

Страницы истории отечественных ИТ



АИТИ

Москва
2016

УДК 004:001
ББК 32.973
С83

С83 Страницы истории отечественных ИТ / Сост. Э.М. Пройдаков. — М.: Альпина Паблишер, 2016.
Т. 2. — 2016. — 234 с.

ISBN 978-5-9614-5218-1

Эта книга представляет собой второй том вышедшего в 2015 г. одноименного сборника. Она полностью сохраняет структуру первого тома, образуя вместе с ним масштабный экскурс в историю отечественных электронно-вычислительных машин. В книге содержатся биографии 28 выдающихся ученых, инженеров и конструкторов, подробно описано свыше десятка семейств ЭВМ, даны технические характеристики каждой модели, изложены принципы работы и применяемые технологии. На примере изучения аэродинамики самолетов и обработки банковской информации показано, как ЭВМ обеспечили качественный скачок в решении сложных технических и организационных задач. В книге поднимаются вопросы, связанные с пресловутой «отсталостью» отечественной вычислительной техники. Дан анализ пионерных разработок 1940–1980-х гг., которые заложили мощнейший научно-технический потенциал и вывели СССР на лидирующие позиции в области информационных технологий. Описана уникальная разработка ЕС ЭВМ, в которой принимали участие, помимо СССР, большинство стран Совета экономической взаимопомощи (СЭВ). Представляет интерес обзор машины «Сетунь», ставшей первой в мире ЭВМ с троичной системой счисления.

Книга адресована широкому кругу читателей, интересующихся историей отечественной науки и вычислительной техники, а также ИТ-специалистам, студентам вузов и аспирантам, обучающимся по специальностям, связанным с информационными технологиями.

УДК 004:001
ББК 32.973

Все права защищены. Никакая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, включая размещение в сети Интернет и в корпоративных сетях, а также запись в память ЭВМ для частного или публичного использования, без письменного разрешения владельца авторских прав. По вопросам организации доступа к электронной библиотеке издательства обращайтесь по адресу: mylib@alpina.ru

ISBN 978-5-9614-5218-1

© Компания АйТи, Виртуальный компьютерный музей, 2016
© ООО «Интеллектуальная Литература», 2016

Содержание

Предисловие Тагира Яппарова.....	5
Эдуард Пройдаков. Разработка нового компьютера – это предсказание будущего.....	6
Раздел 1. Люди.....	9
Валиев Камиль Ахметович.....	11
Варшавский Виктор Ильич.....	15
Гливенко Елена Валерьевна.....	25
Донской Михаил Владимирович.....	31
Исаев Владимир Петрович.....	35
Каган Борис Моисеевич.....	38
Каляев Анатолий Васильевич.....	41
Королев Лев Николаевич.....	49
Корягин Дмитрий Александрович.....	53
Липаев Владимир Васильевич.....	56
Мельников Владимир Андреевич.....	57
Мергелян Сергей Никитович.....	61
Мизин Игорь Александрович.....	67
Нариньяни Александр Семенович.....	74
Наумов Борис Николаевич.....	85
Полин Владимир Степанович.....	95
Поттосин Игорь Васильевич.....	97
Прангишвили Ивери Варламович.....	100
Пржиялковский Виктор Владимирович.....	103
Прохоров Николай Леонидович.....	105
Смирнов Александр Дмитриевич.....	107
Соколов Андрей Андреевич.....	112
Сулим Михаил Кириллович.....	117
Томилин Александр Николаевич.....	120
Тяпкин Марк Валерианович.....	122
Хетагуров Ярослав Афанасьевич.....	136
Штейнберг Виталий Иосифович.....	140
Шура-Бура Михаил Романович.....	147

Раздел 2. Машины	153
Вычислительная система М-9.....	155
Электронная вычислительная машина М-13.....	160
Система малых ЭВМ (СМ ЭВМ).....	166
Персональные ЭВМ Единой системы и семейства ВМ.....	178
Персональная ЭВМ «Агат».....	186
Раздел 3. Системы	191
Многомашинные системы автоматизации аэродинамического эксперимента.....	193
Системы автоматизации аэродинамического эксперимента до появления ЭВМ.....	193
Первые решения. ЦВС-1.....	194
ЦВС-2.....	197
Концепция АСНИ и адаптирующийся эксперимент. Алгоритмы и математическое обеспечение для систем автоматизации эксперимента.....	198
Комплексная автоматизированная система проведения, обработки и анализа эксперимента на базе трубной АСНИ и ЦБ ЦВС-2.....	203
Комплексная автоматизированная вычислительная система для расчетов с использованием данных аэродинамического эксперимента.....	203
Система информационного обеспечения (СИО) организаций промышленности как прообраз современных корпоративных информационных систем (КИС).....	205
Распределенная автоматизированная вычислительная система, ориентированная на конкретное изделие.....	209
Раздел 4. События	215
Календарь ИТ-событий: 1947–1991 гг.	215
Благодарности.....	233

ДОРОГИЕ ДРУЗЬЯ!

Вы держите в руках второй том книги «Страницы истории отечественных ИТ», который мы издали вместе с нашими партнерами — Виртуальным компьютерным музеем и издательством «Альпина Паблишер». Когда в 2014 г. группа компаний АйТи решила выпустить книгу об истории создания информационных технологий в нашей стране, о советском периоде их развития, мы и не предполагали, что ее появление вызовет столь горячий интерес в среде тех, кто имеет самое непосредственное отношение к ИТ XXI века, — руководителей и сотрудников ИТ-компаний, ИТ-служб предприятий и организаций, студентов и преподавателей вузов, сотрудников научных и проектных организаций, органов государственной власти. После выхода книги мы получили десятки откликов от читателей. Эти отзывы убедили нас, что сегодня существует большой интерес к истории отечественной науки и техники, к основательно подзабытым за последние десятилетия интересным, иногда уникальным разработкам и идеям советских ученых в области информатики и вычислительной техники.



В то же время объем первой книги не позволил реализовать все, что было задумано: при ее подготовке к изданию пришлось опустить информацию о целом ряде событий, о важных для отрасли изобретениях, не упомянуть многих ученых и инженеров, внесших большой вклад в создание и развитие отечественных ИТ. Появление второго тома «Страниц истории отечественных ИТ» частично компенсирует те исторические «пробелы», которые остались после выхода первой книги. Во втором томе вы найдете десятки новых материалов, посвященных людям, закладывавшим основы российской информатики, а также созданным в 1960–1980-х годах советским вычислительным системам и программным решениям.

Приглашаю всех наших читателей вновь соприкоснуться с интереснейшими страницами истории отечественных ИТ-разработок. Надеюсь, что эти страницы еще не раз будут вдохновлять новые поколения российских ученых, инженеров и предпринимателей, создающих сегодня завтрашний день не только российской, но и мировой ИТ-индустрии.

Тагир Яппаров,
председатель Совета директоров
группы компаний АйТи

РАЗРАБОТКА НОВОГО КОМПЬЮТЕРА — ЭТО ПРЕДСКАЗАНИЕ БУДУЩЕГО



Между разработкой новой компьютерной архитектуры, нового приложения или нового сервиса и историей вычислительной техники (ВТ), казалось бы, ничего общего нет — сейчас другие технологии, другая элементная база, другие интерфейсы и т.д. На первый взгляд все другое, а ранее сделанные системы кажутся примитивными и архаичными, и прошлое кануло в Лету. Однако если присмотреться повнимательнее, то мы увидим в истории ВТ непрерывную цепь новаций, в которой каждое следующее звено опирается на предыдущие. Разумеется, в этой цепи, непрерывно прирастающей и в наше время, можно отметить и по-настоящему

прорывные решения, которые, тем не менее, выросли на хорошо подготовленной ниве из многих тысяч удачных и неудачных проектов, созрели в плодотворной среде мирового компьютерного сообщества. Это сообщество — его мифы, компьютерная пресса и литература — поддерживается, в частности, историей как потрясающих удач (о них пишут на порядки чаще), так и провалов интересных на первый взгляд проектов. Знакомство с историей ВТ позволяет, помимо всего прочего, не изобретать велосипед там, где ветераны ВТ уже набили множество шишек, а рассмотрение их идей на новой технологической базе бывает весьма плодотворным. По опыту своей работы над проектами советских компьютеров могу смело утверждать, что разработка нового компьютера — это всегда предсказание будущего, и насколько оно удалось, помимо прочих условий, определяет успех или провал машины. Чтобы правильно прогнозировать, нужно хорошо знать историю, видеть развитие во времени тех или иных тенденций ВТ.

Сейчас у нас интересное время — многоядерность, и хотя она еще не исчерпала себя, но ее ограничения уже отчетливо видны, поэтому идет поиск новых компьютерных архитектур — облачные вычисления, Интернет вещей, нейроморфные чипы, конвергенция ВТ и робототехники, третья волна работ в области искусственного интеллекта и т.д. Все это требует напряженной творческой работы людей сотен специальностей. История ВТ творится каждую минуту нашей жизни.

Предлагаемый вниманию читателей второй том сборника сохраняет структуру первого тома и состоит из трех основных частей: люди, компьютеры и системы.

В этот том вошли описания двух очень разных по назначению систем, в которых использовалась отечественная ВТ, — Автоматизированной системы обработки банковской информации и Автоматизированной системы для аэродинамических экспериментов ЦАГИ. Из их описания видно, как решались задачи внедрения, поддержки и развития таких систем.

Завершает книгу раздел «Календарь компьютерных событий», в котором по годам, с 1947-го по 1991-й, приведена хронология появления в нашей стране новых разработок и важных событий в истории отечественных ИТ. Календарь дополняет одноименный раздел первого тома.

История отечественной вычислительной техники настолько богата как известными, так и, к сожалению, малоизвестными событиями, что изложить ее достаточно полно даже в двухтомнике совершенно нереально. В становлении этой отрасли принимали участие тысячи людей, память о труде которых, об их творческих и достойных подражания личностях очень хочется сохранить. В этом и видит свою миссию Виртуальный компьютерный музей (www.computer-museum.ru), а вас, дорогие читатели, мы приглашаем к сотрудничеству.

Эдуард Пройдаков,
директор Виртуального компьютерного музея

Раздел 1

Люди

Совет Виртуального музея

ВАЛИЕВ КАМИЛЬ АХМЕТОВИЧ

Камиль Ахметович Валиев родился 15 января 1931 г. в деревне Верхний Шандер Таканышского района Татарской АССР (ныне Мамадышский район Республики Татарстан) в крестьянской семье. Окончил Казанский государственный университет (КГУ) и аспирантуру при КГУ. В 1953–1964 гг. Камиль Ахметович работал старшим преподавателем, доцентом, заведующим кафедрой физики Казанского государственного педагогического института. В 50-х годах К.А. Валиев занимался изучением ядерного магнитного резонанса (ЯМР) на ядрах парамагнитных атомов.



