На правах рукописи

Гюнтер Сергей Викторович

ОПТИКО–ЭЛЕКТРОННАЯ СИСТЕМА РЕГИСТРАЦИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ПИЩЕВОДА

специальность: 05.11.17 – Приборы, системы и изделия медицинского назначения

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук

Томск - 2006

Работа выполнена в Томском политехническом университете и
Сибирском государственном медицинском университете

Научный руководитель: засл. деятель науки РФ
доктор технических наук, профессор
Жуков Владимир Константинович

Научный консультант: член-корреспондент РАМН,
доктор медицинских наук, профессор
Дамбаев Георгий Цыренович

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
Агафонников Виктор Филиппович
кандидат технических наук, доцент
Пеккер Яков Семёнович

Ведущая организация: Алтайский государственный университет г. Барнаул

Защита состоится ″ 3 ″ октября 2006 г. в 14 ^{00} часов на заседании диссертационного совета Д212.269.09 при Томском политехническом университете по адресу: Россия, 634028, г. Томск, ул. Савиных,

С диссертацией можно ознакомится в библиотеке Томского политехнического университета по адресу: г. Томск, ул. Белинского, 53

Автореферат разослан ″ __ ″ июля 2006 года.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
к.т.н., доцент Винокуров Б.Б.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы Диагностика и распознавание функциональных нарушений органов желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) имеет большое научное и практическое значение. Функциональные нарушения пищевода, занимают одно из ведущих мест среди всей патологии ЖКТ. Прогресс современной науки и техники позволил в достаточной мере повысить эффективность диагностики заболеваний пищевода. Разработанные для этих целей методы исследования, дают довольно полное и чёткое представление о существе того или иного патологического процесса. Однако, одна из основных функций пищевода – моторная функция, связанная с перистальтическими изменениями стенок исследуемого органа, практически остаётся вне области исследований. Существующие методы диагностики моторной функции пищеварительной системы, позволяют наблюдать, лишь довольно узкий спектр перистальтических изменений. Такие методы как: рентгенографический радиотелеметрический и эзофагонаметрический – малоинформативные, а ультразвуковая диагностика и внутрипищеводная реография – недостаточно точны. Поэтому разработка метода, характеризующегося более высокой степенью информативности, надёжности, точности и, конечно, быстродействием, имеет большое значение, как для исследований перистальтической функции пищевода, так и для прикладных задач практической медицины.

Цель работы. Создание нового метода диагностики и разработка оптико-электронной системы для регистрации перистальтических изменений при функционировании пищевода с высокой степенью надежности, чувствительности и быстродействия.

Методы исследований.

В процессе выполнения работы использовались теоретические и экспериментальные методы. При решении поставленных задач использовалась теория взаимодействия оптического излучения с биологической средой организма. Экспериментальные исследования базировались на применении методов

измерительной техники, оптико-электронных приборов и средствами компьютерного программирования. При разработке программного обеспечения использовался алгоритмический язык программирования Labview. Проектирование принципиальной схемы и печатных плат осуществлялось с использованием системы автоматизированного проектирования P – CAD.

Задачи исследования:

Для достижения указной цели потребовалось решить следующие задачи:

- провести анализ существующих методов диагностики функциональных нарушений пищевода, на основании которых предложить новый оптический метод диагностики;
- разработать физико-математическую модель системы диагностики перистальтической функции пищевода;
- разработать методику проведения измерений оптическим методом;
- разработать конструкцию оптико-электронного зонда и блока регистрации и обработки данных;
- произвести конструктивный монтаж оптико-электронной диагностической системы, и провести исследования в клинической практике при различных патологиях пищевода.

На защиту выносятся следующие положения:

- новый метод оптического зондирования для выявления функциональных нарушений перистальтики пищевода;
- обоснование математической модели, описывающая взаимодействие оптического излучения с биологической тканью;
- оптико-электронная система регистрации функциональных нарушений пищевода в клинической практике.

Научная новизна:

- проведена комплексная оценка эффективности существующих методов диагностики функциональных нарушений пищевода;

- выполнено обоснование выбора математической модели, реализующей новый способ диагностики перистальтической функции пищевода;
- разработан оптический метод зондирования с использованием инфракрасного излучения;
- разработана конструкция оптического зонда;
- разработан диагностический комплекс для выявления функциональных нарушений пищевода;
- экспериментально доказано, что посредством оптико-электронного диагностического комплекса можно с высокой достоверностью производить оценку перистальтики пищевода одновременно по всей его длине.

Практическая значимость:

- разработан и изготовлен оптико-электронный диагностический комплекс, использование которого позволяет в течение короткого времени диагностировать перистальтическую работу пищевода по всей его протяжённости и достаточно точно определять очаги функциональной нестабильности;
- результаты работы позволяют с большой достоверностью определять нестабильность функционирования исследуемого органа, даже на самых ранних стадиях заболевания;
- предложенная методика исследования может применяться в клинической практике гастроэнтерологических клиник.

Автор диссертации выполнил следующие работы:

- провёл комплексный анализ по научно-технической и медицинской литературе традиционных методов исследования функциональных нарушений пищевода;
- провёл экспериментально-теоретическое моделирование оптико-электронного устройства для регистрации перистальтики пищевода;

- обосновал выбор светодиодов для эффективной работы оптико-электронного зонда;
- выполнил конструктивный монтаж элементной базы зонда, блока обработки и регистрации данных, оптико-электронного диагностического комплекса;
- провёл практические исследования в выявлении и регистрации сигналов при оценке функциональных заболеваний пищевода в клинической практике.

Апробация работы.

Результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на: конференции, посвящённой 110-летию кафедры хирургии. Томск, СГМУ 2002; 9-ой Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Современные техника и технологии».- Томск, ТПУ 2003; Симпозиуме с международным участием, “Мембранные и молекулярные механизмы регуляции функции гладких мышц” Изд. ТГУ и СГМУ, 2004; 11-ой Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Современные техника и технологии» - Томск, ТПУ 2005; на заседаниях научно-методического семинара кафедры информационно-измерительной техники Томского политехнического университета.

Публикации

По теме диссертации опубликовано 15 печатных работ, получено 2 патента на полезную модель и 1 положительное решение. Получен грант ТПУ для молодых учёных и аспирантов.

Объём и структура диссертации

Диссертация изложена на 138 страницах машинописного текста и состоит из введения, 4 глав, выводов, заключения, списка использованной литературы (89 источников: 83 отечественных и 6 иностранных), иллюстрирована 6 таблицами, 76 рисунками и фотографиями, 29 математическими формулами.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность поиска новых методик и разработки устройств, необходимых для диагностических исследований функциональных нарушений пищевода.

