

**Российская академия наук
ТРОИЦКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР**



**Тезисы докладов
I-й Троицкой конференции
по медицинской физике**



**19-21 мая 2004 г.
г. Троицк Московской обл.**

**Российская академия наук
ТРОИЦКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР**

**Тезисы докладов
I-й Троицкой конференции
по медицинской физике**

**19-21 мая 2004 г.
г. Троицк Московской обл.**

Организаторы конференции:

- Российская академия наук, Троицкий научный центр РАН (ТНЦ РАН)
- Российский фонд фундаментальных исследований
- Министерство промышленности, науки и технологий РФ
- Министерство по атомной энергии РФ
- Российская академия медицинских наук
- Министерство промышленности и науки Московской обл.

Программный комитет

Матвеев В.А., председатель Президиума
ТрНЦ РАН - *председатель*
Баграташвили В.Н., ИПЛИТ РАН -
зам.председателя
Виноградов Е.А., ИСАН - *зам.председателя*
Дыхне А.М., РНЦ «Курчатовский институт» -
зам.председателя
Панченко В.Я., ИПЛИТ РАН,
зам.председателя
Акулиничев С.В., ИЯИ РАН
Баранов В.Ю., РНЦ «Курчатовский институт»
Гончуков С.А., МИФИ
Гордиенко В.М., МГУ
Губин М.А., ФИ РАН
Евдокимов Ю.М., ИМБ РАН
Кару Т.Й., ИПЛИТ РАН
Костылев В.А., АМФР
Кузнецов В.Д., ИЗМИРАН
Летохов В.С., ИСАН
Руденко О.В., РФФИ, МГУ

Организационный комитет

Сиднев В.В., Глава г.Троицка-
председатель
Козырев В.И., Правительство Московской
области - *сопредседатель*
Компанец О.Н., ИСАН - *сопредседатель*
Лаптев В.Д., Президиум ТНЦ РАН -
зам.председателя
Ульянов В.А., ИПЛИТ РАН -
зам.председателя
Перминов Е.Б., ИСАН - *ученый секретарь*
Большов М.А., ИСАН
Вартапетов С.К., ЦФП ИОФАН
Жотиков В.Г., Минпромнауки РФ
Капитульский Ю.Л., Администрация
г.Троицка
Луковникова Т.Д., ИПЛИТ РАН
Лютова Н.А., АМФР
Рыжов В.В., ИФВД РАН
Черковец В.Е., ТРИНИТИ

Место проведения конференции - **Институт спектроскопии РАН**

Все заседания проводятся в конференц-зале ИСАН

Контактные адреса: 142190, г. Троицк Московской обл., Институт спектроскопии

Сопредседатель оргкомитета ТКМФ-1:
Компанец Олег Николаевич
тел: (095) 334-0220
E-mail: onkomp@isan.troitsk.ru

Ученый секретарь оргкомитета:
Перминов Евгений Борисович
тел. (095) 334-0221, факс (095) 334-0886
E-mail: perminov@isan.troitsk.ru

ДОПЛЕРОВСКАЯ ДИАГНОСТИКА ЛАЗЕРНОГО ИСПАРЕНИЯ БИОТКАНЕЙ

В.А Ульянов; Варев²; А.В. Гейниц³; В.М.Гордиенко¹; А.К.Дмитриев;
А.Н. Коновалов; В.Н Кортунюв; В.Ф. Майборода²; В.Я Панченко;
И.В.Решетов⁴

Институт Проблем Лазерных и Информационных Технологий РАН, Россия, Московская обл., 142190, г.Троицк, ул.Пионерская д.2; (095)3340992, ulyanov@omega.laser.ru

¹*Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова*

²*КБ приборостроения, ООО “Русский инженерный клуб”, г.Тула*

³*Государственный научный центр лазерной медицины МЗ РФ, г.Москва*

⁴*Московский научно-исследовательский онкологический институт им.П.А.Герцена, г.Москва*

Предложен и разработан новый метод доплеровской диагностики процессов лазерного испарения биотканей, основанный на автодинном детектировании обратно рассеянного из зоны абляции излучения. Данный метод положен в основу создания интеллектуальной лазерной хирургической установки серии “ЛАНЦЕТ” (на базе волноводного СО₂ лазера с ВЧ накачкой активной среды), включающей систему диагностики и управления процессом лазерного испарения биотканей в реальном масштабе времени. Представлены результаты тестирования системы оперативной диагностики на биотканях различного типа *in vitro* и клинической апробации хирургической установки.

ДИОДНАЯ ЛАЗЕРНАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ ДЛЯ НЕИНВАЗИВНОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ДИАГНОСТИКИ

Е.В.Степанов

*Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН
stepanov@kapella.gpi.ru*

Диодная лазерная спектроскопия (ДЛС) является одним из наиболее эффективных методов анализа сложных газовых смесей, что обусловлено узкой линией генерации перестраиваемых диодных лазеров (ПДЛ), широким диапазоном их перестройки и перекрытием лазерами данного типа практически всего ИК-диапазона, где наиболее интенсивно и специфично молекулярное поглощение. Это позволяет с успехом применять методы ДЛС для высокочувствительного анализа целого ряда диагностически значимых газообразных молекул-биомаркеров в выдыхаемом воздухе (ВВ).

С использованием ПДЛ на основе солей свинца (4-12 мкм) нами были разработаны методы и системы для детектирования в ВВ следовых концентраций таких молекул, как CO, NO, NH₃ и CH₄. Чувствительность детектирования этих соединений составила 1-5 ppb при скорости измерения ~5 с и близкой к 100% селективности при повышенном содержании CO₂ и H₂O в ВВ. Этот же подход был применен для высокоточного анализа отношения стабильных изотопов углерода ¹²C и ¹³C в выдыхаемой CO₂. Точность измерения изотопического отношения составила ~0.5 ‰.

Разработанный подход был испытан в различных медицинских приложениях. Была исследована динамика выделения с ВВ эндогенного CO для различных физиологических состояний (физическая нагрузка, гипервентиляция, задержка дыхания, дыхание искусственными газовыми смесями) и заболеваний органов дыхания и кровообращения. Анализ NO был использован для исследований воспалительных процессов при острых и хронических заболеваниях органов дыхания. Продемонстрирована его перспективность для диагностики и сопровождения терапии астмы и бронхитов. Лазерный анализ отношения ¹³CO₂/¹²CO₂ был применен для неинвазивной диагностики заболеваний органов пищеварения с использованием препаратов, меченных углеродом ¹³C. В ходе клинических испытаний было выполнено более 600 дыхательных тестов по обнаружению бактерии *Helicobacter pylori* в желудке и кишечнике при язве и гастритах с использованием т.н. ¹³C-уреазного дыхательного теста. Результаты теста использовались для коррекции и сравнения различных схем медикаментозной терапии. Было показано, что данный метод диагностики является быстрым и неинвазивным, надежным и недорогим, комфортным для пациентов.

Таким образом, продемонстрировано, что данный подход является перспективным для разработки новых методов и приборов для неинвазивной медицинской диагностики на основе анализа дыхания. Его применение актуально также для детектирования ряда других молекул-биомаркеров, содержащихся в ВВ и перспективных для диагностики заболеваний в медицине, таких как NO₂, N₂O, NH₃, H₂O, H₂O₂, C₂H₄, C₂H₆, CH₂O, CH₄, CH₃OH, C₂H₅OH, CS₂, H₂S, C₅H₁₂, C₂H₆, CH₂OHS и других.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ МЕТОДА ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО ПОГЛОЩЕНИЯ ДЛЯ РАННЕЙ НЕИНВАЗИВНОЙ ДИАГНОСТИКИ РАКА МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

Лигер В. В., Зыбин А. В., Большов М. А., Курицын Ю. А., Нимакс К.

Институт спектроскопии РАН, Троицк, МО, Россия

Институт спектроскопии и прикладной спектроскопии, Дортмунд, Германия

В настоящее время активно разрабатываются оптические методы диагностики рака молочной железы как альтернатива рентгеновской и ЯМР диагностики, так и в качестве самостоятельного направления, позволяющего исследовать функциональное состояние биотканей. Статистически установлены признаки, позволяющие оптическими методами выделять области с вероятно злокачественным процессом - это повышенное кровенаполнение и, как правило, измененная оксигенация патологических тканей по сравнению со здоровыми. Для выявления этих признаков по результатам измерений интенсивности прошедшего через объект светового луча необходимо из всех механизмов, приводящих к ослаблению интенсивности выделить информативные механизмы и учесть значительную неоднородность состава и структуры объекта. Наиболее универсальным способом решения этой задачи является томографический мультиволновой подход с использованием времяпролетных методов регистрации фотонов. Несмотря на значительный прогресс в этом направлении, диагностические возможности оптических методов пока еще весьма скромны. Основной причиной является сложный характер распространения света в реальных биотканях и неполнота моделей, используемых для его интерпретации. Как следствие, томографический метод сложен и трудоемок, весьма чувствителен к форме объекта, граничным условиям и предположениям относительно его внутренней структуры, а также обладает недостаточным быстродействием для мониторинга функциональной динамики тканей. Нами разработан новый метод, позволяющий выделять злокачественные области непосредственно из измерений пропускания излучения.

Метод основан на зависимости формы и положения спектра поглощения ткани в диапазоне 650-800 нм от соотношения концентраций гемоглобина и оксигемоглобина и, определяемого с его помощью уровня оксигенации. Для здоровой и патологической тканей это соотношение различно. Нами предлагается метод определения оксигенации живой ткани, основанный на просвечивании различных участков ткани маломощным излучением двух диодных лазеров, работающих на разных специально выбранных длинах волн, и измерении сигнала дифференциального поглощения (СДП) излучения диодных лазеров. Предложены разные варианты метода: 1) при неизменном положении длин волн лазеров определяется отклонение СДП от первоначально установленного путем специальной настройки нулевого значения, 2) при фиксированном положении длины волны одного из лазеров длина волны другого лазера перестраивается в некоторой окрестности первоначального значения для получения нулевого значения СДП. В обоих вариантах удастся определить участки ткани, в которых оксигенация отличается от среднего уровня здоровой ткани. Измерения на модельных объектах, содержащих гемоглобин, продемонстрировали чувствительность к изменениям оксигенации около 1% за 1 сек, при единичных испытаниях в клинических условиях опухоль размером 3 см была обнаружена с соотношением сигнал/шум, равным 20. Метод позволяет с помощью простых средств повысить чувствительность детектирования опухоли в стационарном режиме и проводить измерения функционирования тканей в динамическом режиме с изменяющейся формой и внутренней структурой, что является уникальной особенностью метода и перспективно для улучшения характеристик ранней диагностики рака молочных желез.

ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ ПРЕПАРАТОВ ЦЕЛЬНОЙ КРОВИ В ВИДИМОЙ ОБЛАСТИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ СВЕТОВЫХ, РЕНТГЕНОВСКИХ И ЭЛЕКТРОННЫХ ПУЧКОВ

Прокопьев В.Е.

*Институт сильноточной электроники СО РАН, 634055, Томск, пр. Академический 4.
E-mail: prokop@ogl.hcei.tsc.ru; р.т. (382-2) 491891*

В работе сообщается об исследовании катодлюминесценции и рентгенолюминесценции в видимой области высушенных образцов цельной крови здоровых доноров и больных пациентов. Для возбуждения люминесценции образцов и исследования спектральных характеристик была создана установка на основе спектрофлуориметра “Hitachi MPF-4” и импульсного ускорителя электронов “МИГ-2”. Спектры рентгено- и катодлюминесценции образцов, установленных в кюветном отделении спектрофлуориметра регистрировались с помощью ФЭУ, работающего в режиме наблюдения фосфоресценции. Сравнение полученных спектров со спектрами флуоресценции образцов крови при их возбуждении электромагнитным излучением с $\lambda = 395$ нм показало, что центрами свечения крови в красной области спектра на длинах волн $\lambda = 715$ нм, $\lambda = 730$ нм, $\lambda = 760$ нм являются трёхкратные ионы железа находящиеся в различных координационных положениях.

ОПТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БЕЛКОВ КРОВИ В ДИАГНОСТИКЕ ОНКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

*Бойко А.В., **Иванов А.В., *Петрова Г.П., *Петрусевич Ю.М., *Тен Д.И.

**Московский государственный университет им.М.В. Ломоносова, физический
факультет*

***НИИ Экспериментальной диагностики и терапии опухолей ГУ РОНЦ им.
Н.Н.Блохина*

Для ранней диагностики онкологического заболевания, наряду со сложной дорогостоящей аппаратурой типа ЯМР-томографа, необходимо создание достаточно простых, недорогих, но эффективных диагностических приборов. Успешная разработка новых физических методов диагностики распространенных заболеваний и, прежде всего, онкологических зависит от понимания молекулярных механизмов лежащих в основе данного заболевания.

Развитие патологических процессов в организме сопровождается изменениями ряда молекулярных параметров в клетках и тканях, а также в плазме крови, содержащей, в основном альбумин и глобулины. Для водных растворов заряженных макромолекул – белков очень существенным оказывается влияние заряда на поверхности молекулы на ее поведение в растворе, в частности, на параметр межмолекулярного взаимодействия.

В данной работе с помощью методов рассеяния лазерного излучения исследованы физические параметры белков плазмы крови в норме и патологии (эффективная масса рассеивающих макромолекул, энергетические параметры межмолекулярного взаимодействия, гидродинамические радиусы рассеивающих частиц, а также коэффициенты трансляционной диффузии). Показано, что перечисленные выше параметры существенно изменяются в случае онкологических заболеваний по сравнению с контролем (в образцах плазмы крови заведомо здоровых пациентов). На основании проведенных экспериментов разработаны методы контроля эффективности лечения онкологических больных.

РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ РЕГИСТРАЦИИ НИЗКОЧАСТОТНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ В ОБЛАСТИ БИОЛОГИЧЕСКИ-АКТИВНЫХ ТОЧЕК КОЖНОГО ПОКРОВА ЧЕЛОВЕКА ПРИ ПОМОЩИ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО СКВИД-МАГНИТОМЕТРА

С. А. Гудошников, А. К. Керимов, А. Н. Козлов, Л. В. Матвеец,
А. П. Михайленко, Л. Н. Сидорова

*Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн РАН,
142190 Троицк, Московская область, ИЗМИРАН gudosh@izmiran.rssi.ru.*

Магнитные проявления биологической активности свойственны многим органам живых организмов. Для изучения слабых биомагнитных полей необходимо высокочувствительное оборудование. В настоящее время для этих целей используются магнитометры и градиометры на основе низкотемпературных СКВИДов (Сверхпроводящих Квантовых Интерференционных Датчиков), действующих при температуре жидкого гелия, 4,2 К. Эти устройства позволяют регистрировать низкочастотные магнитные поля мозга и сердца человека величиной вплоть до единиц фемтоТесла с пространственным разрешением порядка 5 мм.

С появлением высокотемпературных СКВИДов, работающих при температуре кипения жидкого азота, 77 К, начали активно развиваться методы регистрации магнитных сигналов с пространственным разрешением менее 1 мм при сохранении чувствительности лучше единиц пикоТесла.

В данной работе рассматривается возможность использования высокотемпературных СКВИДов для создания специализированных "магнитоскинографов" и развития методов исследования пространственно-временных неоднородностей магнитных полей вблизи кожного покрова человека, в частности, биологически-активных точек (БАТ). Развиваемые магнитные диагностические методики предполагается объединить с известными методами "электропунктурной диагностики", позволяющими определять электрофизические характеристики в области БАТ кожного покрова человека.

МАГНИТОКАРДИОГРАФИЯ НА ОСНОВЕ ДАТЧИКОВ С ДВОЙНЫМ РАДИООПТИЧЕСКИМ РЕЗОНАНСОМ

Козлов А.Н.¹, Бубнов М.Н.²

¹ ИЗМИРАН, г. Троицк, kozlov@izmiran.ru, ² ОАО «Газпроммедстрах», г. Москва

В настоящее время в диагностике и контроле сердечной деятельности человека широко применяются электрокардиографические приборы, измеряющие электрический потенциал на поверхности тела человека.

За историю существования электрокардиографии в мире накоплен большой опыт по диагностике заболеваний сердца. Однако, как следует из опубликованных данных, электрокардиография не всегда способна обеспечить точную постановку диагноза заболеваний сердца.

Электромагнитные поля сердца возникают в процессе сокращения кардиомиоцитов, которые измеряются в виде электрических или магнитных полей. Только одновременные измерения электрических и магнитных полей сердца позволят существенно улучшить диагностическую достоверность кардиографии за счет анализа параметров исходных электромагнитных полей.

На практике для магнитокардиографии были апробированы три типа датчиков: индукционные, на основе сверхпроводимости при температуре жидкого гелия и жидкого азота, и на основе резонансной оптической накачки в сочетании с магнитным резонансом в парах щелочного металла цезия.

Последний тип датчиков был предложен в ИЗМИРАН в середине семидесятых годов. На основе таких датчиков был создан градиентометр магнитного поля, являвшийся хорошей основой для создания магнитокардиографа с уровнем внутреннего шума порядка $200\text{fT/Hz}^{1/2}$ и полосой пропускания до 40 Гц.

Обсуждаются дальнейшие действия для повышения чувствительности градиентометра на основе применения лазерной накачки и математических методов обработки сигналов.

Другие возможные области применения градиентометра: магнитогастрография (измерение магнитных полей желудка), магнитомиография (измерение переменных магнитных полей мышц тела человека), магнитопневмография (измерение магнитных полей легких), определение содержания окислов железа в печени.

ПРИМЕНЕНИЕ ДОСТИЖЕНИЙ ЛАЗЕРНОЙ ФИЗИКИ И ОПТИКИ ДЛЯ МЕДИЦИНЫ

И.А.Щербаков

Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН
director@gpi.ru

С самого момента создания лазеров медицина была в ряду наиболее перспективных областей их применения. Это обусловлено уникальным сочетанием целого ряда свойств лазерного излучения, таких как монохроматичность, высокая эффективная температура, острая направленность, благодаря чему удается концентрировать на значительных расстояниях огромную энергию и мощность, возможность варьировать режимы излучения от непрерывного до импульсного и импульсно-периодического с различной длительностью импульсов, когерентность и поляризация. Благодаря этим свойствам можно реализовать различные механизмы взаимодействия, как тепловые (плазмообразование, абляция, испарение, плавление, нагрев), так и нетепловые (спектрально-резонансные), и воздействия на вещество, от сугубо технологических (резка, сверление, сварка материалов, в том числе особо тугоплавких) до тончайших спектрально-селективных, оказывающих влияние на сложные атомные и молекулярные системы. Такие возможности открывают новые пути для решения многих актуальных проблем в медицине.

В Институте общей физики им. А.М. Прохорова РАН интенсивно проводятся исследования, направленные на разработку новых лазерных и оптических методов, предназначенных для применений в медицине, а также на создание новых медицинских приборов, основанных на использовании лазерного излучения. Работы ведутся в четырех основных направлениях возможного применения оптических и лазерных приборов в современной медицине, затрагивающих:

- неинвазивные методы диагностики и контроля эффективности лечения (инфракрасная термография, лазерный спектральный анализ молекул-биомаркеров в выдыхаемом воздухе);
- малоинвазивные методы диагностики (спектрально-флуоресцентная диагностика биологических тканей и фотодинамическая терапия);
- методы активного лазерного воздействия в офтальмологии, стоматологии, урологии, дерматологии, отоларингологии и хирургии;
- световолоконные инструменты и катетеры, используемые при проведении эндоскопических внутриполостных операций.

В докладе будет дан обзор последних результатов, полученных учеными ИОФАН в упомянутых выше направлениях в сотрудничестве со многими исследовательскими организациями как медицинского, так и физического профиля. Будет представлен целый ряд медицинских установок, разработанных в ИОФАН за последние годы и прошедших успешные испытания в большом числе исследовательских и клинических медицинских организаций.

ТРАНСМИОКАРДИАЛЬНАЯ ЛАЗЕРНАЯ РЕВАСКУЛЯРИЗАЦИЯ: ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СО₂ ЛАЗЕРНЫЕ СИСТЕМЫ, ПРЕДОПЕРАЦИОННАЯ ДИАГНОСТИКА И КЛИНИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

В.В.Васильцов, И.И.Беришвили¹, В.Я.Панченко, В.А.Ульянов

Институт Проблем Лазерных и Информационных Технологий РАН, Россия, Московская обл., 140700, г.Шатура, ул.Святоозерская, д.1; (245)25995, panch@laser.ru

¹Научный центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н.Бакулева, г.Москва

Представлены результаты исследований и разработки интеллектуальных лазерных медицинских установок серии «Перфокор» для лечения ишемической болезни сердца методом лазерной реваскуляризации миокарда. Установки созданы на базе разработанного в ИПЛИТ РАН СО₂ лазера киловаттного уровня мощности и включают компьютеризированную систему управления, систему синхронизации лазерного импульса по ЭКГ пациента и запись параметров операций. Разработаны новые методики комплексной диагностики для определения степени жизнеспособности миокарда; исследованы механизмы и динамика положительного эффекта трансмиокардиальной лазерной реваскуляризации. Изучены непосредственные и отдаленные результаты более 300 операций ТМЛР.

СКАЛЬПЕЛИ НА ОСНОВЕ ВОЛОКОННЫХ ЛАЗЕРОВ – НОВОЕ КАЧЕСТВО, НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

В.П.Минаев, к.т.н., Плотников В.М.,к.т.н.,

НТО «ИРЭ-Полюс», Фрязино, Моск. Обл.

e-mail: med@ntoire-polus.ru

Совершенствование лазерной хирургической аппаратуры, особенно переход на новую элементную базу – диодные и волоконные лазеры, создало условия для разработки новых медицинских технологий и внедрения лазерной техники в массовое здравоохранение.

1. Прежде всего, существенно улучшились эксплуатационные характеристики лазерной медицинской аппаратуры:

- снизились вес и габариты;
- сократилось энергопотребление, аппаратуру можно подключать к бытовой электросети, или использовать с автономными источниками питания, что значительно облегчило формирование лазерных операционных в лечебных учреждениях;
- кардинальное повышение надежности и ресурса работы сделали ненужным наличие специальных инженерных служб для обслуживания лазерной аппаратуры.

