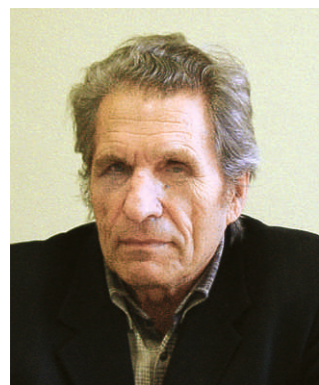


АВТОМАТИЗАЦИЯ: ОТ ИСКУССТВА К РЕМЕСЛУ

Ю. Н. ЗОЛОТУХИН



К концу 60-х гг. двадцатого века в практике научного приборостроения как в СССР, так и во всем мире наметился некоторый кризис: сложность и масштабы реализуемых научных и технических экспериментов в значительной мере определялись возможностями методов и средств сбора и обработки данных, весьма архаичных, особенно в части структуры и организации систем. Лишь очень большие и хорошо финансируемые учреждения могли проводить крупные эксперименты. В то же время вычислительная техника становилась

все более доступной, что позволяло надеяться на расширение масштабов и повышение эффективности экспериментальных работ.

Но на пути к успехам имелись серьезные препятствия. *Во-первых*, традиционно системы сбора данных строились из отдельных приборов, входы и выходы которых соединялись в нужном порядке, образуя достаточно жесткую структуру, плохо приспособленную к условиям научного поиска с постоянными модификациями и изменениями. *Во-вторых*, приборы, из которых строились системы, либо разрабатывались самими создателями систем, что, естественно, сказывалось на общей стоимости, а зачастую и на качестве, либо иногда покупались и, конечно, не очень подходили для вновь разрабатываемой системы. *В-третьих*, построенная таким образом система должна

была реализовывать некий алгоритм функционирования, т. е. в заданные моменты времени подключать нужные датчики сигналов к аналого-цифровым преобразователям, запускать таймеры, снимать показания счетчиков, выдавать на объект сигналы управления и т. п.; при этом аппаратная реализация блока управления, синхронизация процессов и, особенно, модификации алгоритма давались совсем не просто. Образно выражаясь, создание систем было сродни искусству.

Подход к решению указанных проблем был намечен в документе комитета EURATOM EUR4100 (1969), в котором были обозначены основные направления развития методов построения систем автоматизации эксперимента. Это была первая редакция стандарта КАМАК, определившая три ключевых момента: **модульность** конструкции, **шинную структуру** и **программное управление**.

Подобная стандартизация создала предпосылки для развития технологий автоматизации: с одной стороны, открывалась возможность индустриального производства модулей КАМАК независимыми фирмами; с другой - разработчик мог комплектовать нужную ему систему из стандартных блоков, имеющихся на рынке, а алгоритм функционирования ее реализовать в виде компьютерной программы. Все это могло обеспечить существенное сокращение сроков и стоимости разработки систем автоматизации эксперимента. Таким образом открылась возможность перехода от метода построения систем *ad hoc* (для конкретного случая) к использованию типовых модулей и даже типовых конфигураций. Конечно, от идеи до ее реализации предстояло пройти нелегкий путь.

Одним из первых в нашей стране оценил перспективы систем КАМАК и трудности на пути внедрения недавно назначенный директором Института автоматики и электрометрии член-корреспондент АН СССР Ю.Е. Нестерихин. А трудности предстояли немалые. Начать хотя бы с того, что нужно было воспитать поколение разработчиков аппаратуры, которые отказались бы от господствовавшего принципа экономии элементов и связей в каждом отдельном узле схемы во имя глобальной экономии за счет унификации блоков, естественно предполагающей некоторую аппаратную избыточность.

К наиболее очевидным, но отнюдь не просто решаемым проблемам относились традиционно низкая точность изготовления механических узлов, недостаточная для обеспечения совместимости блоков, отсутствие в номенклатуре отечественных производителей стандартного для систем КАМАК соединителя, а также

примитивные методы проектирования и низкое качество изготовления печатных плат.

В круг научно-технических задач, связанных с проблемой КАМАК, входили: определение области целесообразного применения систем в стандарте КАМАК, разработка и исследование алгоритмов функционирования иерархических систем автоматизации, разработка методов и средств программирования, вопросы комплексования средств и систем, а также разработка функционально-полного набора (библиотеки) модулей и подготовка к серийному производству.

Из этого неполного перечня проблем видно, что внедрение в практику научного эксперимента новой методики - систем в стандарте КАМАК было задачей, непосильной одному академическому учреждению. В ее решение, особенно на начальном этапе, внесли весомый вклад сотрудники Ленинградского института ядерной физики (ЛИЯФ, г. Гатчина), Объединенного института ядерных исследований (ОИЯИ, г. Дубна). Работа поддерживалась Советом по автоматизации научных исследований при Президиуме АН СССР. Но все же основную тяжесть проблемы нес Институт автоматики и электрометрии СО АН СССР. По инициативе Ю.Е. Нестерихина дочерняя организация Института - СКБ научного приборостроения - была преобразована в мощную конструкторскую организацию для решения задач, связанных с конструированием, подготовкой производства, выпуском малых серий аппаратуры и внедрением систем КАМАК в учреждениях Академии наук и на предприятиях промышленности. По его же инициативе для координации разработок, организации и планирования производства аппаратуры КАМАК на Опытном заводе СО АН СССР и внедрения новых систем в учреждениях СО АН СССР Президиум Сибирского отделения создал Совет по автоматизации научных исследований под председательством Ю.Е. Нестерихина (ученый секретарь - А.Н. Гинзбург, затем З.А. Лившиц, руководители секций: технических средств - Ю.Н. Золотухин, программного обеспечения - А.П. Ершов). В бюро Совета вошли авторитетные ученые - Д.Г. Кнорре, В.А. Коптюг, В.А. Сидоров.

