

ЛАЗЕРНАЯ МЕДТЕХНИКА ГРЯДУТ ПЕРЕМЕНЫ

Поводом для написания этих заметок послужило участие автора в семинаре "Достижения лазерной медицины XXI века" и последовавших встречах со специалистами в этой быстро прогрессирующей области медицины. Сразу оговоримся: на подобном мероприятии автор присутствовал впервые, с соответствующей литературой знаком фрагментарно, так что настоящие заметки можно считать "взглядом со стороны". Причем взглядом не медика, а разработчика оптоэлектронных приборов, оказавшегося на семинаре в роли "вольного слушателя", не повязанного ни корпоративной спайкой, ни трепетом перед авторитетами, ни какими-либо коммерческими интересами.

Семинар представился прелюбопытным, и вот почему. В последнее десятилетие в сфере полупроводниковых излучателей, лазеров и светодиодов (СД) совершается подлинная технологическая революция: освоены весь видимый спектральный диапазон с заходом в УФ- и ИК-области; резко снижены пороговые токи лазеров и повышена эффективность СД; созданы сверхминиатюрные и надежные конструкции; усовершенствована технология и др. Индустрия СД, в первую очередь зарубежная, но и отечественная тоже, характеризуется исключительной массовостью производства, и главное, в чем она нуждается, — это рынки сбыта. Как на все это отозвалась "светоизлучающая" медтехника, уверен, интересно всем производителям СД и лазеров — не вечно же закидываться на неповоротливом отечественном автопроме и на затянувшихся ожиданиях бума уличных экранов. Может быть, медтехника — новый емкий потребительский рынок?

Спектр воздействия лазерного излучения на человеческий организм чрезвычайно широк. Безусловно, не последнее место здесь занимает лазерная хирургия, но наибольшее распространение получила терапия, использующая низкоинтенсивное лазерное излучение — НИЛИ (Low Level Laser Therapy — LLT). В медицинской технике к излучению низкой интенсивности принято относить излучение, вызывающее повышение температуры облучаемого участка тела человека не более чем на 1°C. Об эффективности воздействия НИЛИ существуют самые различные точки зрения — от убежденности в 100%-ной эффективности при лечении любых недугов (эдакая материализация "панацеи", связанная с понятиями "лазер", "когерентность", "квант жизни" и другими божественными звуками) до утверждения, что это всего лишь относительно безвредная психотерапия (что, согласитесь, тоже не так уж плохо — хотя бы не отнимает у пациентов "свет в окошке"). Как бы там ни было, а статистика утверж-

Ю.Носов

дает, что на подобных семинарах (а значит и в медицинской практике) не менее 70–80% слушателей — это терапевты, педиатры, спортивные деятели, непосредственно использующие НИЛИ, а также хирурги, применяющие эту технологию для консервативного лечения.

Лазерная медицина номинально началась тогда же, когда появились первые лазеры, — с 1960 года. Целенаправленные экспериментальные и клинические исследования НИЛИ-терапии ведутся более трех десятилетий. Но вот что интересно: адекватны ли достигнутые результаты, несмотря на их бесспорную значимость, затраченным усилиям? Думается, нет. Дело в том, что большую часть этого периода отечественные медики имели в своем распоряжении лишь лазерную аппаратуру так называемого первого поколения практически исключительно на основе гелий-неонового лазера с длиной волны излучения $\lambda = 633$ нм и мощностью 1,5–10 мВт. Это — "мастодонты" типа УЛФ-01 или АФЛ-2 с метровыми габаритами и массой до полцентнера. Исследователь мог только менять интенсивность да экспозицию. Прямо скажем, не густо. С появлением полупроводниковых лазеров с $\lambda = 890$ нм и мощностью до нескольких ватт, работающих в непрерывном и импульсном режимах, вариативность экспериментов резко увеличилась. Добавление еще и воздействия постоянного магнитного поля, и тем самым увеличение множественности изменяемых факторов воздействия, открыло необозримый простор для научных разработок и диссертаций, но они, увы, не всегда способны решать реальную проблему. В сущности получалось так, что современная "классическая" НИЛИ-терапия создана на "случайной" технической базе. "Случайной" в том смысле, что указанные фиксированные длины волн лазерного излучения были выбраны не из соображений, связанных со свойствами облучаемых тканей, а лишь потому, что в то время техника практически могла предложить только их. Но ведь а priori очевидно, что в подобных исследованиях решающими должны быть прежде всего спектральные зависимости эффективности воздействия. Уместно напомнить, как в процессе развития волоконно-оптических линий связи именно исследование спектральных характеристик поглощения света в волокне дало самые значимые "подсказки" технологам, занимающимся изготовлением пригодного для таких линий связи волокна.