2. Расширился диапазон возможных для применения длин волн излучения при работе в непрерывном и импульсном режимах, а, значит, и возможности варьирования в широких пределах характера воздействия на биоткани. Появилась возможность использования в ходе операции излучений с разными длинами волн и независимо регулируемые мощностями, подаваемыми в одно рабочее волокно. Все это создало условия для разработки новых высокоэффективных медицинских технологий.

3. Возможность доставки мощного лазерного излучения по тонкому (около 10 мкм) оптическому волокну обеспечила аппаратную базу для развития микрохирургических технологий.

Таким образом, можно говорить о качественном изменении в лазерной аппаратуре для хирургии и силовой терапии.

АДАПТИВНАЯ ОПТИКА В ОФТАЛЬМОЛОГИИ

А.В.Ларичев^{1,2} Н.Г.Ирошников¹, С.К.Вартапетов³, В.Я.Панченко²

¹*Физический факультет МГУ*

²*ИПЛИТ РАН*

³*ЦФП РАН*

e-mail: larichev@optics.ru

Бурное развитие инструментальных методов диагностики и коррекции зрения позволяет значительно расширить круг патологий органов зрения подающихся лечению. Одним из перспективных направлений развития таких методов является применение адаптивной (активной) оптики – технологии измерения и коррекции искажений световых волн в реальном масштабе времени.

На базе этой технологии нами был разработан комплекс диагностических приборов, позволяющих производить высокоточную диагностику патологий рефракции (аббераций) человеческого глаза и производить исследования заднего отдела глаза, и прежде всего сетчатки, с высоким пространственным разрешением.

Построенный на базе датчика волнового фронта типа Шака-Гармана абберометр MultiSpot-250 (показан на рисунке), позволяет проводить измерения статических и динамических (в полосе до 15Гц) аббераций человеческого глаза с пространственным разрешением до 250мкм и точностью 1/8 длины волны видимого света. Разработано программное обеспечение для персонализированных рефракционных операций на эксимерном лазерном комплексе Микроскан-2000.

Адаптивная мультиспектральная фундус камера – прибор для исследования глазного дна, позволяет получать изображения сетчатки с разрешением до 4.5мкм в семи спектральных диапазонах. При этом абберации глаза пациента компенсируются в реальном времени с помощью адаптивной системы, которая включает датчик волнового фронта и биморфное управляемое зеркало.

МЕДИЦИНСКИЕ ЛАЗЕРНЫЕ СИСТЕМЫ

С.К. Вартапетов

*Центр физического приборостроения
Института общей физики им. А.М. Прохорова РАН,
Троицк, Московская область, e-mail:svart@pic.troitsk.ru*

Применение лазерных систем в медицине продолжает расширяться с каждым годом. Лазеры эффективно используются в таких областях медицины как офтальмология, гинекология, дерматология, ортопедия, отоларингология, кардиология, для фотодинамической терапии, в косметологических целях.

Успешное развитие новых методов лечения во многом определяется уровнем соответствующих аппаратных средств.

В докладе приводятся данные о разработках Центра физического приборостроения в области создания лазеров для медицинского использования.

На основе эксимерных лазеров создано два типа систем для рефракционной хирургии. Установка «Профиль-500» основана на использовании широкоапертурного воздействия на роговицу пучка эксимерного лазера с гауссовым распределением профиля интенсивности. Установка «Микроскан» работает по технологии сканируемого по роговице лазерного пучка малого диаметра.

Установка «КЛИО-ЦФП» с использованием твердотельного лазера на эрбиевом стекле и работающая на длине волны генерации 1,5 мкм предназначена для коагуляции наружных оболочек и придаточного аппарата глаза.

Аппарат АГАП на основе эксимерного лазера предназначен для операции по поводу глаукомы и построен на основе эксимерного лазера. Аппарат может работать на двух длинах волн – 308 нм и 193 нм.

Медицинский лазер МЛ-50 предназначен для оказания помощи пациентам с псориазом, экземой, неодермитами, витилиго.

Лазерная система на основе эксимерного ХеС1 –лазера (длина волны 308 нм) с системой специализированной волоконной доставки предназначена для использования в ангиопластике.

Для косметологических целей разработаны лазерные аппараты на основе твердотельного ИАГ-лазера для эпиляции и на основе Ег-лазера (2,94 мкм) и специализированного импульсного СО2 лазера для операций по устранению различных дефектов кожи.

Компактный лазерный прибор на основе импульсного ИАГ-лазера со средней мощностью до 80 Вт и с энергией в импульсе генерации до 1 Дж с волоконной системой доставки предназначен для использования в хирургии, гинекологии, урологии.

В работе приводятся технические характеристики приборов и результаты их использования в клинической практике.

ЛАЗЕРНЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АППАРАТ «ЛАЗУРОН» НА ОСНОВЕ ДИОДНЫХ ЛАЗЕРОВ

В.Н. Свирин¹, В.В. Соколов², Т.И. Соловьева¹.

¹*Федеральное Государственное Унитарное предприятие Научно-исследовательский институт «Полюс» (ФГУП НИИ «Полюс») им. М.Ф. Стельмаха*

²*Московский Научно-исследовательский онкологический институт (МНИОИ) им. П.А. Герцена*

E-mail: tatianas46@mail.ru

Рассматриваются вопросы создания и применения лазерных медицинских аппаратов «Лазурон» на основе комбинации диодных лазеров с различной длиной волны и мощностью: 0,1 – 15 Вт (20 Вт, 30 Вт) в диапазоне 0,81 – 1,06 мкм и 0,01 – 1 Вт в диапазоне 0,65 – 0,69 мкм (конкретные сочетания длин волн и мощностей выбираются потребителями). В наиболее уникальном применении аппарат «Лазурон» позволяет реализовать метод сочетанной фотодинамической терапии (ФДТ) и лазериндуцированной термотерапии (ЛИТТ) при лечении онкозаболеваний различных локализаций. Технология лечения рака на основе метода сочетанной ФДТ+ЛИТТ и аппарата «Лазурон» отвечает передовым мировым тенденциям при лечении онкозаболеваний с использованием лазерного излучения. В докладе проведено краткое рассмотрение вопросов взаимодействия лазерного излучения с биотканью в онкологии и при терапии различных патологий и сформулирован перечень основных функциональных параметров в случае указанного применения аппарата «Лазурон». Рассмотрены вопросы проектирования технических и программно-алгоритмических средств аппарата «Лазурон». Описаны возможные режимы функционирования аппарата (ФДТ, ЛИТТ, ФДТ+ЛИТТ, а также низкоинтенсивная лазерная терапия, рассечение мягких тканей и коагуляция) и показаны области медицины, где он может использоваться с наибольшей эффективностью (онкология, гинекология, урология, кардио- и нейрохирургия, общая хирургия, эндо- и лапарохирургия, дерматология, косметология, лечение воспалительных заболеваний).

ЛАЗЕРНЫЙ ХИРУРГИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС «ЛАЗУРИТ»: ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ КЛИНИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ

С.А. Абросимов¹, А.Л. Бондаренко², Г.Г. Борисенко³, Д.Г. Кочиев¹, Серов Р.В.¹, М.М. Лагиев⁴, А.В. Лукин³, А.А. Самко³, Р.В. Серов, Ю.А. Сучков¹, О.В. Теодорович³, О.А. Шерабуров¹.

¹Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН (david@kapella.gpi.ru), ²Институт космических исследований РАН, ³Центральная клиническая больница МПС, ⁴ООО «Лазерные технологии в медицине».

Лазерный хирургический комплекс (ЛХК) «Лазурит» предназначен для использования в оперативной урологии и литотрипсии при хирургическом лечении заболеваний доброкачественной гиперплазии предстательной железы, опухолей верхних мочевых путей и мочевого пузыря, стриктур уретры, мочекаменной болезни и др.

Комплекс состоит из: скальпеля-коагулятора, на основе Nd:YAG лазера мощностью 100 Вт и контактного литотриптора на основе Nd:YAP, с микросекундной длительностью импульса и преобразованием излучения во вторую гармонику. В комплекс интегрирована видео-система, отображающая ход оперативного вмешательства, при одновременной записи видеосигнала в формате MPEG-2.

Клинические испытания ЛХК проводились на кафедре «Эндоскопической урологии» РМАПО на базе ЦКБ МПС. Опытный образец ЛХК «Лазурит» предоставлен предприятием изготовителем ООО «Лазерные технологии в медицине».

Отличительной чертой литотриптора является безопасность воздействия на окружающие ткани при эффективной фрагментации камней, что доказано прямым контактным воздействием на слизистые экспериментальных животных и результатами морфологического анализа.

Проведена контактная лазерная литотрипсия камней у 43 пациентов. Из них камней почечной лоханки у 3-х мужчин и 2-х женщин. Фрагментированы камни мочеточника в/3 у мужчин-3, у женщин-6, с/3 у мужчины антеградно-1, у женщин ретроградно-6, н/3 у мужчин-4, у женщин-12 и камни мочевого пузыря у мужчин-2, у женщин-4 случаях. Из них у 39 пациентов фрагментация проведена за один сеанс контактной лазерной литотрипсии, у 4-х – комбинировано с пневматическим литотриптором. Пациенты были в возрасте от 22 до 68 лет, средний возраст составил 56 лет.

Применена лазерная коагуляция опухолей мочевого пузыря у 2-х мужчин и 4-х женщин.

Чрезкожная интерстициальная лазерная коагуляция опухоли единственной почки успешно проведена у 1-го мужчины и 1-ой женщины.

ЛЕЧЕНИЕ СОСУДИСТЫХ И ПИГМЕНТНЫХ НОВООБРАЗОВАНИЙ КОЖИ ЛАЗЕРНЫМ АППАРАТОМ НА ПАРАХ МЕДИ «ЯХРОМА МЕД»

Ключарева С.В., Пономарев И.В.¹

*Санкт-Петербург, Государственная Медицинская Академия
им. И.И. Мечникова, кафедра дерматовенерологии*

¹Физический институт им. П.Н. Лебедева, РАН

*Отделение Квантовой Радиофизики им. академика Н.Г. Басова
(лаб.ПЛЭН г. Троицк)*

E-mail: iponom@ okb.lpi.troitsk.ru

Представлены результаты лечения методом селективной лазерной коагуляции сосудистых и пигментных дефектов кожи. Лечение сосудистых патологий проводилось на желтой длине волны 578 нм в диапазоне 0.8 -1.7 Вт средней мощности и времени экспозиции от 0.1 до 0,3 секунды, что зависело от вида и локализации дефекта. Лечение пигментных патологий проводилось на зеленой длине волны 511 нм в диапазоне 0.6 -2.5 Вт средней мощности и времени экспозиции 0.1 секунды. Диаметр пятна фокусировки луча лазера на коже составлял 1 мм. Подтвержденные практикой собственных наблюдений положительные результаты терапии сосудистых и пигментных новообразований наглядно демонстрируют преимущества лазерного аппарата на парах меди «Яхрома-Мед» при лечении таких патологий как «винные пятна», телеангиэктазии, гемангиомы, лентиго, кофейные пятна, цветные татуировки, ВПЧ бородавки, разглаживание морщин.

НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВОДЫ С НЕОРГАНИЧЕСКИМИ И ОРГАНИЧЕСКИМИ СОЕДИНЕНИЯМИ МЕТОДОМ ЛАЗЕРНОЙ КР СПЕКТРОСКОПИИ

С.А.Буриков, Н.Е.Барина, Т.А.Доленко, А.В.Сугоняев, В.В.Фадеев

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
физический факультет, кафедра квантовой электроники
burikov@lid.phys.msu.su; tdolenko@radio-msu.net; fadeev@lid.phys.msu.su*

Известно, что вода играет большую роль в жизнедеятельности живых организмов. Взаимодействие молекул жидкой воды с неорганическими и органическими соединениями проявляется в изменении колебательных характеристик связанных молекул воды, что может быть зафиксировано методом КР спектроскопии. Известно, что в спектре КР жидкой воды присутствуют несколько полос, которые по-разному реагируют на взаимодействие молекул воды с катионами и анионами. Особенно привлекательным является использование наиболее интенсивной валентной полосы КР воды для решения обратных задач КР спектроскопии. Например, для решения задачи измерения концентрации ионов в воде, для определения степени взаимодействия различных примесей с молекулами воды и т.д.

Авторами данного сообщения в результате исследования зависимости формы валентной полосы КР воды от типа и концентрации неорганических солей, растворенных в воде, были разработаны методы определения концентрации солей в воде с точностью 0.4 М.

В последнее время появились новые возможности, связанные с разработкой принципиально новых алгоритмических подходов к решению обратных задач. В докладе сообщается об успешном применении техники искусственных нейронных сетей (ИНС) для более тщательного анализа спектров КР и решения обратных задач лазерной спектроскопии КР. Используются два подхода: 1) непосредственное решение обратной задачи с использованием для тренировки ИНС экспериментальных спектров КР воды; 2) создание оптимальной аналитической модели зависимости формы валентной полосы КР от растворенных в воде солей (с помощью метода группового учета аргументов) с последующим обучением ИНС на основе этой модели. Применение ИНС к анализу валентной полосы КР воды в растворах обеспечило возможность распознавания типа растворенных солей и повысило чувствительность метода определения концентрации примесей. Обсуждаются результаты, преимущества и недостатки новых подходов к решению указанной обратной задачи спектроскопии КР.

СПЕКТРОСКОПИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ МЕРКАПТОДОДЕКАБОРАТА (BSH) В БИОЛОГИЧЕСКИХ ТКАНЯХ

Я.В. Кривошеев, С.Е. Ульяненко, Р.М. Пугачев, Е.П. Савина

Медицинский радиологический научный центр РАМН, г. Обнинск

Доступное, быстрое и точное определение содержания натриевой соли меркаптододекабората (BSH, $\text{Na}_2\text{B}_{12}\text{H}_{11}\text{SH}$) в биологических образцах является одной из важных задач нейтрон-захватной терапии, поскольку данное соединение – один из двух борсодержащих препаратов применяемых в мировой практике.

В докладе рассматривается возможность повышения чувствительности и точности спектральных методов обнаружения микродобавок (в нашем случае BSH) при перекрывании молекулярных спектров растворенного вещества с более интенсивными спектрами растворителя на основе относительно несложного модельного подхода. Доступная нам литература не содержит данных прямого анализа BSH в биологических тканях средствами оптической спектроскопии [1], что, вероятно, обусловлено перекрыванием слабых спектров BSH более интенсивными спектрами матрицы. Этот феномен наблюдается довольно часто при спектроскопии сложных многокомпонентных систем. Для таких случаев предложен подход, заключающийся в фильтрации и последующем анализе формы спектра люминесценции раствора для фиксации искажений, вносимых слабо люминесцирующей (поглощающей) примесью.

На модельных спектрах показана принципиальная возможность повышения чувствительности спектральных измерений, при этом точность анализа в меньшей степени зависела от чувствительности детектора, чем при традиционном подходе. Предлагаемый подход применим в широком диапазоне концентраций, как в прозрачных, так и в сильно рассеивающих образцах. Так, в модельном эксперименте, добавка, имеющая в интегральной интенсивности сигнала долю равную 1% при отношении шум/сигнал 10% (шум общего сигнала в десять раз превышает сигнал примеси) дифференцируется достаточно чётко.

Экспериментальная проверка справедливости результатов моделирования, выполненная на образцах гепаринизированной крови крыс с заранее известным содержанием BSH (до 80 мкг/г), подтвердила работоспособность метода и возможность его использования для нейтрон-захватной терапии, когда стандартные подходы не дают приемлемых результатов.

1. Rolf F. Barth, Albert H. Soloway и др. Boron Neutron Capture Therapy of Brain Tumors: Past History, Current Status, and Future Potential. *Cancer Investigation*, 14(6), 534-550 (1996).

ПРЕЦИЗИОННЫЕ ДВУХКАНАЛЬНЫЕ ИНФРАКРАСНЫЕ ФУРЬЕ-СПЕКТРОМЕТРЫ (БЛИЖНЕГО И СРЕДНЕГО ДИАПАЗОНА) ISD-205/206. ПРИМЕНЕНИЯ В МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ФАРМАЦЕВТИКЕ

Болдырев Н.Ю., Виноградов Е.А., Калинин А.В., Кривцун В.М.

Институт спектроскопии РАН, г. Троицк, Московская область, Россия.

Тел. (095) 3340579, факс (095) 3340886. E-mail: evinogr@isan/troitsk.ru

Приборы экспериментальной серии портативных двухканальных фурье-спектрометров ближнего и среднего ИК диапазона ISD-205/ISD-206 в комбинации со специальными приставками НПВО и диффузного рассеяния предназначены для количественного и качественного анализа компонент органических веществ в медицине, фармакологии, экологии и различных отраслях промышленности.

Ниже для примера представлены полученные нами спектры НПВО ряда стандартных образцов молока, изготовленные ГНУ ВНИМИ, с нарастающим содержанием белка.

Тот же прибор, но с приставкой диффузного рассеяния был применен для идентификации порошка препарата “бепродон”, изготовленного ФГУП ГНЦ “НИОПИК”.

Основные параметры:

Спектральный диапазон:

MIR: 500 – 4000 cm^{-1}

NIR: 4000 – 12000 cm^{-1}

Разрешение: 0.5 cm^{-1}

Сигнал/шум: 3500/скан.

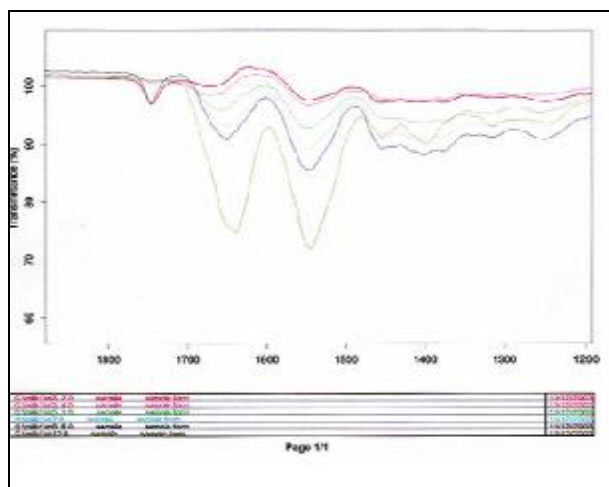
Диапазон оптической

плотности: 0.002–5.0А

Фотометрическая точность:

0.1%Т

Масса: не более 25кг



варианты использования

+ *Открытая архитектура конструкции* позволяет создавать измерительные системы для различных фотометрических, рефлектометрических и радиометрических задач из разработанных модулей и приставок.

+ *Система динамической авто-юстировки* обеспечивает долговременную стабильность интерферометра, необходимую при длительных измерениях и для мониторинга процессов, исключает необходимость подъюстировки прибора.

+ *Газовый подшипник интерферометра* создает возможность получить интерферограммы отличного качества и значительно удлиняет ресурс интерферометра.

+ *Двухканальная модификация* решает задачу повышения воспроизводимости и точности количественных измерений путем одновременной регистрации сигналов в измерительном и референтном каналах.

+ *Программное обеспечение GetSpectrum™ (на основе ОС Win.98)* использует стандартный интерфейс Windows и содержит все необходимые процедуры управления, самоконтроля прибора и обработки сигналов (спектров).

+ *Специальные аналитические методики* легко совместимы с основным программным обеспечением. Программа GetSpectrum™ служит для активной связи с внешними модулями, содержит конверторы спектров в общеупотребительные форматы, такие как GRAMS, JCAMP, etc.

СПЕКТРОМЕТРЫ С СИСТЕМОЙ РЕГИСТРАЦИИ НА ЛИНЕЙНЫХ ПЗС ДЛЯ СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИХ ЗАДАЧ МЕДИЦИНСКОЙ ДИАГНОСТИКИ

В.Н.Крашениников и Э.Г.Силькис

Институт спектроскопии РАН

krash@isan.troitsk.ru, silkis@isan.troitsk.ru

Спектрометры строятся на базе различных типов полихроматоров и систем регистрации, имеющих различные характеристики.

Полихроматоры:

Собраны по вертикальной оптической схеме Эберта-Фасти.

<i>Базовая модель</i>	<i>f (мм)</i>	<i>d/f</i>	<i>Диспергирующий элемент</i>	<i>*Обратная линейная дисперсия (нм/мм)</i>	<i>*Спектральное разрешение (нм)</i>
MS300	300	1:15	Призма или решетка	5	0,2
MS150	150	1:5	Призма или решетка	10	0,4
MS75	75	1:5	Решетка	20	0,8

*обратная линейная дисперсия и спектральное разрешение указаны для случая оснащения базовых моделей спектрометров решеткой 600 штр/мм.

Типы систем регистрации:

- Приборы на одной ПЗС
- Приборы с охлаждением ПЗС с помощью микрохолодильника Пельтье. (Более чувствительные системы, позволяют вести накопление слабых сигналов со временем экспозиции до 20 мин.)
- Высокочувствительные системы на базе усилителя яркости и ПЗС. Усилитель стробировается по МКП (длительность строба от 100 нс). Позволяют регистрировать сигнал, близкий к уровню счета фотонов.

Основные параметры систем регистрации:

- Спектральный диапазон - 180-1000 нм
- Размер элемента, мкм - 200 x 8 ("Toshiba"), 200x 14 ("Sony"), 26 x 500, 26x 2500 ("Hamamatsu").

Количество элементов - 3648 ("Toshiba"), 2048 ("Sony"), 256, 1024 ("Hamamatsu").

Экспозиция - от 10 мс до 20мин

Разработанные спектрометры применялись во многих областях науки и техники, использующих спектроскопические методы исследования. В частности, для диагностики онкологических заболеваний и для анализа примесей металлов в воде.

ФОТОАКУСТИЧЕСКИЙ СЕНСОР ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ МАЛЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ГАЗОВ ДЛЯ МЕДИЦИНСКОЙ ДИАГНОСТИКИ

А.А.Костерев, А.Л.Малиновский, Д.В.Серебряков
Институт спектроскопии РАН, Троицк, Моск.обл.