Значительным результатом этих исследований было предсказание эффекта усиления сигнала ЯМР, связанного с существованием электронного магнитного момента атома.

Позднее основной научной темой для К.А. Валиева стали исследования жидкостей методами ядерного и электронного магнитного резонанса, ИК-спектроскопии и комбинационного рассеяния света. В ходе этих работ были решены фундаментальные задачи поворотного броуновского движения несферических молекул органических жидкостей, установлены вклады броуновского вращения в ширину линий оптических спектров, найдены новые механизмы релаксации электронных и ядерных спинов в растворах электролитов.

За совокупность фундаментальных теоретических работ в области электронного парамагнитного резонанса Камиль Ахметович был награжден Международной премией им. Е.К. Завойского.

После 1964 г. научные интересы К.А. Валиева сконцентрировались на решении проблем в области полупроводниковой электроники и микроэлектроники, элементной базы ЭВМ, физики технологических процессов микроэлектроники.

С 1965 по 1977 г. Камиль Ахметович возглавлял НИИ молекулярной электроники (НИИМЭ), созданный в составе Научного центра микроэлектроники в Зеленограде, и завод «Микрон», которые под руководством К.А. Валиева сыграли ведущую роль в разработке и организации массового производства в стране кремниевых цифровых интегральных схем, элементов быстродействующих полупроводниковых запоминающих устройств и схем для их управления, специальных усилителей и микропроцессоров.

НИИМЭ и завод «Микрон» в качестве головной организации Минэлектронпрома работали с группой предприятий отрасли, куда также входили Минский завод полупроводниковых приборов (будущее НПО «Интеграл»), ленинградское объединение «Светлана», вильнюсское КБ (позднее НИИ «Вента»), кишиневский завод «Мезон», тбилисский НИИ «Мион», бакинские КБ и завод «Азон», фрязинский завод «Электронприбор». К 1970 г. НИИМЭ предложил базовую технологию массового производства цифровых и линейных интегральных схем с технологическими нормами 2–5 мкм, которую внедрили на 11 предприятиях электронной промышленности.

В 70-х годах для отечественной вычислительной техники важнейшее значение имела разработка необходимой и достаточной номенклатуры параметрических рядов интегральных схем, массовое производство которых обеспечило создание вычислительных комплексов третьего поколения: ЕС ЭВМ (генеральные конструкторы А.М. Ларионов, затем В.В. Пржиялковский), СМ ЭВМ (генеральные конструкторы Б.Н. Наумов, затем Н.Л. Прохоров), «Эльбрус» (главный конструктор В.С. Бурцев).

В середине 1970-х годов по программе Научного центра «Микропроцессор» в НИИМЭ и НИИ точной технологии (НИИТТ) были разработаны БИС микропроцессоров. А с 1976 г. началось интенсивное использование микропроцессоров и других сложных интегральных схем при создании важнейших наземных комплексов и бортовых систем: ракетно-космических (на спутниках серии «Космос» и в противоракетной системе С-300), авиационных (на самолетах КБ Микояна, Сухого, Туполева, Яковлева), на кораблях Военно-морского флота, в радиолокационных системах.

Именно К.А. Валиев, возглавив становление в стране магистрального направления микроэлектроники — создание кремниевых интегральных схем, явился одним из основателей отечественной микроэлектроники. В 70-х годах им были сделаны крупные научные открытия в области сверхскоростных интегральных схем на арсениде галлия, что сыграло важную роль в развитии современных видов аппаратуры специального назначения.

28 ноября 1972 г. Камиль Ахметович Валиев был избран членом-корреспондентом АН СССР по Отделению общей физики и астрономии (техническая физика).

В 1974 г. за вклад в организацию Научного центра микроэлектроники, формирование и развитие науки и промышленности Зеленограда К.А. Валиеву (наряду с другими руководителями предприятий и администрации города — Г.Я. Гуськовым, А.Ю. Малининым, В.В. Савиным, Л.Н. Ливинцевым) была присуждена Ленинская премия.

Сам Камиль Ахметович хорошо написал об этом времени в статье, которая вошла в книгу «Зеленоград в воспоминаниях», изданную в 1998 г.: *«Название института “Молекулярная электроника”, далекое от его реального предназначения, было выбрано не из соображений секретности. Его “претенциозность” объясняется царившими в то время энтузиазмом и эйфорией в умах молодых людей, приступивших к созданию микроэлектроники. Казалось, что путь от кремниевых интегральных схем до молекулярной электроники совсем близок: сегодня занимаемся интегральными схемами, завтра — молекулярными. Прошло 30 лет с тех пор, а время молекулярной электроники можно смело отодвигать еще на 30... Нас вдохновляло чувство того, что мы участвуем в работе национального масштаба, имеющей для огромной державы СССР значение, сравнимое, например, с ядерной программой. Наши прямые связи простирались по всей территории СССР, на наших ИС строилась важнейшая для страны аппаратура. Причастность к таким программам играет огромную вдохновляющую роль. Я счастлив, что мне удалось участвовать в такой программной работе, как создание микроэлектроники в СССР».*

С 1977 г. К.А. Валиев работает в Академии наук СССР. С 1977 по 1983 г. он заведующий сектором микроэлектроники Физического института им. П.Н. Лебедева, а в 1984–1988 гг. — заведующий лабораторией микроэлектроники Института общей физики.

В декабре 1984 г. К.А. Валиев был избран действительным членом АН СССР по Отделению информатики, вычислительной техники и автоматизации (элементная база, материалы вычислительной техники и диагностика).

С 1988 г. К.А. Валиев — директор Физико-технологического института (ФТИ) АН. Здесь он создал научный коллектив, выполняющий фундаментальные исследования в области технологии микро- и наноэлектроники на основе электронно-лучевой, лазерной, рентгеновской литографии, ионно-плазменного микроструктурирования кристаллов и других перспективных процессов.

В последние годы научные интересы К.А. Валиева были связаны с новой областью — разработкой теории, принципов построения, технологии создания квантовых

компьютеров и квантовых систем связи. Под его руководством во ФТИ АН работала первая в России лаборатория физики квантовых компьютеров, проводился научный семинар по квантовым компьютерам и квантовым вычислениям, в 2000 г. был учрежден международный журнал “Quantum computers & computing”. Под руководством К.А. Валиева на факультете вычислительной математики и кибернетики в МГУ создана кафедра квантовой информатики.

По теме квантовых компьютеров и вычислений К.А. Валиев совместно с А.А. Кокиным написал монографию «Квантовые компьютеры: надежды и реальность» (М.; Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001; 2002). Также была опубликована большая обзорная статья академика Валиева «Квантовые компьютеры и квантовые вычисления» (журнал «Успехи физических наук» (УФН). 2005. Т. 175, № 1).

В 2000 г. Нобелевская премия по физике была присуждена академику РАН Ж.И. Алферову и американским физикам Герберту Кремеру и Джеку Килби. Их научные достижения стоят в одном ряду с открытием транзистора, лазерно-мазерного принципа, туннельных диодов и туннельных эффектов в полупроводниках. Речь идет, прежде всего, об изменении современной техники. Как отметил Нобелевский комитет, открытия, сделанные Алферовым и Кремером в области полупроводниковых гетероструктур, дали «основу для получения полупроводниковых структур, которые могут быть использованы для сверхбыстрых компьютеров». А третьим нобелевским лауреатом стал Джек Килби (фирма Texas Instruments, Даллас, шт. Техас, США) за работы в области интегральных схем, позволившие совершить в конце 1960-х годов рывок в микроэлектронике.

Аналогичные исследования в области интегральных схем в СССР были выполнены К.А. Валиевым. Результаты этих работ относятся к высшим достижениям в области современной физики.

Научная и организационная деятельность К.А. Валиева была отмечена правительственными наградами: двумя орденами Трудового Красного Знамени (1971, 1981), орденами Октябрьской Революции (1988), «За заслуги перед Отечеством» IV степени (1999), медалями, Ленинской премией и Государственной премией РФ, Международной премией им. Е.К. Завойского и премией РАН им. С.А. Лебедева.

Умер Камиль Ахметович Валиев 28 июля 2010 г., на 80-м году жизни после тяжелой болезни. Похоронен на Татарском кладбище в Москве.

А.А. Шалыто

ВАРШАВСКИЙ ВИКТОР ИЛЬИЧ

В начале 1970-х, когда я только начал заниматься наукой, мой приятель Г.А. Копейкин однажды спросил меня, не хочу ли я познакомиться с группой ученых, которые так увлечены исследованиями, что могли бы заниматься наукой даже... в тюрьме. Естественно, это предложение меня сильно заинтересовало, и через несколько дней мы оказались в лаборатории Виктора Ильича Варшавского, где занимались теорией переключательных схем и конечных автоматов.



Эта встреча повлияла на всю мою дальнейшую жизнь как в научном, так и в человеческом плане — там я впервые увидел талантливых и увлеченных наукой людей, у которых горели глаза, что не часто встречалось тогда и крайне редко сегодня. И горение это не проходило долгие годы. Оно вдохновляло и другие группы ученых нашей страны, работавших в этой области, на получение результатов, совокупность которых позволила мне назвать это время Великой эпохой [1]. А каким юмором обладали эти люди! (Розенблюм Л.Я. Воспоминания. is.ifmo.ru, раздел «Беллетристика»).

Взяться за перо меня заставили два события. Сначала о первом. 7 декабря 2004 г. PC Week/RE опубликовал статью Э.М. Пройдакова «Асинхронные процессоры», в которой речь шла о появлении на Западе нового класса процессоров, но ни слова не было сказано о роли советских ученых в становлении этого направления.

Я почувствовал необходимость восстановить справедливость в вопросе приоритета в исследованиях этого класса устройств, особенно учитывая тот факт, что в области вычислительной техники публикации о достижениях наших ученых крайне редки.

Меня не покидала эта мысль, но в конце года я все никак не мог сосредоточиться и отложил написание текста на новогодние каникулы. Однако 3 января 2005 г. случилось второе, на сей раз трагическое событие — скончался Виктор Ильич Варшавский. Я испытал настоящий шок. Единственное, что удалось сделать, так это

страницу о Викторе Ильиче на сайте выпускников Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики (СПбГУ ИТМО), который многим известен в стране и мире как ЛИТМО.

