

**ЕСТЕСТВЕННО - НАУЧНЫЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

УДК 577.35:5 38.8:612.8261.828.014.482

В.И.Баньков

ФОРМИРОВАНИЕ ОТВЕТНОГО СИГНАЛА ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ  
НА ДЕЙСТВИЕ ИМПУЛЬСНОГО МОДУЛИРОВАННОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО  
ПОЛЯ

Центральная научно-исследовательская лаборатория

В условиях хронического действия относительно слабых электромагнитных полей естественного происхождения развивалась и в настоящее время протекает жизнь на Земле. Эти поля, являясь постоянно действующим экологическим фактором, имеют определенное значение в жизнедеятельности различных организмов [1,11,15,21].

Использование принципа Даламбера и теории динамических систем позволило произвести расчеты, экспериментально подтвердить их и в дальнейшем доказать, что живые организмы и их органы обладают свойством формировать ответ-сигнал на воздействие низкочастотных модулированных импульсов ЭМП, носящих информационный характер. Следует отметить, что характер ответ-сигнала достоверно отражает функциональные и морфологические (анатомические) свойства живого организма в реальном масштабе времени [2]. На практике это означает возможность управления обменными процессами (функционалированием органов, целыми организмами) по системам динамической и статической обратной связи с помощью информационных сложномодулированных электромагнитных полей, близких по своим параметрам к естественным полям биосферы.

На основании этого была сформулирована цель программных исследований:

1. Проведение исследований по проблеме воздействия промышленных и бытовых электромагнитных излучений на биологические объекты (системы) на основе использования информационных свойств импульсных сложномодулированных электромагнитных полей.

2. Использование свойств информационных ЭМП для создания экологически чистой окружающей среды, экологически чистых сельскохозяйственных технологий, для уменьшения влияния радиационного заражения среды с последующей полной нейтрализацией этого влияния.

Основная часть теоретического обоснования программы исследований излагается в данной статье.

Использование ИСМ ЭМП для передачи сообщения к органу (его части) или целому живому организму можно рассматривать как частный случай, в котором сообщение (R) может быть разложено на  $R_n$  их независимых компонентов - по числу гармоник, входящих в сложномодулированный импульс. Например, если в модулированный импульс входят две гармоники, то полное число сообщений равно их произведению, т.е. для оценки информационного сообщения, содержащегося в одном модулированном импульсе, можно использовать аддитивный, двоичный логарифмический расчет информации [8,17,18].

При действии ЭМП на системы живого организма наиболее вероятны два случая: 1-"электромагнитное сообщение" оставляет системы живого организма в прежнем состоянии - сообщение для живого организма бесполезно или бессмысленно; 2-сообщение переводит какую-либо систему живого организма (орган) в новый аттрактор (начальное состояние аттрактора может быть покоен, возбуждением, циклом и т.д.)

Для практического определения относительной ценности сообщения целесообразно выявить воздействие его на отдельный аттрактор, дающим начало новым сообщениям, которые затем передаются в новую динамическую систему. Предлагаемое решение алгоритма сводится к выбору сообщения (формированию структуры импульса ИСМ ЭМП), которое имеет наибольшую ценность. Концептуально решается: теряется, сохраняется или порождается информация динамическими системами живого организма (функциональными системами) вносимым в них сложномодулированным ЭМП [10,12].

Постепенное увеличение частотно-энергетических параметров (компонентов информации) ИСМ ЭМП, приводит к появлению "зоны" поля, в результате действия которого удается получить ответ-сигнал живого органа [1,16].

Таким образом, высокая энтропия ИСМ ЭМП создает реальную возможность переноса информации от источника поля к живому организму

Соответственно для описания реакции живого органа, находящегося в ЭМП, часто используют трактовку колебательных процессов, согласно которой любое движение рассматривается как сумма собственных колебаний системы с образованием "стоячих волн". Однако для ИСМ ЭМП эта трактовка непригодна по двум причинам: во-первых, живой организм во много раз меньше длины волны реально действующего поля, т.е. теоретически реакции живого организма на действие низкоэнергетических параметров поля (например, ЭМП биосферы) не должно быть, на самом же деле неспецифическая реакция живого организма на действие таких полей объективно существует [14,25], во-вторых, проявление неспецифической реакции регистрируется как пространственно-ориентированный ответ-сигнал в реальном масштабе времени не только от целого организма, но и от функционально связанных живых органов [4,5,20,22,24].

