

## ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ И АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА УПРАВЛЕНИЯ ГОМЕОСТАЗОМ ОРГАНИЗМА С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ МИКРОВОЛНОВОГО ДИАПАЗОНА

*С.Н. Даровских, В.Ф. Тележкин*

## DESIGN PRINCIPLES AND HARDWARE AND SOFTWARE TOOLS FOR ORGANISM HOMEOSTASIS CONTROL BY MEANS OF MICROWAVE ELECTROMAGNETIC RADIATION

*S.N. Darovskih, V.F. Teletzkin*

Обоснована новая биофизическая концепция разрешения проблемы электромагнитного загрязнения окружающей среды. Сформулированы принципы построения управления гомеостазом организма с помощью электромагнитных излучений микроволнового диапазона. Приведено описание аппаратно-программных средств их реализации.

*Ключевые слова: управление, гомеостаз, космос, организмы, электромагнитные излучения.*

New biophysical concept of solving electromagnetic environment pollution problem is proved in the article. Principles for organism homeostasis control by means of microwave electromagnetic radiation are given. Hardware and software implementation tools are presented.

*Keywords: control, homeostasis, space, organisms, electromagnetic radiation.*

### Введение

Одной из социально значимых тенденций современности является всеобщее снижение жизнеспособности человеческого организма, обусловленное растущим, несмотря на принимаемые меры, уровнем негативного воздействия человека на природную среду. При этом на передний план выходят такие компоненты окружающей среды, которые еще полвека тому назад рассматривались как наиболее благоприятные для организмов, в том числе и для человека. К таким компонентам окружающей среды относится электромагнитный фон радиочастотного диапазона.

В настоящее время природный электромагнитный фон, обусловленный космическими и геофизическими факторами, в значительной степени подвергнут искажениям из-за воздействия на него электромагнитных излучений (ЭМИ) антропогенного происхождения. Эти излучения определяют новые негативные свойства среды обитания для организмов на долгую перспективу.

На всех этапах эволюции организмов природный электромагнитный фон выполнял определенную, до сих пор слабо изученную по своим механизмам информационно-управляющую роль в поддержании способности биологических систем противостоять изменениям внешней и внутренней среды, сохранять относительное динамическое постоянство своей структуры и свойств.

Электромагнитное загрязнение окружающей среды, называемое электромагнитным смогом, в настоящее время практически исключает управляющую роль природного электромагнитного фактора в поддержании гомеостаза в организмах, *создает условия для возникновения в них сложно предсказуемых негативных последствий в медико-биологическом отношении.* Это подтверждается многочисленными исследованиями, проведенными в стране и за рубежом [1].

В то же время нельзя не признать уже существующую медицинскую практику использования ЭМИ искусственного происхождения в лечебных це-

---

**Даровских Станислав Никифорович** – канд. техн. наук, доцент кафедры радиотехнических систем, Южно-Уральский государственный университет; darovskih.s@gmail.com

**Тележкин Владимир Федорович** – д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой радиотехнических систем, Южно-Уральский государственный университет; tvf@rts.susu.ac.ru

---

**Darovskih Stanislav Nikiforovich** – Candidate of Science (Engineering), Associate Professor of Radio Engineering Systems Department, South Ural State University; darovskih.s@gmail.com

**Teletzkin Vladimir Fedorovich** – Doctor of Science (Engineering), Professor, Head of Radio Engineering Systems Department, South Ural State University; tvf@rts.susu.ac.ru

лях. Различными научными школами (акад. Н.Д. Девяткова, проф. А.А. Яшина, проф. С.П. Ситько и др.) получены многочисленные результаты, доказывающие на основании выдвигаемых гипотез существование такой возможности.

Но парадоксальность такой возможности состоит в том, что лечебный эффект достигается использованием ЭМИ с частотно-временной структурой, идентичной спектру излучений источников электромагнитного загрязнения окружающей среды. При этом выбор «лечебных излучений» происходит без учета управляющей роли для организмов природного электромагнитного фактора экзогенного происхождения и современного состояния электромагнитного загрязнения окружающей среды.

