

УДК 621.317.76.089.68

МЕТОДОЛОГИЯ И АППАРАТУРНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МАГНИТОМИЛЛИМЕТРОВОЙ ТЕРАПИИ

**Дзензерский В.А., Деньга О.В., Плаксин С.В., Соколовский И.И.,
Соколовская Л.В.**

*Институт транспортных систем и технологий НАН Украины
«Трансмаг», г. Днепропетровск,*

*Институт стоматологии АМН Украины, г. Одесса,
Областная клиническая больница им. И.И. Мечникова, г. Днепропетровск*

Ключевые слова: низкоинтенсивное высококогерентное миллиметровое излучение, электромагнитная терапия, комплексное воздействие на организм

Введение

Поиск путей оптимизации физиотерапии, обеспечивающих симптоматическое, патогенетическое и этиотропное лечение, сводится, как известно, к тому, чтобы воздействующий фактор обладал максимальным числом биотропных параметров [1].

Предшествующий опыт использования электромагнитного излучения (ЭМИ) диапазона крайне высоких частот (КВЧ), то есть частот, лежащих в интервале 30-300 ГГц, в медико-биологических исследованиях показал, что включения таких параметров ЭМИ как частота и интенсивность излучения явно недостаточно, так что приходится констатировать, что КВЧ терапия не получила всеобщего признания. В [2, 3] констатируется парадоксальность сложившейся ситуации: многие эффекты, как биологические, так и терапевтические, обнаруженные в одних лабораториях и клиниках, не подтверждаются в других, причем к настоящему времени на каждый эффект найдется литература как подтверждающая его существование, так и опровергающая это. Вследствие этого в ряде стран, в частности в США, биоэффекты низкоинтенсивных электромагнитных полей КВЧ диапазона в настоящее время не исследуют, так как американские ученые счи-

тают, что их не существует, а саму КВЧ-электромагнитобиологию следует отнести к «легкомысленным» наукам [3].

Столкнувшись с многочисленными фактами неэффективности ЭМИКВЧ в клинических исследованиях на так называемых «терапевтических» частотах – 42,25; 53,57 и 61,125 ГГц (выявленных, как известно, в биофизических исследованиях *in vitro* [4]), многие исследователи занялись поиском иных частот излучения: в [5-8] установлено, что более выраженными терапевтическими свойствами обладает ЭМИ в диапазоне 37...39 ГГц; в [9] выявлены биологические и терапевтические эффекты в диапазоне частот 149...154 ГГц, при этом первичной мишенью, нейротрансмиттером, стартовой молекулой, запускающей разнообразные химические реакции, является молекула оксида азота (NO) тромбоцитов крови. Трудно судить о воспроизводимости указанных эффектов при перенесении их в другие исследовательские центры, так как параметры биотропности воздействующих электромагнитных излучений, создаваемых экспериментальными образцами аппаратов, и здесь ограничиваются лишь указанием частоты и интенсивности излучения.

Постановка задачи

В [10-12] высказана мысль, что для эффективного взаимодействия с биообъектом излучение должно быть высококогерентным и в [10] представлена строгая биофизическая модель взаимодействия когерентного ЭМИ с клеткой, свидетельствующая, что биологические эффекты могут проявиться только при воздействии на клетку когерентных полей. В [11] показано, что традиционные конструкции КВЧ генераторов, как источников ЭМИ для медико-биологических исследований, построенных на основе короткозамкнутого отрезка волноводной, коаксиальной или полосковой линии с включенным полупроводниковым диодом (лавинно-пролетным) не обеспечивают необходимой меры когерентности в силу низкой собственной добротности (50-100) и в силу высокого уровня амплитудных и частотных шумов используемых генераторных диодов, и предложена конструкция КВЧ генератора, дополнительно содержащая высокодобротный опорный (стабилизирующий) резонатор. В [12] показано, что шумовые КВЧ излучения обладают существенно более низкими биотропными возможностями по сравнению с когерентными, прежде всего из-за низкой поглощаемости биологическими тканями шумовых излучений.

В [13] показано, что действительно когерентность излучения оказалась весомым биотропным параметром. При воздействии высококогерентного (ширина спектральной линии менее 10 кГц) миллиметрового излучения частотой 32 ГГц от генератора дифракционного излучения (ГДИ) на биообъект – сетчатку изолированного глазного бокала *Rana temporaria* – с общим количеством клеток-нейронов порядка 10^6 обеспечивалось глубокое проникновение излучения в биологическую ткань, суще-

ственно превышающее общепринятые величины, определяемые из представлений о скин-эффекте. Под воздействием высококогерентного сигнала осуществлялось взаимосвязанное возбуждение ансамбля клеток – сфазированность колебаний клеток-осцилляторов была достаточно велика для того, чтобы обеспечить синхронизацию колебаний значительного числа клеток под воздействием иницирующего КВЧ сигнала. При этом нейронная сеть биообъекта трансформировалась в источник высококогерентного излучения (по оценкам с шириной спектра порядка 1 кГц) с мощностью порядка 10^{-7} Вт («биологический КВЧ генератор»), который при взаимодействии с источником возбуждающего сигнала (ГДИ) осуществлял принудительную синхронизацию ГДИ – происходило изменение частоты генерации («затягивание» частоты) и рабочего тока генератора (автодинный эффект).

В клинических исследованиях высокая когерентность КВЧ излучения проявилась и в высокой терапевтической эффективности и в том, что успешное лечение достигалось при чрезвычайно низких уровнях воздействующего излучения – порядка 10^{-14} Вт [14].

В ряде работ исследовалась роль поляризации электромагнитных КВЧ волн в медико-биологических исследованиях [9, 15-17]. В биофизических исследованиях (объектом служила кровь больных нестабильной стенокардией) [9] установлено, что коэффициент отражения и эффективность воздействия зависели от поляризации векторов E и H электромагнитного поля, причем максимальное взаимодействие достигалось при круговой поляризации вектора E . Аналогичные результаты получены в [15-17]. В частности в [16] установлена анизотропия относительно ориента-

ции вектора поляризации волн параллельно и перпендикулярно оси позвоночника человека, при этом различие в величинах коэффициентов отражения при различной ориентации пирамидального рупора относительно оси позвоночника достигало 4 дБ. В [17] выявлена принципиально различная эффективность воздействия на биообъекты ЭМИКВЧ при изменениях ориентации векторов E и H поля и сделан вывод о том, что с целью повышения биологической эффективности КВЧ-излучений необходимо создание специальных излучателей.