Процесс взаимодействия живого организма (живого органа) с ЭМП и в особенности с модулированным импульсным полем основан на следующих предпосылках:

1. Живой орган обладает распределенными параметрами  $L$ ,  $C$  и  $R$  за счет высоких импедансных характеристик оболочек (поверхностных тканей) и низких импедансных характеристик внутреннего содержания. Соответственно каждый живой орган можно искусственно разложить на так называемые элементарные структуры органа (ЭСО), обладающие критической разницей импедансных характеристик, позволяющей сохранять структуре возможность формирования элементарной "автоволны" [1,2], близкой к подобной характеристике коаксиального тела (рис.1).

2. Живому органу и его ЭСО присущи колебательные процессы, обусловленные обменом веществ и циклическими характеристиками микроциркуляции (работа сосудов, сердца и т.д.). Эти процессы основаны на определенных параметрах гомеостаза и переходят в автоколебательные, т. е. живой орган в системе внешнего импульсного ЭМП возмущения будет вести себя как параметрическая автоколебательная система с  $n$  степенями свободы.

3. Для живой системы, имеющей вполне известную анатомо-морфо-логическую конфигурацию (механические, геометрические параметры), присуще также вполне определенное число собственных частот и поэтому при автоколебательных процессах существенную роль играет спектр собственных частот. Если спектр неэквидистантен, то в системе возникают синусоидальные колебания на одной из частот, для которой выполняются условия самовозбуждения и устойчивости стационарной амплитуды. Неэквидистантный процесс характерен для отдельного ЭСО. В живом органе, обладающем многими ЭСО, как правило,

возбуждаются несколько собственных колебаний, при этом форма этих колебаний может быть далека от гармонической, т.е. живой орган в ИСМ ЭМП ведет себя (или работает) как автоколебательная система с эквидистантным спектром.

Соответственно поперечные колебания в отдельном ЭСО или органе, проходящие в момент времени  $t$ , можно представить как  $V = \sqrt{T/\rho}$ , где  $T$ -поперечное натяжение,  $\rho$ -масса единицы длины, для продольного колебания  $V = \sqrt{E/\rho}$ , где  $E$ -модуль упругости белково-липидных оболочек,  $\rho$ -объемная плотность клеточных масс (рис.2).

Для понимания реального процесса взаимодействия ИСМ ЭМП с живым органом представим, что он состоит из двух ЭСО. Соответственно расчет основных электрических параметров подобного органа, имеющего перепад импедансных характеристик такой же, как у коаксиального тела, можно осуществлять следующим образом:

$$L = \frac{4m}{c} - 1 \ln \frac{b}{r}, \quad (1)$$

где  $b$  - max расстояние между ЭСО,  $r$  - средний радиус ЭСО (рис.3),  $c$  - скорость света,  $m$  - магнитная проницаемость клеточной среды (0,5-1);

$$C = \frac{\epsilon}{4 \ln(b/r)}, \quad (2)$$

где  $\epsilon$  - диэлектрическая проницаемость клеточной среды.

Волновое сопротивление подобного коаксиального тела - живого органа с ситемой ЭСО можно представить как:

$$Z_0 = 138 \lg \frac{D}{d} \sqrt{\frac{m}{\epsilon}}, \quad (3)$$

Где  $D$  - max диаметр органа,  $d$  - max диаметр ЭСО.

Поскольку в данном случае емкостная составляющая преобладает, то коаксиальное тело можно рассматривать как, например, сосредоточенную емкость в струне, при этом следует учесть, что сопротивление ЭСО много меньше волнового сопротивления живого органа:

$$Z_0 = \sqrt{L/C}, \text{ т.е. } m = \frac{R}{\sqrt{L/C}} \ll 1, \quad (4)$$

Где  $R$  - удельное сопротивление органа, ом/см.

