

*На правах рукописи*

**Гостев Сергей Сергеевич**

**СПОСОБ И ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА  
ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАГНИТОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ПАЦИЕНТА**

Специальности:

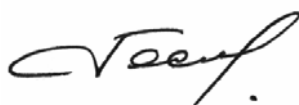
05.11.17 – Приборы, системы и изделия медицинского назначения

05.11.16 – Информационно-измерительные и управляющие системы  
(в технических системах)

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени

кандидата технических наук



Рязань 2006

Работа выполнена в Федеральном государственном учреждении высшего профессионального образования «Рязанский государственный радиотехнический университет»

Научные руководители: – доктор технических наук, доцент  
Жулев Владимир Иванович  
– кандидат технических наук, доцент  
Садовский Гардон Антонович

Официальные оппоненты: – доктор технических наук, профессор  
Калакутский Лев Иванович  
– кандидат технических наук, доцент  
Михеев Анатолий Александрович

Ведущая организация: – Государственный НИИИ военной медицины  
Министерства обороны РФ, г. Москва

Защита диссертации состоится 16 июня 2006 г. в 12 часов на заседании диссертационного совета Д 212.211.04 в Рязанском государственном радиотехническом университете по адресу: 390005, г. Рязань, ул. Гагарина, 59/1.  
Тел. (4912) 92-03-48.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке РГРТУ.

Автореферат разослан 10 мая 2006 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
канд. техн. наук, доцент



А.Г. Борисов

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность работы.** В последнее время в России и за рубежом интенсивно развивается перспективная область медицины – магнитотерапия, основанная на использовании биологического и лечебного действия электромагнитных полей. Многочисленные лабораторные и клинические исследования показали высокий клинический эффект при лечении магнитными полями различных заболеваний, в частности сердечно-сосудистых.

Положительные результаты действия комплексной магнитотерапии достигаются в 80÷85 % случаев. Объясняется это не только хорошей переносимостью процедур, минимальным числом противопоказаний, но и возможностью оптимизировать воздействие в соответствии с последними достижениями в области физиотерапии, физиологии и магнитобиологии. Характер и интенсивность действия магнитного поля зависят от биотропных параметров магнитного поля, а также от индивидуальных особенностей пациента, в частности от магниточувствительности – чувствительности организма к воздействию магнитного поля. Оценка магниточувствительности пациента позволяет до проведения курса магнитотерапии предсказать эффективность такого лечения, подобрать индивидуальную тактику его проведения.

Подходы к разработке способов и технических средств определения магниточувствительности приведены в работах А.М. Демецкого, А.В. Цецохо, Н.Р. Деряпы, А.В. Трифонова, Дж. Кишвинка и др. Известно около десятка способов определения магниточувствительности пациента. В абсолютном большинстве эти способы не автоматизированы и основаны на применении постоянных магнитных полей, что не отражает в полной мере реакцию организма на импульсные и переменные магнитные поля, используемые современными магнитотерапевтическими аппаратами.

Основной задачей, требующей решения при определении магниточувствительности пациента, является получение достоверной информации об ответных реакциях организма на действие магнитного поля, что требует разработки современных способов и создания технических средств определения этих реакций и их практического применения.

**Цель диссертационной работы.** Повышение эффективности определения магниточувствительности путем разработки методов и технических средств автоматизированного определения физиологических показателей пациента до магнитотерапевтического воздействия.

Для достижения поставленной цели решались следующие **основные задачи.**

1. Выбор и обоснование набора информативных параметров для автоматизированного определения магниточувствительности пациента на основе анализа существующих способов и экспериментальных исследований.

2. Построение модели, описывающей влияние магнитного поля на организм пациента или отдельных его систем при определении магниточувствительности.

3. Разработка и исследование автоматизированного способа определения магниточувствительности на основе анализа физиологических реакций на магнитную нагрузку.

4. Разработка и исследование способов измерения параметров пациента в условиях действия электромагнитных полей.

5. Практическая реализация полученных технических решений и разработанных алгоритмов в виде аппаратно-программного обеспечения системы определения магниточувствительности пациента. Выработка рекомендаций по практическому применению разработанных устройств и алгоритмов.

**Методы исследования.** Результаты исследований, включенные в диссертацию, базируются на методах численного анализа и моделирования, математическом аппарате теоретических основ электротехники, экспериментальных исследованиях и теории статистического оценивания.

### **Научная новизна**

1. Разработана модель действия магнитного поля на пациента при определении его магниточувствительности, описывающая процесс формирования физиологической реакции на магнитное поле и отличающаяся применением в качестве преобразователя электромагнитной энергии точки акупунктуры. Уточнена электрическая модель биологически активной точки.

2. Впервые предложен автоматизированный способ определения магниточувствительности на основе анализа физиологических реакций сердечно-сосудистой и нервной систем пациента на кратковременную импульсную магнитную нагрузку, позволяющий получить количественную оценку магниточувствительности.

3. Для определения инверсионной магниточувствительности предложен способ измерения температуры, основанный на дифференциальном включении корреляционно связанных термисторов, позволяющий повысить метрологические характеристики измерения. Новизна способа подтверждена патентом РФ.

