

ПЕРВОМУ ЛАЗЕРУ ТЕОДОРА МЕЙМАНА — 50 ЛЕТ!

Коробов А. М.

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,
НІ лабораторія квантової біології і квантової медицини,
пл. Свободи, 4, г. Харків, 61022, Україна, тел.: +38 (057)761-63-09,
+38 (057)754-80-37, тел./факс: +38 (057)707-51-91, e-mail: lблm@univer.kharkov.ua

В юні роки людей моєго покоління про-
изошли два події, які одно за іншим, як
две ступені ракети-носителя, «запалили»
розвиток науково-техніческого прогреса
до косміческих швидкостей.

Перше подія — створення лазера американ-
ським фізиком Теодором Мейманом — про-
изошло в тиші науково-дослідницької лаборато-
риї і сопроводждалося хлопком разрядившогося
конденсатора, світлом лампи накачки, ярким тем-
но-червоним променем рубинового лазера і записью
в лабораторному журналі, датованому 16 травня
1960 року. І в перший момент все. Ни оваций
колег, ни бурних обговорювань перспектив ис-
пользования такого изобретения.

Друге подія — політ в космос людини, со-
ветського космонавта Юрія Гагаріна — про-
изошло 12 квітня 1961 року під оглушитель-
ний рев ракети-носителя на старте на Байко-
нурі і не менше оглушительний восторг людей
на всій планеті після його приземлення.

Ці дві події предопределили на багаті
роки і навіть десятиліття розвиток науки, тех-
ніки, економіки і, безусловно, політики пе-
редових країн світу, а згодом і судьби
многих мільйонів людей, участвувавших
в цих процесах.

Сьогодні ми позовимо себе обмежитися
только лазерною темою і вспомним атмосферу,
в якій розвивалася наука тих років, поскольку
це тема відповідає профілю нашого жур-
нала.

Теодор Х. Мейман вошов в історію як фі-
зик, якому вперше в світі вдалося отримати
лазерний ефект на твердотільном активному
елементі. В створенні лазера активним ве-
ществом служив рубиновий циліндрический
стержень, а викликання осуществлялось з по-
мощию оптическої накачки (ламп фотовспыш-
ки). Для забезпечення в кристаллі рубіна ін-
версної населеності енергетических рівнів
лампи працювали в режимі сверхъяких корот-

ких вспышок, що забезпечувало імпульсний
режим роботи лазера.

Теодор Мейман (чи просто Тед, як його
тоді називали) народився в 1927 р. в Лос-Ан-
джелесі. Його батько працював інженером-елек-
tronщиком в Bell Labs і був інженером. Много
років він працював на той час, щоб довести
необхідність застосування електронних уст-
ройств в автомобілях. В той час його предло-
ження не викликали інтересу, однак через
нескінченні роки всі автомобілі були обладнані
предложенім им електронним прибором.
Талановитий інженер і образований чоловік,
он предчувствував широке застосування
електроники в різних областях людської
діяльності і, в частності, внедрення її
до медицини. Іменно він винахідник електронного
стетоскопу.

Старший Мейман з дитинства прививав Теду
любовь до електроніки і науковому пошуку.
В віці 12 років хлопчик допомагав батькові ре-
монтувати різні електронні пристрої, а в 14 він
уже працював в майстерні однієї з компаній.
В 1949 р. Теодор Мейман закінчив
університет штату Колорадо і отримав звання
бакалавра в області технічної фізики. В той
час він мріяв працювати на факультеті фізики
Стэнфордського університета і після не-
скінченної кількох неудачних спроб все-таки досяг
поставленої цілі.

В Стенфорді Т. Мейман зробив перші кроки
до успіху. Робота під керівництвом лауреата Но-
белевської премії В. Лэмба дала йому іменно та-
ку підготовку, яка була потрібна для прак-
тического використання ідеї лазера. Диссер-
тация Меймана була присвячена оптическим
і СВЧ-змірюванням, він вивчав різні спо-
сoby отримання оптического випромінення і су-
ществуючі тоді оптическі змірювальні
прилади. З-за фінансових проблем він сам
розробляв і виготовляв необхідне для
проведення експериментів спеціальне
електронне обладнання. В 1955 р. Т. Мейман
отримав ступінь доктора філософії.

