

7. Пятакович Ф.А., Мандрикова Ю.А.. Автоматическое прогнозирование восстановления номотопного ритма при синдроме фибрилляции предсердий. // Материалы 1-го Российского научного форума «МедКомТех 2003».-Москва, ЦДХ,25-28 февраля 2003. РАМН «Морга Экспо». -М.. «Авиаиздат», 2003.- С. 79-80.

8. Hoopen M,Bongaurts I.P.M. Probabalistic characterization of RR intervals-«Cardiovasc.res.»,1969,v.3,№2,p.218-226.

9. Yerushalmy J. Statistical problems in assessing methods of medical diagnosis with special reference to X-ray techniques. Publ.Health.Rep.-1947.-Vol.62,N10.-P.1432-1449

УДК 004.9

БИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ МИЛЛИМЕТРОВОЙ ТЕРАПИИ, РАБОТАЮЩИЕ НА ПРИНЦИПАХ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ

Т.И. Якунченко, Ф.А. Пятакович, Л.А. Крупенькина

Введение

Фармакотерапия при многих заболеваниях занимает ведущее место среди всех возможных методов лечения. Однако, наличие разнообразных побочных эффектов и осложнений заставляет медиков акцентировать внимание на альтернативных методах терапии, и в частности, экологически чистых электромагнитных излучениях.

В последние годы, наряду с успешным использованием низкоинтенсивного лазерного излучения, находит применение воздействие на организм человека низкоинтенсивного электромагнитного излучения миллиметрового диапазона длин волн.

Миллиметровая терапия (ММ-терапия, или КВЧ-терапия) в последние годы получила широкое распространение в практической медицине.

Методологические приемы оптимизации ММ-терапии

В литературе по физиотерапии рассматривают следующие пути оптимизации воздействий с помощью физических факторов: 1.Подбор дозиметрических параметров, включая продолжительность, режим, частоту, интенсивность; 2.Путь комбинирования и сочетания физических факторов; 3. Использование различной локализации воздействия-местные, общие, сегментарно-рефлекторные, зоны, биологически активные точки; 4. Выбор режима воздействия- непрерывный, или импульсный; 5.Учет циркадных ритмов.

Известно, что случайный выбор фазы воздействия или воздействие при помощи, так называемого, "белого шума" дает положительный эффект в 40% случаев за счет неспецифической активации процессов регенерации, у 50% пациентов этот эффект статистически недостоверен, а у 10% отмечают ухудшение состояния. Таким образом, путь подбора со случайным угадыванием селективных частот обрекает физиотерапевтов на бесконечный их поиск.[1].

Кроме того, все биохимические процессы, обеспечивающие выполнение разнообразных физиологических функций в организме человека совершаются циклически, повторяясь с присущими им индивидуальными периодами, непрерывно изменяясь по абсолютным значениям. Все это указывает на то, что практически невозможно подобрать набор резонансных частот пригодных для всех случаев жизни у различных пациентов [2].

Наиболее перспективным следует признать направление работ рассматривающих оптимизацию воздействия физическим фактором в соответствии с принципами биоритмологии: синхронизация с пульсом воздействия импульсными токами низкой частоты [3], биосинхронизация пульса и ультразвукового способа

воздействия [4], модуляция пульсовым выбросом конкретного пациента и "чужими биоритмами" КВЧ воздействия [5].

Однако, проведенные экспериментальные исследования на уровне клетки, ткани, органа показали, что биологические коды являются многочастотными, а эффективность их зависит от определенного соотношения в сложномодулированном суммарном сигнале. Также было установлено, что одночастотные воздействия организмом активно демпфируются на адресуемом уровне за счет выше- и нижележащих уровней гомеостатической регуляции.[6].

Следовательно проблема оптимизации воздействия при помощи низкоинтенсивного электромагнитного излучения КВЧ диапазона может быть решена на основе разработки технических средств, обеспечивающих модуляцию несущего терапевтического сигнала при помощи основных биоритмов пациента.

Главной особенностью рассматриваемого нами подхода является автоматическое согласование изменений частоты и интенсивности воздействия с ритмами капиллярного кровотока пациента. В качестве постоянных управляющих сигналов используют артериальную и венозную составляющую капиллярного кровотока и ритм элонгации, а в качестве адаптивных ритмов управления периоды медленных волн первого и второго порядка [7],[8].