Такая противоречивость и изолированность от внешних условий при оценке роли для организмов ЭМИ указывает на наличие проблем концептуального характера, лежащих в основе понимания механизмов позитивного и негативного их воздействия на объекты живой природы. Разрешение этих проблем обуславливает актуальность *разработки новых принципов построения и аппаратно-программных средств управления гомеостазом организма в лечебных целях с помощью ЭМИ микроволнового диапазона.*

#### **Концептуальные основы противодействия электромагнитному загрязнению окружающей среды и принципы построения управления гомеостазом организма с помощью ЭМИ микроволнового диапазона**

В основе новой биофизической концепции *противодействия* электромагнитному загрязнению окружающей среды и формулировки на ее основе принципов построения управления гомеостазом организма с помощью ЭМИ микроволнового диапазона лежит анализ исходных положений и нерешенных проблем, связанных с исследованием взаимодействий организмов с ЭМИ миллиметрового диапазона при их использовании в лечебных целях.

Идея о возможности специфического воздействия ЭМИ микроволнового диапазона (миллиметрового диапазона длин волн) на биологические структуры и организмы была высказана советскими учеными: акад. Н.Д. Девятковым, проф. М.Б. Голант и др. – в 1964–65 гг. [2]. Основное ее содержание состояло в следующем. Миллиметровое излучение внеземного происхождения сильно поглощается атмосферой Земли. Поэтому организмы не могли иметь естественных механизмов приспособления к колебаниям заметной интенсивности в этом диапазоне, обусловленном внешними причинами, однако могли приспособиться к собственным аналогичным колебаниям. Другими словами, высокая чувствительность организмов к ЭМИ миллиметрового диапазона длин волн – это свойство только *эндогенного* происхождения. К сожалению, эту идею, которая стимулировала проведе-

ние многочисленных исследований по установлению закономерностей взаимодействия низкоинтенсивных ЭМИ с организмами и дала определенный толчок развитию физиотерапевтических устройств нового поколения, следует признать только частично отражающей многообразие взаимодействия ЭМИ с организмами. Она не позволила обосновать наиболее рациональную частотно-временную структуру сигнала для лечебных целей, установить роль других диапазонов длин волн и их взаимосвязь для решения задач коррекции нарушений гомеостаза организма, выяснить взаимоотношения ЭМИ низкой интенсивности природного и антропогенного происхождения и т. д. Теоретическая сторона проведенных исследований построена главным образом на совокупности выдвигаемых гипотез по итогам проведенных экспериментов. Исследователи, придерживающиеся вышеуказанной идеи, продолжают поиск «оптимальных» несущих частот в миллиметровом диапазоне длин волн и наиболее целесообразных для них частотно-временных структур. Однако следует признать, что в рамках указанной выше идеи этот поиск априорно обречен на неудачу.

В этой связи актуальной является новая концептуальная основа использования ЭМИ в лечебных целях, которая учитывает современные реалии электромагнитного загрязнения окружающей среды.

Ее основная идея, изложенная совместно с практическими приложениями в работах С.Н. Даровских [3–7], связана с эволюционно сформированными механизмами высокой чувствительности организмов к ЭМИ, обусловленными природными факторами *как экзогенного, так и эндогенного происхождения.* При этом основным и безусловным источником информации экзогенного происхождения для организмов является *космический микроволновый фон*, состоящий (по степени приоритета) не только из микроволнового излучения Солнца и микроволнового излучения нашей Галактики, но и реликтового излучения центра Вселенной<sup>1</sup>, обнаруженного в 1965 г. американскими учеными А. Пензиасом и Р. Вильсоном. В этой связи для обеспечения в организмах управляющей роли природного электромагнитного фактора в профилактических и лечебных целях принципиально важным является выполнение требования, согласно которому превышение интенсивности антропогенного микроволнового фона над природным должно быть минимальным. Так как в большинстве случаев это требование априорно

<sup>1</sup> Реликтовое излучение характеризуется высокой степенью изотропии, имеет спектр от 0,5 мм до 50 см, характерный для абсолютно черного тела при температуре  $T = 2,7$  К. Однако наибольшая проникающая способность излучения и его интенсивность, позволившая зарегистрировать его на поверхности Земли, характерна для длины волны 7,35 см и близких к ней.