Мейман всегда был большим оригиналом. Получив ученую степень, достигнув определенного общественного положения и отчасти удовлетворив свои амбиции, он решил прервать исследования и отправиться в кругосветное путешествие. Вернувшись из кругосветного путешествия, Мейман начал работать в лаборатории Hughes Research, одной из многих, включенных в гонку создания лазера.

Трудности, с которыми столкнулся молодой и мало тогда кому известный ученый, были огромны. Несмотря на то, что Мейман обладал большим исследовательским опытом, в него никто не верил. Его теоретические и практические разработки не находили поддержки, финансирование было скучным. Когда в качестве материала для лазера он выбрал рубин, масштабные ученые подняли его на смех. С необычайным упорством, вызывавшим раздражение и насмешки, он продолжал эксперименты с рубином.

Рубиновый кристалл, с которым работал Мейман, имел форму стержня, на торцевых поверхностях которого необходимо было сформировать отражающие зеркала. В 1960 г. технологию создания многослойных пленочных покрытий для лазерных зеркал имели только крупнейшие лаборатории. Т. Мейман самостоятельно разработал технологию нанесения серебра на рубиновый стержень и осуществил ее.

Т. Мейман создал первый в мире рубиновый лазер 16 мая 1960 г. На это ушло 9 месяцев колоссальных усилий, работы в атмосфере насмешек, неверия, безденежья. Он обошел в этом соревновании ведущие компании, такие как Lincoln Labs, IBM, Westinghouse, Siemens, RCA Labs, GE, Bell Labs, TRG и многие другие.

На специально созванной пресс-конференции 7 июля 1960 г. Т. Мейман объявил о создании лазера и рассказал о возможных областях его применения: связь, медицина, военная техника, транспорт и высокие технологии. После этого изобретение получило широкий общественный резонанс. Газеты писали, что ученый из Лос-Анджелеса изобрел «луч смерти».

Несколько месяцев спустя, в 1961 г., Bell Labs сообщила о создании первого образца газового лазера, работающего на смеси гелия и неона в непрерывном режиме. Затем был получен лазерный эффект на парах цезия, и началась демонстрация возможностей построения лазеров буквально на сотнях различных материалов.

По мнению Т. Меймана, его успех объясняется несколькими факторами. Во-первых,

прекрасное базовое образование и большой научный и практический опыт. Во-вторых, то, что при достижении цели он всегда избегал традиционных представлений, основанных на «нездешимых» постулатах научной элиты. Именно «эффект гуру» (как называл его Т. Мейман) не позволил другим ученым достичь успеха.

Но «никто не оспаривает тот факт, что я сделал первый лазер», — говорил Т. Мейман. И еще: «Если они сделали это, то где же тогда, черт возьми, их лазер?» — и вынимал из кармана тот самый первый лазер, который он создал в 1960 году.

Т. Мейман основал компанию Korad по производству лазеров. Затем создал фирму Maiman Associates, которая в 1976 г. объединилась с компанией TRW. Он стал ее вице-президентом по новейшим технологиям.

Кроме основного патента на создание первого в мире лазера, Т. Мейман запатентовал некоторые типы мазеров, лазеров, лазерных дисплеев, приборов оптического сканирования. Т. Мейман удостоен многих престижных премий, включая премию Международного оптического общества — SPIE, награды президента США, аналога Нобелевской премии в странах Азии — Japan Prize и др.

С 1983 г. Т. Мейман увлекся применением лазеров в медицине. Он продолжал трудиться, готовил специалистов в этой области и считал, что работа — счастье его жизни.

К сожалению, судьба и общество оказались не очень благосклонны к «отцу» первого лазера, и он, пожалуй, единственный из лазерщиков-первооткрывателей, кто не был удостоен Нобелевской премии. А жаль. Ведь человек упорно, целеустремленно шел к цели и достиг ее, невзирая на насмешки, подшучивания, колкие замечания коллег. Поэтому я снимаю шляпу перед научным подвигом человека, в одиночку опередившего в жесткой конкурентной борьбе целые коллективы хорошо оснащенных лабораторий, занимавшихся созданием лазеров. Вероятно, ему этого не смогли простить конкуренты даже в самой демократической капиталистической сверхдержаве мира.