Эквидистантная характеристика собственных частот живого органа представляется как:

$$Y = W_k / 1 \sqrt{LC}, \quad (5)$$

Где  $W_k$  - средняя собственная частота органа, а  $1 = \ln b/r$  - морфологическая характеристика органа. Этот процесс можно представить, используя соотношение  $F = \text{ctg } W_k$ , что позволяет определить собственные частоты функционирования органа. Отсюда устанавливаются условия самовозбуждения системы ЭСО при действии ИСМ ЭМП, которые выводятся из формулы устойчивости:

$$S - f(W_k) > \frac{1}{2} [S - f(W_i)],$$

Где  $S$  - уровень существования частоты от частотной функции  $f$ , а  $W_i$  - частота, соответствующая точке устойчивости.

Для живого органа возможно возбуждение нескольких мод с кратными частотами, поэтому форма автоколебаний может быть весьма сложной, в том числе носящей релаксационный характер. Функционирование ЭСО близко к системам с неэквидистантным спектром собственных частот. Рабочую формулу можно представить так:

$$i(\text{ЭСО}) = \frac{1}{Z_0} [S(t - \frac{x}{v}) + S(t + \frac{x}{v})], \quad (7)$$

где  $x$  –  $d/r$  [1,2.3],  $Z_0$  – волновое сопротивление,  $V=1/\sqrt{LC}$  – скорость волны

Вышеприведенные теоретические рассуждения справедливы для автоволновых процессов, когда живой орган или его ЭСО можно рассматривать в отрыве от самого организма. Отсюда сформировалась одна из задач программных исследований по определению соответствия этих предпосылок, но при действии ИСМ ЭМП на целый живой организм или живой орган.

Экспериментальная проверка теоретической концепции была проведена на головном мозге крыс (10), являющимся наиболее чувствительным к действию ЭМП [18,19,23].

Под гексиналовым наркозом в тканях головного мозга крыс устанавливались 1-2 миниатюрные катушки индуктивности (L2, L3), причем одна из них располагалась в горизонтальной плоскости X в сенсомоторной области коры больших полушарий, другая в плоскости Y с направлением силовых линий вглубь головного мозга (рис.4). Выводы катушек через коммутатор и систему предусилителей подсоединялись к комплексу регистрирующих и анализирующих приборов, состоящих из двухлучевого осциллографа С1-83, энцефалографа 4 ЭЭГ-1, используемого для визуального контроля положения индукторов L1 и L5, измерителя разности фаз и частотомера 43-34, с помощью которых осуществлялся контроль рабочей частоты и частот исследуемых сигналов на L2 и L3; генератора ИСМ ЭМП, соединенного с L1 и L5. генератора ГКЧ-К и анализатора амплитудно-частотных характеристик АХЧ-Х1-46 (диапазон измеряемых частот от 0,002 до 200 кГц); амплитудного анализатора АИ-1024-95, сопряженного с компьютером, и анализатора спектра СКЧ. Животное фиксировалось с помощью стереотаксического станка.

Индуктор-излучатель L1 укреплялся на штативе и соединялся хомутиком с подшипником, ось которого совпадала с центральной осью вращения (положения) индуктора L1. Угол положения контролировался шкалой, совмещенной с осью вращения. Центральная часть рабочей поверхности индуктора располагалась над черепом животного на расстоянии 3 см. Величина индукции была постоянной в пределах используемой для исследования частоты и не превышала (на уровне рабочей поверхности индуктора) 2 мТл.

Компенсирующий индуктор L5 располагался под стереотаксическим станком по вертикальной оси индуктора L1. Между индуктором L1 и L5 располагалась голова животного таким образом, чтобы вертикальная ось совпадала с фронтальным нулевым планом стереотаксической системы координат, а горизонтальное расположение индукторов должно быть строго параллельно горизонтальному плану стереотаксической системы координат с фиксированным расстоянием. соответствующим образом фиксировались измерительные индуктивности L2 и L3.