Проблема детектирования следов примесных молекул в воздухе актуальна до сих пор, но особенно насущна эта проблема становится, если речь идет о детектировании веществ, представляющих опасность для здоровья и жизни людей. Утечки токсичных и взрывоопасных газов (NH_3 , Cl_2 , H_2S , пары ОВ, компоненты топлива и др.) на химических производствах, складах и при запусках ракет; присутствие метана в шахтах и т.п. немедленно создают чрезвычайную обстановку, поэтому требуют экспрессного определения микроконцентраций этих веществ при осуществлении химической разведки, для оперативного экологического контроля окружающей среды, прогнозирования аварий и катастроф на военных объектах. Более того, значение этой проблемы возрастает с каждым годом из-за растущих масштабов использования химических веществ, старения производств, оборудования и объектов и не уменьшающейся угрозы совершения террористических актов.

Применяемые в настоящее время методы контроля и приборы, построенные на их основе, либо “не дотягивают” по совокупности характеристик до необходимого уровня, либо чрезвычайно дороги. В силу указанных причин, поиск новых а также, разработка и совершенствование имеющихся методов высокочувствительного экспрессного определения в воздухе различных опасных химических веществ и соединений является практически чрезвычайно актуальным научно-техническим направлением. С учетом важности задач и большой потребности в таких приборах, особое значение приобретает поиск простых в реализации методов для создания относительно дешевых, но надежных портативных средств обнаружения и контроля указанных веществ.

К разряду наиболее перспективных относятся методы лазерной спектроскопии, в частности, оптоакустическая спектроскопия (ОАС) – общепризнанный метод обнаружения разнообразных микропримесей в газовой фазе [1]. Метод основан на детектировании акустического сигнала, возникающего в слабо поглощающей газовой среде при пропускании через нее модулированного лазерного излучения. Поглощаемое примесью излучение аккумулируется в акустической моде резонатора, которая обычно регистрируется с помощью микрофона. В последних работах, посвященных исследованию ОА-метода, ос-

новой упор делается на более перспективную модификацию регистрации сигнала, использующую вместо микрофона так называемый «кварцевый камертон» [2] с последующим синхронным детектированием сигнала, в которой используется кварцевый кристалл высокой добротности, работающий на резонансной частоте 2^{15} Гц. В указанной версии метод имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционными оптическими и многими лазерными методами, таких как, например, иммунитет к фоновому акустическому шуму; использование для детектирования излучения ближнего ИК диапазона ($0,8 \div 2,0$ мкм); позволяет избавиться от паразитных полос поглощения веществ, всегда присутствующих в воздухе (вода и т.п.).

На указанном выше принципе нами создан лабораторный макет сенсора для детектирования следов примесных молекул в воздухе. Действующий макет основан на использовании малогабаритных диодных лазеров, имеет отработанную электронную систему измерительного тракта и отлаженное программное обеспечение. Его отличительные особенности: отсутствие дорогостоящих компонентов, малые габариты, значительный динамический диапазон ($>10\ 000$), достаточно высокая чувствительность (~ 1 ppm, достигнута при детектировании C_2H_2 и времени измерения 10-1000 с) при крайне малом необходимом для работы объеме газа ($0,01$ мм³), возможность работы в широком оптическом диапазоне.

Наряду с детектированием утечек токсичных и взрывоопасных веществ на химических производствах и местах их хранения, такие приборы могут применяться для целей медицинской диагностики (например, анализ содержания газов в выдыхаемом воздухе и основанная на этом диагностика заболеваний).

1. В.П.Жаров, В.С.Летохов. Лазерная оптико-акустическая спектроскопия. Наука, М., 1984.
2. A.A.Kosterev, Yu.A.Bakhirkin, R.F.Kurl, and F.K.Tittel. Quartz-enhanced photoacoustic spectroscopy. Optics Letters, v.27, No.21, 1902-1904 (2002).

ЛАЗЕРНЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ АППАРАТ НА ПАРАХ МЕДИ «ЯХРОМА МЕД»

И.В. Пономарев, С.Б. Топчий, С.В. Романко, А.С. Насибов, А.Н. Стародуб

*Физический институт им. П.Н. Лебедева, РАН. Отделение Квантовой Радиофизики им.
академика Н.Г. Басова,
Лаб. ПЛЭН, г. Троицк
E-mail: nasibov@mail1.lebedev.ru*

Физический институт им. П.Н. Лебедева Российской Академии Наук представляет лазерную установку на парах меди «ЯХРОМА-Мед» для дерматологии и косметической хирургии. В установке использованы оригинальные технические решения, защищенные патентами и авторскими свидетельствами, позволяющие создать прибор с рекордными по мировым стандартам характеристиками (ресурсом работы, надежностью, высокой медицинской эффективностью). Установка отмечена Золотой медалью V Международного салона промышленной собственности «АРХИМЕД-2001», Почетными Дипломами Международных Конгрессов по прикладной косметологии.

«Яхрома-Мед» специально разработана для лечения различных сосудистых и пигментных дефектов кожи, таких как «винные пятна», телеангиэктазии, гемангиомы, лентиго, кофейные пятна, цветные татуировки, послеоперационные телеангиэктазии, ВПЧ бородавки, разглаживание морщин.

Короткие импульсы лазерного света избирательно нагревают и коагулируют расширенные сосуды или пигментные дефекты кожи без повреждения окружающей ткани.

«Яхрома-Мед» обеспечивает отличные клинические результаты, короткий восстановительный период. Лечение не требует анестезии.

Приводятся характеристики аппарата и демонстрируется фильм о лечении различных кожных заболеваний

ЭКСИМЕРНЫЕ ЛАЗЕРЫ ДЛЯ РЕФРАКЦИОННОЙ ХИРУРГИИ

Б.В. Барчунов, С.К. Вартапетов, В.Ю. Голованов, А.З. Обидин

*Центр физического приборостроения
Института общей физики им. А.М. Прохорова РАН,
Троицк, Московская область, e-mail:svart@pic.troitsk.ru*

В последнее десятилетие существенно вырос объем рефракционных операций. При этом в настоящее время основным инструментом для коррекции зрения является эксимерный лазер. Метод основан на взаимодействии импульсного УФ излучения с длиной волны 193 нм с роговицей глаза, при котором происходит фотоабляция роговицы. Испаряя роговичную ткань в соответствии с определенным алгоритмом, роговице глаза придается кривизна соответствующая эметропического (нормальному) зрению. Первые эксимерные системы для рефракционной хирургии основывались на формировании широкоапертурного пучка с диаметром порядка 6-8 мм, который профилировался различными способами для профилирования роговицы. Эти системы имели ряд недостатков, такие как высокий уровень энергии на глазу, приводящий к возникновению ударных волн, возникновение центральных островков из-за влияния продуктов абляции. Кроме всего перечисленного, задача коррекции гиперметропии (дальнозоркости) для таких систем, подчас являлась неразрешимой.

Системы последнего поколения построены по принципу обработки роговицы с помощью движущегося по поверхности роговицы лазерного пучка небольшого диаметра (~ 1 мм). Параметры эксимерного лазера, такие как размер пучка, плотность мощности на роговице и алгоритм сканирования по поверхности роговицы определяют качество поверхности роговицы после операции и соответственно послеоперационную остроту зрения. Новое поколение эксимерных лазеров со сканируемым пучком позволяет перепрофилировать поверхность роговицы при любых рефракционных дефектах (миопия, гиперметропия, все виды астигматизма, включая и нерегулярный астигматизм).

В настоящей работе описывается эксимерная система «Микроскан» со сканируемым пучком, разработанная в Центре физического приборостроения ИОФАН. «Микроскан» работает с пучком диаметром 1 мм и с максимальной частотой повторения импульсов до 300 Гц. Система имеет систему слежения и компенсации движения глаза во время операции, и специализированный алгоритм сканирования, обеспечивающий формирования асферической поверхности роговицы. Кроме того система может работать как с топографической картой роговицы, так и с данными аберометра, характеризующие все виды аберраций глаза.

В докладе приводятся технические характеристики системы и обсуждаются результаты клинического использования эксимерной системы «Микроскан».

О ВОЗМОЖНОСТИ СЕЛЕКТИВНОГО ОБЪЕМНОГО РАЗРУШЕНИЯ БИОТКАНИ КОРОТКИМИ ЛАЗЕРНЫМИ ИМПУЛЬСАМИ

Л.В. Чернышева¹, Д.М. Кулаков¹, В.Г. Рощин², к.м.н., А.В.Иванов², д.б.н.

Тел. (095) 334-53-87 Факс. (095) 334-50-56 Эл. почта. chern@trinit.ru

*¹Государственный Научный Центр Российской Федерации Троицкий Институт
Инновационных и Термоядерных Исследований, сокращенно ГНЦ РФ ТРИНИТИ, г.Троицк,
ул.Пушковых,1.*

*²Российский Онкологический Научный Центр им. Н. Н. Блохина Российской Академии
Медицинских Наук, сокращенно РОНЦ РАМН.*

Под воздействием высоко-интенсивных лазерных импульсов структура и размеры образовавшегося в биомишени кратера зависят как от свойств биоткани, так и от режима облучения. Исследовались раны, образовавшиеся в разных видах кожи, под действием как единичных, так и повторяющихся лазерных импульсов наносекундной длительности видимого и ближнего ИК-диапазона (1054 нм). Анализ произведенных разрушений показал, что их морфология и размеры зависят от механизма абляции.

Последний в свою очередь зависит от временных характеристик облучения для заданного образца и длины волны. В результате проделанной работы была показана возможность при определенных условиях облучения биомишени (превышение порога фоторазрыва, длительность импульса ~ 20 нс) объемного селективного разрушения центров поглощения кожи, содержащих меланин, за счет механизма фоторазрыва.

О ВОЗМОЖНОСТЯХ АБЛЯЦИОННОГО И НЕАБЛЯЦИОННОГО КЕРАТОМОДЕЛИРОВАНИЯ ПУТЕМ ЛОКАЛЬНОГО ИЗМЕНЕНИЯ БИОМЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ РОГОВИЦЫ

Владимир Семчишен

*Институт проблем лазерных и информационных технологий РАН
142190 г. Троицк, Московская область, ул. Пионерская 2. sem@omega.laser.ru*

Цель: Исследовать возможности контроля биомеханических свойств роговицы.

Изменить биомеханические свойства роговицы можно несколькими путями.

1. Радиальная и тангенциальная кератотомия. Производим тонкие разрезы и, в зависимости от количества и глубины этих разрезов, под действием внутриглазного давления поверхность роговицы принимает новую равновесную форму. Разрезы остаются на всю жизнь и любые изменения характеристик роговицы ответственных за биомеханику (химический состав, структура фибрилл) приводят к изменениям формы поверхности.
2. Лазерная рефрактивная хирургия. Изменение оптических характеристик роговицы происходит за счет неравномерного удаления стромальной части (абляция) и придания роговице новой формы. При этом практически не учитывается биомеханический отклик роговицы на такое изменение формы, хотя он и не может не существовать. Так за счет биомеханического отклика при коррекции миопии происходит дополнительное уплощение в центре и увеличение кривизны на периферии роговицы.
3. Фотохимическое изменение биомеханических свойств роговицы. Применение, например, рибофлавина плюс УФ облучение индуцирует дополнительные межламеллярные поперечные сшивки. Это приводит к упрочнению поверхности роговицы в несколько раз. Этот метод может оказаться перспективным для консервативного предупреждения кератэктазий и развития близорукости.
4. Термокератопластика. Ремоделирование поверхности роговицы возможно за счет сокращения коллагена роговицы под действием температуры. Оптимальная температура для максимального сокращения коллагена лежит в диапазоне 70-80⁰С. При более высоких температурах этот эффект меньше за счет деструкции межмолекулярных связей между коллагеновыми фибриллами.

В докладе дан анализ методов и показана возможность использования биомеханического отклика роговицы на локальное изменение толщины роговицы за счет абляции для коррекции высоких степеней астигматизма и гиперметропии при парацентральной воздействию лазерного излучения на выделенные области роговицы.

ОПТИЧЕСКИЕ АБЕРРАЦИИ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ГЛАЗА, КЛИНИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ОПТИЧЕСКИХ АБЕРРАЦИЙ, ТРЕБОВАНИЯ К ХИРУРГИЧЕСКИМ СИСТЕМАМ

Владимир Семчишен

*Институт проблем лазерных и информационных технологий РАН, Московская область
г. Троицк, sem@omega.laser.ru*

Давно известно, что нормальный человеческий глаз имеет значительные монохроматические aberrации, которые отрицательно влияют на качество изображения на сетчатке. До сих пор рефрактивная лазерная хирургия роговицы ставит своей целью коррекцию сфероцилиндрических ошибок, так как это наиболее очевидные aberrации человеческого глаза. К сожалению, такие коррекции практически неизбежно приводят к увеличению в той или иной степени aberrаций высших порядков, таких как кома и сферические aberrации [1]. Как следствие, существенное снижение качества зрения особенно в сумерках и в условиях низкого контраста. Эти, индуцированные процедурой лазерной коррекции зрения, aberrации невозможно корректировать сфероцилиндрической оптикой. Постепенно меняются цели лазерной хирургии роговицы от простой коррекции сферо-цилиндрической рефракции к оптимизации оптических характеристик глаза [2].

Чтобы исключить потерю и даже возможно увеличить послеоперационную остроту зрения необходимо создавать индивидуальный для каждого глаза профиль абляции, рассчитанный на основе данных измерений aberrаций волнового фронта на передней поверхности роговицы и в целом глаза, а также с учетом послеоперационной динамики. Это является основой управляемых индивидуальных лазерных рефрактивных операций роговицы (wavefront-guided refractive surgery или customized refractive surgery) [3]. Оптическая система глаза состоит из двух основных оптических элементов: роговицы и внутриглазной линзы. Известно, что геометрическая форма поверхностей роговицы и линзы асферичны. Асферичность до недавнего времени не учитывалась при планировании лазерных рефракционных операций, что могло приводить к значительному увеличению aberrаций высшего порядка при интрастромальном кератомилезе с помощью лазера (ЛАСИК). Это одна, но не единственная из причин послеоперационного ухудшения качества зрения. В докладе представлены данные:

1. Среднестатистического уровня оптических aberrаций высшего порядка человеческого глаза в зависимости от размеров зрачка и возраста пациентов.
2. Соотношения между aberrациями роговицы и общими aberrациями нормальных не прооперированных глаз.
3. Параметров зрения пациентов после проведения рефракционных операций методом управляемого ЛАСИКа с учетом aberrаций высших порядков.

На основе клинических данных и данных исследования технических возможностей определены основные характеристики хирургических установок для коррекции аномалий зрения использующих излучение ArF эксимерного лазера.

1. В. Семчишен, М. Мрохен Рефрактивная хирургия и офтальмология т. 3, No 3, с.10-12, 2003

2. В. Семчишен, М. Мрохен, Т. Сайлер Рефрактивная хирургия и офтальмология т. 3, No.1, с.5-13, 2003.

3. M. Mrochen, C Wullner, V. Semchishen, T. Seiler. "Advanced optical system for scanning spot photorefractive keratectomy". SPIE Proceeding, 3591, p. 146-153, 1999.

ОТ РАССЕЯНИЯ ДО ВОЛНОВОГО ФРОНТА ОПТИКА ЗАЖИВЛЕНИЯ

Семчишен В.

Институт проблем лазерных и информационных технологий РАН, г.Троицк, Московская область. sem@omega.laser.ru

Лазерная хирургия роговицы стала практически безопасным, надежным и хорошо укоренившимся методом коррекции сферо-цилиндрических ошибок оптической системы глаза. Внедрение метода персонализированных абляций роговицы, основанного на данных топографии и aberromетрии, расширило диапазон применения лазерной хирургии роговицы на случаи оптических aberrаций волнового фронта высших порядков[1]. В физиологической оптике и рефракционной хирургии представление оптических aberrаций через полиномы Цернике стало стандартной процедурой. Однако, датчики волнового фронта не могут регистрировать или, что тоже, полиномы Цернике не могут правильно описывать оптическую ситуацию в глазах с экстремальной дисторсией волнового фронта, например, в случаях центрального острова или хорошо известных микро и макро неоднородностей на аблированной поверхности глаза. Известно, что области сильных и слабых абляций образуются в неоднородно растянутых полимерных плёнках при **импульсной лазерной** УФ абляции. Роговица как раз и представляет собой полимерную пленку с выделенными направлениями растяжения. Свет при прохождении через шероховатую поверхность роговицы рассеивается и не дает резкого изображения объекта на сетчатке [2]. При таких специфических условиях использование полиномов Цернике до 6-го или даже 8-го порядков не дает правильного описания оптики глаза. Клинические наблюдения и данные экспериментальных исследований показывают, что существуют другие источники оптических ошибок изображения, которые не могут быть измерены aberromетрами, используемыми в клинических условиях [3,4]. Более того, часто нет хорошей корреляции между данными волнового фронта, выраженными через полиномы Цернике, и субъективным зрением пациентов, имеющих нерегулярности роговицы.

Целью настоящего доклада является обсуждение оптических эффектов, связанных с различного рода нерегулярностями стромы после лазерной абляции, которые влияют на качество ретинального изображения. Мы сконцентрируем наше обсуждение на диапазоне между хорошо известными эффектами рассеяния света при катаракте и корнеальных эдемах, которые измеряются соответствующей техникой и aberrациями волнового фронта высших порядков, которые измеряются aberromетрами. От рассеяния до волнового фронта, а что между этим? Мы также обсудим, что меняется в оптике глаза в процессе послеоперационного заживления.

1. Семчишен В., Мрохен М., Сайлер Т. Рефракционная хирургия и офтальмология. – 2003.- Т. 3 N 1. – С 5-14.
2. V.N. Seminogov, V.A. Semchishen, V. Ya. Panchenko, T. Seiler, and M. Mrochen Laser Physics, vol.12, No.11, pp.1333-1348, 2002
3. M. Mrochen, V. Semchishen. Journal of Refractive Surgery, Vol.19, N5, p. S597-S601, 2003
4. В. Семчишен, М. Мрохен. Вестник офтальмологии, 120, N1 , 2004

РАЗВИТИЕ РАДИАЦИОННОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ФИЗИКИ В РОССИИ

В.А. Костылев

Ассоциация медицинских физиков России, г.Москва, Россия

В настоящее время лучевая терапия, ядерная медицина, а также радиационная медицинская физика в России находятся в критическом положении. Это связано с очень слабым физико-техническим оснащением медицинских учреждений. Ослаблены научно-технические базы отечественных разработчиков медицинского радиационного оборудования. Медицинские учреждения не имеют достаточно средств для приобретения нового оборудования и его сервисного обслуживания.

Однако, даже если бы сегодня наша медицина получила возможность приобрести самое лучшее импортное или отечественное оборудование, то его некуда было бы ставить. Сегодня в клиниках нет даже каньонов для размещения ускорителей.

Кроме того, на этом оборудовании сегодня некому будет работать. Нужно новое поколение медицинских физиков, клинических инженеров и радиационных терапевтов.

Медицинская физика и медицинские физики в России не имеют официального статуса. Нет регламентирующих государственных документов. Отсутствует государственная медико-физическая служба и ее соответствующие структуры. Слабо развита система образования медицинских физиков.

Медицинских физиков в России очень мало. Так, например, в лучевой терапии сегодня их имеется не более 250 человек. При этом по международным нормам в расчете на имеющееся количество оборудования и облучаемых больных должно быть порядка 1000, а в будущем при осуществлении международного уровня оснащения и соответственно возрастающего числа облучаемых больных, в России должно быть не менее 4500 медицинских физиков. Практически отсутствует специальная литература на русском языке.

АМФР ведет активную работу по развитию системы образования и повышения квалификации медицинских радиационных физиков и клинических инженеров при поддержке МАГАТЭ, ESTRO, EFOMP и IOMP. Совместно с ВОЗ организуются курсы по медико-технологическому менеджменту для руководителей и администраторов здравоохранения.

В некоторых высших учебных заведениях начали готовить медицинских физиков.

В последние 3 года по инициативе АМФР и ряда ведущих онкологических учреждений были разработаны и реализуются научно-технические программы под эгидой Министерства по атомной энергии РФ. В рамках этих программ создаются новые аппараты и технологии для лучевой терапии и ядерной медицины.

ФИЗИКО–ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ — ОДНО ИЗ ГЛАВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ РАЗВИТИЯ МЕДИЦИНСКОЙ ФИЗИКИ

Денисенко О.Н.

МРНЦ РАМН, Обнинск, e-mail Denisnko@mrrc.obninsk.ru

Медицинская физика возникла в недрах ядерной физики и, в частности, при использовании её достижений в радиологии. В РФ лишь в последнее время относительно узаконена специальность «медицинская физика», которая преподаётся в МГУ, МИФИ, ГУОИАТЭ (Обнинск) и ряде других крупных институтах страны. Создана Ассоциация медицинских физиков и издаётся её журнал. Основной дисциплиной в радиологии является курс её физико-технического обеспечения, который проводится на базе ГУОИАТЭ и МРНЦ. Этот курс включает следующие основные разделы: топометрия, характеристики условий облучения и дозных полей, метрики их сравнения, методы и средства регистрации излучения, основные источники излучения, методы и средства формирования дозных полей, их расчёта, наконец, вычислительные методы нахождения оптимальных условий облучения, а также проблемы обеспечения гарантии качества лучевой терапии. В чём главные особенности курса? Во-первых, используется многолетний (более 40 лет) практический и научный опыт автора этих тезисов в отделе лучевой терапии, во-вторых, в каждом из вышеперечисленных разделов особое внимание уделяется нестандартным методам и средствам, которые были развиты сравнительно недавно и не нашли ещё достаточного освещения. Отметим ряд наиболее существенных, из них.

Введена новая метрика сравнения дозных полей – метрика равномерного приближения, более соответствующая задачам лучевой терапии, чем среднеквадратичная. Введено понятие «отрицательного» дозного поля, сравнение условий облучения через метрику сравнения дозных полей.

Выделены необходимые и достаточные базисные параметры условий облучения. В частности, показано, что в диапазоне 10 КэВ – 30 МэВ энергий квантов фотонного излучения достаточно всего 5 их значений (напомним, по аналогии, что для получения всех цветов достаточно иметь 7 чистых цветов).

Показано, что размерность задач оптимизации условий облучения можно уменьшить на несколько порядков при использовании их базисных параметров..

Разработан достаточно простой эвристический метод нахождения оптимальных условий облучения, использующий разностные дозные поля.