А что же происходило на лазерном фронте на другом континенте, в самой демократической социалистической сверхдержаве мира, сосредоточившей основные финансовые, интеллектуальные, технические ресурсы на космическом фронте?

К сожалению, о самых значимых достижениях в лазерной области мы, по понятным

причинам, говорить пока не можем, поэтому вспомним то, о чем можно рассказать.

Мне приятно предаться воспоминаниям, поскольку я не просто жил в те годы, но и был достаточно активным участником тех событий — почти 30 лет разрабатывал лазеры на органических красителях с ламповой накачкой и исследовал закономерности формирования спектральных и пространственно-угловых характеристик их излучения.

Вдвойне приятно вспоминать эти события потому, что мне повезло разрабатывать и исследовать лазеры, позволяющие получать не-повторимое по красоте, спектрально «чистое» излучение на любой длине волн в整個 видимого диапазона спектра.

Приятно вспоминать то время еще и потому, что в науке царила особая атмосфера поиска нового, созидания полезного, какой-то спортивный азарт и кураж. Главной ценностью были не степени и звания, а знания и идеи — младший научный сотрудник мог спокойно обсуждать свои идеи с академиками и даже с президентом Академии наук Б. Е. Патоном.

С особым волнением я вспоминаю свой первый лазерный шаг в «горячем» мае 1968 года. До защиты дипломного проекта остается один месяц, а мне никак не могут найти даже руководителя, не говоря уже о теме дипломной работы. Отчаявшись, когда все разъехались отдохнуть на майские праздники, я берусь за создание лазера на красителе с ламповой накачкой, пытаясь повторить в наших условиях работу П. Сорокина (американца с сугубо русской фамилией).

Основная трудность — создать мощный световой импульс накачки с коротким (не более 0,5 мкс) передним фронтом. Для этого необходимо минимизировать индуктивность разрядного контура, питающего импульсную лампу. Но Харьков — это вам не Америка! Малоиндуктивных конденсаторов не найти, да еще на майские праздники. Но у нас было то, чего даже в Греции не было — свалка «бэушных» радиоэлементов во дворе института. Боже, чего только там не было! А главное — «точка» работала в режиме «non stop».

Одним словом, конденсаторы были найдены (пусть не малоиндуктивные, но нужной емкости), воздушный разрядник с электродом управления изготовлен в лабораторной мастерской (пришлось по ускоренной программе освоить профессии токаря, фрезеровщика и слесаря), импульсную лампу накачки ИФП-2000 удалось

одолжить у лазерщиков, работавших с твердотельными лазерами, в частности, рубиновыми.

Можно было приступать к сборке установки.

Кювета со спиртовым раствором родамина 6Ж (кварцевая трубка длиной 100 мм и диаметром 6 мм, закрытая с торцов кварцевыми окнами, укрепленными на трубке резиновыми кольцами) устанавливается вплотную к лампе-накачке, выносные зеркала юстируются с помощью гелий-неонового лазера и автоколлиматора, заряжается конденсатор, нажимается кнопка «Пуск» на пульте управления, проскаивает молния между электродами воздушного разрядника, гремит гром и ... потрясающей красоты желтое, яркое пятно вспыхивает на листе бумаги. Ура! Есть первый лазер на красителях с ламповой накачкой в Украине. Его автор студент-дипломник радиофизического факультета Харьковского государственного университета имени Горького А. Коробов. Это произошло в середине мая месяца 1968 года.

Затем были две недели почти круглосуточной работы в лаборатории, которая располагалась в бывшем гараже и не имела даже потолка. Из-за этого при чудовищной жаре в мае 1968 года (если кто помнит) раскаленные плиты крыши так разогревали воздух в лаборатории, что приходилось работать, обнажившись до плавок и постоянно поливая бетонный пол водой. При этом каждый исследуемый импульс генерации сопровождался молнией и громом воздушного разрядника (после окончания эксперимента голова болела больше месяца).