Для проведения контрольных исследований использовался пластилиновый слепок мозга животного с идентично установленными индуктивностями, а сам слепок также был ориентирован в стереотаксической системе координат. После установки контрольного слепка мозга животного в стереотаксическом станке проводились контрольные измерения. Индуктор L1 вращался до тех пор, пока противофазное взаимодействие L1 и L5 не приводило к минимальной реакции приемных индуктивностей L2, L3 или полному отсутствию в них наведенной ЭДС, т.е. к компенсации ЭМП. Отдельно проведенные измерения поля. ИСМ ЭМП в каждом индукторе L1, L5 регистрировались на экране

осциллографа по векторам положения, а сам сигнал на экране анализатора спектра фиксировался в виде прямой "базовой линии или близкой к ней по форме (рис.5).

После контрольного исследования, не меняя положения индукторов, в станок помещалось животное. Экспериментальные измерения выявили наличие сдвига фаз и появление нового сигнала модулированного ЭМП на приемных индуктивностях, имеющего другие пространственновременные характеристики. Анализатор спектра зарегистрировал ответ - сигналы на воздействие внешнего ИСМ ЭМП отдельных ЭСО головного мозга (2-х полушарий и мозжечка) с соответствующей последовательной временной задержкой (см.рис.5).

Компьютерная обработка ответ-сигнала подтвердила наличие автоколебательных процессов самовозбуждения для обоих полушарий и мозжечка, полученные при действии импульсов ИСМ ЭМП (рис.6.)

При проведении эксперимента средняя частота ИСМ ЭМП  $W_n$  составила  $1000 \pm 30$  Гц. Коэффициент нелинейных искажений (КНИ) изменялся с помощью амплитудной модуляции от 10 до 70%.

При анализе процессов формирования ответ-сигналов ЭСО использовались "технические параметры" головного мозга крысы: расстояние между ЭСО (полушариями) - 1 мм; средний максимальный радиус ЭСО - 2,5 мм; продольный размер мозга 22 мм; средний продольный размер одного полушария - 8 мм; значение индуктивности -  $9,777 \pm 10$  Гн/м, диэлектрическая проницаемость 100-120; волновое сопротивление - 15 ом; скорость волновых процессов не превышала  $1,7 \pm 0,1$  м/м сек.

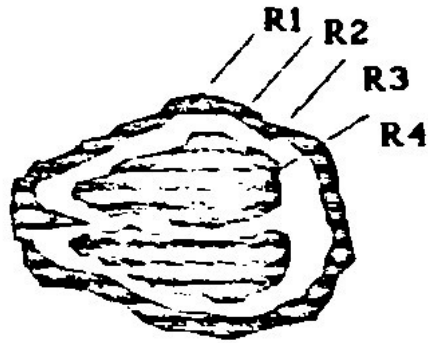
Полученные в процессе эксперимента значения частот, на которых живым органом формировался ответный электромагнитный сигнал, проверялись с помощью вышеприведенных формул [1 - 7] и программно с помощью компьютера.

Измерение разности фаз и осциллографическая развертка ответных электромагнитных сигналов системы ЭСО мозга крысы, а именно правого, левого полушарий и мозжечка при КНИ ИСМ ЭМП 70%, 30%, 10% выявили наличие сдвига фаз: для правого полушария около  $-180^\circ$ , для левого полушария от  $-120^\circ$  до  $-150^\circ$  и для мозжечка около  $-90^\circ$ . Несмотря на то, что при КНИ равном 10% измеритель разности фаз зафиксировал наличие сдвига фаз, визуально на экране осциллографа он не наблюдался.

При КНИ 70% анализатор спектра показал наличие ответного электромагнитного сигнала мозга животного при воздействии ИСМ ЭМП, при этом для правого полушария частота ответного сигнала составила 120 кГц (расчетная - 140 кГц); для левого полушария 400 кГц (расчетная - 390 кГц; и для мозжечка 1100 кГц (расчетная - 1100 кГц) (рис.5).

Анализатор спектра не позволил выявить разграничение частот ответного электромагнитного сигнала каждого отдела головного мозга животного при воздействии ИСМ ЭМП с КНИ 30%. Однако в целом для мозга средняя частота ответного сигнала была зарегистрирована на уровне 230 кГц, при этом наблюдались сдвиги частотных пиков в масштабе времени, напоминающие формирование ответного электромагнитного сигнала полушарий мозга и мозжечка (см.рис.5).

