

На правах рукописи



МОКРОУСОВ Андрей Владимирович

АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС
ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ И АНАЛИЗА
КАРТИН ГАЗОВОГО РАЗРЯДА
НА ПОВЕРХНОСТИ КОЖНОГО ПОКРОВА
В ОБЛАСТИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ТОЧЕК

Специальность 05.11.17

Приборы, системы и изделия медицинского назначения

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук

Новосибирск, 2013

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Новосибирский государственный технический университет»

Научный руководитель: Лисицына Лилия Ивановна, доктор технических наук, доцент

Официальные оппоненты: Губарев Василий Васильевич, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Новосибирский государственный технический университет», факультет автоматизации и вычислительной техники, кафедра вычислительной техники, зав кафедрой

Генералов Владимир Михайлович, кандидат технических наук, доцент, Федеральное бюджетное учреждение науки Государственный Научный Центр Вирусологии и Биотехнологии «Вектор», отдел биофизики и экологических исследований, ведущий научный сотрудник.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г. Томск.

Защита диссертации состоится « 1 » октября 2013 г. в 14.00 часов на заседании диссертационного совета Д 212.173.08 при Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Новосибирский государственный технический университет» по адресу: 630073, Новосибирск, пр. К. Маркса, 20.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Новосибирского государственного технического университета.

Автореферат разослан « 4 » июля 2013 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
доктор технических наук,
профессор



Васюков Василий Николаевич

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы

Состояние здоровья остается актуальной проблемой на протяжении всей истории человечества. Не допустить появления заболевания, зафиксировать его первые проявления и понять причину его возникновения – вопросы, недостаточно проработанные в современной медицине. Чем больше диагностических методов врач использует в своей практике, тем точнее будет поставлен диагноз.

В настоящее время широко распространена электропунктурная диагностика, которая является составной частью рефлексотерапии, введенной в номенклатуру врачебных и провизорских специальностей (приказ Минздрава РФ от 10.12.1997, №364), например, метод Фолля, основанный на измерении электропроводности биологически активных точек (БАТ). В то же время известно, что БАТ имеют и другие параметры, которые могут являться информативными для диагностики и влиять, например, на картину свечения газового разряда (фотографию, полученную непосредственной засветкой в газовом разряде) на поверхности кожного покрова в области БАТ (ГРФ БАТ). При этом сохраняются преимущества электропунктурной диагностики: экспрессность, простота обследования, неинвазивность, возможность ранней диагностики. Данная методика может стать дополнительным критерием оценки эффективности лечения, особенно в тех случаях, когда изменение состояния БАТ опережает изменение клинической картины. Несовершенство методов измерения параметров БАТ не позволяет с достаточной достоверностью судить о состоянии человека по отдельному параметру БАТ, поэтому, чем больше параметров проанализировано, тем точнее можно установить диагноз. ГРФ БАТ позволяет оценить интегральный вклад многих параметров и точнее оценить состояние человека.

Анализ доступных литературных источников показал, что исследователями были получены фотографии газового разряда на поверхности кожного покрова в области БАТ с помощью роликового электрода. При этом картины свечения ГР для здорового и больного человека различались, что может служить основанием использования данных картин для диагностики. Однако эти картины малоинформативны, и отсутствуют данные об изменении формы и структуры электрически индуцированного свечения биологически активных точек при различных функциональных нарушениях. Самими авторами отмечено, что специального устройства и методики анализа картин свечения газового разряда на поверхности кожного покрова в области отдельных БАТ для диагностики не существует.

Существуют устройства, позволяющие визуализировать зоны биологически активных точек, такие как «Асу Vision» и «ГРВ Акупунктурный щуп», в которых используются плоские электроды. Данные устройства также малоинформативны для диагностики, т.к. отдельные БАТ выглядят как светящиеся точки.

На взгляд автора, можно создать аппаратно-программный комплекс для электропунктурной диагностики, позволяющий повысить информативность картин свечения газового разряда кожного покрова в области отдельных БАТ. В связи с этим актуальным является исследование изменения формы и структу-

ры электрически индуцированного свечения биологически активных точек, то есть выявление характеристических признаков и параметров ГРФ БАТ, при различных функциональных состояниях органов или систем и общего психофизиологического состояния организма.

Функциональное состояние - комплекс свойств органов, их систем или организма в целом, определяющий уровень жизнедеятельности, системный ответ на физическую нагрузку, в котором отражается степень интеграции и адекватности функций выполняемой работе. Это тоническая составляющая активности, обеспечивающая реагирование на внешние и внутренние воздействия. Термин "функциональное состояние" широко используется физиологами при анализе различных систем органов, например, дыхательной, сердечно-сосудистой, нервной, пищеварительной и т. д.

Современный уровень развития информационных технологий делает возможным создание специализированных систем поддержки врача в вопросах диагностики заболеваний, которые позволяют облегчить и ускорить работу врача, помочь с постановкой диагноза. Поэтому создание устройства, оснащенного интерфейсом и программным обеспечением для ПЭВМ, содержащим систему поддержки врача в вопросах диагностики с программой автоматизированного анализа ГРФ БАТ, существенно облегчит и ускорит работу врача с устройством ГРФ БАТ. Разработка высокочувствительного зонда для видеорегистрации ГРФ БАТ сделает более удобным применение устройства для неинвазивной диагностики по параметрам БАТ, ускорит обработку информации.

По этой причине разработка и создание аппаратно-программного комплекса, позволяющего получать и анализировать информативные картины свечения ГР БАТ, является актуальной задачей современной медицинской техники.

Целью настоящей работы является разработка и создание аппаратно-программного комплекса для получения и анализа ГРФ БАТ.

Для достижения поставленной цели необходимо решение следующих задач, определяющих основное содержание диссертационной работы:

1. Обосновать целесообразность использования ГРФ БАТ для оценки функционального состояния органов и систем организма человека.
2. Разработать принципы построения и структуру аппаратно-программного комплекса для получения и анализа газоразрядных фотографий биологически активных точек.
3. Исследовать влияние формы электрода на формирование свечения и разработать конструкцию зонда, позволяющего получать информативные ГРФ БАТ, обладающие большим разнообразием визуальных образов их характерных особенностей.
4. Выявить характеристические признаки и параметры газоразрядных фотографий биологически активных точек, а также эмпирические зависимости их от функционального состояния органов и систем организма человека.
5. Провести исследования по выбору оптимального рабочего режима зонда и разработать электронный блок устройства, обеспечивающий этот режим.
6. Предложить методику получения и анализа ГРФ БАТ.

7. Разработать алгоритмическое и программное обеспечение для качественного и количественного определения параметров и признаков газоразрядных фотографий биологически активных точек, облегчающее работу врача с устройством.

8. Исследовать возможность видеорегистрации газоразрядного свечения кожного покрова в области БАТ.

9. Провести первичную медицинскую апробацию метода получения и анализа ГРФ БАТ, лабораторного образца устройства, реализующего этот метод.

Объектом исследования являются средства для получения и анализа информативных ГРФ БАТ, картины ГР БАТ и их характеристические признаки.

Методами исследования, применяемыми в настоящей диссертационной работе, являются: статистические методы, математическое моделирование, кардиоинтервалография, лазерная доплеровская флоуметрия.

Научная новизна работы:

1. Теоретически обоснована и разработана структура аппаратно-программного комплекса для получения и анализа газоразрядных фотографий биологически активных точек, состоящая из рабочего зонда (регистрирующий слой, диэлектрическая пластина, электрод), электронного блока и системы поддержки (программа клиент, программа анализа, банк данных), отвечающая принципам построения измерительных комплексов (безопасности, необходимости и достаточности воздействия, информативности, инвариантности, автоматизации, структурной гибкости и расширяемости, интеллектуализации принятия решений, дружелюбности интерфейса).

2. На основании проведенных исследований впервые установлено, что трубчатая форма металлического электрода рабочего зонда позволяет получать наиболее информативные газоразрядные фотографии биологически активных точек, проявляющиеся в большей разнообразии визуальных образов их характерных особенностей, по сравнению со стержневым, и известными роликовым и плоским электродами, что подтверждается результатами моделирования и расчета характеристических параметров, а также медицинских исследований.