Разработан метод формирования дозных полей с управляемым коллиматором..

Получены новые результаты при использовании двух детекторов, отличающихся дозиметрическими характеристиками, направление, предложенное проф. Ляпидевским В.К. В частности, показано, что «ход с жёсткостью», «мёртвое время» могут быть отрицательными

В рамках проблемы гарантии качества лучевой терапии введены частные, дозиметрические, интегральные оценки планов облучения, а также средств, методов всего технологического процесса лучевой терапии.

В заключение отметим, что подготовка специалистов по медицинской физике – лишь начальный этап, на котором уже встают проблемы материально-технического и финансового планов. А далее возникают трудности их трудоустройства, перспектив карьерного продвижения (особенно это касается малых городов), по сути нищенских окладов и т.д. Без государственной поддержки решение вышеуказанных проблем (и многих других) немислимо.

КОМПЛЕКС ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ ИЯИ РАН

С.В.Акулиничев

*Институт ядерных исследований РАН,
E-mail: akulinic@inr.ru*

В Институте ядерных исследований РАН в г. Троицке на базе линейного ускорителя протонов создается уникальный объект медицинского назначения – Комплекс лучевой терапии для лечения онкологических больных. В настоящее время активно строится 1-ая очередь Комплекса с камерой облучения на горизонтальном фиксированном пучке протонов для лечения опухолей глаза, области головы и других органов. В состав 1-ой очереди Комплекса входит также полный комплект оборудования медицинского ускорителя электронов СЛ-75-5-МТ, монтаж которого в отдельной процедурной будет осуществлен в текущем году.

На сегодня полностью завершен медицинский канал транспортировки протонов и идут отделочные работы в камере облучения протонами и в специализированной амбулатории в Экспериментальном комплексе Института. Основную часть этих работ также планируется завершить до конца текущего года. Одновременно идет конструирование и изготовление нестандартного оборудования медико-физического назначения для протонной облучательской установки. Уже изготовлено и испытано диагностическое оборудование для мониторинга пучка протонов в камере облучения. Строительство 1-ой очереди Комплекса может быть завершено в конце 2005 года.

Ускоритель протонов ИЯИ РАН позволяет облучать широкий класс опухолей, локализованных на любой глубине. Использование сочетанного облучения вторичными фотонами от ускорителя электронов и протонами дает возможность повысить эффективность использования ускорителя протонов при массовом облучении онкологических больных. Параметры ускорителя протонов позволят в дальнейшем использовать и сканирование пучка протонов для облучения опухолей большого размера.

Перспективы развития Комплекса лучевой терапии связаны также с использованием изотопов собственного производства для контактной лучевой терапии и для диагностики онкологических больных. В ИЯИ ведутся работы, которые позволят одновременно ускорять протоны для радиоизотопного комплекса и отрицательные ионы Н⁻ для радиотерапии. Таким образом, создаваемый в Троицке крупный медико-физический объект имеет все основания стать уникальным центром лучевой терапии, использующим основные современные методы лучевой терапии и диагностики злокачественных опухолей.

ПОЛУЧЕНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ НА БАЗЕ ЛИНЕЙНОГО УСКОРИТЕЛЯ ПРОТОНОВ ИЯИ РАН

Жуйков Б.Л., Кравчук Л.В., Коханюк В.М.

*Институт ядерных исследований РАН,
E-mail: bz@inr.ru*

Производство радионуклидов для медицинской диагностики и терапии играет все большую роль в медицине развитых стран. Основной объем производимых радионуклидов - это радионуклиды, получаемые на ядерных реакторах. Однако, все большую роль играют радионуклиды, производимые на ускорителях протонов. Наряду с такими известными изотопами как, например, таллий-201, иод-123 и 125, все большее значение приобретают новые радионуклиды, создающие принципиально новые возможности для диагностики и медицины.

В 1992г. в ИЯИ РАН в сжатые сроки спроектирована и построена установка для облучения мишеней и массовой наработки радиоактивных изотопов. Тесное сотрудничество с Национальным центром ТРИУМФ (Ванкувер, Канада), Лос-Аламосской национальной лабораторией и Брукхевенской национальной лабораторией позволило обеспечить наивысший технический уровень и наивысший уровень по безопасности, отвечающий всем международным стандартам.

В первую очередь внимание было сконцентрировано на изотопах, которые вообще не могут производиться на более дешевых ускорителях низких энергий. Изотоп стронций-82 позволяет проводить комплексную диагностику всей кровеносной системы человека. Наибольшее значение это имеет в кардиологии. В настоящее время ИЯИ РАН обеспечивает значительную часть производства исходного радионуклида стронция-82 для медицинских и научных исследований.

На ускорителе ИЯИ РАН можно производить и другие новые чрезвычайно перспективные изотопы. В первую очередь, это палладий-103, используемый для терапии простаты. С использованием палладия-103 с большой эффективностью излечивается заболевание простаты, в первую очередь онкологического характера.

Среди других изотопов, которые можно производить в Европе и Азии только на ускорителе ИЯИ РАН - это селен-72. Селен-72 дает генераторную систему с мышьяком-72, который может регистрироваться позитронно-эмиссионным томографом.

Кроме вышеуказанных, на ускорителе ИЯИ РАН можно производить еще целый ряд других изотопов: германий-68 (также используется в позитронно-эмиссионной томографии), иод-123, таллий-201, а также изотопы технологического назначения - кадмий-109, натрий-22 и др.

МНОГОКАНАЛЬНАЯ ВОЗДУШНАЯ ИОНИЗАЦИОННАЯ КАМЕРА ДЛЯ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ

С.И.Поташев

Институт ядерных исследований РАН,

E-mail: potashev@al20.inr.troitsk.ru

Создана воздушная ионизационная камера с рекордно малым количеством вещества на пути пучка для измерения выделяемой дозы и профиля пучков частиц в лучевой терапии. Особенностью прибора является использование в качестве электродов полиимидной пленки толщиной всего 1,5 мкм, выращенной на кольцах из кварцевого стекла и покрытой нано-слоями меди и золота. Такая конструкция камеры позволила добиться ее высокой прозрачности для пучков частиц и понизить энергетический порог чувствительности к вторичным частицам. Низкий шумовой ток камеры и узкий зазор между электродами (2мм) обеспечили широкий динамический диапазон, составляющий, например, для протонов величину среднего тока от 0,001 до 1 нА. Данная камера имеет чувствительную область диаметром 90 мм и содержит 60 независимых каналов, ориентированных в двух ортогональных направлениях. Испытания на пучке протонов показали отсутствие эффектов старения после прохождения через камеру 10^{17} протонов с энергией 209 МэВ. Характеристики данного прибора делают его перспективным для мониторинга и пучков других частиц, используемых в лучевой терапии.

РАДИАЦИОННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ИЯИ РАН НА ОСНОВЕ УСКОРИТЕЛЯ ЭЛЕКТРОНОВ

Солодухов Г.В.

Институт ядерных исследований РАН
solod@cpс.inr.ac.ru

Для стерилизации медицинских изделий разработан радиационный комплекс на базе ускорителя электронов с мощностью в пучке до 5 кВт и энергией ускоренных электронов до 8 МэВ. Параметры ускорителя позволяют обрабатывать за один раз материалы толщиной по пучку 4 г/см² в пакетах с поперечным размером до 50 см. Максимальная энергия ускоренных электронов лежит ниже порогов ядерных реакций, благодаря чему снимается проблема наведенной активности. Облученные образцы безопасны с точки зрения остаточной активности сразу после облучения. Предлагаемый технологический процесс и установленное оборудование обеспечивают высокое качество стерилизации изделий медицинского назначения однократного применения, обеспечение экологической чистоты процесса, отсутствие радиоактивности в обработанных изделиях, возможность обработки изделий в потребительской таре и выдачи продукции в товарном виде при условии соблюдения технических условий.

Процесс радиационной обработки использует стандартные методики. В представленном комплексе точное соответствие параметров обработки техническим условиям достигается автоматизированным, с применением вычислительной техники, контролем работы всего оборудования, системой блокировок и наблюдения за работой оборудования.

РЕКОНСТРУКЦИЯ ДОЗЫ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ОБЛУЧЕНИЯ ПО ЭПР СПЕКТРАМ ЗУБНОЙ ЭМАЛИ

А.М.Воротынов¹, Г.А.Петраковский¹, Т.И.Чирков², В.В.Коваленко²

¹ *Институт физики им. Л.В.Киренского СО РАН, 660036, Красноярск,
Россия, E-mail:sasa@iph.krasn.ru*

² *Федеральное государственное учреждение «Центр государственного
санитарно-эпидемиологического контроля в Красноярском крае»,
660021, Красноярск, Россия*

Для исследования влияния радиации на население Красноярского края использовался метод фотонной дозиметрии. Метод основан на определении концентрации радиационно-индуцированных свободных радикалов CO_3^{3-} в зубной эмали методом электронного парамагнитного резонанса (ЭПР). Количественный анализ таких свободных радикалов может служить мерой дозы ионизирующего излучения, полученной человеком в течение его жизни.

Измерения проведены на стандартном ЭПР-спектрометре SE/X-2544 (Польша) с использованием компьютерной обработки полученных спектров. Основные характеристики и конструкция спектрометра описана в [1,2].

ЭПР спектры специальным образом приготовленных образцов зубной эмали были записаны без и после последовательных дооблучений. Дозы дооблучения контролировались отдельным способом. Полученные спектры характеризуются аксиальной симметрией с значениями g -фактора $g_{\perp}=2.0036$ и $g_{\parallel}=1.997$. Кроме того, ЭПР сигнал свободного радикала CO_3^{3-} частично перекрывался изотропным спектром органического радикала дентина с $g=2.0045$. Для разделения этих двух сигналов применялось их компьютерное моделирование. Показано, что интенсивность (I) резонансной линии прямо пропорциональна полученной дозе радиации (D). Экстраполяция линейной зависимости $I(D)$ к значению $I=0$ позволяет определить индивидуальную дозу ионизирующего излучения, полученную человеком в течение жизни.

Предварительные исследования показали, что минимально возможная доза облучения, определенная таким образом, составляет 0,3 Грэй с точностью 10-15%.

[1] Pass.B, Aldrich J.E. Med.Phys. Mag., v.12, n.3, (1985).

[2] Shimano T., Iwasaki M., Miyazawa C et. al., Appl. Rad. and Isotops. Int. J. of Rad. Appl. and Instr. Part A, v.40, n.10-12 (1989).

НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОННОГО И ФОТОННОГО ИЗЛУЧЕНИЙ В ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ

Белоусов А.В., Варзарь С.М., Грязнов С.В., Куракин А.А.

Шведунов В.И., Черняев А.П.

Физический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова

chernyaevopk@rector.msu.ru

Основная причина, ограничивающая применение фотонных и электронных пучков в терапии - распределение дозы по глубине вещества (максимум дозы локализован близко к поверхности облучаемой среды). Эффективность применения пучков ионизирующего излучения в лучевой терапии определяется такими характеристиками как отношение дозы передаваемой мишени (ткани содержащей раковые клетки) и окружающим здоровым тканям, отношение дозы в мишени к дозе на поверхности.

Для повышения эффективности облучения пучками фотонов и электронов предлагается мишень располагать в поперечном магнитном поле. Взаимодействие электронов (пучка или вторичных) с таким полем превращает их траектории в скручивающуюся спираль, что приводит к увеличению дозы в области мишени и уменьшению дозы за ней.

С помощью программы GEANT было проведено компьютерное моделирование влияния поперечного магнитного поля 0.5 – 6 Тл на распределение дозы пучков фотонов и электронов с энергиями от 20 до 70 МэВ. Расчеты показали, что для пучка электронов заметные изменения в распределении дозы возникают при напряженности поля > 0.5 Тл, для фотонов > 1 Тл [1]. Сравнение результатов облучения ткани пучком γ -квантов или электронов, когда мишень располагается в магнитном поле и без него, показывает, что можно добиться увеличения эффективности облучения мишени в поле в 2 - 2.5 раза.

Получены экспериментальные распределения дозы пучков электронов и γ -квантов 25 и 50 МэВ [2]. Для детектирования использовались как радиохромные пленки, так и стекла. Результаты экспериментов хорошо согласуются с модельными расчетами и подтвердили смещение максимума в распределении дозы при облучении мишени в поперечном магнитном поле. Для детального изучения механизма смещения максимума в магнитном поле были оценены вклады вторичных частиц в процесс образования дозы.

1.Алексеева Л.В.,Варзарь С.М., Белоусов А.В.,Грязнов С.В., Куракин А.А., Черняев А.П. “Развитие новых методов повышения эффективности лучевой терапии пучками фотонов и электронов”, Медицинская физика, №2 (18), с.17-22, 2003.

2.Белоусов А.В.,Плотников А.Б.,Шведунов В.И.,Черняев А.П. “Повышение эффективности облучения мишени пучками фотонов и электронов в лучевой терапии” , ПТЭ, №6, 2003, с. 111-114.

ИНДИВИДУАЛИЗИРОВАННАЯ ЛУЧЕВАЯ ТЕРАПИЯ С РАДИОНУКЛИДНЫМ ОТСЛЕЖИВАНИЕМ РАДИОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ (ИЛТРОР) (МНОГОДИСЦИПЛИНАРНЫЙ ИННОВАЦИОННЫЙ ПРОЕКТ)

Ю.С. Рябухин
ВОЗ, Москва

проблема. несмотря на совершенствование физико-технического обеспечения, процент отказов или неудач при лучевом лечении первичных опухолей или солитарных метастазов (лучевая инкурабельность опухоли, неизлеченность после курса, рецидив, лучевые поражения) остается высоким (до 1/3 больных, направляемых к лучевому терапевту). между тем, радиобиологическое моделирование лучевой терапии указывает на принципиальную возможность излечения даже очень радиорезистентных опухолей, если параметры лечения (размер и число фракций, интервал между ними, изменение режима во времени, использование адъювантов и т.д.) соответствовали бы действительным характеристикам ответа на облучение у данной *индивидуальной* опухоли. об этих характеристиках можно судить лишь с большой неопределенностью – на основе, главным образом, клинического опыта, добытого путем проб и ошибок для *типа* опухоли в *среднем*. если же индивидуальная опухоль оказывается более резистентной, чем "средняя" опухоль, то лечение может окончиться неудачей, но это становится очевидным лишь после курса. особенно неопределенен исход клинических испытаний новых разновидностей лучевой терапии. наиболее яркий пример – нейтрон-захватная терапия. проблема индивидуализированной оптимизации и предсказуемости исхода лечения стоит еще более остро при химиотерапии и химиолучевой терапии.

путь решения проблемы. режим, планируемый до лечения, следует рассматривать как пробный. этот режим должен постоянно корректироваться на основе данных о жизнеспособности опухоли, получаемых при радионуклидном мониторинге ответа опухоли после каждой *отдельной фракции*. в конечном счете, можно добиться максимально возможного терапевтического выигрыша. как указывалось в прежних публикациях автора, ответ опухоли можно, например, описать угнетением как включения, так и удержания аналога тимидина – йододезоксиуридина (iudr), меченного радиоiodом. угнетение включения отражает утрату пролиферативной способности опухоли, а угнетение удержания – уменьшение жизнеспособной массы опухоли. чтобы различить

вклад последовательных фракций, предполагается использовать в качестве метки, по меньшей мере, 6 изотопов йода (123, 125, 130, 131, 132 и 133). чтобы выделить излучение от опухоли, на фоне излучения от нормальных пролиферирующих тканей, и разделить сигнал от разных радионуклидов, необходимо использовать метод офэкт (однофотонной эмиссионной компьютерной томографии). данные по эффектам предшествующих фракций требуют быстрой обработки для определения параметров последующих фракций. проведенный в действительности курс, индивидуально оптимизированный для пациента, может оказаться совсем иным, чем обычно используемый, – например, состоять из нерегулярной комбинации крупных и мелких фракций с различными интервалами между ними.

характер научных исследований и технологических разработок. потребуются усилия ученых и специалистов в различных дисциплинах. так, в области радиационной онкологии необходимо: отобрать модели с набором параметров, определяющих результат лучевого воздействия (например, d_0 , n , задержка клеточного цикла, уцелевшая доля клеток, скорость репопуляции, степень оксигенации, размер и число фракций, интервал между ними и т.д.); смоделировать исходы индивидуальных схем облучения с переменными параметрами; продемонстрировать потенциальные преимущества илтрор; создать модели поведения радиойодной метки $iudg$ в опухоли и в нормальных тканях; объединить эти модели с моделями для эффектов облучения. в области радиохимии предстоит наладить производство и очистки не используемых в обычной практике изотопов йода, а также наладить введение метки в $iudg$. в области ядерной и радиационной техники потребуется адаптация методик офэкт к задачам илтрор и создание новой аппаратуры (новые томографы, "карманные" ускорители для производства короткоживущих радионуклидов и т.д.).

ожидаемый результат. весьма улучшится конвенциональная лучевая терапия первичных опухолей и солитарных метастазов. лучевую терапию будут применять даже при радиорезистентных типах опухолей. доля неудач должна снизиться не менее, чем до 10%. метод илтрор будет фактически незаменимым при клинических испытаниях новых разновидностей лучевой терапии. побочным результатом будет значительный прогресс в знаниях об ответе опухолей на облучение, а также о кинетике предшественников днк в опухолях и различных нормальных тканях. будут внедрены новые технические разработки, включая производство разнообразных изотопов йода для метки.

перспективы. дальнейшее развитие метода илтрор будет происходить в сторону поиска других маркеров жизнеспособности опухоли и с использованием других радионуклидов (один из примеров – ^{18}f -фтордезоксиглюкоза). метод будет распространен на химиотерапию и химиолучевую терапию.

ПРОТОНОТЕРАПИЯ В ЛЕЧЕНИИ ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫХ НОВООБРАЗОВАНИЙ ПРИДАТОЧНОГО АППАРАТА ГЛАЗА

В.В. Вальский, Ю.И.Бородин.

*Московский НИИ глазных болезней им. Гельмгольца,
отдел офтальмоонкологии и радиологии.*

В МНИИ ГБ им. Гельмгольца за период с 1981 по 2003 гг. пролечено 417 человек со злокачественными новообразованиями век /218/, конъюнктивы /63/ и орбиты /136/ в стадиях T3N0M0, T3N1M0, T4N0M0, T4N1M0. Из них женщин – 194 человека, мужчин - 223. Возраст от 18 до 88 лет, в среднем – 58 лет. 38.5% - пациенты моложе 55 лет. Результаты лечения прослежены у 250 больных: 160 с эпителиальными злокачественными опухолями и 90 с меланомами. Средний срок наблюдения составил – 26 месяцев, в диапазоне от 6 до 156 месяцев. В группе меланом средний срок наблюдения равен 31 месяц, в интервале от 8 до 156 месяцев. В группе раки средний срок наблюдения составил 22 месяца: от 3 до 144 месяцев.

Облучение проводилось на циклотроне Института Теоретической и Экспериментальной Физики Академии Наук РФ (ИТЭФ). Параметры облучения: при меланоме суммарная очаговая доза от 60 до 70 Гр по 80% изодозе за 5-6 фракций, при раке – 40-50 Гр по 80% изодозе за 4 фракции.

Результаты лечения. Раковые опухоли: полная резорбция достигнута у 110 пациентов, частичная резорбция у 26 человек, отсутствие эффекта или продолженный рост новообразования отмечен в 24 случаях. Таким образом, положительный результат протонотерапии составил 85%.

Меланома: полная резорбция – 53, частичная резорбция – 18, отсутствие эффекта или продолженный рост – 19. Положительный результат лечения составил – 79%.

Осложнения постлучевого периода: кератит – в 4% случаев (10 человек), иридоциклит – 2.4 % (6 человек), неоваскулярная глаукома – 1.2% (3 человека), лучевая катаракта – 10% (25 человек), помутнение роговицы – 5.6% (14 человек), лучевая ретинопатия – 2.8% (7 человек), склеро/кератомалиция – 4% (10 человек). Наиболее серьезным осложнением было лучевое разрушение фиброзной капсулы глаза, приведшее в 10 случаях к его гибели.

Наш опыт свидетельствует, что протонотерапия злокачественных опухолей органа зрения является эффективным методом лечения, позволяющим достичь локального контроля в большинстве случаев. Часто она служит методом выбора или альтернативой калечащим хирургическим вмешательствам – энуклеации и экзентерации, существенно улучшая качество жизни онкологических больных. Повышение эффективности протонотерапии может быть связано с применением радиомодификаторов и радиопротекторов, а также комбинации ее с другими методами лечения.

ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБМЕНА И ИММУННОГО СТАТУСА ПРИ РАДИАЦИОННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ НА ЧЕЛОВЕКА

Г.П.Гулидова, Е.В.Струкова, С.А.Пушкарев, М.Ф.Никонова,

Б.В.Архангельский.

*Москва, ЗАО Научно-Производственный Медико-Биологический Центр «ИНДИВИД»,
argum@sntp.ru.*

Клинико-экспериментальные исследования свидетельствуют о ведущей роли нарушений биоэнергетических и иммунных процессов в возникновении, развитии и исходе ряда заболеваний, вызванных воздействием ионизирующей радиации в дозах 1-35 Бэр.

Эти метаболические системы выполняют центральную регулирующую роль в обмене веществ в клетках организма.

Обследованы ликвидаторы аварии на ЧАЭС - 145 человек, подвергнутые воздействию ионизирующей радиации в дозах, не превышающих 35 Бэр. Используются биофизические методы исследования. Работа посвящена изучению окислительного и энергетического обмена (полярографический метод) и иммунного статуса организма (метод проточной цитометрии) у данной группы пациентов.

Контролем являлись здоровые лица – 41 человек.

Установлено:

1. Сыворотка крови лиц, подвергнутых радиационным воздействиям, характеризуется повышенной «деэнергизирующей» активностью и, в отличие от сыворотки крови здоровых, вызывает снижение процессов образования энергии в изолированных митохондриях печени крыс.
2. Выявлено (в 60 –70% случаях) снижение иммунного статуса, в основном за счет уменьшения как абсолютного, так и относительного содержания Т-лимфоцитов и их субпопуляций.
3. Установлена корреляция между интенсивностью снижения энергетических процессов и степенью нарушения иммунного статуса.
4. Коррекция иммунного статуса и процессов окисления и образования энергии у обследуемых соответствующими регуляторами обмена приводит к снижению «деэнергизирующей» активности сыворотки обследуемых, нормализации указанных обменных процессов и улучшению клинического состояния пациентов.

