

ЛАБОРАТОРИЯ МЕДИКО-ФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ЛАЗЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ГУ МОНИКИ им. М.Ф.Владимирского

д.т.н., зав. лабораторией, Рогаткин Д.А.



Государственное учреждение Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф.Владимирского (ГУ МОНИКИ им. М.Ф.Владимирского) – один из старейших и крупнейших научно-исследовательских медицинских центров в нашей стране.

Достаточно сказать, что первым предшественником МОНИКИ был противочумный карантин – «Карантинный дом», созданный в 1772г. на 3-й Мещанской улице в Москве (ныне ул. Щепкина) и преобразованный через 4 года по указу Императрицы Екатерины II в "Екатерининскую Императорскую Больницу" на 150 коек. С 1835 г. больница стала называться Старо-Екатерининской. Зарождающаяся государственная медицина в России свои первые шаги во многом начинала именно с нее. Не все знают, но именно здесь начинали свою трудовую деятельность и работали в разное время такие знаменитые врачи, будущие академики и профессора, как Н. Бурденко, П. Герцен, Н.Семашко, А.Вишневский, Н.Блохин и др. Старо-Екатерининская больница служила еще и прекрасной клинической базой для обучения студентов Медицинского факультета Московского Императорского Университета.

Как крупный, многопрофильный научный центр, находящийся на переднем крае научных исследований, МОНИКИ в своем составе на протяжении всей своей новейшей истории, начиная с 1960-х годов, имел не только специализированные лечебные, клинко-диагностические или лабораторные службы и подразделения, но также включал в себя и ряд экспериментальных медико-технических подразделений, необходимых для развития технического оснащения института и решения научно-практических задач, находящихся на стыке проблем медицины, физики и техники. Примером таких подразделений может служить созданная в 1965г. при появившемся тогда новом радиологическом отделении института и функционирующая и сегодня физико-дозиметрическая лаборатория (рук. Комова М.М.). В период 1970-1982 гг., когда интенсивно в клиническую практику начали внедряться различные радиоэлектронные, телевизионные и электронно-вычислительные приборы и устройства, в институте активно функционировали лаборатория медицинской электроники (рук., д.м.н. Эскин Э.Я.) и лаборатория автоматизации (рук. Коряков), впоследствии послужившие основой для создания объединенной лаборатории автоматизации и электроники, а позже – лаборатории медицинской кибернетики и отдела компьютерных технологий. Здесь же необходимо упомянуть и существовавшую в середине 1980-х годов на базе МОНИКИ совместную с

Радиотехническим институтом АН СССР (МРТИ им. А.Л. Минца) лабораторию медицинской радиоэлектроники (рук. от МРТИ Речицкий В.И.), сыгравшую ключевую роль в развитии лазерных технологий в МОНИКИ в конце 1980-х - начале 1990-х годов. Именно на ее основе в 1989г. в МОНИКИ создается специализированная лаборатория «Лазерная медицина» (рук., д.м.н. Александров М.Т.) путем объединения «лазерной» медицинской группы лаборатории экспериментальной и клинической патофизиологии и группы инженеров-лазерщиков совместной с МРТИ лаборатории медицинской радиоэлектроники.

С этого момента в МОНИКИ интенсивно начинают развиваться научные исследования с использованием лазерного излучения. Направления по низкоинтенсивной лазерной терапии (НИЛТ), фотодинамической терапии (ФДТ), лазерной хирургии (ЛХ) становятся неотъемлемой частью многих фундаментальных исследований в отделениях радиологии, физиотерапии, сердечно-сосудистой хирургии, терапевтической и хирургической эндокринологии, офтальмологическом и эндоскопическом отделениях, в ЛОР-клинике и т.д. Потрясающий энтузиазм д.м.н. Александрова М.Т. (не подкрепленный, правда, как выяснилось позже, глубиной научного подхода) выводит МОНИКИ в 1990-е годы на одно из лидирующих мест по внедрению лазеров в практическое здравоохранение. Многие руководители упомянутых выше подразделений (д.м.н. Александров М.Т., д.м.н. Зенгер В.Г., д.м.н. Романов Г.А., к.м.н. Гилянская Н.Ю. и др.), а также их ведущие научные сотрудники (д.м.н. Терещенко С.Г., д.м.н. Наседкин А.Н., к.м.н. Лапрун И.Б., к.м.н. Быченков О.А. и др.) становятся широко известными специалистами не только в своей области, но и в области лазерной медицины.