Теперь ученики в память о Викторе Ильиче написали статью, публикуемую ниже, в которой, в частности, показана роль Варшавского и его школы в создании асинхроники.

В заключение хочется отметить, что, кроме авторов указанной статьи, существенный вклад в развитие этого раздела науки внесли также ученики и соавторы В.И. Варшавского — В.А. Песчанский, А.Г. Астановский, Р.Л. Финкельштейн и Б.С. Цирлин.

Я, как и все, кто знал В.И. Варшавского, всегда буду помнить об этом выдающемся ученом и ярком человеке.

*А.А. Шальто, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой
«Технологии программирования» СПбГУ ИТМО*

Еще раз об асинхронных процессорах

Наука потеряла одного из выдающихся своих представителей. 3 января после тяжелой болезни на 72-м году жизни скончался доктор технических наук, профессор Виктор Ильич Варшавский.

Поэт Генри Лонгфелло как-то заметил: «Мы оцениваем самих себя по ощущениям того, на что мы способны, тогда как другие судят о нас по тому, что мы сделали».

Виктора Ильича нет больше с нами, поэтому нам (его коллегам, ученикам, друзьям и всему научному сообществу) необходимо осознать, что им было сделано, каково его наследие.

В.И. Варшавский сыграл большую роль в становлении кибернетики и искусственного интеллекта в нашей стране. В начале 1960-х годов он вместе с М.Л. Цетлиным начал проводить зимние школы под Ленинградом, привлекая представительную группу ученых, специализирующихся в области математики, биологии, теории автоматов, коллективного поведения, распознавания образов, вычислительной техники, передачи информации и в смежных областях. Тесную связь между этими проблемами В.И. Варшавский и М.Л. Цетлин, несомненно, почувствовали раньше других.

Позднее интересы Варшавского переключились на новую, малоисследованную тогда область — создание асинхронных электронных устройств и систем, в которых не используются «часы». Такие системы обладают рядом полезных свойств, а методы

их построения были неизвестны. Виктор Ильич явился пионером этого направления, что безоговорочно признано в «асинхронном сообществе» за рубежом.

Об этом ученом и человеке можно сказать так много, что трудно выделить главное. В этом случае лучший выход из положения — предварить изложение цитатами. Поэтому позвольте привести еще одну. Д. Гильберт утверждал, что всякая физическая или математическая теория проходит три фазы развития: наивную, формальную и критическую.

По-видимому, асинхроника проистекает из основополагающей работы Д. Хаффмена (1954), который предложил модель асинхронного конечного автомата. Его труд знаменовал начало формальной стадии асинхроники, которая стартовала после скрытой от нас наивной фазы, и вызвал к жизни тысячи работ, посвященных противогоночному кодированию автоматов и расширениям модели. Между тем все известные модели асинхронных автоматов базируются на допущении, что инициатором перехода автомата в следующее состояние является изменение входного символа, а новый входной символ может быть подан лишь после завершения переходных процессов предыдущего такта. В противном случае будут иметь место сбои. Другим существенным ограничением моделей хаффменовского типа является жесткая дисциплина смены входных сигналов, ужесточающая механизм взаимодействия автомата с внешней средой (обычно — соседние переходы). Это ограничение ставило под вопрос возможность композиции асинхронных автоматов и в конце концов стало тормозом на пути широкого практического использования подхода. Неясным оставался также вопрос, как избежать последствий нестабильности элементов, реализующих автоматы (равным образом не решенный и для синхронных реализаций).

Знаменательным для формальной фазы асинхронной науки надо признать 1959 год, когда Д.Е. Маллер и У.С. Бартки опубликовали отчет, в котором впервые предложили подход, связанный со схемами, не зависящими в своем поведении от задержек элементов. Сейчас такие схемы чаще называют асинхронными или самосинхронными (speed-independent, quasi delay insensitive, or self-timed). Р.Е. Миллер во втором томе своей книги [2] пытался привлечь внимание к маллеровскому подходу, но особого успеха не добился. Чрезмерное увлечение формалистикой в этом подходе оттолкнуло практиков, не увидевших изящных схемных решений. Неудачей окончилась и попытка Маллера воплотить свои идеи в рамках проекта Illiac II, по-видимому, из-за недостаточно высокого уровня технологической базы того времени и слабой проработки схемотехники базовых узлов.

В начале 1970-х годов Варшавский, имевший за плечами богатый опыт теоретических и прикладных исследований в таких областях, как пороговая и мажоритарная логика [3], коллективное поведение автоматов [4], однородные структуры [5], а также в смежных областях кибернетики, по стечению обстоятельств пытался вместе с одним из своих аспирантов разобраться, казалось бы, в тривиальном вопросе: как формально синтезировать схему асинхронного триггера, известного как гарвардский триггер. Странно, но тогда они сделать этого не смогли (это произошло несколько позже). В то время Варшавский, его коллеги и ученики не имели абсолютно никакого представления о работах, инициированных Маллером. Единственным выходом из затруднения для Варшавского была идея перехода из формальной стадии назад, в наивную фазу (что, как нам кажется, одновременно послужило началом критической стадии асинхронной науки). Виктор Ильич занялся изобретательством, что часто помогало ему в жизни. Его неимоверно развитая инженерная интуиция была тем волшебным паровозиком, который толкал ученого к теоретическому осмыслению решаемых задач.

Покрыв сотни листов бумаги схемами, кубами (которые он любил использовать для представления и минимизации булевых функций) и формулами, Варшавский самостоятельно пришел к мысли о необходимости расщепления входных последовательностей на две фазы — активную (рабочую) и неактивную (спейсер), так как при этом все переходы в последовательностях становятся монотонными. Он предложил конструкцию простейшего триггера с индикацией моментов окончания переходных процессов, названную триггероидом, который работает независимо от реальных задержек его элементов. Триггероид не способен хранить записанную в него информацию при некоторых значениях входов, но в совокупности с двумя дополнительными триггероидами (без индикаторов) его использование решало задачу создания самосинхронного счетного триггера.

Варшавский продолжал развивать свою идею и инициировал тотальный поиск литературы по асинхронике, в который погрузились все члены его команды. К 1975 г. был сделан не только скрупулезный анализ результатов западных ученых, но и развит общий подход к построению самосинхронных схем и устройств, интегрирующий все известные результаты. Практически были созданы основы общей теории самосинхронизации, интегрирующей известные фрагментарные подходы. В 1976 г. под редакцией Виктора Ильича на русском языке вышла в свет книга [6], в которой систематически изложены проблемы и решения в области самосинхронизации. Это издание в то время осталось незамеченным на Западе, да и трудно было бы ожидать

другого, поскольку еще не существовало ни асинхронного сообщества как такового, ни перевода книги на английский язык.

На фоне некоторого застоя в теории автоматов в 1960-е годы появилась и стала интенсивно развиваться новая научная дисциплина — теория сетей Петри. Развитие этой теории было относительно самостоятельным, но фактически не было автономным. Скорее всего, она должна рассматриваться как ветвь общей теории автоматов, которая занимает ранее не исследованную нишу между конечными автоматами и машинами Тьюринга. Подавляющая часть работ по сетям Петри «обслуживает» проблематику общей теории систем и параллельного программирования. Тем не менее идейная сторона вопросов, связанных с выделением подкласса живых и безопасных сетей Петри и их исследованием, весьма близка к проблемам самосинхронизации. В книге 1976 г. была продемонстрирована возможность прямой трансляции сети Петри из указанного подкласса в асинхронную схему в обход процедуры противочасового кодирования состояний автомата.

Дальнейшие исследования нашей команды в области управления асинхронными процессами нашли отражение во второй книге [7], законченной в 1984 г. и изданной в 1986 г. под несколько скучноватым названием, навязанным редакцией. В 1990 г. ее перевод на английский [8] стал доступен асинхронному сообществу, и она стала предметом детального изучения в научных группах двух ведущих в области вычислительной техники университетов мира — в Беркли и Стэнфорде.

В 1987 г. в Хельсинском технологическом университете был опубликован цикл лекций Варшавского [9], прочитанных им в 1982–1983 гг. К сожалению, это издание малодоступно. Увидевшая свет в 1994 г. последняя книга с участием Варшавского [10] ориентирована на формальные модели описания, проверки и синтеза управляющих асинхронных устройств. Разработанные авторами идеи нашли применение в системе FORCAGE, предназначенной для автоматизированного проектирования (анализа и синтеза) самосинхронных схем.

Варшавский, несомненно, был абсолютно экстраординарным схемотехником и изобретателем. Он обладатель более 150 авторских свидетельств СССР, патентов Японии и США, заявок на патенты.

Как ему удавалось синтезировать изящные основные, типовые схемы в стандартном базисе, такие как триггеры, полусумматоры, автомат повторного входа, счетчики, буферные устройства и т.п., — загадка. Применение формальных методов в подавляющем большинстве случаев не позволяло воспроизвести оригинал даже при одинаковой начальной спецификации. Варшавского не интересовали «некрасивые»

схемы — он оттачивал их до блеска. Асинхронный фольклор донес до нас историю создания С-элемента Маллера (в нашем окружении он назывался гистерезисным триггером, или Г-триггером). Оказывается, первые две попытки (А и В) Маллера были неудачными, и только на букве С он остановился. Если пользоваться таким же подходом, то Варшавскому определенно не хватило бы множества больших и малых букв латинского алфавита и кириллицы. Во время посещения Советского Союза нобелевский лауреат Поль Дирак прочел лекцию по философии физики, в ходе которой он подошел к доске и написал: «Физические законы должны быть математически красивыми и простыми». Ту же мысль он высказал ранее в одной из своих лекций в Принстоне: «Вся моя жизнь — это написание красивых формул». Это же можно отнести и к схемам, предложенным Варшавским. Эта сторона деятельности Виктора Ильича, наверное, являлась главной в его творчестве. Если внимательно проанализировать многие асинхронные блоки, нашедшие сегодня практическое применение, то в них при желании можно увидеть прототипы схем, изобретенных Варшавским.

Одного перечисления схмотехнических новшеств, внесенных Варшавским в асинхронику, было бы достаточно, чтобы причислить его к элите ученых, занимающихся этой областью знаний. Но нельзя забывать и о его вкладе в теоретические аспекты этой науки. Он автор, соавтор и редактор восьми книг, пять из которых посвящены асинхронике (три из них — на английском), более 200 статей и отчетов (в последних он выступал в роли научного руководителя).

