

<http://mbiomorph67.ru/N-88-html/cont.htm>
<http://mbiomorph67.ru/N-88-html/TITL-88.htm>
<http://mbiomorph67.ru/>

<http://sgma.alpha-design.ru/MMORPH/N-88-html/cont.htm>
<http://sgma.alpha-design.ru/MMORPH/N-88-html/TITL-88.htm>
<http://sgma.alpha-design.ru/MMORPH/TITL.HTM>

УДК 614.89:537.868

ТЕРАПЕВТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО СТОХАСТИЧЕСКОГО РЕЗОНАНСА

© 2025 г. Яшин С. А., Яшин А. А.

Исследованы модели стохастического резонанса в приложении к эффектам терапевтического воздействия электромагнитного излучения крайневысоких частот при реализации соответствующей медицинской аппаратуры.

Ключевые слова: *стохастический резонанс, электромагнитное излучение, крайневысокая частота, терапия, биосистема, псевдослучайный сигнал.*

В настоящее время существует несколько концепций, теорий и гипотез, объясняющих механизм взаимодействия электромагнитного излучения крайне высокой частоты (ЭМИ КВЧ) с живым веществом [1]. Но в любом из этих вариантов признается однозначно информационный характер воздействия ЭМИ КВЧ, то есть этот сигнал имеет минимальный энергетический уровень. Теоретические соображения о ничтожно малой энергетической базе инициации биопроцессов в организме ЭМИ КВЧ объективно подтверждаются клинической практикой крайневысокочастотной (КВЧ) терапии; например, в технологиях «Ситько-МРТ» в КВЧ-терапии используются интенсивности ЭМИ порядка $10^{20} \div 10^{21}$ Вт/Гц·см², где уже даже гипотетически не может идти речи о каком-либо тепловом воздействии, даже учитывая рассеяние на выраженных неоднородностях биоткани.

В то же время конечный эффект терапевтического воздействия ЭМИ КВЧ, – когда восстановительные процессы ликвидируют патологию клетки, несомненно достигается энергозатратными биофизикохимическими реакциями.

Таким образом, речь идет однозначно об инициировании внешним, биоинформационным сигналом ЭМИ КВЧ соответствующих клеточных энергетических процессов.

При рассмотрении вопросов, связанных с воздействием ЭМИ КВЧ на живой организм, большое внимание уделяется *стохастическому резонансу* (СР). Применительно к воздействию ЭМИ КВЧ на живой организм явление СР рассмотрено в [2]. Как известно [3], СР реализуется исключительно в нелинейных системах, генерирующих собственный шум. С этих позиций воздействие низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ на биосистему с собственным шумом – стохастическим интегральным ЭМП клеточных агрегаций – создает оптимальные условия для возникновения СР, учитывая выраженную нелинейность живого вещества в физическом плане, а также динамичность организующих его биофизикохимических процессов.

Явление СР в биосистеме может возникать при воздействии КВЧ-сигнала даже в простейшем варианте монохроматического облучения [1]. При объяснении этого эффекта необходимо помнить, что на «аппаратурный» сигнал ЭМИ КВЧ, учитывая его сверхнизкую мощность, равнодействующе накладываются другие сигналы – от промышленных помех до переизлучений поля на поверхности кожного покрова в точках акупунктуры и рефлексогенных зонах.

В естественном биоценозе мы наблюдаем внешнее полевое воздействие, а значит и эффект СР по типу «хаос+хаос». Следовательно, можно утверждать, что внешний шумовой сигнал низкой интенсивности, природный или генерируемый техническими устройствами, при его воздействии на живой организм с собственным шумовым полем является информационным инициатором упорядоченности биоинформационных сигналов биосистемы, иницирующих при этом посредством СР интенсификацию процессов, связанных с превращением свободной энергии в клетках, в итоге приводящих к коррекции и восстановлению физиологических норм жизнедеятельности организма.

Для моделирования СР в биосистеме в режиме «хаос + хаос», а также для использования в процедурах КВЧ-терапии используется схема аппаратного решения, приведенная на рис. 1.

Здесь сигнал ЭМИ КВЧ модулируется сигналом так называемой *псевдослучайной* (ПС) последовательности; другое принятое в радиотехнике и цифровой технике название: *М-последовательность* [2]. Псевдослучайный сигнал есть периодическая последовательность пачек импульсов одинаковой амплитуды, причем эта последовательность обладает – при достаточно большой длине периода – одновременно свойствами детерминированного и стохастического сигнала. Первое объясняется идентичностью пачек в каждом периоде в смысле строгого повторения генерируемых генератором ПС-сигнала импульсов и пауз (единиц и нулей в цифровом сигнале), а стохастичность обеспечивается «псевдослучайным» сочетанием единиц и

нулей в периоде: 100110100010111..., причем порядок их следования однозначно определяется схемным построением генератора.

