

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ УКРАИНЫ
КИЕВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

На правах рукописи

УДК 615.472:615.847

Махмуд Фарес Ахмед Хусейн

**КОМПЛЕКСНАЯ МЕТОДИКА СОЗДАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ
МЕДИЦИНСКИХ МАГНИТОТЕРАПЕВТИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ
ЛОКАЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ**

05.27.02 - Вакуумная, плазменная и квантовая электроника

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

КИЕВ - 1997



00752490 (R)

Диссертация является рукописью.

Работа выполнена на кафедре физической и биомедицинской электроники Национального технического университета Украины, "КПИ".

Научный руководитель : кандидат технических наук,

профессор Синекон Ю.С.

Научные консультанты - профессор, д.м.н. Волков Е.Г.

доцент, к.т.н. Зубчук В.И.

Официальные оппоненты:

доктор физико-математических наук

профессор Чайка В.Е.

кандидат технических наук,

Варламов В.А.

Ведущая организация: ОАО "ІРВА", г. Киев.

Защита состоится "26" Мая 1997 года в 14:30 часов на заседании специализированного Совета Д01.02.17 в Национальном техническом университете Украины (252056, Киев-56, проспект Победы, 37, корп. 12, ауд. 114).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Национального технического университета Украины, "КПИ".

Автореферат разослан _____ 1997г.

Ученый секретарь
специализированного Совета
кандидат технических наук
профессор.

Писаренко Л.Д.

АННОТАЦИЯ

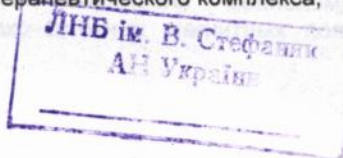
Целью диссертационной работы является создание комплексной методики проектирования медицинских магнитотерапевтических приборов и практическая ее апробация при создании указанной аппаратуры.

Для достижения поставленной цели в диссертации решаются такие **основные задачи**:

- создание методических рекомендаций по медицинскому применению магнитотерапевтического аппарата индивидуального назначения и компьютерного магнитотерапевтического комплекса на основании характеристик пространственного распределения низкочастотных магнитных полей;
- создание методики измерения, расчета и моделирования на ЭВМ пространственного распределения низкочастотных магнитных полей с произвольным законом изменения индукции;
- создание комплексной методики проектирования медицинских магнитотерапевтических приборов;
- апробация предложенных методик при проектировании магнитотерапевтического аппарата индивидуального назначения и компьютерного магнитотерапевтического комплекса на его основе;
- апробация созданных приборов в медицинской практике.

Автор защищает следующие **основные положения**:

- комплексная методика создания электронных медицинских магнитотерапевтических приборов;
- спроектированный магнитотерапевтический аппарат индивидуального назначения, его электрическая и функциональная схемы;
- блок-схема компьютерного магнитотерапевтического комплекса;



ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Магнитотерапия - это направление в физиотерапии, которое изучает физиологическое воздействие естественных и искусственных магнитных полей на человека, а также разрабатывает методы их лечебного и профилактического применения.

Действие электромагнитных излучений на человека, по мнению специалистов, работающих в области создания биомедицинской техники, определяется следующими факторами. Во-первых, интенсивностью. В этой связи следует отметить, что за последние 10 лет, по данным Госкомсанэпиднадзора России фоновая (т.е. хаотическая) интенсивность электромагнитных полей возросла на 5 порядков. Во-вторых, переносимой информацией. Под информацией в данном случае понимается способность биоорганизма воспринимать сверхслабые электромагнитные поля и в соответствии с ними регулировать свою жизнедеятельность. В качестве примера можно назвать магнитные бури, воздействие которых многие люди ощущают на себе. Интенсивность кратковременных всплесков таких бурь составляет всего 50 нТл, что в 1000 раз меньше геомагнитного поля Земли. За последние два десятилетия исследования, проведенные в различных лабораториях мира, доказали, что биоорганизмы обладают чувствительностью к электромагнитным полям; но определяется она, во-первых, кумулятивным эффектом (эффектом накопления), и, во-вторых, наличием своеобразных "окон" по частоте и интенсивности. Последний факт косвенно говорит о наличии резонансных свойств в биоорганизме и отдельных его органах.