Однако основным, профилирующим направлением научных исследований лаборатории лазерной медицины МОНИКИ под руководством д.м.н. Александрова М.Т. была неинвазивная лазерная диагностика – лазерная биофотометрия (позднее – биоспектрофотометрия) [1]. Совместно с к.т.н. Евстигнеевым А.Р., основным техническим разработчиком и создателем биофотометров в нашей стране, они внедряют в 1990-1992г. в клиническую практику МОНИКИ первые отечественные серийные биофотометры – «Белка», «Уник» и др.



Рис. 1. Двухканальный биофотометр «Белка», 1991г.

Параллельно в эти же годы при участии лаборатории «Лазерная медицина» в качестве медицинского соисполнителя создаются и проходят в МОНИКИ клинические испытания первые российские лазерные фотоплетизмографы, акусто-оптические спектроанализаторы для медицины, приборы флюоресцентной диагностики «ЛЭСА» (разработки группы д.ф.-м.н. Лощенова В.Б.) и ряд других лазерных диагностических приборов и устройств медицинского назначения. Ключевая идея Александрова М.Т. о возможности лазерными (оптическими) методами определять неинвазивно (без нарушения целостности тканей и органов) и в реальном времени особенности клинического состояния биотканей, а также отслеживать реакцию органов и систем организма на лечебные процедуры, в частности на процедуры НИЛТ и ФДТ по изменению параметров микроциркуляции крови, кладется в основу ряда диссертационных исследований в МОНИКИ, целой серии патентов на способы диагностики и лечения заболеваний и, соответственно, серии утвержденных методических рекомендаций Минздрава РФ того времени [2-7]. В конце 1990-х – начале 2000-х годов это лазерное диагностическое направление в МОНИКИ получает новое уточняющее и обобщенное название «*Неинвазивная медицинская спектрофотометрия*» (НМС) и окончательно формируется как самостоятельное и новое научное направление [8, 9].

Однако в начале XXI века среди передовых, наукоемких и многообещающих медицинских технологий стали обозначать себя и такие междисциплинарные новые научные направления, как цифровая визуализация и обработка медицинских изображений, медицинские нанотехнологии, нейробиология, медицинские роботы и др. Содружество медицины, физики и других точных физико-технических наук во многих странах мира стало выходить на новый уровень системного, глубоко интегрированного и непрерывного взаимодействия для решения масштабных фундаментальных научных проблем, которые ранее невозможно было решить усилиями одних только врачей, биологов или физиков. Появляется и уверенно становится на ноги новое мультидисциплинарное направление по медицинской физике – *нерадиационная медицинская физика*¹, в задачи которого, помимо традиционных задач физики ионизирующих излучений и радиационной дозиметрии, стали включаться и задачи не радиационной медицины и биофизики: изучение слабых естественных физических полей в организме человека, задачи

¹ Строго говоря, хотя и принято начинать отсчет медицинской физике с открытия радиоактивности и первых работ в клинике молодого физика С.Русса в 1913г. [10], медицина и физика на протяжении всей своей истории всегда шли рука об руку. Многие классики физики (Фуко, Пуазейль, Гельмогльц, Томас Юнг и др.) были по образованию врачами [11]. В России первое медико-физическое общество при МГУ появилось еще в 1808г., а первые упоминания применения физических методов лечения в медицине относятся все к той же Старо-Екатерининской больнице, когда в ней в 1793г., спустя всего два года (!) с публикации открытия «животного электричества» Л.Гальвани, была применена «электрическая машина с лечебной целью». С этого момента ведет свой отсчет физиотерапия в России...

физико-математического моделирования процессов в органах и системах человека, задачи биофизики сложных систем, медицинских нанотехнологий и т.д.