3. Впервые выявлены характеристические признаки (пятна, игольчатые стримеры, пучки стримеров) и введены параметры (уровень яркости, коэффициенты размытия и заполнения) электрически индуцированного свечения биологически активных точек и показано изменение формы и структуры свечения при изменениях функционального состояния сердечно-сосудистой и бронхо-легочной систем и психофизиологического состояния человека.

На защиту выносятся:

1. Структура аппаратно-программного комплекса для получения и анализа газоразрядных фотографий биологически активных точек, состоящая из рабочего зонда, (регистрирующий слой, диэлектрическая пластина, электрод), электронного блока и системы поддержки (программа клиент, программа анализа, банк данных), отвечающая принципам построения измерительных комплексов (безопасности, необходимости и достаточности воздействия, информативности, инвариантности, автоматизации, структурной гибкости и расширяемости, интел-

лектуализации принятия решений, дружелюбности интерфейса), с результатами моделирования и обоснованием выбора рабочего режима.

2. Оригинальные результаты исследования влияния формы электрода рабочего зонда на информативность газоразрядных фотографий биологически активных точек, проявляющуюся в большем разнообразии визуальных образов их характерных особенностей, позволяющие дополнительно к известным методам оценивать функциональное состояние организма человека.

3. Набор характеристических признаков (пятна, игольчатые стримеры, пучки стримеров) и параметров (средняя толщина короны, площадь свечения, уровень яркости, коэффициенты заполнения и размытия) газоразрядных фотографий биологически активных точек, выявленные эмпирические зависимости их от функционального состояния органов человека (сердца, толстого, тонкого кишечника, легких) и итоги проверки их валидности.

4. Результаты исследования влияния толщины слоя люминофорного покрытия, преобразующего ультрафиолетовое излучение в видимое, на информативность газоразрядных фотографий биологически активных точек при видеорегистрации.

Новизна предлагаемых технических решений подтверждается следующими патентами РФ на полезные модели:

1 **Мокроусов А. В.**, Лисицына Л. И. Устройство для исследования излучения биологических объектов в высокочастотном электромагнитном поле // Патент на полезную модель № 98885. - 2010.- Бюл. 31.

2 Белавская С. В., Лисицына Л. И., **Мокроусов А. В.** Устройство для оценки параметров биологически активных точек // Патент на полезную модель № 99310. - 2010.- Бюл. 32.

3 Игнатъев Н. К., **Мокроусов А. В.**, Навроцкий Л. Г., Юдин В. И. Устройство для определения состояния биологического объекта в импульсном поле высокой напряженности // Патент на полезную модель № 99947. - 2010.- Бюл. 34.

Степень достоверности и обоснованности результатов исследований:

Сформулированные в диссертации научные положения, выводы и рекомендации обоснованы проводимыми в работе теоретическими и экспериментальными исследованиями, не противоречат известным положениям физики, информатики, методам обработки данных, базируются на строго доказанных выводах и подтверждаются результатами предварительной медицинской апробации устройства ГРФ БАТ-1 в сравнении с данными сертифицированных диагностических приборов, апробацией на различных конференциях и семинарах. На основе результатов исследований создан лабораторный образец аппаратно-программного комплекса, с помощью которого проведены экспериментальные исследования, подтверждающие теоретические положения. Получены ГРФ БАТ точек сердца, желудка, тонкого и толстого кишечника, почек, легкого более чем у 130 пациентов (всего – более 400 ГРФ БАТ). Проведено сравнение результатов оценки функционального состояния систем организма человека по анализу ГРФ БАТ с данными сертифицированных диагностических приборов, показавшее их высокую корреляцию. Используются методы: кардиоинтервалографии (устройство «Кардио БОС»), лазерной доплеровской флоуметрии (устрой-

ство ЛАКК-01) на кафедре нормальной физиологии Новосибирского государственного медицинского университета, метод электробиolumинесценции (устройство КИРБЭГ-1) на базе «Научно-медицинского центра Беловодье». Автор выражает благодарность за помощь в проведении испытаний директору «НМЦ Беловодье» к.б.н., Игнатьеву Н.К., д.м.н., проф. НГМУ Каревой Н.П., зам. зав. кафедрой НФ НГМУ, к.м.н., доц. Сорокину О.В., зав. кафедрой НФ НГМУ, д.м.н., проф. Куликову В.Ю., д.м.н., проф. Попову К.В.

Теоретическая значимость результатов:

В работе решены задачи разработки методов и технических средств для получения и автоматизированного анализа ГРФ БАТ, имеющие существенное значение для развития электропунктурной диагностики. Показана возможность информативной видеорегистрации ГР БАТ. Проведен выбор оптимального режима получения ГРФ БАТ на основании анализа условий протекания газового разряда на поверхности кожного покрова в области БАТ и информативности полученных картин.

Практическая ценность полученных результатов:

1. Разработанный рабочий зонд за счет конструктивных решений и выбора режима позволяет увеличить информативность ГРФ БАТ по сравнению с известными способами.
2. Использование слоя люминофора, преобразующего ультрафиолетовое свечение газового разряда в видимое, в устройстве видеорегистрации ГРФ БАТ позволяет увеличить информативность ГРФ БАТ.
3. Видеорегистрация картин свечения кожного покрова в области БАТ дает возможность проводить обследования в обычных незатемненных помещениях, освобождает от необходимости обработки фотоматериалов.
4. Программа анализа ГРФ БАТ позволяет стандартизировать и ускорить (по сравнению с ручной обработкой) оценку состояния организма человека.
5. Созданный аппаратно-программный комплекс позволяет проводить исследования по разработке методик для предварительной оценки функционального состояния отдельных органов, а также психофизиологического состояния организма в целом.

Внедрение и апробация результатов работы:

Создан действующий лабораторный макет, который успешно прошел испытания в 2008–2009 гг. в медицинском центре ООО «Новосибирский университет молодости и здоровья "Сибирская здрава"», в 2009–2010 гг. – в ООО «Научно-Медицинский центр Беловодье», в Новосибирском государственном медицинском университете в 2010–2011 гг. – на кафедре нормальной физиологии, и в 2012–2013 гг. – на кафедре факультетской терапии с использованием программы автоматизированного анализа.

Результаты исследований внедрены в ООО «Биоквант», где использованы в проектно-конструкторской деятельности при разработке устройства ГРВ-Пульс со щупом для видеорегистрации ГРФБАТ-2, а также в учебный процесс НГТУ на кафедре электронных приборов (дисциплины: «Новые электронные приборы для традиционной медицины» (курс 5, магистратура) и «Измерительные преобразователи в медицине» (3 курс)) и на кафедре систем сбора и обра-

ботки данных (дисциплина «Измерительные преобразователи и электроды» (5 курс)).

Материалы работы были доложены на международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых «Современная техника и технологии» в г. Томске в секции «Системы и приборы медицинского назначения» в 2006 г. (получен диплом первой степени), 9-й и 10-й международных конференциях «Актуальные проблемы электронного приборостроения» в 2008 и 2010 гг., научных сессиях НГТУ в 2006–2011 гг., региональной научно-практической конференции «Наука, образование, бизнес» в г. Омске в 2011 г., российской научно-технической конференции «Информатика и проблемы телекоммуникаций» в электронно-физической секции в 2006–2010 гг., всероссийской научной конференции молодых ученых «Наука, технологии, инновации» по направлению «Биомедицинская техника» в 2006–2011 г.г. (дипломы первой, второй и третьей степени), на IV российской итоговой научно-практической конференции студентов и молодых ученых «Авиценна-2013», на V всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Вопросы патогенеза патологических процессов» в 2013 г.

Работа выполнялась в рамках НИР: в 2006 году – «Разработка устройства газоразрядной фотографии для исследования состояния биологически активных точек», выполненной при поддержке гранта администрации Новосибирской области, а также при поддержке грантов НГТУ: в 2011 году – «Аппаратно-программный комплекс для рефлексотерапии», и в 2012 году «Отладка и испытания аппаратно-программного комплекса для рефлексотерапии».

Личный вклад автора

Все выносимые на защиту результаты получены автором самостоятельно.

Экспериментальные исследования проведены либо лично автором, либо с его непосредственным участием, либо под его руководством. Это подтверждается тем, что из 25 опубликованных научных работ 9 написаны без соавторов.