Биотехническая система ММ-терапии, работающая на лампе обратной волны

С разработкой отечественными учеными Н.Д. Девятковым и М.Б. Голантом, электрически перестраиваемых в широком диапазоне частот, ламп обратной волны типа О (ЛОВ-О), генерирующих когерентные колебания, стало возможным полное перекрытие миллиметрового диапазона длин волн.

Первое медицинское применение нашли технические генераторы ГЧ-141 с частотным диапазоном 37,5-53,7 ГГц и ГЧ-142 с частотным диапазоном 53,6-78,3 ГГц. Полученные положительные эффекты, в большинстве своем, оказывались несопоставимыми в силу того, что каждый исследователь использовал различные частоты и режимы генерации. Сообщения отдельных авторов, о подборе резонансных частот на основе сенсорных ощущений больного, не выдерживают никакой критики. А между тем, описываемые ММ-генераторы могут рассматриваться, как наиболее совершенные технические устройства для создания режима биоуправления, позволяющего осуществлять модуляцию частоты и интенсивности синхронно с основными биоритмами пациента.

Для лечения больных язвенной болезнью нами агрегирована биотехническая система, состоящая из генератора ГЧ-142 миллиметровых волн, работающего на лампе обратной волны (ЛОВ), позволяющего реализовать, как импульсный, так и непрерывный режимы с подключением внешних модуляторов, перестраивающих режим работы в широком диапазоне частот и мощности.

В качестве модулятора использовано техническое устройство собственной конструкции, названное нами "Синхромодуль".

"Синхромодуль" содержит: датчик пульса, включающий последовательно соединенные преобразователь пульса 1, усилитель 2, преобразователь-компаратор 3, параллельно цепи датчика пульса включена цепь датчика дыхания содержащая также последовательно соединенные преобразователь дыхания 4, формирователь-повторитель 5.

До использования биотехнической системы в лечебных целях была произведена проверка генератора миллиметровых волн ГЧ-142 в условиях подключения к нему внешнего модулятора, в качестве которого использован "Синхромодуль". Для этого был осуществлен интерфейс при помощи коаксиального кабеля разъема генератора ГЧ-142 -"перестройка частот в широком диапазоне" -с общим разъемом выходов

датчиков пульса и дыхания. После чего был настроен внешний модулятор, причем так, чтобы суммарное напряжение по амплитуде пульса и дыхания составляло не менее 2,8 в и не более 9 в. Такие параметры режима модуляции обусловлены конструктивными особенностями лампы обратной волны генератора ГЧ-142.

Было показано, что при изменениях напряжения от 2,8 В до 8,2 В в такт пульсового выброса и дыхания происходят изменения частоты в диапазоне 49,6-78,9 ГГц.

Нами была проанализирована последовательность модулирующих импульсов синхронизированных с биоритмами дыхания и пульсового выброса при установленных ненулевых значениях параметров плавающей частоты 49,6-78,9 ГГц, пульсового выброса и сигнала дыхания.

Было показано, что численное значение параметра ПВ измеряется в вольтах и определяет величину приращения модулирующих импульсов в момент регистрации прибором ударов пульса пациента. Численное значение параметра Д измеряется в вольтах и определяет величину приращения амплитуды модулирующих сигналов, связанную с изменениями объема грудной клетки пациента в такт с дыханием.

В связи с тем, что имеется прямая зависимость частоты генератора от величины постоянного напряжения, на выходе получают модулированный многочастотный сигнал по форме соответствующий аналоговому значению сигнала дыхания, заполненному сигналами пульсового выброса и сигналами крайне высокой частоты.

Коридор частот в диапазоне 49,6-78,9 ГГц содержит ту резонансную частоту, которая характерна индивидуальному пациенту. Для снижения выходной интенсивности сигнала до требуемого низкоинтенсивного уровня была сконструирована специальная антенна, прочно фиксированная к раструбу штатного волновода.

Для оценки эффективности биотехнической системы ММ-терапии были взяты больные язвенной болезнью. В группе наблюдения были: 48 больных с осложненной язвенной болезнью желудка и 12-ти перстной кишки в возрасте от 23 до 65 лет; 67 больных в возрасте от 16 до 77 лет леченных по неуправляемому способу, также имевших различные осложнения; 207 больных в возрасте от 16 до 72 лет проходивших курс медикаментозной терапии.

Количество процедур определялось рубцеванием язвенного дефекта.

Лечение проводилось на фоне лечебного питания в рамках первого стола без назначения медикаментов.