Варшавский внес фундаментальный вклад во многие направления асинхроники. Многие его результаты приоритетны. Нам представляется разумным обратить внимание научного сообщества на вклад Варшавского и предупредить, что терминология, использованная в первоисточниках, часто отличается от современной. Одна из причин этого — применение разных языков, а вторая — желание многих авторов использовать собственную терминологию для того, чтобы почувствовать себя первооткрывателями.

Перечислим важнейшие результаты деятельности Варшавского в асинхронике:

- самосинхронная реализация комбинационных логических схем и конечных автоматов (парафазная и четырехфазная с встроенными индикаторами), 1976;
- прямая трансляция управляющих спецификаций (типа параллельных асинхронных блок-схем алгоритмов и сетей Петри) в асинхронные схемы управления, 1976;
- работы по самосинхронным кодам и реализации кодов в изменениях, 1981;
- самосинхронные интерфейсы, использующие двух- и трехстабильные линии с избыточным кодированием или временную избыточность, 1981–1988;

- надежные самотестируемые и саморемонтируемые архитектуры, 1982–1986;
- конструктивное доказательство функциональной полноты двухходовых элементов в классе полумодулярных схем, 1981–1986;
- десинхронизация синхронных реализаций посредством замены синхронных часов асинхронным управляющим автоматом для улучшения временных свойств схем, 1994–1998;
- асинхронные реализации FIFO-структур и схем памяти, 1988–1993;
- проектирование асинхронных схем на основе квантовых устройств (квантовых точек, одноэлектронных транзисторов), 1995–1996;
- инициация работ по программной поддержке методов проектирования (синтеза и верификации) асинхронных схем, 1988;
- схемы, нечувствительные к задержкам в транзисторах и проводах, 1987;
- проектирование конвейерного управления и конвейерных схем с разной плотностью заполнения информацией (неплотных, полуплотных и плотных), 1979–1986;
- мостиковые транзисторные реализации (в том числе двух- и трехходовых С-элементов), 1988.

Вне асинхроники достаточно упомянуть ставшие классическими результаты работы Варшавского в таких областях, как:

- пороговая логика и искусственные нейроны, которыми Виктор Ильич занимался в начале своей научной карьеры и к которым вернулся в последние годы жизни [11];
- коллективное поведение автоматов, ставшее темой докторской диссертации Виктора Ильича. При этом заметим, что в последнее время заметно вырос интерес к поведению стохастических автоматов с переменной структурой [12].

Популярное изложение принципов децентрализованного управления сложными системами содержится еще в одной книге Виктора Ильича [13].

Удивительной была способность Варшавского создавать команду единомышленников. Его окружение работало как хорошо отлаженный механизм, который никогда не давал катастрофических сбоев, хотя отдельные зависания и тупики, конечно, случались. Варшавский никого не пускал в автономное плавание — он выдавал задания, обсуждал возможные пути их решения и постоянно был в курсе их выполнения. Такой контроль обычно не вызывал отрицательных эмоций, так как осуществлялся он по-дружески. Матерые сотрудники, правда, иногда втихомолку роптали — у них были собственные идеи, но прессинг они считали нормальным,

поскольку репутация босса была хорошей защитой от неприятных внешних воздействий.

На всех этапах своей жизни Варшавский не переставал учиться и учить. Во многом его мировоззрение сформировалось на уже упомянутых зимних школах под Ленинградом, которые он сам создал. Ему удалось привлечь к работе в них выдающихся ученых и мыслителей, работающих в разных областях науки, таких как М.Л. Цетлин, М.М. Бонгард, Л.И. Розоноэр, В.С. Гурфинкель, С.М. Осовец, Д.А. Поспелов, Я.А. Альтман и др. Эти школы питали мыслями и идеями всех своих участников более 10 лет. Варшавский принимал активное участие в работе школ М.А. Гаврилова, общепризнанного пионера в области теории автоматов в СССР, который всегда активно поддерживал работы команды Виктора Ильича.

Возможность побывать и поработать за границей в условиях жизни за «железным занавесом» Варшавскому представлялась редко. Но иногда это все-таки удавалось. Иностранцы гости АН СССР, работающие в области теории автоматов, обязательно включали в программы своих поездок посещение лаборатории Варшавского. Ему же принадлежит и инициатива объединения «могучей кучки» эстонских ученых. Ежегодные зимние совместные семинары с участием ленинградской команды были названы «встречами на Эльби», по названию местечка под Пярну, где они проводились. Варшавский был ключевой фигурой и в подготовке ядра эстонских национальных кадров высшей квалификации в области теории автоматов и ее приложений. Можно упомянуть также множество постоянно действующих семинаров, которыми он руководил.

Виктор Ильич был экстраординарной фигурой и в общечеловеческом плане. У него было громадное количество друзей и знакомых, которые любили и глубоко уважали его. Профессор охотно поддерживал контакты и всегда был готов помочь советом и делом.

Никто и не пытался сосчитать число его аспирантов, защит, на которых он с блеском выступал в качестве оппонента, или статей и книг, которые он отрецензировал (часто — с сарказмом и сногшибательной критикой).

Варшавский обладал неистребимым чувством юмора. Маленький пример. Получив почетный знак «Изобретатель СССР», он моментально отреагировал на это событие фразой: «Оказывается, я изобрел СССР!» Анекдоты хлестали из него, как из пожарного брандспойта. Его розыгрыши, мгновенная реакция на происходящее, острые ремарки, убийственно меткие характеристики людей и событий вошли в научный фольклор. Он был незаменимым тамадой на банкетах, и многие его друзья, которые и сами были замечательными спичмейкерами, в его присутствии слегка сникали.

О покойном говорят только хорошо или ничего. Но Варшавский — это исключение из общих правил. Поэтому мы все же расскажем о трех его недостатках.

Первый — Виктор Ильич всегда дымил как паровоз и в короткие промежутки времени, когда он под прессингом своей жены Натальи пытался «завязать» с курением, постоянно сосал сигарету, засунутую в рот «нештатным» концом. Наверное, эта пагубная привычка сыграла не последнюю роль в том, что рано оборвалась его яркая жизнь, но работать без сигарет он вряд ли бы смог.

Второй — его чересчур спортивная натура. В институтские годы Виктор Ильич занимался классической борьбой и достиг в этой области немалых успехов. Начав работать, забросил спорт, но сохранил неистребимое желание выигрывать. Любил шахматы, хотя и не занимался ими серьезно, обожал блиц и нередко доводил коллег до отчаяния, потому что любой разговор начинался и заканчивался десятком партий.

Третий — любовь к групповому пению и соло при полном отсутствии музыкального слуха. Как человек самобытный, он предлагал свои собственные интерпретации, основанные не на мелодике, а скорее на рваном ритме (может быть, именно поэтому Виктор Ильич пришел в асинхронику?). Интересно, что его участие в хоровом исполнении всегда вызывало «катастрофические отказы» — солисты сначала начинали ошибаться, а потом и вовсе прекращали петь. Правда, Варшавского это не смущало.

Виктор Ильич не был самовлюбленным человеком. Он, естественно, знал себе цену, но никогда не рвался к власти. Позиции профессора и заведующего лабораторией его вполне устраивали. Его призванием была работа, и он явно относился к разряду трудоголиков. Того же он требовал и от своего окружения. Может показаться странным, но во многом интуитивный отбор кадров в подавляющем большинстве случаев не подводил его. Он не всегда с первого захода принимал результаты и мнения своих коллег и учеников. Его надо было сломить или, по крайней мере, выждать некоторое время. Возможно, это происходило оттого, что он беспрестанно генерировал новые и новые идеи, развитием которых хотел озадачить свое окружение.

Вот такой это был человек.

В.И. Варшавский оставил множество последователей, которые развили его идеи и обогатили науку и практику новыми идеями и разработками. Если ранее они работали только в СССР и социалистических странах Восточной Европы, то к настоящему времени многие из них мигрировали в более дальние края и с честью влились в асинхронное сообщество, которое, по нашему общему мнению, в основном про-

должает пребывать в формальной фазе своего развития. Критическая фаза по-прежнему только начинается. В чем она проявится и чем завершится — остается только ждать. Возможно, Варшавский наметил некоторые пути развития критической стадии асинхроника как любимого своего детища; это нашло отражение в идеях, связанных с построением схем, нечувствительных к задержкам как в транзисторах, так и проводах, а особенно в десинхронизации. 20–25 лет тому назад казалось, что асинхроника должна вот-вот победить синхронный подход. Этого не произошло, наверное, потому, что рутинная компьютерная технология развивалась куда более быстрыми темпами, чем асинхроника. Комбинация обоих подходов, возможно, станет в будущем реально продуктивной.

Заканчивая, имеет смысл вернуться к цитатам. Французский геометр Гаспар Монж сказал когда-то, что «очарование, сопровождающее науку, может победить свойственное людям отвращение к напряжению ума». Варшавский, можно с уверенностью утверждать, всей своей жизнью продемонстрировал, что он был триумфатором в этом отношении.

Мы будем помнить его всегда.

Литература и источники

1. *Шальто А.А.* У нас была Великая эпоха! www.computer-museum.ru/histsoft/epoch.htm
2. *Миллер Р.* Теория переключательных схем. Т. 2. — М.: Наука, 1971. — 304 с.
3. *Варшавский В.И.* Некоторые вопросы теории логических сетей, построенных из пороговых элементов // Вопросы теории математических машин / под ред. Ю.Я. Базилевского. — М.: Физматгиз, 1962.
4. *Варшавский В.И.* Коллективное поведение автоматов. — М.: Наука, 1973. — 408 с.
5. *Варшавский В.И., Мараховский В.Б., Песчанский В.А., Розенблюм Л.Я.* Однородные структуры. Анализ. Синтез. Поведение. — М.: Энергия, 1973. — 152 с.
6. *Апериодические автоматы* / под ред. В.И. Варшавского. — М.: Наука, 1976. — 424 с.
7. *Автоматное управление асинхронными процессами в ЭВМ и дискретных системах* / под ред. В.И. Варшавского. — М.: Наука, 1986. — 308 с.
8. *Self-Timed Control of Concurrent Processes: The Design of Aperiodic Logical Circuits in Computers and Discrete Systems* / V.I. Varshavsky, ed. // Kluwer Academic Publishers, 1990, p. 408.

