

des inventions des techniques et produits nouveaux. Catalogue officiel. 11-20 avril 1997 – P. 162.

23 Pyatakovich F, Erchov S. Synchropulsateur-in a commande programme // Salon mondial de Brussels-Eureka des recherche et des nouvelles technologies. Catalogue officiel. 5-12 octobre 1997. – P.233.

24. Якунченко Т. И., Пятакович Ф. А. Биотехническая система для миллиметровой хронофизиотерапии: Тезисы V Международного конгресса «Иммунореабилитация и реабилитация в медицине».- Тенерифе, Испания 1-7 мая 1999 г.– С. 116. International Journal Immunorheabilitation. May 1999 Number 12.

## **РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ БИОУПРАВЛЯЕМОЙ МИЛЛИМЕТРОВОЙ ТЕРАПИИ**

**Ф. А. Пятакович, Т. И. Якунченко**

Кафедра пропедевтики внутренних болезней медфакультета БелГУ

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: синхронизации с пульсом воздействия импульсными токами низкой частоты [3], биосинхронизации пульса и ультразвукового способа воздействия [4], модуляции пульсо-

вым 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 биопреуправления, 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 49,6-78,91 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 раструбе штатного волновода.

Для оценки эффективности биотехнической системы ММ-терапии были взяты больные язвенной болезнью. В группе на-

блюдения 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 72 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-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 лавинопролетного диода**

Рассмотренная нами система ММ-терапии в режиме биоуправления, реализованная на генераторе ГЧ-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 час-

тоте, 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 одной 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 осуществляется 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 технического устройства «Синхропульсар ММ» (рис. 1).

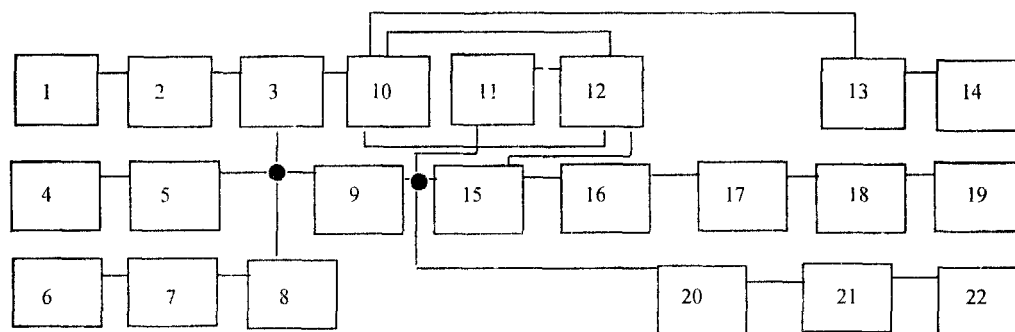


Рис 1 Структура устройства «Синхропульсар-ММ»:

1- преобразователь пульса, 2- усилитель, 3- преобразователь-компаратор, 4- преобразователь дыхания, 5- формирователь-повторитель 6- генератор линейно изменяющегося напряжения (ЛЛИН) 7- генератор низкой частоты (НЧ), 8- делитель частоты, 9- сумматор

Управление воздействием рассмотрено на рис. 2.

Генератором электромагнитных излучений крайне высокой частоты ( $x=A \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$ ) служит лавинопролетный 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  $\nu = \omega_0 / 2\pi$  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.

Биологический таймер

10- счетчик импульсов, 11- дешифратор трехсот ударов пульса, 12- дешифратор трехсотшестидесяти ударов пульса, 13- задачник циклов, 14- индикатор циклов 15- усилитель мощности, 16- широтно-импульсный модулятор (ШИМ), 16 и последовательно с ним соединенные инвертор, - 17- ключ 18 и лавинопролетный диод - 19 Аналогово цифровой преобразователь (АЦП) 20, дешифратор 21, светодиодная линейка 22

