

Когда всё успешно закончилось, возник вопрос, что же дальше? Очевидно, что для тиражирования системы нужно было передавать её специализированной организации. Министерство потребовало, чтобы их представитель в этой внедренческой организации контролировал финансы. В итоге КТИ НП осталось курировать технические вопросы, а мы отошли в сторону. С тех пор прошло 10 лет, за это время такими системами было оснащено около 60-ти крупных узлов по всей России.

— А что вы от этого получили?

— История интересная, закончилась она хорошо — дело-то сделали. Системы существенно повысили безопасность, и в этом смысле польза от нашей работы очевидна. А остальное — политика, вопросы интеллектуальной собственности — это уже частности.

Непросто было превзойти немецкий прототип в условиях цейтнота, поэтому данный проект дал нам в профессиональном плане мощный толчок вперед. Для того, чтобы его просто скопировать, нужно затратить больше сил и времени, чем он стоит. У нас просто не было таких возможностей — ни материальных, ни технических. Приходилось очень много думать.

Например, в обозначенные сроки невозможно провести полный цикл разработки электроники. В результате лазерные синхронные детекторы в прототипе были реализованы нами на основе модифицированных стандартных компьютерных звуковых карт. И это дало ускорение почти в 100 раз! Приходилось пробовать всё, запускать одновременно множество подпроектов, и какие из них придут к финишу, не знал никто. Отбирались победители, но остальные тоже имеют право на жизнь и могут найти применение в дальнейшем.

— Много проектов лежит «на полке»?

— Много, причем самых разнообразных. Например, один из железнодорожных подпроектов, не вошедший в финальную систему — так называемый полупроводниковый лидар, мы использовали потом, сделав интересную работу для Саяно-Шушенской ГЭС. До катастрофы это была лучшая ГЭС в стране, образцовая.

Суть задачи состояла в мониторинге динамической геометрии ротора энергоагрегата под полной нагрузкой. Такая задача была поставлена и решена впервые в мире. В статор гидроагрегата (огромный колодез) опускается ротор весом примерно 750 тонн, 14 метров в диаметре, вращающийся со скоростью 360 километров в час. Энергии в роторе — примерно как в блоке атомной станции. И все видели, чем это может закончиться.

А что происходит во время вращения в зазоре между ротором и статором, никто не знал. Ротор осторожно опускали в статор, потом раскручивали, и — надеялись на лучшее. Информационный мониторинг выполнялся нами через узкие протяженные каналы воздушного охлаждения с фазово неоднородным потоком лазерным лучом полупроводникового лазера. Это было в 2006 году. В 2008-м, за месяц до катастрофы, на объект приезжал мой аспирант. Жаль, что система в то время была выключена. Работа была инициативной, она никак не поддерживалась материально, мы просто применили один из железнодорожных подпроектов. Данная разработка была отмечена золотой медалью Салона инноваций и инвестиций, вызвала большой интерес специалистов. Сейчас ведем переговоры с Новосибирской и другими ГЭС.

В 2003 году был интересный проект по системам диагностики турбин и контроля их режимов.

А дело было так. Когда мы завершили железнодорожный проект, переформатировали коллектив внутри ИТ, появилась задача — сделать лазерные доплеровские анемометры нового поколения. Первую такую систему соорудили для Института гидродинамики и ИТ при частичной поддержке программы импортозамещения СО РАН. Она опередила на три года появление лучшего зарубежного аналога — всё ещё сказывался опыт, полученный нами при создании первых лазерных излучателей совместно с Ж.И. Алфёровым.

Появился серьёзный заказчик — ОАО «Силловые машины», СКБ «Гидротурбомаш». В последние годы они живут в значительной степени за счёт зарубежных контрактов, возводят ГЭС по всему миру. Понятно, что любой проект сейчас моделируется на компьютере, который считает, проектирует, визуализирует... Компьютер выдаёт множество красивых картинок, но возникает вопрос — какая из них соответствует физической реальности? А этого никто не знает. Заказчики перестали брать такого рода симуляции. Им нужна определённая, а для этого необходим эксперимент. «Гидротурбомашу» очень не хотелось тратиться (как и любой промышленности) на науку — дорого, сложно, но, тем не менее, жизнь их заставила. И задача была решена.

Мы получили очень интересные результаты, научные и практические. Так, например, система впервые позволила увидеть особенности сложной трёхмерной структуры потока за колесом турбины, исследовать её перестройку при небольшом изменении геометрии лопаток, часть скрытых трёхмерных вихрей вообще удалось обнаружить впервые. Получилась большая серьёзная работа, принёсшая ощутимую пользу, повысившая безопасность и эффективность отечественной гидроэнергетики.