9. *Varshavsky V.I.* Hardware Support of Parallel Asynchronous Processes. — Helsinki, Finland: Digital Systems Laboratory. University of Technology. Series A: Research Report, N 2, 1987, p. 236.
10. *Kishinevsky M., Kondratyev A., Taubin A., Varshavsky V.* Concurrent Hardware. The Theory and Practice of Self-timed Design / J. Wiley, 1994, p. 368.
11. *Avedillo M.J.* VLSI implementation of threshold logic: a comprehensive survey / IEEE Trans. Neural Networks, 14 (5), Sept. 2003.
12. *Economides A., Kehagias A.* The STAR automaton: expediency and optimality properties, IEEE Transactions on Systems // Man and Cybernetics, Part B, vol. 32, № 6, pp. 723–737, Dec. 2002.
13. *Варшавский В.И., Поспелов Д.А.* Оркестр играет без дирижера. — М.: Наука, 1984.

Г.Н. Петрова, Ю.В. Рогачев

ГЛИВЕНКО ЕЛЕНА ВАЛЕРЬЕВНА

Доктор технических наук, профессор Елена Валерьевна Гливенко родилась в Москве 1 апреля 1928 г. в семье ученых. Ее отец В.И. Гливенко — математик, профессор Московского государственного университета — умер в 1940 г. Мать В.Ф. Гливенко — известный врач, профессор медицины. В 1945 г., окончив с отличием школу, Е.В. Гливенко поступает учиться на механико-математический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова. В то время механико-математический факультет университета представлял собой замечательную школу, где работали такие видные ученые, как А.Н. Колмогоров, И.М. Гельфанд, И.Г. Петровский, И.Р. Шафаревич, А.А. Ляпунов и др.



Склонность к научной работе Елена Валерьевна проявила еще в студенческие годы, когда были опубликованы ее статьи по теории функций действительного переменного.

Окончив МГУ по специальности «математика», в 1950 г. она поступила в аспирантуру Геофизического института Академии наук СССР (ГЕОФИАН) (в настоящее время Институт физики земли РАН им. О.Ю. Шмидта), где под руководством профессора А.А. Ляпунова в 1953 г. успешно защитила диссертацию на тему «Статистический

анализ гипоцентров землетрясений», посвященную исследованиям сейсмических данных, и получила ученую степень кандидата физико-математических наук. Продолжая работать в институте еще три года, она публикует ряд статей по обработке сейсмических данных.

Открывались новые возможности обработки информации — появились первые цифровые электронные вычислительные машины, значение которых для науки в то время высоко оценивал учитель Елены Валерьевны А.А. Ляпунов.

Понимая, какие возможности открывает развитие вычислительной техники, в 1956 г. Елена Валерьевна переходит на работу в Лабораторию управляющих машин и систем АН СССР (впоследствии ИНЭУМ), руководимую И.С. Бруком, и впервые начинает работать как математик-программист в отделе доктора физико-математических наук А.Л. Брудно на вычислительной машине М-2 в должности младшего научного, а затем и научного сотрудника. В эти годы ее интересует также медицинская тематика: она занимается вопросами моделирования деятельности мозга, что отражено в ее научных трудах за 1955–1959 гг. Сотрудничество с медучреждениями Е.В. Гливенко не оставляет и в дальнейшем, в 1963 г. она создает кафедру математики при новом медико-биологическом факультете 2-го Московского медицинского института им. Н.И. Пирогова.

В 1958 г. в ИНЭУМ по техническому заданию, утвержденному И.С. Бруком и директором Радиотехнического института (РТИ) академиком А.Л. Минцем, начинается разработка новой транзисторной ЭВМ М-4, предназначенной для управления и обработки информации экспериментального радиолокационного комплекса контроля космического пространства — РЛС ЦСО-П. В отделе А.Л. Брудно выделяется группа программистов для разработки программного обеспечения машины М-4. Е.В. Гливенко назначается руководителем этой группы.

В 1960 г. Загорский электромеханический завод изготовил и поставил на объект в район озера Балхаш первый комплект машины М-4. Туда же выехали разработчики машины во главе с М.А. Карцевым для состыковки машины с радиолокационными станциями (РЛС) и группа программистов во главе с Е.В. Гливенко для разработки совместно со специалистами РТИ алгоритмов обработки информации РЛС ЦСО-П и создания рабочих программ для реализации этих алгоритмов на ЭВМ М-4. В 1962 году были успешно проведены совместные испытания ЦСО-П и М-4 с программой, и работа была завершена.

Продолжением работ коллектива М.А. Карцева явилось создание новой ЭВМ — М42ЦМ, на которую возлагалась задача обеспечить возможность построения вычис-

лительных комплексов для обработки информации не только на радиолокационных станциях (РЛС «Днестр», РЛС «Днестр-М», РЛС «Днепр»), но и на радиолокационных узлах и командном пункте всей системы.

Е.В. Гливенко, разрабатывая алгоритмы решения задач на каждом уровне, четко представляла себе технологию их решения на ЭВМ и внесла целый ряд конкретных предложений по архитектуре новой машины. В результате тесного взаимодействия разработчиков машины и программистов, ЭВМ М42ЦМ стала одной из лучших машин своего времени и составила основу территориальной вычислительной сети первой очереди системы предупреждения о ракетном нападении (СПРН). На пяти радиолокационных узлах и командном пункте системы с 1965 по 1969 г. было введено в эксплуатацию свыше 50 комплектов ЭВМ М42ЦМ, соединенных каналами передачи данных длиной в десятки тысяч километров, обеспечивающих непрерывную круглосуточную работу в реальном времени.

Позднее ведущий специалист Радиотехнического института, доктор технических наук, профессор Ю.С. Саврасов, принимавший участие в разработке алгоритмов системы, писал: «...Начиналась эпоха компьютеров (начало 1960-х годов), и сложные технические системы (такие, как РЛС, узел КП К РО) были немислимы без вычислительных комплексов для управления и обработки информации. Первые вычислительные машины для управления ЦСО-П и далее для узлов РО и ОС, КП К РО и КП К ОС были созданы коллективом лаборатории ИНЭУМ под руководством главного конструктора М.А. Карцева. Первые алгоритмы и программы обработки данных ЦСО-П были разработаны также в этом коллективе под руководством Е.В. Гливенко».

В 1965–1966 гг. в инициативном порядке под руководством М.А. Карцева группой специалистов при активном участии Елены Валерьевны Гливенко был разработан аванпроект вычислительного комплекса М-9, представляющего собой многопроцессорную вычислительную систему, в которой показывалась возможность на существующей элементной базе получить производительность до 1 млрд операций в секунду.

В марте 1967 г. М.А. Карцев выступил с сообщением на симпозиуме по вычислительным системам и средам в Сибирском отделении Академии наук СССР (Новосибирск), в котором подробно изложил не только идеи, но также многие технические решения создания подобного вычислительного комплекса. Для того времени это было смелое выступление: еще не существовало вычислительных машин с производительностью в миллион операций, а здесь прозвучала заявка на миллиард! Но глубина проработки, конкретные схемы и их взаимодействие убеждали в реальности такого комплекса.

Дополнительное выступление Е.В. Гливенко о математическом обеспечении такой многопроцессорной системы еще больше укрепляло эту убежденность. В проекте ВК М-9 предлагалась параллельная обработка функций, зависящих от двух переменных, а булева (картинная) арифметика представляла собой «ковер-индикатор». Полностью проект реализован не был, пришлось ограничиться функциями от одной переменной, что и было реализовано в машине М-10.

В 1967 г., к моменту образования НИИВК, под руководством Е.В. Гливенко был создан отдел математического обеспечения для решения задач, отвечающих возрастающим требованиям по обеспечению противоракетной обороны страны. Вопрос стоял о проектировании вычислительных средств предельно высокой производительности, возможной при современном уровне технологии.

В 1969 г. главный конструктор М.А. Карцев и его коллектив по постановлению правительства приступил к проектированию первой отечественной многопроцессорной высокопроизводительной суперЭВМ М-10 и организации параллельных вычислений.

Для ЭВМ М-10 была предложена оригинальная архитектура вычислительного блока — арифметико-логическое устройство (АЛУ) функциональных арифметических линеек, соответствующее математическим идеям функционального анализа. ЭВМ М-10 должна была работать не с отдельными числами, а с функциями, задаваемыми большим количеством значений. Операциями машины М-10 были операторы над функциями, взятые из функционального анализа, т.е. требовалось выполнить одну операцию над массивом данных параллельно за один такт.

Так появились характеристические функции, их развитие привело к части архитектуры, названной булевой (признаковой) арифметикой, которая использовалась как для анализа характера вычислений, так и для геометрического управления вычислениями каждой точки функции.

На первом этапе М.А. Карцевым и Е.В. Гливенко решалась сложнейшая задача распределения функций между аппаратной и программной частями вычислительной системы.

Для повышения реальной производительности системы в 10–16 раз впервые в мире была выдвинута идея распараллеливания вычислительных алгоритмов для первичной обработки информации РЛС и техническая реализация ее на АЛУ функциональных линеек.

Исследование алгоритмов показало возможность однократной обработки массива информации (временного среза) в реальном времени. Идея распараллеливания вы-

числений учитывала новейшие технические решения РЛС и передающей аппаратуры. В спроектированном под руководством В.А. Брика однотактном многопроцессорном АЛУ содержалось более пяти запатентованных изобретений.

Это решение привело к появлению новых функций в устройстве управления, таких как адресная арифметика, дескрипторное преобразование математических и физических адресов, устройство преобразования признаков, асинхронный запуск задач, усложнение функций системы прерывания и др.

Хотя задачи, которые предполагалось решать на М-10, были связаны с обработкой радиолокационной информации, тем не менее, М-10 проектировалась как универсальная суперЭВМ. В дальнейшем на этой машине проводилось решение научных задач, таких как моделирование коллапса в плазме, автоматизация обработки снимков пузырьковых камер, решались прямые задачи геофизики.

Математический отдел под руководством Е.В. Гливенко решал задачи, которые были под силу только мощным научным центрам. В их числе:

- создание операционных систем многопроцессорных комплексов;
- первичная обработка многоканальной информации РЛС на параллельной архитектуре;
- параллельные языки высокого уровня и многие другие.

В 1971 г. в Радиотехническом институте АН СССР Елена Валерьевна защитила докторскую диссертацию на тему «Математические основы многопроцессорной ЭВМ функционально-операторного типа», посвященную математическим основам проектирования многопроцессорных архитектур.

Вопросы, затронутые в диссертации, отражаются в монографии Е.В. Гливенко «Параллельный процессор первичной обработки информации» (М.: Радио и связь, 1992; рецензент — член-корр. АН СССР Г.Г. Рябов).