Интегральная оценка включала динамику клинической картины, состояние слизистой по данным эндоскопического исследования, секреторную функцию желудка по данным интрагастральной Ph-метрии.

Использование новых принципов воздействия с автоматическим выбором резонансной частоты позволило получить весьма обнадеживающие результаты не только у больных с острой, но и с хронической язвой желудка и 12-ти перстной кишки. При этом сроки рубцевания уменьшены более чем вдвое, а частота рецидива - в 10 раз, по сравнению с традиционными методами лечения [8].

Биоуправляемая система ММ-терапии, работающая на основе лавинно-пролетного диода

Рассмотренная нами система ММ-терапии в режиме биоуправления, реализованная на генераторе Г4-142, оказалась существенно эффективнее использования такого же генератора без биосинхронизации.

Однако в течение последних лет медицинской промышленностью выпускаются аппараты работающие на диодах Ганна, или на лавинопролетных диодах (ЛПД). В диодах идея биоуправления, использованная в устройствах, работающих на лампе обратной волны (ЛОВ), не может быть реализована по такому же принципу. Дело в том, что в диодных генераторах излучение осуществляется на строго фиксированной частоте,

или с девиацией частоты от терапевтической в пределах 100-500 МГц: " Электроника КВЧ-Ш"; "Баюр"; "Шлем 01-07" (Ю.В. Дедик, 1992). Следовательно, осуществить классическую модуляцию по частоте и интенсивности на таких элементах невозможно. Поэтому нами рассматриваются несколько направлений, обеспечивающих биосинхронизацию с основными биоритмами пациента: 1) диод работает в режиме ключа, функцию которого выполняет пульс внутри дыхательного цикла; 2) программно-управляемый режим с использованием диодной матрицы, в которой коммутация диодов различной частоты осуществляется на каждый удар пульса по специальному алгоритму, а управление по интенсивности осуществляется за счет изменяемой скважности сигнала.

Рассмотрим первую задачу при которой воздействие электромагнитными излучениями миллиметрового диапазона волн осуществляют при помощи одного ЛПД с терапевтической длиной волны 7,1 мм (42,2 ГГц): 1.В режиме импульсной модуляции плавающей частоты 7-13 Гц синхронно с ритмами пульса и дыхания. 2.Циклически с периодом 360 ударов пульса (300 ударов-режим работы;60 ударов-пауза).

Оптимизацию осуществляют при помощи разработанного нами техни-ческого устройства "Синхропульсар ММ" (Рис.1).

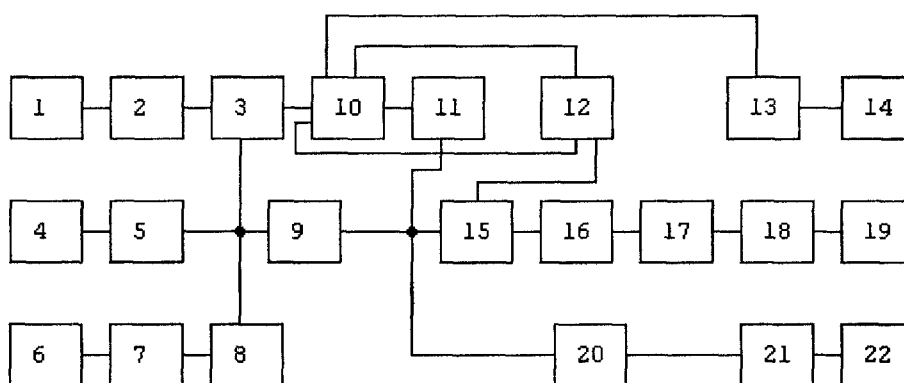


Рис 1. Структура устройства «Синхропульсар-ММ». 1-преобразователь пульса, 2-усилитель, 3- преобразователь-компаратор, 4-преобразователь дыхания, 5-формирователь-повторитель.6- генератор линейно изменяющегося напряжения (ГЛИН), 7- генератор низкой частоты (НЧ), 8- делитель частоты, 9- сумматор.Биологический таймер: 10- счетчик импульсов, 11-дешифратор трехсот ударов пульса, 12-дешифратор трехсотшестидесяти ударов пульса, 13- задатчик циклов, 14-индикатор циклов, 15- усилитель мощности, 16-шиотно-импульсный модулятор (ШИМ), 16 и последовательно с ним соединенные инвертор 17, ключ 18 и лавино- пролетный диод 19. Аналогово цифровой преобразователь (АЦП) 20, дешифратор 21, светодиодная линейка 22.