**Практическая значимость.** На основе полученных в ходе работы ре-

зультатов:

1. Разработан экспериментальный образец системы определения магниточувствительности, позволяющий до процедуры магнитотерапии определить степень магниточувствительности пациента. Показано, что время, затрачиваемое на определение магниточувствительности, сокращено с 1,5 часа до 5 минут при достоверности получаемых результатов 0,94.

2. Создано программное обеспечение, позволяющее на основе зарегистрированных данных получить оценку магниточувствительности пациента, а также осуществлять управление режимами магнитного воздействия и сбора данных.

3. Разработан экспериментальный образец датчика температуры для определения инверсионной магниточувствительности, реализующий предложенный способ и позволяющий осуществлять измерение температуры в условиях действия электромагнитных полей. Исследованы погрешности датчика. Показано, что полная погрешность датчика не превышает 0,1 °С.

**Внедрение результатов работы.** Полученные в работе результаты внедрены при разработке аппаратно-программного комплекса «Мультимаг», серийно выпускаемого Касимовским приборным заводом, в клиническую практику Рязанского филиала ФГУ «Федеральный научно-клинический центр детской гематологии, онкологии и иммунологии», в учебный процесс ГОУВПО «Рязанский государственный радиотехнический университет», что подтверждается соответствующими актами внедрения.

#### **Положения, выносимые на защиту**

1. Автоматизированный способ определения магниточувствительности пациента, основанный на анализе физиологических реакций организма на кратковременную импульсную магнитную нагрузку.

2. Способ измерения температуры, позволяющий оценить инверсионную магниточувствительность, основанный на дифференциальном включении корреляционно связанных термисторов, что дает возможность повысить точность измерения.

3. Структура и алгоритм работы системы определения магниточувствительности и структура датчика температуры, реализующие предложенные способы.

4. Результаты экспериментальных исследований разработанных способов и устройств, подтвердивших обоснованность теоретических выводов, расчетов и результатов моделирования.

**Апробация работы.** Основные результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на V международной НТК «Современные средства

управления бытовой техникой» (Москва, 2003), всероссийской НТК «Биотехнические, медицинские и экологические системы и комплексы» (Рязань, 2002 – 2005), VII межвузовской НПК «Информационные технологии XXI века» (Москва, 2005).

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 20 печатных работ, в том числе один патент РФ на изобретение и одно свидетельство об отраслевой регистрации программ для ЭВМ.

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 72 наименований, 3 приложений. Диссертация содержит 109 страниц основного текста и 56 страниц рисунков и таблиц (59 рисунков и 8 таблиц).

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** обоснована актуальность работы, проанализировано состояние проблемы, сформулированы цель и задачи исследований, показаны научная новизна и практическая значимость работы, представлены основные положения, выносимые на защиту.

**Первая глава** посвящена анализу известных способов и технических средств определения магниточувствительности пациента. В частности, рассмотрена методика определения магниточувствительности пациента, утвержденная Минздравом РФ, основанная на анализе изменения артериального давления, температуры кожного покрова и электропроводности биологически активных точек на постоянную магнитную нагрузку. Показано, что ей присущи следующие недостатки:

- требуется большое количество времени для выполнения и интерпретации (по предварительным подсчетам, время, затрачиваемое на определение степени магниточувствительности, составляет порядка 90 минут, при условии длительности процедуры магнитотерапии 15–20 минут);
- отсутствует возможность использования методики в составе аппаратно-программных комплексов (АПК), например «Мультимаг», что обусловлено необходимостью создания дополнительного оборудования: кресла, источников постоянного магнитного поля;
- использование для определения степени магниточувствительности источников постоянного магнитного поля, что не отражает в полной мере реакции организма человека на импульсное магнитное поле, используемое в современных АПК;

- использование устройств, не приспособленных к измерениям в условиях действия электромагнитных полей;
- конструктивная неприспособленность датчиков некоторых приборов к длительному нахождению на теле пациента;
- отсутствие автоматической обработки результатов измерений, что увеличивает время, необходимое для проведения процедуры определения магниточувствительности.

Проанализированы альтернативные способы определения магниточувствительности пациента. Показано, что существующим способам определения магниточувствительности присущи следующие недостатки:

- все рассмотренные процедуры определения магниточувствительности не автоматизированы;
- тестовое и рабочее воздействия не совпадают;
- отсутствуют обоснования мест воздействия и точек съема.

Проанализированы технические средства, используемые для определения магниточувствительности пациента. Показана невозможность их применения для автоматизированного определения магниточувствительности пациента вследствие несоответствия техническим требованиям или высокой стоимости. Сформулированы основные технические требования к датчику кожной температуры при условии действия импульсных магнитных полей. Показано, что разработка быстродействующих прецизионных термометров на основе бусинковых термисторов связана с необходимостью линеаризации их температурной характеристики. Проведен анализ известных способов линеаризации, на основе которого выявлены их недостатки.

На основе проведенного в первой главе анализа сформулированы основные задачи исследования.