На протяжении последних двух десятилетий было разработано и внедрено в медицинскую практику целый ряд методик лечения с применением электромагнитных аппаратов, изделий из твердых и

эластичных магнитоматериалов, а также магнитных жидкостей. К ним принадлежат: "Полюс-1", "Полюс-2", "Полюс-101", "АЛИМП", "МАГ-30", "Магнитер", "Биоскан", аппликаторы листовые АЛМ, МКМ-2-1 и другие. По данным лечебно-профилактических заведений Минздрава Украины, использование средств магнитотерапии способствовало снижению назначений фармакологических препаратов на 30%.

Безмедикаментозное лечение, почти полное отсутствие противопоказаний и побочных эффектов, отсутствие адаптации, эффективность, длительность последствий - вот основные преимущества воздействия магнитными полями (МП). Применение МП эффективно, в частности, для бесшовного соединения трубчатых полых органов, измерения скорости кровотока, при воспалительных процессах, ожогах, в офтальмологии, урологии, дерматологии и в других случаях.

Вместе с тем, развитие магнитотерапии находится еще на стадии исследований и отработки методологии. Неоднородность магнитных полей затрудняет описание и расчет полей, а также оценку дозы облучения. Достаточно сложным является исследование влияния спектрального состава МП на биологические объекты. Встречаются противоречивые сведения о влиянии МП на биологические объекты, не выяснен однозначно механизм взаимодействия МП с биологическими объектами. Проектирование электронных устройств для физиотерапии МП поэтому является весьма сложной инженерной задачей. В связи с этим формализация процесса проектирования с применением средств вычислительной техники становится особенно актуальной.

Методы исследований. Сформулированные в диссертационной работе научные положения, выводы и рекомендации обоснованы с научной и технической точек зрения. Выводы диссертации получены по результатам исследований, выполненных с использованием оригинальных методик собственной разработки автора: по измерению пространственного распределения низкочастотных магнитных полей

различной конфигурации и с различными законами изменения магнитной индукции (в том числе для коротких импульсов); по проектированию излучателей низкочастотных магнитных полей по заданным характеристикам, по формированию тока излучателей, по моделированию и расчету пространственного распределения магнитного поля. При этом учет влияния параметров на выходные показатели и статистический анализ производился методом Монте-Карло, статистическая обработка результатов лечения производилась методом наименьших квадратов, численными методами аппроксимации.

Научная новизна

1. На основании анализа механизмов взаимодействия МП с биологическими объектами и сравнительного анализа существующей промышленной магнитотерапевтической аппаратуры разработаны общие требования к разработке магнитотерапевтической аппаратуры, а также предложена комплексная методика проектирования медицинских магнитотерапевтических приборов.
2. Предложена методика измерения, расчета и моделирования на ЭВМ пространственного распределения низкочастотных магнитных полей с произвольным законом изменения индукции, основанная на использовании расчетного эталона и решения тройных интегралов численными методами.

Практическая ценность

- Методики создания приборов для магнитотерапии позволили разработать магнитотерапевтический аппарат индивидуального назначения, который успешно прошел технические и клинические испытания, имеет сертификат качества, серийно изготавливается и активно используется в медицинской практике как для лечения, так и для исследований.
- Предложенные методики проектирования и разработанное программное обеспечение позволяют формализовать и упростить

процесс создания магнитотерапевтических аппаратов, уменьшить временные затраты на их разработку.