Первая глава посвящена анализу методологии при диагностике заболеваний пищевода и оценке методов исследования таких, как: рентгенодиагностический, магнитно-резонансной томографии, эндоскопический, радиотелеметрический, радиоизотопный, ультразвуковой, определения ph-метрии, эзофагонаметрический, внутрипищеводной реографии. Использование данных методов в практических условиях напрямую связано с возможностью и эффективностью регистрации информации при исследовании заболеваний желудочно-кишечного тракта. Рассмотрены особенности работы различных приборов в конкретных условиях патологических изменений пищевода. Дана оценка положительных и отрицательных сторон каждого из диагностических методов исследования. Одна из основных особенностей общего анализа существующих методов связана с проблемой низкой точности при сопоставлении полученных данных и быстротой текущих процессов для определения моторной функции исследуемого органа. Помимо этого, представленные методики и устройства для их реализации не предоставляют подробной графической информации о функциональной работе пищевода, а именно, этот момент необходим для выявления очага его функциональной нестабильности. Современные технологии, с учетом оптической электроники, позволяют на более высоком уровне решить проблему диагностики функциональных нарушений, в связи с этим появилась возможность разработки оптического метода диагностики, основой метода является характер воздействия излучения с биологической тканью.

Во второй главе дан анализ взаимодействия основных спектров излучения (ультрафиолетового, видимого и инфракрасного) с биотканью человека. По результатам анализа можно сделать выводы, что биоткань человека рассматривается, как с точки зрения оптических особенностей, так и с

точки зрения биофизики электромагнитных воздействий. Приведены характеристики излучений при их взаимодействии с биотканью во всём диапазоне длин волн (от гамма – до радиоволнового излучения). Выявлены подходы для определения необходимых коэффициентов излучения, являющиеся основой в разработке оптической методики исследования. Электромагнитное излучение (от ультрафиолетового до инфракрасного) обладает большей специфичностью по отношению к биологическим системам, чем коротковолновые рентгеновское и ϒ-излучения или излучение радиоволнового диапазона, что связано с разнообразием природы взаимодействия света с молекулами тканей. Связь частоты излучения с длинами волн очень сложна и заключается в широчайшем спектре воздействия различных типов излучения на биологическую ткань человека.

В третьей главе наибольший интерес при реализации оптического метода, является выбор источника и приёмника излучения оптико-электронной системы, т.к. этот параметр определяет восприимчивость и информационность системы в целом.

В соответствии с данной задачей, описан новый оптический метод диагностического исследования пищевода, который позволяет графически изучить перистальтическую функциональную работу пищевода. В основе разработки взят принцип использования излучения, как носителя информации. В реализованном методе используется зондирование инфракрасным излучением. Такой подход открывает следующие возможности:

- регистрировать колебания небольших сегментов исследуемых органов;
- обеспечивать высокую помехозащищенность, так как источник и приемник в оптическом устройстве не связаны электрически, связь между ними осуществляется только посредством светового излучения;
- регистрировать графически перистальтическую функцию пищевода.

Работа диагностической системы базируется на использовании отражательной способности излучения от стенок диагностируемого органа. В связи с этим, обосновывается и определяется диапазон излучения, в котором коэффициент отражения будет доминантным над коэффициентами поглощения и пропускания.

На первом этапе производится расчёт коэффициентов поглощения, отражения и проникания в диапазоне от (100…5000 нм). На следующем этапе результаты всех расчётов сводятся в таблицу. Далее по табличным значениям в программе Mathcad строятся зависимости коэффициентов поглощения, пропускания и отражения биологической ткани от длины волны источника излучения (рис.1). Анализ отношений соответствующих коэффициентов (a, b, c) к суммарному L= a+b+c, в широком спектре частот позволяет определить максимальный коэффициент отражения.