Поэтому с января 2009г. в структуре МОНИКИ по инициативе директора института и зам. директора по научной работе (д.м.н., проф. Шумский В.И.) произошли соответствующие изменения, и на базе утративших к этому времени свое научное предназначение лабораторий «Экспериментальная и клиническая патофизиология» и «Лазерная медицина» была приказом директора № 563 от 27.10.2008г. на основании решения Ученого Совета института организована новая лаборатория «Медико-физических исследований», которую возглавил работавший с 2000г. после увольнения проф. Александра в радиологическом отделении МОНИКИ, в.н.с., автор данной статьи, д.т.н. Рогаткин Д.А.



Сегодня лаборатория «Медико-физических исследований» состоит из научной группы во главе с заведующим лабораторией, группы инженерно-технического персонала, клиники экспериментальных животных (вивария), биологов, ветврача, лаборантов, среднего и младшего медицинского персонала общей численностью в 30 штатных единиц, что не уступает по численности и организационной структуре ведущим европейским лабораториям аналогичного профиля. В основные задачи лаборатории входит:

- Планирование, организация и выполнение самостоятельно и совместно с другими подразделениями института фундаментальных поисковых научных исследований на стыке медицины, физики и биологии.

- Расширение межведомственного взаимодействия МОНИКИ с ведущими научными институтами системы РАН и РАМН, высшими учебными заведениями и другими организациями, занимающимися фундаментальными научными исследованиями в области биологии, медицины, медицинской физики и медицинского приборостроения.

- Разработка и обоснование по результатам исследований новых принципов действия новых лечебно-диагностических приборов и устройств, методов и технологий для нужд здравоохранения Московской области и медицинской науки в целом.

- Оказание научной, методической и необходимой организационно-технической помощи специалистам других подразделений института и других учреждений системы здравоохранения Московской области в грамотном выборе, расчете, определении и обосновании дозировок и режимов физических неионизирующих воздействий на пациента и лабораторных животных.

Среди научных направлений, определенных для лаборатории в качестве приоритетных на ближайшие 5 лет, можно отметить такие направления как медицинские нанотехнологии и вопросы биологической активности и безопасности наноструктурированных материалов и препаратов на их основе, биофизика нервно-мышечной и кровеносной систем, нейробиология,

медицинские роботы. Однако профилирующим разделом научных исследований лаборатории на 2010-2015гг. остаются исследования в области лазерной НМС («лазерный символ» включен и в эмблему лаборатории [12]). За период 2000-2008гг. в этом направлении в МОНИКИ были проработаны многие вопросы научных основ проектирования и конструирования приборов для НМС [13, 14], вопросы физико-математического моделирования распространения лазерного излучения в светорассеивающих биологических тканях и средах [15-17], изучен ряд проблем методического плана по интерпретации результатов НМС [18-22]. Совместно с ФГУПП НПП «Циклон-Тест» и ООО НПП «ЛАЗМА» были разработаны и доведены до практического применения такие новые приборы НМС, как портативный оптический тканевый оксиметр «Спектротест» ([23], Рег. Уд. ФС 022а2006/3254-06, рис. 2.) и многофункциональный лазерный диагностический комплекс «ЛАКК-М» ([24, 25], Рег. Уд. № ФСР 2009/05953, рис. 3).

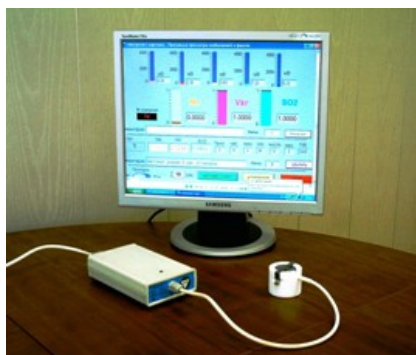


Рис. 2. Оптический оксиметр «Спектротест» 2006г.

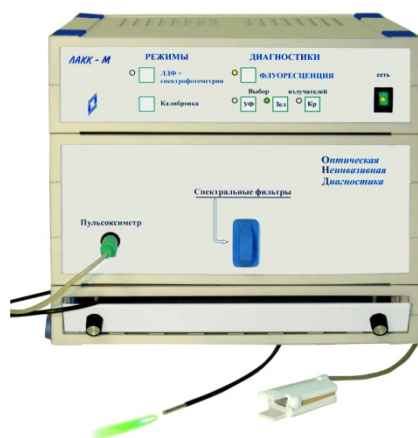


Рис. 3. Диагностический комплекс «ЛАКК-М» 2009г.