Приведенные факты свидетельствуют, что характер поляризации ЭМИКВЧ в медико-биологических исследованиях также является важным биотропным параметром. Однако, несмотря на столь обширную доказательную базу о необходимости включения в число биотропных параметров таких параметров как когерентность излучения, поляризация, варьирование уровня и частоты воздействующего на биообъект излучения, в наиболее массовые серийно выпускаемые аппараты КВЧ терапии типа «Явь» [18-20] и «Электроника КВЧ» [21, 22], в том числе и их модификации [23, 24] ни один из указанных параметров не включен.

По-видимому, не следует удивляться тому, что при тщательно контролируемых клинических испытаниях аппаратов обнаруживается [25], что эффективность лечения клинически сложных больных в одних случаях не превышает эффективности в режиме плацебо (до 40 % из общего числа пациентов), а в других даже возможны серьезные побочные эффекты. Надо полагать, что последнее обусловлено энергетическими перегрузками организма, суть которых сводится к тому, что (как доказательно представлено в [26]) интенсивность лечения, его темп должны соответствовать резервным

возможностям организма и превышение этого темпа может принести только вред. Такой вывод подтвержден в ряде других исследований, где во избежание указных нагрузок организма предложено использовать либо амплитудно-модулированное излучение [27-28], либо оптимизировать в автоматическом режиме энергетическое и временное дозирование за счет введения биотехнической обратной связи между аппаратом и пациентом [29, 30]. Последнее может стать основой создания КВЧ аппаратов нового поколения, в то время как актуальной задачей сегодняшнего дня следует рассматривать улучшение параметров аппаратов, построенных на существующей технологической базе с тем, чтобы в усовершенствованных аппаратах обеспечивался максимально возможный набор параметров воздействующего физиотерапевтического фактора.

Конструкторский синтез источника высококогерентного КВЧ излучения

На рис. 1 представлена конструкция разработанного устройства электромагнитной крайневысокочастотной терапии, в котором в значительной мере учтены многие из представленных выше положений.

Устройство содержит отрезок 1 прямоугольного волновода, полупроводниковый генераторный диод 2 (преимущественно диод Ганна), подключенный через фильтр нижних частот 3 к источнику питания (на рисунке не показан), отрезок коаксиальной линии 4, короткозамыкающий поршень 5, выходной волновод 6, узел крепления полупроводникового диода 7, ферритовый вкладыш 8, установленный в щелевом зазоре коаксиальной линии. К выходному волноводу 6 подключен электроуправляемый аттенюатор 9 на $n-i-p-i-n$ -диоде 10, подключенный через фильтр нижних

частот 11 (проходной конденсатор) к источнику модулирующего напряжения (на рисунке не показан). Атенюатор 9 подключен ко входу преобразователя типов волн 12, который преобразует электромагнитную волну типа H_{10} в волну типа H_{11} и конструктивно представляет собой плавный волноводный переход с прямоугольного поперечного сечения на круглое поперечное сечение. Выход преобразователя подключен ко входу девятатора поляризации волн 13, который своим выходным концом входит в отверстие кольцевого магнита 14, обращенного к облучаемому участку тела пациента и непосредственно к нему примыкающего, причем обращенность северным или южным полюсом к биообъекту определяется конкретными терапевтическими задачами.

В данном устройстве источник высококоррентного излучения построен с использованием специфических резонансных свойств СВЧ цепей. Именно, известно так называемое дроссельное соединение волноводных секций, обеспечивающее беспотерное их соединение, представляющее собой в общем виде Г-образную секцию – канавку кругового типа, создаваемую во фланце или в теле толстотельного отрезка волновода вокруг его поперечного сечения [31, С. 212-213].

На резонансной частоте сверхвысокочастотное сопротивление на месте стыка отрезков волноводов равно нулю, на частоте ниже резонансной – сопротивление имеет индуктивный характер. Указанную секцию с канавкой можно рассматривать и как короткозамкнутый отрезок коаксиальной линии, размещенный соосно с продольной осью отрезка прямоугольного волновода, связанного с отрезком коаксиальной линии при помощи щелевого зазора, выполненного в его стенках в плоскости попереч-

ного сечения между полупроводниковым генераторным диодом и подвижным короткозамыкателем, и вносящий индуктивное сопротивление в колебательный контур [32].

В точке B (рис. 1), расположенной на расстоянии четверти длины волны от замкнутого конца C , протекающие токи минимальны, сопротивление велико и по отношению к точке A , находящейся на расстоянии в полдлины волны, участок AB представляет собой разомкнутую полуволновую линию, входное сопротивление которой в точке A представляет собой положительную реактивность (индуктивность) и велико по модулю. Причем, так как в точке C обеспечивается истинно нулевое сопротивление (соединение может быть реализовано пайкой, сваркой), а в точке B соединение обеспечено механической стяжкой или сваркой, то в реальной конструкции величину индуктивности можно сделать достаточно большой.

Проектирование указанного узла с учетом очерченных условий осуществляется исходя из следующих соображений.

Короткозамкнутый отрезок коаксиальной линии выбран длиной $1/4\lambda_{0cp}$, где λ_{0cp} – длина волны электромагнитного излучения в середине рабочего диапазона, с внутренним диаметром D_B внешнего проводника, удовлетворяющим соотношению $D_B \geq b + \lambda_{0min}$, где b – высота отрезка прямоугольного волновода, λ_{0min} – минимальная длина волны, и внешним диаметром d внутреннего проводника, удовлетворяющим соотношению

$$d \geq \sqrt{a^2 + \epsilon^2},$$

где a – ширина поперечного сечения отрезка прямоугольного волновода. Указанные соотношения между поперечными размерами волновода и отрезка коаксиальной линии являются конструктивными признаками генера-