Полученные результаты говорят о необходимости восстановления биоэнергетики и иммунного статуса в организме обследуемого, что обеспечивает персональную, более эффективную и интенсивную терапию.

ЛАЗЕРНАЯ УЛЬТРАЗВУКОВАЯ И ОПТИКО-АКУСТИЧЕСКАЯ ТОМОГРАФИЯ НОВООБРАЗОВАНИЙ

А.А.Карабутов¹, В.Я.Панченко², Е.В.Саватеева²

¹ *Международный учебно-научный лазерный центр МГУ
им.М.В.Ломоносова, aak@sasha.phys.msu.su*

² *ИПЛИТ РАН, panchenko@laser.ru, elenasavateeva@front.ru*

В докладе представлены результаты применения оптико-акустической томографии для исследования биологических сред.

Оптико-акустическая диагностика заключается в возбуждении широкополосных акустических сигналов импульсом лазера и последующей регистрации акустических сигналов с высоким временным разрешением [1]. В зависимости от способа возбуждения и регистрации акустических волн на настоящий момент сформировались следующие направления [2]: лазерная оптико-акустическая биопсия (ОАБ), оптико-акустическая микроскопия (ОАМ) и лазерный ультразвук (ЛУ).

Основа методов (ОАБ) и (ОАМ) заключается в возбуждении акустических сигналов короткими лазерными импульсами в исследуемой ткани и регистрации этих акустических сигналов с высоким временным разрешением. Отличие данной методики от ультразвуковой эхоскопии заключается в том, что возбуждаемые лазерным излучением акустические волны определяются оптическими характеристиками среды, в то время как в ультразвуковой эхоскопии, акустические волны несут информацию об акустических свойствах среды. В биологических тканях оптическое поглощение может отличаться в разы, в то время как акустический контраст редко превышает 5-10%. (ОАМ) и (ОАБ) используют оптический контраст для получения оптико- акустического изображения исследуемой ткани.

(ЛУ) относительно новое направление диагностики мягких тканей. Суть метода в возбуждении лазерным импульсом в специальном оптико-акустическом генераторе широкополосных акустических сигналов. Генератор находится в контакте с исследуемой тканью, что позволяет акустическим сигналам распространяться в биоткань. Рассеянные назад на акустических неоднородностях среды ультразвуковые волны регистрируются пьезоприемником. ЛУ сродни УЗИ, однако позволяет исследовать биоткани с аксиальным разрешением до 0.1 мм на глубинах до 20 мм. (ЛУ) использует акустический контраст тканей.

В докладе представлены результаты применения (ОАБ) для диагностики новообразований молочной железы [3], (ЛУ) для диагностики мягких тканей [2] и (ЛОМ) слоистых тканей [2].

1. В.Э.Гусев, А.А.Карабутов *Лазерная оптоакустика*. М.:Наука. 1991.
2. А.А.Karabutov, E.V.Savateeva, A.A.Oraevsky 'Optoacoustic tomography: New modality of laser diagnostic systems' // *Laser Phys.*, v.13(5), pp.1-13, 2003.
3. V.V.Tuchin *Handbook of Optical Biomedical Diagnostics*. Bellingham:SPIE Press. 2002.

АКУСТИЧЕСКАЯ МИКРОСКОПИЯ: НОВЫЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ УЛЬТРАЗВУКА

Л.А.Денисова

Институт биохимической физики им.Н.М.Эмануэля РАН, isi@com2com.ru

В 1974 году R.Lemmons и C.Quate сообщили о создании первого сканирующего акустического микроскопа [1]. Дату этой публикации считают началом зарождения акустической микроскопии - нового научного направления, которому, таким образом, в 2004 году исполняется 30 лет. Прогнозы о широком и эффективном использовании акустических микроскопов в биомедицинских исследованиях пока не оправдались. В экспериментальной биологии и диагностической медицине имеются лишь единичные примеры успешного внедрения акустической микроскопии. Однако полученные при этом немногочисленные результаты демонстрируют высокий потенциал данного направления, а использование научных подходов акустической микроскопии в разработке новых методов биологических исследований и медицинской диагностики представляется актуальным [2, 3].

В отличие от медицинских ультразвуковых установок в акустических микроскопах плоская акустическая волна фокусируется в узкий (диаметром от сотен микрон до долей микрона) ультразвуковой пучок, при помощи которого сканируется поверхность и внутренние структуры исследуемого объекта. Важнейшими преимуществами акустической микроскопии перед современными альтернативными методами являются: 1) возможность одновременной оценки и микроструктуры, и локальных упруго-механических свойств плотных непрозрачных объектов, 2) неразрушающий характер исследований, 3) отсутствие необходимости окрашивать или контрастировать изучаемый объект, 4) безвредность ультразвука используемых параметров для живых систем.

В докладе планируется представить важнейшие результаты, полученные у нас в стране и за рубежом в области акустической микроскопии при исследовании различных биологических объектов, и проанализировать наиболее перспективные направления использования научных основ акустической микроскопии для развития новых инструментов и специализированных методов практической медицинской диагностики.

- 1.Lemmons R.A., Quate C.F. Acoustic microscope – scanning version // Appl. Phys. Letters.-1974.-V.24.-№.-P.163-165.
- 2.Денисова Л.А., Маев Р.Г., Денисов-Никольский Ю.И., Матвейчук И.В., Денисов А.А. Основы применения акустической микроскопии в медико-биологических исследованиях // Учебное пособие.-М.: НИЦ БМТ.-2002.-64 с.
- 3.Foster F.S., Pavlin C.J., Harasiewicz K.A., Christopher D.A., Turnbull D.H. Advances in ultrasound biomicroscopy // Ultrasound in Med. and Biol.-2000.-V.26.-№1.-P.1-27.

ПОЛУЧЕНИЕ ВИЗУАЛЬНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ МЯГКИХ ТКАНЕЙ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ С ПОМОЩЬЮ АКУСТИЧЕСКОГО МИКРОСКОПА

Л.А.Денисова, Е.В.Снеткова, Е.А.Храмцова, Н.С.Реук, Т.С.Гурьева,
О.А.Дадашева, Е.Ю.Маева

*Институт медико-биологических проблем РАН, Институт биохимической физики
им.Н.М.Эмануэля РАН, isi@com2com.ru*

Сканирующие акустические микроскопы имеют ряд областей применения в неинвазивных морфологических исследованиях тканей человека и животных. Из-за высокого поглощения глубина проникновения фокусированного высокочастотного ультразвука в мягкие ткани не велика – не более 3-4 сантиметров. Но эта глубина является достаточной для исследования некоторых тканей глаза, а также для оценки состояния кожи и ее производных у человека и крупных млекопитающих с разрешением от 5 до 100 мкм.

В норме исследование кожи человека в акустическом микроскопе позволяет оценить толщину отдельных ее слоев, распределение волосяных луковиц, толщину ногтей, состояние ногтевого ложа. При экспериментальных воздействиях или патологических изменениях акустическая микроскопия дает возможность выявить границы кожных опухолей, отеков, наличие рубцов и других образований.

Важной областью применения акустической микроскопии являются микроанатомические и морфологические исследования, проводимые на мелких позвоночных животных и их эмбрионах. Неинвазивный характер исследований определяет интерес к использованию акустической микроскопии для наблюдения различных морфологических изменений биологических систем в динамике нормальных и патологических процессов, изучения формирования эмбриональных органов. В экспериментальных исследованиях акустические микроскопы могут использоваться для контроля локализации инъекций, особенностей роста опухолей, восстановления формы и размеров тканей и органов после оперативного вмешательства.

Особенности развития кожных покровов и внутренних органов некоторых рыб, земноводных, птиц, рептилий в процессе эмбриогенеза могут отражать влияние загрязнения среды их обитания, что позволяет обсуждать значение методов акустической микроскопии для экологического мониторинга объектов – индикаторов экологического загрязнения.

В докладе приводятся полученные с помощью сканирующего акустического микроскопа визуальные изображения кожи человека, а также внутренних органов и тканей различных позвоночных животных.

ПРЕЦИЗИОННАЯ ЛАЗЕРНАЯ РЕФРАКТОМЕТРИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ

Гончуков С.А. и Лазарев Ю.Б.

Московский инженерно-физический институт (государственный университет)
gonchukov@mephi.ru

По сути, каждый из диагностических методов в медицине и биологии основан на определении того или иного физического параметра. Среди них оптический показатель преломления является весьма информативным, поскольку обладает высокой восприимчивостью к изменениям исследуемой среды. Существенные оптические потери из-за процессов поглощения и рассеяния, характерные для биологических объектов, не позволяют в полной мере реализовать в биомедицинской диагностике лучшие достижения традиционных оптических методов. Кардинального улучшения возможностей измерений можно добиться при использовании самого лазера в качестве датчика, когда исследуемый объект помещается внутри лазерного резонатора. В таком случае даже небольшие изменения параметров объекта могут приводить к существенному изменению характеристик излучения лазера.

В данной работе сообщается о разработанном методе измерения оптического показателя преломления жидких сред – внутрирезонаторной отражательной лазерной рефрактометрии (ВОЛР). Метод базируется на управлении спектром излучения двухчастотного лазера с фазовой анизотропией на отражении. Основой рефрактометра является лазер с ломаным резонатором, одним из отражателей которого служит, например, призма полного внутреннего отражения. Поскольку при наклонном отражении от границы раздела сред возникает разность фаз между волнами ортогональных поляризаций, то спектр мод расщепляется на два спектра, соответствующих этим волнам. Информативным сигналом служит частота биений между генерируемыми модами, по изменению которой можно судить о показателе преломления исследуемой среды на границе раздела. В методе ВОЛР преимущества невозмущающих и чувствительных измерений в оптике совмещаются с достоинствами точной регистрации частотно-информативного сигнала в радиодиапазоне. Важнейшая отличительная особенность метода – возможность исследования сред, обладающих значительным поглощением и рассеянием. При этом, для измерений требуется малое количество вещества – всего одна капля. Достигнутые методом ВОЛР характеристики измерений (чувствительность – восьмой знак после запятой, быстродействие – микросекунда и допустимые потери сред – 100 см^{-1}) относятся в совокупности к лучшим результатам в области оптической рефрактометрии.

Апробация ВОЛР при решении биомедицинских задач показала, что оптический показатель биологических жидкостей является объективным параметром для оценки тяжести заболеваний, для изучения динамики развития болезни и определения эффективности используемых лечебных методов и средств. Исследование фотоотклика крови на лазерное облучение в реальном масштабе времени позволило определить первичные фотоакцепторы и оптимальные дозы терапевтического лазерного облучения на тканевом, клеточном и молекулярном уровнях.

ПЕРВЫЕ ИТОГИ РАЗРАБОТКИ НЕИНВАЗИВНЫХ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ HELICOBACTER PYLORI В РОССИИ

¹Цодиков Г.В., ²Зякун А.М., ¹ Морозова Н.А., ¹Матевосов Д.Ю.,

¹Терещенко С.Г., ¹Банина В.Б., ³Рапопорт С.И, ⁴Кудрявцева Л.В,

⁵Маев И.В., ⁶Сакович Л.В., ⁷Летохов В.С., ⁷Рябов Е.А.

¹МОНИКИ, ² ИБФМ РАН, ³ММА им. И.М.Сеченова, ⁴Литех, ⁵МГСМУ, ⁶ТСД
Изотоп, ⁷ИСАН

Хронические заболевания желудка и двенадцатиперстной кишки прочно занимают 4-7 места в России среди всех болезней органов пищеварения. В 75 - 95% случаев эти болезни ассоциированы с инфекцией *Helicobacter pylori* (Hр), что предусматривает обязательное тестирование Hр в процессе обследования и лечения таких пациентов. Чаще всего применяется гастродуоденоскопия с множественной биопсией. Обременительность инвазивных методов, недостаточная оснащенность эндоскопической и патологоанатомической службы для охвата всех нуждающихся в этих исследованиях, возможность инфицирования обследуемых (СПИД, вирусами гепатита и др.) являются стимулом к поиску новых альтернативных методов, которые были бы лишены подобных негативных качеств. К идеальному комфортному для пациентов относится неинвазивный уреазный дыхательный метод (УДТ).

До 2002г. в России не производилась мочевины меченая ¹³С, что резко сдерживало внедрение УДТ в практическое здравоохранение.

Сущность метода заключается в измерении активности гидролиза мочевины ферментом уреазой, продуцируемой Hр, который обитает в желудке. Прирост стабильного изотопа ¹³С в выдыхаемом воздухе по сравнению с естественным содержанием его в организме свидетельствует об уреазной активности Hр, т.е. наличии инфекции. УДТ проводится с помощью мочевины меченой ¹³С.

Цель работы заключалась в изучении чувствительности и информативности первого отечественного реагента ¹³С-Карбамид-теста, разработанного ООО « TSD-ISOTOPES Ltd», г. Троицк, в выявлении *Helicobacter pylori* (Hр).

Материал и методы исследования. Обследовано 220 человек: 190 больных хроническим гастритом и язвенной болезнью, 30 практически здоровых пациентов. У 40 больных детекция *Нр* проведена последовательно всеми доступными методами, включающими: фиброгастродуоденоскопию с множественной биопсией и последующим гистологическим исследованием, СЛО-тестом, полимеразной цепной реакцией на ДНК *Нр* в кале и биоптате, микробиологическим методом, УДТ (точечным и кинетическим). УДТ проводился натощак, а также на 15-ой и 30-ой минутах после приема 75мг ^{13}C -Карбамид-теста. Первоначально собирались 8 порций выдыхаемого воздуха (у 160 пациентов), затем по 3. В качестве контрольного препарата использована ^{13}C -мочевина (99% ^{13}C , Eurisotop Groupe SEA) фармацевтической квалификации для клинических исследований (обследовано 70 из 220; у 30 из 70 проведен УДТ с обоими препаратами). Измерение изотопного состава углерода в выдыхаемой углекислоте проведено на масс-спектр-рометрах CN-7 Вариан (ФРГ), а также на Breath Mat (Германия).

Результаты и их обсуждение. Установлено полное совпадение результатов обоих вариантов неинвазивной диагностики, т.е. УДТ с использованием как ^{13}C – Карбамид-теста, так и контрольного тест - препарата. Информативность УДТ с отечественным препаратом соответствовала 99,3% . Совпадение УДТ с морфологическими методами выявлено в 100% случаев, с микробиологическим в 60%, а с СЛО–тестом - в 80% (соответственно). ^{13}C -УДТ является интегральной характеристикой наличия *Нр* инфекции в желудочно-кишечном тракте. Полученные отечественные образцы ^{13}C -Карбамид-теста обладают высокой чувствительностью для выявления *Нр* инфекции и пригодны к скрининговой диагностике *Нр*. УДТ на основе отечественного препарата целесообразно шире использовать в практическом здравоохранении.

МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОНТРОЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ЛАЗЕРИНДУЦИРОВАННОГО НАГРЕВА БИОТКАНИ

В.Н. Свирин, Т.И. Соловьева, В.П. Черненко

*Федеральное Государственное Унитарное предприятие Научно-исследовательский институт «Полюс» (ФГУП НИИ «Полюс») им. М.Ф. Стельмаха
E-mail: tatianas46@mail.ru*

Рассмотрены методы и инструменты для контроля температуры нагрева биоткани при использовании лазериндуцированной термотерапии в медицине. Обсуждаются современные контактные и бесконтактные датчики температуры и возможности их сопряжения с волоконно-оптическими системами доставки лазерного излучения к тканям и органам. Представлены опробованные технические решения, позволяющие проводить мониторинг температуры в процессе лазерного лечения и поддерживать высокую стабильность заданной температуры нагрева биоткани $\pm 0,2$ °С с помощью автоматизированной системы контроля, управляющей режимом работы лазера. Рассматриваются возможности применения новых принципов и технических решений для обеспечения возможностей контроля температуры в наиболее труднодоступных локализациях.

РЕГИСТРАЦИЯ БИОРАДИКАЛОВ В КЛИНИКЕ

В.Г. Подопригорова

Медицинская академия, Смоленск.

www antioxidant.narod.ru E-mail pnil@ keytown.com.

Актуальность проблемы заключается в том, что все патологии протекают с дезорганизацией биорадикальных процессов. Для коррекции их антирадикальными препаратами необходимо наличие аналитической аппаратуры. Отвечают задаче прямые методы контроля, наиболее приемлемым из которых для клинических исследований является хемилюминесценция, которая

1. Измеряет сверхслабое свечение в процессах, протекающих с образованием биорадикалов.
2. Отражает состояние биомембран (функциональное, прикладное, диагностическое значение).
3. Предпочтительна для клинических и санитарно-токсикологических исследований, так как позволяет определять влияние на организм средовых факторов, антропогенных нагрузок, лекарственных воздействия, повышает эффективность диагностики, профилактики и контроль за лечением, в том числе антирадикальными препаратами.

Новый регистратор позволяет оптимизировать процесс измерений, поскольку требует минимальное количество любой биопробы (кровь, слюна, лекарства, пищевые продукты) – 0,1 мл без специальной подготовки материала, прост в обращении, автоматизирован, компактен, не требует дорогостоящих реактивов, отличается высокой точностью, воспроизводимостью, чувствительностью, обеспечивает скрининговые исследования.

О ТЕХНИЧЕСКОМ РЕГЛАМЕНТЕ В ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ

Мардынский Ю.С., Ниязова Ж.М., Глазырин А.М.

Медицинский радиологический научный центр РАМН, г. Обнинск

Современная медицинская радиология характеризуется постоянным возрастанием сложности используемых в клинике радиационных аппаратов и технологий. Научно-технический прогресс отечественной лучевой терапии непосредственно связан с законодательно-нормативной базой России, регулирующей правоотношения при оказании медицинских услуг. Весьма своевременным является принятие Государственной Думой третьего созыва Федерального закона «О техническом регулировании», вступившего в силу 1 июля 2003 года.

Настоящим Законом устанавливаются минимально необходимые требования к объектам регулирования с помощью технических регламентов. Целью принятия технических регламентов при оказании медицинских услуг является защита жизни и здоровья граждан. Технические регламенты призваны обеспечить радиационную безопасность и единство измерений с учетом степени риска причинения вреда.

Отсутствие нормативных документов, устанавливающих основные принципы, требования и нормы по обеспечению защиты пациентов, персонала, отдельных лиц из населения и окружающей среды при проведении лучевой терапии, адаптированных к европейским и мировым стандартам, требует, на наш взгляд, принятия технического регламента в лучевой терапии. При разработке проекта технического регламента, осуществляемого в рамках реализации Федерального закона «О техническом регулировании», необходимо использовать опыт наиболее развитых стран мира.

Действие технического регламента также должно распространяться на деятельность производителей медицинской аппаратуры. Техническому регламенту должны соответствовать стандарты и ГОСТы, принятые в нашей стране и за рубежом. Работу по актуализации государственных и межгосударственных стандартов ведет ТК 411 Госстандарта России. Ими же предлагается разработать технические регламенты, регулирующие весь жизненный цикл медицинских изделий от разработки до утилизации.

Регламент послужит объединенным началом при различных методах лечения с применением источников ионизирующего излучения разных ЛПУ в различных странах. Работа над регламентом позволит выработать единые стандарты, отвечающие требованиям ВОЗ и успешнее интегрироваться России в мировое сообщество развитых стран. Для теоретического обеспечения разработки проекта регламента потребуются объединение усилий врачей, биологов, химиков, конструкторов, физиков, юристов и других специалистов, а также использование современных компьютерных технологий.

В МРНЦ РАМН приступили к выработке концепции по созданию проекта технического регламента в лучевой терапии.

ТЕЛЕМЕДИЦИНСКАЯ СИСТЕМА КОНСУЛЬТИРОВАНИЯ В ОНКОЛОГИИ

Волков Н.Н., Прилепская Е.А., Роцин В.Г., Иванов А.В.

ГУ РОНЦ им. Н.Н. Блохина, ivavi@yandex.ru

Оказание повсеместно своевременной квалифицированной помощи является одной из важнейших задач здравоохранения. Особенно остро эта проблема стоит в онкологии, когда от заключения патоморфолога, ставящего конечный диагноз, зависит определение тактики и успех лечения.

В ГУ РОНЦ им. Н.Н. Блохина разработана система для удаленного консультирования цитологических препаратов. Она состоит из микроскопа с видеокамерой и системой двухкоординатного перемещения предметного стола со стеклом, содержащим окрашенные исследуемые клетки. Аппаратная часть состоит из компьютера P₁ (133 МГц, ОЗУ - 32 Мб, HD - 320 Мб), платы захвата видеосигнала (Conexant Vt 878). Операционная система – Linux с ядром 2.4 с поддержкой видео и Apache 1.29. Использование некоммерческой операционной системы позволяет изменять основной код для конкретных задач, а передача данных в зашифрованном виде повышает защиту передаваемой медицинской информации. Система с валидным IP адресом предоставляет доступ к системе консультирования после авторизации и позволяет обрабатывать информацию из любой точки мира. При отсутствии on-line консультации со стороны врача, система запрашивает экспертную систему основного сервера, отдавая ей данные для обработки со своего сервера Apache. Анализ производится на основе сравнения имеющихся в базе данных экспертной системы образов «клеточных тканей» и полученных образов через web-узел, подключенный к микроскопу. Решающим правилом экспертной системы является вычисляемое векторным процессором отношение различных усредненных параметров (размер ядра, размер клетки, форма и степень базофильности). Таким образом, врач консультант, проводящий удаленную консультацию в реальном времени или on-line, принимает решение о составе клеточного материала и его характере. В его распоряжении оказывается фактический материал (каталог с видеоизображением) и заключение экспертной системы. За консультацией одновременно может наблюдать до 160 консультантов. Экспертная система саморазвивающаяся и самообучающаяся, т.е. имеется возможность накопления новых данных (образцовых изображений, правил принятия решений о заключении диагноза, отработанных консультаций).

ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ ХАОС ЯДЕР ЛИМФОЦИТОВ ПРИ ЛИМФОГРАНУЛЕМАТОЗЕ И НЕХОДЖКИНСКИХ ЛИМФОМАХ

В.Э.Орел¹, Ю.А.Белов², А.В.Романов,^{1,2} А.Б.Морозов^{1,2}, Л.В.Зотиков¹,
С.А.Сивкович¹

¹Институт онкологии АМН Украины E-mail: orel@ucr.kiev.ua,

²Киевский государственный университет им. Т.Г.Шевченко

Лимфогранулематоз (ЛГМ) и неходжкинские лимфомы (НЛ) – это полиэтиологические злокачественные новообразования. ЛГМ сопровождается молекулярно-генетическими перестройками в клетках Березовского-Штернберга, а для НЛ характерны молекулярно-генетические перестройки в результате перекрестной транслокации между 14-й и 18-хромосомами. При этом ядра клеток лимфоцитов больных ЛГМ и НЛ имеют атипичную форму по сравнению с ядрами практически здоровых людей. Целью данной работы был анализ пространственного хаоса ядер лимфоцитов при ЛГМ и НЛ.

Изучались электронные микрофотограммы 4 групп людей: 1-я- практически здоровые люди; 2-я – больные ЛГМ; 3-я – больные НЛ (пролимфоцитарная диффузная лимфосаркома); и 4-я – больные НЛ (лимфобластная диффузная лимфосаркома).

Для нелинейного анализа контура ядер использовали алгоритм, в основе которого была следующая концепция. Введем определение: **радиусом** произвольной фигуры назовем отрезок, соединяющий центр масс с любой из точек границы фигуры. Заметим, что у круга все радиусы равны, у любой же другой фигуры найдутся хотя бы два различных радиуса. Поэтому естественным образом можно определить наибольший и наименьший радиусы фигуры (R_{\max} и R_{\min} соответственно). Как величину, указывающую насколько разнятся радиусы, предлагается взять отношение максимального радиуса к минимальному, т.е. $r = \frac{R_{\max}}{R_{\min}}$. Эту величину использовали как характеристику

пространственного хаоса фигуры. Чем больше r , тем более хаотичную форму имеет фигура. Например, для круга $r=1$, для квадрата $r = \sqrt{2} = 1,414\dots$, а для звездочки, полученной из правильного пятиугольника $r = 2,618$. Для компьютерного анализа была использована оригинальная программа нахождения наибольшего и наименьшего радиусов произвольной фигуры.

Анализ полученных результатов свидетельствует, что наибольший пространственный хаос ядер лимфоцитов наблюдался у больных ЛГМ. При НЛ наибольший пространственный хаос был у больных пролимфоцитарной диффузной лимфосаркомой. Эти данные хорошо согласуются с неблагоприятным прогнозом протекания болезни у больных данной локализации.

ОБНАРУЖЕНИЕ И СЕГМЕНТАЦИЯ МАЛОКОНТРАСТНЫХ ОБЪЕКТОВ НА СЛОЖНОМ ФОНЕ

Т.П. Беликова, В.В. Лашин, И. Б. Ивасенко¹

(belik@iitp.ru)

*Институт Проблем Передачи Информации РАН (ИППИ РАН), Москва,
¹Физико-механический институт НАНУ (ФМИ НАНУ), Львов, Украина*

Цель нашего исследования – разработка информационной технологии для автоматического обнаружения и точного выделения малококонтрастных объектов на сложном фоне.

Методы. 1) оптимальная линейная фильтрация была использована для подавления влияния сложного фона и повышения точности сегментации объекта. 2) автоматическое обнаружение и сегментация протяженных объектов проводилась с использованием структурного моделирования объекта и функции информативности [1-2] по критерию максимума апостериорной вероятности (МАВ). Обнаружение и выделение малоразмерных образований проводилось с использованием модели объекта [3] по критерию МАВ и Байесу. 3) проведена оценка точности автоматической сегментации объекта на тестовых и реальных медицинских изображениях; 4) предложены быстрые алгоритмы для реализации оптимальной фильтрации и сегментации; 5) даны рекомендации по использованию разработанного комплекса методов для сегментации малококонтрастных объектов на сложном фоне.

Материалы. Разработанный комплекс методов опробован для обнаружения и выделения микрокальцинатов на маммограммах и для выделения границ шаровидных образований на тестовых изображениях, линейных томограммах легких, и томограммах, полученных методом магнитного резонанса.

Результаты. Разработанные методы позволяют обнаруживать, сегментировать, и анализировать низко контрастные объекты, расположенные на сложном и зашумленном фоне. Они могут быть использованы для точной идентификации диагностически важных особенностей объекта (характер контуров, форма и размер области, занятой объектом, и др.), что важно при решении многих медицинских задач.

1. R. M. Palenichka and I. B. Ivasenko. Fast and robust parameter estimation in the polynomial regression model of images, Proc. SPIE N 3646, p. 28-37, 1999.

2. Palenichka R.M., Belikova T.P. and Ivasenko I.B. Robust extraction of diagnostic features of features of lesions from medical radiographic images, Machine Graphics and Vision, Vol. 9 N1-2, P. 473-496, 2000.

3. T.Belikova, V.Lashin, Image processing to specify an object location against a complex picture background, Proc. of The 9th Scandinavian Conference on Image Analysis, Uppsala, Sweden, 6-9 June 1995, pp.131-138.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ТОМОГРАФИЧЕСКОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ МЕТОДОМ ОБРАЩЕНИЯ ПО ФУРЬЕ

Степанченко Кристина Алексеевна, ассистент каф. ФТТ КБГУ

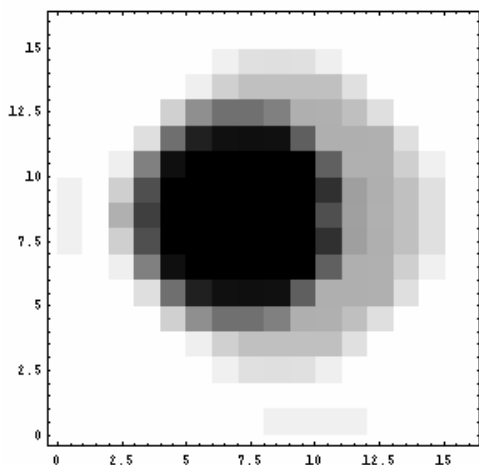
360004, КБР, г. Нальчик, ул. Чернышевского 173, E-mail: keekam@mail.ru

В нашей работе мы представляем прямой алгоритм алгебраической реконструкции, разработанный для двухмерных томографических изображений. Этот метод основан на схеме сканирования параллельными лучами ионизирующего излучения. Предложенная схема позволяет восстанавливать томографическое изображение, используя ограниченный интервал для углов сканирования менее $\pi/2$.

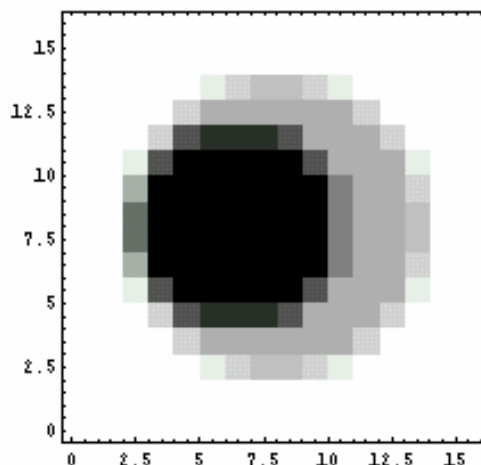
Работа состоит из следующих частей. Раздел «Схема» содержит схему сканирования Радона, отражает прохождение лучей через элементы объема исследуемого объекта. В разделе «Объекты» мы представляем образцы, которые восстановлены при различных условиях и погрешностях. Часть «Интерполяция» показывает проблему несоответствия данных, полученных в декартовой и полярной системах координат. Раздел «Фурье» содержит преобразование Фурье для объектов и для восстановленных объектов. В разделе «Вейвлет» мы рассматриваем теорию вейвлетов.

Наш проект реализует интегральный метод восстановления томографических изображений. Метод основан на прямом использовании теоремы Радона для построения двухмерного Фурье-образа объекта и последующей реконструкции томографического изображения посредством обращения Фурье-преобразования. На сегодняшний день рассматриваемый метод не нашел широкого распространения в промышленных томографах из-за сложности аппроксимации Фурье-образов для низких частот. Однако возможность использования параллельных алгоритмов для быстрого преобразования Фурье и обобщение простоты обращения на трехмерный случай делает метод перспективным для нового поколения томографов.

Восстановленный объект $\delta=2 \cdot 10^{-3}$



Исходный объект



МЕТОД РЕНТГЕНОВСКОЙ ТОМОГРАФИИ В ИССЛЕДОВАНИИ БИОМИНЕРАЛОВ КАМНЕЙ ПОЧЕК

Бабенко А.Г., Вахтель В.М., Нагибина Н.А., Кузьменко А.В.

Воронежский государственный университет

Проведен комплекс исследований состава, структуры и классов биоминералов, образующихся при мочекаменной болезни. Разработана методика рентгеномографического исследования характеристик таких биоминералов по распределениям их линейного коэффициента ослабления (ЛКО) рентгеновского излучения при локализации их в почке пациента или в стандартном фантоме томографа при их детальном исследовании.

Проведен элементный и структурный анализ образцов биоминералов методами рентгенофлуоресцентного, рентгеноспектрального микроанализа в сочетании с растровой электронной микроскопией, рентгенофазового анализа и ИК-спектроскопии. Идентифицирована структура образцов. Томографические исследования выполнены на медицинских томографах СТ MAX 640 и TOMOSCAN CX/Q, а для нескольких образцов на техническом томографе ВТ-50 (центра промышленной рентгеновской томографии).

Кластерный анализ исследуемых образцов по оптимизированным совокупностям структурных характеристик-признаков и томографическим признакам распределений ЛКО показал соответствие четырех структурных и томографических кластеров. Показана устойчивость кластеров к 50% вариациям значений классификационных признаков и получена оценка значимости вероятности ошибочной классификации. Проведена идентификация типов образцов средствами дискриминантного анализа, соответствующая классам выявленным при кластерном анализе.

Проведен анализ фактора немоноэнергетичности рентгеновского излучения томографов с учетом эффекта ужесточения спектра на распределения ЛКО томограмм в диагностических и исследовательских условиях, показавший возможность введения поправки ЛКО (менее 10%) при заданных параметрах исследований.

Для определения однозначности связи значений ЛКО с элементным и структурным составом образцов получены абсолютные значения ЛКО для моноэнергетических гамма-спектров радионуклидов методом ослабления пучка на спектрометрах со сцинтилляционным и полупроводниковым детекторами хорошо согласующаяся как с эффективными томографическими ЛКО так и с рассчитанными по известной структуре образца.

УСИЛЕНИЕ КОНТРАСТА В МАГНИТОРЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ В ОЧЕНЬ СЛАБОМ МАГНИТНОМ ПОЛЕ

В. В.Фролов, К.В.Тютюкин

*С-Петербургский госуниверситет, сектор медицинской томографии НИИ физики им.
В.А. Фока; 198504 Санкт-Петербург, Ульяновская 1*

E-mail: v.frolov@pobox.spbu.ru

Основным препятствием для должного распространения в нашей стране такого эффективного диагностического метода как магнитнорезонансная томография является высокая стоимость оборудования (миллионы долларов), которая обусловлена необходимостью использовать сверхпроводящие магниты большого объема для получения сильного магнитного поля. Сильное магнитное поле обеспечивает высокие параметры качества получаемых томограмм и универсальность приборов. Однако целый ряд диагностических задач может быть решен с помощью магнитнорезонансных томографов (МРТ), работающих со значительно более низким уровнем поля и, следовательно, имеющих на один – два порядка меньшую стоимость. Существенное дополнительное снижение стоимости прибора может быть достигнуто за счет уменьшения рабочего объема. Такие упрощенные МРТ могут быть использованы для решения частных диагностических задач (неонатальная диагностика энцефалопатии, травматология конечностей и т.п.).

В данном сообщении приводятся результаты исследования возможностей контрастирования ЯМР-изображений в очень слабых магнитных полях на основе эффекта переноса насыщения с использованием внерезонансного облучения в системах биополимер/вода. ЯМР-изображения были получены на лабораторном макете ЯМР-минитомографа, разработанного в секторе медицинской томографии НИИФ СПбГУ и работающем в “рекордно” низком магнитном поле 7 мТл [1]. В модельных экспериментах на биополимерах (коллагены, полисахариды) показано, что в ряде случаев именно этот прием контрастирования облегчает дифференциацию областей, характеризующихся одинаковым содержанием воды и близкими значениями времен релаксации. Метод может быть перспективен, например, для диагностики состояния хрящевой ткани.

Проект был поддержан грантами Российского Фонда Фундаментальных Исследований № 00-03-32935 и Мэрии С.-Петербурга № 156/03.

[1] Frolov V.V.. The study of saturation transfer on solvent molecules in solutions of biopolymers in a weak magnetic field//*XI-th International Conference “Magnetic Resonance in Chemistry and Biology”*. 20 – 27 April 2001, Zvenigorod (Russia). Abstracts, p.262.

[2] Frolov V.V. NMR imaging at low frequency//*Magnetic Resonance and Related Phenomena*. Extended Abstracts of the XXVII Congress AMPERE, Kazan, aug. 21-27. (Ed. K. Salikhov). V. 2, p. 705

3D ДИСПЛЕЙ ДЛЯ ОТОБРАЖЕНИЯ ТОМОГРАФИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Гончуков С.А.¹ и Компанец И.Н.²

¹ *Московский инженерно-физический институт (государственный университет)*

² *Физический институт им. П.Л. Лебедева РАН*

gonchukov@mephi.ru

Данная работа посвящена созданию системы объемного отображения информации в реальном масштабе времени – трехмерного дисплея. Принцип построения такого дисплея кардинально отличается от стереоскопических, голографических или иных принципов вывода информации, которые позволяют получать лишь иллюзию объемного изображения. Необходимость создания 3D дисплея, реально отображающего мир, в котором живет человек, давно является очевидной для специалистов. Уже существуют разные методы и средства, позволяющие получить трехмерную информацию о тех или иных объектах. Имеются стандартные программы для создания и обработки такой информации на компьютере. Однако эффективного трехмерного средства для ее реального отображения пока нет.

Среди различных подходов, позволяющих отобразить объемную информацию, можно выделить два, основанных на использовании движущегося и неподвижного 3D экранов. Первый из них имеет ограниченные возможности из-за наличия «мертвых зон» и недостатков, присущих механическим системам вообще. Реализация второго подхода, базирующегося на использовании двухфотонной люминесценции, несмотря на заманчивую простоту идеи, сталкивается с большими трудностями из-за низкой эффективности двухфотонной люминесценции и жестких требований на пространственное и поляризационное согласование лазерных лучей.

В данной работе мы сообщаем о разработке первого экспериментального варианта 3D дисплея на основе акустооптического лазерного сканера и многослойного жидкокристаллического 3D экрана. Каждый слой дисплея может быть прозрачным или рассеивающим в зависимости от подаваемого на него электрического напряжения. Трехмерное изображение формируется при комбинированной адресации луча и слоя путем высвечивания двухмерных слоев, являющихся сечениями отображаемого объемного объекта. Изображение может быть как монохромным, так и цветным.

Область применения 3D дисплеев, очевидно, может быть очень широкой. Особый интерес представляет визуализация томографических изображений. Значение томографии для медицины трудно переоценить. Однако вся получаемая трехмерная информация отображается сегодня только двухмерными средствами, что не позволяет использовать возможности томографии в полной мере. Визуализация внутренних тканей и органов позволит врачам проводить на новом, более высоком, уровне диагностику, предоперационный тренинг и обучение специалистов *in vivo*, в том числе и в реальном масштабе времени.

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ АКУСТИЧЕСКИХ И МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СОВРЕМЕННЫХ ПЛОМБИРОВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

А.Ф.Денисов, Т.В.Гринева, Р.Г.Маев, Ф.С.Русанов, Д.Ю.Гаврилов,

Л.А.Денисова

ОАО «Стомадент», Институт биохимической физики им.Н.М.Эмануэля РАН,

isi@com2com.ru

Успех пломбирования зуба в значительной степени определяется сочетанием физико-механических свойств используемого пломбировочного материала и их подобием аналогичным характеристикам твердых тканей зуба. В работе представлены результаты сравнения акустических характеристик современных стеклополиалкенадных пломбировочных цементов с параметрами их механической прочности, полученными при проведении стандартных механических испытаний.

Исследовали образцы цемента, приготовленные путем замешивания пломбировочной пасты с различным массовым соотношением компонентов (230, 270 и 320 мг цементного порошка на 40 мг воды). После затвердения цемента определяли плотность образцов. Затем неразрушающим способом с помощью акустического микроскопа, разработанного в ИБХФ РАН, в них определяли скорость ультразвука. Далее на этих же образцах проводили стандартные механические испытания на установке «Инстрон».

По мере увеличения доли цементного порошка в пломбировочной пасте на 40% плотность образцов возрастала всего до 5%, а скорость ультразвука и акустический импеданс – до 14% и 20%, соответственно. При этом прочность на сжатие увеличивалась, в отношении прочности на изгиб наблюдалась тенденция к снижению. Динамический модуль продольной волны, вычисленный на основе параметров скорости ультразвука и плотности, в образцах, приготовленных с большим содержанием цементного порошка, повышался. При этом повышались величины условно-мгновенного модуля упругости и модуля высокоэластичности, а значения модуля упругости, полученные при испытании на изгиб, практически не изменялись.

На основании полученных результатов можно заключить, что значения скорости ультразвука в исследованных тканях и материалах имеют тесную взаимосвязь с величинами плотности и могут быть использованы для неразрушающей оценки некоторых прочностных характеристик пломбировочных цементов. Изменяя соотношение цементного порошка и воды при приготовлении пломбировочной пасты, можно получать пломбы, различающиеся по физико-механическим характеристикам – плотности, твердости, хрупкости и упругости.

ГЕНЕРАТОРЫ УДАРНЫХ ВОЛН И УДАРНО-ВОЛНОВАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ СТИМУЛЯЦИИ МЕТАБОЛИЗМА ТКАНЕЙ

Ю.В. Андриянов

ТРИНИТИ, yuandr@triniti.ru

Предлагаемый проект относится к области медицинской техники и может найти применение в литотрипсии, ортопедии, онкологии, а также в биотехнологических исследованиях и разработках использующих сонопорацию и трансфекцию генов в биологические клетки.

Проект основан на выполненных в ТРИНИТИ разработках электромагнитных генераторов фокусированных ударных волн: много пучкового генератора ударных волн и генератора с ленточным индуктором и параболическим рефлектором. Эти генераторы обеспечивают новые режимы генерации фокусированных ударных волн: периодическую последовательность двух ударных волн различной длительности с возможностью регулирования интервала времени между ними и регулирования пространственно-временных характеристик фокусируемых ударных волн. Это позволяет повысить эффективность разрушения почечных и желчных камней и уменьшить риск травматических осложнений. Разработки защищены патентами Российской Федерации (№ 2118129 и № 2122363).

В рамках проекта предлагается создание ударно-волновой медицинской установки для стимуляции метаболизма тканей, отличительными особенностями которой является использование новых электромагнитных генераторов ударных волн в комбинации с воздействием на ткани импульсных электрических полей. Эта установка позволит повысить эффективность лечения переломов, дегенеративно-дистрофических заболеваний опорно-двигательной системы расширить возможности ударно-волнового метода болеутоляющей терапии. Установка защищена Российским патентом № 2151559. Возможно также внедрение установки в онкологию для терапии опухолевых заболеваний после проведения медико-биологических исследований (патент РФ.№ 2127615).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ АКТИВИРОВАННЫХ ПЛАЗМОЙ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ

В.П.Бахар, В.Г.Певгов, Д.Б. Ставровский, В.Ф.Шарков

Академия Инженерных наук РФ им. А.М.Прохорова, Москва, ул. Профсоюзная,
84/32, E-mail: pevgov@orcru

В результате обработки жидкофазной водяной пленки плазмой электрического разряда, зажигаемого в парах воды над поверхностью водяной пленки, нами было отмечено существенное изменение спектров поглощения воды в ближней ультрафиолетовой и в инфракрасной областях спектра. Схема эксперимента предполагает создание плазмы между электродами, по одному из которых протекает водяная пленка толщиной 0,5 - 0,7 мм. В процессе обработки воды приведенная напряженность электрического поля составляла $E/N=(5-8)*10^{-16}$ В*см² при расстоянии между электродами 7 мм. Давление в камере в процессе обработки поддерживалось равным 15-20 мм.рт.ст. Плотность тока разряда составляла около 0,02А/см², суммарное время пребывания каждой порции обрабатываемой воды в области разряда составило около 50 сек.

Изучали зависимость спектра от интенсивности и характера обработки, от времени, прошедшего после обработки, от последующего нагревания и охлаждения воды, от добавок некоторых реагентов.

Ниже представлены наиболее характерные результаты, воспроизводимость которых твердо установлена.

1. Дистиллированная вода хорошо пропускает излучение в УФ-области. В коротковолновой части спектра наблюдается некоторый рост поглощения, но величина оптической плотности при 200 нм не превышает 0,2.

2. Для образцов обработанной плазмой воды поглощение при 200 нм резко растет (оптическая плотность больше 2,5), т.е. имеет место практически полное поглощение при 200 нм. Резкое увеличение поглощения, наблюдающееся после активации плазмой, сохраняется после нагрева до температуры кипения и после замораживания с последующим оттаиванием.

3. Кроме резкого роста поглощения вблизи 200 нм в спектре обработанной плазмой воды наблюдалось появление слабого поглощения с максимумом 365 нм на фоне крыла основной полосы поглощения. Интенсивность ее мала по сравнению с поглощением вблизи 200 нм и составляет величину порядка 0,08.

4. В инфракрасной области спектра в результате обработки в плазме коэффициент поглощения в области возбуждения симметричной и деформационной мод колебаний (3000 – 3800 см⁻¹) молекул воды уменьшается на 30 – 40%, в то время как в области возбуждения деформационной моды (1600 см⁻¹) заметных изменений не происходит.