И, наконец, предварительная защита дипломной работы на кафедре квантовой радиофизики РГФФ. Следует сказать, что это было «золотое» время для науки в отличие от нынешнего («валютного»). Члены комиссии на защите не дремали. Особенно они оживились, когда я начал рассказывать о принципе работы лазеров на красителях. Посмотрев на плакат, на котором были изображены только два электронных уровня органической молекулы, участвующих и в процессе поглощения энергии накачки, и в процессе генерации излучения, члены комиссии сняли очки, протерли их, заерзали на стульях, как будто на них высыпали по горсти раскаленных углей. И тут началось.

«Где третий уровень?» — спросил молодой профессор-теоретик. «Как можно создать инверсионную населенность в двухуровневой системе?» — поддержал его второй профессор-теоретик. «Вы не знаете физики лазеров» — дуэ-

том пропели теоретики. «Но лазер же работает» — не очень уверенно попытался защитить студента молодой профессор-экспериментатор. «Я сам недавно в Америке видел лазер на красителях» — твердо поддержал его маститый профессор-экспериментатор. Страсти начали накаляться. Про меня окончательно забыли (а что взять со студента?). И когда парламентская риторика была исчерпана, а в аудитории повисло: «Ты — дурак и не понимаешь физики», а в ответ: «Сам дурак», скромно прорезался голос дипломника: «Простите, можно я вам все объясню?». Во всех четырех парах профессорских глаз вспыхнул вопрос: «А ты кто такой?». «Студент-дипломник» — второй раз представился я. «Разрешите?» — спросил я у строгого коллективного профессорского взгляда. «Ну, валяй» — молча и устало кивнули они.

Словом, мне удалось объяснить, что хотя электронных уровней два, но они в органических молекулах уширены колебательными подуровнями. Поэтому фактически каждый электронный уровень имеет малонаселенные верхние подуровни и густонаселенные нижние подуровни. И инверсия населенностей в процессе накачки достигается между нижними подуровнями верхнего уровня и верхними подуровнями нижнего уровня, т.е. так же, как в четырехуровневых системах (например, в лазерах с неодимовыми активными элементами).

Тишина...?! Аплодисменты.

Так был представлен харьковским радиофизикам первый лазер на красителях с ламповой накачкой.

Далее почти 30 лет работы в лаборатории квантовой радиофизики Института радиофизики и электроники АН Украины под руководством интеллигентного, бесконечно порядочного, бескорыстного человека — академика Александра Яковлевича Усикова.

Мы уже не повторяли работы ни американцев, ни немцев — мы торили свою, сверкающую всеми цветами радуги, дорогу лазеров на красителях совместно с такими выдающимися белорусскими теоретиками, как Б. И. Степанов и А. Н. Рубинов, блестящим белорусским экспериментатором В. А. Мостовниковым, мудрейшим российским производственником В. А. Алексеевым, беззаветно преданным делу химиком-органиком Харьковского государственного университета В. М. Никитченко, а позже с белорусскими учеными С. С. Ануфриком, М. М. Асимовым и многими-многими другими.

Теперь два слова о том, в каких условиях и на каком оборудовании проводились исследования лазеров (как создавались лазеры нам уже более-менее ясно).

Кто сегодня и в какой стране мира возьмется исследовать динамику микросекундных процессов, не имея надежной скоростной фоторегистрирующей камеры? Отвечу абсолютно уверенно — никто и ни в какой стране мира. А мы с моим помощником и другом, великолепным электронщиком В. А. Щегловым взялись. Правда, было нам тогда на двоих менее 50 лет. Нам удалось на открытой фотопластинке размером 13x18 см, установленной в темной комнате, зарегистрировать динамику формирования спектра генерации лазера на красителе с ламповой накачкой с длительностью импульса 1 мкс и зафиксировать процесс перехода от сверхлюминесценции к генерации с характерным сужением спектра излучения. Полученные картины стали блестящим наглядным пособием к теоретическому описанию процесса формирования вынужденного излучения в лазере. На других активных средах такие картины получить принципиально невозможно. А регистрирующее устройство вновь было собрано из подручных материалов (высокоскоростной двигатель — от пылесоса, восьмигранное зеркало — от какой-то детской игрушки, дифракционная решетка — из учебного набора кабинета оптики, синхронизирующая система с линией задержки — собственного производства, фотопластинка — заводская).