Доктор технических наук, профессор Е.В. Гливенко с 1973 г. является сотрудником кафедры прикладной математики и компьютерного моделирования РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, где по результатам прочитанных ею курсов издано несколько учебных пособий, в том числе:

- *Ентов В.М., Гливенко Е.В.* Механика сплошной среды и ее применение в газонефтедобыче (М.: Недра, 2008);
- *Гливенко Е.В.* Математическое моделирование в нефтегазовом деле (М.: МАКС Пресс, 2009).

Елена Валерьевна не оставляет научной деятельности, работая совместно с Международным институтом теории прогноза землетрясений и математической геофизи-



Елена Валерьевна Гливенко (вторая справа) среди ученых НИИВК

ки РАН над вопросом предсказания землетрясений методами распознавания образов.

Е.В. Гливенко — член двух диссертационных советов РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина (с 1990 г.), член диссертационного совета в Международном институте теории прогноза землетрясений и математической геофизики РАН (с 2001 г.). По медицинской тематике под ее научным консультированием В.С. Медовым защищена докторская диссертация, посвященная полной автоматизации получения анализа крови с помощью ком-

пьютерных технологий (2007). Результаты диссертации успешно внедряются в медицинскую практику.

За время научно-педагогической деятельности Е.В. Гливенко под ее руководством защищена 31 кандидатская диссертация, она также являлась научным консультантом двух докторских работ. Елена Валерьевна — автор четырех монографий и более 100 научных статей.

Е.В. Гливенко продолжает сотрудничать с коллективом ОАО «НИИВК им. М.А. Карцева», где, благодаря наличию в институте высокопроизводительных многопроцессорных вычислительных средств, занимается разработкой новых вычислительных методов, изначально обладающих естественным параллелизмом. По результатам этих работ выпущены монографии:

- *Гливенко Е.В., Мухтарулин В.С., Петрова Г.Н.* Математическое моделирование и архитектура компьютера. — М.: Нефть и газ, 2000.
- *Гливенко Е.В., Мухтарулин В.С., Петрова Г.Н.* Параллельные вычисления и геометрическая интерпретация задач. — М.: Нефть и газ, 2006.

Э. М. Пройдаков

ДОНСКОЙ МИХАИЛ ВЛАДИМИРОВИЧ

Михаил Владимирович Донской, российский ученый, программист и предприниматель, один из создателей шахматной программы «Каисса» — первого чемпиона мира среди шахматных программ (1974), создатель и глава информационно-технологической компании «ДИСКО», родился 8 августа 1948 г. В 1970 г. окончил механико-математический факультет (мехмат) МГУ им. М.В. Ломоносова. Затем работал старшим научным сотрудником Института проблем управления АН СССР, где закончил аспирантуру, а в 1974 г. защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности «теоретическая кибернетика».



В соавторстве с другими учеными и программистами Михаил Донской разработал шахматную программу «Каисса». Интерес к шахматам в те времена был не случайным. Создание программ, «играющих» в шахматы, считалось задачей из области искусственного интеллекта; кроме того, долгое время шахматные программы были полигоном для отработки методов принятия решений. Вот что писал сам Михаил Донской про историю «Каиссы»: *«К 1972 году была сделана приличная шахматная программа, и газета “Комсомольская правда” (тогда очень популярная) организовала матч этой программы с читателями. Потребовалось громкое название, и шахматный обозреватель “Комсомолки” А. Хенкин придумал слово “Каисса”. Регламент матча был прост. Каждая сторона играла одну партию белыми, а другую — черными. За неделю делался ход каждой стороной. Ходы читателей выбирались по числу голосов. “Каиссу” тоже никто не контролировал, но мы этим не пользовались.*

В субботу выходила газета с очередной позицией, до вторника приходили письма, а в четверг ночью “Каисса” просчитывала свои ответы. Матч занял почти год — с января по ноябрь — и закончился победой людей со счетом 1,5:0,5. Те, кто помнят жаркое лето 1972 года, могут позавидовать авторам “Каиссы”, проводившим пару дней в неделю в кондиционированном машинном зале — самом прохладном месте Москвы.

Матч привлек внимание всего мира (я знаю даже иностранца, выучившего кириллицу и немножко русский язык, чтобы быть в курсе игры), и нас пригласили участвовать в чемпионате мира 1974 года.

Начиная с 1972 года в США и Канаде проходили ежегодные чемпионаты Северной Америки среди шахматных программ, организованные АСМ. Матч «Каиссы» навел организаторов этих турниров на мысль провести чемпионат мира, организацию которого в рамках своего регулярного конгресса взяла на себя ИФИП» [3].

4–8 августа 1974 г. в Стокгольме состоялся первый чемпионат мира среди шахматных программ. Участвовали 12 программ. Регламент — 4 тура по швейцарской системе. Получив 100%-ный результат, «Каисса» становится первым чемпионом мира. Но в ходе турнира ей не пришлось встретиться с сильнейшей американской программой того времени Chess 4.0. Состоялась показательная встреча, закончившаяся вничью и снявшая вопрос о справедливости победы «Каиссы». Еще раз неслучайность победы «Каиссы» подтвердил последовавший затем семинар, на котором были изложены уникальные методы, реализованные в этой программе. За разработку «Каиссы» в этом же году Михаил Донской был удостоен золотой медали Международной федерации по обработке информации (IFIP) и приобрел мировую известность.

В 1970–1976 г.г. Михаил Донской работал старшим научным сотрудником Института проблем управления АН СССР (ИПУ АН).

В 1976 г. Донской становится заведующим лабораторией Всесоюзного научно-исследовательского института системных исследований (ВНИИСИ, с 1992 г. — Институт системного анализа (ИСА) РАН) и остается им до последних своих дней.

В июле 1977 г. вся команда «Каиссы» (В. Арлазаров, Г. Адельсон-Вельский, М. Донской и др.) переходит из ИПУ в ИСА РАН.

1977 год, 6–9 августа. В Торонто проходит второй чемпионат мира среди шахматных программ. Американская программа Chess 4.0 берет реванш и становится чемпионом мира. «Каисса» делит второе–третье место с американской же программой Duchess.

1980 год, сентябрь. Последнее выступление «Каиссы» на чемпионатах мира. Результат — поделенные четвертое–седьмое места. Отставание в используемой вычислительной базе делает бессмысленными дальнейшие выступления «Каиссы» на чемпионатах мира [3].

Как рассказывал сам Михаил, «кроме удовлетворения амбиций, “Каисса” принесла мне еще много друзей по всему миру, поскольку в те времена создание хорошей шахматной программы было делом сложным, и сформировался своего рода теневой клуб авторов и знатоков шахматных программ. Среди них были знаменитые в мире информационных технологий люди — К. Шеннон (автор теории информации), К. Томпсон (автор операционной системы “Юникс”), Д. Леви, М. Ньюборн, А. Марсланд, Б. Миттман, Ф. Фридель (автор ChessBase) и многие другие» [4].

С 1982 по 1988 г. М.В. Донской был главным системным программистом системы управления базами данных (СУБД) для больших машин «ИНЕС», автор Архивной Системы ИНЕС, установленной во многих вычислительных центрах СССР, а также АСУ МНТС (Международного научно-технического сотрудничества для ГКНТ СССР) и других прикладных систем. В СУБД «ИНЕС» он занимался системными вопросами — генерацией и дистрибуцией системы, системой поддержки версий, для чего и была написана Архивная Система.

В 1989–1992 гг. Михаил Донской являлся членом совета директоров, начальником отдела совместного предприятия (СП) «Параграф». О работе в этом СП Донской пишет следующее: *«В конце 1980-х, когда я оказался в СП “Параграф”, он[о] представлял[о] собой своеобразную сборную лучших московских программистов. В “Параграфе” того времени работали Е. Веселов (автор “Мастера” и “Лексикона”), А. Чижов (автор многих русификаторов, в частности знаменитой “Беты”, он же автор альтернативной таблицы кодировки кириллицы) и другие. В качестве помощницы у Веселова в “Параграфе” работала О. Дергунова, получившая известность уже в “Майкрософте”. Игры продавал В. Савюк, потом раскрутивший марку “Денди”. В общем, компания подобралась неплохая.*

У меня в “Параграфе” был отдел шахматного программирования, в котором “Каисса” получила вторую жизнь в качестве программы для IBM PC. Хотя мы и сделали в отделе шахматную программу — реинкарнацию “Каиссы” для IBM PC, которая достойно сыграла на компьютерной олимпиаде 1990 года, заняв третье место, интерес быстро сдвинулся в сторону пользовательского интерфейса, поскольку графические оболочки Мака и Windows очень манили в эту сторону.

Наш отдел, в котором работали А. Дубец, М. Караев, В. Кокин, И. Шабалин и другие, открыл целое направление графических редакторов. Мы сделали редактор формул, а уже уйдя из “Параграфа”, и редактор факсов, а потом и новую версию “Лексикона”» [4].

В 1992 г. Донской вместе с небольшой вначале группой людей, связанных с программированием и компьютерным бизнесом, организовали Компьютерный клуб. Многие годы этот клуб собирался в старинном здании на Рождественском бульваре. За несколько лет клуб объединил в своих рядах более 200 человек, ставших потом лидерами российского компьютерного бизнеса. Михаил был душой этого клуба, и не случайно деятельность клуба утонула после смерти Донского.

М.В. Донской был учеником известного математика Георгия Адельсона-Вельского, занимался проблемами искусственного интеллекта (ИИ), затем долгое время его

интересовали проблемы пользовательского интерфейса, он выступал с докладами и активно участвовал в проводимых в начале 1990-х годов в Москве и Санкт-Петербурге ежегодных международных конференциях по человеко-машинному взаимодействию.

В 1994 г. Донской основал компанию «ДИСКО» (DISCO — Donskoy Interactive Software Company), став в ней генеральным директором. Компания «ДИСКО» занималась разработкой заказных программных проектов как для российских, так и зарубежных компаний. Она разработала несколько популярных программ для ПК, включая файловый менеджер «ДИСКО Командир», «ДИСКО Наблюдатель» и «ДИСКО Качалка», а также ряд других продуктов для Интернета. В число зарубежных партнеров компании входили корпорации Apple, 3Com, Hewlett-Packard.

Михаил Донской является создателем текстового процессора «Лексикон» для Windows (первые версии «Лексикона», работавшие еще под MS-DOS, были весьма популярны в СССР).

В 1999 г. М. Донской был почетным гостем чемпионата мира среди шахматных программ в г. Падерборне (ФРГ).

С 2000 г. Донской являлся членом совета директоров компании «Арсеналь».