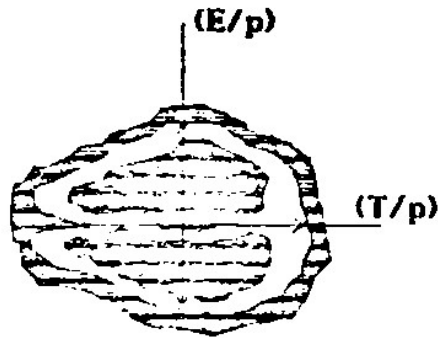
Процесс формирования ответного электромагнитного сигнала в структурах головного мозга при воздействии на него ИСМ ЭМП оказался тесно связанным со значением КНИ, т.е. с характером модуляций и информационным действием внешнего ЭМП. Чем больше нелинейных искажений - модуляций, чем больше информационный электромагнитный пул, тем более вероятней индивидуальная реакция живого организма на действие ЭМП, а при достижении пороговой или "крити



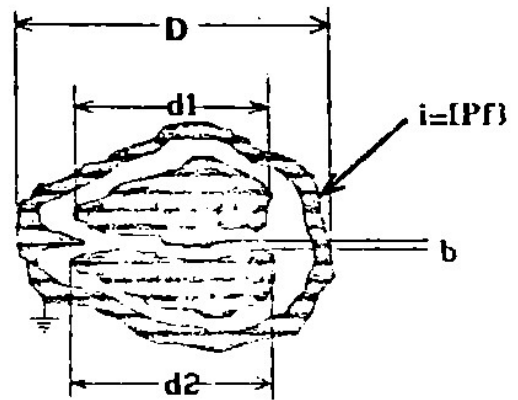
$$R1 \gg R2 \quad R3 \gg R4.$$

$$R1 > R3 \quad R1 > R4$$

**Рис. 1.** Коаксиальный характер распространения импедансных параметров живых тканей органов, присущий организмам. R1...R4 последовательное распределение относительных величин импедансов в живом органе



**Рис. 2.** Схема возбуждения собственных поперечно-продольных автоколебаний живого организма, находящегося в ИСМ ЭМП (объяснения см. в тексте)



**Рис. 3.** Распределение «технических параметров» живого органа, имеющих существенное значение при расчете эквидистантных характеристик собственных частот ответного электромагнитного сигнала (объяснения см. в тексте)

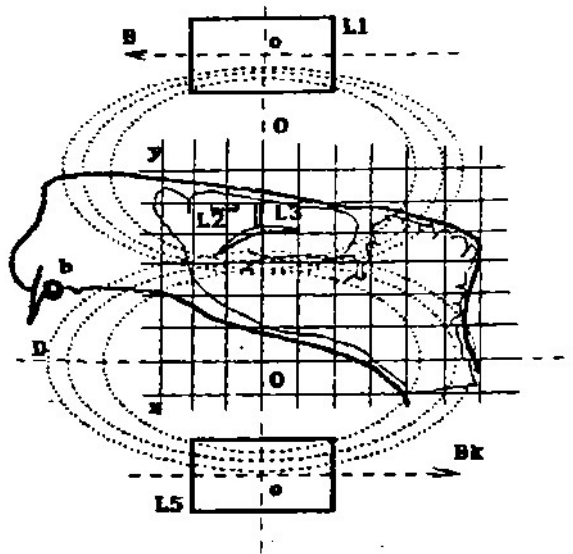


Рис. 4. Взаиморасположение приемных (L2, L3) и излучающих (L1, L5) индукторов, а также головы крысы в стереотаксической системе координат. B, B<sub>к</sub> - направление индукции компенсирующего и основного индукторов.

