

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

С. Т. Васьков*

(Новосибирск)

СОРОК ЛЕТ В СИБИРСКОМ ОТДЕЛЕНИИ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

Институту автоматике и электрометрии Сибирского отделения Российской академии наук (ИАиЭ СО РАН), как и самому Отделению, в этом году исполняется 40 лет. Как инициатор создания и активный участник многолетнего издания журнала «Автометрия» Институт пользуется возможностью представить на страницах журнала краткий обзор своих основных научных достижений.

Деятельность Института в первые три десятилетия уже получала определенное освещение в этом журнале (см. библиографию), и здесь следует ограничиться только напоминанием основных моментов, относящихся к тому периоду.

Первым директором (1957—1967 гг.) Института автоматике и электрометрии, организованного в Новосибирске в числе первых десяти институтов СО АН СССР, был чл.-корр. АН СССР и АН УССР Константин Борисович Карандеев. В выработке исходного научного направления Института и в создании первых лабораторий участвовали его ученики и соратники: Ф. Б. Гриневич, И. Ф. Клисторин, А. Г. Козачок, Б. М. Пушной, В. П. Сигорский, Б. С. Сеницын, К. М. Соболевский, М. П. Цапенко и Г. А. Штамберггер. К концу первого десятилетия деятельности Института его направление научного поиска утвердилось как *автометрия, базирующаяся на электрических методах восприятия* измерительной, контрольной и диагностической информации о неживых и живых объектах и процессах материального мира.

В дальнейшем под руководством акад. Ю. Е. Нестерихина Институт концентрировал свои усилия на решении задач автоматизации научных исследований на основе применения ЭВМ и новых физических методов и средств — лазерных и оптико-электронных. За два десятилетия (1967—1987 гг.) Институтом совместно с СКБ научного приборостроения СО АН СССР (в настоящее время — Конструкторско-технологический институт научного приборостроения СО РАН) внедрено для использования в промышленности и в научном эксперименте несколько десятков крупных разработок. За одну из них — разработку на основе международного стандарта КАМАК и организацию производства аппаратуры для создания систем автоматизации научных и научно-технических исследований — Ю. Е. Нестерихин и группа ведущих сотрудников Института и СКБ НП (Ю. Н. Золотухин, З. А. Лившиц, П. М. Песляк, М. Б. Штарк, Б. И. Быховский, О. З. Гусев и Ю. К. Постоевко) в составе большого межведомственного научно-технического коллектива в 1985 году удостоены премии Совета Министров СССР. В этот период была заложена прочная научная база нынешней физико-технической направленности исследований Института.

* С 1993 г. автор статьи — директор ИАиЭ СО РАН.

В четвертом десятилетии научные исследования ИАиЭ СО РАН охватывают лазерную и нелинейную оптику, информационные технологии на новых физических принципах и проблемно-ориентированные компьютерные системы.

В настоящее время ИАиЭ СО РАН и два конструкторско-технологических института СО РАН (КТИ научного приборостроения и КТИ вычислительной техники, где трудится много воспитанников ИАиЭ) составляют Объединенный институт автоматизации и электротехники СО РАН. ИАиЭ руководит двумя профилирующими кафедрами Новосибирского государственного университета (кафедрой автоматизации физико-технических исследований и кафедрой квантовой оптики). Научную работу непосредственно в ИАиЭ за последний период можно охарактеризовать несколькими примерами физико-технических результатов, достигнутых ведущими учеными и научными коллективами Института.

Научной школой чл.-корр. РАН С. Г. Раутиана (ученого в области оптики и квантовой электроники, лауреата премии АН СССР им. Д. С. Рождественского, соросовского профессора) в последние годы обнаружены уникальные оптические свойства фрактальных кластеров металлов (В. П. Сафонов), низкотемпературной плазмы (Д. А. Шапиро), оптико-магнитных резонансов (В. А. Сорокин) и когерентных каскадных радиационных процессов.

Наряду с этим, д. ф.-м. н. Г. И. Смирновым получены результаты фундаментального плана при изучении гетерогенного переноса заряда в поле резонансного излучения и предложены оригинальные варианты зарядовой связи, лазерных ионных ускорителей и логических элементов квантово-механических процессоров.