Публикации

Основное содержание диссертационной работы и ее результатов полностью отражено в 25 научных работах, в том числе в 4, опубликованных в изданиях, вошедших в перечень российских рецензируемых научных журналов, 3 патентах на полезную модель и 18 работах, опубликованных в трудах международных и всероссийских конференций, из которых 3 включены в базу данных SciVerse Scopus.

Структура и объём работы

Диссертационная работа состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка использованных источников и шести приложений. Список использованных источников состоит из 111 наименований. Общий объем диссертации - 174 стр., включая 12 таблиц и 77 рисунков.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении сформулированы цели и задачи работы, показаны её актуальность, научная новизна и практическая значимость, приведены сведения о внедрении и апробации работы, сформулированы основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе представлен обзор литературы по исследуемой теме, проанализированы физические основы метода исследования биологических объектов в высоковольтном электромагнитном поле. Показано, что электрически индуцированное свечение – объективное, воспроизводимое в одинаковых условиях физическое явление. Оно возникает в виде короны вокруг объектов живой и неживой природы. Формирование короны свечения осуществляется в воздухе (газовой среде) за счет автоэлектронной, ионно-электронной и фотоэлектронной эмиссий.

Кожный покров в области БАТ обладает особыми физическими свойствами, в нем повышены: болевая реакция, локальная температура, кожное дыхание, электрическая емкость, электрический потенциал, рыхлость, и электрическая проводимость. БАТ – является периферическим рефлекторным элементом, через который осуществляется связь с внутренними органами.

Физические параметры кожного покрова в области БАТ изменяются в зависимости от функционального состояния органов и их систем организма человека. При этом изменяются параметры эмиссии заряженных частиц с поверхности тела. Изменения параметров эмиссии частиц сказывается на развитии разряда и, соответственно, на формировании светящегося изображения объекта. Картины свечения газового разряда на поверхности кожного покрова отражают функциональное состояние систем организма человека.

В главе проанализированы существующие приборы для оценки функционального состояния биологического объекта (БО) по параметрам свечения газового разряда на его поверхности.

Прибор «ГРВ Камера» (ЗАО " Kirlionics Technologies International ", г. Санкт-Петербург) позволяет наблюдать, регистрировать и вносить в компьютер для последующей обработки картину свечения практически любого объекта. ГРВ-граммы (газоразрядная визуализация) объектов регистрируются в реальном времени при помощи оригинальной запатентованной оптической системы и камеры. Приставка для газоразрядной визуализации обширных участков кожного покрова (АкуЩуп), разработанная компанией Korrekt technologies (ООО "Коррект"), предназначена для визуального наблюдения и компьютерной регистрации газоразрядного свечения различных областей тела, включая области точек акупунктуры и энергетических каналов. Диаметр рабочей области около 3 сантиметров. Изображение ГРФ БАТ при этом малоинформативно.

Устройство «AcuVision», предназначено для визуального наблюдения газоразрядного свечения различных областей тела человека и животных, оно позволяет оценить яркость свечения ГР БАТ (зон БАТ), но ГРФ БАТ при этом также малоинформативны.

Прибор «КИРБЭГ-01» ("Научно-медицинского центр "Беловодье") – это устройство для визуализации свечения пальцев конечностей для предварительного скрининг-обследования вне острого периода заболеваний. Регистрация свечения пальцев верхних и нижних конечностей проводится в затемненном помещении на фотопластинку или рентгеновскую пленку. Аппарат обеспечивает высокое качество получаемых картин.

Проведенный обзор показал, что диагностика по картинам свечения ГР БАТ

возможна, но специальная аппаратура и методика для диагностирования по ГРФ БАТ не создана. Устройств для получения точечных ГРФ БАТ на любом участке кожного покрова в доступной литературе не обнаружено. Обоснована целесообразность анализа ГРФ БАТ как метода оценки функционального состояния органов и систем организма человека.

Автором предлагается создание инструмента для экспресс диагностики – аппаратно-программного комплекса для получения и анализа картин свечения газового разряда на поверхности кожного покрова в области биологически активных точек, предназначенного для скрининг-оценки функционального состояния органов и систем человека. **Принцип действия АПК** основан на использовании физических явлений: формирования газового разряда на поверхности кожного покрова, регистрации свечения разряда, изменения параметров кожного покрова и свечения разряда в области БАТ в зависимости от функционального состояния органов и систем человека

Для реализации принципа действия предложенного прибора разработана структура АПК, которая отвечает основным принципам измерительного комплекса (рис. 1.7).

Основной принцип работы АПК – безопасность, как для пациента, так и для врача. АПК содержит устройство и систему поддержки.

1. **Устройство** состоит из рабочего зонда и электронного блока.

1.1 **Рабочий зонд** позволяет получать информативные ГРФ БАТ, его конструкция обосновывается необходимостью соблюдения следующих принципов:

- **Локальности.** Рабочая зона должна покрывать только одну БАТ.
- **Информативности.** Полученные картины свечения должны быть информативными, т.е. обладать большим разнообразием визуальных образов их характерных особенностей и отражать функциональное состояние органов и систем человека.
- **Инвариантности.** Признаки и параметры ГРФ БАТ должны быть воспроизводимыми при одинаковых функциональных состояниях органов и систем человека и условиях окружающей среды.

1.2 **Электронный блок**, обеспечивающий рабочий режим зонда, должен отвечать следующим принципам:

- **Достаточной автоматизации.** Картины свечения необходимо получать, обрабатывать и анализировать по возможности автоматически для устранения влияния субъективных факторов.
- **Структурной гибкости и расширяемости.** Аппарат должен допускать расширение функциональных возможностей за счет введения дополнительных модулей.
- **Простоты использования.** Включает отсутствие необходимости настроек и принцип одного нажатия.

Рабочий режим устройства обосновывается необходимостью соблюдения следующих принципов:

- **Необходимости воздействия.** Необходимо создать условия

возникновения ГР на поверхности кожного покрова в области БАТ.

- **Достаточности воздействия.** Параметры воздействия на пациента должны быть достаточными для получения картины свечения при минимальном безопасном влиянии на пациента.

2. Система автоматизированной информационной поддержки врача состоит из программы клиент, программы анализа ГРФ БАТ и банка данных.

2.1 Программа клиент обеспечивает связь пользователя с электронным блоком, с программой анализа и банком данных,

2.2 Программа анализа ГРФ БАТ позволяет оценивать параметры картин свечения: уровень яркости, коэффициенты размытия и заполнения и определять наличие характеристических признаков: пятен, игольчатых стримеров, пучков стримеров.

2.3 Банк данных состоит из базы данных и системы управления базой данных. База данных должна включать данные о пациенте, результаты обследований, справочные данные, результаты анализа ГРФ БАТ, рекомендации по диагностике.

Система автоматизированной информационной поддержки врача разрабатывалась с соблюдением следующих принципов:

- **Структурной гибкости и расширяемости.** Программное обеспечение должно допускать расширение функциональных возможностей за счет введения дополнительных модулей.

- **Интеллектуализации принятия решений.** Система поддержки должна позволять лицу, принимающему решение, получать экспертную информацию, с помощью которой пользователь осуществляет принятие решений.

- **Дружественности интерфейса.** На экране должна отображаться вся информация об исследуемом объекте в автоматическом режиме и под управлением оператора. Интуитивно понятный интерфейс не должен вызывать затруднений при использовании.