Сегодня работы лаборатории медико-физических исследований МОНИКИ в области лазерной тематики сосредоточены, главным образом, на изучении вопросов метрологического и методического обеспечения оптических методов диагностики. На базе 4-х приборов серии «ЛАКК», комплекса «ЛЭСА», универсального диагностического комплекса «ЛАКК-М» и 4-х оптических оксиметров «Спектротест» оборудовано 5 комплексных рабочих мест в МОНИКИ, где ежедневно проходят НМС-обследования по разным показаниям пациенты восьми разных

клиник института. Ведутся исследования по разработке практических методик применения НМС и интерпретации результатов сочетанного применения разных методов НМС в различных областях медицины. Дополнительно одно рабочее место в МОНИКИ оборудовано лазерным когерентным томографом ОКТ-1 по договору о научно-техническом сотрудничестве с Институтом прикладной физики РАН (г. Нижний Новгород). Таким образом, на наш взгляд, сегодня МОНИКИ оснащен приборами и специалистами в области лазерной неинвазивной диагностики (НМС) лучше любого другого учреждения здравоохранения в России.

Но нельзя сказать, что только областью диагностики ограничены сегодня все применения лазеров в клиниках МОНИКИ. Просто многие направления использования лазеров в медицине сегодня уже не требуют ежедневного участия в исследованиях специалистов по медицинской физике. Многие «лазерные» НИР давно выполняются в институте уже автономно, силами только врачей и научных сотрудников профильных отделений МОНИКИ, а специалисты лаборатории медико-физических исследований лишь изредка консультируют их по мере необходимости. Так, исторически сильным и большим фундаментальным фрагментом лазерной научной тематики в МОНИКИ являются работы отделения сердечно-сосудистой хирургии (рук., д.м.н., проф. Казанчан П.О.) совместно с ИПЛИТ РАН (г. Шатура) по разработке и внедрению метода трансмиокардиальной лазерной реваскуляризации миокарда (ТЛРМ) в хирургическом лечении больных ишемической болезнью сердца. Все процедуры ТМЛР выполняются на отечественном аппарате «Перфокор» и сочетаются с операциями прямой реваскуляризации миокарда (аорто-коронарного шунтирования). Разработанные маршруты операции выполняются из стернотомического доступа, как по классической методике (в условиях искусственного кровообращения), так и по малоинвазивной методике на бьющемся сердце. Большой объем лазерной тематики традиционно присутствует в отделении офтальмологии (рук. д.м.н., проф. Рябцева А.А.). Более того, с января 2004 года по распоряжению губернатора Московской области при МОНИКИ организована еще и выездная лазерная офтальмологическая бригада для оказания высококвалифицированной офтальмологической помощи жителям Подмосковья «на месте», оснащенная передвижной лазерной операционной с коагулирующим лазером «VIRIDIS-532» и диагностическим оборудованием, смонтированным в единый комплекс на автомашине марки ЗИЛ "Бычок" (рис. 4). За рабочий день бригадой выполняется не менее 5 лазерных операций и 10 диагностических приемов. Выполняются: лазерная коагуляция сетчатки, в т.ч. барраж макулы, секторальная лазерная коагуляция, лазерная трабекуло- и гониопластика и т.п. (рис. 5).



Рис. 4. Мобильная лазерная офтальмологическая операционная МОНИКИ.



Рис. 5. Работа в мобильной лазерной операционной.

Новый эффективный метод лазерной некрэктомии у больных с гнойно-некротическими поражениями стоп, в том числе лечение гнойной инфекции, протекающей на фоне диабетической ангиопатии вследствие наличия сахарного диабета, разработан под руководством специалистов МОНИКИ на базе Видновской ЦРБ и ЦГБ №2 г. Подольска Московской области. К числу преимуществ использования этой методики относится полная стерилизация раны. Выполненная лазерная санация раны способствует образованию пленки коагуляционного некроза, который служит биологическим барьером, уменьшая при этом бактериальную обсемененность (рис. 6).