Спустя несколько лет мы с моими помощниками С. В. Николаевым и В. В. Пожаром регистрировали динамику формирования спектра излучения и пространственно-угловых характеристик лазера на красителях с ламповой накачкой с помощью стандартной сверхскоростной фоторегистрирующей камеры СФР — 2М. Однако новые картинки существенно проигрывали по качеству изображения снимкам, полученным с помощью «самодельной» фоторегистрирующей установки. Правда, мы могли делать уже по сотне снимков в день и на свету.

Вот так мы создавали лазеры на красителях и так их исследовали.

Разбушевавшиеся политические бури «забросили» науку в темный чулан с пауками, а многих ученых «расселяли» по миру. К счастью лазеры помогли нам вырваться из темноты (на то они и лазеры!) и найти, как в свое время Теодору Мейману, новую дорогу — медицинскую. Мне вновь повезло в жизни — ведь меди-

цина была моей мечтой с самого детства. Мечта сбылась! Теперь весь багаж радиофизических знаний можно было использовать для развития принципиально новых направлений в медицине — лазерной хирургии, фотодинамической терапии злокачественных опухолей и низкоинтенсивной лазерной терапии.

Благодаря огромной работе, проведенной российскими (О. К. Скobelkin, Г. Е. Бриль, Е. Ф. Странадко, К. А. Самойлова, В. Н. Христофоров, С. В. Москвин, М. М. Ручкин и др.), украинскими (Н. Ф. Гамалея, Н. В. Васильев, Л. Д. Тондий, И. З. Самосюк, А. И. Гладкова, Н. Г. Богдашкин, В. В. Бойко, О. В. Богомолец, А. М. Коробов, В. В. Холин и др.), врачами, биологами, инженерами и их коллегами во многих странах мира, лазерные технологии доказали свое право на «гражданство» в медицине.

Многолетний эмпирико-технический этап развития лазерной медицины достойно ознаменовался созданием множества аппаратов и методов лечения и профилактики наиболее распространенных заболеваний человека.

А вот вопрос о механизмах и закономерностях действия низкоинтенсивных лазерных и иных источников света на биологические объекты остается пока открытым, несмотря на достаточно большое количество работ, посвященных его изучению такими известными учеными, как И. М. Байбеков, Н. Ф. Гамалея, С. М. Зубкова, Т. Й. Кару, В. И. Козлов, А. С. Крюк, В. А. Мостовников, А. А. Прохончуков и многие-многие другие исследователи. К сожалению, работы эти выполнялись чаще всего эпизодически в порядке личной ини-

циативы (как правило, защита кандидатской или докторской диссертации).

Поскольку речь идет о фундаментальных исследованиях, то для их выполнения необходимо привлечение государственных средств, а оптимально, средств нескольких стран. Первый опыт проведения совместных украинско-белорусских проектов с привлечением средств Государственных Фондов фундаментальных исследований двух стран дал положительный результат и послужил платформой для расширения научного сотрудничества на последующие годы. Альянс ведущих биологов, врачей и радиофизиков Украины (Н. Ф. Гамалея, В. В. Бойко, Е. М. Климова, Н. Н. Попов, А. М. Коробов и др.), Беларуси (В. С. Улащик, В. А. Орлович, В. Ю. Плавский и др.), России (Г. Е. Бриль, К. А. Самойлова и др.), занимающихся фотобиологией и фотомедициной, позволил приступить к проведению совместных исследований механизмов и закономерностей действия электромагнитного излучения оптического диапазона спектра на биологические объекты.

Этот путь тернист, но я уверен, что мы на верной дороге, и результаты фундаментальных исследований позволяют фототерапии вообще и лазерной медицине, в частности, обрести статус доказательных.

Завершая этот краткий экскурс в лазерную историю, мне хочется, перефразировав хорошо известный пролетарский лозунг, сказать:

«Ученые, врачи и инженеры всех стран, занимающиеся фотобиологией и фотомедициной, объединяйтесь!».