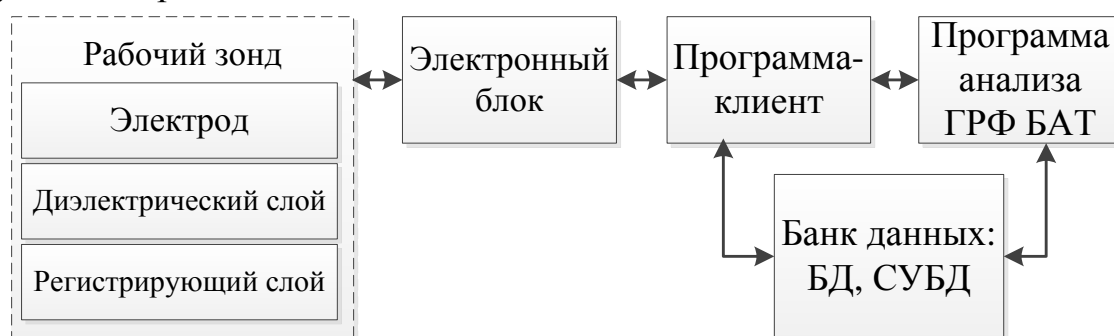
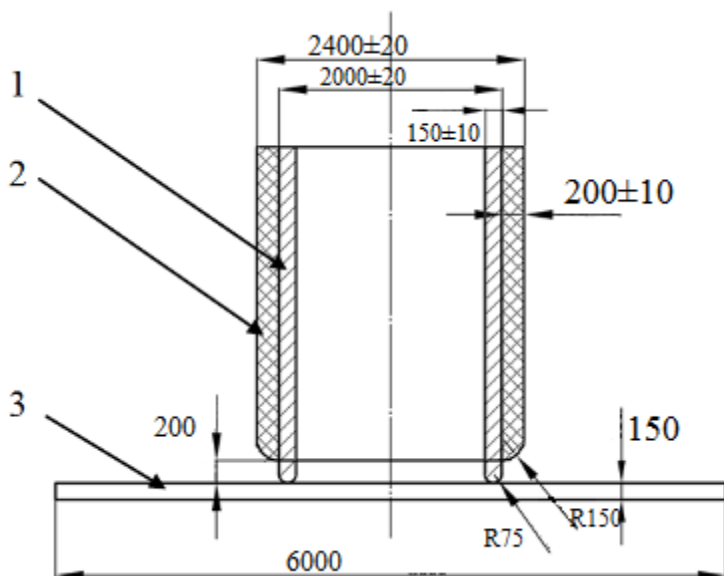


Рис. 1. Структурная схема АПК ГРФ БАТ

Вторая глава посвящена разработке устройства для получения ГРФ БАТ, состоящего из рабочего зонда и электронного блока. Электронный блок содержит блок питания, высокочастотный преобразователь с индуктивным накопителем энергии, управляющий блок и ограничитель тока.

Разработана конструкция **рабочего зонда**, состоящего из электрода, диэлектрика и фиксирующего устройства или фотоматериала (рис. 2), и сформулированы требования к рабочему зонду:

1. Размер рабочего торца - не более 2 мм в диаметре, что определяется размером БАТ.
2. Форма электрода – трубка – для осуществления возможности наблюдения свечения практически по всей площади БАТ (сравнение ГРФ БАТ, полученных на электродах различной формы, показано на рис. 3 и табл. 1).
3. Толщина стенок трубки выбирается, исходя из соображений механической прочности, получения большей площади свечения и результатов моделирования (100 – 150 мкм).



4. Материал электрода – нержавеющая сталь, материал корпуса – акрилонитрил–бутадиен–стирол, не обладающий кожно-раздражающим действием, допускающий химические методы стерилизации.

Рис. 2. Эскиз рабочего зонда (размеры даны в микрометрах). 1 – электрод, 2 – корпус, 3 – фотоматериал

Реализован рабочий зонд, соответствующий сформулированным требованиям, обоснован рабочий режим, необходимый для получения ГРФ БАТ.

Для выбора необходимого рабочего режима проведено моделирование электромагнитного поля, возникающего вблизи электрода для ГРФ БАТ, а также рассмотрены физические процессы, протекающие в газовом разряде.

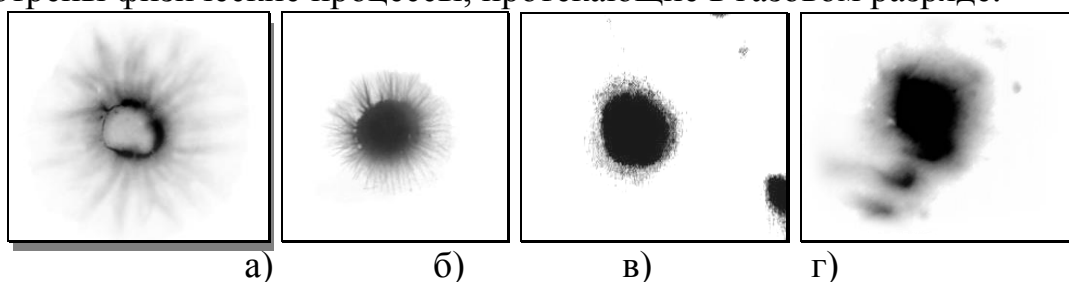


Рис. 3. ГРФ БАТ, полученные с использованием трубчатого а), стержневого б), роликового в) и плоского г) электродов

Таблица 1
Характеристические признаки ГРФ БАТ, полученных различными электродами

Электрод	Трубчатый	Стержневой	Роликовый	Плоский
Рисунок	2 а)	2 б)	2 в)	2 г)
Игольчатые стримеры, длина, мм	3	1	нет	нет
Пучки стримеров	Есть	Есть	Нет	Нет
Разрывы свечения (Кзап)	27	10	Нет	Нет
Толщина короны	0,5 мм	нет	нет	нет

По литературным данным инициирование первичных электронов ГРФ про-

исходит за счет автоэлектронной эмиссии при напряженности поля 10^7 В/м. Поэтому необходимо выбрать амплитуду выходного напряжения, обеспечивающую достаточную напряженность поля на поверхности кожного покрова. На поверхности биологического объекта всегда существует адсорбированные молекулы воды, образуется двойной электрический слой, при этом напряженность поля на поверхности повышается до 10^9 В/м.

Для обоснования формы электрода и выбора необходимого рабочего режима проведено моделирование электромагнитного поля, возникающего вблизи электрода. Программа использует метод конечных элементов, задаются геометрические и физические параметры модели, потенциалы электродов, размеры конечных элементов, строится сетка. Результаты расчёта представлены на рис. 4. Видно, что при толщине стенок электрода 125 мкм максимальная напряженность поля создаётся в воздушном промежутке на неоднородностях поверхности кожи и в диэлектрике вблизи электрода. Показано, что при толщине стенок менее 50 мкм поле концентрируется у торца электрода, а не у поверхности, что недопустимо.

Необходимая напряженность поля - более 10^7 В/м возникает при потенциале электрода более 2,5 кВ.

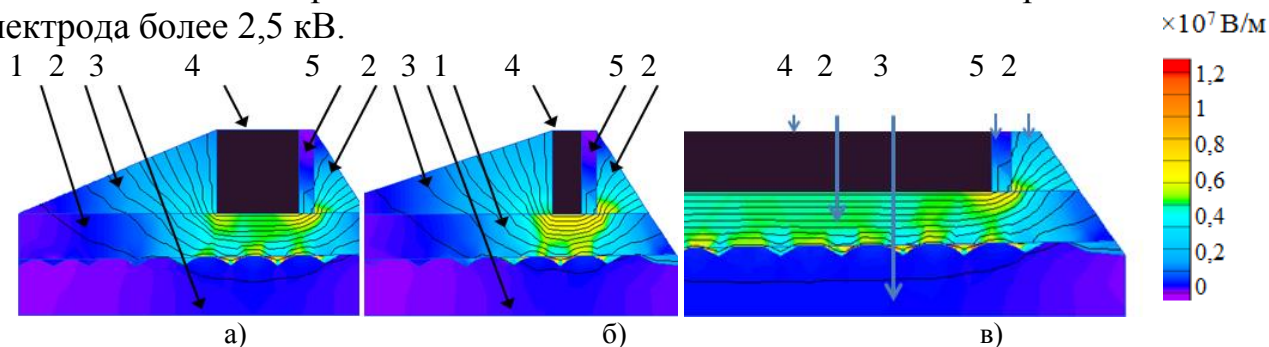


Рис. 4. Распределение напряженности ($\times 10^7$ В/м) электромагнитного поля вблизи рабочего зонда (половина сечения) при различных толщинах стенок трубчатого электрода: 125 мкм а), 50 мкм б), стержневой электрод в). 1 – фотоматериал, 2 – воздух, 3 – поверхность кожного покрова, 4 – электрод, 5 – корпус

Расчеты показывают что при этом ток автоэлектронной эмиссии = 1,73 мкА, что является безопасным и достаточным для развития разряда.