Важнейшая задача создания библиотеки модулей КАМАК решалась на основе кооперации: в организациях, имевших крупные экспериментальные объекты (ЛИЯФ, ОИЯИ, ИАЭ им. И.В. Курчатова, ИЯФ СО АН СССР), при разработке аппаратуры руководствовались необходимостью создания систем автоматизации в стандарте КАМАК для конкретных экспериментов, в то время как в ИАиЭ и СКБ НП



Ю.Е. Нестерихин идейный вдохновитель работ над стандартом КАМАК.

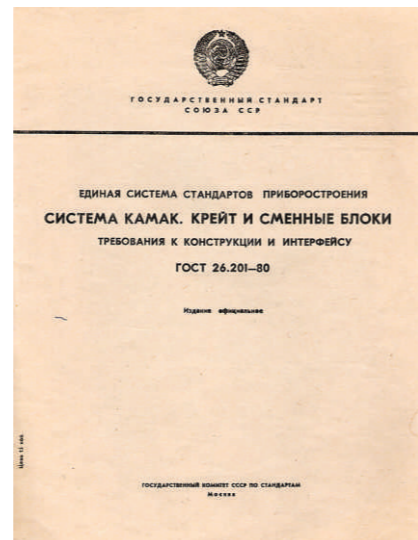
СО АН СССР была поставлена задача создания набора модулей широкого применения, пригодных для тиражирования индустриальным способом.

Так, в лаборатории аналого-цифровых систем (А. Н. Касперович) разрабатывались модули измерительной группы, в лаборатории магистрально-модульных систем (Ю. Н. Золотухин) - системные модули КАМАК. В СКБ НП (С.Т. Васьков, Ю.К. Постоенко) к разработке аппаратных средств были привлечены подразделения О.З. Гусева, А.Э. Рейна, И.Н. Скородина, А.Н. Ангельского, А.Л. Лукашенко, Г.М.Собстеля и др. Огромная работа по выпуску технической документации проведена в СКБ НП конструкторским отделом (Ю.М. Федорук) и отделом стандартизации (Е.Н. Верховская). Трудный путь освоения новой продукции проделан опытными производствами Института (Ю.М. Дмитриев, И.Г. Митюхин, А.Б. Куземо) и СКБ НП (Б.И. Быховский). Концентрация усилий многих подразделений Института и СКБ НП на данном направлении позволила в короткий срок разработать средства в стандарте КАМАК для массового внедрения в практику научно-технических исследований. Разработки ИАиЭ и СКБ НП передавались на Опытный завод СО АН СССР для организации серийного выпуска; на основании заявок институтов, подаваемых в Совет по автоматизации, плано-техническое управление (В.Г. Бары-

шев) планировало выпуск аппаратуры.

Для обеспечения успешного внедрения систем КАМАК немаловажную роль играло создание "пилотных" систем автоматизации, служивших как полигоном для проверки идей разработчиков, так и местом демонстрации возможностей новых технологий. За короткое время (1975-1980 гг.) сотрудниками ИАиЭ и СКБ НП с участием специалистов предприятий разработаны системы автоматизации мощного технологического СО₂ - лазера (ФИАЭ им. И.В.Курчатова, г. Троицк), система автоматизированного проектирования изделий машиностроения (КБ машиностроения, г. Коломна), система управления радиотелескопом РАТАН 600 (ГАО, ст. Зеленчукская), система автоматизации быстропротекающих процессов и система исследования оптических свойств материалов (ИАиЭ СО АН СССР) и многие другие.

Широкому распространению нового подхода к автоматизации исследований способствовали регулярно проводившиеся Институтом автоматике и электрометрии в Новосибирске конференции по использованию ЭВМ в научных исследованиях, симпозиумы по ядерной электронике в Дубне и школы по АНИ под эгидой Совета по АНИ при Президиуме АН СССР. Немалая роль в популяризации стандарта КАМАК принадлежит журналу "Автометрия", регулярно публиковавшему материалы, связанные с проблематикой автоматизации исследований, в частности, № 4 за 1974 г. и № 4 за 1984 г. были полностью посвящены системам КАМАК: первый - проблемам и перспективам, второй - итогам десятилетия работ.