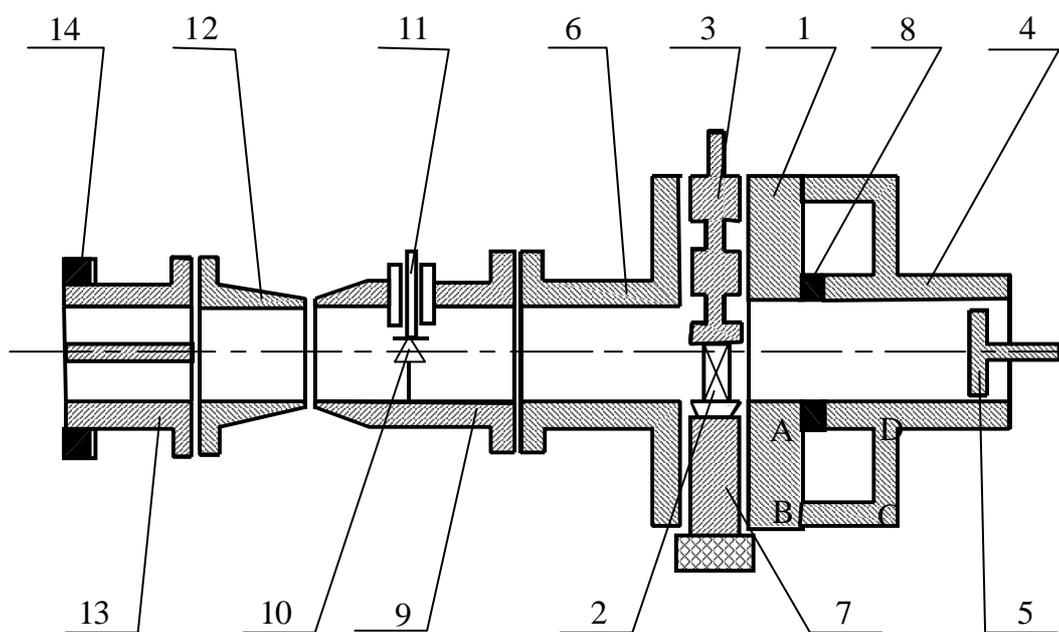


Рис. 1. Конструкция устройства для электромагнитной терапии

тора. Выполнение этих условий обеспечивает включение в состав колебательной системы большой по модулю конструктивной индуктивности (положительной реактивности), что резко повышает собственную добротность колебательной системы и, соответственно, обеспечивает высокую когерентность электромагнитного излучения. Причем, меру неравенства указанных выше соотношений удастся выбрать так, что инверсии знака реактивной проводимости можно избежать в значительном диапазоне частоты генерации.

Поскольку в состав колебательной системы в качестве реактивных параметров входят также индуктивность четвертьволнового короткозамкнутого отрезка прямоугольного волновода и емкость межконтактного зазора короткозамыкающего поршня, которая снижает добротность колебательной системы, то с целью снижения величины указанной емкости короткозамыкающий поршень (поз. 5 на рис. 1), выполненный по технологии,

представленной в [33], обеспечивает плотное прилегание тела поршня к стенкам волновода и его передвижение в волноводе сопровождается поддержанием надежного электрического контакта со стенками волновода.

Во избежание зашумливания электромагнитного излучения в генераторном диоде тепловыми шумами, связанными с протеканием значительных по величине токов через диод (в используемых диодах Ганна типа 3A718И номинальные токи достигают 1 А) и с целью увеличения эксплуатационного ресурса диодов, а также для улучшения амплитудно-частотной характеристики использовался узел крепления полупроводникового диода [34] с чрезвычайно низким тепловым сопротивлением и высокой фиксирующей способностью.

Высокая добротность таким образом синтезированного колебательного контура (порядка 1000) обеспечивает достижение высокой когерентности электромагнитного излучения:

с использованием диодов Ганна серии 3А718И в диапазоне частот 37,5...42,2 ГГц на отстройке 5 кГц от несущей уровень частотных шумов составил – (55...60) дБ/Гц, что существенно ниже нежели аналогичные показатели для известных аппаратов КВЧ терапии и ниже, чем для измерительных генераторов Г4-141 и Г4-142, широко используемых в медико-биологических исследованиях.

Для обеспечения электрической перестройки частоты весь щелевой зазор или его часть заполняется ферритом и его намагниченность изменяется внешним магнитным полем. При частичном заполнении зазора ферритом марки 1СЧ-44, намагничиваемым соленоидальным электромагнитом, удается обеспечить перестройку \pm (0,3...0,35)% от среднего значения частоты при незначительном ухудшении спектральных характеристик излучения.

Выбор режимов функционирования устройства

В известных серийно выпускаемых аппаратах КВЧ терапии уровень мощности излучения фиксирован («во избежание неквалифицированного обслуживания» - как указывают разработчики аппарата «Явь-1» [18]). Это обстоятельство существенно снижает функциональные возможности указанной физиотерапии и влечет ряд побочных эффектов [25]. В то же время известна концепция о существовании в организме человека аутодиагностической (АУД) и аутотерапевтической (АУТ) систем, требующих для своей активации агентов с различной интенсивностью [35, 36]. Выработанные восточной рефлексотерапией правила проведения терапевтических процедур, требующие изменения от сеанса к сеансу и в пределах одного сеанса интенсивности (глубины) и скорости введения и выведения акупунктурных игл [37] и обнаруженный

нами при лечении клинически сложных больных гастроэнтерологического профиля (хронический панкреатит с болевым синдромом) различный и взаимодополняющий характер влияния КВЧ излучений с различными длинами волн (5,6 и 7,1 мм) и различной глубиной модуляции излучения на любой из указанных частот подводит к мысли о необходимости включения в число необходимых параметров излучения при соответствующем приборном обеспечении – неполной и регулируемой модуляции мощности. При этом в соответствии с концепцией об АУД (информационной) и АУТ (эфекторной) системах (последняя включает иммунную систему, гормональную систему, синтез протеаз и др.) терапевтические вмешательства извне необходимы, если либо АУД- либо АУТ-системы дефектны. Так как изначально трудно выявить дефектность АУД-системы (дефектность АУТ-системы постулируется самим фактом заболевания), то при электромагнитных воздействиях организму следует предъявить агенты, которые бы активизировали обе системы, ибо без диагностики терапия невозможна. По логике вещей дефектность АУД-системы, как информационной, компенсируется слабыми воздействиями, сигналами информационного уровня, которые решают задачи сбора информации, ее обработки и принятия решения. Реализация решения (аутотерапия) требует более сильных (энергетически) воздействий. При неполной (не 100 %-ной) амплитудной модуляции удастся поочередно предъявить организму оба стимула, различающиеся по интенсивности, и таким образом активизировать обе системы.