**Вторая глава** посвящена разработке автоматизированного способа определения магниточувствительности пациента. Проведен анализ параметров пациента, используемых в известных способах определения магниточувствительности, по четырем основным критериям, таким как возможность автоматизации измерения параметра, его помехозащищенность, время формирования ответной реакции и возможность определения инверсионной магниточувствительности на основе анализа этого параметра. Показано, что для автоматизированного определения магниточувствительности пациента необходимо исследование двух параметров: среднеквадратического отклонения (СКО) длительности кардиоинтервалов и температуры биологически активной точки (БАТ).

Предложен автоматизированный способ определения степени магниточувствительности пациента, заключающийся в том, что значения длительностей кардиоинтервалов регистрируют до, во время и после воздействия магнитным полем. После регистрации в каждой из выборок оценивается СКО, после чего полученные данные анализируются на предмет изменения закона распределения кардиоинтервалов. Поскольку принадлежность двух или более выборок к одной генеральной совокупности определяется по  $F$  – критерию, то магниточувствительность пациента можно считать средней или высокой, если выполняется условие

$$\left\{ \begin{array}{l} (F_1 \geq F) \cap (F_2 < F), \\ F_1 = \frac{s_1^2}{s_2^2}, \\ F_2 = \frac{s_3^2}{s_4^2}, \end{array} \right. \quad (1)$$

где  $s_1^2$  – большая из дисперсий распределений кардиоинтервалов до и во время воздействия магнитным полем,  $s_2^2$  – меньшая из дисперсий распределений кардиоинтервалов до и во время воздействия магнитным полем,  $s_3^2$  – большая из дисперсий распределений кардиоинтервалов до и после воздействия магнитным полем,  $s_4^2$  – меньшая из дисперсий распределений кардиоинтервалов до и после воздействия магнитным полем,  $F$  – табличное значение квантиля распределения Фишера с заданной доверительной вероятностью ( $P=0,95$ ) и числом степеней свободы.

При достаточно больших объемах выборок ( $n_i \geq 30$ ) распределение выборочных дисперсий стремится к нормальному закону с математическим ожиданием, равным истинному значению дисперсии. Поэтому осуществляют выборки до, во время и после воздействия магнитным полем объемом не менее 30 значений кардиоинтервалов. В этом случае, минимально необходимое время для проведения процедуры определения магниточувствительности не будет превышать 5 минут (при условии, что частота пульса пациента составляет 70 ударов в минуту).

Для определения инверсионной магниточувствительности предложено регистрировать значения температуры БАТ во время предъявления и отключения магнитной нагрузки. Если температура точки акупунктуры уменьшается за

время воздействия магнитного поля на величину до  $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , то магниточувствительность считают инверсионной.

Предложено при определении магниточувствительности осуществлять воздействие магнитным полем на точку акупунктуры, расположенную на меридиане сердца. Показано, что биологически активная точка является в данном случае преобразователем электромагнитной энергии в электрический сигнал. При этом индукция магнитного поля преобразуется в пропорциональный управляющий сигнал для контура управления частотой сердечных сокращений. Получено выражение для расчета значения э.д.с. индукции, наводимой на нервных окончаниях биологически активной точки импульсным магнитным полем. Показано, что для используемых индукторов-электромагнитов значение наведенной э.д.с. составляет  $\approx 100\text{ мкВ}$ . Получено значение минимальной индукции магнитного поля, необходимой для иннервации БАТ, которое составляет  $0,2\text{ мТл}$ .

Разработана структура измерительно-диагностической системы, реализующая предложенный автоматизированный способ определения магниточувствительности (рис.1).

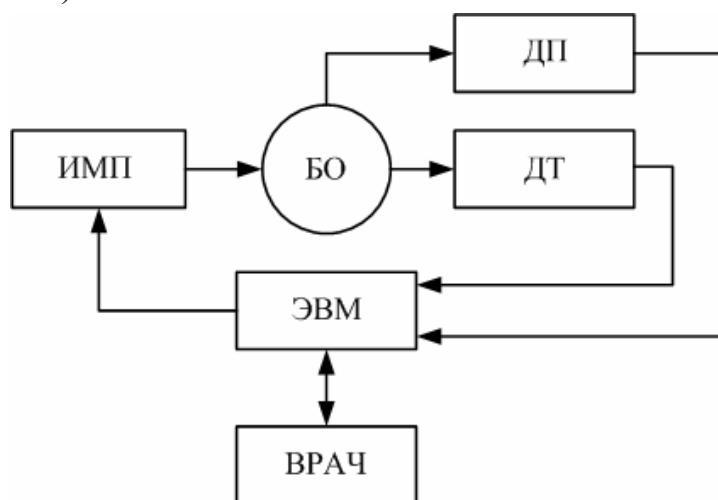


Рис. 1. Структура измерительно-диагностической системы:

ДТ – датчик температуры, ДП – датчик пульса, БО – биологический объект (пациент),

