднані з додатковими випромінюючими антенними засобами 5. Число додаткових генераторів, а також додаткових випромінюючих засобів 5 повинно бути не менше одинадцяти, що відповідає кількості додаткових діапазонів частот електромагнітного випромінювання. Але в межах будь-якого частотного діапазону можуть бути задіяні декілька генераторів електромагнітного випромінювання. Кожний генератор 2 і генератори 4 підключені до блоків 6 керування, що з'єднані з загальним пультом 7 керування.

Перед початком впливу на біологічний об'єкт випромінюючі антенні засоби 3, з'єднані з основними генераторами 2 і, при необхідності, випромінюючі антенні засоби 5, з'єднані з додатковими генераторами 4, розташовують у напрямку біологічного об'єкту, переважно навколо місця розташування об'єкту. За допомогою блоків 6 керування здійснюється налаштування кожного генератора 2 на одну з частот одного з п'яťох основних діапазонів частот електромагнітного випромінювання, а також робиться вибір потужності, вироблюваної генераторами з тим, щоб інтенсивність потужності електромагнітного випромінювання в місці розташування об'єкту, була не менше  $0,3\text{мкВт/см}^2$  і не більш  $10\text{мкВт/см}^2$ .

Контроль за процесом впливу і коригування режимів електромагнітного випромінювання може бути зроблена за допомогою загального пульта 7, а також безпосередньо блоками 6 керування.

Аналогічним способом виробляють установку і налаштування додаткових генераторів 4.

У якості генераторів 2 і генераторів 4 можна використовувати будь-які відомі пристрої з необхідними характеристиками, що забезпечують вищевказані режими їхнього функціонування, наприклад генератори Г4-176 із діапазоном частот від 0,1МГц до 1020МГц, а також генератори Г4-193 із діапазоном робочих частот від 1ГГц до 4ГГц або генератори HEWLETT-PACKARD HP 8643, HPESG. У якості випромінюючих антенних засобів 3 доцільно застосувати симетричні напівхвильові вібратори, настроєні на обрані частоти впливу електромагнітним випромінюванням. Пульт керування 7 і блоки керування 6, як правило, є комплектуючими вузлами і використовуються разом із генераторами електромагнітного випромінювання, а їхнє створення є очевидною задачею для пересічного фахівця.

Вибір частот електромагнітного випромінювання основних генераторів 2, також кількості і частот додаткових генераторів 4, часу впливу та інтенсивності потужності електромагнітного випромінювання в місці розташування об'єкту, робиться на основі простих експериментів.

Нижче приведені приклади, що ілюструють реалізацію описуваного способу за допомогою запропонованого пристрою.

Приклад 1

Хворий Ш, 54 роки, з діагнозом - рак верхньоампулярного відділу прямої кишки, IV-стадія. хворів 1 рік, раніше не лікувався Гістологічно - аденокарцинома, у легенях на рентгенограмі - солітарний метастаз у правій легені діаметром 1,3см, при ультразвуковому дослідженні (УЗД) виявлено проростання первинної пухлини у сечовий міхур. У зв'язку з декількома захворюваннями оперативне втручання провести неможливо. Було призначено проведення курсу гамма-терапії сумарною дозою 32Гр на первинну пухлину і курс впливу електромагнітним випромінюванням протягом 3-х діб по чотири години. Опромінення проводили на наступних частотах, обраних із діапазонів п'яťох основних частот 1058МГц, 901МГц, 547МГц, 451МГц і 124МГц, а також на додаткових частотах 1419МГц, 1347МГц, 509МГц і 17МГц. Причому інтенсивність потужності електромагнітного випромінювання в місці розташування хворого (медична кушетка) складала від першого генератора -  $0,3\text{мкВт/см}^2$ , від другого генератора -  $10\text{мкВт/см}^2$ , від третього генератора -  $1,5\text{мкВт/см}^2$ , від четвертого генератора -  $6\text{мкВт/см}^2$  і від п'ятого генератора -  $8,3\text{мкВт/см}^2$ . Середня інтенсивність потужності електромагнітного випромінювання додаткових генераторів 4 складала  $3,2\text{мкВт/см}^2$ .

Через один тиждень після початку опромінення, коли ефект від гамма-терапії ще не міг проявитися, у хворого зникли болі в області крижів і прямої кишки. За даними УЗД після закінчення курсу гамма-терапії разом з опроміненням електромагнітним випромінюванням одночасно на п'яťох вищевказаних частотах первинної пухлини і метастазу (який гамма-терапії не піддавався) - «стабілізація процесу». Це дозволило досить успішно провести більш радикальну операцію хворому Ш.

