

## 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].

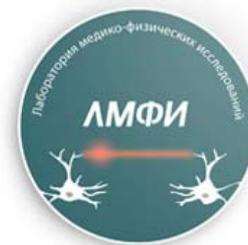
Однако в начале XXI века среди передовых, наукоемких и многообещающих медицинских технологий стали обозначать себя и такие междисциплинарные новые научные направления, как цифровая визуализация и обработка медицинских изображений, медицинские нанотехнологии, нейробиология, медицинские роботы и др. Содружество 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*<sup>1</sup>, 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

---

<sup>1</sup> 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.

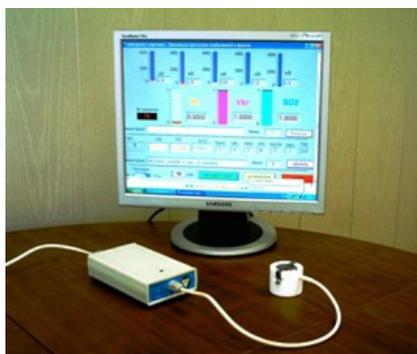
- Расширение межведомственного взаимодействия МОНИКИ с ведущими научными институтами системы РАН и РАМН, высшими учебными заведениями и другими организациями, занимающимися фундаментальными научными исследованиями в области биологии, медицины, медицинской физики и медицинского приборостроения.

- 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.

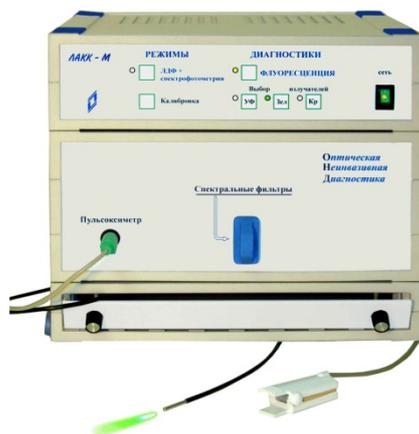
- Оказание научной, методической и необходимой организационно-технической помощи специалистам других подразделений института и других учреждений системы здравоохранения Московской области в грамотном выборе, расчете, определении и обосновании дозировок и режимов физических неионизирующих воздействий 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<sub>2</sub>-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».

### **Литература<sup>2</sup>:**

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.

---

<sup>2</sup> 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 10<sup>th</sup> 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.