ИМП – источник импульсного магнитного поля

Рассмотрен механизм действия магнитного поля на пациента: биологически активная точка является преобразователем электромагнитной энергии в электрическую. Затем сигнал поступает в центральную нервную систему (ЦНС), где преобразуется в управляющий сигнал для органа или системы, связанных с точкой акупунктуры, от которой пришел сигнал. Информационный сигнал о состоянии передается обратно в ЦНС, где на его основе формируется сигнал управления на изменение параметров БАТ. На основе предложенного механизма действия магнитного поля предложена модель действия магнитного

поля на организм пациента при определении его магниточувствительности (рис. 2). Организм человека представляет собой систему с некоторой уставкой  $T_0$ . При этом воздействие магнитного поля представляет собой возмущение для этой системы. Это возмущение преобразуется блоком  $e/U$  в напряжение, величина которого зависит от состояния, в котором находится система. Полученное напряжение преобразуется в эквивалентное значение кардиоинтервала, при котором система находилась бы в устойчивом состоянии. Эквивалентное значение кардиоинтервала сравнивается с уставкой, и на основе анализа разности этих значений формируется текущее значение кардиоинтервала, которое преобразуется блоком  $T_T/R$  в сигнал управления, пропорционально изменяющий чувствительность преобразователя  $e/U$ .

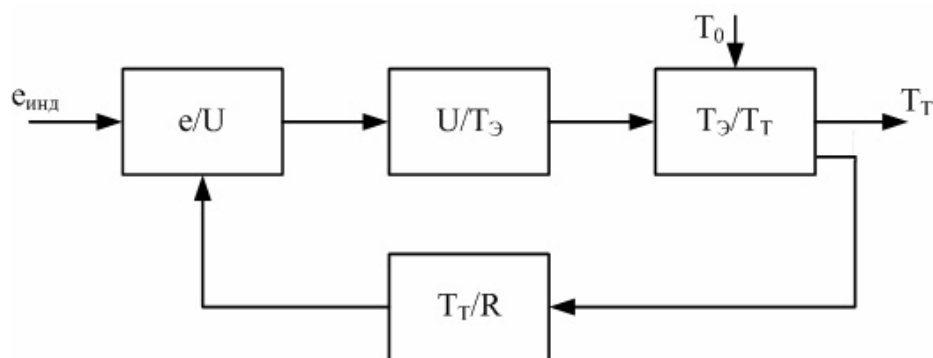


Рис. 2. Модель воздействия магнитного поля на пациента при определении магниточувствительности

Проведено имитационное моделирование разработанной модели в пакете MatLab. На основе полученных данных выработаны рекомендации по применению предложенного способа определения магниточувствительности в практике магнитотерапии. Показано, что любой пациент в различных условиях, в зависимости от времени года и других гелиофизических факторов может обладать как высокой и средней, так и низкой магниточувствительностью. При моделировании уточнена электрическая модель биологически активной точки, в частности введен переменный резистор  $R_U$  (рис. 3) и оценен примерный диапазон изменения его сопротивления.

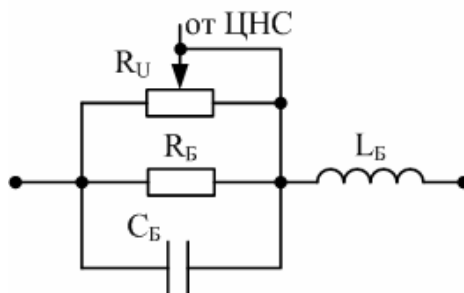


Рис. 3. Уточненная электрическая модель БАТ

На основе моделирования показано, что в низкочастотной области точка акупунктуры ведет себя как преобразователь электромагнитного поля с регулируемой чувствительностью. Зависимость АЧХ БАТ от величины управляемого сопротивления представлена на рис. 4. Также показано, что изменение частоты стимулирующего магнитного поля не влияет на характер зависимости функции преобразования точки от величины сопротивления, на основе чего сделан вывод о том, что магнитные поля в частотном диапазоне до 100 Гц могут быть использованы в качестве нагрузки при исследовании магниточувствительности.

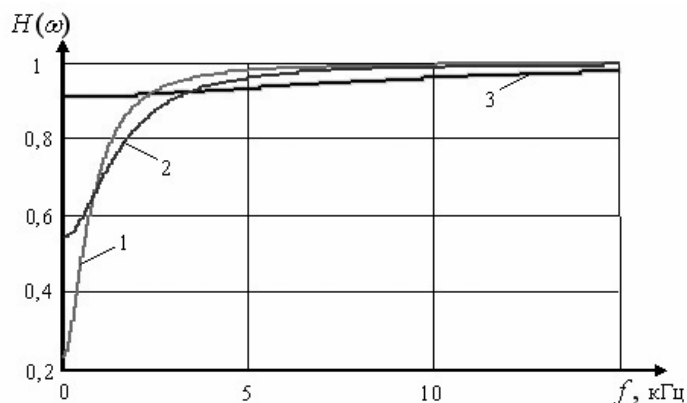


Рис. 4. Типовые АЧХ БАТ, при разных значениях  $R_U$  :

1 –  $R_U = 100$  кОм , 2 –  $R_U = 10$  кОм, 3 –  $R_U = 1$  кОм

Проведен анализ составляющих погрешности системы по каналу измерения длительности кардиоинтервалов и по каналу измерения температуры. Получены выражения для погрешностей. Для канала измерения температуры получено значение среднеквадратичного отклонения методической погрешности  $s_{\Delta T} \approx 0,08$  °С. Для канала регистрации кардиоинтервалов выведено условие минимума методической погрешности, откуда получено выражение для периода дискретизации сигнала

$$T_0^2 \ll 6s_2^2, \quad (2)$$

где  $s_2$  – минимальное значение СКО из выборок кардиоинтервалов.