Приклад 2

Хвора Г, 45. При надходженні діагноз - рак молочної залози, IV-я стадія, багаточисленні метастази в печінку, яєчники, периферичні лімфовузли, асцит. У хворой виражена кахексія, болючий синдром, потрібно призначення наркотичних засобів. Було призначено проведення курсу впливу електромагнітним випромінюванням протягом 5-ти днів по дві години щодня. Опромінення проводили за допомогою основних генераторів 2 на частотах: 1194МГц, 940МГц, 515МГц, 400МГц і 118МГц і інтенсивністю потужності електромагнітного випромінювання в місці розташування пацієнтки -  $4\text{мкВт/см}^2$ ,  $9,3\text{мкВт/см}^2$ ,  $5\text{мкВт/см}^2$ ,

2,5мкВт/см<sup>2</sup> і 0,4мкВт/см<sup>2</sup>, відповідно, а також із використанням одного додаткового генератора 4 із частотою 89МГц при інтенсивності потужності електромагнітного опромінення 9,5мкВт/см<sup>2</sup>. Курс впливу з урахуванням тяжкості захворювання склав п'ять днів по 6,5 годин щодня. Потім після двотижневої перерви був проведений другий курс впливу по початковій схемі, але з доповненням ще одного генератора з частотою опромінення 44МГц і інтенсивністю потужності електромагнітного випромінювання 0,75мкВт/см<sup>2</sup>. Після першого курсу відзначена стабілізація процесу, припинення болю, відсутність наростання асцитів. Хвора практично не потребує наркотичних засобів. Повторне спостереження після другого курсу впливу електромагнітним випромінюванням, проведене через 2 і 5 місяців підтвердило стабілізацію пухлинного процесу, без прогресування основного захворювання. Проводиться симптоматичне лікування без використання наркотичних засобів.

#### Приклад 3

Хворий К, 80 років. Діагноз: рак гортані-глотки, III стадія, гістологічно - низькодиференційований, плоскоклітинний рак. При надходженні пухлина визнана неоперабельною, радикального лікування не проводили. Проведено курс впливу електромагнітним випромінюванням протягом трьох днів по 3 години. Опромінення проводили п'ятьма генераторами 2 на частотах 1128МГц, 960МГц, 581МГц, 423МГц і 109МГц при інтенсивності потужності електромагнітного випромінювання: 10мкВт/см<sup>2</sup> 7мкВт/см<sup>2</sup>, 0,45мкВт/см<sup>2</sup>, 5,5мкВт/см<sup>2</sup> і 0,3мкВт/см<sup>2</sup>, відповідно, а також вісьма додатковими генераторами 4 на частотах: 1682МГц, 1201МГц, 638МГц, 456МГц, 327МГц, 213МГц, 48МГц і 15МГц, відповідно, при середній інтенсивності потужності електромагнітного випромінювання - 4,5мкВт/см<sup>2</sup>. При контрольному огляді через 5 місяців встановлено, що пухлина зменшилася в розмірі, регіонарні лімфоузли не збільшені. Хворому запропонована радикальна операція, від проведення якої він відмовився. Хворий покинув клініку з позитивними результатами після впливу опромінення електромагнітним випромінюванням і спрямований під спостереження онколога.

#### Приклад 4

Хворий Г., 60 років. Надійшов із діагнозом: стан після резекції прямої і сигмовидної кишки 3 роки раніше з виведенням колостоми з приводу раку прямої кишки III стадії, метастази в печінку. Проведено курс впливу електромагнітним випромінюванням шістьма основними генераторами 2 на частотах: 1017МГц, 901МГц, 547МГц, 425МГц, 109МГц і 117МГц, відповідно, при середній інтенсивності потужності випромінювання 6,5мкВт/см<sup>2</sup> а також електромагнітним випромінюванням, створюваним чотирма додатковими генераторами 4 на частотах: 660МГц, 583МГц, 263МГц і 40МГц, при середній інтенсивності потужності випромінювання в місці розташування хворого - 9,2мкВт/см<sup>2</sup>, протягом п'ятих днів по 6 годин щодня. Після проведення курсу впливу опромінення електромагнітним випромінюванням надвисокої частоти стан хворого задовільний, при УЗД новоутворень в печінці не виявлено.

Приклад 5. Хвора К., 15 років. Діагноз - остеогенна саркома нижньої третини правої стегнової кістки, діагноз підтверджений гістологічно. Проведено курс впливу електромагнітним випромінюванням протягом семи днів по 4 години щоденно. Опромінення проводили на п'ятих частотах, обраних з основних діапазонів частот: 1145МГц, 995МГц, 565МГц, 451МГц і 118МГц при середній інтенсивності потужності випромінювання 0,35мкВт/см<sup>2</sup> і одночасно за допомогою одинадцяти генераторів 4 на наступних частотах: 1580МГц, 1165МГц, 764МГц, 453МГц, 263МГц, 201МГц, 96МГц, 42МГц, 46МГц, 34МГц і 16МГц, при середній інтенсивності потужності випромінювання в місці розташування пацієнтки - 3,5мкВт/см<sup>2</sup>.

Після проведення курсу впливу стан хворої значно поліпшився, спостерігався ефект знеболювання і стабілізації пухлини. Ефект електромагнітного випромінювання розглядався як позитивний і ад'ювантний для наступної хіміотерапії.

Таким чином, описувані способи і пристрої для впливу на біологічні об'єкти можуть бути практично реалізовані і використані для пригнічення росту клітин новоутворень і для розсисання клітин некротичних тканин, що підвищує ефективність лікування захворювань.