невыполнимо, то вынужденной является процедура искусственного усиления природного электромагнитного фона или его моделированного аналога до уровня антропогенного. Последнее обстоятельство, которое необходимо для восстановления в организмах управляющей роли природного электромагнитного фактора и свойства «природности», используемого ЭМИ, отражает основную идею концепции *противодействия* электромагнитному загрязнению окружающей среды.

Таким образом, в основе новой биофизической концепции разрешения проблемы электромагнитного загрязнения окружающей среды лежит утверждение о возможности и целесообразности *использования для восстановления нарушенных по разным причинам гомеостатических процессов в организмах искусственного электромагнитного фона, сравнимого по интенсивности с антропогенным и представляющего собой аналог космического микроволнового фона.*

Возможны два способа реализации указанной концепции. Первый способ связан с моделированием природного электромагнитного фона (космического микроволнового излучения). Другой – может быть реализован при использовании специальных обнаружителей космического микроволнового фона с помощью радиотелескопов космического базирования, с последующей его ретрансляцией (после предварительного усиления) в направлении Земли. В основе этих способов лежит применение аппаратных и аппаратно-программных средств, в которых основными принципами построения управления гомеостазом организма в лечебных целях являются:

– *использование одноканальных или многоканальных широкополосных передающих устройств, работающих в диапазонах микроволнового излучения природных источников ближнего и дальнего космоса;*

– *плотность излучаемого передающим устройством потока энергии в единицу времени должна быть сравнима с интенсивностью электромагнитного фона антропогенного происхождения;*

– *для частотной и амплитудной модуляции высокочастотных излучений необходимо использование реальных параметров низкочастотных флуктуаций космического микроволнового фона или их аналогов, которые формируются аппаратными или программными средствами.*

#### **Теоретическое обоснование соотношения информационных и энергетических воздействий на объекты живой природы**

Одной из нерешенных задач, сдерживающих широкое применение медицинской техники в лечебных целях, является задача теоретического обоснования соотношения механизмов энергетического и информационного воздействий на объекты живой природы.

Для решения указанной задачи наиболее эффективен термодинамический подход. Использование второго начала термодинамики для открытых систем  $\Delta U = \Delta F + T \cdot \Delta S$  позволяет установить, что в основе механизма информационных воздействий на объекты живой природы лежит изменение только свободной части  $\Delta F$  внутренней энергии  $\Delta U$  биологического объекта без изменения связанной ее составляющей  $T \cdot \Delta S = \Delta E_{\text{связ}}$ , определяющей при заданной термодинамической температуре  $T$  биологического объекта изменение его энтропии  $\Delta S$ .

По отношению к характеру изменения внутренней энергии возможны несколько видов информационных воздействий.

Первый из них направлен на стимулирование процессов, приводящих к увеличению потенциала свободной части внутренней энергии  $F$  на величину  $\Delta F > 0$ , с последующим ее использованием организмом для коррекции нарушений его регуляторных функций. Одним из таких процессов может быть процесс усиления с помощью ЭМИ низкой интенсивности эффективности синтеза аденозинтрифосфата в условиях гипоксии клеточных структур. Такое информационное воздействие свободно от каких-либо ограничений на его применение. При этом его эффективность тем выше, чем раньше оно может быть применено к биологическому объекту без каких-либо ограничений, связанных с периодом протекания у него того или иного заболевания.