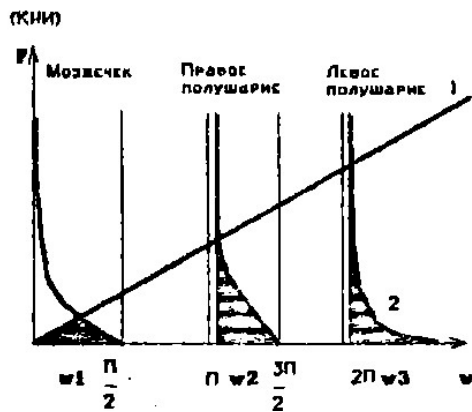


Рис. 5 Зарегистрированные анализатором уровни частотных пиков ответного электромагнитного сигнала мозга крысы при ИСМ ЭМП. 1 - базовая линия анализатора, 2 - ответные сигналы головного мозга.

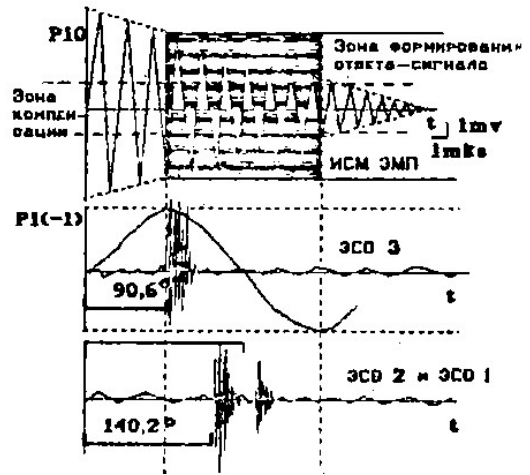


Рис. 6. Компьютерная реализация сформированных ответных сигналов мозга крысы при воздействии ИСМ ЭМП. ЭСО 1 - мозжечок, ЭСО 2 - левое полушарие, ЭСО 3 - правое полушарие, PK(-1) - мощность собственных частот автоколебаний ЭСО.

ческой" точки амплитудно - частотных параметров поля возможно возникновение реакций целых популяций растений и животных, наблюдаемых в виде массовых эпидемий и заболеваний [21]. Появление подобных реакций связывают с увеличением электромагнитного фона биосферы за счет искусственных ЭМП и циклических электромагнитных процессов, обусловленных деятельностью Солнца [9,14]. Расчетные данные, изложенные в статье, учитывающие реально существующий процесс нелинейных искажений в системе модулированных ЭМП искусственного- и естественного происхождения, позволяют "просчитать", "предсказать" реакцию живого организма (органов) на действие этих полей.

#### ВЫВОДЫ

1. Зарегистрирован коаксиальный характер реагирования системы ЭСО мозга крысы, обладающего распределенными параметрами  $L, C, R$ , при действии ИСМ ЭМП, на что указывает разделение ответного электромагнитного сигнала каждого ЭСО (полушарий и мозжечка) в реальном масштабе времени.

2. Колебательный процесс ЭСО, отражая функциональное состояние мозга животного, в большей степени зависит от анатомо-морфо-логической формы мозга.

3. Модуляционный (информационный) характер возбуждения электромагнитных автоколебаний в отделах мозга складывается из параметров внешнего воздействующего поля, параметров реального обменного процесса (биоэлектрическая составляющая) самого мозга и комплексного сопротивления его структур.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Баньков В. И. Информационные принципы взаимодействия импульсного сложномодулированного электромагнитного поля с живым организмом// Магнитология.1991. N2. С.39-43.

2. Баньков В. И., Макарова Н. П., Николаев Э. К. Низкочастотные импульсные сложномодулированные электромагнитные поля в медицине и биологии. Екатеринбург: Изд-во Уральского университета.1992.100 с.

3. Барнс Ф., Жу Ч. Нелинейные взаимодействия электромагнитных волн с биологическими материалами//Нелинейные электромагнитные волны. Новосибирск.1983. С.286-389.

4. Василевский Н. Н., Александрова Ж. Г., Суворов Н. Б. Циклические взаимодействия в процессах адаптивного регулирования//Вестник АМН СССР.1989.N8. С.68-72.

5. Василевский Н.Н., Сидоров Ю.А., Суворов Н.Б. О роли биоритмологических процессов в механизмах адаптации и коррекции регуляторных дисфункций//Физиология человека.1993. Т.19. N1. С.91-98.