Научным коллективом, возглавляемым д. ф.-м. н. Д. А. Шапиро, предсказано гигантское кулоновское уширение на переходе с метастабильного уровня (впоследствии зарегистрированное в ИАиЭ), обнаружено сужение ионной линии в плотной плазме и объяснен провал в радиальном распределении ионов в сильноточном газовом разряде; Д. А. Шапиро руководил проектом «Новые столкновительные эффекты нелинейной спектроскопии плазмы», поддержанным грантом Международного научного фонда.

В исследованиях этой же школы, ориентированных на выявление общих закономерностей переходной эволюции и устанавливающих состояний оптических систем, включая лазерные системы, д. ф.-м. н. К. П. Комаровым определены механизмы возникновения различного типа генерационных неустойчивостей твердотельных лазеров и найдены методы их подавления, что позволило дать адекватную интерпретацию не находивших ранее объяснения режимов генерации этого класса лазерных систем и предсказать имеющие практическое приложение новые режимы генерации мощных ультракоротких импульсов света с воспроизводимыми параметрами и формированием узкополосного лазерного излучения.

Чл.-корр. РАН А. М. Шалагин (лауреат золотой медали РАН им. П. Н. Лебедева, соросовский профессор) и д. ф.-м. н. Ф. Х. Гельмуханов на основе открытого ими (в 1979 году) светоиндуцированного дрейфа (СИД) газов вместе со своими учениками развили новое научное направление — газовую кинетику в поле лазерного излучения, получившую мировое признание.

К. т. н. В. П. Коронкевич, признанный специалист в области лазерных технологий, возглавил в Институте в конце 70-х годов новое направление прикладной оптики, связанное с синтезом дифракционных оптических элементов. К концу 80-х годов он обеспечил разработку термохимической технологии прямой записи топологии дифракционных структур остро сфокусированным лазерным пучком и создание соответствующего прецизионного оборудования для изготовления дифракционных оптических компонентов, компьютерных голограмм, высокоточных угловых шкал, кодовых дисков и мастер-дисков оптической и магнитооптической памяти.

Прецизионные лазерные фотопостроители, изготовленные под руководством В. П. Коронкевича совместными усилиями ИАиЭ и КТИ НП, позволили в последние годы:

- синтезировать голограммы, моделирующие асферическую поверхность, т. е. впервые в оптике создать эталонное пробное стекло для асферической поверхности (работа получила продолжение в США в Аризонской астрономической лаборатории зеркал, где прецизионными голограммами ИАиЭ обеспечен контроль больших зеркал (диаметром до 6,5 м) и «нулевых систем», применяемых в схемах изготовления этих зеркал);

- изготавливать двухфокусные рефракционно-дифракционные искусственные хрусталики глаза (в этом случае дифракционная оптика помогает избежать послеоперационной очковой коррекции зрения и расширяет объем аккомодации глаза после удаления помутневшего хрусталика);

- создавать новые оптические элементы (линзаконы, дифракционные ослабители, многопорядковые дифракционные линзы для формирования «сжатых» лазерных пучков). Лазерные фотопостроители ИАиЭ используются не только в нашей стране, но и ведущими немецкими исследовательскими оптическими институтами в Берлине и Штутгарте и Исследовательским центром фирмы «Фиат» при решении ими новых задач.

Видное место в деятельности ИАиЭ заняла научная школа д. т. н. П. Е. Твердохлеба (в 1987—1993 годах — директор ИАиЭ). С этой школой связаны принципиально новые достижения в области матричных оптических систем, многопроходных оптических систем обработки изображений, голографической памяти, лазерных систем регистрации скоростных потоков данных, лазерных микротехнологий, элементов фотоники и акустооптики. Работы этой научной школы получили признание ученых США, Германии, Японии, Канады и других стран. Под руководством П. Е. Твердохлеба за последние десять лет достигнуты результаты мирового уровня по трехмерным лазерным технологиям (новые фотополимеры с сухим проявлением, методы многослойной записи информации, построения трехмерных интегральных схем с оптическими межсоединениями, изготовление глубоких (до 10 мкм) дифракционных решеток, теория дифракции на трехмерных щелях).

