

Ирик Имамутдинов

# РЫНОК ДЛЯ ЧЕРНОЙ ДЫРЫ

Коммерческое освоение самого неизученного диапазона электромагнитного излучения может привести к настоящему перевороту на рынках медицинской диагностики и систем безопасности

**Н**аука и вслед за нею бизнес осваивали спектр электромагнитного излучения постепенно и неравномерно. Оптика, радио, рентген, сверхвысокие частоты, гамма-излучение — все это превращалось в стройные теории, приборы и массовые продукты и услуги порой в считанные годы, порой — в течение десятилетий, если не веков. Впрочем, к концу XX века все диапазоны оказались более или менее изучены и даже коммерциализированы, исключая три частотные декады, расположенные между СВЧ- и инфракрасным диапазонами — от 100 ГГц до 100 ТГц. Физики даже прозвали этот терагерцевый диапазон черной дырой.

По признанию Николая Зиновьева, одного из самых авторитетных специалистов в мире в области терагерцовых технологий, исследования эти государством финансировались скучно. Ведь быстрых и очевидных результатов в промышленности и в военной сфере изучение «черной дыры» не обещало. Все держалось на энтузиазме ученых. Результатом их работы стал цикл фундаментальных исследований «по генерации терагерцевого излучения (криогенным полупроводниковым излучателем — лазером) в скрещенных электрическом и магнитном полях». За эту работу группа ученых из ленинградского Физтеха им. А. Ф. Иоффе, Политехнического института, Института прикладной физики (г. Горький) и Института физики твердо-

го тела (Черноголовка) в 80-х годах была удостоена Государственной премии СССР. Исследования в области терагерцевого спектра излучения велись в Советском Союзе вплоть до начала 90-х, затем финансирование большой науки окончательно прекратилось, и терагерцовой тематикой продолжили заниматься лишь несколько одиночек. Интерес к терагерцевым исследованиям в мире — после неоднократных и безуспешных попыток «оседлать» неосвоенный диапазон — в это время тоже поубавился.

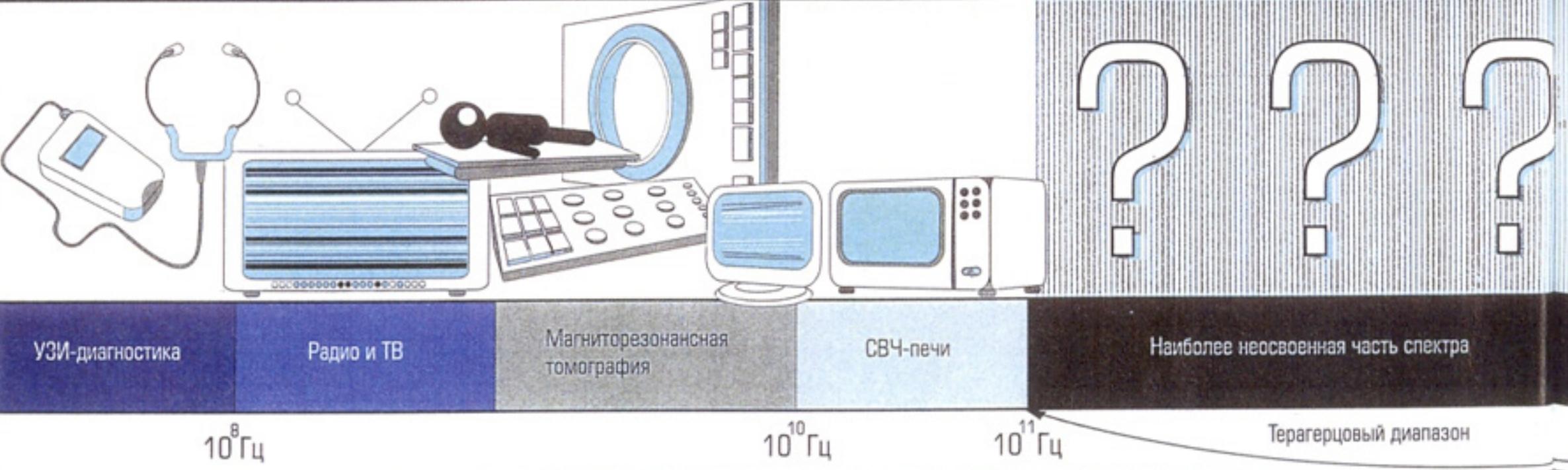
## Школа «Тибета»