Представляем автора статьи

НОСОВ Юрий Романович. Д-р техн. наук, профессор.

Окончил физфак МГУ, начальник лаборатории НПП "Сапфир". Сфера научных интересов — полупроводниковые приборы и оптоэлектроника. Автор нескольких монографий. Готовится к изданию в 2003 году монография "Суперъяркие диоды". Тел. 369–3836.



Вот поэтому за последние десятилетия не удалось сформировать однозначного представления даже о физике поглощения излучения тканями, и уж тем более – о возникающих при этом физиологических последствиях. Чтобы хоть как-то закрыть эту зияющую брешь, ученые профессора говорят о "широком спектре фотофизических и фотохимических изменений, результат которых – интенсификация структурно-метаболических процессов", о "биостимуляции на клеточном органном уровне и на уровне целостного организма", о "саморегулирующейся системе восстановления адаптационного резерва" и т.п. Все это свидетельствует лишь о том, что этап эмпиризма и гипотез пока еще не преодолен, хотя различные исследования воздействия НИЛИ на ткани человека позволили обнаружить самые разнообразные эффекты. Это – и повышение температуры поверхности кожи, и конформационные перестройки в мембранах, и увеличение содержания иммуноглобулинов, и изменение (большей частью увеличение, но возможно и уменьшение) окислительно-восстановительного потенциала и т.п. Одно лишь перечисление этих изменений может занять несколько страниц. Некоторые аспекты поглощения излучения, например различными модификациями молекулярных комплексов воды, спектральная зависимость глубины проникновения излучения в ткани изучены на физически достоверном уровне. Сегодня к многочисленным исследованиям энергетических аспектов лазерной терапии, в соответствии с модой конца предыдущего столетия, добавилось изучение "информационного действия, оказывающего благотворное влияние на внутриклеточные процессы и межклеточное взаимодействие". Человеческий организм рассматривается как информационно-энергетическая система, в которой с помощью электромагнитных волн СВЧ- и ИК-диапазонов, а также акустических и акустоэлектронных волн происходит информационный обмен. И если ко всему этому добавить неизбежное лазерное излучение, хуже не станет, а лучше – может быть. Такая вот исходная предпосылка теории НИЛИ-терапии и, отчасти, ее итог.

Но как бы то ни было с теорией процессов, на практике НИЛИ-терапия успешно зарекомендовала себя в преодолении самых разнообразных человеческих недугов. Эффективно лечение и реабилитация больных, страдающих заболеваниями суставов, особенно остеоартрозом, различными видами остеохондроза, в особенности позвоночника, ревматологическим артритом. Позитивные результаты получены при лечении простатитов и в гинекологии. Благодаря повышению активности на клеточном уровне, а также соответствующим психоэмоциональным моментам лазерная терапия полезна при лечении импотенции мужчин и фригидности женщин. НИЛИ обеспечивает восстановление нарушений микроструктуры органов дыхания, вызванных табакокурением, достигнуты успехи в преодолении алкогольного абсцессного синдрома и алкоголизма. Процедуры лазерной терапии все чаще рекомендуются спортсменам для ускорения заживления травм, ушибов, растяжений, рассасывания гематом. Кроме того, улучшение под воздействием НИЛИ притока крови к коже и мышцам, ускоренное преодоление эффекта "креоптуры" (перетренированности мышц), повышение жизненного тонуса и выносливости действует как специфический допинг, следы которого просто невозможно обнаружить. НИЛИ-терапия эффективно применяется в стоматологии, отоларингологии, для облегчения боли и заживления ран, при лечении ожогов и гнойничков, лечении и профилактике последствий поражения ионизирующей радиацией, в косметологии, гематологии, иммунологии, эндокринологии, биотехнологии и в других областях медицины. Столь подробное перечисление представляется полезным. В этом перечне каждый может подобрать что-нибудь "для себя" и так или иначе обратиться к проблемам лазеротерапии, которая нуждается как в финансовом, так и научно-техническом спонсорстве.