Апробация работы и публикации. Результаты проведенных теоретических и прикладных исследований были доложены и обсуждены на Международной научно-технической конференции "Проблемы физической и биомедицинской электроники", Киев, 1995, 1996гг., на международном симпозиуме "Экология, авиация, техносфера - взгляд в третье тысячелетие", г. Рига 1996г. По результатам диссертационной работы опубликованы шесть статей. Материалы диссертации были использованы при написании отчета по научно-исследовательской работе.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, выводов, изложенных на 173 страницах машинописного текста, иллюстрируется 36 рисунками и 8 таблицами, дополнена списком литературы из 88 наименований и приложениями. Приложения включают: рисунки, поясняющие методику расчета излучателей магнитных полей; листинги программного обеспечения; электрическую схему аппарата МС-92М; копию сертификата качества на спроектированный по предложенным методикам магнитотерапевтический аппарат.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении сформулированы научная проблема, цель работы, основные задачи, защищаемые положения и другие обязательные сведения.

В первой главе дана краткая сравнительная характеристика существующей магнитотерапевтической аппаратуры, изложены основные направления ее совершенствования. Показано, что развитие современной магнитотерапевтической аппаратуры в ближайшее время

будет идти по пути увеличения функциональных возможностей, решатся такие задачи будут с применением ПЭВМ. На основании анализа взаимодействия магнитных полей с биологическими объектами сделан вывод о эффективности применения таких полей для лечения, выработаны рекомендации к характеристикам таких полей. Кроме того, показана возможность раздельного воздействия на пациента магнитного и электростатического полей, проведена наглядная классификация некоторых распространенных источников магнитных полей природного и искусственного происхождения, показаны основные механизмы взаимодействия магнитного поля с биологическими объектами. Показана перспективность развития методов и средств магнитоимпульсной стимуляции как одного из важных направлений физиотерапии. Применение МП эффективно для лечения и профилактики различных заболеваний. Наиболее перспективными являются неоднородные магнитные поля, интенсивностью до 150 мТл. Закон изменения индукции (форма тока запитки индуктора) определяется выбранной методикой лечения.

Во второй главе рассмотрены общие требования к разработке магнитотерапевтической аппаратуры, предложены методики по проектированию медицинских магнитотерапевтических приборов, на основании существующих теоретических описаний предложена методика расчета и моделирования на ЭВМ пространственного распределения магнитного поля, на основании использования расчетного эталона магнитного поля предложена оригинальная методика измерения пространственного распределения магнитного поля.

Современная магнитотерапия осуществляется преимущественно переменными низкочастотными полями, реже используется постоянное МП. Основным элементом магнитотерапевтической аппаратуры является излучатель магнитного поля, основными решаемыми

вопросами - способ его запитки, распределение и измерение картины магнитного поля. Главные требования к излучателю магнитного поля - минимальные габариты и вес при максимальной (но заданной) и заранее оговоренной напряженности поля определенной конфигурации.

Преимуществом использования излучателя при резонансе напряжений является то, что потребляемая им мощность в этом случае определяется только активным сопротивлением индуктивности и потерями конденсатора. При этом на излучателе оказывается напряжение, в Q раз превышающее напряжение питания, что обеспечивает достаточный ток и соответствующую индуктивность магнитного поля. Однако существенным недостатком является узкая полоса частот, неустойчивость режимов при импульсных токах обтекания. Это существенно ограничивает применение такой запитки излучателя в современных многофункциональных аппаратах и поэтому в настоящее время используется редко. Однако такой способ оказывается весьма полезным для работы со специализированными индукторами больших линейных размеров, предназначенных для лечения конкретных заболеваний, например, для шейно-воротниковой зоны.

Приведены предложенные автором методики проектирования излучателя при резонансе напряжений и при широком частотном диапазоне. Указанные методики пригодны для расчета индукторов любой формы (например, для шейно-воротниковой зоны).

Для формирования тока излучателей низкочастотных МП предлагается применять следующую структуру: формирователь напряжения заданной формы; преобразователь напряжения в ток. Преобразователь напряжения в ток предлагается выполнять в виде следящей системы, где производится формирование напряжения, сравниваемого с опорным, путем введения вспомогательного резистора.

