

Ю.Е. Николаенко, канд. техн. наук; Ю.Н. Муськин, канд. техн. наук

### СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗРАБОТКИ В РАМКАХ ПРОГРАММ МИНМАШПРОМА УКРАИНЫ МЕДИЦИНСКОЙ ЛЕЧЕБНО-ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ АППАРАТУРЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ СВЧ И КВЧ ДИАПАЗОНОВ

Одним из приоритетных направлений развития науки и техники в Украине, утвержденных Постановлением Верховного Совета Украины от 16. 10. 92 г. № 2708, является "Здоровье человека". Реализация этого научно-технического направления обеспечивается, в частности, путем создания и внедрения в лечебную практику новой медицинской техники.

Работы по созданию новой медицинской техники с использованием электромагнитного излучения сверхвысокочастотного (СВЧ) и крайневисокочастотного (КВЧ) диапазонов Минмашпром Украины проводит в рамках межотраслевой научно-технической программы "Критические технологии информатизации Украины". Головной организацией-исполнителем по разработке средств диагностики и терапии на основе использования СВЧ и КВЧ излучений является открытое акционерное общество "НПО "Сатурн", имеющее многолетний опыт проведения научных исследований в этой области и создания образцов такой медицинской техники.

По программе "Критические технологии информатизации Украины" вначале предусматривалось выполнение пяти НИР, направленных на создание лечебно-диагностической аппаратуры, использующей электромагнитное излучение (ЭМИ) СВЧ и КВЧ диапазонов. Однако, в связи с ограниченностью бюджетного финансирования, выделяемого в последние годы на выполнение программы, пришлось пересмотреть первоначальные планы, провести анализ и корректировку программы с целью концентрации имеющегося научно-технического потенциала и выделенных денежных средств на выполнении наиболее перспективных научно-исследовательских работ. Из медицинской тематики программы такими работами были определены две: НИР "Создание аппарата для крайневисокочастотной терапии с биологической обратной связью" (шифр "Электроника КВЧ-БОС") и НИР "Создание новейших приборов и компьютерных систем для неинвазивной диагностики и контроля эффективности лечения на основе сверхвысокочувствительных радиометров СВЧ диапазона электромагнитных волн" (шифр "Термодиагностика"). Сосредоточение усилий на выполнении этих двух работ позволило успешно завершить их в 1996 году.

В результате выполнения НИР "Электроника КВЧ-БОС" был создан аппарат КВЧ-терапии "Электроника КВЧ-111", предназначенный для безмедикаментозной терапевтической коррекции функциональных состояний организма человека путем неинвазивного внешнего локального воздействия на рецепторные поля, рефлексогенные зоны, корпоральные или аурикулярные точки низкоинтенсивным (менее 10 мВт/см<sup>2</sup>) ЭМИ диапазона крайне высоких частот. Экспериментальный образец аппарата построен на базе однокристалльной микроЭВМ серии 1816 и имеет возможность подключения и совместной работы с внешним персональным компьютером, для чего было использовано специальное программное обеспечение. Использование компьютерной обработки информации, получаемой от измерительных электродов, позволило расширить функциональные возможности аппарата.

В отличие от разработанных ранее учеными и специалистами НПО "Сатурн" аппаратов терапевтического комплекса "Электроника КВЧ" [1] новый аппарат "Электроника КВЧ-111" обеспечивает получение значительно большего количества

режимов КВЧ-терапии, что позволит расширить применение его в медицинской практике. Так, в автономном варианте работы аппарата, кроме непрерывной генерации на фиксированной частоте ЭМИ в полосе  $61 \pm 2$  ГГц с уровнем выходной мощности в пределах  $5 \pm 3$  мВт (режим НГ), аппарат обеспечивает импульсную генерацию (ИГ) с наложением 100 % амплитудной модуляции прямоугольными импульсами со скважностью  $Q=2$  с модулирующими частотами  $F_m=2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 30, 50$  и  $90$  Гц (режим ИГ-Fm, Гц), а также режим ИГ-Fm, Гц с дополнительной временной манипуляцией  $T_{ман}=1, 2, 3, 5, 10$  и  $15$  с (режим ИГ-Fm, Гц +  $T_{ман}$ , с).

Важной особенностью созданного экспериментального образца аппарата КВЧ-терапии является его возможность работать в режиме шумовой генерации (режим ШГ). При этом действующий на организм человека выходной СВЧ сигнал представляет собой некогерентное шумоподобное излучение в полосе частот  $61 \pm 4$  ГГц при выходной мощности порядка  $0,1$  мВт.

Длительность одной процедуры ( $t_p$ , мин) задается и обеспечивается встроенным таймером во всех режимах, кроме режима ШГ, в следующих временных интервалах:  $t_p = 3, 5, 7, 10, 20$  и  $30$  мин (в режиме ШГ время процедуры задается и контролируется по внешним часам).

Разработаны рекомендации по применению режимов работы аппарата с целью повышения эффективности КВЧ-терапии и получения максимального терапевтического эффекта. Широкие возможности в выборе режимов КВЧ-терапии позволяют с помощью аппарата проводить дополнительные медико-биологические исследования особенностей действия низкоинтенсивных КВЧ излучений на организм человека, уточнить и дополнить рекомендации по его применению в экспериментальной и клинической медицине.

В результате выполнения НИР "Термодиагностика" был создан экспериментальный образец медицинского цифрового СВЧ-радиотермометра, предназначенного для диагностики заболеваний внутренних органов человека путем неинвазивного измерения интегральной глубинной температуры локальных участков тела и интегрального коэффициента отражения электромагнитных волн на различных его участках.