М.В. Донской — лауреат профессиональных опросов «Топ-100 Российского компьютерного бизнеса» и участник программы “Technology Pioneers” Всемирного экономического форума в Давосе в 2001 г. Он соавтор монографий «Программирование игр» (1980) и «Машина играет в шахматы» (1982), автор многочисленных статей в российской компьютерной прессе.

Михаил Донской был очень разносторонним человеком. Одно из самых больших увлечений его жизни — игра в спортивный бридж. Он чемпион СССР 1989 года в составе команды «Москва» (М. Донской, В. Арлазаров, М. Розенблюм, Т. Злотов, А. Ладьженский, А. Бабенко) и неоднократный чемпион Москвы в составе команды «Гудок», призер парников России и Москвы. Победы на турнирах мастеров по спортивному бриджу 1984 и 1985 гг., Рониши-84 в паре с Леонидом Орманом [5]. Меня с ним объединял также интерес к истории Древнего Рима, правда, его больше интересовал императорский период этой истории.

Михаил Владимирович Донской скончался от тяжелой болезни 13 января 2009 г., на 61-м году жизни. Похоронен на Хованском кладбище. Для российского программистского сообщества Михаил Донской был человеком легендарным, поэтому его ранняя кончина стала большой утратой для всех.

Литература и источники

1. *Донской, Михаил Владимирович*. Википедия. — bit.ly/1ejaOeJ
2. Биографическая справка. — ria.ru/society/20090114/159186672.html
3. *Михаил Донской*. История «Каиссы». — www.computer-museum.ru/games/kaissa1.htm
4. *Михаил Донской*. Жизненный цикл программиста. — polit.ru/article/2008/08/20/programmist
5. *Михаил Владимирович Донской*. — www.bridgeclub.ru/memorial/donskoy.htm

Совет Виртуального музея

ИСАЕВ ВЛАДИМИР ПЕТРОВИЧ

Владимир Петрович Исаев, специалист в области вычислительной техники (ВТ) и автоматизированных систем управления (АСУ), родился 14 августа 1930 г. в поселке Чернь Чернского района Тульской области. В 1948 г. после окончания средней школы поступил в Московский энергетический институт (МЭИ) на факультет электровакуумной техники и специального приборостроения, где в спецгруппе изучал основы ЭВМ.



В феврале 1953 г., когда студент-пятикурсник уже приступил к дипломному проектированию, он был призван в армию (спецнабор) на факультет реактивного вооружения Артиллерийской академии им. Ф.Э. Дзержинского для службы в ракетных войсках стратегического назначения (РВСН). Окончив академию, В.П. Исаев получил воинское звание «инженер-лейтенант» и диплом с отличием инженера-механика по артиллерийским приборам.

В это время по постановлению Совета Министров СССР создавался первый в стране Вычислительный центр Министерства обороны СССР — ВЦ-1 МО (с 1961 г. — ЦНИИ-27 МО), куда Владимир Петрович был направлен как специалист по ЭВМ. Вспоминая годы учебы в академии и свой приход в ВЦ-1 МО, он писал:

«Мы еще в 1952 г. в числе двадцати студентов факультета ЭВФ МЭИ были отобраны в спецгруппу, на нас оформили допуски для работы с секретными материалами по курсу “Электронные цифровые вычислительные машины”. Лекции и практические занятия этого спецпредмета читал для нас разработчик, научный руководитель и автор первых отечественных ЭЦВМ МЭСМ и БЭСМ С.А. Лебедев. Читал он, по лекторским меркам, плохо: стоя спиной к студентам, тихим голосом, стирая тут же написанное на доске, но учил замечательно, общался с группой в ИТМ и ВТ на освоении БЭСМ, а со мной и у себя дома. Нам терминология, принципы работы, аппаратные и информационно-программные средства того времени были во многом понятны и знакомы. Поэтому приступить к непосредственной работе нам было проще по сравнению с большинством других сотрудников (как кадровых офицеров, так и гражданских служащих), приходивших на работу в ВЦ-1».

В ВЦ-1 Владимир Петрович прослужил с 1954 по 1972 г., проявив себя как специалист с самой лучшей стороны. Вот перечень основных его работ тех лет:

- 1957–1961 — участник расчетов, в том числе первого искусственного спутника Земли, полета Ю.А. Гагарина, на ЭВМ «Стрела».
- 1957–1959 — создатель комплекса запоминающих устройств (ЗУ) спецЭВМ М-100 для управления ПВО. Разработана архитектура, включающая сверхоперативную кэш-память.
- 1960–1962 — разработчик ЗУ ЭВМ «Удар» для управления ракетами.
- 1963–1968 — ведущий разработчик и начальник первого в СССР мобильного ВЦ для фронтового звена управления войсками. Впервые осуществлено комплексирование однородных ЭВМ, что повысило их производительность и надежность. Участие в войсковых учениях, в том числе в самом масштабном в СССР — «Днепр» (1967).
- 1969–1970 — научный руководитель комплексной НИР «Вега» по оценке потребностей Вооруженных сил (ВС) СССР в вычислительной технике на перспективу. Разработаны методики и дана прогнозная оценка.
- 1970–1972 — участник разработки ТЗ на АСУ ВС («Центр»).

В 1972 г. Владимира Петровича Исаева пригласили на работу в Научно-тематический центр при Управлении делами СМ СССР с оставлением в кадрах Вооруженных сил.

В 1972–1975 гг. В.П. Исаев был прикомандирован к НИИ «Восход» Минрадиопроба СССР для разработки АСУ руководства страны («Комплекс Контур», КК) по управлению народным хозяйством, а в 1975–1981 гг. — к аппарату Заказчика КК (НТЦ при Управлении делами СМ СССР) в качестве начальника сектора разработки военно-оборонных задач.

Владимир Петрович — автор и разработчик контента системообразующих задач КК (использовались в чрезвычайных ситуациях в Чернобыле, Спитаке), представитель СМ СССР в КНТС по республиканским АСУ, где он координировал их разработку с задачами КК.

Выйдя в 1982 г. в запас, Владимир Петрович пришел на работу в Главный информационно-вычислительный центр (ГИВЦ) Минэлектротрома на должность заместителя директора по науке, став научным руководителем Группы компаний спецОАСУ «КСС» и ОАСУ «Электро-3». Спустя три года (1986) он перешел в научно-исследовательский отдел Московского института народного хозяйства (МИНХ, ныне — РЭУ) им. Г.В. Плеханова. Был исполнителем ряда важных НИР, по совместительству преподавал.

В 1986–1998 гг. В.П. Исаев руководил разработкой и внедрением ВТ на предприятиях оборонно-промышленного комплекса (ОПК), разработал информационно-поисковую систему (ИПС) Верховного Совета СССР, создал базу данных для конверсионных проектов.

Владимир Петрович Исаев — полковник запаса, ветеран Вооруженных сил СССР, кандидат технических наук (1968), старший научный сотрудник по кибернетике (1971), автор статей в Энциклопедии по кибернетике («Автоматизация производства» (1962–1965) и в Большой советской энциклопедии (1969–1978), награжден 10 медалями. Он член Совета Виртуального компьютерного музея, автор докладов на международных конференциях SoRuCom.

Э.М. Пройдаков

КАГАН БОРИС МОИСЕЕВИЧ



Борис Моисеевич Каган (род. 1918 г.) — известный ученый и конструктор в области автоматики и вычислительной техники, доктор технических наук, профессор, участник Великой Отечественной войны, лауреат Сталинской (Государственной) премии, участник космической программы, один из fundаторов Всесоюзного НИИ электромеханики (ВНИИЭМ), основатель и руководитель кафедры «Электронные вычислительные машины и системы» Московского института инженеров транспорта (МИИТ) (ныне — Московский государственный университет путей сообщения).

В феврале 1941 г. Борис Моисеевич Каган с отличием окончил Московский энергетический институт (МЭИ) по специальности «автоматика и телемеханика». Еще до окончания института в мае 1940 г. он был направлен на дипломное проектирование во Всесоюзный электротехнический институт (ВЭИ) во вновь создаваемую лабораторию выдающегося ученого, будущего основателя ВНИИЭМ академика Андроника Гевондовича Иосифьяна, вместе с которым проработал 35 лет.

Как рассказывал Борис Моисеевич, *“Иосифьян был исключительно талантливый, смелый, энергичный, по-хорошему честолюбивый и иногда довольно резкий человек. Он был яркой личностью, способной выдвигать оригинальные идеи и принимать крупномасштабные решения. Его изобретение бесконтактных сельсинов служит примером нетривиального мышления. Встреча с ним оказала огромное, решающее влияние на всю мою жизнь”*.

15 октября 1941 г. в критический для обороны Москвы день, имея бронь, освобождающую от мобилизации в армию, и документы на эвакуацию, пошел добровольцем защищать столицу. После разгрома немцев под Москвой в 1942 г. был отозван из армии для выполнения спецзадания правительства. В ноябре 1942 г., в дни Сталинградской битвы, был награжден орденом Трудового Красного Знамени за создание новой техники для фронта. В 1946 г. защитил кандидатскую диссертацию.

В 1944–1949 гг. вместе со своим другом, ныне академиком РАН, Н.Н. Шереметьевским Борис Моисеевич возглавил огромный комплекс работ по созданию на новых

технологических основах системы дистанционного управления пушечными установками на туполевской «летающей крепости» Ту-4. За эти работы он вместе с Н.Н. Шереметьевским был в 1949 г. удостоен Сталинской премии.

В самом начале 1950-х под руководством Б.М. Кагана удалось найти оригинальное решение (изобретение) проблемы повышения в 100 раз точности работы регуляторов частоты бортовых источников питания, имевшее принципиальное значение для повышения точности траекторий баллистических ракет. За эту работу в 1958 г. Высшая аттестационная комиссия (ВАК) присвоила ему ученую степень доктора технических наук без защиты диссертации. Борис Моисеевич был награжден орденами за вклад в обеспечение полетов первого искусственного спутника Земли (ИСЗ) и корабля Гагарина.

С 1953 г. научные интересы Б.М. Кагана сосредоточиваются вокруг проблем электронной вычислительной техники и ее применения для инженерных расчетов и управления.

Б.М. Каган создал во ВНИИЭМ отдел (отделение) вычислительной техники. Участвовал в разработке одной из первых (ламповых) ЭВМ и первых полупроводниковых управляющих вычислительных машин.