Этот вид воздействия следует рассматривать более предпочтительным другому виду, направленному на мобилизацию защитных функций организма. При таком виде воздействия происходит «включение» механизмов регуляции, действие которых основано на использовании (уменьшении) имеющегося в организме потенциала свободной энергии  $F$ . Изменение свободной энергии в этом случае отрицательно ( $\Delta F < 0$ ). Эффективность такого вида информационного воздействия зависит от имеющегося в организме запаса свободной энергии. И поэтому применение такого вида информационного воздействия для коррекции регуляторных функций в организме не всегда может привести к положительному результату. К указанному виду воздействий следует отнести непродолжительные процедуры с использованием ЭМИ антропогенного происхождения, которые по сути своей являются потенциально вредными для организма. Положительный эффект такого воздействия достигается в результате перестройки функциональных систем организма в «направлении», при котором ослабляется его негативное воздействие на организм. Происхождение указанного эффекта напрямую связано с известным термодинамическим принципом подвижного равновесия в природе, получившим название «принцип Ле Шателье – Брауна» [3].

Возможна и комбинация рассмотренных видов информационного воздействия на объекты

живой природы. В ее основе лежит одновременное воздействие на организм физических факторов, одни из которых направлены на увеличение свободной части внутренней энергии, а другие – на стимулирование его защитных функций, связанных с использованием имеющегося потенциала свободной энергии на организменном уровне. При таком виде информационного воздействия важным является сохранение положительного баланса изменения свободной энергии  $\Delta F$ .

Энергетические воздействия, в отличие от информационных, направлены, за счет выраженного теплового эффекта, непосредственно не на уменьшение энтропии  $S$  биологического объекта, а на ее рост  $\Delta S$ , обусловленный увеличением его температуры

$$\Delta S = S_2 - S_1 = \frac{M}{\mu} \left( C_{V\mu} \cdot \ln \frac{T_2}{T_1} \right),$$

где  $M$  – масса вещества;  $\mu$  – его молярная масса;  $C_{V\mu}$  – молярная теплоемкость вещества при постоянном объеме;  $T_1$  и  $T_2$  – термодинамические температуры биологического объекта «до» и «после» энергетического на него воздействия соответственно.

Цель такого воздействия состоит в том, чтобы создать необходимые условия для последующего (после прекращения энергетического воздействия) уменьшения энтропии путем «включения» в биологических объектах механизмов самосинхронизации. Это происходит благодаря свободной части внутренней энергии  $\Delta F$ , также сообщенной биологической системе с помощью энергетического на нее воздействия. Энергетические воздействия хорошо исследованы и их применение возможно только в состоянии ремиссии того или иного заболевания человека.

**Аппаратно-программные средства восстановления нарушенного гомеостаза организма с помощью ЭМИ микроволнового диапазона**

Аппаратные средства восстановления нарушенного гомеостаза организма с помощью ЭМИ микроволнового диапазона представлены устройством, структурная схема (рис. 1) которого иллюстрирует возможность формирования ЭМИ на частоте 4,1...4,3 ГГц (рис. 2) с частотно-временной структурой, отражающей реальные флуктуации космического микроволнового фона (рис. 3, 4).