**Третья глава** посвящена разработке канала измерения температуры БАТ, необходимого для оценки инверсионной магниточувствительности. Предложен способ измерения температуры, основанный на дифференциальном включении корреляционно связанных термисторов. Сущность способа заключается в получении обратной характеристики терморезистора, которая при сложении с номинальной характеристикой позволяет получить квазилинейную кривую зависимости напряжения на выходе датчика от температуры. При этом оба термистора являются конструктивно соединенными таким образом, что ими осущест-

вляется преобразование температуры одной и той же точки. Отличительной чертой предложенного способа является то, что для повышения метрологических характеристик измерения используется аналогичный основному термистор. На основе предложенного способа разработано устройство измерения температуры (рис. 5) и получена его функция преобразования:

$$U_4(T) = D_U \cdot \left( \frac{U_2(T_C) \cdot U_1(T) + U_1(T_C) \cdot U_2(T)}{U_2(T_C) \cdot U_1(T_H) + U_1(T_C) \cdot U_2(T_H)} \right), \quad (3)$$

где  $D_U = U_H - U_L$  – диапазон выходных напряжений датчика,  $U_1(T)$  – выходное напряжение первого моста,  $U_2(T)$  – выходное напряжение второго моста,  $T_C$  – температура суммирования,  $T_H$  – нижняя граница температурного диапазона датчика.

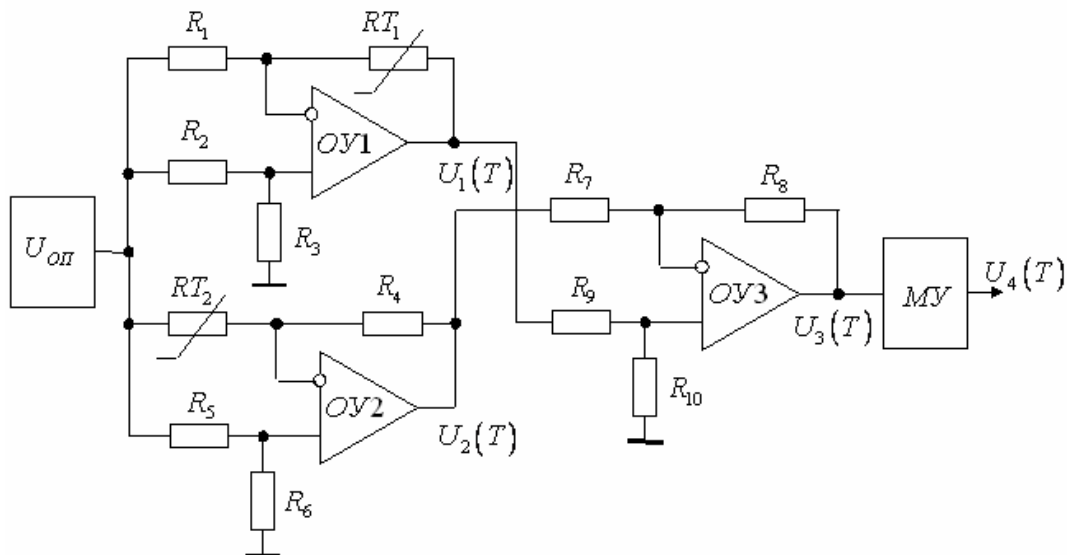


Рис. 5. Функциональная схема датчика температуры

Показано, что максимальная линейность функции преобразования достигается, если коэффициенты отрицательной обратной связи и прямой связи вычитающего устройства (ОУЗ) соответственно удовлетворяют следующему условию:

$$\begin{cases} k_\beta = \left| \frac{U_1(T_C)}{U_2(T_C)} \right|, \\ k_\alpha = \frac{1}{1 + k_\beta}, \end{cases} \quad (4)$$

где  $T_C$  – температура суммирования.

Получено уравнение, решением которого является температура суммирования. Показано, что существует единственное решение этого уравнения, отличное от значения границ диапазона.

Проведен анализ инструментальной погрешности разработанного устройства измерения температуры. Получены выражения для погрешности нелинейности и полной погрешности. Показано, что полная погрешность измерения не превышает величины  $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Построена полоса погрешностей измерения температуры исследуемым датчиком с доверительной вероятностью  $P = 0,95$ .

Проанализировано влияние импульсных магнитных полей на работу разработанного датчика температуры. Показано, что помехи, вызванные действием импульсных магнитных полей, не оказывают существенного влияния на работу разработанного датчика температуры.

**В четвертой главе** приведены описания разработанной измерительно-диагностической системы, программного обеспечения, а также результаты экспериментальных исследований разработанных способов и устройств.