Так как современные амплитудные модуляторы на *n-i-p-i-n*-диодах (в КВЧ диапазоне – это серийно выпускаемые отечественной промышлен-

ностью модуляторы серии М-34) имеют времена переключения состояний «включено»-«выключено» менее 10^{-7} с, то их использование в КВЧ аппаратуре позволяет осуществить воздействие на биообъект излучением с достаточно протяженным линейчатым спектром со строго фиксированным расположением максимумов и минимумов линейчатого спектра. Фактически удается предъявить организму широкополосные потоки высококогерентных волн, так что организм имеет возможность из предъявленного спектра «выбрать» необходимый участок спектра или его составляющую. Другими словами, может происходить взаимодействие по типу, который Н.Винер назвал «тем, кого это касается» [38], имея в виду, что структура организма воспринимает только «нужные» и доступные сигналы для данного состояния организма и что здоровый организм малочувствителен к электромагнитным полям в большом частотном и динамическом диапазоне. Это означает также, что подбор индивидуальных «истинно терапевтических» частот значительно облегчен. Причем, перестраивая генератор по частоте механически или электрически получаем возможность сдвигать в ту или иную сторону спектр генерируемых электромагнитных полей и тем самым охватывать значительное число биоструктур организма, биотропных параметров физиологического воздействия, изменять функциональное состояние клеток, органов, систем организма, что недостижимо при одночастотном воздействии с фиксированным уровнем сигнала.

Амплитудная модуляция воздействующего излучения необходима не только с целью снижения энергетических нагрузок на организм. При правильном выборе частоты и формы модулирующих сигналов удастся су-

щественно повысить эффективность самой терапии [39-41], и причина такого повышения кроется в определяющей роли биоритмов в функционировании живых организмов [42].

В представленном аппарате предусмотрена амплитудная модуляция треугольными импульсами с соотношением длительностей переднего и заднего фронтов в пределах 20...30, установленным нами экспериментально, и со сменой (инверсией) фронтов. Исходной посылкой такой модуляции послужило известное в акупунктуре правило [37]: для реализации режима активации акупунктурную иглу следует вводить медленно и извлекать быстро; для реализации режима седатации акупунктурную иглу следует вводить быстро и извлекать медленно. Продуктивность такого подхода подтвердилась в многочисленных клинических исследованиях в стоматологии, кардиологии, неврологии.

Введение в устройство электромагнитной терапии волноводного преобразователя типов волн (поз. 12 на рис. 1) позволяет преобразовать волну типа , формирующуюся при включении генераторного диода между широкими стенками прямоугольного волновода, в волну в круглом волноводе. Структура поля с волной осесимметрична и благоприятна для медицинских целей в том отношении, что не требует осуществлять строгую взаимоориентацию излучателя и тела пациента, что упрощает проведение процедуры и обеспечивает воспроизводимость результатов.

Введение девиатора поляризации, обеспечивающего получение на его выходе циркулярно-поляризованной волны с возможностью изменения направления вращения плоскости поляризации, важно для повышения терапевтической эффективности устройства, так как обеспечивает воз-

возможность согласовать структуру воздействующего поля с пространственной архитектурой клеточных и субклеточных структур организма и структурой физических полей организма человека, при этом, ввиду принципиальной важности указанного приема, следует его мотивировать более подробно.

Все характерные структуры человеческого организма, являющиеся мишенями для электромагнитного излучения – биомакромолекулы (молекулы воды межклеточной среды, молекулы воды, связанной с белковыми структурами кожного коллагена, липиды, медиаторы и т.п.), клетки (полагается, что рецепторные белки на мембранах клеток являются наиболее вероятной мишенью для миллиметрового крайневисокочастотного излучения [23]) с точки зрения пространственного морфогенеза обладают строго определенным типом симметрии. Так, молекулы аминокислот могут быть только левыми, а молекулы сахаров – только правыми [43]; структуры РНК и ДНК представлены двумя спиралями, и эти спирали правовинтовые [44]. В [45] полагается, что на ранней стадии эволюции жизни на основе ДНК одна из спиралей имела правое вращение, вторая – левое вращение, и указанные изменения в последующем обусловлены влиянием космофизических факторов, преимущественно влиянием электромагнитных полей. Показано также, что под воздействием асимметричных полей в молекулярной машине, составленной из фибриллярных белков (таких как кинезин, актин, миозин), внутри клеток по этим белкам могут транспортироваться микрочастицы типа везикул или хромосом [46]. То есть, столь фундаментальные биофизические процессы в терапевтических целях можно реализовать, если воздействовать электромагнитными полями,

имеющими вращательную – левую или правую – компоненту.

В [47] в процессе исследований спектрофотометрических характеристик биологически активных точек (БАТ), зон Захарьина-Геда было установлено, что оптическое излучение указанных областей в области «теплых» тонов (красный, желтый, оранжевый) имеет левовинтовую поляризацию, а в диапазоне «холодных» тонов (фиолетовый, синий, голубой) регистрировалась правовинтовая поляризация излучения. Кроме того, известные из иглорефлексотерапии «меридианы» (и потоки энергии по этим меридианам) топологически являются отражением векторных потоков энергии метаболизма – трехмерных метаболических «вихрей», выделяемых в определенном объеме активной среды [48, С. 72-75]. Эти потоки энергии могут осуществлять в организме и информационное и энергетическое воздействия, поскольку двенадцать основных меридианов проходят своими «внутренними ходами» через все жизненно важные органы тела: сердце, легкие, желудок и т.д., а на их «внешних ходах» расположены БАТ – селективные приемоизлучающие системы. Являясь комбинацией дальнедействующих электромагнитных полей и близкодействующих диффузионных процессов и выступая фактором, обеспечивающим кооперативность метаболических процессов в организме в достаточно больших объемах, указанные потоки охватывают весь организм человека. Направление потоков по меридианам, связанным с теми или иными органами при их коррекции в иглорефлексотерапии, идентифицируется с рекомендуемым направлением вращения (влево – вправо) игл в биологически активных точках. То есть, категория дисимметрии и ее частного проявления – киральности (от греч. – рука)

есть проявление асимметрии левого и правого, которая является доминирующей в живой природе и выступает в роли четвертого измерения в конструктивной физике живого. При этом, так как влияние эндогенных и экзогенных полей может осуществляться при корреляции их пространственно-временных, в частности, векторно-частотных характеристик, то использование воздействующих терапевтических электромагнитных полей, в наибольшей мере биоадекватных, является важным обстоятельством при разработке физиотерапевтических практик.

В приборной реализации преобразование линейно-поляризованной волны в циркулярно-поляризованную волну с левым и правым направлением циркуляции осуществляется в соответствии с [49, с. 136-140].