6. Влияние солнечной активности на биосферу//Проблемы космической биологии.М.: Наука.1982. Т.43.233 с.

7. Войчишин К. С., Драган Я. Н., Куксенко В. И., Михайловский В. Н. Информационные связи био-гелио-геофизических явлений и элементы их прогноза. Киев.: Наук.думка.1974.180 с.

8. Волькенштейн М. В. Энтропия и информация. М.: Наука. 1986.191с.

9. Дубров А. П. Геомагнитные поля и жизнь. Л.: Гидрометеоиздат.1974.135 с.

10. Казначеев В. П., Михайлова Л. П. Биоинформационная функция естественных электромагнитных полей. Новосибирск: Наука.1985.181 с.

11. Каляда Т. В. Биоэлектромагнитная совместимость и проблема гигиенической регламентации электромагнитных полей/Международный симпозиум по электромагнитной совместимости. С-Петербург:



- Изд-во Электротехнического университета.1993.4.3.С-743- 745.
12. Пестряев В.А. Управляемое воздействие импульсного электромагнитного поля на центральную нервную систему//Биофизика.1994.Т.39. Вып.3.С.515-518.
  - 13.Плеханов Г.Ф. Основные закономерности низкочастотной электромагнитобиологии. Томск.:Изд-во Томского университета.1990. 188 с.
  14. Пресмак А. С. Электромагнитная сигнализация в живой природе.М.: Советское радио.1974. 84 с.
  15. Сидякин В. Г. Влияние глобальных экологических факторов на нервную систему. Киев.:Наук.думка.1960.160 с.
  16. Судаков К. В. Модулированное электромагнитное поле как фактор избирательного действия на механизм целенаправленного поведения животных//Журн.высш. нервн. деятельн.1976.Т.26.вып.5.С.899-915.
  17. Темников Ф. В., Афонин В. И., Дмитриев В. И. Теоретические основы информационной техники. М.:Энергия.1971. 424 с.
  18. Тринчер К. С. Биология и информация. М.:Наука. 1964.100 с.
  19. Хакен Г. На пути к динамической теории информации//Термодинамика и регуляция биологических процессов. М.:Наука. 1984.С.57-64.
  20. Холодов Ю.А. Мозг в электромагнитных полях. М.:Наука. 1982.120с.
  21. Чижевский А.Л. Земное эхосолнечных бурь. М.:Мысль,1976.366с.
  22. Эйди У. Р. Частотные и энергетические окна при воздействии слабых электромагнитных полей на живую ткань//Тр. ин-та инженеров по электронике и радиотехнике. 1980.Т.68.№1.С.140-148.
  23. Delgado Y. M. R. Biological effects of extremely low frequency electromagnetic fields//Biomagnetism. Application and Theory. Pergamon Press.1985.p.443-455.
  24. Vassilewsky N.N., Krupitsky E.N., Suvorov N.B. Elekt-romagnetic Treatment in Narcology// In: Abstracta of the US-USSR Workshop in Physical. Factors in the \_ Environment. 1991. Midway.Utab. p.10-11.
  25. Serov S.A., Bankov V.I. Stimulation elektromiography application in the search of optimum parameters of magnetotherapy for patients with peripheral nerve injries//Constituent Congress International Society for Pathophysiology.1991.Moscow.p.68.

УДК 616.155.392.-07:577.21

А.Г. Сергеев, Л.Г. Фечина, М.В. Стригалева, Р.А. Иванов, Т.П.Вострова

РЕДКИЙ ВАРИАНТ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ПЕРЕСТРОЙКИ BCR-ABL ГЕНА, АССОЦИИРОВАННЫЙ С ФИЛАДЕЛЬФИЙСКОЙ ХРОМОСОМОЙ  
Кафедра микробиологии, Межрегиональный детский онкогематологический центр

Наиболее агрессивные, плохо поддающиеся лечению варианты острого лимфобластного (ОЛЛ) и хронического миелобластного (ХМЛ) лейкозов наблюдаются при наличии в опухолевых клетках Tair называемой Филадельфийской хромосомы (Ph).

Филадельфийской хромосомой называется укороченная 22-я хромосома, которая образуется в результате реципроктной транслокации