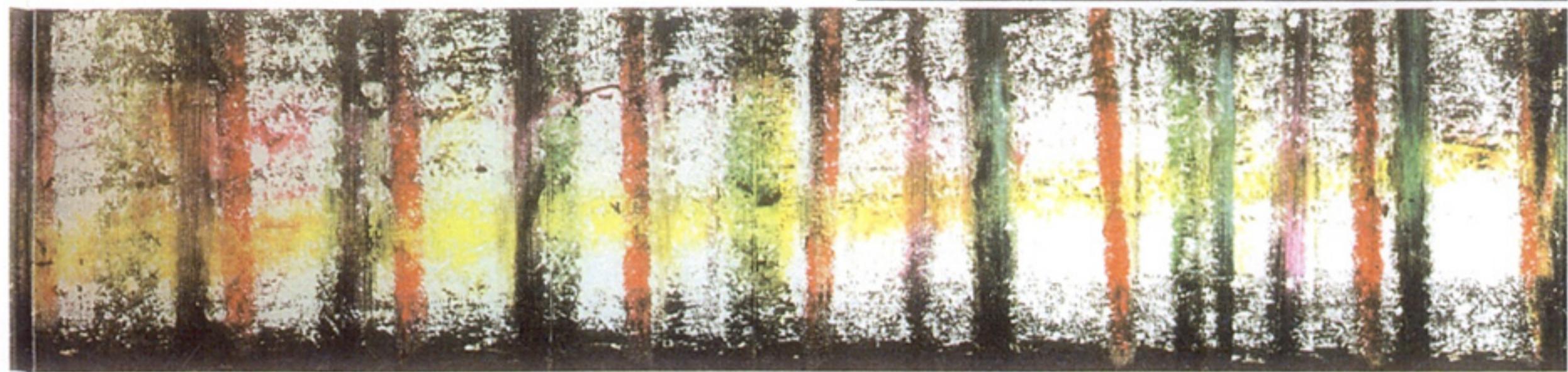
А еще в конце 70-х молодой физик Григорий Кропотов (ныне генеральный директор компании «Тидекс» — единственной российской фирмы, занимающейся терагерцовыми технологиями), аспирант кафедры радиофизики Политеха, как раз для того, чтобы заниматься дальней инфракрасной или терагерцовой спектроскопией, добился перевода в Физико-технический институт. «В Физтехе тогда царила атмосфера творчества, принудиловки не было, и можно было свободно заниматься фундаментальной наукой на самом высоком уровне. Поэтому сюда стремились многие», — вспоминает Кропотов. — Вплоть до 1991 года особых сомнений, оставаться в науке или нет, у меня не было. Дела в ленинградском Физтехе шли по привычной колее, Алферов (Жорес Алферов, директор института. — „Эксперт“) умел договариваться с властями и, имея обширные связи на Западе, выби-

вал гранты для своих сотрудников. В девяносто первом я даже получил 500 долларов от соросовского фонда за высокий индекс цитируемости моих статей по терагерцовой спектроскопии».