Разработана аппаратная часть измерительно-диагностической системы определения магниточувствительности пациента, позволяющая реализовать предложенный способ как автономно, так и в составе АПК «Мультимаг». Разработано алгоритмическое и программное обеспечение измерительно-диагностической системы определения магниточувствительности, позволяющее максимально автоматизировать процедуру регистрации и анализа физиологических реакций на магнитное воздействие.

Разработан экспериментальный образец датчика температуры, реализующий предложенный способ измерения температуры и позволяющий определять инверсионную магниточувствительность. Проведено экспериментальное исследование разработанного датчика. Получены реальные функция преобразования и функция погрешности. Показано, что разработанное устройство измерения температуры удовлетворяет всем предъявленным требованиям.

Проведено экспериментальное исследование изменения электропроводности БАТ при воздействии магнитным полем. Суть эксперимента сводилась к регистрации кривой изменения сопротивления БАТ без воздействия магнитным полем и при воздействии, после чего осуществлялось вычитание кривых и фильтрация сигнала. Было проведено 50 экспериментальных исследований, подтвердивших гипотезу об изменении сопротивления БАТ при воздействии магнитным полем. Типовые кривые изменения напряжения на образцовом сопротивлении представлены на рис. 6, по оси ординат отложено напряжение в вольтах, а по оси абсцисс – время в секундах.

По результатам экспериментальных исследований установлено, что уточненная модель БАТ является адекватной и, следовательно, точка акупунктуры может выступать в качестве преобразователя энергии электромагнитного поля в электрический сигнал. При этом небольшие изменения сопротивления БАТ без магнитной стимуляции обусловлены работой организма человека как следящей системы, что, в свою очередь, не противоречит предложенной модели взаимодействия магнитного поля и организма пациента.

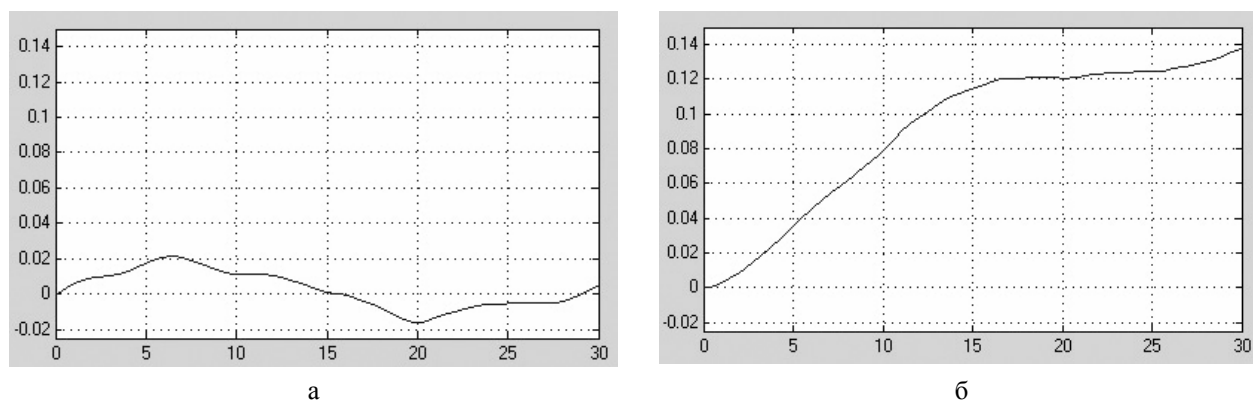


Рис. 6 Типовые кривые изменения напряжения на образцовом сопротивлении:  
а – без стимуляции, б – при стимуляции точки БАТ

С помощью разработанной измерительно-диагностической системы проведено экспериментальное исследование адекватности предложенного способа определения магниточувствительности пациента. Проверка адекватности разработанного способа определения магниточувствительности проводилась с помощью экспериментальных исследований, суть которых сводилась к следующему: на первом этапе определялась степень магниточувствительности согласно разработанному способу, после чего – сертифицированным способом по изменению артериального давления на плечевой артерии до и после однократного воздействия магнитным полем. Типовые гистограммы распределения кардиоинтервалов, полученные путем моделирования и натурного эксперимента, представлены на рис. 7.

Всего в экспериментальных исследованиях участвовало 40 добровольцев, проведено 132 эксперимента, причем совпадение результатов отмечено в 124 случаях (94 %). При экспериментальном исследовании предложенного способа определения магниточувствительности установлено, что получаемые с его помощью оценки магниточувствительности пациента не чувствительны к таким факторам как:

- пол и возраст пациента;

- время проведения исследования;
- частота стимулирующего магнитного поля;
- наличие магнитных бурь.