Как указывалось ранее, при использовании источников излучения с неконтролируемым типом поляризации в значительном числе случаев биофизические и клинические эффекты ЭМИКВЧ не проявляются и многие исследователи пытаются найти этому объяснение [2, 3, 50, 51]. Безотносительно к конкретным гипотетическим механизмам, указываемым в цитируемых источниках, общей причиной низкой эффективности является снижение чувствительности приемных биологических структур – от клеточных до фрактальных (дыхательных и кровеносных сетей) – к КВЧ излучению. В то же время достоверно установлено, что постоянные и переменные магнитные поля эффективны при взаимодействии с биологическими системами более низкого иерархического уровня (клетки, молекулы) [52, 53]: они могут изменять ориентационные связи и ионно-дипольные взаимодействия, в той или иной мере влияя на индукционные и дисперсионные связи. Кроме того,

переменные магнитные поля малой интенсивности могут ориентировать атомные группы и молекулы, изменять процессы диффузии через клеточные мембраны, индуцировать дополнительные комбинационные переходы между электронными состояниями с разной спиновой мультиплетностью, изменять вероятность этих переходов и таким образом влиять на ход реакций, что в конечном итоге должно проявиться в виде макроэффектов на клеточном и организменном уровне [54]. Подтверждением этому могут служить результаты лечения больших групп гастроэнтерологических больных с сопутствующими заболеваниями при сочетанном (одновременном) воздействии ЭМИКВЧ и магнитного поля [55] и больных синдромом приобретенного иммунодефицита (СПИД) [56] при комбинированном (последовательном) воздействии. При этом чувствительность организма к указанным полям и их эффективность возрастают, если их частота соразмерна с частотными характеристиками определенных биологических ритмов.

Под влиянием компонент индукции магнитного поля, ортогональных направлению кровотока, согласно закону электромагнитной индукции, адресованному системе кровообращения [53, С. 299-300], на противоположных стенках кровеносных сосудов, лежащих в плоскости, перпендикулярной магнитному полю и направлению кровотока, будет индуцироваться переменная ЭДС с частотой модуляции, амплитудное значение которой равно [59]

$$E = B \cdot l \cdot v \cdot 10^{-4},$$

где E – разность потенциалов, В; B – индукция магнитного поля, Тл; l – длина кровеносного сосуда в пределах зоны влияния магнитного поля, см. То есть, имеет место наложение

на систему кровеносных сосудов магнитного поля различных ориентаций поперек основного направления кровеносных сосудов и наложение электрического поля поперек направления магнитного поля. Причем, указанный механизм касается кровеносных сосудов самых различных ориентаций. В результате электрически заряженные частицы крови, такие как ионы, получают вращательное движение, и кровоток в ткани усиливается.

Включение в состав терапевтического устройства источника магнитных полей, обеспечивающих суммарное с электромагнитным излучением воздействие, в виде кольцевого магнита (тороида) позволяет осуществлять многовекторное магнитное воздействие на соответствующие структуры биоткани. Так как указанные магнитные поля содержат компоненты индукции магнитного поля как нормально и касательно ориентированные к биообъекту, так и компоненты, направление которых заключено в интервале углов 0-90° относительно нормально ориентированной к биообъекту компоненты, то это позволяет осуществить взаимодействие такого многовекторного поля с биоструктурами, имеющими различную пространственную ориентацию, в том числе и с кровеносными сосудами всех ориентаций. При этом, так как кольцевой магнит одной своей стороной непосредственно примыкает к телу пациента и так как воздействие осуществляется амплитудно-модулированным электромагнитным излучением с частотой, равной или кратной частоте вегетососудистых реакций, усиливающих под воздействием ЭМИКВЧ [57], то из-за периодического перемещения (колебаний) стенок сосудов за счет кровотока в месте ввода ЭМИ магнитное поле приобретает переменную компоненту, которая, таким образом, оказывается синхронизированной и сфазированной с указанной вегетососудистой компонентой. Такой аддитив-

ный взаимосвязанный, взаимообусловленный и взаимодополняющий, по существу синергетический [58], процесс воздействия магнитных и электромагнитных полей носит многофакторный, комплексный характер.

На микроуровне аддитивность эффектов миллиметрового электромагнитного излучения и магнитного поля сказывается в том, что под воздействием указанных физических полей в молекулярной системе, состоящей из молекулы белка, окруженной молекулами воды, органическими веществами и органическими и неорганическими ионами (кальция, магния, цинка, калия, водорода), реализуется множество колебательных состояний. Важную роль при этом играет структурированная под действием магнитного поля вода, в которой растворены молекулы биовещества. Структура макромолекулы и структура воды, которая эту макромолекулу окружает, согласованы друг с другом, в смысле удовлетворения тем или иным условиям равновесия. Локально дефектная биоструктура отражается в своем водном окружении и в отсутствие магнитного поля может быть нечувствительной к ЭМИ КВЧ. Магнитное поле достигает локально дефектных участков биоткани и перестраивает их в нужном направлении за счет структуризации водного окружения дефектных молекул. Затем, в силу равновесности для системы структурированная вода – макромолекула происходит перестройка и самой молекулы. Последняя становится чувствительной к электромагнитному излучению. Одним из возможных проявлений влияния ЭМИКВЧ на биомacroмолекулу может быть увеличение толщины водного слоя, примыкающего к биологической мембране [60], то есть увеличение гидратации. Увеличение гидратации регуляторных белков на поверхности мембраны переводит последние из одного (функционально-

пассивного) в другое (функционально-активное) состояние. Рецепторные белки, испытывавшие такой фазовый переход, оказывают решающее влияние на все процессы, происходящие в клетке [23]. К магнитным полям чувствительны и многочисленные простые молекулярные структуры, парамагнитные частицы, комплексы ион-белок (ионы в макроскопических полостях белковых макромолекул). При этом динамика ионных состояний внутри белковых макромолекул зависит от взаимной ориентации молекулы и пространственной структуры воздействующего магнитного поля, от наличия компонент постоянного и переменного магнитного поля [53, С. 292-304]. Полагаем, что в разработанном устройстве такая возможность обеспечивается, что позволяет изменять активность белка и вызывать последующие биохимические сдвиги.

Полярность магнитного поля устанавливают, исходя из установленных в последние годы данных о принципиально различном действии северного и южного полюсов магнита на человеческий организм [61], а именно – успокаивающее (седативное) действие северного полюса и возбуждающее (активирующее) – южного. Это означает, что для решения задач активации и мобилизации защитных сил организма ему могут быть предъявлены в течение одной процедуры: радиоимпульс треугольной формы с плавным нарастанием амплитуды и резким ее спадом и южный полюс магнита или радиоимпульсная последовательность в режиме меандра (длительность импульса равна длительности паузы) с экспоненциально нарастающей девиацией частоты в начальной части радиоимпульса и резко снижающейся в конечной части радиоимпульса совместно с южным полюсом магнита. Для осуществления режима седатации, успокоения, снятия воспаления необходимо воз-

действовать треугольными радиоимпульсами с коротким нарастающим и протяженным спадающим фронтами и северным полюсом магнита или северным полюсом магнита и радиоимпульсной последовательностью в режиме меандра с экспоненциально нарастающей девиацией в начальной части и резким снижением девиации в конечной части радиоимпульса.