В рамках этой программы было положено начало новой организационной форме сотрудничества Института с научными учреждениями стран-членов СЭВ: в 1978 г. на базе ИАиЭ СО АН СССР и Центральной лаборатории по автоматизации и научному приборостроению

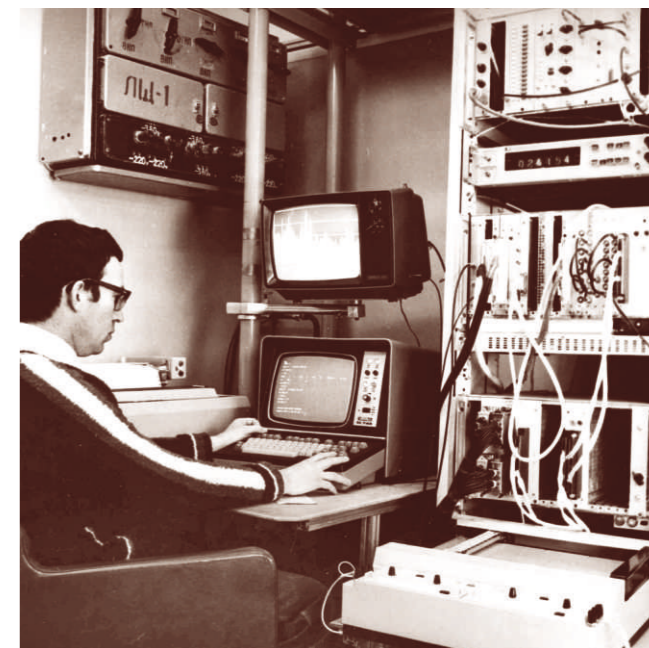
БАН был образован Временный международный научно-технический коллектив (ВМНТК), успешно проработавший в области автоматизации свыше десяти лет и переживший саму проблему КАМАК.

По распоряжению Президиума АН СССР техническая документация на аппаратуру КАМАК, разработанную в СКБ НП, прошла межведомственные испытания и была передана для производства на Экспериментальный завод научного приборостроения НТО АН СССР. Аппаратура выпускалась также Вильнюсским заводом электроизмерительной техники и другими. В соответствии с программой совместных работ Министерства оборонной промышленности и Сибирского отделения АН СССР для внедрения систем КАМАК на предприятиях ведомства ряд отраслевых заводов выпускал аппаратуру по документации СКБ НП.

Однако для формальной легализации системы КАМАК в СССР не хватало официального "освящения". К 1980 г. под руководством Ю.Н.Золотухина, З.А. Лившица и Е.Н. Верховской при активном участии специалистов предприятия ВНИИМаш Госстандарта была завершена работа по подготовке проекта ГОСТа на КАМАК, утверждение которого создало прецедент: впервые в отечественной практике был принят сложный стандарт, одновременно определявший механические, электрические и информационные характеристики изделий и полностью соответствовавший международному стандарту IEC 521. Публикация стандарта ГОСТ 26.201-80 "ЕССП. СИСТЕМА КАМАК. КРЕЙТ И СМЕННЫЕ БЛОКИ. Требования к конструкции и интерфейсу" официально узаконили использование средств КАМАК в СССР.

В 1985 г. за разработку на основе международного стандарта КАМАК и организацию производства аппаратуры для создания систем автоматизации научных и научно-технических исследований присуждена премия Совета министров СССР. В состав авторского коллектива вошли от ИАиЭ: Ю.Е. Нестерихин, Ю.Н. Золотухин, З.А. Лившиц, П.М. Песляк, М.Б. Штарк, от СКБ НП - Ю.К. Постоенко, Б.И. Быховский, О.З.Гусев.

Итогами большой коллективной работы по внедрению в практику автоматизации исследований, кроме разработки аппаратных и программных средств в стандартах КАМАК, организации промышленного производства и создания множества автоматизированных систем в различных областях науки и техники явились выработка и широкое распространение среди разработчиков систем АНИ



Система автоматизации установки «КУЭТТ».

новой информационной технологии, основанной на трех ключевых понятиях: *модульности, магистральной структуре и программном управлении* и непосредственно не привязанной к конкретным стандартам (реализациям).

Одним из подтверждений сказанного служит история систем АНИ после КАМАК. Стандарты КАМАК, разработанные в конце 60-х - начале 70-х гг., в каких-то аспектах, естественно, были связаны с уровнем имеющейся вычислительной техники и микроэлектроники. По мере развития этих отраслей начали проявляться и отдельные недостатки систем КАМАК. Например, малый объем непосредственно адресуемого пространства памяти, затрудненность прямого доступа к памяти и др. Эти недостатки не касались основополагающих принципов, но ограничивали спектр возможных приложений систем автоматизации. Естественно, при таких условиях должны были появиться и новые предложения, и новые стандарты, и они появились - в частности, Multibus II и VMEbus. Характеристики новых стандартов значительно превосходили аналогичные показатели КАМАК. Однако архитектура, предложенная в системах КАМАК, в основном сохранилась. Разработка системы во многом сводилась теперь к выбору нужных функциональных блоков и машинной реализации алгоритма работы. Появление средств, использующих новые стандарты, в отличие от переворота в умах, связанного с внедрением методов КАМАК, уже не выглядело революцией; это был просто эволюционный процесс.

Искусство разработчика систем АНИ трансформировалось в ремесло.