В 90-х годах, по словам Григория Кропотова, оставалось два способа продолжить научные исследования: получить грант от министерства или западной организации или по приглашению западного же научного учреждения уехать за границу. Николаю Зиновьеву, например, повезло: уже в январе 1991 года он уехал в Англию по приглашению Королевского общества и через некоторое время приступил к исследованиям (на гранты научных советов и министерства торговли и промышленности Великобритании, а затем — Европейского союза) в области терагерцовых излучателей и детекторов в Университете Лидса. В это время Григорий Кропотов пытался сделать выбор между наукой и бизнесом: «Зрел я целый год. И даже не материальные соображения подтолкнули меня в сторону бизнеса. Я вдруг понял, что у каждого есть свой потенциал интереса к научной деятельности. Одни, как Гинзбург, занимаются наукой всю свою жизнь, другим хватает и трех лет. Я отдал науке почти двадцать лет и в один день почувствовал: вникать в суть узких ли спектральных линий, широких ли мне стало не так интересно. Случайно прочитал в „Известиях“ объявление о том, что ЗАО „Тибет“ объявляет набор в бизнес-школу, и, недолго думая, махнул в Москву». Имея ученую степень кандидата

## Использование различных диапазонов электромагнитного излучения





физико-математических наук, он легко прошел конкурс и снова стал студентом.

Денег наивных вкладчиков вполне хватало «Тибету» и на профессиональное обучение, и на обеспечение жильем и стипендиями (в несколько раз превосходящей зарплату Кропотова в Физтехе) сотни обучающихся талантов. Предполагалось, что в будущем они в соответствии с контрактом будут работать на предприятиях концерна в различных регионах России. Для чтения лекций приглашались лучшие специалисты по таможенному делу, международному праву и финансовым операциям.

Но «Тибет» развалился, оставив своих недоученных студентов. Полученных знаний, однако, вернувшемуся в родной Питер Григорию Кропотову хватило, чтобы сдать экзамены и получить сертификат на право работы с ценными бумагами. Он без труда устроился в инвестиционную компанию и — заскучал. Работа с ценными бумагами показалось неинтересной. Проанализировав этот рынок с дотошностью квалифицированного физика, он заскучал еще больше, так как не увидел для себя особых перспектив в этой области. Кропотов стал искать способ соединить свои новые знания с опытом физика-исследователя. Возможность подвернулась в оптическом бизнесе.

**Бизнес в оптическом диапазоне**  
Ленинград был оптической столицей СССР, и многие бывшие физики и инженеры хотели бы коммерциализировать наработки советского периода. От Госу-

дарственного оптического института имени Вавилова, ЛОМО и других организаций отпочковался целый ряд оптических компаний. Один из бывших коллег Кропотова, несколько ранее ушедший из Физтеха Александр Асутин, тоже затеял торговлю различными элементами для оптических систем, организовав для этого компанию «Тидекс». Но в отличие от других его торговых предприятий, где дела шли успешно, работа с хайтекным товаром никак не давалась его менеджерам. Александр Асутин пригласил возглавить «Тидекс» несостоявшегося финансиста Кропотова, пообещав ему в случае успеха долю в компании.

«Оптический рынок устроен так, — рассказывает Григорий Кропотов, — что здесь ничего не делается загодя, на склад. Это ни в коем случае не торговля по каталогу, все работают только по заказам». Дело в том, что основные заказчики оптических компонентов (зеркал, призм, кристаллов) — это производители приборов научного и промышленного назначения — лазеров, оптических окон, спектрометров, астрономических телескопов. Каждый заказ индивидуален. Нужно понимать, какая информация необходима для его выполнения, какие могут быть варианты технических решений, уточнять «правильные спецификации» заказанного оптического устройства, чтобы довести его до изготовителя. А для этого «предавец» обязан не только знать основы физики, но и разбираться в нюансах, к примеру, нелинейной оптики.

Стартовой площадкой для разворачивания успешной торговли оптическими элементами на Западе стал бизнес давнишнего знакомого Кропотова, немецкого физика из Рюгенсбурга Филиппа Келлера, который занимался расчетом и продажей астрономических зеркал. В 1994 году он был единственным заказчиком «Тидекса», но уже со следующего года дела пошли в гору, и за несколько лет компания набрала 87 клиентов из 25 стран, а ее оборот превысил миллион долларов.

В самом начале 2001 года компания «Тидекс» стала получать один за другим заказы с необычными спецификациями зеркал и кристаллов. Сначала несколько заказов сделали британские университеты (Кембридж и Лидс), затем поступил заказ от американской компании Picometrix. Специалистам было трудно понять, что все эти элементы предназначались для новой экспериментальной терагерцовой техники. Очевидно, что в мире возник интерес к этой отрасли физики. Григорий Кропотов решил, что это шанс заняться интересной работой.