Поскольку свойства такой системы с обратной связью во многом определяются свойствами элементов, то в общем случае требуется обоснованный анализ работоспособности. Для этой цели предлагается использовать методику машинного анализа цепей с сосредоточенными параметрами. Для конкретных целей анализа магнитоимпульсаторов проведен анализ и выбор наиболее подходящих моделей биполярных транзисторов, которые встраиваются в пакет схемотехнического анализа ПРАМ-ПК. Учет влияния параметров схемы на выходные показатели излучателей низкочастотных магнитных полей и статистический анализ предлагается выполнять методом Монте-Карло.

Предложен алгоритм и соответствующее программное обеспечение.

Так как на практике лечение пациентов наиболее часто проводится в неоднородном поле, вопрос получения реальной картины МП очень важен. Существующие медицинские рекомендации указывают обычно только максимальную напряженность МП индуктора. Имеющиеся же практические данные показывают, что реальная реализация индуктора обеспечивает обычно максимальную напряженность только в одной точке поля - на оси индуктора непосредственно у его поверхности. Таким образом, вопрос о том, какая напряженность поля несет лечебный эффект, остается открытым. Кроме того, как показал анализ литературы, большинство авторов-медиков указывает напряженность поля в соответствии с паспортными данными максимальной напряженности для прибора и совершенно не учитывает расстояние от объекта до индуктора. Получение картины распределения МП становится особенно важным при бесконтактном методе наложения индукторов, так как понятно, что лечебный эффект и назначаемые дозы зависят от зазора между объектом и индуктором. Все вышеперечисленное в этом разделе показывает необходимость получения картины МП для каждого типа прибора и такая картина в

обязательном порядке должна входить в паспорт магнитотерапевтического прибора.

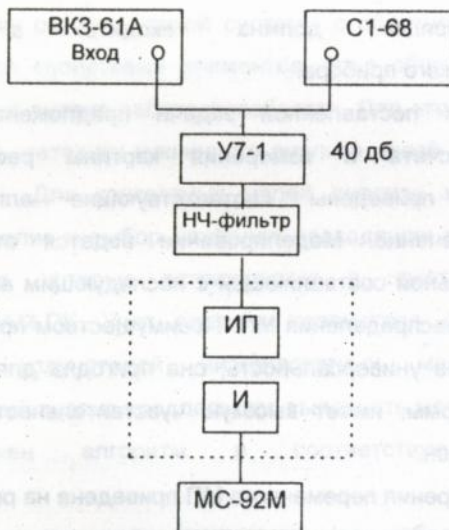
Для реализации поставленной задачи предложена методика моделирования, расчета и измерения картины распределения магнитного поля, приведены соответствующие алгоритмы и программное обеспечение. Моделирование ведется отдельно по радиальной и аксиальной составляющей с последующим вычислением суммарной картины распределения МП. Преимуществом предложенной методики является ее универсальность, она пригодна для измерения сигналов любой формы, имеет высокую чувствительность, широкий динамический диапазон.

Блок-схема измерения переменного МП приведена на рис. 1.

Для обеспечения достоверности измерений предложена методика метрологического контроля измерительного преобразователя при помощи катушек Гельмгольца и рассчитанного эталона. Приведена блок-схема измерения картины постоянного магнитного поля.

В третьей главе на основании анализа, проведенного в главе 1, были сформулированы основные требования к параметрам медицинской магнитотерапевтической аппаратуры.