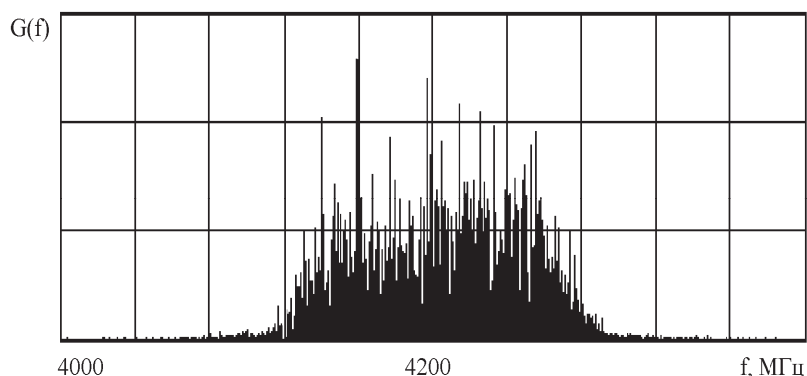


Рис. 1. Структурная схема аппарата ММРТ

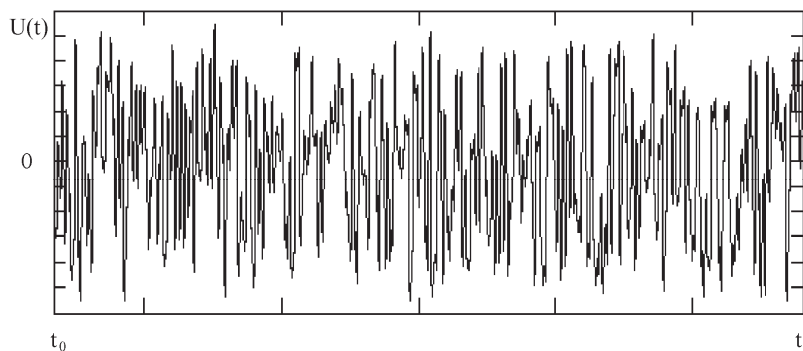


Это устройство получило название «Аппарат микроволновой магниторезонансной терапии (ММРТ)» (рис. 5).

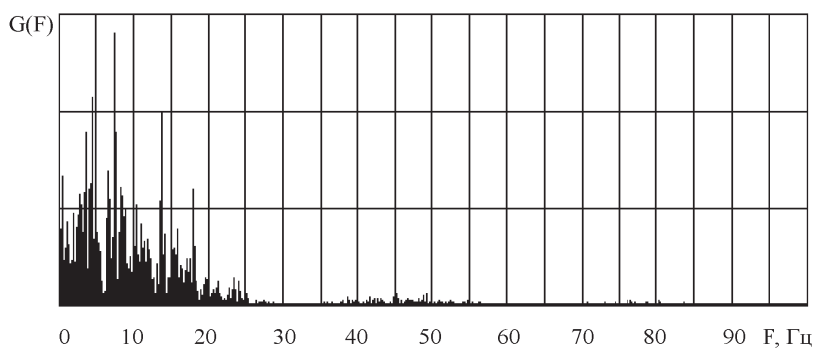
Модификацией Аппарата ММРТ является «Мультимедийная система коррекции нарушенных регуляторных функций в организме челове-