Окончательный выбор величины рабочего напряжения проведен по качеству ГРФ БАТ, на которых должны четко вырисовываться характеристические признаки. При низком напряжении яркость картины свечения мала, характеристические признаки проявляются слабо. При высоких напряжённостях поля ($E > 10^8$ В/м) начинает работать мультипликационный эффект – электрополевое вуалирование фотослоя из-за лавинного умножения электронов в фотоматериале путем ударной ионизации. В результате выбрано рабочее напряжение 4,5 кВ.

Выбор частоты рабочего напряжения проведен, исходя из особенностей формирования газового разряда. Изображение формируется совокупностью электронных лавин в воздушном промежутке и зависит от частоты рабочего напряжения. Экспериментальные данные указывают на то, что при слишком больших частотах ($f > 10$ кГц) разряд не успевает сформироваться из-за зарядки поверхности (время для разрядки межэлектродного промежутка недостаточно), а при малых ($f < 100$ Гц) – общая яркость свечения мала, и необходимо увеличи-

вать время выдержки, что недопустимо. Для того чтобы уменьшить зарядку поверхности выбран двуполярный режим, частота 1 кГц.

Длительность процедуры получения ГРФ БАТ выбрана 1 с. При длительных выдержках воздействие на пациента увеличивается, также начинает работать электротопографический эффект – в неоднородном поле микрокристаллы серебра фотоматериала поляризуются, коалисцируют и экспонируются, происходит вуалирование изображения.

Разработаны требования к рабочему сигналу: форма сигнала – импульсная, импульс - синусоида, затухающая по экспоненте; максимальная амплитуда – $4,5 \text{ кВ} \pm 10\%$; частота следования импульсов – $1 \text{ кГц} \pm 1\%$; частота заполнения – $100 \text{ кГц} \pm 25\%$; скважность – $5 \pm 5\%$, длительность процедуры – $1 \text{ с} \pm 1\%$.

С целью облегчения процедуры получения ГРФ БАТ, рассмотрена возможность видеорегистрации изображения. Разработана конструкция рабочего зонда для видеорегистрации ГР БАТ (рис. 5).

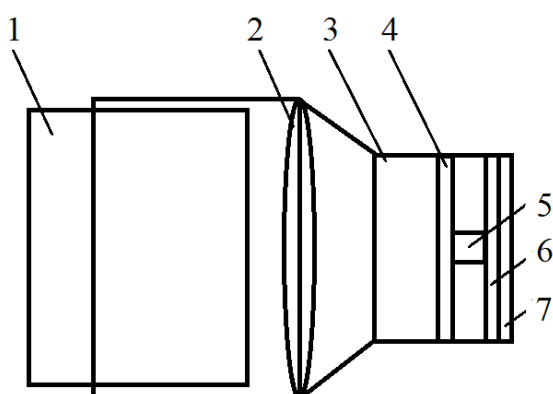


Рис. 5. Эскиз рабочего зонда для видеорегистрации ГР БАТ, 1 – объектив фотоаппарата, 2 – линза, 3 – корпус, 4 – прижимное стекло с полупрозрачным проводящим покрытием, 5 – активный электрод, 6 – диэлектрическая плёнка, 7 – слой люминофора

Известно, что свечение газового разряда в основном лежит в ультрафиолетовой области. Стекло объективы не пропускают ультрафиолет, поэтому приборы видеорегистрации газового разряда малоинформативны. При проведении параллельных исследований с участием автора по разработке прибора для видеорегистрации ЭБЛ пальцев конечностей было установлено, что преобразование ультрафиолета в видимый свет позволяет значительно увеличить информативность картин свечения.

Поэтому для регистрации ГР БАТ также предлагается использовать слой, преобразующий УФ в видимый свет (например, люминофор). Пригодным по спектральным характеристикам является, например, люминофор ФГИ 455-2, который и использован при регистрации ГР БАТ, информативность ГР БАТ при этом повышается (рис. 6).

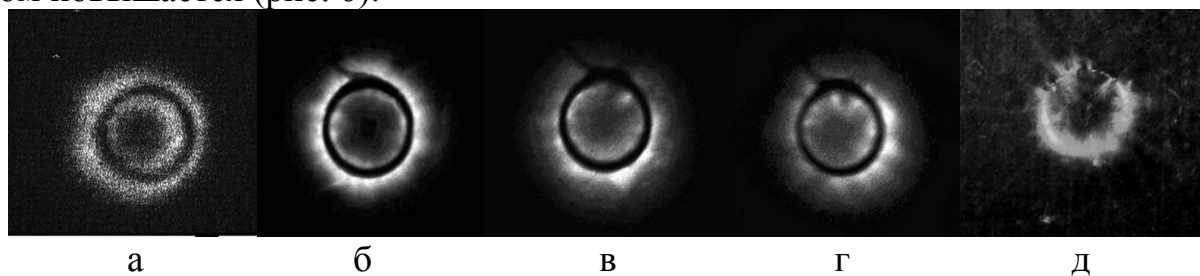
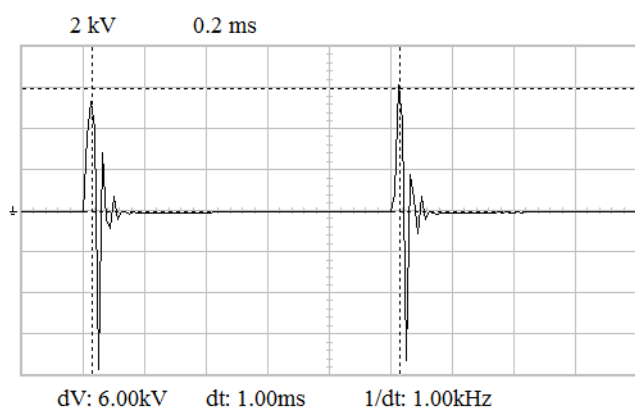


Рис. 6. Картины видеорегистрации ГР БАТ без покрытия (а), при различных толщинах люминофорного покрытия (б – 100, в – 50, г – 30 мкм), полученная на фотоматериале (д)

Выяснено, что информативность картин зависит от толщины люминофорного покрытия: при больших толщинах слоя люминофора (100 мкм) происходит затухание свечения. Наиболее четко видны характерные особенности при толщине слоя 30 мкм, качество картин приближается к фотографическому.

Режим работы зонда для видеорегистрации аналогичен режиму аналогового рабочего зонда, однако из-за того, что толщина диэлектрика (сапфир, 6, рис. 5) – 200 мкм, необходимо повысить напряжение до 6 кВ.

Разработана электрическая принципиальная схема **электронного блока** для ГРФ БАТ, обеспечивающая рабочий режим, реализован электронный блок и устройство в целом (ГРФ БАТ-1). Проведено исследование электронного блока



на соответствие сформулированным требованиям. Форма выходного сигнала представлена на рис. 7.

Рис. 7. Осциллограмма выходного сигнала

Электробезопасность пациента обеспечивается ограничителем тока. Расчетный ток, текущий через биологический объект – 0,34 мА, что является допустимым при данной частоте

(100 кГц). Ток емкостной. Из за наличия слоя диэлектрика разряд растекается по поверхности.

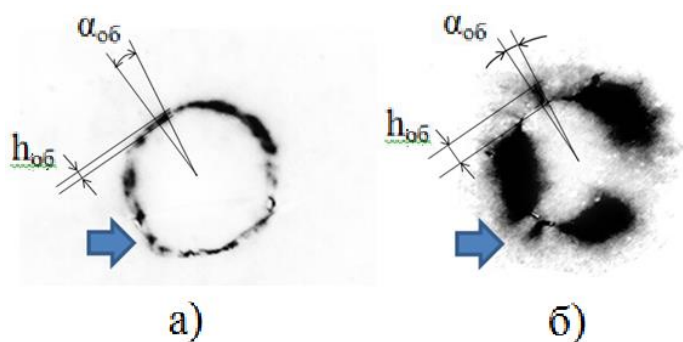
Для подтверждения безопасности использования разработанного прибора проведены предварительные технические испытания (протокол №586 от 12.11.2012 г.) в испытательной лаборатории Сибирского научно-исследовательского и испытательного центра медицинской техники (СибНИИЦМТ). Результаты испытания: тип защиты от поражения электрическим током – класс II с рабочей частью типа В по ГОСТ Р 50267.0-92, токи утечки на корпус и на пациента не превышают допустимых значений, электрическая прочность изоляции соответствует требованиям по ГОСТ Р 50267.0-92.