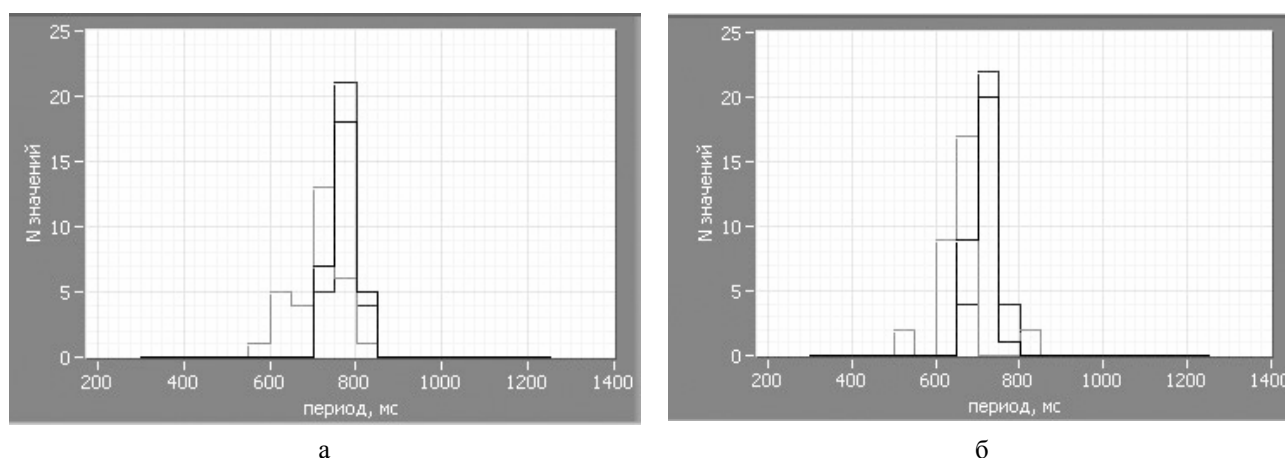


Рис. 7. Типовые гистограммы распределения кардиоинтервалов:  
а – при моделировании, б – полученные экспериментально

Проведено экспериментальное исследование разработанного датчика температуры. Получена реальная функция преобразования устройства. Показано, что максимальная основная погрешность датчика, приведенная к входу, не превышает  $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

**В заключении** приведены основные научные выводы и практические результаты диссертационной работы:

1. Рассмотрены механизмы взаимодействия подсистем организма человека при магнитной нагрузке, на основе чего построена модель воздействия магнитного поля на пациента при определении его магниточувствительности.
2. Уточнена электрическая модель точки акупунктуры, позволяющая в низкочастотной области рассматривать БАТ как преобразователь электромагнитной энергии с регулируемой чувствительностью.
3. Предложен автоматизированный способ определения магниточувствительности пациента, основанный на регистрации физиологических показателей до, во время и после магнитной нагрузки, позволяющий сократить время на определение магниточувствительности с 1,5 часа до 5 минут и получить количественную оценку магниточувствительности.
4. Для определения инверсионной магниточувствительности предложен способ измерения температуры, основанный на дифференциальном включении корреляционно связанных термисторов, позволяющий повысить метрологические характеристики измерения. Оценена инструментальная погрешность дат-

чика. Получены выражения для определения мультипликативной и аддитивной составляющих, а также построена полоса погрешностей разработанного датчика температуры. Показано, что полная погрешность датчика температуры не превышает 0,1 °С.

5. Разработана аппаратная часть системы определения магниточувствительности пациента, позволяющая реализовать предложенный способ как автономно, так и в составе АПК «Мультимаг». Получены выражения для определения погрешностей системы.

6. Разработано алгоритмическое и программное обеспечение системы определения магниточувствительности, позволяющее на основе зарегистрированных данных получить оценку магниточувствительности пациента, а также осуществлять управление режимом сбора данных.

7. Разработан экспериментальный образец датчика температуры, реализующий предложенный способ и позволяющий осуществлять измерение температуры в условиях действия магнитных полей. Проведено экспериментальное исследование разработанного датчика температуры. Получена реальная функция преобразования устройства. Выявлено, что полная погрешность датчика не превышает 0,1 °С.

8. С помощью разработанной системы проведено экспериментальное исследование адекватности предложенного способа определения магниточувствительности пациента. Получено совпадение результатов образцового и предложенного способов в 94 % случаев.

## **ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

1. Гостев С.С., Жулев В.И. Тенденции развития методов и аппаратуры для оценки магниточувствительности человека // Тез. докладов всерос. науч.-техн. конф. «Биотехнические, медицинские и экологические системы и комплексы. Биомедсистемы - 2001 ». Рязань: РГРТА, 2001. С.6-7.

2. Гостев С.С. Выбор датчика температуры в условиях магнитотерапии // Тез. докладов всерос. науч.-техн. конф. «Биотехнические, медицинские и экологические системы и комплексы. Биомедсистемы - 2002 ». Рязань: РГРТА, 2002. С.28-30.

3. Гостев С.С. Линеаризация характеристики бусинкового термистора// Тез. докладов всерос. науч.-техн. конф. «Биотехнические, медицинские и экологические системы и комплексы. Биомедсистемы - 2002 ». Рязань: РГРТА, 2002. С.30-31.

4. Гостев С.С., Жулев В.И., Шурчкова Ю.Л. Особенности термометрии в практике магнитотерапии // Тез. докладов всерос. науч.-техн. конф. «Биотехнические, медицинские и экологические системы и комплексы. Биомедсистемы - 2002 ». Рязань: РГРТА, 2002. С.32-33.