Спектр ПС-сигнала описывается логарифмической функцией от квадрата параметра $\sin(\pi\omega/\omega_{\text{мод}})/(\pi\omega/\omega_{\text{тк}})$, где ω – текущая частота; $\omega_{\text{тк}}$ – тактовая частота генератора тактовых импульсов, запускающего генератор ПС-сигнала. При большой длине периода спектр ПС-сигнала близок к шумовому, то есть непрерывному.

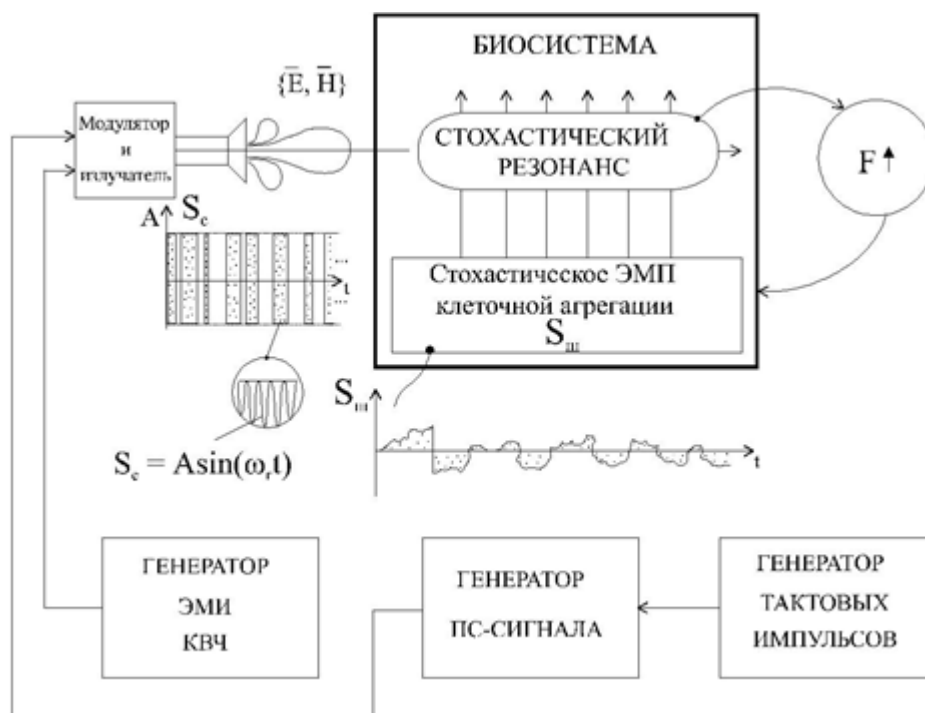


Рис.1. Модель для аппаратной реализации стохастического резонанса в КВЧ-терапии

Таким образом, согласно схеме на рис. 1, наиболее важная физиологически шумовая компонента воздействующего на клетку сигнала – низкочастотная, адекватная биоритмам – «вносится» в виде модулирующего ЭМИ КВЧ ПС-сигнала.

Можно сделать вывод, эффект СР полагается одним из базовых механизмов активации процессов регуляции превращений свободной энергии на клеточном уровне, что, собственно говоря, и составляет цель облучения организма при КВЧ-терапии с биофизикохимической точки зрения.

Реализация КВЧ-терапии в режиме СР возможна, с точки зрения аппаратного обеспечения, с использованием ПС-модуляции, что приближает модель процесса к реальным, наблюдаемым в природе, характеристикам воздействий внешнего ЭМП. Тем самым процесс лечения становится имманентным природным процессам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Электромагнитная терапия в стоматологии: Монография /Ю. А. Луценко, С. И. Соколовский, С. А. Яшин [и др.]; Под ред. Т. И. Субботиной и А. А. Яшина. – Тула: Изд-во Тульск. Гос. Ун-та, 2002.– 228 с.
2. Варакин, Л. Е. Системы связи с шумоподобными сигналами / Л.Е. Варакин.– М.: Радио и связь, 1985.– 384 с.

THERAPEUTIC APPLICATION OF HIGH-FREQUENCY ELECTROMAGNETIC STOCHASTIC RESONANCE

© 2025 Yashin S. A., Yashin A. A.

Models of stochastic resonance are investigated in application to the effects of therapeutic influence of extremely high-frequency electromagnetic radiation in the implementation of the corresponding medical equipment.

Key words: stochastic resonance, electromagnetic radiation, extremely high frequency, therapy, biosystem, pseudo-random signal.

Медицинский институт, Тульский государственный университет,
г. Тула, ул. Болдина, 128
Поступила в редакцию 09.12.2025.