- возможность формирования любых периодических сигналов, минимальная длительность импульсного сигнала 1 мсек, максимальная амплитуда индукции 30 мТл с возможностью расширения до 150 мТл;
- устройство должно генерировать постоянные и переменные поля;
- частота от 1 до 100 Гц, плавная перестройка частоты, возможность установки фиксированного либо плавающего режима для исключения эффекта "привыкания" пациента;



ВКЗ-61А - вольтметр цифровой; С1-68 - осциллограф; У7-1 - усилитель маломушящий; НЧ - низкочастотный фильтр; ИП - измерительный преобразователь; И - индуктор магнитостимулятора; МС-92М - магнитостимулятор

Рис.1. Блок-схема измерения переменного МП

- наличие сменных излучателей различного вида и назначения: общего назначения, стоматологические, на шейно-воротниковую зону, для воздействия на конечности и т.п.;
- минимальные габариты, вес и потребляемая мощность;
- удобство и простота эксплуатации;
- наличие возможности использования прибора в составе магнитотерапевтического компьютерного комплекса.

Показано, каким образом велась оптимизация схемотехнических решений для удовлетворения вышеперечисленным требованиям. Предложен компьютерный магнитотерапевтический комплекс, обладающий повышенной программной управляемостью и высокой вариабельностью режимов воздействия, многоканальностью,

универсальностью форм сигналов, возможностью работы как в автономном режиме, так и под управлением компьютера. Существенным преимуществом является также повышение точности и уменьшение времени обработки полученных результатов, что упрощает оценку результатов лечения и экспериментов.

Комплекс построен на основе персонального компьютера и восьми приборов, выполняющих функции оконечного устройства. Связь компьютера и приборов осуществляется через параллельный порт ПК с помощью 9-ти проводной шины. Генерирование сигналов и задание режимов работы, а также задание времени экспозиции возложено на персональный компьютер. Кроме того, в ПК хранятся ранее созданные виды сигналов, которые могут быть использованы вновь или отредактированы. Программно реализованы следующие функции: чтение из файла данных набора форм сигналов, графический интерфейс, передача данных на порт, таймер, задающий время экспозиции отдельно для каждого прибора. Графический интерфейс обеспечивает пользователю возможность выбора форм сигнала, задания времени экспозиции, частоты передачи, а также выбора между постоянной и качающейся частотой.

В четвертой главе дано техническое описание аппаратуры, спроектированной на основании предложенных методик. Аппарат имеет три частотных режима генерации: фиксированная частота F , устанавливаемая в диапазоне 2...100 Гц; плавающая регулируемая частота с периодическим за 20 сек. нарастанием и спадом в диапазоне 1... F ; плавающая нерегулируемая частота с периодом 20 сек., в диапазоне 90...100 Гц.

Два синхронных выходных канала обеспечивают независимую регулировку индукции магнитного поля в диапазоне 0...30 мТл (у поверхности индукторов). Данный диапазон частот и индукций МП в сочетании с широким набором форм импульсов, для каждого из которых

характерен свой спектральный состав гармонических составляющих, позволяет реализовать все традиционные и вновь разработанные магнитотерапевтические методики. При этом объем памяти перепрограммируемого запоминающего устройства (ППЗУ) из которого считываются формы импульсов МП, не накладывает ограничений на количество реализуемых магнитотерапевтических методик, поскольку в устройстве предусмотрена простая замена микросхем ППЗУ. Режимы генерации с плавающей частотой исключают возможную адаптацию организма пациента к терапевтическому действию МП и обусловленное ею снижение лечебного эффекта и, кроме того, позволяют путем сканирования воздействовать на организм частотами с максимальным лечебным эффектом. Аппарат прост в управлении и обслуживании, обеспечены средствами визуальной и звуковой индикации режимов работы. Они могут быть использованы как индивидуально, так и в условиях широкопрофильных и специализированных клиник.

Показано, что исследование картины МП предпочтительнее производить на постоянном токе с запиткой от источника питания, обеспечивающего максимально допустимый для данного типа индуктора ток, а исследование распределения линий равной напряженности - на переменном токе, с подключением индуктора к реальному магнитотерапевтическому аппарату.