## Мировой терабум

Кропотов не только отлично представлял огромные потенциальные возможности терагерцовых приборов, но и реально оценивал трудности их создания. Основное преимущество терагерцов — исключительно широкий диапазон длин волн. Различные (в том числе живые) объекты имеют богатые спектры отражения в



этом диапазоне. Терагерцовое излучение, и отраженное от объектов, и прошедшее через них, дает огромную информацию для анализа. С помощью терагерцов можно строить объемное изображение структур, к примеру мягких тканей (за счет изменения частоты, а значит, и проникающей способности излучения), чего не может тот же рентген. К тому же большая часть ТГц-диапазона не обладает ионизирующим свойством, в отличие, например, от радиоактивного излучения. Замена рентгена на безвредную терагерцовую технику могла бы перевернуть мировую рентгеноскопию в медицине и биотехнологии. Безопасные терагерцы пригодились бы и там, где необходим непрерывный мониторинг живых объектов — при томографических исследованиях, в биологии или в посто-

янно работающих системах безопасности крупных объектов.

Что же помешало освоить все эти технологические прелести вплоть до конца минувшего века? Физикам нужно было научиться генерировать когерентное и в то же время перенастраиваемое по частоте излучение. Проблема как раз и заключалась в том, что все создаваемые до конца 90-х лазеры не перенастраивались и излучали в слишком узком диапазоне волн.

Кропотов засел за свежие научные журналы. Из литературы он узнал, что в самом конце 90-х доктор Чэнг Занг из Университета Ренселаер (штат Нью-Йорк) впервые приспособил титан-сапфировый лазер, перестраиваемый в ближнем инфракрасном диапазоне длин волн, для ТГц-излучателя. После этого