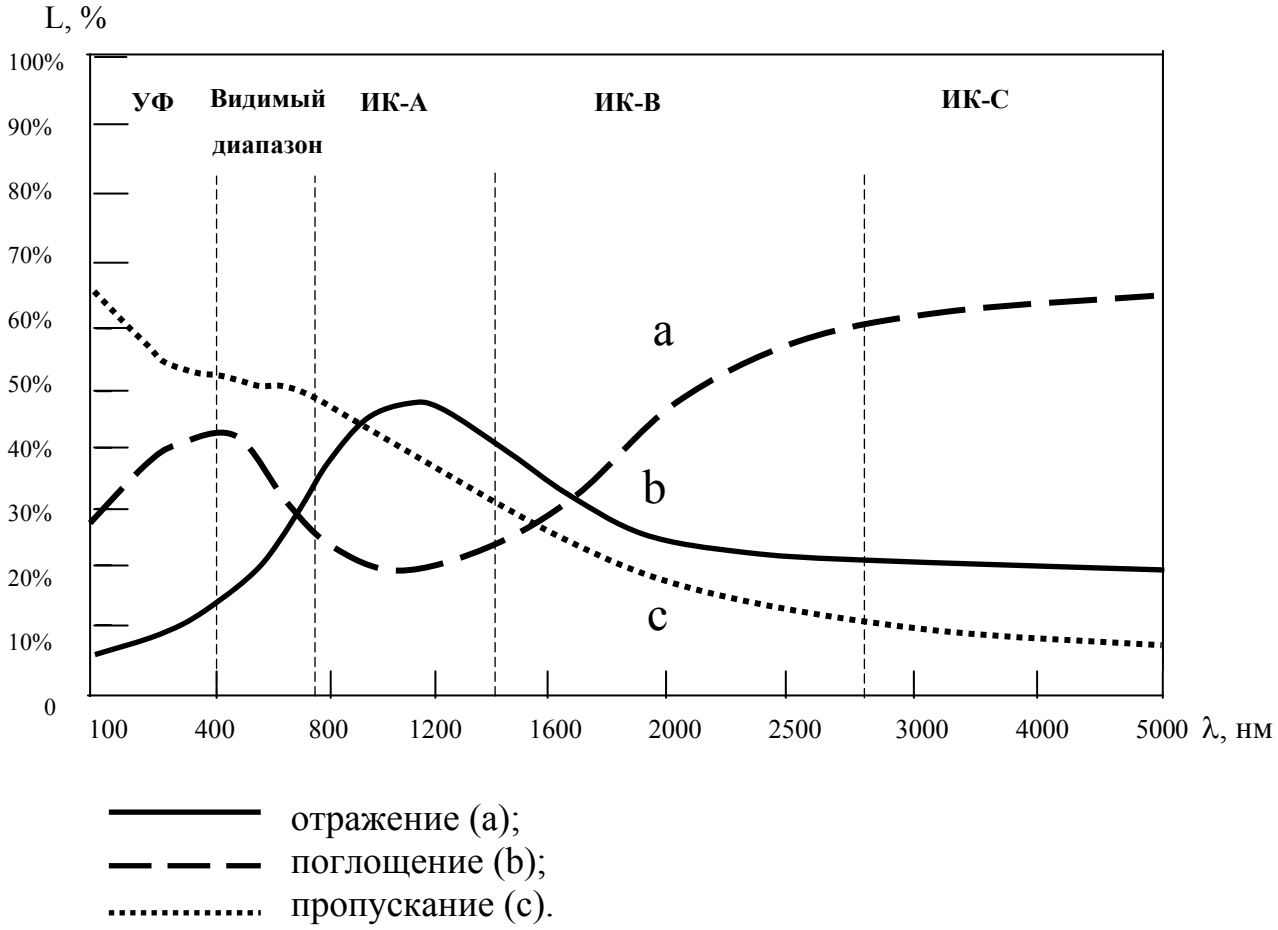


Рис.1 Зависимость коэффициента поглощения, проникновения и отражения в диапазоне излучения от 100 до 5000 нм

Исходя из полученных данных следует, что:

- в УФ диапазоне коэффициент пропускания заметно превалирует над поглощением и отражением;
- в видимом диапазоне коэффициенты поглощения и проникновения имеют примерно равные значения, коэффициент отражения уменьшается с увеличением длины волны;
- в ИК диапазоне происходит спад, как поглощения, так и проникновения, при этом наблюдается рост коэффициента отражения.

Выбор источника ИК излучения учитывает множество факторов, главным из которых является рабочая длина волны светодиода в рабочем режиме. Для её определения исходят из преобладающего уровня коэффициента отражения над коэффициентом поглощения и пропускания, т.к. оптико-электронная диагностическая система базируется на значении именно этого параметра.

Таким образом, оптимальный диапазон длин волн, на котором наблюдается максимальное значение коэффициента отражения, лежит в ближней инфракрасной области (800нм-1200нм).

В четвёртой главе представлена разработка оптико-электронной системы для регистрации функциональных нарушений пищевода, состоящая из трёх основных частей: оптико-электронного зонда, электронного блока и регистрирующего устройства.

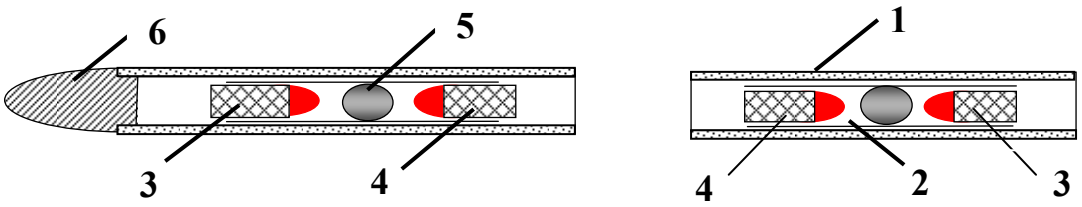
Исходя из полученного спектра, осуществляется выбор светодиода ИК излучения, используемого в последующем в качестве источника и приёмника оптико-электронного зонда, имеющего острую направленность излучения. Излучающие диоды ИК диапазона АЛ-107Б, выпускаются в полимерном корпусе.

Диапазон излучения и длина волны ИК-светодиода не оказывают неблагоприятного воздействия на организм человека. К особенным достоинствам, помимо показателей вольтамперной характеристики, следует отнести:

- относительно узкий спектр излучения;
- малые значения падения напряжения;
- малые габариты;
- высокую надежность и долговечность, что обеспечивается электрической совместимостью с интегральными схемами.

Таким образом, определён тип светодиода работающего в заданном ближнем инфракрасном спектре излучения. Подробно проведены расчёты его параметров, которые полностью удовлетворяют необходимым требованиям при разработке оптико-электронного зонда диагностической системы.

При разработке конструкции зонда (рис.2) учтены требования устойчивости к температурным воздействиям, влажности и механической прочности. Кроме того, зонд малогабаритен, имеет малую массу, простую и технологическую конструкцию, отвечающую требованиям электробезопасности.



1 – силиконовая трубка зонда (d=7 мм);

2 – силиконовая трубка оптопары (d=4 мм);

3 – приёмник инфракрасного излучения;

4 – источник инфракрасного излучения;

5 – светорассеивающий шарик с матовым покрытием;

6 – наконечник.

Рис. 2 Структура оптоэлектронного зонда.

Зонд состоит из пяти идентичных оптопар, каждая их которых представляют систему состоящую из двух светодиодов АЛ-107Б, один из

которых является источником, а другой приёмником ИК излучения. Светодиоды устанавливаются в силиконовой трубке меньшего диаметра в сравнении с трубкой зонда и направлены друг на друга. При этом, между ними находится шарик с матовым покрытием, рассеивающий ИК излучение от источника.

Материал внешней оболочки зонда (рис.3) не оказывает вредного воздействия на стенки исследуемого органа, диаметр зонда составляет 7мм, что физиологически является наиболее оптимальным для введения в пищевод. Рабочая часть зонда составляет 300 мм и разделяется на пять равных частей, на которых располагаются, пять пар оптических преобразователей.