Управление воздействием рассмотрено на рис. 2.

Генератором электромагнитных излучений крайне высокой частоты ($x=A \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$) служит лавино-пролетный диод (ЛПД). ЭМИ КВЧ диапазона через специальный волновод и антенну-излучатель подводятся к пациенту.

Биологическая обратная связь включает дыхательную и сердечно-сосудистую систему, датчик дыхания и пульса, сумматор, широтно-импульсный модулятор (ШИМ), волновод с излучателем антенной.

Биоуправление изменением воздействия ЭМИ заключается в циклических колебаниях постоянного напряжения ($U = IR$) в диапазоне 0,5 - 15,0 В в блоке ШИМ, создаваемых суммарным сигналом пульса и дыхания.

Эти низкочастотные циклические колебания пульса и дыхания обуславливают модуляцию крайне высокочастотных ЭМИ $v = \omega_0 / 2\pi$ с изменением скважности ($Q = T/t_n$, где $t_n = f(a_p, a_r, v_p, v_r)$) несущей терапевтической частоты синхронно в такт с ударами

пульса и дыхания: в момент систолы и на вдохе длительность импульсов наибольшая, а в момент диастолы и выдоха- наименьшая.

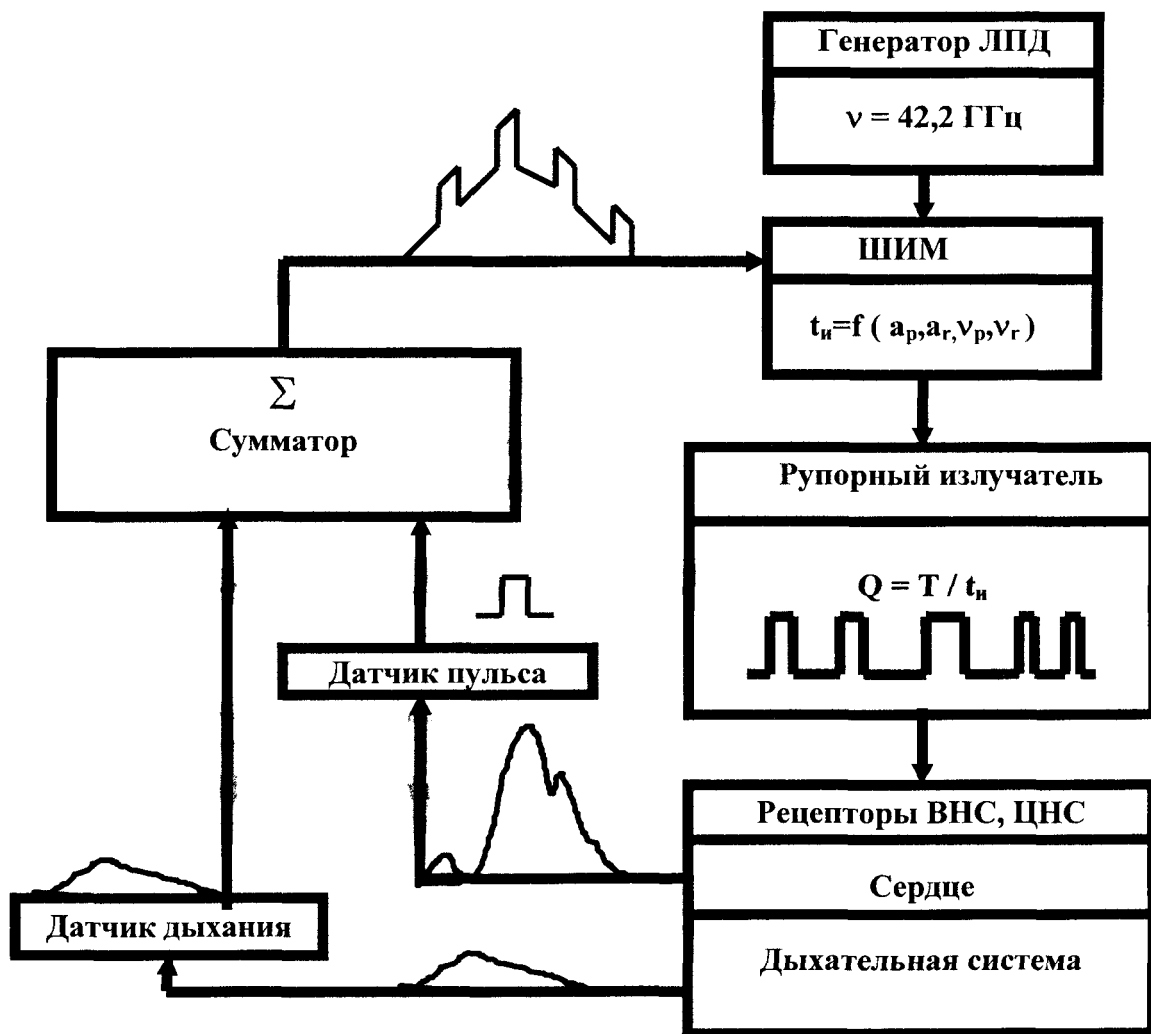


Рис 2. Структурная схема биоуправления скважностью КВЧ - воздействия

"Синхропульсар ММ" обеспечивает возможность автоматически циклично воздействовать на, агрегируемый с ним, ММ-излучатель с временным интервалом цикла в 360 ударов пульса: продолжительность воздействия 300 ударов пульса и пауза 60 ударов пульса. Количество повторов циклов задается в зависимости от длительности процедуры: 1-6 повторов (5-30 минут).

Это осуществляется с помощью блока биологического таймера 10-14, который функционирует следующим образом: пульсовая частота сигналов с компаратора 3 подается на счетчик импульсов 10 и затем на дешифраторы 11 и 12.

Дешифратор 11 выделяет из двоичного кода комбинацию импульсов, соответствующую трехсотому импульсу на счетчике, который отключает усилитель мощности 15 и, соответственно, воздействующий физический фактор.

При дальнейшем счете импульсов дешифратор 12 фиксирует трехсотшестидесятый импульс, который сбрасывает счетчик 10 в исходное состояние и включает усилитель мощности 15 на агрегируемый ММ-излучатель. Таким же образом повторяется следующий цикл.

Схема таймера обеспечивает возможность программирования количества циклов с использованием одной кнопки, которой и устанавливают через задатчик 13 необходимое количество циклов.