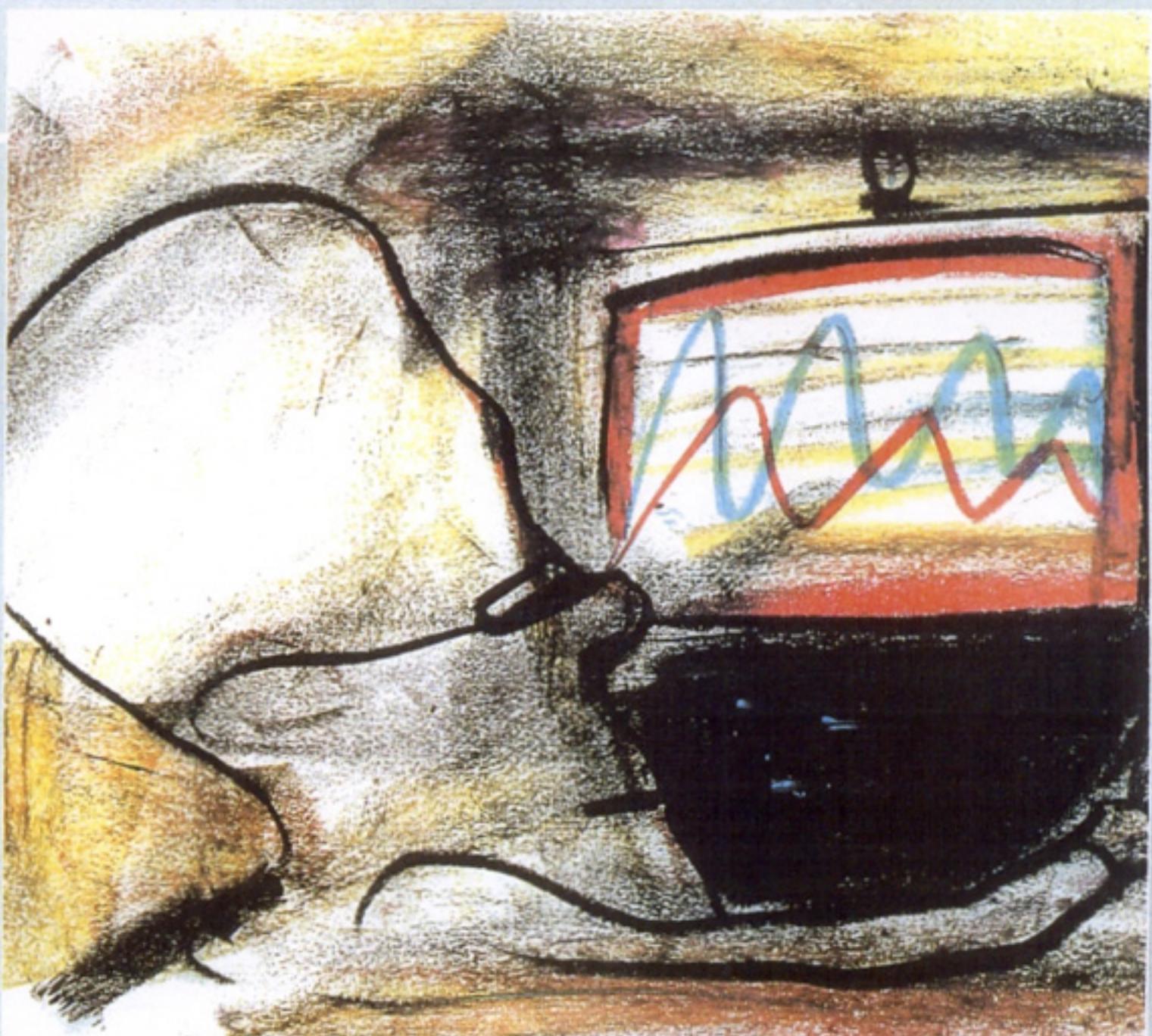
изобретения интерес к терагерцевым технологиям приобрел по-настоящему взрывной характер. В 2000 году началась финансируемая Европейским сообществом трехлетняя программа Teravision, которая объединила лидирующие исследовательские группы континента, работающие по этой тематике. В рамках этой программы стоимостью 2,5 млн евро были разработаны основные концепции и принципы ТГц-когерентной системы получения изображения для различных систем диагностики. В 2003 году стартовал новый европейский проект TeraNova с объемом финансирования уже 10 млн евро, направленный на получение практических результатов в области терагерцевых технологий. А американцы переплюнули европейцев, сразу создав при университете Ренселаер терагерцовый иссле-

## Самый широкий диапазон

ТГц-волны занимают самую широкую часть электромагнитного частотного спектра. Они лежат в диапазоне от сотен терагерц (длины волн более 3 мм) до сотен гигагерц (с длинами волн от 3 до 10 мкм), то есть примерно между областью СВЧ и микроволн и инфракрасным диапазоном. Приборы, работающие в диапазоне, составляющем три частотные декады, могут обладать значительными диагностическими преимуществами перед другими устройствами, такими, например, как томографы или рентгеновские аппараты. Самые различные вещества (твердые тела, жидкости, биологические объекты, живые ткани и среды) имеют информативные спектральные характеристики именно в ТГц-диапазоне. Поэтому, имея базу данных характерных спектров веществ, с помощью терагерцовой подсветки можно определять их физико-химический состав, обнаруживать его изменения или нарушения, находить инородные включения etc. Это значит, что с помощью терагерцового прибора можно отличить пластид от безобидной пластмассы, измерить концентрацию лекарств или определить наличие ядовитых веществ в продуктах питания.

Кроме того, большинство веществ обладает в ТГц-диапазоне значительно меньшими коэффициентами поглощения, чем в случае их подсветки в ближнем инфракрасном или видимом излучении. За счет более глубокого проникновения ТГц-излучения в толщу исследуемого объекта можно (по изменению характеристик излучения) получить объемное изображение объекта. Это позволит совершенствовать «имаджинговые технологии» (то есть технологии получения изображений) для систем диагностики различного назначения, антитеррористического оборудования или наномикроскопии.