Эти работы серьёзно продвинули вперед диагностику потоков как науку. Кстати, только что пришло очень приятное известие — мой ученик и заместитель по многим проектам Игорь Владимирович Наумов за работы по диагностике распада трёхмерных вихрей (в соавторстве с В.Л. Окуловым) получил награду от имени Председателя Президиума Российской академии наук комитета по теоретической и прикладной механике академика Г.Г. Черного — премию имени академика Г.И. Петрова за выдающиеся достижения в области теории гидродинамической устойчивости и турбулентности. Надеюсь, в этом году он успешно защитит докторскую диссертацию.

Созданные информационно-измерительные полупроводниковые лазерные доплеровские системы для диагностики многофазных потоков ЛАД-0хх предназначены для бесконтактного измерения и визуализации вектора скорости газожидкостных многофазных, мутных потоков, а также концентрации светорассеивающих частиц. Они используются во многих научных и учебных организациях России для авиастроения и изучения лесных пожаров, исследований и оптимизации процессов в химических и атомных реакторах, для натуральных испытаний авиационных и ракетных двигателей и т.д. Системы сертифицированы, внесены в Госреестр. Эти работы отмечены наградой «Лучшая промышленная инновация России — 2008» на Конкурсе русских инно-

ваций медиахолдинга «Эксперт», золотой медалью Американско-российского делового союза (ARBU), отмечены многими российскими и международными наградами.

Серьёзная работа была сделана в области фундаментальной метрологии: выполнено оснащение первичного Государственного эталона единицы скорости воздушного потока России ГЭТ-150-85 прецизионной лазерной диагностической системой «ЛАД-015». На первичных эталонах — килограмм, метр, секунда, грамм и т.д., основана вся технологическая цивилизация. В свое время структуру эталонов в стране заложил Д.И. Менделеев, и занимался этим Палата мер и весов, ныне НИИ метрологии им. Менделеева в Санкт-Петербурге (ВНИИМ). В России действует 83 первичных эталона, 51 из них в ВНИИМе, среди которых — эталон скорости воздушного потока, ныне оснащенный нашей системой. Работа позволила России успешно выполнить Программу международных ключевых сличений национальных эталонов единицы скорости воздушного потока АРМРМ.ФФ-К3, организованной межрегиональной метрологической организацией Азиатско-Тихоокеанская метрологическая программа. В сличениях принимали участие эталоны шести стран — Японии, Кореи, России, Сингапура, США и Тайваня (2008—2010).

Кстати, чуть не забыл сказать про нанотехнологии. В 2008 году по просьбе коллег и при поддержке академика М.А. Грачева мы сделали на современной элементной базе лазерный доплеровский спектрометр для диагностики наночастиц в растворах. Фактически мы восстановили тематику, связанную с фотон-корреляционной спектроскопией, ранее представленную в Отделении и угасшую в связи с отъездом специалистов на Запад. Системы используются в ИХТТМ, ЛИНе и ИТ СО РАН. Нашими информационно-измерительными системами в 2010 году были оснащены линии технологического контроля наночастиц для цветных струйных принтеров нового поколения с ультрафиолетовым отверждением на строящемся заводе компании «САН» — «Росnano» в г. Бердске.

Интересные и обнадеживающие результаты были получены нами при инструментальной лазерной нанодиагностике урологических заболеваний, анализе мочи, в котором исследуются наночастицы. Эта работа опять-таки была затеяна в инициативном порядке, ведется совместно с 1-й клинической Горбольницей. Морально нас поддерживает академик В.В. Власов, по-видимому, будем работать и с ЦНМТ СО РАН.

Обо всех работах рассказать невозможно, места не хватит. Вот, например, проект для Росатома — система для контроля гидродинамических характеристик дистанционирующих решеток атомных реакторов. Или работы по идеальной метрии всплывающих пузырьков, в которой экспериментально была показана дискретная структура пространственного газосодержания вблизи точки отрыва пузырька, работа по гравитационно-капиллярным волнам на поверхности жидкого диэлектрика в переменном электрическом поле... Кроме того, пошла новая волна заказов от металлургической отрасли: Первоуральск, Новосибирск, Челябинск и т.д.

### Взор на Запад

— А с западными «капиталистами» вы сотрудничаете?

— Больше, конечно, с нашими.

Правда, недавно была одна интересная работа из области молекулярной электроники для компании Spansion, Fujitsu и AMD — проект энергонезависимой памяти для флешек следующего поколения, терабайтных. Внедрение планировалось в 2012 году, но сроки отодвигаются в связи с общим кризисом. Мы сделали уникальный (3 нс при сопротивлении ячейки 150 кОм) электрометрический стенд для тестирования мемристоров.

Следующий интересный пример международного сотрудничества — одноразовые инструменты для эндоскопических операций, которые делают сейчас по всему миру. А начиналось это так. ИТ много лет сотрудничает с американской корпорацией Air Products. Эти работы инициировал академик В.Е. Накоряков. Компания транснациональная, специализируется на криогенных продуктах. Ректификационные колонны, на которых осуществляется ожижение газа, состоят из стопок гофрированных алюминиевых листов, и вот нам предложили выяснить, каким образом в этих колоннах идет конденсация, и оптимизировать её.