Задатчик циклов 13 включает индикатор 14 из шести светодиодов. При этом количество включенных светодиодов соответствует набранному количеству циклов.

По мере отработки циклов, соответственно, уменьшается число светящихся (включенных) диодов индикатора 14. При полной отработке всех циклов отключается подача пульсовых импульсов на вход таймера, т.е. на счетчик 10.

Процесс возобновляется при установке задатчика на необходимое количество циклов следующего сеанса.

"Синхропульсар ММ" обеспечивает также индикацию плавающей модулирующей частоты и размаха амплитуды суммарного сигнала светодиодной шкалой линейкой 20. Это осуществляет АЦП 18, на который подается сигнал с сумматора 9.

Цифровой код с АЦП 18 поступает на дешифратор 19 и преобразуется в набор управляющих сигналов, которые включают соответствующие индикаторы светодиодной линейки 20.

Матричная биотехническая система миллиметровой терапии должна обеспечивать реализацию процедуры воздействия в трех режимах:

1. При ослаблении микроциркуляции в артериальной части капиллярного русла необходимо уменьшать скважность сигнала в момент прихода пульсовой волны на вдохе и увеличивать ее на выдохе, начиная с минимальной длительности КВЧ-импульсов перед вдохом;

2. При наличии отека тканей необходимо увеличивать скважность сигнала в течении вдоха и снижать ее в течении выдоха, начиная с длительности предъявления цвета перед вдохом равной $T - t_{\min}$ с;

3. При отсутствии видимых сосудистых нарушений, коэффициент заполнения импульсов должен соответствовать 50%.

Тогда, длительность КВЧ-импульсов при вдохе определяется из следующих соотношений:

$$t_{\text{КВЧ ВДОХ}} = \begin{cases} R = 1, & t_{\min} + n \cdot P(T, N) \\ R = 2, & T - t_{\min} - n \cdot P(T, N) \\ R = 3, & T/2 \end{cases},$$

а длительность КВЧ-импульсов при выдохе:

$$t_{\text{КВЧ ВЫДОХ}} = \begin{cases} R = 1, & T - t_{\min} - n \cdot P(T, N) \\ R = 2, & t_{\min} + n \cdot P(T, N) \\ R = 3, & T/2 \end{cases},$$

где R – режим воздействия; T – период воздействия; n – номер удара пульса в фазе дыхания; P – приращение к длительности КВЧ-импульса, зависящее от периода воздействия (T) и количества ударов пульса (N), приходящихся на весь дыхательный цикл:

$$P(T, N) = \text{int} \left(\frac{T - t_{\min} - t_{\text{паузы}}}{N} \right)$$

Известно, что если частота дыхания соответствует норме (14-18 дыхательных движений в минуту), то на один дыхательный цикл приходится от 4 до 6 ударов пульса.