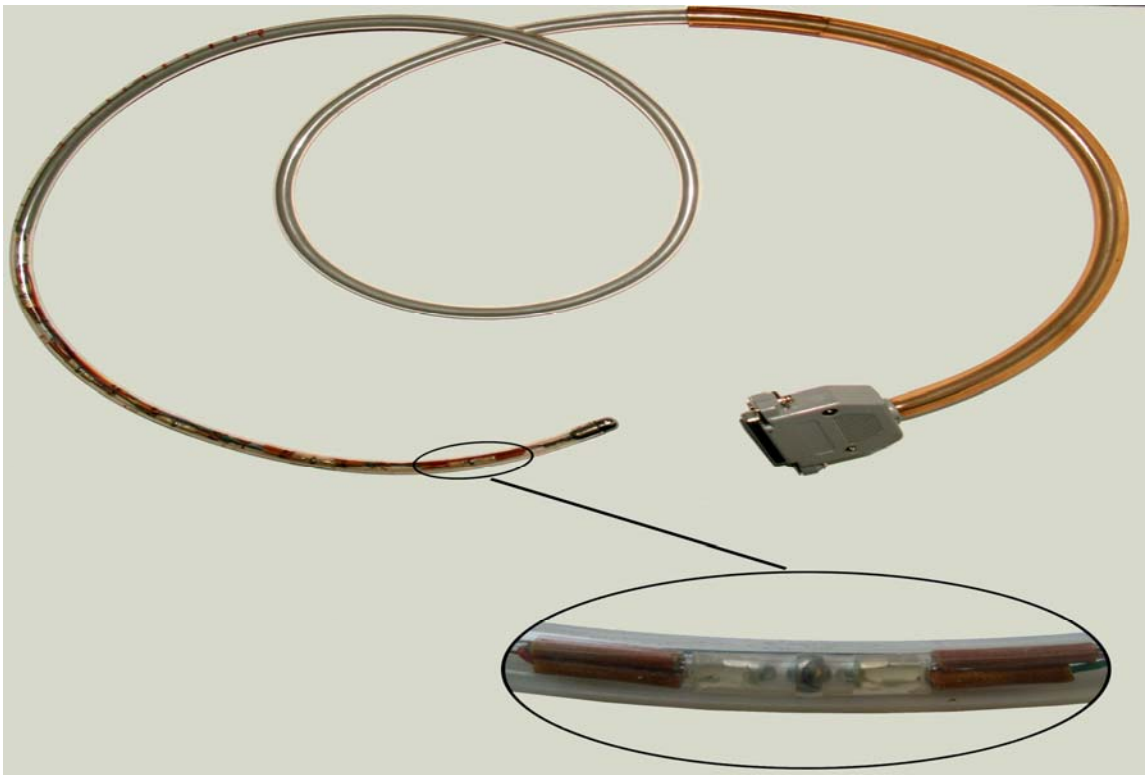


Рис.3 Оптико-электронный зонд

Размещение именно пяти оптопар в зонде обосновывается длиной пищевода и радиусом направленности излучения каждой оптопары. Естественно, что при большом количестве оптопар внутри зонда (более 10 шт.), но вместе с тем, оптико-электронный диагностический комплекс претерпит габаритные изменения в худшую сторону. Пищевод анатомически делится на 5

отделов; шейный, верхний грудной, средний грудной, нижний грудной и желудочный отдел. Исходя из этого, зонд и состоит, как минимум, из 5 идентичных оптопар, каждая из которых, проводит регистрацию соответствующего отдела пищевода.

В качестве оптических преобразователей, как было определено в работе, выбраны светодиоды ИК излучения типа АЛ107Б, характеристики которых соответствуют поставленным задачам.

Расстояние между оптоэлектронными парами в 50 мм выбрано исходя из исследуемой длины пищевода (от 230 до 280 мм), в соответствии с анатомией человека (от верхнего сфинктера до нижнего). Мы имеем пять оптических преобразователей т.к. это количество обосновано так же оптимизацией при выявляемости функциональных нарушений на всем протяжении пищевода и сложностью их совокупной работы.

Начальная часть зонда закрывается специальной заглушкой, в виде наконечника из биосовместимого эластичного материала (никелида-титана), что не вызывает побочного воздействия на организм, даже при длительной диагностике.

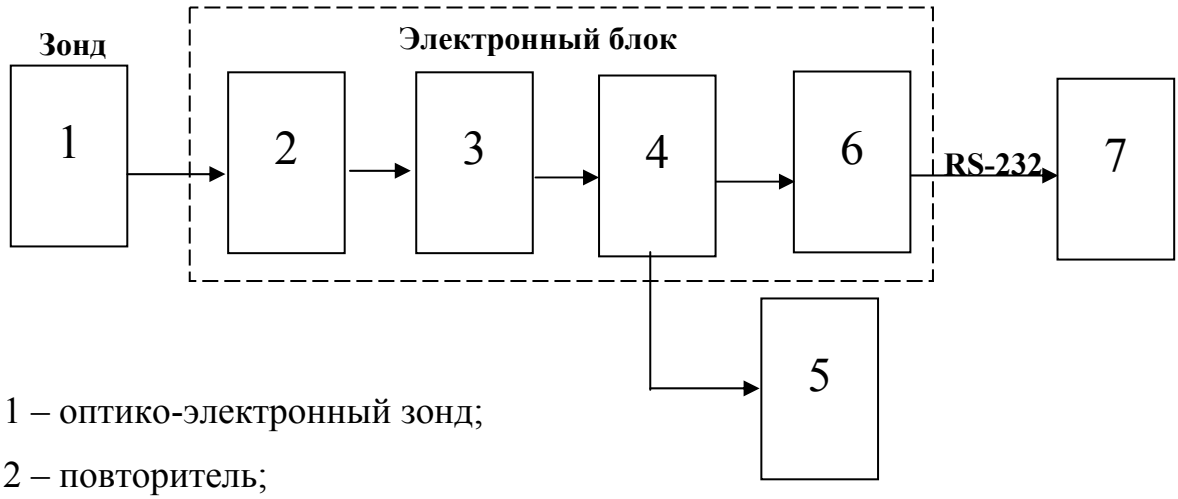
В задачу электронного блока входит обработка информации, поступающей с приемников оптопар оптоэлектронного зонда. В электронном блоке сигнал подвергается аналоговой обработке, в частности, согласованию, усилению, и фильтрации с последующей передачей на микроконтроллер.

Аналоговая часть электронного блока состоит из пяти идентичных измерительных каналов, каждый из которых (рис.4), включает в себя такие основные узлы, как повторитель, усилитель и фильтр низких частот (ФНЧ).

Для формирования полезного сигнала и устранения помех отражённого сигнала устанавливается фильтр нижних частот (ФНЧ).

Далее преобразование осуществляется с помощью схемы выборки и хранения, мультиплексора и АЦП, которые преобразуют исходные данные от одного или нескольких измерительных датчиков в выходной сигнал, пригодный для хранения в компьютере и цифровой обработки. Поскольку

информация, поступающая на вход системы, преобразуется в цифровую форму и в дальнейшем подвергается вычислительной обработке, то во главе всей структурной схемы ставится центральный микропроцессор, управляющий работой отдельных узлов системы и всеми процедурами, касающиеся сбора, хранения, обработки. Затем информация поступает на персональный компьютер (ПК) и отображается в удобной для пользователя форме.



1 – оптико-электронный зонд;

2 – повторитель;

3 – усилитель;

4 – фильтр низких частот;

5 – самопишущее устройство;

6 – аналого-цифровой преобразователь;

7 – персональный компьютер.

Рис.4 Структурная схема оптико-электронной диагностической системы

Для работы с многоканальной информационной системой используется структура сбора данных с мультиплексированием каналов (рис.5).

Основной задачей при разработке многоканального устройства оптико-электронной диагностической системы, является сбор аналоговой информации с целью передачи и последующего преобразования в цифровую форму с пересылкой на персональный компьютер (ПК).