Чтобы решить задачу, необходимо было сделать соответствующую технику для наблюдения за процессами в колоннах. Так появился эндоскоп. На Западе бы просто заложили стоимость эндоскопов в смету, проект утвердили — бери и пользуйся. У нас всё сложнее — тратить солидные суммы на расходный инструментальный жалко, приходится выкручиваться, изобретать из подручного материала. Сделали, убедились, что работает.

А потом в Городке появился наш бывший соотечественник Лев Диамант, уехавший в Израиль в первую волну эмиграции и ставший сначала директором технопарка на Голанах, а после восьми лет директорства — главным его технологом. Он тоже искал в Сибирском отделении проекты, и в итоге выbral наш эндоскоп. Здесь он лежал без дела, мы его несколько раз пытались продвинуть, но безуспешно. Там он победил на конкурсе идей, был принят к финансированию. В технопарке образовали компанию «Оптический», которая производила эндоскопы в операции с «Карл Цейс». На опытный образец были получены американские патенты.

Многие задачи приходят спонтанно. Например, мы были на Нижнетагильском комбинате и увидели, как итальянцы пытаются установить систему измерения геометрии горячего проката. На протяжении двух лет они безуспешно пытались её запустить, спотыкаясь на науке. Всё время обнаруживалось множество новых физических эффектов, которые оказались просто не по зубам итальянским инженерам. Мы на их мучения посмотрели и придумали, как помочь: вместо огромного портала весом в тонну сделали небольшую штучку, которая умещалась в авоське, и установили её. Словом, показали мастер-класс. И таких историй множество.

На самом деле, любой подобный проект тянет за собой множество других. Поисковые работы ведутся максимально широко, а в итоге в дело идёт не так много идей, наработок. Но при этом все остальные заделы остаются, на полках скапливается огромное количество готовых и полуготовых инструментов, которые можно комбинировать, прототипировать и делать интересные вещи. Это и есть та самая комплексность

структуры, междисциплинарность, нашедшая воплощение «в железе», в разработках. Взять, например, ту же самую лазерную систему для контроля скорости потока. В ней реализовано огромное количество разных дисциплин — оптика, электроника, лазерная физика, квантовый прием, фотосмешение и обработка сигналов, механика и конструирование, алгоритмы и программирование...

### Жить по-настоящему — это жить, получая адекватную информацию

— Но ведь что бы все это изобретать, приходится, наверно, всю жизнь учиться?

— Нам повезло с Академгородком. Это среда, которую можно сравнить с банкой ассорти. Берешь помидор — у него аромат огурчика, чеснок помидорами пахнет, и так далее. И всё пропитывается этими соками. Чего хотели отцы-основатели? На обособленной территории собрать побольше умных людей, которые бы открыто взаимодействовали друг с другом, причем набор должен быть как можно более разнообразным — физика, химия, науки о земле, биология и языкознание, технические вещи и так далее. Также предполагался пояс внедрения, где ведутся опытно-конструкторские работы, и НГУ с ФМШ, составляющие сюда талантливый молодец со всей страны. В первые годы все институты располагались компактно, потом, конечно, все разбежались, поставили, но неформальные связи остались: все знают, у кого что есть за душой и кто чего стоит. Поэтому до сих пор все продолжает сотрудничать между собой, и мультидисциплинарность, заложенная отцами-основателями, процветает.

— На Западе вы бы уже давно стали миллионерами...

— А мы и здесь неплохо живем. Конечно, система стимулов сейчас — большой вопрос. В столицах, например, у людей, в том числе учёных, деньги на первом месте, поэтому и наука поляризуется не в ту сторону. А здесь у нас воздух чище, удаленность от столичной суеты, поэтому и сохранность всего лучше. Хотя и нас это все тоже, увы, коснулось.

Чтобы создать что-либо серьёзное, получить значимый результат, необходима полная концентрация. Каждая новая тема или отрасль, в которую погружаешься — это маленькая жизнь. Говорят, что у кошки девять жизней. Получается, что у нас их уже было гораздо больше. Это очень интересно. Мы там посторонние, поэтому у нас есть возможность проходить всю структуру изнутри, сверху донизу и обратно, наблюдать её. Причем у постоянных работников такой возможности нет. Это очень любопытные моменты.

Знаете, мне нравится сочная цитата создателя кибернетики Роберта Винера: «Жить по-настоящему — это жить, получая адекватную информацию». Хочется работать так, чтобы оставались степени свободы, развитие, чтобы жизнь продолжалась. Таких областей в науке не так много, я успел в этом убедиться. А здесь, на пограничной территории между миром реальным и виртуальным, нехоженые поля, всё тяжело и сложно, и поэтому свободы — безгранично. И мы где-то здесь, на границе раздела фаз, стараемся что-то делать. И, как ни странно, многое получается.

Е. Садыкова, «НВС»  
Фото А. Уницына