Получены образцы ГРФ БАТ, проведен первичный анализ картин ГР БАТ, выявлено наличие различных признаков: выпадения свечения, стримеры различных типов (игольчатые, пучки), пятна, точки. Определены параметры пятен и пучков стримеров: угол $\alpha_{об}$, град., толщина короны $h_{об}$, мм., коэффициент формы объекта. Проведен анализ пятен и пучков стримеров 40 отобранных типичных ГРФ БАТ (параметры каждого признака измерялись пятикратно, затем показания усреднялись). Линейные размеры объектов сопоставимы, однако коэффициент формы ($K_{\phi} = \alpha_{об}/h_{об}$) позволяет различить объекты (табл. 2, рис. 8).

Таблица 2.

Параметры характеристических признаков ГРФ БАТ

	Угол $\alpha_{об}$, град.		Толщина $h_{об}$, мм		Коэффициент формы	
	от	до	от	до	от	до
Пятно	4,32	15,84	0,085	0,28	39,85	77,03



Пучок стримеров	3,14	18,12	0,16	0,82	10,41	26,32
-----------------	------	-------	------	------	-------	-------

Рис. 8. Картины ГР БАТ: а - с пятнами, б - с пучками стримеров

В третьей главе рассмотрена система автоматизированной информационной поддержки врача в вопросах диагностики заболеваний с учетом ГРФ кожного покрова в области БАТ. Разработана структура банка данных, программы анализа и программы клиент.

Наличие характеристических признаков и параметров позволяет проводить компьютерную обработку ГРФ БАТ. Для автоматизации процесса нахождения характеристических признаков и оценки параметров предложен оригинальный алгоритм программы автоматизированного анализа ГРФ БАТ, обеспечивающий поиск центра картины свечения, положения разрывов свечения, пятен (рис. 8 а), игольчатых стримеров и пучков (рис. 8 б); определение площади и средней ширины области свечения, яркости, степени размытия контура. Программа автоматизированного анализа ГРФ БАТ создана в среде Visual Studio с использованием OpenCV.

При анализе ГРФ БАТ прежде всего решается задача нахождения центра свечения при помощи поиска максимума нормированной взаимной корреляционной функции изображений ГРФ БАТ и шаблона окружности. Затем определяется коэффициент заполнения $K_{\text{зап}} = \alpha_{\text{свеч}} / 360$ ($\alpha_{\text{свеч}}$ – угол дуги свечения в градусах). Определяется наличие игольчатых стримеров – линий, радиально расположенных в секторах свечения. Пучки стримеров и пятна обособлены в короне, поэтому их поиск осуществляется по результатам поиска разрывов области свечения: определяются сектора, дуги которых опираются на угол меньше 18 градусов – см. рис. 8. Пятно представляет собой обособленную область свечения округлой формы в контуре с коэффициентом формы от 40 до 77, а пучки стримеров имеют вытянутую форму ($K_{\text{ф}}$ от 10 до 26).

Яркость свечения разделяется по трем градациям: «высокая» яркость выставляется при средней яркости секторов свечения более 240 ед. градаций серого (используется полутоновое изображение 8 бит на пиксел), «низкая» - менее 160 ед., от 160 до 240 – «средняя» яркость.

Для определения коэффициента размытия области свечения выполняются следующие действия: перевод исходного изображения в черно-белое с пороговыми уровнями относительной яркости 0,5 и 0,9; определение площади свечения методом суммирования пикселей, определение отношения площадей, деление на градации по степени размытия. Введен коэффициент размытия $K_{\text{разм}} =$

$S_{0,9}/S_{0,5}$, где $S_{0,9}$ и $S_{0,5}$ – площади свечения с относительной яркостью больше 0,9 и 0,5, соответственно. Контур считается «размытым», если $K_{\text{разм}} > 2,5$.

В четвертой главе приведены результаты экспериментальных исследований. Обоснован выбор исследуемых БАТ, представлены результаты первичных исследований: изменение ГРФ во времени, влияние давления электрода на кожный покров, внешних физических факторов на картины свечения, процедуры получения ГРФ БАТ на параметры кожного покрова.

Представлены результаты медицинских испытаний. Предложен метод оценки функционального состояния человека по картинам свечения ГР БАТ.

Для устранения возможных ошибок врач должен в достаточной мере знать местоположения БАТ (по атласу БАТ, по электрическому сопротивлению кожного покрова). В данной работе использовались БАТ пяти органов: сердца - точка С9 (шао-чун), тонкого кишечника - точка IG3 (хоу-си), толстого кишечника - точка GI4 (хэ-гу), легких – P11 (шао-шан). Исследовано влияние точности установки электрода относительно БАТ на правильность оценки функционального состояния систем организма человека. Показано, что смещение рабочего зонда более 1 мм относительно центра БАТ приводит к появлению посторонних, либо потере характеристических признаков.

Необходимо отметить, что свечение газового разряда зависит от многих физических факторов, в том числе от параметров окружающей среды и состояния поверхности кожного покрова. Были проведены исследования влияния различных факторов на картины свечения ГР БАТ.

Рассмотрено влияние влажности и температуры воздуха на ГРФ объектов малой площади (металлических и кожного покрова). Для обоих объектов с ростом влажности растет толщина короны, увеличиваются коэффициент размытия, появляются дополнительные игольчатые стримеры. Коэффициент заполнения практически не изменяется. Характеристические признаки ГРФ БАТ при изменении влажности сохраняются, однако при влажности более 60% появляются дополнительные признаки – игольчатые стримеры. Подобные стримеры появляются и на ГРФ металлической пластины, что говорит о связи наличия игольчатых стримеров на ГРФ с повышенной влажностью воздуха. Температура окружающей среды (в пределах от 18 до 35°C, при условии отсутствия загрязнения поверхности биологического объекта и стабильности других параметров окружающей среды) незначительно влияет на параметры картин свечения ГР БАТ. Выбраны нормальные условия для получения ГРФ БАТ.

В работе проведено исследование зависимости параметров ГРФ от физического состояния кожного покрова: температуры, влажности, органических и солевых загрязнений. Выбраны следующие вещества: вода водопроводная, вода деионизованная, раствор хлористого натрия изотонический водный, жировой слой мышц крупного рогатого скота. Показано, что зависимости процента заполнения и относительной толщины короны от количества воды и жира – слабые, а раствора NaCl – значительная, причем корреляция положительная. Коэффициент размытия растет с увеличением всех видов загрязнений. Данные зависимости коррелируют с изменением проводимости поверхности кожного покрова. Параметры ГРФ при изменении температуры кожного покрова изменя-

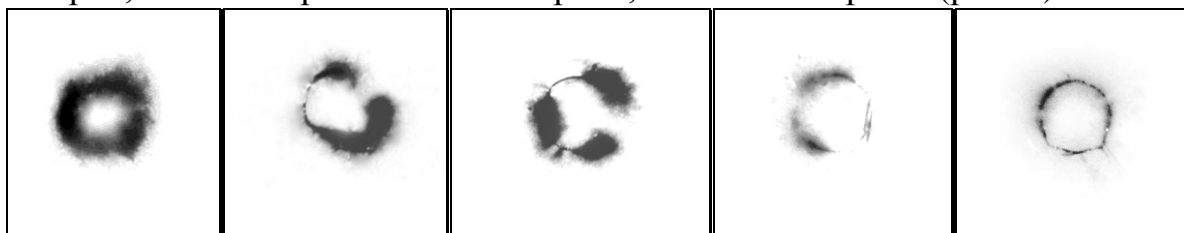
ются сложным образом, т.к. и при охлаждении, и при нагревании происходит индивидуальная ответная реакция организма. Рекомендуется процедуру получения ГРФ проводить при нормальной температуре кожного покрова, очищенного 96 %-м медицинским спиртом, что позволяет исключить влияние загрязнений кожного покрова на результаты ГРФ БАТ и добиться повторяемости ГРФ БАТ.