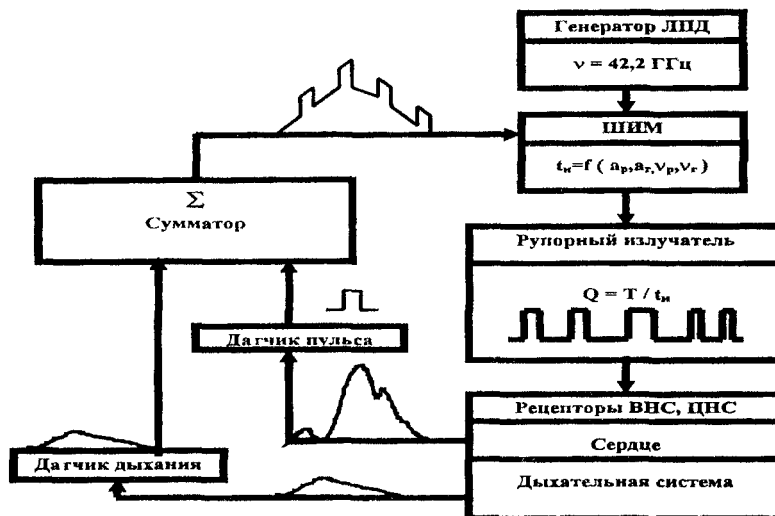


Рис 2 Структурная схема биоуправления скважностью КВЧ-воздействия.

«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,  $f$ .

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 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.

#### Литература

- 1 Комаров Ф. И., Загускин С. Л., Рапопорт С. И. Хронобиологическое направление в медицине: биоуправляемая хронофизиотерапия // Тер. арх. - 1994 - № 8 - 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 коллоидной микроструктур живой клетки: Докл. АН СССР - т. 277, № 6, 1984. - С. 1468-1471.

- 3 Сидоренко Г И, Кобрик В А, Элькинд С М Способ лечения артериальной гипертензии АС № 668689, СССР Опубликовано в БИ, 1979, N 23
- 4 А А Чиркин Способ и устройство для воздействия ультразвуком в режиме пульсограммы АС СССР № 562279, 1979 г Опубликовано в БИ 1979, N23
- 5 В А Неганов Особенности воздействие электромагнитных волн КВЧ диапазона на биологические объекты основные направления научных исследований и тенденции в разработках КВЧ аппаратуры // Вестник новых медицинских технологий – 1994 -Т I – № 2 – С 13-18
- 6 Загускин С Л Биоритмологическое управление биосинтетическими процессами клетки // Проблемы хронобиологии, хронопатологии и хрономедицины – Уфа, 1985 – т 1С 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 Междувед тем науч сб Таганрог, 1993 – Вып 9 – С 5-126
- 9 Н Н Лебелева, О П Сулимова Модифицирующее действие ММ-волн на функциональное состояние центральной нервной системы человека при моделировании стресса // Миллиметровые волны в биологии и медицине - 1994 – № 3 – С 16-21

## МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ХОЛЕСТАЗА ПРИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ЖЕЛТУХЕ

А. П. Седов, И. П. Парфенов, В. А. Нагорный

Кафедра хирургических заболеваний медфакультета БелГУ,  
Белгородское областное патологоанатомическое бюро

Под холестазом (холестатический синдром) понимают нарушение или прекращение тока желчи, образования и выделения всех или основных ее компонентов, а также накопление их в крови и в печени [3]. Патологический процесс может локализоваться на любом участке от синусоидальной мембраны гепатоцита до фазерова сосочка [5]. Холестаз разделяется на вне- и внутрипеченочный, а также на острый и хронический. Внепеченочный холестаз может быть полный и частичный [3]. По своему патогенезу и клинико-биохимическим проявлениям к внепеченочному холестазу близко примыкает холестаз, связанный с механической обтурацией крупных внутрипеченочных протоков [1]. Причиной внепеченочного холестаза могут быть желчные камни, обтурирующие внутри и внепеченочные желчные ходы, а также большой дуоденальный сосочек; рак головки поджелудочной железы, желчных путей или дуоденального сосочка и другие опухолевые процессы с прорастанием или метастазированием в гепатодуоденальную связку, острый и хронический

панкреатит, стриктуры желчных путей, возникших вследствие их воспаления или оперативного вмешательства, врожденная атрезия и гипоплазия внепеченочных желчных протоков и другие причины [4]. При длительном механическом препятствии оттоку желчи развивается гипертензия в желчевыводящей системе, появляются структурные изменения во внутрипеченочных желчных ходах, происходит их расширение и пролиферация, а также пролиферация и деструкция эпителия желчных канальцев. Это приводит к нарушению экскреции желчи из гепатоцитов. Следствием холестаза любого типа является частичное или полное прекращение поступления желчи в кишечник и отвод ее компонентов в кровь [1]. Основным клиническим проявлением холестаза является желтуха, кожный зуд, ахоличный стул. При длительном холестазе появляются симптомы, связанные с нарушением всасывания в кишечнике жирорастворимых витаминов, отложения холестерина в коже (ксантолемы, ксантомы). Наблюдается поражение костей (печеночная