5. Гостев С.С. Разработка структуры системы для определения магниточувствительности человека // Тез. докладов всерос. науч.-техн. конф. «Биотехнические, медицинские и экологические системы и комплексы. Биомедсистемы - 2003». Рязань: РГРТА, 2003. С.32-34.

6. Гостев С.С., Жулев В.И. Выбор метода измерения скорости распространения возбуждения при определении магниточувствительности пациента // Тез. докладов всерос. науч.-техн. конф. «Биотехнические, медицинские и экологические системы и комплексы. Биомедсистемы - 2003 ». Рязань: РГРТА, 2003. С.31-32.

7. Гостев С.С., Жулев В.И. Устройство для определения параметров БАТ при магнитной стимуляции // Тез. докладов всерос. науч.-техн. конф. «Биотехнические, медицинские и экологические системы и комплексы. Биомедсистемы - 2004 ». Рязань: РГРТА, 2004. С.74-76.

8. Гостев С.С., Жулев В.И. Конструкция электрода для регистрации изменения сопротивления БАТ при магнитной стимуляции // Тез. докладов всерос. науч.-техн. конф. «Биотехнические, медицинские и экологические системы и комплексы. Биомедсистемы - 2004 ». Рязань: РГРТА, 2004. С.77-78.

9. Гостев С.С., Жулев В.И. Модель воздействия магнитного поля на пациента при определении магниточувствительности // Тез. докладов всерос. науч.-техн. конф. «Биотехнические, медицинские и экологические системы и комплексы. Биомедсистемы - 2005 ». Рязань: РГРТА, 2005. С.69-70.

10. Гостев С.С., Жулев В.И. Определение магниточувствительности пациента при общей магнитотерапии // Тез. докладов всерос. науч.-техн. конф. «Биотехнические, медицинские и экологические системы и комплексы. Биомедсистемы – 2005 ». Рязань: РГРТА, 2005. С.67-68.

11. Гостев С.С. Система для определения магниточувствительности пациента // Тез. докладов всерос. науч.-техн. конф. «Биотехнические, медицинские и экологические системы и комплексы. Биомедсистемы - 2005 ». Рязань: РГРТА, 2005. С.70-72.

12. Гостев С.С., Жулев В.И. Обоснование выбора параметров для определения магниточувствительности человека / Современные средства управления бытовой техникой. Материалы V Международной конференции. М.: МГУ сервиса, 2003. С.20-21.

13. Гостев С.С. Применение обратной характеристики термистора для линейаризации датчика температуры / Современные средства управления бытовой техникой. Материалы V Международной конференции. М.: МГУ сервиса, 2003. С.18-19.

14. Гостев С.С., Жулев В.И. Уменьшение влияния артефактов при регистрации реакции БАТ на магнитный стимул / Информационные технологии XXI века: Материалы VII межвузовской научно-практической конференции. М.: МГУ сервиса, 2005. 302 с.

15. Гостев С.С. Метод обратной характеристики в задаче линейаризации датчика температуры // Информационно-измерительная и биомедицинская техника: Сб. науч. труд. Рязань: РГРТА, 2003. С.102-107.

16. Беркутов А.М., Гостев С.С., Жулев В.И. Магнитная стимуляция БАТ при определении магниточувствительности пациента // Информационно-измерительная и биомедицинская техника: Сб. науч. тр. Рязань: РГРТА, 2004. С. 31-35.

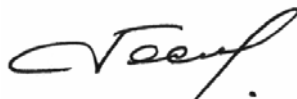
17. Гостев С.С. Определение температуры суммирования при линейаризации обратной характеристикой датчика температуры // Информационно-измерительная и биомедицинская техника: Сб. науч. труд. Рязань: РГРТА, 2004. С.67-71.

18. Гостев С.С., Жулев В.И., Костин Р.В. Методика определения степени магниточувствительности пациента // Информационно-измерительная и биомедицинская техника: Сб. науч. труд. Рязань: РГРТА, 2005. С.45-51.

19. Патент 2255313 (РФ), МКИ G01 K7/22. Способ измерения температуры и устройство для его осуществления / С.С. Гостев, Ю.Л. Гостева, В.И. Жулев. Оpubл. 2005, Бюл. №18.

20. Свид. об отр. рег. разработки №5573. Программа для определения магниточувствительности пациента / С.С. Гостев, В.И. Жулев, В.М. Сахибгареев. М.: ВНИТЦ, 2006.

Соискатель



С.С. Гостев

Г о с т е в Сергей Сергеевич

Способ и измерительно-диагностическая система  
определения магниточувствительности пациента

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Подписано в печать                      Формат бумаги 60\*84 1/16.  
Усл. печ. л. 1,0. Уч.-изд. л. 1,0. Тираж 100 экз. Заказ

Рязанский государственный радиотехнический университет.  
390005, Рязань, ул. Гагарина, 59/1.

Отпечатано в НПЦ «Информационные технологии»  
г. Рязань, ул. Островского, 21/1. Тел.: (4912) 98-69-84