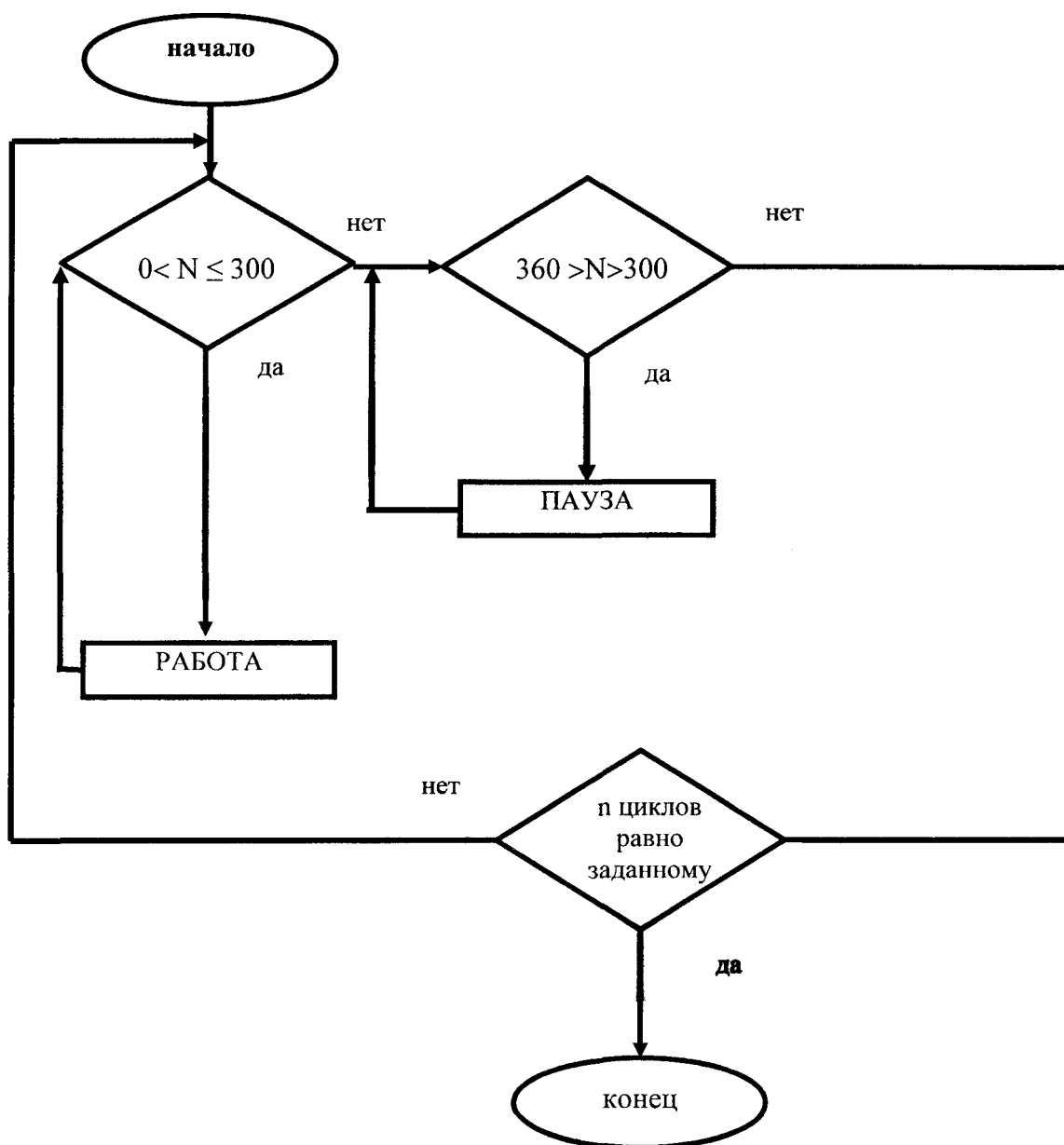


Рис 3. Структурная схема алгоритма работы биологического таймера

Следовательно, для поддержания подобных соотношений пульса и дыхания в процессе реализации воздействия, необходимо предусмотреть анализ на соответствие скорости дыхания и пульса и специальный хронодиагностический алгоритм с подачей сенсорного светового сигнала об отклонениях с инструкцией для испытуемого о необходимости изменения темпа дыхания.

