

Оптическая диффузионная томография.

Одним из инновационно-ориентированных проектов, выполняемых в настоящее время в МЛЦ МГУ, является разработка принципиально нового метода диагностики сильно рассеивающих сред и, в первую очередь, биологических объектов - метода оптической диффузионной томографии.

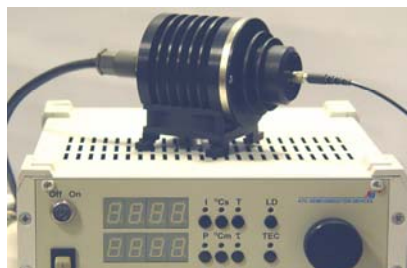
Томографией называется любой метод построения виртуальных трехмерных (3D) моделей внутренней структуры реальных объектов. Такие модели, содержат информацию о пространственных распределениях определенных физических параметров и широко используются в настоящее время в медицине, дефектоскопии, при моделировании самых разных физических и технологических процессов. Именно с помощью томографов решаются задачи ранней диагностики наиболее опасных заболеваний, обеспечивается самый надежный контроль качества производимых изделий. Разные методы томографии отличаются друг от друга, прежде всего, тем, что они «чувствительны» к разным физическим параметрам. Это может быть и коэффициент поглощения квантов рентгеновского излучения (компьютерная томография), и концентрация атомов водорода (ЯМР томография), и акустический импеданс (УЗИ), и удельная электропроводность, и многое-многое другое.

Одним из самых перспективных методов такой диагностики считается оптическая томография, основанная на использовании маломощного непрерывного лазерного излучения и направленная на восстановление информации о пространственных распределениях коэффициентов поглощения и рассеяния света в ближнем инфракрасном (ИК) диапазоне. С точки зрения медицинских приложений ее основным достоинством является уникально низкая стоимость необходимого оборудования и практически полная безвредность, поскольку живые организмы адаптированы к воздействиям такого рода. Однако практическая реализация этого метода применительно к объектам большого размера чрезвычайно сложна, т.к. длина свободного пробега кванта света в биологических тканях обычно составляет всего доли миллиметра. Поэтому распространение фотонов в этом случае напоминает скорее процесс диффузии, а сам метод обычно называется диффузионной оптической томографией. В настоящее время метод диффузионной оптической томографии интенсивно развивается и проходит экспериментальную апробацию во многих научных лабораториях США, Великобритании, Германии, Японии и целого ряда других стран.

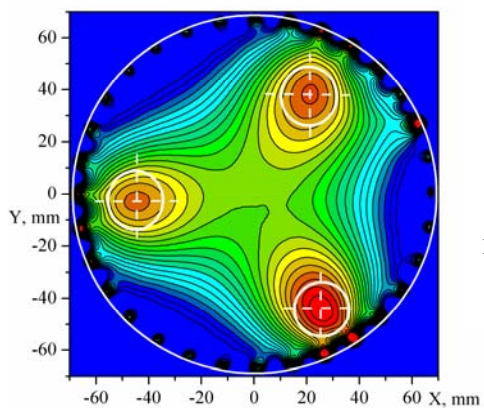
В рамках реализуемого в МЛЦ МГУ проекта создан экспериментальный макет томографа (рис.1а), с помощью которого проводится диагностика объектов с размерами



а



б



в

Рис.1. Общий вид макета томографа (а), диодный лазер (б) и пример реконструкции распределения коэффициента экстинкции в объекте диаметром 140 мм.

вплоть до 150-200 мм (1000 длин рассеяния и более). В созданном макете диагностируемый объект многократно «просвечивается» излучением маломощного непрерывного полупроводникового лазера (рис.1б). Для 1024 разных комбинаций положений излучателя и фотоприемника на поверхности объекта измеряется коэффициент его пропускания. Полученные в результате этой процедуры данные используются для компьютерной реконструкции пространственных распределений коэффициента экстинкции. Для реализации этой, наиболее сложной процедуры разработан целый ряд оригинальных сверхбыстрых приближенных алгоритмов решения «прямой» и «обратной» задач диффузионной оптической томографии, способных функционировать в режиме реального времени. Причем за счет применения предельно чувствительных методов детектирования мощность излучения, используемого при диагностике, удалось снизить до 20 мВт при времени измерения на каждую точку около 1 секунды. Достигнутое пространственное разрешение ~ 3 мм в объекте диаметром 160 мм является, насколько нам известно, на сегодняшний день рекордным. Результат реконструкции пространственного распределения коэффициента экстинкции в поперечном сечении объекта модельного сильно рассеивающего объекта диаметром 140 мм с тремя сильно поглощающими включениями иллюстрирует рис.1в.