Под руководством д. т. н. О. И. Потатуркина на основе развитой им (вместе с к. т. н. Е. С. Нежевско) теории корреляции изображений в пространственно-нескогерентном квазимонохроматическом свете создан принципиально новый класс высокопроизводительных оптических процессоров — голографических корреляторов интенсивности, сформулированы, теоретически обоснованы и экспериментально апробированы новые принципы апостериорной обработки корреляционных функций, оказавшиеся особо эффективными при формировании систем признаков с высокими дискриминантными свойствами. Разработаны оригинальные гибридные алгоритмы распознавания изображений на основе корреляционного и структурного анализа (это позволило создать и внедрить в промышленность и энергетику оптико-электронные системы обнаружения и опознавания объектов).

Разработанный и созданный в ИАиЭ (под руководством Ю. Е. Нестерихина и В. П. Коронкевича) к. т. н. Г. П. Арнаутовым и его коллегами, получивший мировую известность абсолютный лазерный баллистический гравиметр ГАБЛ прочно сохраняет уровень лучших мировых разработок (США, Франции и Италии), что систематически подтверждают официальные метрологические сравнения, проводящиеся в Париже в Международном бюро мер и весов. К настоящему времени по планам национальных геофизических и геодезических организаций и по проекту Международной ассоциации геодезии экспедиционной группой ИАиЭ (возглавляемой Г. П. Арнаутовым) с помощью лазерного гравиметра создано более 40 базовых гравиметрических пунктов Земли в диапазоне широт от +68° (Финляндия) до -43° (Австралия); результаты этих измерений стали основой национальных гравиметрических систем СНГ, Австралии, Финляндии, стран Восточной Европы, КНДР и Мадагаскара и уточнили нуль и масштаб международной гравиметрической сети IGSN-71, а некоторые из этих результатов внесены в новые официальные каталоги:

IAGBN (Международная сеть абсолютных гравиметрических базовых станций) и UEGN94 (Унифицированная европейская гравитационная сеть). Серией повторных измерений в экваториальной зоне (в Сингапуре), в средних широтах Евразии и сейсмоактивных районах Тянь-Шаня, Камчатки и Байкала обнаружены неприливающие вариации силы тяжести (как глобальные, так и региональные), имеющие принципиальное значение для решения проблем геодинамики. На основе гравиметра ГАБЛ Госстандарт России поставил задачу создания Государственной поверочной схемы в гравиметрии.

С начала 80-х годов в ИАиЭ под руководством д. т. н. Ю. Н. Золотухина развиты работы по использованию метода коммутации пакетов в интегральных цифровых сетях для совместной передачи цифровых данных, аудио- и видеoinформации, а в 90-х годах получены обнадеживающие результаты по проблеме принятия решений и управления системами в нечетких условиях, по эволюционным методам оптимизации и соответствующим приложениям в теплоэнергетике, в распределении электроэнергии и управлении цифровыми сетями связи.

В 80—90-х годах под руководством д. т. н. А. Н. Касперовича, специалиста в области высокопроизводительных комплексов аналого-цифрового преобразования для систем автоматизации научных исследований, создан измерительно-вычислительный комплекс для исследования широкополосных сигналов, обладающий уникальными характеристиками: полосой пропускаемых частот до 250 МГц, динамическим диапазоном 66 дБ, разрешением по времени 1 нс; первичная обработка информации обеспечивается в реальном времени спецпроцессором производительностью 300 Мбайт/с (этот комплекс прошел ОКР, был тиражирован и успешно используется на государственных предприятиях России).

Под руководством д. т. н. В. С. Киричука, специалиста по методам и системам цифровой обработки изображений, в 90-е годы разработана алгоритмическая база программно-аппаратных комплексов обработки данных в реальном времени в одной из важнейших современных задач — обнаружения малоразмерных подвижных слабоконтрастных объектов по серии ИК-изображений, получаемых с космических носителей. В настоящее время развернуты работы по созданию таких комплексов в наземном и бортовом вариантах (результаты используются, в частности, в ЦНИИ «Комета» и в ряде академических организаций).