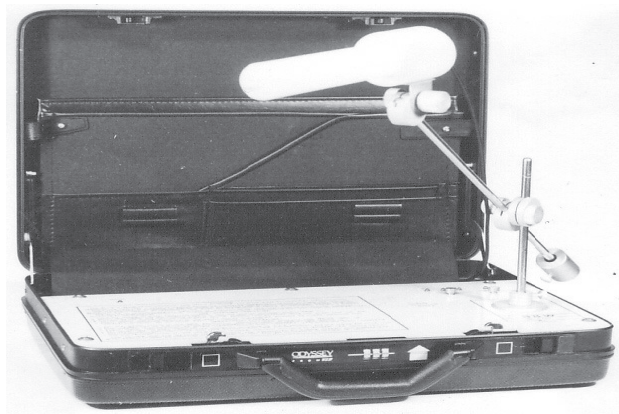
**Рис. 2. Спектр ЭМИ**



**Рис. 3. Фрагмент управляющего сигнала**



**Рис. 4. Спектр фрагмента управляющего сигнала**



**Рис. 5. Аппарат ММРТ**

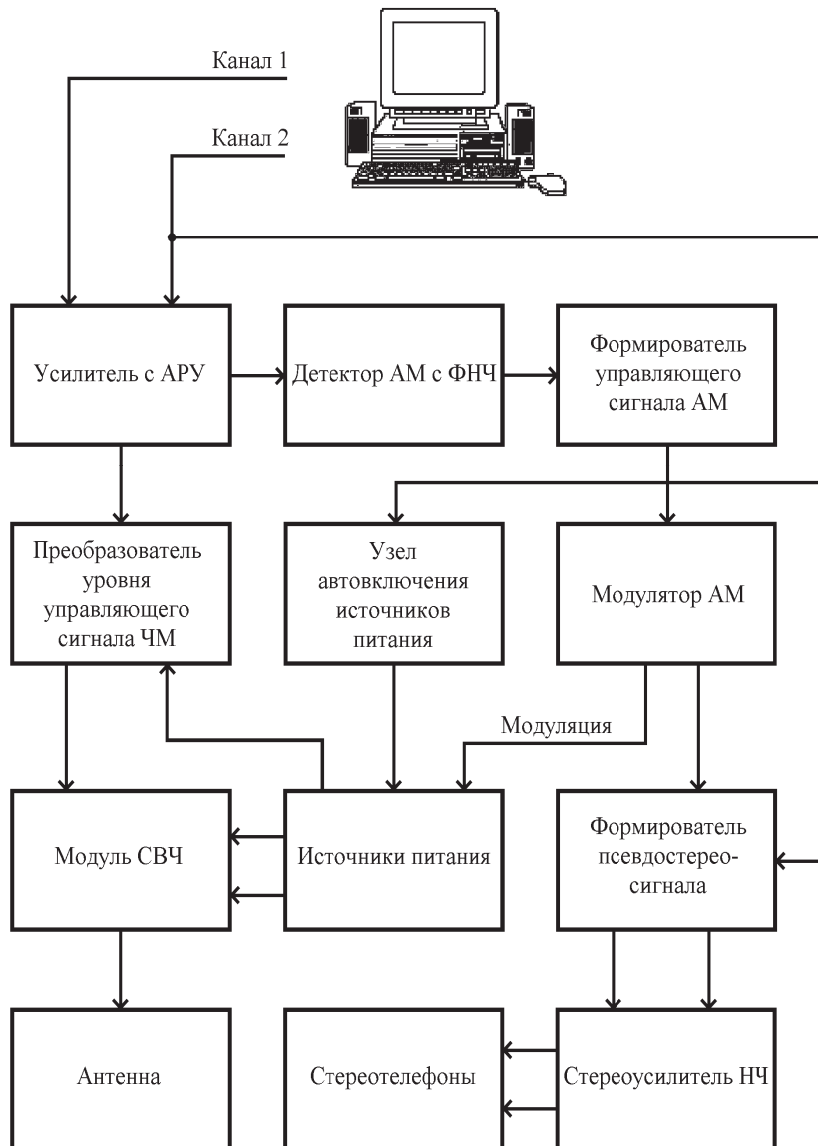


Рис. 6. Структурная схема мультимедийной системы

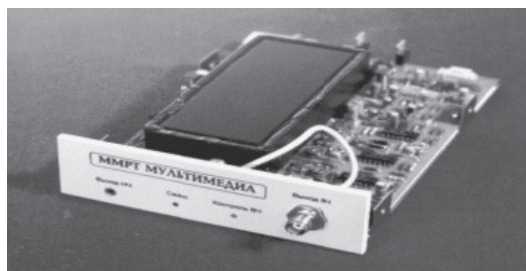


Рис. 7. Внешний вид модульной конструкции

ка»<sup>1</sup>. Данная система (рис. 6) представляет собой программно-аппаратный комплекс на базе персональной ЭВМ.

<sup>1</sup> Для усиления терапевтического эффекта в ней предусмотрено воздействие на организм человека не только ЭМИ, но и звуковыми сигналами, и видеозображениями. Последние виды воздействий находятся в настоящее время в стадии разработки.