Такое сочетание однонаправленных воздействий магнитного поля с учетом полярности, электромагнитного излучения с детерминированным временным характером изменения мощности или частоты излучения повышает эффективность указанных физиотерапевтических воздействий.

Клинические и амбулаторные испытания в неврологии, стоматологии, гастроэнтерологии и урологии показали целесообразность введения в устройство указанных отличительных признаков (при этом в качестве базы для сравнения был использован серийно выпускаемый аппарат электромагнитной милливолновой терапии «ЭМИТЕР ОНС», который дорабатывался с учетом декларируемых положений). При этом были установлены некоторые закономерности относительно необходимого направления циркуляции электромагнитного излучения: при воздействии на биологически активные точки меридиана желудка, желчного пузыря, перикарда, легких, сердца, мочевого пузыря – необходимо ЭМИ с **правоциркулярно-поляризованной** волной; при воздействии на точки меридиана поджелудочной железы, печени, тонкой кишки, почек необходимо ЭМИ с **левоциркулярно-поляризованной** волной; при комплексном лечении генерализованного пародонтита успешно достигалось устранение гиперемии и преодоление тромбогеморагического синдрома при **левоциркулярно-поляризованной** волне, а в мероприятиях

по ускоренной адаптации десневой ткани к ортопедическим конструкциям и имплантатам при правоциркулярно-поляризованной волне. При этом достигалась эффективная коррекция адаптационно-компенсаторных реакций полости рта у детей при ортодонтическом лечении. Успешным было применение такой методики и при лечении ряда неврологических заболеваний. Именно: в устранении болей, вызванных дегенеративно-дистрофическими изменениями в позвоночнике у экипажей транспортных средств и операторов персональных компьютеров. Во всех случаях циркулярно-поляризованное ЭМИ оказалось эффективнее линейно-поляризованного.

Заключение

Таким образом, при удовлетворении определенных условий, предъявляемых к параметрам иницирующего миллиметрового электромагнитного излучения и структуре постоянного магнитного поля, воздействующих на биообъекты совместно, достигается отчетливо выраженный синергетический эффект, обеспечивающий достижение ряда терапевтических эффектов, не достигаемых при воздействии указанных физиотерапевтических агентов раздельно. Наличие столь значительного числа регулируемых биотропных параметров указанных физиотерапевтических факторов позволяет не только исключить так называемый «эффект привыкания», характерный для всех нерегулируемых физиотерапевтических методик, но и увеличить количество информационно-энергетических факторов, характеристики которых соответствуют параметрам самоорганизующихся систем.

Выражаем благодарность за проведение клинических исследований А.И. Руденко (Институт гастроэнтерологии АМН Украины), В.Н. Ткаченко (Днепропетровская государственная

академия), Ю.Н. Куликовичу (Частная фирма «Клиника доктора Куликовича»), и за помощь в проведении конструкторских работ А.В. Кравченко (Институт технической механики НАН и НКА Украины).

Литература

1. Улащик В.С., Лукомский И.В. Основы общей физиотерапии. – Минск-Витебск: Здоровоохранение, 1997. – 256 с.
2. Искин В.Д. Биологические эффекты миллиметровых волн и корреляционный метод их обнаружения. Харьков: Изд-во «Основа» при Харьков. ун-те. – 1990.– 248 с.
3. Чукова Ю.П. Нетепловые биоэффекты мм-излучения в свете законов термодинамики и люминесценции // Миллиметровые волны в биологии и медицине. – 2001. - № 4 (24). – С.13-32.
4. Девятков Н.Д., Голант М.Б., Бецкий О.В. Миллиметровые волны и их роль в процессах жизнедеятельности. – М.: Радио и связь, 1991. – 168 с.
5. Влияние электромагнитного излучения миллиметрового диапазона субтермальных уровней на скорость восстановления произвольных двигательных актов после повреждения седалищного нерва / И.Я.Сердюченко, А.В.Кравченко, Л.В. Кушнирчук и др. // Нейрофизиология. – 1996. – Т.28, № 1. – С.3-6.
6. А.с. (СССР) № 1090421 МПК А61 N 5/00. Способ лечения травм и заболеваний опорно-двигательного аппарата / И.И. Талько, Д.В. Дворникова, В.И. Цвентарный. – Опубл. 07.05.1984. – БИ № 17.
7. А.с. 1450830 СССР, МКИ 4А61 N 1/42. Способ лечения инфицированных ран / В.С.Земсков, Н.Н.Корпан, В.А.Павленко, Я.И.Хохлич, В.И.Шматко. – Опубл. 15.01.89. Бюл. № 2.