Основные характеристики устройства:

1 Число каналов	5
2 Разрядность АЦП	8/10
3 Скорость передачи данных на ПК	115,2 кбит/с

В разрабатываемом устройстве реализован сбор информации 5-тью аналоговыми каналами со скоростью изменения сигналов до 10 Гц. Для сбора информации с оставшихся каналов достаточна точность преобразования 8 разрядов. Связь устройства с ПК осуществляется по интерфейсу RS-232.

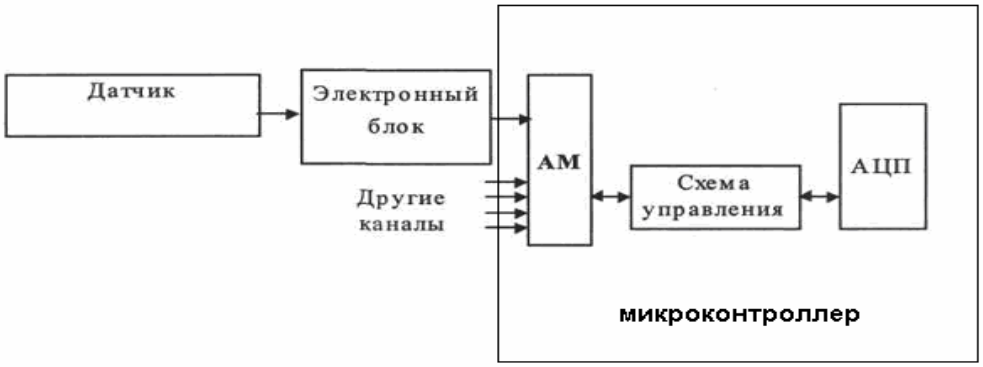
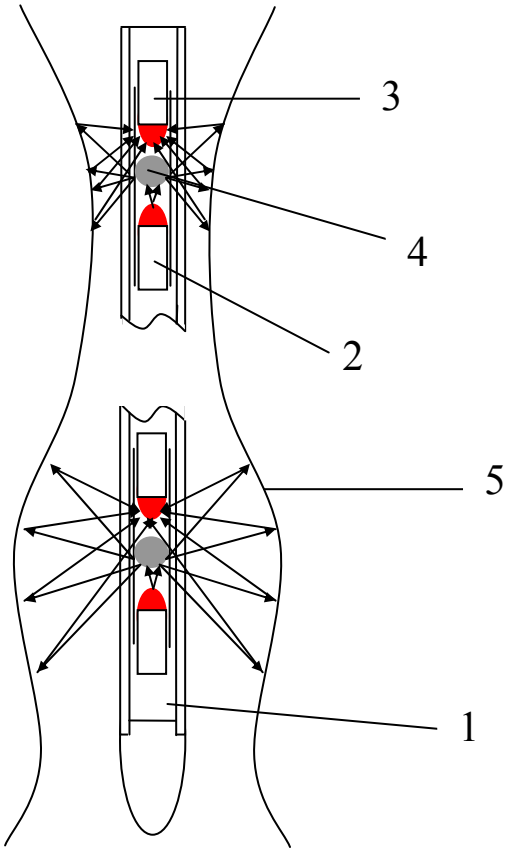


Рис.5 Система сбора данных с мультиплексированием каналов

Разработка программного обеспечения проводилась с помощью компилятора IAR Embedded Workbench и программного симулятора AVR Studio 3.51, для программирования микроконтроллеров использовалась утилита PonyProg 2000.

При исследовании перистальтической функции пищевода, оптоэлектронный зонд вводят в полость исследуемого органа (рис.6). Сигнал, излучаемый ИК источником излучения, отражается от стенок исследуемого органа. Сокращение стенок вызывает изменение интенсивности отраженного светового потока, которое с помощью ИК-приемников регистрируется и передаётся в электронный блок диагностического комплекса, где преобразуется из оптического в электрический сигнал, который в последствии усиливается, фильтруется и передается, как на самопишущее устройство, так и через АЦП по интерфейсу RS-232 на персональный компьютер. По изменению величины

амплитуды, частоты и формы регистрируемого сигнала диагностируют функциональные нарушения пищевода.



1 – оптико-электронный зонд;

2 – источник ИК излучения (светодиод АЛ-107Б);

3 – приёмник ИК излучения (светодиод АЛ-107Б);

4 –шарик с матовым покрытием;

5 – стенка пищевода.

Рис. 6 Распространение ИК излучения при работе оптико-электронного зонда

Разработанная измерительная система позволяет производить диагностику пищевода одновременно на пяти уровнях (рис.7), т.е. по всей его длине.

Благодаря графической системе программирования на уровне функциональных блок диаграмм LabView, данные визуализируются на в мониторе ПК, в удобной форме для пользователя. Применение программы

LabView позволяет существенно упростить и сделать оптико-электронную систему более универсальной. Запись больших массивов данных дает возможность запоминать результаты эксперимента и проводить ретроспективный анализ и статистическую обработку полученных данных. Имеется возможность масштабирования изображения, сохранения данных исследования о пациенте в файл.