Аппаратная часть устройства реализована в виде стандартного 5-дюймового модуля (рис. 7, 8), размещена в системном блоке компьютера (рис. 9), подключена к его блоку электропитания и обеспечивает преобразование управляющих сигналов, которые формируются программными средствами, для частотной (ЧМ) и амплитудной (АМ) модуляции сверхвысокочастотного (СВЧ) сигнала, а также воспроизведение их в звуковом диапазоне час-



**Рис. 8.** Внешний вид модульной конструкции с используемыми в процессе лечения аксессуарами: антенна, стереонаушники



**Рис. 9.** Оборудование системы

тот после усиления в стереоусилителе низкой частоты (НЧ). Преобразование управляющих сигналов осуществляется (см. рис. 6) с помощью усилителя с автоматической регулировкой усиления (АРУ), детектора АМ с фильтром низкой частоты (ФНЧ), формирователя управляющего сигнала АМ, преобразователя уровня управляющего сигнала ЧМ и модулятора АМ.

Синхронно с ЭМИ и звуковым воспроизведением управляющего сигнала на экран монитора выводятся простые геометрические фигуры, цвет которых определяется частотой управляющего сигнала, а яркость — его амплитудой (см. рис. 9).

Важное преимущество разработанной системы состоит в конструктивной и функциональной совместимости с таким высокотехнологическим оборудованием, как бытовой компьютер.

Для экспериментальной проверки основных закономерностей механизмов управления гомеостазом организма с помощью ЭМИ микроволнового диапазона были поставлены и проведены модельные эксперименты на животных [8–10], отражающие многообразие воздействия антропогенного фактора на объекты живой природы. По результатам проведенных экспериментов сделаны выводы, подтверждающие правомерность сформулированной концепции и высокую эффективность моделированного космического микроволнового фона для ослабления негативного воздействия антропогенного фактора на объекты живой природы. При этом главный их итог состоит в том, что *впервые в эксперименте доказана возможность эффективного применения ЭМИ с природной частотно-временной структурой для восстановления гомеостаза организма, начиная с острой фазы его нарушений.*

Оценка эффективности применения разработанных программно-аппаратных средств информационной физиотерапии в комплексе лечения детей и взрослых, проживающих в г. Челябинске — крупном промышленном центре Южного Урала, при остром обструктивном бронхите, пневмонии, хроническом пиелонефрите, нейросенсорной тугоухости, ревматических заболеваниях (ревматоидный артрит, болезнь Рейтера, реактивный артрит, остеоартроз) и др. была проведена на клинических

базах Челябинской государственной медицинской академии и Уральской государственной медицинской академии дополнительного образования.

Основными итогами проведенного цикла исследований являются [11–14]:

- физиотерапия, основанная на использовании аппаратных средств моделирования космического микроволнового фона в диапазоне частот 4,1...4,3 ГГц с плотностью тока, не превышающей 100 мкВт/см<sup>2</sup>, обладает высокой эффективностью при лечении широкого спектра заболеваний детей и взрослых;

- эффективность применения аппаратных средств микроволновой терапии на всех этапах развития патологического процесса достоверно проявляется в снижении активности воспаления, положительной динамике других показателей и ускоренной (на четверть по сравнению с контролем) нормализации гомеостатических функций организма.

### **Заключение**

Критическая оценка концептуальных основ построения разработанных устройств физиотерапии миллиметрового диапазона позволила выявить проблемы, требующие своего разрешения. Эти проблемы могут быть успешно решены при учете экзогенного природного электромагнитного фактора (космического микроволнового фона) при разработке принципов управления процессом восстановления нарушенного гомеостаза организма с помощью ЭМИ микроволнового диапазона. Рассмотренный в статье термодинамический подход к определению особенностей различных видов физических воздействий на организм человека выявил многообразие их проявления. Это особенно важно в отношении информационных воздействий и соответствующих им основных механизмов управления гомеостазом организма. Учет экзогенного природного электромагнитного фактора при разработке устройств физиотерапевтического назначения позволил создать высокоэффективные комплексы профилактики и лечения широкого спектра заболеваний человека [3]. Их внедрение в систему практического здравоохранения позволит впервые поставить физические методы коррекции в один ряд с лучшими фармацевтическими средст-

вами, отказаться от значительной части существующих малоэффективных (в пределах потенциально опасных) приборов физиотерапии и лекарственных препаратов.