ПРИМЕНЕНИЕ ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИ БИОДАТЧИКОВ НА ОСНОВЕ МОЛЕКУЛ ДНК ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В БИОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЯХ

Ю.М.Евдокимов, С.Г.Скуридин, О.Н Компанец¹

Институт молекулярной биологии им. В. А. Энгельгардта РАН, 119991 Москва, Вавилова, 32, Россия,¹ Институт спектроскопии РАН, Троицк, Московская область

1). Молекула двухцепочечной ДНК (дцДНК) рассмотрена в качестве полифункционального биодатчика, структурные особенности которого позволяют обнаруживать наличие в растворе различных биологически активных соединений.

2). Реализация возможности применения дцДНК в качестве биодатчика основана на использовании жидкокристаллических дисперсий дц ДНК. Изложены основные принципы формирования жидкокристаллических дисперсий при фазовом исключении молекул двухцепочечных нуклеиновых кислот. Показано, что формирование холестерической жидкокристаллической дисперсии дцДНК (ЖКД ДНК) сопровождается появлением аномальной оптической активности, проявляемой в виде интенсивной полосы в спектре кругового дихроизма, расположенной в области поглощения азотистых оснований ДНК ($\lambda \sim 270$ нм). Амплитуда аномальной полосы может быть использована в качестве аналитического критерия, пользуясь которым, можно обнаруживать наличие в среде биологически активных соединений, нарушающих вторичную структуру исходной дцДНК.

3). Кратко описано устройство портативного прибора - дихрометра, разработанного российскими учеными. Этот универсальный прибор позволяет с высокой точностью определять аномальную оптическую активность в области длин волн от 200 до 750 нм, при температуре растворов от 10 до 80⁰ С.

4) Показано, что модификация вторичной структуры исходной дцДНК приводит к нарушению характера взаимодействия между молекулами ДНК, сближающимся в процессе фазового исключения и, следовательно, к изменению величины аномальной оптической активности холестерической ЖКД ДНК. Это открывает возможность для обнаружения противопухолевых соединений таких, как соединения группы платина (II).

3). Показано также, что обработка частиц ЖКД ДНК окрашенными антибиотиками, молекулы которых могут интеркалировать (встраиваться) между парами оснований ДНК, приводит к появлению в спектре КД двух аномальных полос. Одна из полос попрежнему расположена в области поглощения ДНК ($\lambda \sim 270$ нм), тогда как вторая – в области поглощения антибиотика. Такой оптический эффект позволяет обнаруживать наличие антибиотиков антрациклиновой (дауномицин и его аналоги) и антрахиноновой (митоксантрон и его аналоги) групп в лабораторных растворах и биологических жидкостях и определять их концентрации.

4). Рассмотрена возможность создания биодатчиков типа «сэндвич», позволяющих определять наличие гидролитических ферментов.

5). Рассмотрена возможность создания нового типа биодатчиков и наноструктур на основе частиц ЖКД ДНК.

Обсуждены возможности практического использования таких наноструктур и биодатчиков нового типа для целей медицины, биотехнологии и оптики.

БАКТЕРИАЛЬНЫЕ СЕНСОРЫ. ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОГО ПРИМЕНЕНИЯ В БИОТЕХНОЛОГИИ И ЭКОЛОГИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ

Решетиллов А.Н.

*Институт биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г. К. Скрыбина РАН, 142290,
Россия, г. Пущино, пр. Науки, 5
e-mail: anatol@ibpm.pushchino.ru*

Представлен опыт собственных разработок в области биосенсоров на основе бактериальных клеток. Исследования включали теоретический анализ ферментативных путей метаболизма субстратов, а также экспериментальное изучение характеристик, определяющих свойства биосенсоров на основе микроорганизмов. Для микроорганизмов родов *Glucanobacter* и *Pseudomonas* на основе экспериментальных результатов созданы базы данных, содержащие информацию об окислительной активности иммобилизованных микроорганизмов в отношении широкого спектра органических субстратов. В лабораторных условиях исследованы параметры микробных биосенсоров для детекции широкого спектра соединений – ароматических (включая бифенил, нафталин, хлорбензоаты, сульфо- и нитроароматические соединения), поверхностно-активных веществ, нефтепродуктов и их фракций, углеводов, спиртов. Разработанную четырехканальную систему биосенсоров на основе бактерий *Rhodococcus* и *Pseudomonas* применили для детекции нитрофенольных соединений – 2,4 ДНФ (2,4 динитрофенола) и пикриновой кислоты; предложены схемы выполнения селективного анализа проб, содержащих либо искомые нитросоединения, либо искомые соединения и мешающие примеси. Для всех моделей созданных микробных сенсоров представлены такие параметры как селективность, чувствительность, стабильность. Элементы теории распознавания образов применили для обработки сигналов трех микробных сенсоров для осуществления селективной детекции компонентов смеси "глюкоза-ксилоза-этанол". Показана возможность управления диапазоном полезных сигналов микробных биосенсоров при изменении уровня кислорода в среде измерения. Для созданных моделей сенсоров приведены рекомендации по практическому использованию. Полученные результаты представляют основу не только для продвижения разработанных моделей биосенсоров в практику, но также являются основой для установления сотрудничества со специалистами физико-технического профиля, взаимодействие с которыми может привести к совершенствованию параметров и увеличению потенциальных возможностей анализа, содержащихся в созданных биосенсорах.

ГЕОМАГНИТНАЯ АКТИВНОСТЬ И ОСТРАЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ ПАТОЛОГИЯ

А.В. Белов, С.П. Гайдаш, Ю.И. Гурфинкель, В.Д. Кузнецов,
Х.Д.Канониди, Т.А. Митрофанова

Целый ряд наблюдений свидетельствует о том, что геомагнитные возмущения вызывают увеличение количества случаев инфаркта миокарда, стенокардии, нарушения ритма сердца и острого нарушения мозгового кровообращения.

Был проанализирован статистический материал по острой сердечно-сосудистой патологии, включая смертность от нее за период с 1992 по 2000 годы, накопленный отделением реанимации ЦКБ №3 МПС. Пациентам клиники были люди разных возрастных категорий.

Данные о геомагнитной активности за указанный период получены в магнитной обсерватории ИЗМИРАН. В течение этого времени произошло 427 магнитных бурь различной интенсивности и продолжительности. В результате математической обработки исходных данных установлено, что по перечисленным выше заболеваниям в течении всего периода наблюдений существует корреляция медико-биологических показателей и геомагнитных возмущений, т.е. имеет место биотропный эффект. Его количественная оценка, т.е. коэффициент биотропности, определяется соотношением среднесуточного числа обострений заболевших в магнитно-активные и магнитно-спокойные дни. За магнитно-активное время принимается непосредственное время магнитного возмущения, т.е. эффективное время воздействия магнитной бури на организм человека.

Установлено, что коэффициент биотропности по всем рассмотренным заболеваниям всегда значительно выше единицы. Во время магнитной бури количество инфарктов миокарда увеличивается в среднем на 100%, стенокардия или нарушения ритма сердца – на 79%, острого нарушения мозгового кровообращения – 74%.

Из анализа полученных результатов вытекает вывод о необходимости оперативного прогнозирования геомагнитных возмущений, т.к. это дает возможность своевременного предупреждения обострения хронических заболеваний, принятия профилактических мер и снижения количества летальных исходов.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ ОПТИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ МАЛОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ НА ЖИВЫЕ И РАСТИТЕЛЬНЫЕ ТКАНИ

Е.В.Воробьева¹, В.П.Захаров¹, Р.В Козлов¹, С.П.Котова³, П.Е Тимченко¹,
С.В.Яковлева², В.В. Якуткин³

¹Самарский гос.аэрокосмический университет (СГАУ), zakharov@ssau.ru

²Уральский гос.технический университет (УГТУ), sveta@cardio-burg.ru

³Самарский филиал ФИ РАН, jakutkin@fian.smr.ru

При использовании оптических методов диагностики традиционно предполагается, что использование низкоинтенсивного лазерного излучения гарантирует отсутствие самовоздействия. В тоже время известно успешное применение в медицине лазерных методов терапии, где также используются поля низкой интенсивности. Проведенные исследования на модельных биологических жидких средах показало[1], что в основе методов лазерной терапии может лежать нерезонансный полевой механизм воздействия, приводящий к структурной перестройке биологических жидкостей. Целью данной работы являлось исследование динамики оптических характеристик биообъекта в присутствии низкоинтенсивного лазерного излучения *in vivo*. В качестве основного метода исследования использовались дифференциальный метод обратного рассеяния и спектральный анализ рассеянного излучения. Разработанный экспериментальный стенд позволял снимать зависимость интенсивности обратного рассеивания от времени в спектральном диапазоне от 430 до 860 нм. В качестве источников излучения использовались полупроводниковые лазеры (мощность до 50мВт, длина волны – 760 нм и 830нм), He-Ne лазер мощностью 5 мВт и тепловой источник с узкополосным фильтром. Экспериментально показано:

§ Интенсивность обратного рассеяния имеет нелинейный характер и выходит на насыщение за конечное время, которое индивидуально для каждого субъекта, что необходимо учитывать при назначении продолжительности сеансов лазерной терапии.

§ Диаграмма обратного рассеивания лазерного излучения стабильна и не вносит вклад в изменение оптических характеристик биообъекта.

§ Реакция наблюдалась во всём спектральном диапазоне, это позволяет сделать вывод о нерезонансной природе эффекта, который может быть описан в рамках полевой модели.

§ Эксперименты на растительной биоткани дали качественно схожие реакции, что позволяет сделать вывод об отсутствии вклада в эффект регулирующих функций центральной нервной системы.

1. Яковлева С.В., Захаров В.П. “Надмолекулярные перестройки модели биологической жидкости в поле низкоинтенсивного лазерного излучения”, Тезисы I-ой Троицкая конференции по медицинской физике, 2004.

ПЕРВИЧНЫЕ АКЦЕПТОРЫ ФОТОНОВ, БИОФИЗИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ И ПРОЦЕССЫ ПРИ ВНУТРИВЕННОЙ ЛАЗЕРНОЙ ТЕРАПИИ ЯЗВЕННОЙ БОЛЕЗНИ ЖЕЛУДКА ИЗЛУЧЕНИЕМ НЕ-НЕ ЛАЗЕРА

В.Е.Прокопьев, В.В.Удуд.

*Институт сильноточной электроники СО РАН, Томск
Институт фармакологии ТНЦ СО РАМН, Томск*

В работе исследуются спектры возбуждения флуоресценции, флуоресценции и поглощения цельной крови и её компонент. Показано, что основными первичными акцепторами фотонов являются металлопорфирины ферментов антиоксидантной защиты, протопорфирин и его агрегированные формы локализованные в плазматических мембранах клеток крови. В результате экспериментальных и клинических исследований системы антиоксидантной защиты, гормональных и иммунных систем, тонуса и реактивности вегетативной нервной системы установлено, что поглощение света порфиринами, с одной стороны, повышают антиоксидантную активность цельной крови, а с другой стороны, приводит к фотодинамическому разрушению старых и патологически измененных клеток крови и в, частности, эритроцитов. Показано, что эти процессы являются результатом эволюционного приспособления организма человека к естественному солнечному излучению.

ФОТОДИНАМИЧЕСКИЙ И СВЕТОКИСЛОРОДНЫЙ ЭФФЕКТЫ: АНАЛОГИЯ И РАЗЛИЧИЕ

Иванов А.В.¹, Захаров С.Д.²

¹*НИИ Экспериментальной диагностики и терапии опухолей ГУ РОНЦ им. Н.Н. Блохина РАМН*

²*Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН*

Как известно, фотодинамическая терапия (ФДТ) основана на повреждении клеток за счет химических реакций, запускаемых возбужденной молекулой фотосенсибилизатора (ФС). Считается, что этот процесс идет в основном по II типу фотореакций, связанному с переносом возбуждения от молекулы ФС на молекулу кислорода и образованием в итоге активных форм кислорода: синглетного и супероксиданион-радикала. Они-то и запускают цепочку радикальных реакций, приводящих к цитотоксическому эффекту. Физический смысл термина «фотодинамический» заключается в переносе возбуждения от ФС к молекуле $^3\text{O}_2$ с переводом ее в синглетное состояние $^1\text{O}_2$. От скорости генерации синглетного кислорода в основном и зависит характер реакции клеток на облучение, в том числе объем и выраженность деструктивных изменений биологических структур.

Нами в серии экспериментов была доказана возможность прямого фотовозбуждения синглетного кислорода как в модельных, так и в живых биологических системах. В результате обнаружен светокислородный эффект (СКЭ), заключающийся в активировании или необратимом повреждении клеток, в зависимости от световой дозы, оптическим излучением внутри полос поглощения молекулярного кислорода, опосредуемый генерацией синглетного кислорода. При действии излучением в полосах поглощения молекулярного кислорода появляется возможность в зависимости от дозировки вызывать все виды модификации биологических мембран от стимуляции до деструкции.

Очевидна аналогия в протекании ФДЭ и СКЭ: в обоих эффектах первичным биологически активным агентом является синглетный кислород, что предполагает зависимость этих эффектов от концентрации $^3\text{O}_2$ в среде, полученную в экспериментах. В результате комплексных экспериментальных исследований установлен единый механизм биостимулирующего и фотодеструктивного действия лазерного излучения. Обнаружен новый вид возбуждения клеток, проявляющийся как увеличение эластичности их мембраны и представляющий собой раннюю стадию ФДЭ. Установлена идентичность этапов проявления ФДЭ и СКЭ. Различие этих эффектов заключается в локализации проявления их первичных этапов в микроструктуре клетки и в скорости генерации синглетного кислорода. Обсуждаются возможные области применения этих эффектов.

ДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА БАКТЕРИИ

Т.В.Дрокина¹, Л.Ю.Попова², В.В.Лисин¹, М.А.Битехтина¹, А.Н.Баландина¹

¹ *Институт физики им. Л.В.Куренского СО РАН, 660036, Красноярск*

² *Институт биофизики им. СО РАН, 660036, Красноярск*

tvd@iph.krasn.ru

Изучение влияния электромагнитных полей на биосистемы представляет важную проблему медицинской физики. Биологический организм является, с одной стороны, источником электромагнитных волн, а с другой стороны, он чувствителен к внешним электромагнитным полям. Среди электромагнитных излучений, воздействующих на биологический объект, представляют интерес поля миллиметрового диапазона длин волн и нетепловой интенсивности, которые нашли применение в терапии, несмотря на неясность механизма их воздействия [1,2].

В докладе представлены материалы изучения воздействия электромагнитных полей на светящиеся бактерии *Photobacterium leiognathi*, штамм 543. Воздействие облучения на морские бактерии производилось в течение 15 часов на частоте 42,2 ГГц с интенсивностью 4-6 мВт/см². Отклик биосистемы изучался методом ЯМР на ¹H (ЯМР спектрометр высокого разрешения “Avance-200” фирмы Брукер) и с помощью измерения биолюминесценции (стандартный биолюминометр с чувствительностью от 10⁻⁴ до 10³ мкА).

При нарушении оптимальных условий обитания (например, увеличение осмотического давления, лимитирование питательных веществ) интенсивность свечения облученных клеток выше, чем у контрольного образца в несколько раз. Изменения биолюминесценции сопровождаются изменениями ЯМР спектра. Эффективность воздействия излучения зависит от исходного состояния бактерий (фаза биологического развития, условия обитания). Эффект взаимодействия электромагнитного поля с биосистемой не всегда наблюдается сразу после облучения и может проявиться через несколько часов после облучения, например, для образцов, взятых в логарифмической фазе роста и благоприятной среде. Через 30-50 часов наблюдения интенсивность свечения облученной культуры падает, приближаясь к значению контрольного образца. Предварительные исследования спектров ЯМР показывают изменения физико-химических свойств среды обитания под действием облучения.

По-видимому, наблюдаемые эффекты влияния электромагнитных полей на бактериальную культуру обусловлены изменением сложных связей метаболических путей в клетках, которые могут происходить не только в результате энергетической активации ферментов, но и из-за изменения свойств среды.

[1] О.В.Бецкий, В.В.Кислов, Н.Д.Девятков. Заруб. радиоэлектроника: усп. совр. радиоэлектроники. 1996, №12, с.3-15.

[2] В.Н. Бинги, А.В.Савин. УФН, 2003, т.173, №3, с.265-300.

ПОРТАТИВНЫЙ СПЕКТРОМЕТР КРУГОВОГО ДИХРОИЗМА ДЛЯ ЦЕЛЕЙ БИОХИМИИ, МЕДИЦИНЫ И ЭКОЛОГИИ

Годнев В.В.¹., Гусев В.М.¹., Кольяков С.Ф.¹., Компанец О.Н.¹., Павлов М.А.¹.,
Евдокимов Ю.М.², Шпенер Ф.³

¹*Институт спектроскопии РАН*

²*Институт молекулярной биологии им.В.А.Энгельгардта РАН*

³*Институт биохимии Университета г.Мюнстер, ФРГ*

Реализован предложенный в ИМБ РАН принципиально новый подход к определению в жидкостях наличия и концентрации биологически активных и токсичных соединений (БАТС) с помощью аналитического устройства - оптического биосенсора, в котором миниатюрный чувствительный элемент (биодатчик) из наночастиц жидкокристаллической дисперсии ДНК меняет специфически свои характеристики «в ответ» на действие БАТС, а портативный дихрометр «различает» это действие по величине, знаку и спектральному максимуму генерируемого при таком взаимодействии аномального кругового дихроизма.

Разработан портативный полифункциональный дихрометр СКД-2 на область 250-750 нм, включающий в свой состав источник широкополосного светового излучения (Хе-лампа), монохроматор с дифракционной решеткой, призменный поляризатор, модулятор поляризации фотоэластического типа, кювету с исследуемой жидкостью, фотоумножитель, персональный компьютер, программный пакет.

О концентрации БАТС судят по величине отношения регистрируемых сигналов кругового дихроизма $\Delta A = A_L - A_P$ (A_L и A_P - поглощение для лево-поляризованного и право-поляризованного по кругу излучения) на двух длинах волн, одна из которых находится в полосе поглощения биодатчика на длине волны 270 нм (реперный сигнал), другая - в области поглощения комплекса «ДНК+БАТС», и предварительно построенной аналитической кривой зависимости сигнала КД от концентрации БАТС.

Проверка работы дихрометра на примере определения в ИМБ РАН разных соединений (от солей тяжелых металлов до антибиотиков и белков одного из противоопухолевых соединений) в плазме крови показала высокую эффективность оптического биосенсора «жидкокристаллический биодатчик - портативный дихрометр»: масса, стоимость и эксплуатационные расходы, продолжительность процедуры анализа оказались почти на порядок ниже аналогичных характеристик зарубежных коммерческих дихрометров, а чувствительность регистрации сигнала КД и определения БАТС – в несколько раз выше.

Основные области возможного применения оптических биосенсоров - медицинская клиническая диагностика, биохимический анализ, фармакология, биотехнологическая и пищевая промышленность, экологический контроль, где БАТС служат своего рода маркерами, характеризующими состояние организма или технологического процесса, качество сырья и готовой продукции, качество пищевых продуктов, загрязнение окружающей среды генотоксикантами и т.д., а оперативное определение в жидкости их наличия и концентрации необходимо для постановки точного диагноза и/или своевременного принятия управленческого решения.

Созданный оптический биосенсор не имеет аналогов по принципу действия. Новизна совместной разработки ИМБ РАН и ИСАН подтверждена патентами РФ, США, ЕС, Германии, золотыми медалями международной выставки инноваций «Эврика-Брюссель-2001» и Президиума РАН (2002 г.), Гран-при Конкурса русских инноваций (2003 г.). Экспериментальный завод научного приборостроения РАН (г. Черноголовка) выпустил установочную партию дихрометров в количестве 10 шт., большая часть которых используется при создании новых типов биодатчиков и тестировании новых методик определения БАТС.

НАДМОЛЕКУЛЯРНЫЕ ПЕРЕСТРОЙКИ МОДЕЛИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЖИДКОСТИ В ПОЛЕ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Яковлева С.В.², Захаров В.П.¹.

¹Самарский гос.аэрокосмический университет (СГАУ), zakharov@ssau.ru

²Уральский гос.технический университет (УГТУ), sveta@cardio-burg.ru

Проблема применения внутривенной лазеротерапии связана со сложностью исследования механизмов воздействия лазерного излучения на биологические жидкости организма.

Проведены исследования структурно-оптических характеристик метастабильной лиотропной жидкокристаллической системы, являющейся моделью биологической жидкости.

В поле лазерного излучения получена динамика показателя преломления модельной системы аналогичная динамике показателя преломления, наблюдаемой в плазме крови.

Установлено, что эффекты изменения показателя преломления как в модельной системе, так и в биологической жидкости (плазме крови) наблюдаются при действии линейно-поляризованного света.

Предложен механизм изменения показателя преломления системы в динамике облучения, основанный на процессах гидратации-дегидратации поверхностного слоя мицелл, состоящих из молекул липида.

В результате воздействия лазерного излучения в системе наблюдаются структурные перестройки, в результате которых изменяются физические свойства как модельной системы, так и нативной биологической жидкости.

Предложена модель структурных изменений, которая может привести к физиологическим изменениям целостного организма.

На основе полученных экспериментальных данных разработан тест определения индивидуальной чувствительности организма к низкоинтенсивным лазерным излучениям.

ФОТОТЕРАПЕВТИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ И ЛЕЧЕНИЕ ОРВИ У ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА

В.С. Зродников¹, В.А. Подсосонный²

Научный центр сердечно-сосудистой хирургии РАМН¹, Московский государственный университет²

Проблема лечения респираторных вирусных инфекций у детей раннего возраста является крайне актуальной. Это объясняется высокой частотой заболеваемости (5-6 раз в год) и трудностями в проведении систематического медикаментозного лечения.

Результатом данной работы является создание устройства, предназначенного для профилактики и лечения респираторных вирусных инфекций у детей раннего возраста путем облучения слизистой оболочки полости рта и глотки низкоинтенсивным синим светом.

Устройство выполнено на базе однокристалльной микро-ЭВМ (микроконтроллере). Программа микроконтроллера осуществляет функции выдержки времени и подсчета количества сеансов облучения. Питание устройства осуществляется от элемента напряжением 3 Вольта. Ресурс элемента достаточен для проведения двухсот сеансов в течение одного года. Программой предусмотрен контроль ресурса батареи, в случае разряда батареи, не допускающего дальнейшей эксплуатации, сеанс не производится.