Наличие картины распределения МП существенно облегчает задачу выработки медицинских рекомендаций по применению магнитотерапевтической аппаратуры.

Показаны особенности практического измерения картины поля на переменном и постоянном токе запитки индукторов. По результатам лабораторных исследований, проведенных в НТУУ КПИ и клинических испытаний прибора, проведенных в физиотерапевтическом отделении Киевского института клинической и экспериментальной хирургии, в Республиканском ревматологическом центре на кафедре ревматологии

Украинского института усовершенствования врачей, а также в Раздельнянской центральной районной больнице Одесской области, для лечения ревматических заболеваний суставов (ревматоидный артрит, деформирующий остеоартроз, реактивные артриты, остеохондроза позвоночника, осложненного корешковым синдромом в фазе острого течения, остеохондроза суставов ног и рук), облитерирующего атеросклероза сосудов конечностей, осложненного трофическими язвами, эндартерита сосудов нижних конечностей с выраженным болевым синдромом и хронической лимфовенозной недостаточностью показали высокую эффективность.

Проверка достоверности действенного лечения методами магнитотерапии осуществляется с помощью статистического анализа методом наименьших квадратов. Для реализации этого анализа предложены соответствующие алгоритмы и диалоговые программы для ПЭВМ.

Обработка информации о лечении больных осуществляется также при помощи учебно-исследовательской диалоговой подсистемы описания состояния биологических объектов, позволяющей производить оценку эффективности лечения при помощи выборки. Приведены рекомендации по медицинскому применению спроектированной аппаратуры.

Статистический анализ результатов клинических испытаний по разным группам больных показал, что значительное улучшение наступило у 65-75% больных, улучшение у 20-30% и без изменений 5-10%.

Сделан вывод о том, что разработанный магнитотерапевтический аппарат полностью отвечает выдвинутым требованиям и значительно превосходит аналоги по функциональным возможностям и массогабаритным характеристикам. Поле, формируемое этим аппаратом, обладает высокой эффективностью лечения.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

1. Проведен анализ существующих аппаратных решений магнитотерапевтических приборов на Украине и за ее пределами, механизмов взаимодействия электромагнитных полей с биологическими объектами, требований медицинских работников о подобной аппаратуре, что позволило предложить методику по проектированию электронных медицинских магнитотерапевтических приборов с учетом особенностей моделирования компонентной базы электронного магнитоимпульсатора, формирования информационного обеспечения метрологического контроля параметров магнитного поля индукторов, прогнозирования показателей качества и параметров электронных магнитоимпульсаторов.

2. Универсальность предложенного варианта построения электронного магнитоимпульсатора обеспечивается за счет применения универсального формирования выходного тока, позволяющего генерировать сигналы любой формы, длительности, частоты и амплитуды. Таким образом, является реальным изготовление магнитного импульсатора с гарантированными характеристиками магнитного поля. В этом состоит преимущество предложенных методик перед существующими способами разработки.

3. Предложенные методики позволяют формализовать процесс проектирования магнитотерапевтической аппаратуры и сократить временные затраты на проектирование. Практическое применение подтвердило высокую эффективность предложенных методик.

4. Результаты теоретических исследований и моделирования на ЭВМ внедрены в созданное оригинальное электронное устройство для магнитной терапии.

5. Проведенные серии технических испытаний и совместных клинических исследований подтвердили высокую техническую надежность аппарата, его электробезопасность, хорошие эксплуатационные характеристики при обеспечении требуемого терапевтического и стимулирующего эффекта. Получено разрешение комиссии по новой медицинской технике Минздрава Украины на серийное производство и применение в лечебной практике аппарата МС-92М.

6. Высокая эффективность лечения различных заболеваний при помощи такого прибора подтверждена серией клинических испытаний.