Прибор представляет собой новый класс диагностической медицинской аппаратуры, принцип действия которой основан на радиометрическом контактном приеме и обработке собственного ЭМИ тела пациента. Разработанный СВЧ-радиотермометр может работать как в автономном режиме, так и в комплексе с персональным компьютером.

Основные технические характеристики  
экспериментального образца радиотермометра медицинского  
диагностического 8-см диапазона электромагнитных волн  
РТМД 8 - 104:

Рабочий диапазон частот, ГГц	3,4 - 4
Относительная ширина рабочей полосы частот, %	17
Порог температурной чувствительности, °С	0,1
Диапазон измеряемых температур, °С	25 - 42
Разрешение по коэффициенту отражения, отн. ед.	0,002
Время единичного измерения интегральной температуры, с	6
Время подготовки аппарата к работе с момента включения, мин	40
Напряжение питания, В	220
Потребляемая мощность, ВА	20

При разработке экспериментального образца использованы новые технические решения, признанные изобретениями.

Достоинством аппарата является возможность использования его для оценки температурного режима биологического объекта при медикаментозном, физиотерапевтическом или ином воздействии на пациента, что позволяет постоянно контролировать степень воздействия тех или иных лекарственных средств и методов лечения на пациента и оперативно корректировать процесс лечения.

Оба экспериментальные образца успешно прошли ограниченную клиническую апробацию в Киевском НИИ клинической экспериментальной хирургии АМН Украины и в Академии последилового обучения Минздрава Украины (кафедра профессора Самосюка И.З.), которая подтвердила целесообразность проведения ОКР с последующей организацией серийного производства разработанных изделий.

Перспективные исследования и разработки изделий медицинской техники с использованием электромагнитных излучений КВЧ и СВЧ диапазонов должны быть направлены на решение следующих проблем, требующих объединения усилий медиков, биологов, биофизиков и инженерно-технических работников.

В области КВЧ-терапии первая проблема состоит в объяснении механизма воздействия на живые организмы слабых и сверхслабых электромагнитных полей естественного и искусственного происхождения.

Второй проблемой является проблема объективности параметров биологического объекта, находящегося под действием низкоинтенсивного КВЧ излучения, так называемая проблема обратной биологической связи.

Третья проблема заключается в оптимизации параметров воздействующего на живой организм сигнала ЭМИ.

Четвертая проблема - корректная медицинская экспертиза самого метода.

Пятая проблема подразумевает связь КВЧ-терапии с другими нетрадиционными областями применения низкоинтенсивного электромагнитного излучения КВЧ диапазона.

В области СВЧ-термометрии основные усилия должны быть направлены на снижение стоимости приборов за счет совершенствования их конструкции и технологии изготовления, в частности, путем перевода основных узлов СВЧ-термометра на монолитно-интегральную технологию, создание мощных диагностических комплексов путем объединения СВЧ-термометров с другими существующими диагностическими средствами и, наконец, на создание компьютерных СВЧ томографов для различных областей медицины.

На решение последней задачи нацелена новая НИОКР "Разработка компьютерного радиотермографа", которую планируется начать в 1997 году в рамках комплексной межотраслевой научно-технической программы "Решающие технологии информатизации Украины". Программой предусмотрено к 2000 году создать опытный образец радиотермографа и провести его испытания. Основным исполнителем работы определено открытое акционерное общество "НПО "Сатурн", соисполнителем - Институт кибернетики Национальной Академии наук Украины.

Решение поставленных проблем КВЧ-терапии и СВЧ-термометрии, насыщение рынка новой лечебно-диагностической аппаратурой и внедрение ее в медицинскую практику позволит сделать еще один шаг в деле сохранения и укрепления здоровья человека.

#### Литература

1. Гассанов Л.Г., Писанко О.И., Балаба А.Н., Склиров А.П. Аппараты КВЧ-терапии серии "Электроника-КВЧ" // *Электронная промышленность*. - 1991. - № 3. - С. 67 - 69.

Чалый А.В., доктор физ.-мат. наук  
К.А.Замолотова, студентка ИМУ им. акад. А.А.Богомольца

#### Пороговые значения напряженности электрического поля при электростимуляции

Одно из важных направлений применения электронной медицинской аппаратуры является электростимуляция, которая основана на раздражающем действии электрических импульсов с различной крутизной фронта, длительностью и частотой для изменения функционального состояния клеток, органов и тканей.

В соответствии с законом Дюбуа-Реймона раздражение при электростимуляции пропорционально производной от силы тока по времени, т.е. обусловлено ускорением зарядов. Очевидно, что величина  $dI/dt$  максимальна для прямоугольных импульсов. В свою очередь, электростимуляция прямоугольными импульсами определяется их длительностью  $t_{имп}$ , поскольку от длительности импульсов зависит смещение электрических зарядов.

Целью данной работы было получение порогового значения напряженности  $E_{порог}$  электрического поля, начиная с которого электростимуляция становится эффективной. Для этой величины была получена следующая формула:

$$E_{порог} \approx (32\pi kT)^{1/2} / q t_{имп},$$

где  $m$  и  $q$  - масса и заряд носителей. Определены пороговые значения напряженности электрического поля для ионной подсистемы тканевых электролитов.

**Электроника**

**И СВЯЗЬ**

**2'1997**

**ЧАСТЬ II**