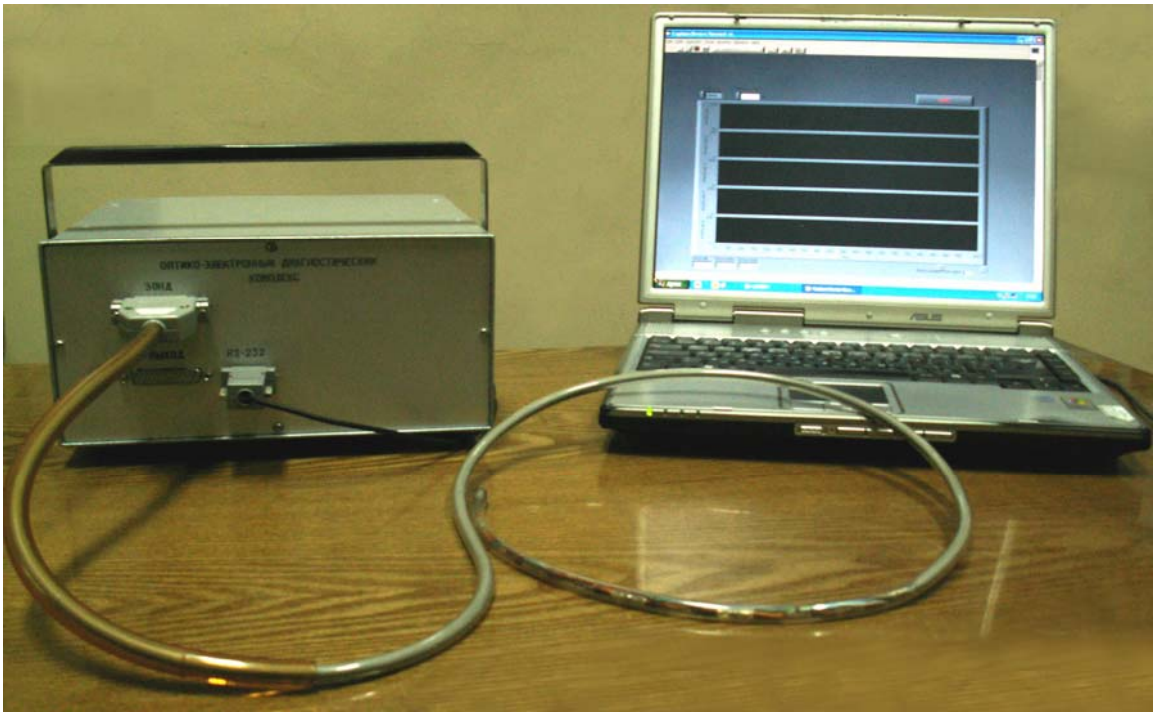


Рис. 7 Оптико-электронный диагностический комплекс

Составление программного обеспечения LabView происходит графически, т.е. отсутствует привычное текстовое описание алгоритма на языке программ высокого уровня. Универсальная система программирования LabView имеет обширные библиотеки для работы с периферийными внешними устройствами, средствами обработки информации, анализа и представления данных.

Работа оптико-электронного комплекса в клинических условиях была выполнена на кафедре госпитальной хирургии в клинике им. Савиных г. Томска. Обследовано 47 пациентов среди них 15 студентов добровольцев, не имеющих патологий органов пищеварительного тракта. Остальная часть в

количестве 32 человек были пациентами с патологическими заболеваниями пищевода.

Исследования проводились следующим образом. После анестезии ротовой полости пациента специальной аэрозолью, в положении сидя вводят оптико-электронный зонд. Затем, каждые 10 с. пациент делает глоток, вызывая перистальтическую реакцию стенок пищевода. Исходя из полученных данных, проводится анализ моторики пищевода.

На мониторе ПК после акта глотания регистрируется перистальтическая волна, в виде положительной амплитуды, с временным сдвигом между 1-ой и 5-ой оптопарой. После дальнейшего проведения зонда на всю длину пищевода, имеется возможность, наблюдать реакцию стенок одновременно на 5-ти уровнях, диагностируя всю длину пищевода.

На примере пациента, с функциональными нарушениями пищевода и пациента без патологических нарушений, представлены исследования с использованием оптико-электронной диагностической системы. Каждое исследование длится от 1 до 10 мин. Время обследования зависит от степени заболевания и в каждом конкретном случае определяется характер моторики пищевода. На (рис.8) графически представлена перистальтическая работа пищевода у пациента не страдающего функциональными нарушениями пищевода.

На рисунках наблюдаются преобразованные сигналы, получаемые от пяти оптопар, с некоторым временным сдвигом. Каждый сигнал соответствует своей оптопаре, начиная с верхнего сигнала, соответствующий 1-ой оптопаре, и заканчивая нижним, который соответствует 5-ой оптопаре, находящейся на дистальном конце оптико-электронного зонда.

При сокращении стенок пищевода происходит амплитудный всплеск, который объясняется перистальтикой стенок пищевода. Чем более выраженным и продолжительным будет сокращение стенок пищевода, тем более резким и продолжительным будет амплитудная характеристика на данном участке органа. Каждый участок пищевода имеет свою перистальтическую волну,

объясняемую тем, что структура пищевода неоднородна и на каждом его участке разница толщины стенок, внутреннего диаметра и направления изгибов, различны.

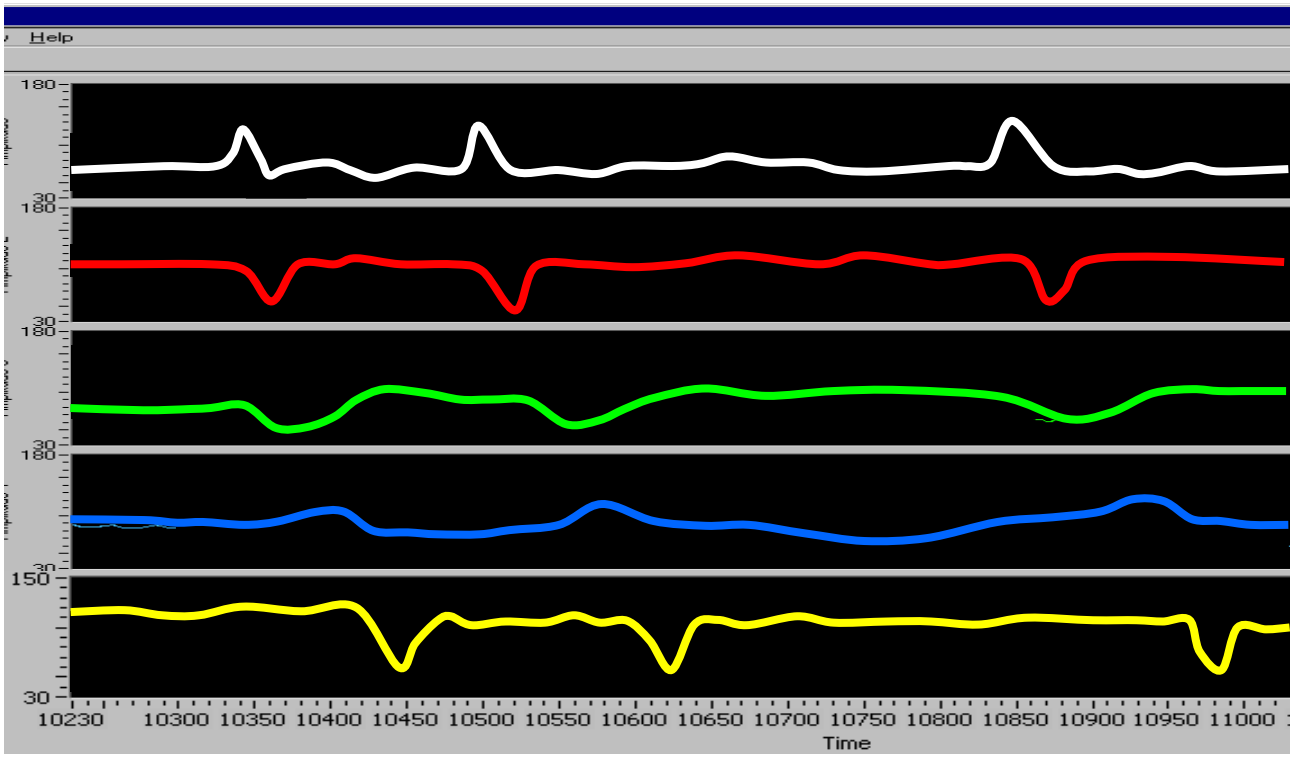


Рис. 8 Диаграмма исследования перистальтики пищевода пациента, не имеющего функциональных заболеваний

Таким образом, исходя из анализа диаграмм, мы наблюдаем сигнал, с каждой оптопары с временным сдвигом по оси X и степенью сжатия стенок пищевода по оси Y.