Особенность нынешнего развития НИЛИ-терапии – появление медтехники второго поколения на основе полупроводниковых лазеров и суперъярких СД, близких по многим своим характеристикам к лазерам. Эта аппаратура отличается многообразием длин волн излучения: помимо ранее освоенных длин волн 633 и 890 нм появились системы на 440, 505, 520, 630, 635, 640, 650, 660, 780, 810, 960, 980–1003, 1060, 1300 и 1500 нм. А это уже кое-что. Расширен и диапазон излучаемой непрерывной и импульсной мощности. К тому же, существенно уменьшены массогабаритные показатели, увеличена долговечность, улучшены эксплуатационные характеристики аппаратуры, снижена ее стоимость. Все это делает НИЛИ-терапию более доступной и массовой. Самые известные отечественные аппараты – это "Мулат" – система на базе полупроводникового лазера, аналогичная гелий-неоновому аппарату первого поколения; "Кристалл" и "Мустанг", выпускаемые в нескольких базовых разновидностях с набором дополнительных лазерных и СД-головок; "Тера Фот" – СД-модуль для облучения обширных поверхностей кожи (~15 дм²); "Муравей", "Мотылек", "Креолка" – карманные аппараты лазерной терапии.

На заседаниях и в кулуарах подобных семинаров неизбежно возникают дискуссии о правомочности замены лазерного воздействия светодиодным. На вопросы практикующих врачей об обязательности когерентности, о "желтой" и "зеленой" терапии "мэтры" отвечают довольно туманно, нажимая на то, что в самом организме клетки будто бы генерируют когерентные волны и имеют место нелинейные оптические эффекты, вследствие чего возникают комбинационные частоты излучения. Понятие когерентности объясняется потоком "фотонов с одинаковой фазой", "одновременностью их испускания" и прочими несуразницами. Опыт, накопленный десятилетиями в ходе манипулирования гелий-неоновым лучиком (который, заметим, пройдя по световоду, фактически утрачивает когерентность), крепко держит профессоров за фалды. Правда, обнадеживает то, что в самой профессорской среде нет абсолютной "когерентности мнений", значит прорыв нового произойдет не слишком болезненно.

Очевидно, из всех признаков когерентности для медицинских экспериментов существенна лишь одночастотность, или монохроматичность (квазимонохроматичность) излучения. По этому показателю СД для многих применений могут рассматриваться как вполне "когерентные". В тех случаях, когда нужна более высокая степень монохроматичности (например, в "тонких" резонансных экспериментах), можно применять дополнительные дифракционные фильтры. СД открывают принципиально новую страницу в медицинской технике. Благодаря малым размерам СД-микрочипа (~300х300х300 мкм) возможно изготовление любых излучающих конфигураций, в частности СД-таблеток размером с желудь, которые могут быть введены в организм человека. Стоимость суперъярких микрочипов стремительно приближается к одному центу, что приведет к снижению стоимости терапевтической аппаратуры в десятки раз. Производители уже сегодня готовы поставлять СД с 3-нм разбивкой по длине волны излучения, так что возможности для экспериментов не ограничены. В тех случаях, когда требуется узконаправленный световой луч, могут быть использованы СД с угловой расходимостью ~6–7°, что вполне реально.

Видимо, настала пора пересмотреть устоявшуюся терминологию и помимо "лазерной терапии" ввести понятие "светотерапии". Правда, при этом исчезнут рекламные "развлекалки" с муссированием таких понятий, как "когерентность", "лазер", "квантовые медицинские центры" и т.п. Но одновременно уменьшится и страх перед "лазерной болезнью", вызываемой иногда воздействием слишком высокой плотности мощности излучения перефокусированного лазерного излучения. Думаю, что быстрое и массовое внедрение суперъярких СД в медтехнику обеспечит прогресс в этой области. ○