Важно контролировать прижатие электрода рабочего зонда к поверхности кожи. При слабом прижатии либо наклоне электрода возникает воздушный промежуток, в котором газовый разряд искажается. Поэтому было предложено устанавливать рабочий зонд вертикально под собственным весом, выбранным экспериментально. Анализ картин показывает, что ГРФ БАТ одной и той же точки при различном давлении электрода различны. При весе рабочего зонда 10 г. ГРФ БАТ малоинформативна, при 110 г. – происходит затухание признаков из-за высокой яркости свечения, наиболее четко характеристические признаки видны на ГРФ БАТ при весе 25 г. В дальнейших экспериментах использован рабочий зонд весом 25 г.

Проведена предварительная медицинская апробация аппаратно-программного комплекса ГРФ БАТ на базе «Научно медицинского центра Беловодье». В качестве испытуемых привлекали практически здоровых студентов НГТУ в количестве 73 человек, из них 60 мужчин и 13 женщин в возрасте от 18 до 30 лет. Выполнено сопоставление результатов оценки функционального состояния систем организма человека методом электробиоломинесценции (Игнатьев Н.К., 2011) и наличия определенных характеристических признаков на ГРФ БАТ. Показано, что различные характеристические признаки ГРФ БАТ позволяют выявлять патологические процессы систем организма человека.

Предложен метод оценки функционального состояния органов и систем человека по наличию на картинах свечения деформаций излучения следующим образом:

- 1) «норма» – целостное, равномерное свечение без деформаций;
- 2) состояние функционального напряжения
 - донозологическое состояние (стадия ранних нарушений) – свечение с разрывами без пятен и пучков стримеров;
 - преморбидное состояние (повышенная вероятность заболевания), либо стадия выздоровления – свечение с разрывами, пучки стримеров без пятен;
- 3) патологический процесс
 - острый воспалительный процесс – свечение с разрывами, пучки стримеров, серые пятна в короне;
 - хронический воспалительный процесс – свечение с разрывами, пучки стримеров, мелкие черные пятна в короне, пятна вне короны (рис. 9).



а) б) в) г) д)

Рис. 9. Примеры картин ГРФ БАТ:

а - норма, б - донозологическое состояние, в - преморбидное состояние, г - острый воспалительный процесс, д - хронический патологический процесс.

Для удобства сравнения донозологическое состояние по ГРФ БАТ было поставлено в соответствие с 8 баллами ЭБЛ, преморбидное состояние – 7 баллов, патологический процесс – 6 баллов. Оценка состояния органов в 83 % случаев полностью совпала с данными метода ЭБЛ, разница в оценке ± 1 балл наблюдалась в 15 % случаев, коэффициент корреляции по методу Спирмена – 0,75, $p < 0.01$, 95% доверительный интервал [0,69; 0,79].

Проведено сравнение групп испытуемых с наличием определенных характеристических признаков ГРФ БАТ и показателей кардиоинтервалографии (КИГ), отражающих психофизиологическое состояние, и лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ), отражающих особенности микроциркуляции крови в области БАТ. Исследования проведены на базе кафедры нормальной физиологии Новосибирского государственного медицинского университета в 2010 – 2011 гг. Всего получено 130 ГРФ БАТ. Исследовали 30 практически здоровых студентов НГМУ, из них 21 мужчина и 9 женщин в возрасте от 18 до 26 лет. Испытуемых делили на группы по наличию характеристических признаков, затем определяли достоверные различия ($p < 0.05$) по показателям КИГ и ЛДФ при помощи критерия Манна-Уитни.

Показано, что группа с наличием игольчатых стримеров на ГРФ БАТ характеризуется фоновой ваготонией покоя, а также нарушениями психофизиологического состояния: более высокой мощностью в очень низко-частотной компоненте спектра нейрогуморальных регуляций. В этой группе выше частота дыхательной компоненты ЛДФ-спектра и ниже частота нейрогенной компоненты модуляции сосудистого тонуса, что свидетельствует о склонности к релаксации сосудистого тонуса в зоне БАТ.

В группе с наличием пучков стримеров на ГРФ БАТ наблюдается нарушения сосудистого тонуса: регистрируются более ригидный вариационный размах амплитуды ЛДФ-граммы (Кv), а также более низкая амплитуда миогенных колебаний сосудистой стенки (M-A), что свидетельствует о склонности к вазоконстрикции. В группе с более четким контуром ГРФ ниже частота миогенных колебаний (M-F) сосудистой стенки, что указывает на более высокий сосудистый тонус.

Таким образом, в результате экспериментальных исследований показано, что определенные характеристические признаки газоразрядных фотографий биологически активных точек (игольчатые стримеры, пучки стримеров, коэффициенты: размытия, яркости) отражают изменения психофизиологического состояния организма человека, связанные с особенностями микроциркуляции и вегетативного баланса в зондируемой области биологически активных точек, оцениваемые методами кардиоинтервалографии и лазерной доплеровской флоуметрии.

Проведены предварительные медицинские испытания на базе кафедры факультетской терапии НГМУ, подтвердившие валидность предложенного мето-

да. Исследованы пациенты кардиологического и пульмонологического отделений городской больницы №1 в количестве 11 человек, из них 10 мужчин и 1 женщина в возрасте от 20 до 80 лет (основная группа), а также условно-здоровые лица (студенты НГМУ) в количестве 12 человек, из них 9 мужчин и 3 женщины в возрасте от 18 до 23 лет (контрольная группа). Общее количество ГРФ БАТ – 31.

Всего установлено 27 случаев соответствия данных ГРФ БАТ и клиническо-инструментальных методов (87,1 %), разница в оценке на ± 1 ед. наблюдалась в 4 случаях (12,9 %). В контрольной группе практически здоровых людей в основном появляются начальные, доклинические изменения и состояние «предболезни», а в основной присутствуют патологические и хронические обструктивные процессы. Также в основной группе выше процентное отношение наличия игольчатых стримеров на картинах ГРФ БАТ по сравнению с контрольной. Коэффициент заполнения и относительная толщина короны в контрольной группе статистически достоверно ниже, чем в основной группе, при этом коэффициент размытия выше.

Проведенные исследования подтверждают возможность использования предложенного метода получения и анализа ГРФ БАТ и реализующего его аппаратно-программного комплекса для оценки функционального состояния систем организма человека.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

Разработан аппаратно-программный комплекс для получения и анализа картин газового разряда на поверхности кожного покрова в области биологически активных точек.

1. Обоснована целесообразность использования картин ГРФ БАТ в высоковольтном электромагнитном поле для оценки функционального состояния систем организма человека,
2. Разработана структура аппаратно-программного комплекса для получения и анализа ГРФ БАТ, которая обоснована принципами построения АПК.
3. Проведены исследования и впервые установлено, что трубчатая форма металлического электрода рабочего зонда позволяет получать наиболее информативные ГРФ БАТ по сравнению с роликовым и стержневым электродами. Проведено моделирование распределения электромагнитного поля вблизи рабочего зонда и выбран рабочий режим аппаратно-программного комплекса. Разработан и сконструирован рабочий зонд, обеспечивающий высокую информативность ГРФ БАТ, полученных на фотоматериале.
4. Показано, что при видеорегистрации информативность картин электрически индуцированного свечения биологически активных точек повышается в результате преобразования ультрафиолетовой составляющей спектра свечения в видимый свет. Сконструирован рабочий зонд, обеспечивающий высокую информативность видеорегистрации ГРФ БАТ.
5. Экспериментально определены характеристические признаки ГРФ БАТ, указывающие на определённые функциональные состояния систем организма человека – стримеры различных типов (игольчатые, пучки), пятна, точки. Вве-

дены коэффициенты размытия, заполнения, яркости области свечения для оценки картин ГРФ БАТ.

6. Разработана автоматизированная система поддержки врача, состоящая из программы анализа картин ГРФ БАТ, программы-клиент и базы данных.

7. Проведены испытания на электробезопасность, получено разрешение этического комитета на проведение исследований.

8. Показано, что определенные характеристические признаки ГРФ БАТ отражают конкретные нарушения психофизиологического состояния, связанные с особенностями микроциркуляции и вегетативного баланса в зондируемом регионе БАТ, оцениваемые по показателям кардиоинтервалографии и лазерной доплеровской флоуметрии.

9. Проведен сравнительный анализ оценки функционального состояния различных органов по данным метода ГРФ БАТ и клинико инструментальных методов. Проведенные исследования подтверждают возможность использования предложенного метода получения и анализа ГРФ БАТ и реализующего его аппаратно-программного комплекса для оценки функционального состояния систем организма человека.