В 70—80-е годы в ИАиЭ (под руководством Ю. Е. Нестерихина, А. М. Ковалева, Б. С. Долговесова и Э. А. Талныкина) были созданы компьютерные системы синтеза визуальной обстановки (ССВО), которые внедрены в практику отечественного тренажеростроения (в частности, как системы для авиационных тренажеров, в том числе корабельного базирования, и для тренажерно-моделирующего комплекса Центра подготовки космонавтов им. Ю. А. Гагарина).

В 90-е годы на базе опыта создания ССВО д. т. н. А. М. Ковалев разрабатывает новую концепцию системы виртуальной реальности — синтетическое трехмерное пространство на малых расстояниях при больших полях зрения, в частности, с использованием *сферической перспективы*, которая с точки зрения геометрии, физиологической оптики и психологии зрительного восприятия наиболее полно отвечает требованиям виртуализации трехмерного пространства.

Д. ф.-м. н. В. К. Малиновским (специалистом в области оптики, материаловедения и физической электроники, создавшим в Институте научную школу по физике явлений на наномасштабах в неупорядоченных диэлектриках и сегнетоэлектриках) и его сотрудниками открыты и описаны универсальные свойства стоклол различной природы (диэлектрических, полупроводниковых, металлических) на масштабах 1–2 нм, обнаружена сильная связь релаксации возбуждения в электронной и ионной подсистемах, приводящая к структурным перестройкам на этих масштабах, установлено существование нового типа явлений переноса, связанного с нарушением принципа детального равновесия в средах без центра симметрии.

В. К. Малиновский, д. ф.-м. н. В. Н. Новиков и д. ф.-м. н. А. П. Соколов в цикле работ по дисклинационной теории структуры аморфных тел показали, в частности, что переход между кристаллическим и аморфным состояниями может быть объяснен появлением большой плотности дисклинационных петель нанометрового размера, построили модели рассеяния света и ИК-поглощения на фрактальных структурах и нанокластерах, нашли фрактальные характеристики наноструктуры полимеров, сформулировали теорию низкочастотного неупругого рассеяния света в области бозонного пика в аморфных телах и разработали новый метод исследования наноструктуры неупорядоченных тел — спектроскопию низкочастотного комбинационного рассеяния света.

Д. ф.-м. н. С. Л. Мушер, соросовский профессор, в выполненном в последние несколько лет цикле работ по нелинейным явлениям в дискретных системах показал, что солитонные импульсы являются достаточно устойчивыми образованиями для использования их в качестве носителей информации в высокоскоростных оптоволоконных линиях передачи информации. Им построена теория самофокусировки света в средах с нормальной дисперсией с учетом действия изгибных неустойчивостей магнитных волн миллиметрового диапазона, разработана теория дрейфовой турбулентности плазмы с учетом нелинейностей, связанных с поляризационным дрейфом ионов и фазовым сдвигом между возмущениями плотности и электрического потенциала, аналитически и с помощью многомерного численного эксперимента построена развитая теория слабой ленгмюровской турбулентности плазмы. В настоящее время С. Л. Мушер с коллегами занят аналитической теорией и численным моделированием релятивистского взаимодействия сверхкоротких и сверхмощных лазерных импульсов с разреженной плазмой; актуальность начатых работ определяется не только потенциальными приложениями к проблеме импульсного лазерного термоядерного синтеза, но также исследованиями перспективных методов ускорения заряженных частиц.

Важный методико-педагогический результат научных поисков С. Л. Мусера — успешно начатое им внедрение современных Internet-технологий в образование и научные исследования.

Д. ф.-м. н. Ю. В. Троицкий в 90-е годы решил актуальные задачи в области управления спектром генерации и пространственными характеристиками лазерного излучения, апробировал предложенные им ранее методы селекции мод в лазерах на основе поглощающих пленок и внутрирезонаторных дифракционных и поляризационных структур, развил новую ветвь многолучевой интерферометрии отраженного света; им предложен «бездисперсионный» вариант интерферометра Фабри — Перо, в котором выходной сигнал в первом приближении не зависит от длины волны света.