Рис. 6. Лазерная хирургическая CO_2 -обработка гнойно-некротической раны у больной с нейро-ишемической формой синдрома диабетической стопы.

Большой объем исследований с применением лазеров был проведен в ЛОР-клинике МОНИКИ в 1995-2007гг. под руководством д.м.н., проф. Зенгера В.Г. (сегодня клинику возглавляет д.м.н., проф. В.М.Свистушкин). Терапевтические применения низкоэнергетических лазеров ежедневно присутствуют и исследуются в отделении физиотерапии МОНИКИ (рук. д.м.н., проф. Герасименко М.Ю.), в отделении торакальной хирургии (рук. д.м.н., проф. Мазурин В.С.), эндоскопическом отделении МОНИКИ (рук. д.м.н., проф. Терещенко С.Г.) и ряде других клиник института. Более того, все разрабатываемые новые лазерные методы и технологии сразу же после их апробации и утверждения в установленном законом порядке внедряются в практическое здравоохранение на местах в Московской области – в ЛПУ и ЦРБ всех 12 медицинских округов области, в городах Балашиха, Егорьевск, Коломна, Мытищи, Дмитров, Дубна и т.д. Это еще одна задача и функция МОНИКИ – научно-организационная областная работа. МОНИКИ – головной научно-методический центр Московской области. И лазерная тематика постоянно присутствует и в этой работе. Не случайно значительная часть из перечисленных выше руководителей отделений, лабораторий и клиник МОНИКИ и их комплексная научная работа «Разработка новых лазерных медицинских технологий в диагностике и лечении хирургических заболеваний и внедрение их в клиническую практику лечебно-профилактических учреждений Московской области» в уходящем 2009г. номинирована на премию Губернатора Московской области в номинации «За достижения в области здравоохранения».

Литература²:

1. Александров М.Т. Лазерная клиническая биофотометрия (теория, эксперимент, практика). – М.: Техносфера, 2008. – 584с.
2. Поляков П.Ю., Александров М.Т., Быченков О.А. и др. Способ лечения онкологических больных. // Патент РФ №2088285 от 27.08.97, МКИ А61 N5/06, А61 N5/10 с приоритетом от 12.06.95г., Бюл. №24/1997.
3. Романов Г.А., Терещенко С.Г., Барыбин В.Ф. и др. Способ лечения доброкачественных эрозивно-язвенных поражений верхнего отдела желудочно-кишечного тракта. // Патент РФ №2155619, МКИ А 61 N 5/00, с приоритетом от 28.07.97г. – Бюл. №25/2000.
4. Александров М.Т. Разработка методов лазерной биофотометрии для диагностики и лечения хирургических заболеваний. // Дисс.....д.н.м. – М.: МОНИКИ, 1992. – 154с.

² Большинство из указанных авторских публикаций доступно в полнотекстовом режиме на сайте <http://page-nii-r2.narod.ru>