#### Литература

1. Пряхин, Е.А. Влияние неионизирующих электромагнитных излучений на животных и человека: моногр. / Е.А. Пряхин, А.В. Аклеев. – Челябинск: Полиграф-Мастер, 2006. – 220 с.
2. Девятков, Н.Д. Миллиметровые волны и их роль в процессах жизнедеятельности / Н.Д. Девятков, М.Б. Голант, О.В. Бецкий. – М.: Радио и связь, 1991. – 186 с.
3. Даровских, С.Н. Основы построения устройств информационной электромагнитной терапии / С.Н. Даровских. – Челябинск: Издат. центр ЮУрГУ. – 2011. – 138 с.
4. Информационно-волновая концепция противодействия электромагнитному загрязнению окружающей среды и другим негативным факторам антропогенного происхождения / С.Н. Даровских, А.А. Разживин, Ю.И. Кудряшова, М.Е. Кузнецов // Биомедицинская радиоэлектроника. – 2008. – № 11. – С. 20–28.
5. Даровских, С.Н. Управляющая роль в живой природе реликтового излучения центра Вселенной / С.Н. Даровских, А.Г. Рассохин, М.Е. Кузнецов // Биомедицинские технологии и радиоэлектроника. – 2005. – № 6. – С. 40–45.
6. Некоторые аспекты информационного подхода в физиотерапии / С.Н. Даровских, А.Н. Узунова, В.М. Бойцов, А.А. Разживин // Биомедицинские технологии и радиоэлектроника. – 2002. – № 12. – С. 27–32.
7. Даровских, С.Н. Информационно-волновые методы коррекции нарушений регуляторных функций в живых организмах / С.Н. Даровских, А.А. Разживин // Зарубежная радиоэлектроника. – 1996. – № 12. – С. 33–40.
8. Опыт применения микроволновой магниторезонансной терапии в эксперименте при удлинении голени у собак / Г.В. Дьячкова, С.Н. Даровских, С.А. Ерофеев, В.М. Бойцов // Биомедицинские технологии и радиоэлектроника. – 2005. – № 1–2. – С. 100–103.
9. Исследование модифицирующего действия на биологические объекты электромагнитных излучений низкой интенсивности в комплексе воздействия их с ионизирующими потоками энергии / С.Н. Даровских, Е.И. Толстых, В.Б. Шаров и др. // Биомедицинская радиоэлектроника. – 1999. – № 8. – С. 31–35.
10. Опыт применения микроволновой магниторезонансной терапии в эксперименте при удлинении голени у собак / С.Н. Даровских, С.А. Ерофеев, Н.К. Чикорина, В.М. Бойцов // Гений ортопедии: науч.-практ. журн. – 2006. – № 1. – С. 48–51.
11. Узунова, А.Н. Использование физиотерапевтического аппарата микроволновой магниторезонансной терапии для коррекции метаболических нарушений при пневмонии у детей / А.Н. Узунова, Н.В. Горлова, С.Н. Даровских // Вестник ЮУрГУ. Серия «Образование, здравоохранение, физическая культура». – 2006. – Вып. 7. – № 3 (58), т. 1. – С. 252–255.
12. Узунова, А.Н. Влияние микроволновой магниторезонансной терапии на некоторые факторы местной иммунной защиты респираторного тракта у часто болеющих детей / А.Н. Узунова, Е.В. Курилова, С.Н. Даровских // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2004. – № 6. – С. 27–29.
13. Микроволновая терапия в комплексе лечения хронического вторичного пиелонефрита у детей / А.Н. Узунова, Е.В. Курилова, С.Н. Даровских, Н.А. Козловская // Вопросы курортологии и физиотерапии. – 1997. – № 3. – С. 27–28.
14. Эффективность микроволновой магниторезонансной терапии при обструктивном бронхите у детей / А.Н. Узунова, М.Л. Зайцева, С.Н. Даровских и др. // Педиатрия. – 1995. – № 5. – С. 44–45.

Поступила в редакцию 8 апреля 2012 г.