Алгоритм анализа соответствия скорости дыхания и пульса представлен на Рис. 4.

Каждую программу воздействия (I, II, III) сопровождает один и тот же ритм принудительного дыхания, состоящий из 60-75 дыхательных циклов для соотношения 5:1 и 4:1.

При отношении числа ударов пульса и дыхания равного 4 или 5 горит зеленый свет, при отношении больше пяти светится желтый свет, а при отношении три и меньше зажигается красный свет. При появлении красного света пациенту рекомендуют более глубокое и редкое дыхание до включения зеленого света.

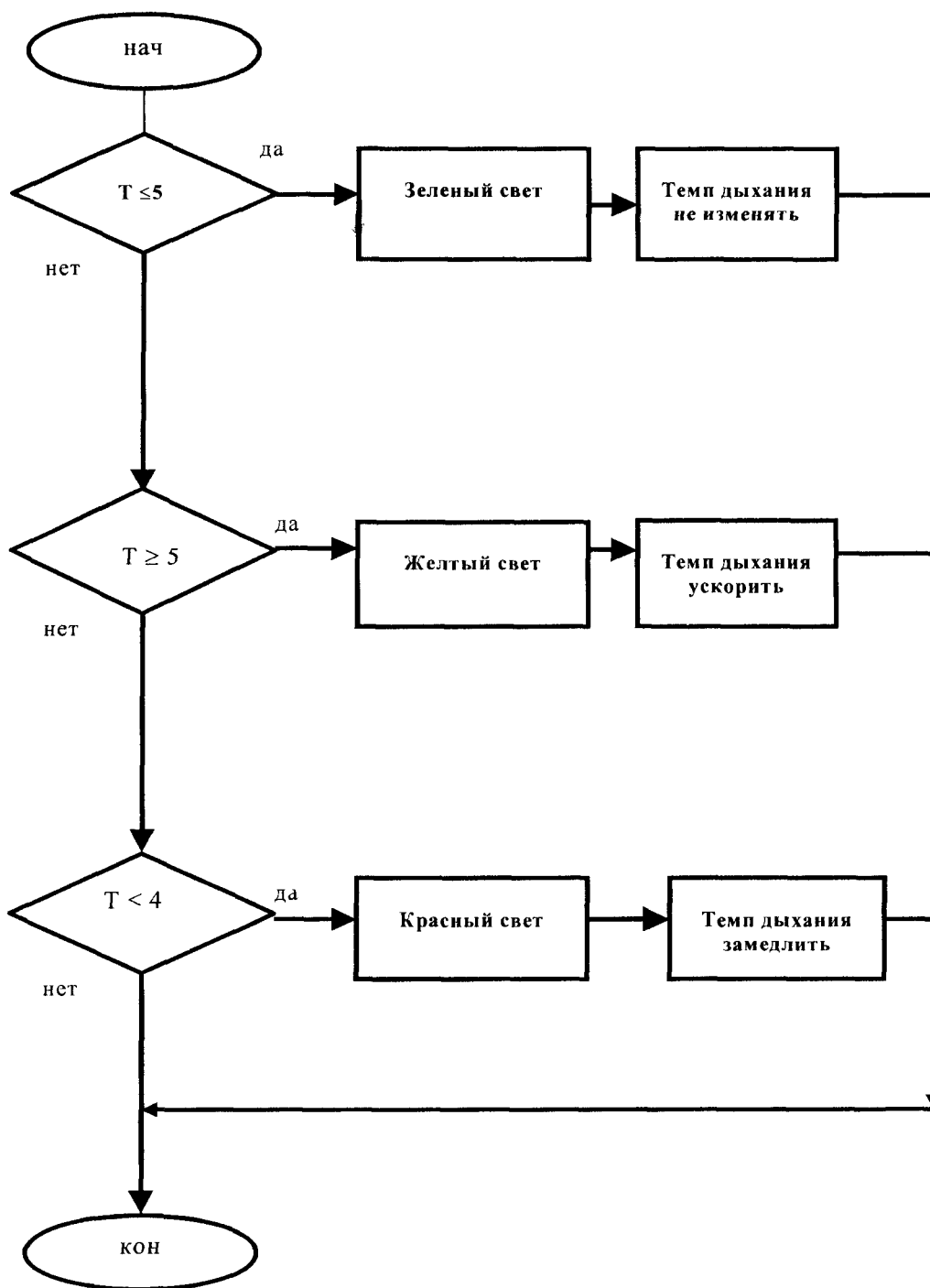


Рис. 4. Алгоритм анализа нормального соответствия частоты дыхания и пульса

При появлении желтого света пациенту рекомендуют более поверхностное и частое дыхание до появления на индикаторе зеленого света. Минимальная длительность реализации составляет 300 ударов пульса. В связи с тем, что длительность межпульсового интервала в нормальных условиях колеблется от 0,67 с до 1,00 с, продолжительность реализации каждой программы воздействия является величиной индивидуальной и колеблется от 300 до 1800 ударов пульса или приблизительно от 5 до 30 минут физического времени.

Библиографический список

1. Комаров Ф.И., Загускин С.Л., Рапопорт С.И. Хронобиологическое направление в медицине: биоуправляемая хронофизиотерапия. // Тер. арх.-1994.- N8.-С.3-6.
2. Загускин С.Л., Никитенко А.А., Овчинников Ю.А., Прохоров А.М., Савранский В.В., Дегтярев В.П., Платонов В.Н. О диапазоне периодов колебаний микроструктур живой клетки. // Докл.АН СССР, т. 277, N6, 1984. С.1468-1471.
3. Сидоренко Г.И., Кобрик В.А., Элькинд С.М. Способ лечения артериальной гипертонии. АС N 668689, СССР. Опубликовано в БИ, 1979, N 23
4. А.А.Чиркин. Способ и устройство для воздействия ультразвуком в режиме пульсограммы. АС СССР N 562279, 1979 г. Опубликовано в БИ 1979, N23
5. В.А.Неганов. Особенности воздействия электромагнитных волн КВЧ диапазона на биологические объекты: основные направления научных исследований и тенденции в разработках КВЧ аппаратуры. // Вестник новых медицинских технологий-1994.-Т.1, N2.-С.13-18.