5. Быченков О.А. Лучевая терапия злокачественных опухолей орофарингеальной зоны и кожи с использованием радиомодифицирующего действия лазерного излучения // Автореф. дисс..... к.м.н. – М.: МОНИКИ, 2000. – 26с.
6. Аваш Ю.Б., Шумский В.И., Поляков П.Ю. и др. Метод спектрофотоплетизмографической объективизации микроциркуляции крови и оксигенации тканей при воздействии лазерного излучения на деструктивно-воспалительные и опухолевые процессы в тканях и органах // Методические рекомендации №97/122 Минздрава РФ от 12.11.98г. - М.: МОНИКИ, 1998г. - 22с.
7. Романов Г.А., Терещенко С.Г., Барыбин В.Ф. и др. Лечебная эндоскопия с лазерным излучением в комплексной терапии доброкачественной эрозивно-язвенной патологии верхнего отдела желудочно-кишечного тракта. Методические рекомендации Минздрава РФ №97/101 - М.: МОНИКИ, 1998г. - 15с.
8. Рогаткин Д.А. Лазерная клиническая диагностика как одно из перспективных направлений биомедицинской радиоэлектроники следующего тысячелетия // Биомедицинская радиоэлектроника, №3, 1998. - с.34-41.
9. Рогаткин Д.А., Лапаева Л.Г. Перспективы развития неинвазивной спектрофотометрической диагностики в медицине // Медицинская техника, №4, 2003. – с.31-36.
10. Jennings A. The early days of medical physics // Materials of 10th session of the European School of Medical Physics in Archamps, France. - Archamps, MedicalPhysicsWeb, 2007.
11. Рогаткин Д.А., Гишинская Н.Ю. Избранные вопросы физики для физиотерапевтов. – М.: МЕДпресс-Информ, 2007. – 112с.
12. <http://medphyslab.ru>
13. Рогаткин Д.А., Лапаева Л.Г. Комплексный биотехнический подход на этапе идейно-технического проектирования многофункциональных диагностических систем для медицинской неинвазивной спектрофотометрии // Биомедицинские технологии и радиоэлектроника, №8-9, 2008. – стр.89-97.
14. Рогаткин Д.А. Базовые принципы организации системного программного обеспечения многофункциональных неинвазивных спектрофотометрических диагностических приборов и комплексов // Медицинская техника, №2, 2004. – с.8-12.
15. Рогаткин Д.А. Об особенностях в определении оптических свойств мутных биологических тканей и сред в расчетных задачах медицинской неинвазивной спектрофотометрии // Медицинская техника, №2, 2007. – стр. 10-16.
16. Хачатурян Г.В., Рогаткин Д.А. Метод моментов в решении задач расчета аутофлуоресценции биологических тканей. // Оптика и спектроскопия, т.87, №2, 1999 - с.258-265.

17. Рогаткин Д.А. Дифракция электромагнитных волн на случайно-шероховатой поверхности как граничная задача взаимодействия лазерного излучения со светорассеивающими материалами и средами // Оптика и спектроскопия, т.97, №3, 2004. – с.484-493.

18. Клебанов Г.И., Рогаткин Д.А., Терещенко С.Г. Измерение поверхностной флуоресценции эндогенных порфиринов в процессе лазерной терапии язв желудка и 12-перстной кишки // Биофизика, т.49, №5, 2004. – с.941-947.

19. Любченко П.Н., Горенков Р.В., Рогаткин Д.А., Гинзбург М.Л., Карпов В.Н. Использование лазерных методов диагностики для оценки трофических нарушений в дистальных отделах тканей верхних конечностей у больных вибрационной болезнью // Лазерная медицина, т.9, №3, 2005. – с. 38-43.

20. Горенков Р.В., Карпов В.Н., Рогаткин Д.А., Шумский В.И. Хроническая гипоксия как один из факторов повышенной флуоресценции эндогенных порфиринов в живых биологических тканях // Биофизика, т.52, № 4, 2007. – с.711-717.

21. Рогаткин Д.А., Быченков О.А., Лапаева Л.Г. Точность, достоверность и интерпретация результатов *in vivo* лазерной флуоресцентной диагностики в спектральном диапазоне флуоресценции эндогенных порфиринов // Оптический журнал, т. 76, №11, 2009. - с. 46-53.

22. Рогаткин Д.А., Быченков О.А., Поляков П.Ю. Неинвазивная медицинская спектрофотометрия в современной радиологии: вопросы точности и информативности результатов измерений. // Альманах клинической медицины, Т. XVII. Часть 1. – М.: МОНИКИ, 2008. - стр. 83-87.

23. Рогаткин Д.А., Колбас Ю.Ю. Диагностическое устройство для измерения физико-биологических характеристик кожи и слизистых оболочек *in vivo* - Патент РФ №2234853 от 26.12.2002., Бюл. №24/2004.

24. Рогаткин Д.А., Сидоров В.В., Шумский В.И. Диагностический комплекс для измерения медико-биологических параметров кожи и слизистых оболочек *in vivo* // Патент РФ №2337608 от 11.05.2007, Бюл. №31/2008.

25. Rogatkin D.A., Lapaeva L.G., Petritskaya E.N., Sidorov V.V., Shumskiy V.I. Multifunctional laser noninvasive spectroscopic system for medical diagnostics and metrological provisions for that // Proc. SPIE, Vol. 7368, 2009. - 73681Y.