Запуск сеанса облучения осуществляется извне при помощи постоянного магнита встроенного в магнитную карту-ключ. Для удобства использования и приведения процедуры к естественной для ребенка форме устройство смонтировано в корпусе стандартной соски-пустышки.

Излучающим элементом является светодиод, излучение сосредоточено в спектральном диапазоне 420-480 нм. Устройство обеспечивает однократную дозу облучения за время экспозиции, не превышающую 0,1 Дж. Суммарная доза облучения при проведении курса лечения (8-10 сеансов) не превышает 1 Дж.

В целях оценки терапевтической эффективности светолечения с использованием низкоинтенсивных светодиодных источников излучения у данного контингента больных (дети в возрасте от 0 до 3 лет) были проведены клинические испытания на 300 детях раннего возраста. Испытания проводились на базе Московского НИИ педиатрии, Тушинской детской городской больницы и детской клинической инфекционной больницы №6. Сравнение проводилось с аналогичной репрезентативной группой детей (200 человек), которые получали общепринятую терапию (отхаркивающие микстуры, капли в нос, компрессы). При этом более половины (112 детей) контрольной группы получали антибиотики в течении 5-7 дней. Установлено, что в основной группе купирование симптомов заболевания отмечалось с третьего дня светолечения. Потребность в применении антибиотиков возникла лишь у 10 детей.

Эффект тем выше, чем на более ранней стадии заболевания начато светолечение. Аллергических реакций не обнаружено.

Данный прибор позволяет с помощью светолечения с минимальными затратами купировать острые респираторные вирусные заболевания у детей раннего возраста без применения медикаментозных воздействий.

ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРОЦЕССА САМООРГАНИЗАЦИИ КАПЕЛЬ БИОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ

Яхно Т.А., Яхно В.Г., Санин А.Г., Санина О.А., Пелюшенко А.С.

603950 Нижний Новгород, ул. Ульянова, ГСП-120, ИПФ РАН.

E-mail: tanya@awp.nnov.ru

Феномен самоорганизации капель биологических жидкостей в процессе их высыхания в последние годы находит применение в медицинской диагностике [1]. При этом объектом исследования служат высохшие капли, а диагностически значимые структуры выявляются при их микроскопии. Целью данного исследования было выяснение возможности диагностических оценок по динамическим параметрам структуризации высыхающих капель и получении быстрых легко формализуемых численных результатов. Для этого использовали программно-аппаратный комплекс, позволяющий регистрировать динамику вязко-эластических свойств высыхающих капель по изменению их акустомеханического импеданса (АМИ-тест) [2].

Показано, что каждый вид физиологического или патологического состояния пациентов достоверно ($P \leq 99\%$, критерий Розенбаума) отличается от нормы и друг от друга специфическими особенностями формы кривой АМИ.

Диагностические показатели АМИ-теста (ROC curve analysis [3])

Табл. 1.

Группы сравнения		Чувстви- тельность %	Специ- фичность %	Прогноз Болезни %	Прогноз Здоровья %
Группа 1 (к-во чел.)	Группа 2 (к-во чел.)				
Роды в срок (50)	Преждевременные роды (36)	83	92	88	89
Нормальная беременность (33)	Угроза преждевременных родов (10)	98	57	67	97
Доноры (15)	Парапротеинемии (7)	100	100	100	100
Доноры (15)	Онкология (17)	76	100	100	74
Доноры (15)	Рак груди (10)	92	86	86	92
Доноры (15)	Рак легких (5)	96	73	87	92
Рак груди (10)	Рак легких (5)	93	73	67	95
Доноры (15)	Гепатит (7)	96	88	90	96

Проведенное пилотное исследование показало перспективность развития данного направления для медицинской диагностики (Табл. 1).

[1] Шабалин В.Н., Шатохина С.Н. Морфология биологических жидкостей человека. М.: Хризостом, 2001, 300 с.

[2] Yakhno T.A., Yakhno V.G., Sanin A.G., Sanina O.A., and Pelyushenko A.S. // Proceedings of SPIE, 2003, V. 5119, Spain, P. 87-99.

[3] Zweig M.H., Campbell G. // Clinical chemistry, 1993, V. 39, P. 561-577.

ДИНАМИКА ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДОВ В ВЫСЫХАЮЩИХ КАПЛЯХ КАК ИНФОРМАТИВНЫЙ КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ЖИДКОСТЕЙ

Яхно Т.А., Яхно В.Г., Санин А.Г., Санина О.А., Пелюшенко А.С.
603950 Нижний Новгород, ул. Ульянова, ГСП-120, ИПФ РАН.
E-mail: tanya@awp.nnov.ru

Разработан метод регистрации динамических параметров структуризации высыхающих капель [1,2]. Капля жидкости объемом 5 мкл высыхает на поверхности кварцевого резонатора, колеблющегося с ультразвуковой частотой (60 КГц). При этом в капле возбуждается сдвиговая волна, чрезвычайно чувствительная к возникновению новой фазы на границе «жидкость – кварц». Измерительная схема регистрирует реакцию резонатора на вносимый объектом акустомеханический импеданс (АМИ) и его динамику через заданные промежутки времени (0,005 мин) до полного испарения свободного растворителя. Параметры измерительной схемы выбраны так, что выходной сигнал устройства пропорционален модулю акустомеханического импеданса (АМИ) высыхающей капли.

По мере высыхания капли вносимый АМИ изменяется как количественно, так и качественно. Тем не менее, соотношение между выходным сигналом и модулем вносимого импеданса остается справедливым. Специальное программное обеспечение позволяет отображать регистрируемые величины на экране монитора в режиме реального времени и проводить анализ формы кривых АМИ по заданным алгоритмам с представлением численных результатов.

Величина АМИ является интегральной характеристикой физических свойств капли, включающей вязкость, состав, поверхностное натяжение, смачивание, внутреннюю структуру. На примере жидкостей разного типа показано, что каждая жидкость обладает своим индивидуальным «портретом», определяемым характером фазовых переходов на границе «капля-подложка». Высокая чувствительность регистрируемых параметров к качеству жидкости, простота и быстрота измерения, определяемого временем высыхания капли, позволяют использовать данный метод для интегральной идентификации многокомпонентных жидкостей. Демонстрируется перспективность использования метода для оценки воздействия физико-химических факторов, качества питьевой воды, лекарственных препаратов, пищевых продуктов и с целью медицинской диагностики.

[1] Яхно Т.А., Яхно В.Г., Санин А.Г., Шмелев И.И. // Биофизика, 2002. Т. 47, Вып. 6. С. 1101-1105.

[2] Yakhno T.A., Yakhno V.G., Sanin A.G., Sanina O.A., and Pelyushenko A.S. // Proceedings of SPIE, 2003, V. 5119, Bioengineered and Bioinspired Systems, 19-21 May 2003, Maspalomas, Gran Canaria, Spain, P. 87-99 .

ПРИБОРНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЙ ЕСТЕСТВЕННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА БАТ ЧЕЛОВЕКА: ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА КАК ДЕТЕКТОР МАГНИТНЫХ БУРЬ

Рагульская М.В., Любимов В.В.

*Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн РАН,
mary@izmiran.rssi.ru, lyubimov@izmiran.rssi.ru*

В **ИЗМИРАН** ведутся экспериментальные работы по определению влияния магнитных бурь (МБ) на человеческий организм. Для детектирования изменений в функционировании органов и систем организма проводится ежедневное измерение электрической проводимости (ЭП) на участке точка акупунктуры - свободная поверхность кожи (*по методу Р. Фолля*). В эксперименте участвует постоянная группа людей различных возрастов и профессий. Метод Р.Фолля позволяет объективно, однозначно и воспроизводимо охарактеризовать состояние организма на данный момент времени, позволяя представлять функционирование различных органов в одной системе единиц измерения (ЭП). При этом, определенным значениям ЭП соответствует определенное состояние органа или системы, к которой относится данная акупунктурная точка. В качестве инструментов для проведения исследований используются как стандартный сертифицированный **ЕАV**-прибор типа “**МикроФолль**”, так и созданные авторами оригинальные диагностические приборы, позволяющие проводить измерения ЭП в 22-х выделенных биологически активных точках (БАТ) на коже рук человека. Все **ЕАV**-приборы имеют одинаковые пределы и точность измерения, имеют возможность внутренней калибровки. Основой приборов служит омметр, построенный на принципе измерения сопротивления эпидермиса (кожного покрова).

Анализ полученных результатов показал, что во временном интервале ± 2 суток от начала МБ, достоверно наблюдаются две ярко выраженные **фазы процесса**: резкий всплеск (в течение часов) значений ЭП с последующим длительным (до 3-х суток) спадом, которые названы фазами **гиперфункции** и **депрессии**. Подобная реакция фиксировалась на 90% МБ у 80% обследуемых. Серия последовательных МБ сопоставимой амплитуды и интенсивности (с недельным интервалом) вызывает у 50% обследуемых адаптационный эффект, 20% реагируют последовательным возрастанием значений ЭП, с выходом на длительное (до 5 суток) “*плато*” аномально высоких показаний.

Авторы рассматривают реакцию на МБ как естественный фактор, позволяющий организму адаптироваться к ритмам внешней среды. МБ является внешним синхронизатором, повышающим степень слаженности работы органов и систем, а для нормально функционирующего организма такой тренинг необходим. При этом субъективная реакция на МБ у участников эксперимента не отмечалась. Появление излишней возбудимости в фазе гиперфункции и жалоб на плохое самочувствие в фазе депрессии является первым сигналом организма о неблагополучии состояния нервной системы и соответствующих органов.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ПОЛЯ, ИХ БИОТРОПНОСТЬ И НОРМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

В. В. Любимов, М. В. Рагульская

*Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн РАН,
lyubimov@izmiran.rssi.ru, mary@izmiran.rssi.ru*

К настоящему времени известно, что все диапазоны электромагнитных излучений (ЭМИ) оказывают влияние на здоровье и работоспособность людей, причем последствия этого влияния могут быть весьма отдаленными. Однако, мало кто осознает тот факт, что вся жизнь современного человека проходит в условиях повышенной концентрации неблагоприятных электромагнитных факторов, изменивших существование всего человечества и только в последнее столетие. Обычно, говоря о неблагоприятном воздействии искусственных электромагнитных полей (ЭМП), имеют ввиду излучение бытовой техники, наводок питающей сети, транспорта и линий электропередач. Все это справедливо, но это лишь малая часть от проблем, возникающих у человеческого организма при адаптации к новым электромагнитным условиям. С развитием технологической цивилизации появились не только новые приборы и транспортные средства. Изменился тип жилья - вместо деревянных или каменных домов возникли железобетонные конструкции, экранирующие привычные для биосистем естественные, пространственно квазиоднородные ЭМП, и создающие локально непредсказуемые распределения техногенных наводок.

Вместо традиционных натуральных хлопковых, шерстяных или льняных тканей, практически не изменяющих распределение поверхностных зарядов на теле человека появились синтетические изделия на порядки (!) увеличивающие электрическое поле на поверхности кожи. Вместо пробежек босиком по траве или прогулок в кожаной обуви по земляным дорогам, которые были столь полезны ногам наших предков, наши ноги раздражаются электрическими разрядами при каждом шаге, когда подошва синтетической обуви касается асфальта. На поверхности пластмассовых изделий, окружающих нас в быту, наводится огромный электростатический заряд. И это лишь краткий перечень резко изменившихся за последнее столетие электромагнитных условий, окружающих человека. 100 лет – слишком незначительное время для устойчивых адаптационных изменений человеческой популяции. Поэтому на данный момент речь скорее может идти не о приспособлении, а о технологии выживания человека как биологического вида в условиях повсеместного техногенного загрязнения среды обитания. Когда изменения внешних условий столь глобальны, а возможные последствия весьма отрицательны, то это уже экологические проблемы, которые должны решаться и рассматриваться комплексно, на уровне государственных программ и содружества ученых различных специальностей.

ИНСТРУМЕНТАРИЙ ДЛЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО МОНИТОРИНГА И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ: МАГНИТОМЕТРЫ

В.В. Любимов

*Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн
РАН, lyubimov@izmiran.rssi.ru*

Анализ научных публикаций последних лет, посвященных описанию результатов исследований биологического действия электромагнитных полей (ЭМП) на органы и системы живого организма, показывает о наличии чувствительности к воздействиям ЭМП практически всех основных физиологических систем, которые обеспечивают оптимальное его функционирование и взаимодействия с окружающей средой. Известно, что ЭМП может влиять на организм как на уровне физико-химических условий протекания ферментных реакций в клетках, так и являться стрессорным механизмом, воздействующим на его регуляторные системы.

С появлением результатов, свидетельствующих о влиянии ЭМП на здоровье человека, не утихает полемика “о достоверности их получения”. Основным поводом для таких сомнений является не столько отсутствие четких представлений о механизмах действия ЭМП, сколько то, что в большинстве своем исследователи использовали достаточно разрозненные показатели величины его экспозиции. То есть отсутствовал как общий подход в применении экспозиционных доз воздействия ЭМП при проведении экспериментов, так и необходимые для проведения этих экспериментов средства измерений и контроля ЭМП.

С появлением в начале 90-х годов современных инструментов, позволяющих с высокой точностью контролировать процесс создания и параметры ЭМП при проведении медико-биологических исследований и электромагнитного мониторинга (ЭММ) окружающей среды в помещениях, появилась реальная возможность к систематизации проводимых исследований, решению вопросов электромагнитной совместимости результатов исследований, их воспроизводимости и нормирования действия ЭМП на человека.

На протяжении последних лет в **ИЗМИРАН** в этом направлении постоянно ведутся работы по созданию уникальных научных приборов. Традиционным направлением в институте остается создание различных типов диагностических магнитометров (**ДМ**) для проведения ЭММ и проведения экологических исследований, в том числе для исследования естественных ЭМП. Так, в последние годы было продолжено создание новых моделей индикаторов магнитной бури (**ИМБ**) и регистраторов магнитной активности на базе цифровых систем сбора и накопления информации типа “**IDL**”, позволяющих кроме магнитометрических подключать и другие датчики физических полей.

МАЛОГАБАРИТНЫЙ ЦИФРОВОЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ РЕГИСТРИРУЮЩИЙ МАГНИТОМЕТР ДЛЯ НАУКИ И МЕДИЦИНЫ

Кириаков В.Х., Любимов В.В.

*Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн
РАН, kirik@izmiran.rssi.ru, lyubimov@izmiran.rssi.ru*

Достижения в области интегральной и микропроцессорной техники позволили перейти к созданию нового поколения научно-исследовательской аппаратуры, отличающейся не только улучшенными техническими характеристиками, но и позволяющей получать качественно новую информацию о процессах, происходящих в Земной коре, в воздушной и водной окружающей среде. Новое поколение микропроцессорной измерительно-вычислительной техники существенно расширило функции приборов и заметно улучшило их технические характеристики.

При наличии в приборах встроенного микропроцессора появляется возможность осуществления легко доступной связи между ними, обеспечения двустороннего обмена информацией, программного автоматического изменения самой программы и режима измерений, формирования различных кодовых посылок, повышающих помехоустойчивость и быстродействие канала связи. Все это наделяет созданный прибор как бы интеллектом, то есть способностью без помощи оператора (извне) осуществлять автоматический контроль и проведение измерений.

В течение последних лет в **ИЗМИРАН** активно проводились инициативные работы по созданию интеллектуальных переносных малогабаритных приборов на основе современных достижений микропроцессорной техники и на современной элементной базе. Так в начале 2003 г. был разработан опытный образец и на его основе выпущена малая серия переносных магнитометрических приборов **MAGIC МФ-03-Р**, позволяющих решать большой круг научно-исследовательских задач в области геофизики, медицины и магнитобиологии, использовать их для проведения электромагнитного мониторинга окружающей среды в локальных помещениях и для общеобразовательных целей. Прибор может использоваться для оценки интенсивности магнитной бури в любом районе Земного шара в реальном масштабе времени, использоваться в качестве инструмента для оснащения магнитных камер в лечебных и диагностических центрах, использоваться медицинскими учреждениями для внесения необходимых изменений в курс лечения больных людей, подверженных повышенной чувствительности к изменениям магнитного поля. А использование прибора службами санэпиднадзора позволяет выявлять и определять местонахождение "вредных" электромагнитных излучений искусственного происхождения, оказывающих воздействия на человека на его рабочем месте.

“ГИПОМАГ”- ПРИБОР ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ГИПОГЕОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ И ПОМЕЩЕНИЙ

В.Х. Кириаков, В.В. Любимов

*Институт земного магнетизма, ионосферы
и распространения радиоволн РАН*
kirik@izmiran.rssi.ru, lyubimov@izmiran.rssi.ru

В настоящее время все больший интерес вызывает проблема здоровья и защиты людей, по роду своей работы или деятельности длительное время находящихся в экранирующих естественные электромагнитные поля герметически закрытых тонко- и толстостенных помещениях (например, в самолетах, в космических аппаратах, в морских судах, в закрытой военной технике, в подземных сооружениях, в метро и т.д.). При этом на организм человека воздействует *"гипогеомагнитное поле"* (ГГМП), - ослабленное геомагнитное поле, - это магнитное поле (МП) внутри обычного или экранированного помещения, которое определяется суперпозицией МП, создаваемых геомагнитным полем, полем от ферромагнитных частей конструкции помещения, полем постоянного тока, протекающего по шинам, отдельным частям конструкции или внутри нее.

Длительное воздействие ГГМП на человека приводит к снижению его работоспособности, негативному действию на его здоровье. Такие поля являются биологически активным фактором, вызывающим ряд изменений на физиологическом, биохимическом и морфологическом уровнях функционирования организма. Поэтому в России в 2002-м году вышел в свет ГОСТ Р 51724-2001, регламентирующий, на основании последних СанПиН Р2.2.755-99 и других нормативных документов, контроль условий труда при работе в условиях ГИМП.

Для контроля параметров, регламентированных этим ГОСТом в ИЗМИРАН создан магнитометрический прибор, позволяющий реализовать контроль всех основных и дополнительных параметров ГГМП. С помощью такого прибора можно проводить электромагнитный мониторинг производственных и жилых помещений их сертификацию, картирование, осуществлять контроль уровня электромагнитной обстановки в электронной промышленности, на рабочих местах, на транспорте, в локальных и гипомагнитных помещениях.

ДЕНСИТОМЕТР ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ (ДЕНИС)

Недорезов В.Г.

Институт ядерных исследований РАН

Vladimir@ipc.inr.ac.ru

Разработан диагностический прибор (цифровой рентгеновский денситометр), позволяющий проводить оценку массы костной ткани вокруг имплантантов, в частности, эндопротезов суставов в предоперационном и послеоперационном периодах. Непосредственное функциональное значение изделия состоит в неинвазивном измерении минеральной плотности костной ткани вокруг эндопротеза с одновременным получением изображения исследуемого отдела скелета. Кроме того, данный прибор может быть использован для диагностики остеопороза с исследованием минеральной плотности кости в проксиальном отделе бедра. Разработка может быть использована в массовом обследовании населения с целью ранней диагностики остеопороза и других костных заболеваний, обследований качества протезирования и других применениях, связанных с заболеваниями костей. Денситометр представляет собой автономный прибор, позволяющий в стационарных условиях производить рентгеновское обследование костей человека, определять плотность костной ткани в заданном месте со статистической точностью не хуже 1%, моментально получать рентгеновское изображение с высоким качеством, производить анализ этого изображения и передавать его в любые медицинские центры для консультаций. Стоимость установки в несколько раз ниже, чем у существующих зарубежных и отечественных аналогов. Клинические испытания денситометра «ДЕНИС» успешно проведены в Центральном Институте Травматологии и Ортопедии им. Н.Н.Приорова (ЦИТО) МЗ РФ.

СИСТЕМНАЯ ПЕРЦЕПЦИЯ СЛАБЫХ СИГНАЛОВ – «ХОЛО-ИНФОРМАЦИОННАЯ» ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА ОРГАНИЗМА

М. И. Шадури, Т. Р. Давиташвили, В.М. Лебедев

Центр Биоголографии (Тбилиси, Грузия; Москва, Россия)
mshaduri@bioholography.org ; : bioholography@mail.ru

Исследована системная реакция организма человека на воздействие кратковременных информационных сигналов. Системные сдвиги в ответ на одиночные (1-2 сек.) магнитные и электромагнитные полевые сигналы нетепловой интенсивности оценивались путем дискретной и непрерывной регистрации газоразрядных корон дистальных участков тела человека (пальцев рук, кончика носа, локтей и др.). В работе использовано устройство «ГРВ-Камера» [1].

Принципы, лежащие в основе газоразрядной визуализации, которая более известна, как «Эффект Кирлиан» [2], подробно описаны в [1].

Проблема малой воспроизводимости результатов при исследовании индуцированной эмиссии биологических объектов была частично решена путем разработки оригинальной методики работы с «ГРВ-Камерой» [3].

Сделаны следующие выводы:

- биологические системы реагируют на кратковременные и слабые физические сигналы целостно и нелокально: системная реакция организма не зависит от области приложения и характера информационного сигнала;
- биологические эффекты внешних магнитных и электромагнитных импульсов нетепловой интенсивности реализуются на масштабах времени, значительно превышающих длительность самого воздействия. Неспецифичная и двухфазная системная реакция организма продолжается не менее 90-120 минут после перцепции информационного сигнала (длительностью 1-2 сек.);
- Доказывается, что перцепция слабых физических сигналов является прерогативой ранее неизвестной функциональной системы волнового типа («Холо-информационная система»), которая играет ведущую роль и в процессах информационных взаимодействий внутри организма [4].

1. Коротков К.Г. /Основы ГРВ биоэлектрографии. СПб.: СПбГИТМО (ТУ), 2001. С. 13-79.
2. Кирлиан С.Д., Кирлиан В.Х. / М.: Знание, 1964.
3. Shaduri M., Tshitshinadze G., Davitashvili T. // Bulletin of the Georgian Academy of Sciences. 2002. № 2. P. 264.
4. Шадури М.И., Чичинадзе Г.К., Лебедев В.М. // Лазер-Информ. 2003. №11 (266). С. 11-16.