При прохождении сигнала от здорового участка пищевода, чётко регистрируется акт глотания в виде высокоамплитудной волны. Активные сокращения по всему пищеводу во время акта глотания выражаются в виде амплитудных характеристик положительных волн по всей длине исследуемого органа.

На уровне 1-ой оптопары чётко выявляется акт глотания в виде положительной волны.

На уровне 2-ой оптопары наблюдается акт расслабления кардии в виде отрицательной волны.

На уровне 3-ей и 4-ой оптопары, наблюдаются пассивные сокращения работы стенок пищевода в виде низких положительных волн с частотой сердечных сокращений, на фоне которых, происходит регистрация положительных волн с частотой дыхания грудной клетки.

На уровне 5-ой оптопары графически наблюдаются сокращения стенок нижнего сфинктера пищевода, которые соответствуют чёткой высокоамплитудной работе пищевода.

На всём протяжении пищевода перистальтика значительно изменяется. Это связано с тем, что толщина стенок на участках пищевода по всей его длине различная и составляет от 1,5 до 4 мм. Внутренний просвет, также имеет различные характеристики и, соответственно, в утолщенных областях перистальтика более плавная и регистрируется более сглаженным изменением амплитудной волны.

На последующей диаграмме, в качестве примера исследования, рассматривается выявленная диаграммы с функциональным заболеванием рефлюкс-эзофагита (рис. 9)

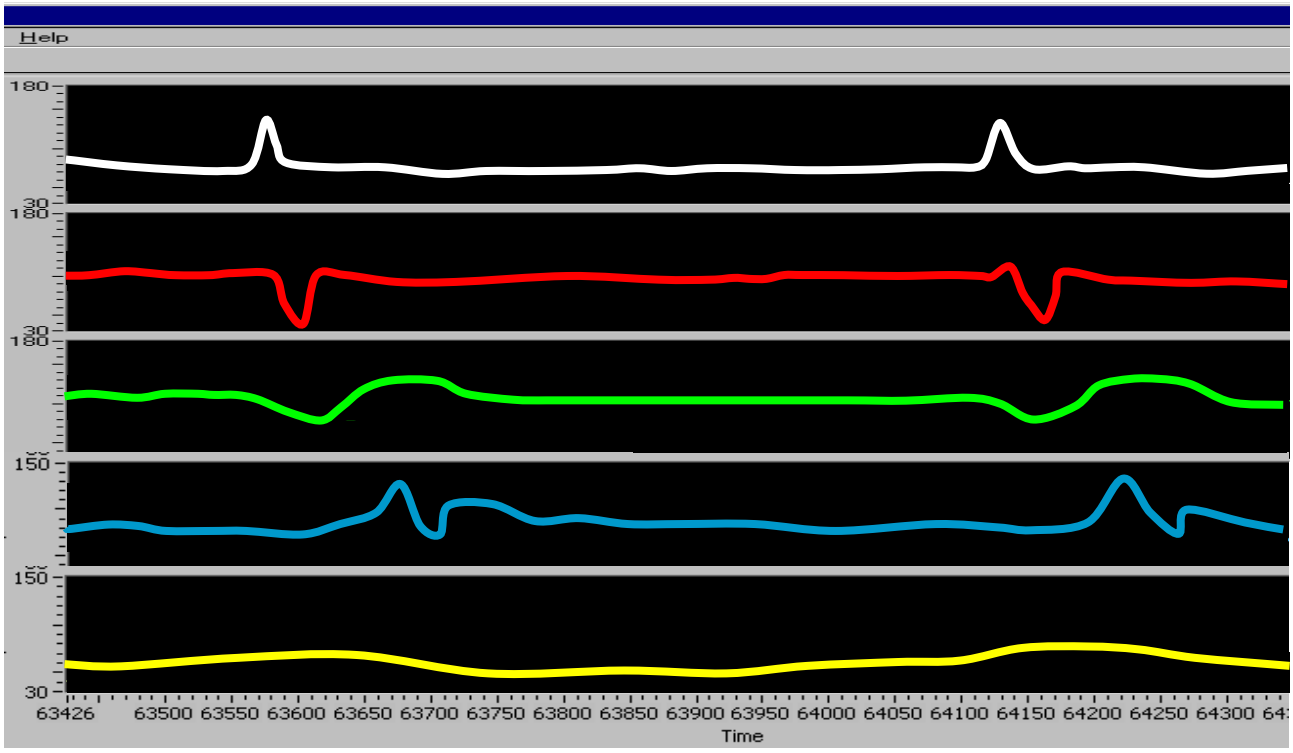


Рис. 9 иаграмма исследования перистальтики пищевода пациента с аксиальной грыжей пищеводного отверстия диафрагмы

Эффективность регистрации таких функциональных заболеваний пищевода, как рефлюкс-эзофагит, ахалазия кардии, образование стриктур и опухолей пищевода, особенно наглядно регистрируется при использовании оптико-электронной системы. В общей сложности в исследованиях участвовали 32 пациента с различными функциональными заболеваниями пищевода.

Из полученной диаграммы с функциональным заболеванием (аксиальная грыжа пищеводного отверстия диафрагмы) графически наблюдаются, перистальтические движения пищевода, регистрируемые первыми 3-мя оптопарами соответствующие шейному и верхней части грудного отдела, выявляя картину удовлетворительной работы на данном участке пищевода.

При регистрации сигнала с 4-ой оптопары наблюдается аномальная работа перистальтики на уровне нижнего сфинктера. Исходя из данных амплитудно-временной зависимости, клинически выявляется степень и острота болезни.

На уровне 5-ой оптопары наблюдаются едва заметные колебания, свидетельствующие о том, что оптопара находится на уровне аксиальной грыжи, где существует широкий внутренний просвет, поэтому сигнал на установленной чувствительности слабо регистрируется.

Общий вывод использования оптико-электронной системы у пациентов с заболеваниями: грыж пищеводного отверстия диафрагмы, ахалазии кардии, стриктуры и опухолевидных образований пищевода заключается в том, что очаг заболевания функциональной нестабильности выявляется на любом участке пищевода.