МАТЕРИАЛЫ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНЫ В СЛЕДУЮЩИХ РАБОТАХ:

1. Оставненко Н.Ю., Садовая Л.М., Мусиенко И.М., Махмуд Фарес Ахмед. Обоснование возможности использования электромагнитных полей при лечении бронхиальной астмы. // Сб. докладов Международной научно-технической конференции 27-30 мая 1996г., г. Киев, стр. 344-346.

Автором обоснована гипотеза о механизме влияния электромагнитных полей на обменные процессы в организме.

2. Синекон Ю.С., Волков Е.С., Зубчук В.И., Махмуд Фарес Ахмед, Синекон Н.Ю. Новые технологии в лечении бронхиальной астмы. // Научно-технический сборник "Электроника и связь", вып.1., К., стр. 97-104, 1996г. (р.св. КВ № 1351 от 31.03.95).

Автором разработаны методики измерения картины магнитного поля, проведены лабораторные исследования данных картин при различных формах сигнала.

3. Синекон Ю.С., Новиков Н.И., Махмуд Фарес Ахмед. Перспективы и основные задачи подготовки специалистов в области биомедицинской электроники. // Труды симпозиума "Экология, авиация, техносфера - взгляд в третье тысячелетие", г. Рига, 1-5 декабря 1996г.

Автором показаны основные проблемы создания магнитотерапевтической аппаратуры и пути их решения.

4. Фесечко В.А., Махмуд Фарес Ахмед Хусейн К вопросу анализа погрешностей магнитоимпульсоров. // Научно-технический сборник "Электроника и связь" вып. 2, К. стр. 403-406. (Тематический выпуск по материалам Международной научно-технической конференции "Проблемы физической и биомедицинской электроники" 27-29 мая 1997г., г, Киев.)

5. Махмуд Фарес Ахмед Хусейн. Пакет программ для описания медицинской информации. // Научно-технический сборник "Электроника и связь" вып. 2, К. стр. 371-374. (Тематический выпуск по материалам Международной научно-технической конференции "Проблемы физической и биомедицинской электроники" 27-29 мая 1997г., г, Киев.)

6. Махмуд Фарес Ахмед Хусейн. Применение вероятностных методов для обработки медицинской информации. // Научно-технический сборник "Электроника и связь" вып. 2, К. стр.366-367. (Тематический выпуск по материалам Международной научно-технической конференции "Проблемы физической и биомедицинской электроники" 27-29 мая 1997г., г, Киев.)

Ключевые слова: магнетизм, терапия, стимуляция, сигнал, медицина, компьютер, поле, индуктор, измерение.

Махмуд Фарес Ахмед Хусейн

"Методики создания медицинских магнитотерапевтических приборов", рукопись.

05.27.02 - "Вакуумная, плазменная и квантовая электроника".

Национальный технический университет Украины "Киевский политехнический институт", Киев, 1996г.

Основные положения и результаты:

- комплексная методика создания электронных медицинских магнитотерапевтических приборов;
- спроектированный магнитотерапевтический аппарат индивидуального назначения, его электрическая и функциональная схемы;
- блок-схема компьютерного магнитотерапевтического комплекса;

Fares Ahmad Husein Mahmoud

"Techniques of creation of medical devices for magnetic therapeutic", manuscript. 05.27.02. - "Vacuum, plasma and quantum electronics".

The national technical University of Ukraine "Kiev politechnical University", Kiev, 1996.

The main ideas and results are:

- The complex technique of design of electronic medical devices for magnetic therapeutic apparatus;
- Designed magnetic therapeutic apparatus of individual assignment, its electrical and function charts;
- The block diagram of computer-aided magnetic therapeutic complex;

435552

Ав 37.417

Подп. к печ. 24.04.97 Формат 60×84^{1/4}.
Бумага тип. № 1 . Способ печати офсетный. Услови. печ. л. 4,16
Услови. кр.-отт. 4,18 . Уч.-изд. л. 1,75.
Тираж 70 . Зак. № 7-1414 .

Фирма «ВИПОЛ»
252151, г. Киев, ул. Волинская, 60.