Основные результаты работы опубликованы в следующих работах:

Статьи в изданиях, вошедших в перечень российских рецензируемых научных журналов:

1. Антонов А. С., Белавская С. В., Лисицына Л. И., Мокроусов А. В. Система автоматизированной поддержки при диагностике заболеваний // Научный вестник НГТУ. – 2009. – №3 (36). - С. 143-148.

2. **Мокроусов А. В.** Разработка устройства для получения фотографий газового разряда в области биологически активных точек // Научный вестник НГТУ. – 2009. – №3 (36). - С. 159-164.

3. **Мокроусов А. В.**, Ефименко В. Г., Сорокин О. В., Лисицына Л. И., Куликов В. Ю. Особенности микроциркуляции и вегетативного баланса в группах с различными газоразрядными признаками акупунктурных точек // «Медицина и образование в Сибири». - 2012. - № 2.

4. **Мокроусов А. В.**, Лисицына Л. И., Куимов А. Д., Попов К. В., Селехов Д. А. Возможности метода анализа газоразрядного свечения акупунктурных точек для экспресс-диагностики патологических процессов // «Медицина и образование в Сибири». - 2013. - № 1.

Патенты:

5. **Мокроусов А. В.**, Лисицына Л. И. Устройство для исследования излучения биологических объектов в высокочастотном электромагнитном поле // Патент на полезную модель № 98885. - 2010. - Бюл. 31.

6. Белавская С. В., Лисицына Л. И., **Мокроусов А. В.** Устройство для оценки параметров биологически активных точек // Патент на полезную модель № 99310. - 2010. - Бюл. 32.

7. Игнатъев Н. К., **Мокроусов А. В.**, Навроцкий Л. Г., Юдин В. И. Устройство для определения состояния биологического объекта в импульсном поле

высокой напряженности // Патент на полезную модель № 99947. 2010. -Бюл. 34.

Доклады на научных конференциях:

8. **Мокроусов А. В.** Применение метода Кирлиан в медицине // Информатика и проблемы телекоммуникаций: материалы РНТК СОМАИ. - Новосибирск, 2005. – Том 1. – С. 171-174.
9. **Мокроусов А. В.** Устройство газоразрядной фотографии для исследования состояния биологически активных точек // Материалы всероссийской научной конференции молодых учёных «Наука, технологии, инновации». Часть 2. - Новосибирск: НГТУ, 2006. – С. 21-23.
10. **Мокроусов А. В.** Реализация и исследование устройства газоразрядной фотографии для исследования состояния биологически активных точек // Материалы международной научно-практической конференции молодых учёных «Современные техника и технологии». Том 1. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2006. - С. 340-342.
11. **Мокроусов А. В.** Получение газоразрядных фотографий биологически активных точек // Материалы всероссийской научной конференции молодых учёных «Наука, технологии, инновации». Часть 2. – Новосибирск: НГТУ, 2006. – С. 130-132.
12. Belavskaja S.V., Vostrjakov Ju. V., Kuzmin A. N., Lisitcina L.I., **Mokrousov A.V.**, Panfilenok I. M., Tshukin V.I. «Research of behaviour of an impedance of an integument of the person and muscular fabric from frequency of an influencing electromagnetic field and time of influence». // International Workshop and Tutorials on Electron Devices and Materials' 2007: Workshop Proceedings. - Novosibirsk, NSTU, IEEE, 2007. – P. 153-155. [Исследование зависимости импеданса кожного покрова человека и мышечной ткани от частоты электромагнитного поля и времени воздействия]
13. **Mokrousov A. V.** «Modelling of the generator of impulses for a gas-discharge photo of biologically active points» // International Workshop and Tutorials on Electron Devices and Materials' 2007: Workshop Proceedings. - Novosibirsk, NSTU, IEEE, 2007. – P. 156-157. [Моделирование генератора импульсов для газоразрядной фотографии биологически активных точек]
14. **Мокроусов А. В.**, Белова А. Е, Юдина Н. А. Анализ результатов первичных исследований газоразрядных фотографий биологически активных точек // Материалы всероссийской научной конференции молодых учёных «Наука, технологии, инновации». Часть 2. – Новосибирск: НГТУ, 2007. – С. 54-58.
15. Belova A. E., Lisitcina L. I., **Mokrousov A.V.**, Judina N. A. «The first analyze of gas-discharge photo of biologically active points» // International Workshop and Tutorials on Electron Devices and Materials' 2007: Workshop Proceedings. - Novosibirsk, NSTU, IEEE, 2007. – P. 158-160. [Предварительный анализ фотографий газового разряда биологически активных точек]
16. **Мокроусов А. В.**, Белова А.Е, Грузман И.С. Программное определение положения разрывов контура газоразрядных фотографий биологически активных точек // Материалы РНТК «Информатика и проблемы телекоммуникаций». - Новосибирск: СОМАИ, 2008. – Том 1. – С. 337-338.
17. Иваненко И. Н., **Мокроусов А. В.**. Влияние процедуры получения картин

- газового разряда на электрическое сопротивление кожного покрова человека // Материалы всероссийской научной конференции молодых учёных «Наука, технологии, инновации» в 7-и частях. Часть 1. - Новосибирск: НГТУ, 2009. – 310 с.
18. Иваненко И. Н., **Мокроусов А. В.** Исследование влияния процедуры получения картин газового разряда на потенциал кожного покрова малой площади // Материалы всероссийской научной конференции молодых учёных «Наука, технологии, инновации» в 4-х частях. Часть 2. - Новосибирск: НГТУ, 2010. – С. 341-343.
19. Игнатъев Н. К., **Мокроусов А. В.**, Навроцкий Л. Г., Юдин В. И. Повышение информативности видеоизображений биообъектов в импульсном электрическом поле высокой напряженности. // 10TH INTERNATIONAL CONFERENCE APEIE – 2010. Том 2. - Новосибирск: НГТУ, 2010. – С. 128–130.
20. Лисицына Л. И., **Мокроусов А. В.** Влияние толщины люминофорного слоя на качество фотографий газового разряда в области биологически активных точек, полученных цифровым методом // 10TH INTERNATIONAL CONFERENCE APEIE – 2010. Том 2. - Новосибирск: НГТУ, 2010. – С. 124-126.
21. **Мокроусов А. В.** Характеристические признаки и параметры для анализа картин изображений газового разряда на поверхности кожного покрова в области биологически активных точек // Материалы всероссийской научной конференции молодых учёных «Наука, технологии, инновации». Часть 3. - Новосибирск: НГТУ, 2011. – С. 231-232.
22. Лисицына Л. И., **Мокроусов А. В.** Исследование влияния влажности воздуха на картины газоразрядных фотографий объектов малой площади // Материалы XI международной конференции АПЭП – 2012. Том 2. - Новосибирск: НГТУ, 2012. – С. 53-55.
23. **Мокроусов А. В.**, Лисицына Л. И., Козелков А. С. Исследование влияния параметров кожного покрова на картины газоразрядных фотографий объектов малой площади. - Современные проблемы телекоммуникаций : рос. науч.-техн. конф.: материалы конф – Новосибирск : [б. и.], 2013. – С. 278–281.
24. **Мокроусов А. В.**, Лисицына Л. И., Сорокин О. В., Куликов А. Д., Попов К. В. Возможности применения методики анализа фотографий газового разряда на поверхности кожного покрова для диагностике в клинике внутренних болезней. // Вопросы патогенеза типовых патологических процессов : труды 5 всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, Новосибирск, 4–5 апр. 2013 г. – Новосибирск : НГМУ «Сибмедиздат», 2013. – С. 75–77.
25. **Мокроусов А. В.** Электробезопасность при получении фотографий газового разряда на поверхности кожного покрова в области биологически активных точек // Новые технологии - нефтегазовому региону: материалы Всероссийской научно-практической конференции. Т. 1. - Тюмень: ТюмГНГУ, 2013. - С. 267-268.

государственного технического университета
630073, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20
тел./факс (383) 346-08-57
формат 60 X 84/16 объем 1,5 п.л. тираж 100 экз.
Заказ № 938 подписано в печать 01.07.2013