Терагерцовые исследования начались в 60-х годах XX века. В СССР они связаны с именем Гургена Аскарьана. Опираясь на работы нобелевских



лауреатов Игоря Тамма и Виталия Гinzбурга, он предложил идею генерации терагерцового излучения в результате распространения короткого светового импульса в нелинейной среде по аналогии с излучением, возникающим при прохождении заряженных частиц через вещество.

Терагерцовые источники излучения появились к началу 70-х. Сначала были созданы так называемые лампы обратной волны. Приборы терагерцового диапазона впервые разработали советские ученые — сотрудники ФИАН и физфака Московского педагогического института имени Ленина. До сих пор Россия остается основным в мире поставщиком таких ламп. В этих приборах генерация терагерцовых волн происходит при взаимодействии электронного потока с

электромагнитной волной, бегущей по замедляющей системе в направлении, обратном направлению движения электронов. Лампы обратной волны перенастраиваются в диапазоне от нескольких сотен до нескольких тысяч микрометров. Они дают мощное, но неравномерное, «изрезанное» излучение. В 70-х появились и у нас, и на Западе газовые субмиллиметровые лазеры с оптической накачкой, так называемые СЛОНЫ. Они обеспечивают перестройку частот волн, хотя и в узком диапазоне. И только в конце 90-х были созданы компактные ТГц-приборы на твердотельных лазерах, работающие в широком спектре волн с достаточно ровной полосой излучения. Именно они стали прототипами нового поколения диагностирующих приборов.

КОНСТАНТИН БАЛЫКОВ

довательский центр с многомиллионными объемами финансирования. В дело пошли не только государственные деньги. При университетах и исследовательских центрах корпораций было создано несколько фирм, чья деятельность «заточена» только в терагерцовом направлении, — Teraview Ltd (Англия), Picometrix (США), Tochigi Nikon (Япония). Цена только одной из них — британской венчурной компании Teraview — всего за три года (с 2001-го по 2003-й) взлетела в десять раз — с пяти до 50 млн фунтов стерлингов. Терагерцовые технологии получения объемного изображения оказались среди семи приоритетных пунктов списка стратегических технологий Foresight, составленного совместно ЕС и США.

Как бизнесмен Кропотов понимал, что компании, которые первыми выйдут на рынок с готовыми ТГц-приборами, смогут отхватить изрядный кус от 16-миллиардного рынка медицинских средств диагностики и от трехмиллиардного рынка микроскопии. Что уж говорить о буме на рынке технологий безопасности, для которого терагерцевый диапазон как будто создан специально.

**Терагерцевый наномикроскоп**  
В январе 2003 года Григорий Кропотов получил весточку от знакомого по Физ-

теху Николая Зиновьева, который как раз недавно заказывал терагерцовые компоненты компании «Тидекс» через Университет Лидса. Интересы коллег совпали — Кропотов неплохо представлял себе особенности нарождающегося рынка, Зиновьев же, ставший одним из ведущих специалистов мира в этой области, хорошо знал, что творится в научных центрах и компаниях, работающих над созданием ТГц-технологий. Особенно ярким был пример компании Teraview: буквально за два года небольшая исследовательская группа Кембриджского университета превратилась в компанию, куда выстроилась целая очередь инвесторов. А нельзя ли создать компанию, которая попытается бы коммерциализировать идеи Зиновьева в России? По словам ученого, сложилась уникальная ситуация — себестоимость такого проекта в России может быть значительно (на порядок!) ниже, чем на Западе. Для раскрутки отечественной терагерцовой фирмы, по оценкам специалистов «Тидекса», нужно всего 7–8 млн долларов. Ведь в России уже есть коллектив, необходимые опыт, ноу-хау и наработки для патентов, международные связи — то есть все необходимое для начала высокотехнологичного бизнеса. По мнению Зиновьева, не так много осталось

свободных ниш в области высоких технологий, куда российским инновационным предпринимателям можно войти за такую малую цену.