8. А.с. 1621951 СССР, МКИ 4А61 N 25/00. Способ лечения больных с гнойно-воспалительными осложнениями заболеваний органов гепатобилиарной системы / В.С.Земсков, Н.Д.Бондаренко, Н.Н.Корпан. – Опубл. 23.01.91. Бюл. № 3.
9. Воздействие электромагнитных колебаний КВЧ диапазона на частотах молекулярного спектра поглощения и излучения оксида азота на тромбоциты, эффекторные клетки системы гемостаза / В.Ф.Киричук, М.В.Волин, А.П.Криницкий и др. // Миллиметровые волны в биологии и медицине. – 2001, № 1-2 (21-22). – С.3-10.
10. Popp F.A., How Cells Communicate by Means of Coherent Electro-magnetic fields: Laser + Electro = Optic. – 1980. – Vol.19, №3. – P. 28-32.
11. Макаренко В.Т., Тимчишин В.Н., Цвирко Ю.А. Источник мощности для КВЧ терапии // Междунар. Симпозиум «Миллиметровые волны нетепловой интенсивности в медицине». Сб. докладов. – Ч. 3. – Москва: ИРЭ АН СССР. – 1991. – С.730-732.
12. Ковалев А.А., Костюнин А.В. Сочетание когерентных электромагнитных излучений – от суммации к интегральному синтезу // Миллиметровые волны в биологии и медицине. – 2001, № 1-2 (21-22). – С.34-43.
13. ГДИ-автодинный метод исследования биообъектов / В.С.Банников, О.Ю.Веденский, Г.П.Ермак, И.Л.Колесник, В.П.Шестопалов // Докл. Акад. наук СССР, 1990. – Т. 315, № 3. – С.733-737.
14. Кузьменко А.П., Лобарев В.П., Соловьев И.Е., Тофан А.В. Микроволновая резонансная терапия при мощности КВЧ-излучения 10^{-14} Вт / Применение радиоволн миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов. – Харьков: ИРЭ АН УССР. – 1991. – С.26-29.
15. Исследование роли поляризации КВЧ излучения при его воздействии на биообъекты / И.М.Дмитриевский, В.С.Щеглов, Е.Д.Алипов и др. // Тез. докл. Всесоюзного Симпозиума с междунар. участием «Фундаментальные и прикладные аспекты применения миллиметрового электромагнитного излучения в медицине. – К.: ВНК «Отклик», 1989. – С. 18-19.
16. О коэффициенте отражения кожной поверхности в миллиметровом диапазоне электромагнитного излучения / И.А.Иванченко, Н.Я.Врудина, В.Г. Трилис и др. // Тез. докл. Всесоюзного Симпозиума с междунар. участием «Фундаментальные и прикладные аспекты применения миллиметрового электромагнитного излучения в медицине. – К.: ВНК «Отклик», 1989. – С. 174-175.
17. Определение компоненты электромагнитного поля миллиметрового диапазона, возбуждающей электромагнитные колебания в клетках, и выбор оптимальных форм облучателей / М.Б.Голант, К.Н.Гринберг, О.Ф.Зданович и др. // Электронная техника. Сер. Электроника СВЧ. – 1987. – Вып. 8. – С.52-54.
18. Голант М.Б., Дедик Ю.В., Кругляков Н.А. Аппарат для локального лечебного облучения электромагнитными волнами миллиметрового диапазона нетепловой интенсивности // Электронная промышленность. – 1985. – Вып. 1. – С.52-55.
19. Элементы волноводного СВЧ тракта для малогабаритной терапевтической установки / Г.Ф.Бакаушина, Ю.В.Дедик, В.А. Маслихин и др. // Электронная техника. Сер. Электроника СВЧ. – 1986. – Вып. 5. – С.18-32.
20. Малогабаритная эксперименталь-

- ная терапевтическая установка для лечения СВЧ облучением / Ю.В.Дедик, Н.А.Кругляков, Т.Б.Реброва и др. // Электронная техника. Сер. Электроника СВЧ. – 1984. – Вып. 6. – С.61.
21. Балаба А.Н., Голант М.Б., Назаренко Н.С. Приборы для рефлексодиагностики и терапии «Электроника КВЧ» // Электронная промышленность. – 1987. – Вып. 1. – С.30-31.
 22. Аппаратный комплекс «Электроника КВЧ», Киев: НПО «Сатурн». – 1991. – 156 с.
 23. Бецкий О.В., Лебедева Н.Н. История становления КВЧ терапии и 10-летние итоги работы Медико-технической ассоциации КВЧ // Миллиметровые волны в биологии и медицине. – 2001, № 4 (24). – С.5-19.
 24. Бецкий О.В., Яременко А.Г. Становление мм-терапии. Биофизические механизмы (эволюция взглядов) // Межд. Крымская конференция «СВЧ техника и коммуникационные технологии». Материалы конференции. – Севастополь: «Вебер», 2005. – Т. 1. – С. 22-26.
 25. Серебряков С.Н., Довганюк А.П. Лечение больных язвенной болезнью волнами миллиметрового диапазона // Вопросы физиотерапии, курортологии и лечебно-физической культуры. – 1989, № 4. – С. 37 - 38.
 26. Golant M. Specific laws of medicine connected with physical laws of preserving energy and its conversion from disordered forms into the ordered ones / Int. Conf. "Microwave in medicine-91. – Digest of papers – Belgrade, Yugoslavia, 1991. – P. 206-217.
 27. Об использовании амплитудной модуляции для повышения эффективности работы аппаратуры, применяемой для информационных воздействий электромагнитных колебаний на живые организмы / Е.Н.Балибалова, А.Г.Бородкина, М.Б.Голант и др. // Электронная техника. Сер. Электроника СВЧ. – 1982. – Вып. 8. – С.6-7.
 28. Гопеев А.Б., Фесенко Е.Е., Чемерис Н.К. Роль модуляции в эффектах низкоинтенсивного электромагнитного излучения КВЧ на активность клеток иммунной системы // Вестник новых медицинских технологий. – 1998. – Т.V. – № 1 – Приложение: Материалы международного конгресса «Медицинские технологии на рубеже веков». – 1998. – С.50.
 29. А.с. 1711920 (СССР) МКИ А 61 N5/02 Устройство КВЧ терапии / А.В. Люлько, И.И. Соколовский, М.Б. Баскаков, В.И. Гершун, Н.Е. Житник, В.И. Самойлов, В.Н. Ткаченко, Б.Г. Урусов.; заявл. 19.01.90, опубл. 15.02.92. – БИ № 6.
 30. Терапия, контроль и коррекция состояния организма человека воздействием высокочастотных электромагнитных полей в замкнутой биотехнической системе / В.И.Афромеев, М.М.Нагорный, И.И.Соколовский и др. // Вестник новых медицинских технологий. – 1997. – Т.IV. – № 4. – С. 74-80.
 31. Дж. К. Саусворт. Принципы и применения волноводной передачи. – Пер. с англ. М.: Советское радио, 1995. – 700 с.
 32. А.с. 1363422 (СССР) МКИ H03B 7/14 Генератор сверхвысокой частоты / И.И. Соколовский, В.Я Крысь, С.В. Плаксин. заявл. 05.02.1987, опубл. 30.12.1987. – БИ № 48.
 33. А.с. 1427445 (СССР) МКИ H01P 1/28 Устройство для настройки волноводных узлов / И.И. Соколовский, В.Ф. Коломойцев, В.Я. Крысь. заявл. 15.08.1987, опубл. 30.09.1988. – БИ № 36.