Заключение

- В настоящее время практически отсутствуют диагностические установки, для регистрации, обработки и сохранения данных перистальтической функции пищевода. Существующие методики диагностики пищевода, характеризуются, недостаточной степенью

информативности и неоднозначностью выводов, а также ограниченностью их использовании по времени, в связи с опасностью лучевого поражения;

- Разработан алгоритм функционирования оптико-электронного метода зондирования пищевода с целью диагностики состояния его моторной функции;
- Разработана физико-математическая модель системы: оптоэлектронная пара – биологическая ткань пищевода, обеспечивающая получение сигнала, связанного с моторикой пищевода;
- На основании предложенной физико-математической модели определены параметры источника и приёмника инфракрасного излучения, исходя из которых, предложен необходимый тип светодиода, работающего в заданном спектре ближнего инфракрасного диапазона;
- Разработана конструкция оптико-электронного зонда на светодиодах инфракрасного диапазона излучения, регистрирующая изменение интенсивности отраженного светового потока излучения от стенок исследуемого органа;
- Разработана оптико-электронная система выявления функциональных заболеваний пищевода, состоящая из оптико-электронного зонда, электронного блока и регистрирующего устройства;
- Произведен конструктивный монтаж оптико-электронного комплекса и проведены экспериментальные исследования эффективности использования диагностического комплекса при выявлении функциональных заболеваний пищевода в клинической практике.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Gunter S.V. Techniques and new technologies defelopment state of the art. / Works of the 6th International Scientific and Practical Conference of Students // Post-graduates and Yong Scientists. – Tomsk, 2000 – P. 90 – 91.

2. Дамбаев Г.Ц., Вотяков В.Ф., Гюнтер С.В. Измерительная система для регистрации моторной функции пищевода. / Юбилейный сборник, посвящённый 110-летию кафедры хирургии. г. Томск: СМГУ, 2002 – С. 61 – 63.

3. Gunter S.V., Votjakov V.F., Grechov I.S. System for investigational of funktional abnormalities of esophagus. / Works of the 9th International Scientific and Practical Conference of Students // Post-graduates and Yong Scientists. – Tomsk, 2003 – P. 152 – 154.

4. Гюнтер С.В., Вотяков В.Ф. Система для диагностики перистальтики пищевода. Международная научно-техническая конференция. г. Барнаул: ИКИ, 2004 – С. 118 – 119.

5. Дамбаев Г.Ц., Гюнтер С.В., Вотяков В.Ф. Оптико-электронный метод для диагностики функциональных нарушений пищевода. / Симпозиум с международным участием. // Мембранные и молекулярные механизмы регуляции функции гладких мышц. г. Томск: Изд. ТГУ и СГМУ, 2004 – С. 96 – 99.

6. Гюнтер С.В., Дылгырова В.Д., Миляев Д.В. Исследование характеристик фотоэлектрического преобразователя применительно для компьютерной диагностики пищевода. / Труды одиннадцатой международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых // Современные техника и технологии. Сб. докладов. г. Томск: ТПУ, 2005 – С. 367 – 369.

7. Методы диагностики функциональных нарушений пищевода и особенность оптико-электронного метода Г.Ц. Дамбаев, В.К. Жуков, С.В. Гюнтер, В.Ф. Вотяков // Проблемы клинической медицины №3 г. Барнаул: БГУ, 2005 – С. 64-68.

8. Gunter S.V., Votjakov V.F., Urazbekov E.I. Research of interaction of optical radiation with the biological environment. / Works of the11th International Scientific and Practical Conference of Students // Post-graduates and Yong Scientists. Tomsk, 2005 – P. 55 – 57.

9. Методы диагностики функциональных нарушений желудочно-кишечного тракта / Г.Ц. Дамбаев С.В. Гюнтер, В.К. Жуков, В.Ф. Вотяков, // Методическое пособие. г. Томск: МИЦ, 2005 – 40 с.

10. Гюнтер С.В., Вотяков В.Ф., Дылгырова В.Д. Оптико-электронное устройство исследования и диагностики перистальтической функции пищевода. / Материалы шестой международной научно-практической конференции // Современная техника и технологии в медицине, биологии и экологии. – г. Новочеркасск: ЮРГТУ, – 2005 – С. 4-5.

11. Миляев Д.В., Гюнтер С.В., Дылгырова В.Д. Устройство для компьютерной диагностики моторики пищевода./ Материалы шестой международной научно-практической конференции // Современная техника и технологии в медицине, биологии и экологии. – г. Новочеркасск: ЮРГТУ, 2005 – С. 5-7.

12. Оптико-электронный метод зондирования с использованием инфракрасного излучения / С.В. Гюнтер, В.К. Жуков, В.Ф. Вотяков, Г.Ц. Дамбаев. // Известия вузов Физика. Вып.4 г. Томск, 2006 – С 92-95.

13. Диагностический комплекс оптико-электронного зондирования с использованием инфракрасного излучения / С.В. Гюнтер, В.К. Жуков, В.Ф. Вотяков, Г.Ц. Дамбаев. // Известия ТПУ. Вып.3 г. Томск, 2006 – С 150-153.

14. Патент RU № 53878 U1 Оптоэлектронный зонд для исследования моторной функции органов желудочно-кишечного тракта / С.В. Гюнтер. В.Ф. Вотяков, Г.Ц. Дамбаев, В.К. Жуков – 4 с.: ил

15. Патент RU № 53876 U1 Устройство для исследования моторной функции органов желудочно-кишечного тракта / Д.В. Миляев, С.В. Гюнтер, В.Ф. Вотяков, В.Д. Дылгырова – 4 с.: ил

16. Патент (положительное решение) заявка 2006108829/22 МПК A61B5/00(05) Зонд для исследования органов желудочно-кишечного тракта / В.Ф. Вотяков, С.В. Гюнтер, В.К. Жуков, В.Д. Дылгырова – 4 с: ил

17. Гюнтер С.В., Дамбаев Г.Ц., Жуков В.К., Вотяков В.Ф. Диагностическая система оптико-электронного зондирования пищевода / Научно-практическая конференция // Биосовместимые материалы с памятью формы и новые технологии в медицине. – г. Томск, 2006 – С. 236-241.

18. Гюнтер С.В., Вотяков В.Ф., Дамбаев Г.Ц. Разработка оптико-электронного диагностического комплекса и его применение в исследовании перистальтики пищевода. / Труды двенадцатой международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых // Современные техника и технологии. Сб. статей. г. Томск: ТПУ, 2006 – С. 329 – 331.