Результаты в области обработки данных, полученные д. ф.-м. н. О. Е. Трофимовым, позволили ему в 90-е годы разработать численные алгоритмы трехмерной томографической реконструкции в конусе лучей, обеспечивающие высокую точность восстановления, и приступить к созданию гипертекстовой системы по томографии с постановкой задач, методами их решения и результатами применения соответствующих алгоритмов. Эти работы, наряду с работами ученых из других институтов СО РАН, включены в доступную пользователям сети Internet базу данных, созданную по заказу Европейской объединенной акции по исследованию процессов томографии.

Перечисленные примеры свидетельствуют о научной эффективности работы коллектива Института и дают основание надеяться на ее сохранение и укрепление в будущем. Достаточно указать, что в последние пять лет работы и проекты ученых ИАиЭ были поддержаны более чем сотней тематических и персональных грантов российских и международных научных и технологических фондов (Миннауки России, РФФИ, Сороса и др.).

Институт, с самого начала своей работы принявший участие в комплексных исследованиях Сибирского отделения Академии наук, в научной деятельности постоянно усиливал междисциплинарное взаимодействие специалистов в областях вычислительной техники, общей физики, оптики и электроники. Это сочетание благотворно сказывается не только на конкретных исследо-

ваниях, но и на подходах к решению проблем, на формировании систем ценностей и на других важных аспектах работы Института.

В заключение автор отмечает, что в ИАиЭ он участвовал непосредственно: в 60—80-е годы — в исследованиях, разработках и реализации крупных научно-технических проектов по созданию унифицированного комплекса средств автоматизации научных исследований (АНИ) на основе применения международных стандартов и в создании средств прецизионного ввода-вывода изображений для систем АНИ; в 90-е годы — в разработке и исследовании моделей интегрированных информационно-вычислительных и телекоммуникационных открытых систем.

Автор благодарен К. М. Соболевскому, выполнившему отбор материалов для статьи, согласовавшему мнения и предложения ведущего научного состава Института (в том числе его представителей в редакционной коллегии журнала «Автометрия») и конструктивно участвовавшему в редактировании статьи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Карандеев К. Б. Измерительные информационные системы и автоматика // Вестн. АН СССР. 1961. № 10; Измерения и автоматизация умственного труда // Измер. техника. 1962. № 3; Измерения и прогресс // Автометрия. 1965. № 1.
2. Новосибирский научный центр /Под ред. проф. С. Г. Мигиренко. Новосибирск: Изд-во СО АН СССР, 1962. С. 12, 96—102.
3. Электрические методы автоматического контроля /Под общей ред. К. Б. Карандеева. М.: Энергия, 1965.
4. Проблемы электротехники (К шестидесятилетию К. Б. Карандеева) /Отв. ред. М. П. Цапенко. Новосибирск: Наука, 1967.
5. Карандеев К. Б., Цапенко М. П. Состояние и проблемы автоматизации // Автометрия. 1967. № 5.
6. Нестерихин Ю. Е. Автометрия и кибернетика // Автометрия. 1970. № 2.
7. Нестерихин Ю. Е., Гиизбург А. Н., Золотухин Ю. Н. и др. Организация систем автоматизации научных исследований (проблемы, методы, перспективы) // Автометрия. 1974. № 4.
8. Васильков С. Т. Достижения науки — в производство // Автометрия. 1976. № 1.
9. Нестерихин Ю. Е. Два десятилетия в Сибирском отделении Академии наук // Автометрия. 1977. № 3.
10. Соболевский К. М. Наши усилия — Родине Октября // Автометрия. 1977. № 5.
11. Сибирское отделение Академии наук СССР за 20 лет. Фундаментальные исследования (Физико-математические и технические науки). Новосибирск: Наука, 1977. С. 175—182, 186—189, 194—207.
12. Двадцать пять лет в Сибирском отделении Академии наук СССР // Автометрия. 1982. № 3.
13. Нестерихин Ю. Е., Золотухин Ю. Н., Лившиц Э. А. Автоматизация: итоги десятилетия // Автометрия. 1984. № 4.
14. Новосибирский научный центр. М.: Внешторгиздат, 1987, № 1702Н.
15. Годичная научная сессия-93 /Отв. ред. К. М. Соболевский. Новосибирск, 1994; Научные итоги-94. Новосибирск, 1995; Научная сессия-96. Новосибирск, 1996.

Поступила в редакцию 31 марта 1997 г.