34. Патент України на винахід № 57222 МПК 7 H01P 1/00, H01P 1/15. Вузол кріплення напівпровідникового діода / І.І. Соколовський, М.Я. Житник, С.В. Плаксін, Л.М. Погоріла, опубл. 16.06.2003. – Бюл. № 6.
35. Чернавский Д.С., Карп В.П., Родштат И.В. Возможный механизм пунктурного КВЧ воздействия, основанный на нейрофизиологических процессах / Сборн. докл. «Миллиметровые волны нетепловой интенсивности в медицине». М.: ИРЭ АН СССР, 1991. – Ч. 3. – С. 554-559.
36. Распознавание, аутодиагностика, мышление / Д.С. Чернавский, В.П. Карп, И.В. Родштат, А.П. Никитин, Н.М.Чернавская. – М.: Радиотехника, 2004. – 271 с.
37. Гаваа Лувсан. Традиционные и современные аспекты восточной рефлексотерапии. М.: Наука, 1986. – 576 с.
38. Винер Н. Кибернетика или управление и связь в животном и машине. – Пер с англ. – М.: Советское радио, 1968. – 326 с.
39. Афромеєв В.І., Субботина Т.І., Яшин А.А. Корреляційний підхід і роль фізіологічних ритмів в об'ясненні ефектів взаємодії електромагнітних полів з живим організмом // Вестник новых медицинских технологий. – 1997. – Т.IV. – № 3. – С. 31-35.
40. Дубовская Н.Г., Нагорный М.М., Соколовский И.И. Особенности модуляции волн при электромагнитной терапии детского церебрального паралича // Современные проблемы неврологии / Под ред. Н.Г. Дубовской. – Днепропетровск: ДГМА, 1994. – С. 50-58.
41. Кардиосинхронная терапия больных гастроэнтерологического профиля / Ю.А.Филиппов, Н.Е.Житник, И.И.Соколовский и др. // Другий Український тиждень гастроентерологів (тези доповідій), 23-25 вересня 1997 р. – Дніпропетровськ: УкрНДІГ. – С.133-134.
42. Гласс Л., Мэки М. От часов к хаосу. Ритмы жизни. – Пер. с англ. – М.: Мир, 1991. – 284 с.
43. Гарднер М. Этот правый, левый мир. Пер. с англ. М.: Мир, 1967. – 265 с.
44. Чернавский Д.С. Проблема происхождения жизни и мышления с точки зрения современной физики // Успехи физических наук, 2000. – Т. 170, № 2. – С.157-183.
45. Яшин А.А. Четвертое измерение в конструктивной физике живого: эффекты киральности в биологии / Вестник новых медицинских технологий. – 2000. – Т.VII, № 2. – С.50-55.
46. От «демона Максвелла» к самоорганизации процессов массопереноса в живых системах / Г.Р.Иваницкий, А.Б.Медвинский, А.А.Деев и др. // Успехи физических наук, 1998. – т.168. – № 11. –С.1221-1231.
47. Кораблев Н.Н. К вопросу о квантово-информационном анализе биологических объектов // Вестник биофизической медицины. – 1994. – № 2. – С.28-30.
48. Добронравова И.С. Синергетика: становление нелинейного мышления. – Киев: Лыбидь, 1990. – 152 с.
49. Будурис Ж., Шеневье П. Цепи сверхвысоких частот. М.: Сов.радио, 1979. – 286 с.
50. Ситько С.П. Почему не всегда воспроизводимы резонансы Девяткова-Грюндлера? // Докл. Академии наук УССР. Серия Б. – № 4. – 1989. – С.74-77.
51. Бецкий О.В., Лебедева Н.Н., Котовская Т.И. Фракталы в биологии и медицине // Биомедицинские технологии и радиоэлектроника. – 2002, № 10-11. – С.49-59.

52. Бинги В.Н., Савин А.В. Физические проблемы действия слабых магнитных полей на биологические системы // Успехи физических наук. – 2003. – Т. 173, № 3. – С. 267 - 300.
53. Бинги В.Н.. Магнитобиология. Эксперименты и модели, М.: «Милта». – 2002. – 592 с.
54. Улащик В.С. Теоретические и практические аспекты общей магнитотерапии // Вопросы физиотерапии, курортологии и лечебной физической культуры. – 2001, № 5.– С.3-8.
55. Магнитомиллиметровая терапия / А.И.Руденко, И.И.Соколовский, Ю.А.Филиппов и др. // Гастроэнтерология. – Міжвідомчий збірник. 2000. – Вип. 31. – С. 275-279.
56. Патент RU 2166968. МКИ А61 N 2/04, А61 N 5/02. Способ комбинированного воздействия переменного магнитного поля и миллиметрового излучения на вирионы СПИДа / В.А. Коваленко, опубл. 20.05.2001 БИ № 11.
57. Особенности сосудистых реакций здоровых людей при КВЧ воздействиях / М.А.Ронкин, О.В.Бецкий, И.М.Максименко и др. // VII Всес. Семинар «Применение КВЧ излучения низкой интенсивности в биологии и медицине». – Тез. докл. – М.: ИРЭ АН СССР. – С.46.
58. Хакен Г. Синергетика: Иерархия неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах: Пер с англ. М.: Мир, 1985 . – 423 с.
59. Coppelien C. Jr., Hal K.V. Electromagnetic blood flowmetry in clinical surgery // Acta Chir. Scand. Suppl. – 1967. – 368. – P. 3 - 37.
60. Емец М.Б., Фисун А.И. Влияние миллиметровых волн низкой интенсивности на толщину водного слоя, примыкающего к биологической

мембране // 13 Межд. Крымская конференция «СВЧ техника и коммуникационные технологии». Материалы конференции. – Севастополь: «Вебер», 2003. – С. 104-105.

61. Magnet therapy / G. Singh Birla et al. // Healing Arts Press, Rochester, 1990. – 237 p.

Резюме

МЕТОДОЛОГІЯ І АПАРАТУРНА РЕАЛІЗАЦІЯ МАГНІТОМІЛІМЕТРОВОЇ ТЕРАПІЇ

*Дзензерський В.А., Денга О.В.,
Плаксин С.В., Соколовський І.І.,
Соколовська Л.В.*

Розроблені методика і пристрій фізіокорекції організму людини з використанням низькоінтенсивного висококогерентного міліметрового випромінювання і магнітного поля спеціальної поляризаційної структури, що дозволяють реалізувати режими комплексної дії на організм

Summary

METHODOLOGY AND HARDWARE REALIZATION OF MAGNETIC MILLIMETRIC THERAPY

*Dzenzersky V.A., Denga O.V.,
Plaksin S.V., Sokolovsky I.I.,
Sokolovskaya L.V.*

The technique and the device of physiological correction of a human body with use both few-intensive highly coherent millimetric radiation and a magnetic field of the special polarising structure are developed, allowing to realise modes of complex influence on an organism.

*Впервые поступила в редакцию 19.06.2009 г.
Рекомендована к печати на заседании
редакционной коллегии после рецензирования*