6. Загускин С.Л. Биоритмологическое управление биосинтетическими процессами клетки. // Проблемы хронобиологии, хронопатологии и хрономедицины. Уфа; т.1, 1985, С.92-93.
7. Пятакович Ф.А., Якунченко Т.И., Загускин С.Л. Способ лечения осложненной язвенной болезни желудка и 12-перстной кишки. Заявка N5057388/14 от 31.07.92 г. Положительное решение от 28.10.93 г. Решение о выдаче патента на изобретение от 30.03.94 г.
8. Пятакович Ф.А., Якунченко Т.И., Загускин С.Л. Автоматический выбор резонансной частоты при воздействии на человека электромагнитных излучений миллиметрового диапазона волн. // Рассеяние электромагнитных волн. Междунед. тем. науч. сб.- Таганрог, 1993.- Вып.9.- С.125-126.
9. Ф.А. Пятакович, Т.И. Якунченко, Л.А. Крупенькина. Матричная биоуправляемая система КВЧ-терапии предназначенная для лечения астмы // Европейский конгресс по астме 9-12 сентября. Том 2 №1. Москва. 2001.- С. 168.
10. Н.Н.Лебедева, О.П.Сулимова. Модифицирующее действие ММ-волн на функциональное состояние центральной нервной системы человека при моделировании стресса. // Миллиметровые волны в биологии и медицине.-1994.- N3 1994 с.16-21.

УДК 681.518.3

РАЗВИТИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ GEOBLOCK С ОТКРЫТЫМ ИСХОДНЫМ КОДОМ

П.В. Васильев

Введение

Современные геоинформационные системы в последние годы всё шире используются во всех сферах человеческой деятельности там, где возникает необходимость работы с пространственными данными и анализа картографических материалов. Это касается не только данных связанных с природными ресурсами и их использованием. По оценкам различных специалистов значительная доля экономической, деловой или административно-управленческой информации также имеет пространственно-географическую привязку, визуализация которой способствует более эффективной интерпретации результатов и более наглядному обоснованию принимаемых решений [1].

Перечислим основные предметные области применения современных интегрированных геоинформационных систем, ГИС и МГИС [2]:

- геодезия и маркшейдерия, картография;
- геология, гидрогеология, геофизика, горное дело;
- экологический мониторинг и техногенная безопасность промышленных объектов;
- геобиология и геомедицина;
- архитектура и городское строительство;