Зиновьева с Кропотовым не смущает, что у конкурентов уже есть действующие образцы. У той же Teraview нет ни одного коммерческого продукта. К тому же, работая в Англии, Зиновьев сделал свой опытный образец, по ряду параметров превосходящий все существующие в мире. Опираясь на опыт создания этого прибора, партнеры утверждают, что ширина полосы российских ТГц-устройств будет в десять раз больше, чем у конкурентов. Есть у Зиновьева и совсем оригинальная идея — создание в течение трех лет терагерцевого наномикроскопа. Подумывают питерские инноваторы и о рынке томографов. Проявили интерес к терагерцевым разработкам и наши спецслужбы. Удастся ли новорожденной компании встроиться в мировой терабум при отсутствии венчурной инфраструктуры и интереса крупных отечественных стратегических инвесторов? Наверняка сказать не беремся, но западные инвесторы нашей терагерцовой командой уже вовсю интересуются.

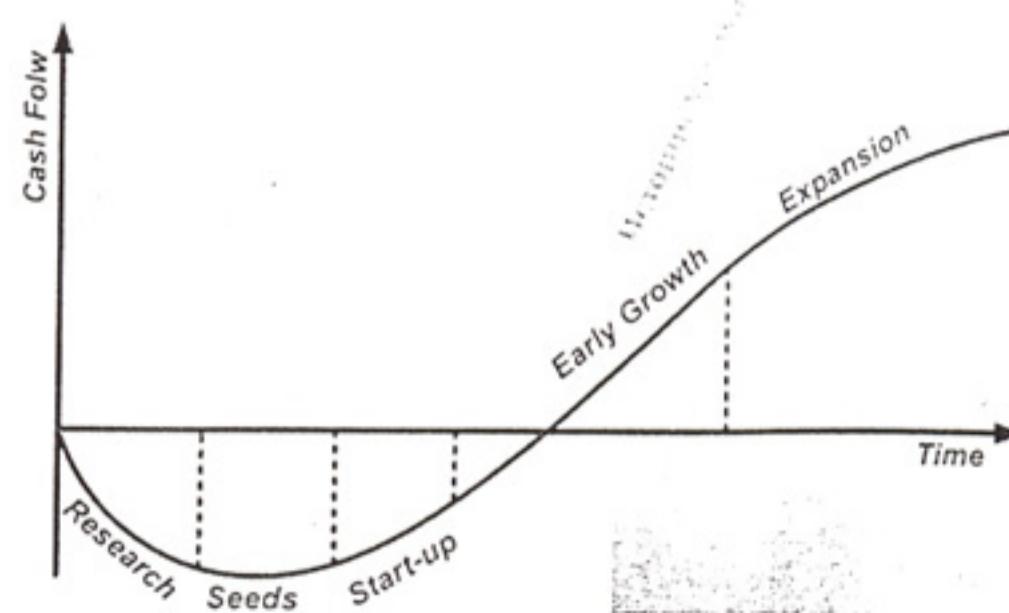
В третьем конкурсе русских инноваций терагерцевый проект Кропотова и Зиновьева получил премию нашего журнала «За технократическую фантазию». ■

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПАРТНЕР КОНКУРСА  
АКЦИОНЕРНАЯ ФИНАНСОВАЯ КОМПАНИЯ  
**СИСТЕМА**

**ЭКСПЕРТ**

## ➤ Конкурс русских инноваций

Номинации конкурса  
соответствуют стадиям  
жизненного цикла инновации



Заявки на Конкурс принимаются:  
по 17 января 2005 года

Региональные представительства конкурса:  
Новосибирск: (3832) 119-170,  
e-mail: kri@expert-sibir.ru

Оргкомитет конкурса:  
тел./факс +7 (095) 234-04-92,  
e-mail: konkurs@expert.ru

Екатеринбург: (343) 370-27-10,  
e-mail: kri@expert-ural.ru

**Прием заявок:** [www.inno.ru](http://www.inno.ru)

МЫ ОТКРЫВАЕМ НОВЫХ ЛИДЕРОВ