В начале 1960-х отдел вычислительной техники по заказу Уралмашзавода приступил к разработке высокопроизводительной управляющей машины (УВМ), впоследствии получившей название ВНИИЭМ-3. Общее руководство комплексом работ по этой машине было возложено Б.М. Кагана, назначенного главным конструктором ВНИИЭМ-3. Машина была разработана группой сотрудников отдела под непосредственным руководством В.М. Долкарта. Универсальная полупроводниковая высокопроизводительная управляющая вычислительная машина ВНИИЭМ-3 имела оригинальную архитектуру. Впервые в отечественной вычислительной технике использовались такие архитектурные решения, как оперативная память с автоматической коррекцией ошибок, многоуровневая система прерывания для управления асинхронными процессами, унифицированные каналы с возможностью реализации межмашинного обмена данными, программно-управляемая система профилактических испытаний. Впервые в стране был использован надежный монтаж накруткой вместо пайки. В 1966 г. УВМ ВНИИЭМ-3 успешно прошла государственные испытания и была рекомендована для серийного производства.

В 1961 г. в составе механико-технологического факультета МИИТа Б.М. Каган создал кафедру «Автоматика и средства автоматизации» (с 2005 г. кафедра носит название «Автоматика и процессы управления»). С 1966 г. в течение 22 лет

он возглавлял кафедру «Вычислительные системы и сети» МИИТа, ставшую одной из ведущих кафедр в этой области.

Б.М. Каган — автор многочисленных монографий и учебников по актуальным проблемам автоматики, и в особенности вычислительной техники, многие из которых переведены на немецкий, английский, китайский и другие языки. Среди его книг:

- *Каган Б.М.* Запоминающие устройства большой емкости. — М.: Энергия, 1968.
- *Каган Б.М., Лукьянов Л.М., Воицелев А.И.* Системы связи УВМ с объектами управления в АСУ ТП. — М.: Советское радио, 1978. — 302 с.
- *Каган Б.М.* Электронные вычислительные машины и системы: учеб. пособие для вузов по специальности «Автоматизированные системы управления», «Прикладная математика», «Электронные вычислительные машины». — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Энергоатомиздат, 1985. — 552 с.: ил.
- *Каган Б.М., В.В. Сташин.* Основы проектирования микропроцессорных устройств автоматики. — М.: Энергоатомиздат, 1987. — 303 с.: ил.
- Основы эксплуатации ЭВМ: учеб. пособие для вузов по спец. «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети» / под ред. Б.М. Кагана. — М.: Энергоатомиздат, 1988. — 429 с.: ил.
- *Каган Б.М.* Электронные вычислительные машины и системы: учеб. пособие для вузов. — М.: Энергоатомиздат, 1991. — 590 с.: ил.

Он автор 130 изобретений и научных трудов по проблемам вычислительной техники, в том числе монографий и учебников, изданных в России, Болгарии, Германии, Индии. Борис Моисеевич подготовил более 30 кандидатов и докторов технических наук.

Борис Моисеевич Каган скончался 7 ноября 2013 г. в США на 96-м году жизни.

Совет Виртуального музея

КАЛЯЕВ АНАТОЛИЙ ВАСИЛЬЕВИЧ

Анатолий Васильевич Каляев родился 29 июня 1922 г. в городе Ртищеве Саратовской области. 18-летним юношей поступил в Ленинградский политехнический институт. В самом начале Великой Отечественной войны пошел добровольцем в народное ополчение Ленинграда, затем участвовал в обороне Ленинграда в составе 42-й армии. Все три года обороны находился на фронте в кольце блокады.



После демобилизации А.В. Каляев продолжил учебу в Ленинградском политехническом институте, где еще студентом начал заниматься научной работой в области теоретической электротехники под руководством известных ученых — профессоров Павла Лазаревича Калантарова и Леонида Робертовича Неймана (впоследствии академика).

Студента интересовали теория цепей и теория электромагнитного поля, электродинамика, проблемы нелинейной теоретической электротехники, однако уже в то время его внимание привлекли начавшиеся разработки вычислительных систем, в частности проводимые в ЛПИ разработки электромеханических систем.

В 1954 г. после окончания аспирантуры и успешной защиты кандидатской диссертации Анатолий Каляев по решению Минвуза СССР направляется в Таганрогский радиотехнический институт (ТрТИ).

В то время на кафедре, возглавляемой профессором Г.Е. Пуховым и имевшей очень высокий научно-методический уровень, развертываются научно-исследовательские работы в области аналоговых вычислительных структур, в которых А.В. Каляев принимает самое активное участие.

В первой половине 50-х годов прошлого века за рубежом появились научные разработки, имевшие целью создание цифровых дифференциальных анализаторов (ЦДА), предназначенных для решения линейных и нелинейных дифференциальных уравнений высшего порядка, некоторых дифференциальных уравнений в частных производных, а также для вычисления сложных функциональных зависимостей, моделирования

сложных динамических систем и т.п. Актуальность этих задач определялась бурным развитием ракетной и космической техники, систем автоматического управления, ядерной энергетики и многих других научных и технических направлений.

В СССР, как в научных организациях, так и в промышленности, также возник и быстро возрастал интерес к этим проблемно-ориентированным вычислительным машинам, обладающим одновременно характерными чертами цифровых и аналоговых вычислительных машин. В то же время отсутствие в нашей стране каких-либо законченных разработок в области ЦДА и достаточно глубоких и широких исследований открывало перед А.В. Каляевым возможность перейти от научных исследований и разработок в области чисто аналоговой вычислительной техники (ВТ) к исследованиям и разработкам в области цифровой ВТ.

В конце 1959 г. от НИИ-3 Министерства обороны СССР, который занимался системами управления ракет, траекторными расчетами и другими проблемами, кафедра получила заказ на разработку и создание первого в стране ЦДА для расчета траекторий баллистических ракет. И менее чем за два года были проведены опытно-конструкторская разработка (ОКР), изготовление и испытание первого в СССР цифрового дифференциального анализатора «Метеор-1».

Производительность ЦДА сильно ограничивала очень простая в реализации система одnorазрядных бинарных приращений. Поэтому Анатолий Васильевич начал интенсивно разрабатывать теорию нового класса цифровых интегрирующих машин (ЦИМ), которые работали бы с цифровыми величинами с плавающей запятой и с многоразрядными приращениями переменных. Причем архитектура таких ЦИМ могла быть как последовательной однопроцессорной, так и параллельной многопроцессорной.

На основе этой теории в первой половине 60-х годов А.В. Каляевым была выдвинута и реализована идея создания многопроцессорных цифровых интегрирующих машин с параллельной архитектурой, таких как ЦИМ «Метеор-3» на 100 параллельно работающих процессорах общей производительностью более 3 млн операций в секунду, ЦИМ «Метеор-4» на 40 параллельно работающих процессорах общей производительностью 4,2 млн операций в секунду, ЦИМ «Омега», а также ряда других цифровых интегрирующих машин, проблемно-ориентированных на решение конкретных классов задач. ЦИМ «Омега» использовалась в Акустическом институте АН СССР для решения систем дифференциальных и алгебраических уравнений, вычисления сложных функций и интегралов, для моделирования динамических объектов и систем в реальном времени.

В это же время в киевском издательстве «Наукова думка» выходит первая монография А.В. Каляева «Введение в теорию цифровых интеграторов» (1964), где впервые была подробно изложена теория работы цифровых интегрирующих устройств, послужившая основой для дальнейшего развития теории ЦИМ в целом. Эта книга стала незаменимым пособием для разработчиков и конструкторов новых типов таких машин.

Во второй половине 60-х руководство Минвуза СССР, желая сохранить мощный научно-образовательный центр Юга России, каковым уже тогда являлся ТРТИ, и учитывая высокие административно-организационные качества А.В. Каляева, назначило его ректором ТРТИ. В этой должности он проработал более 18 лет.

В 1969 г. на базе двух научных отделов — по ЦИМ и по микроэлектронике, которые функционировали в то время при кафедрах, по инициативе Анатолия Васильевича при ТРТИ было создано Особое конструкторское бюро «Миус» (моделирующих и управляющих систем).

Под научным руководством А.В. Каляева в ОКБ «Миус» были развернуты крупные научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР) по созданию проблемно-ориентированных вычислительных машин и специальных бортовых вычислителей, а также по разработке элементной базы для них.

В начале 1970-х годов здесь на микроэлектронной основе разрабатывается ряд многопроцессорных цифровых интегрирующих машин, в которых получили развитие идеи А.В. Каляева, заложенные в созданных ранее ЦИМ типа «Метеор-3», «Метеор-4» и «Омега». Это, в частности, параллельная многопроцессорная ЦИМ «Дон» на 50 параллельно работающих процессорах, изготовленная в 1970 г. по заказу бакинского АЗИНЕФТЕХИМ им. М. Азизбекова, а также многопроцессорная ЦИМ «Таганрог» на 50 параллельно работающих процессорах производительностью до 2 млн операций в секунду, изготовленная в 1971 г. по заказу КБЭ (Харьков), и др.

В 1970 г. выходит монография А.В. Каляева «Теория цифровых интегрирующих машин и структур». В ней он последовательно изложил полную теорию ЦИМ различных классов, включая теорию экстраполяционных и интерполяционных ЦИМ, последовательных и параллельных ЦИМ, работающих с многоурядными и одноурядными приращениями, имеющими фиксированную и плавающую запятую. В книге рассмотрены методы численного интегрирования по Стилтесу и получены конкретные формулы численного интегрирования по Стилтесу. Показано, что применение точных формул численного интегрирования по Стилтесу, использование многоурядных приращений, плавающей запятой, учет погрешностей квантования и разра-

ботка параллельной архитектуры в сочетании с электронной динамической коммутацией обеспечивают повышение производительности ЦИМ на несколько порядков без существенного увеличения количества используемого оборудования и его габаритов. Уже в этой монографии была выдвинута идея создания однородных цифровых интегрирующих структур на основе появившихся в то время первых поколений интегральных микросхем и показано, что успехи микроэлектроники обеспечили возможность разработки и реализации однокристалльного цифрового интегрирующего микропроцессора и однокристалльного многоканального коммутирующего элемента, позволяющего программировать каналы связи между параллельно работающими цифровыми интегрирующими микропроцессорами. Эта идея явилась в дальнейшем исходной точкой для разработки однородных параллельных многопроцессорных вычислительных систем (ВС) с программируемой коммутацией.

Однако для развития микроэлектроники и вычислительной техники в ТРТИ было необходимо также создать научную базу для фундаментальных теоретических и экспериментальных разработок в этих научных направлениях с целью получения необходимого перспективного научного задела для дальнейшего развития и выхода на мировой уровень прикладных исследований и опытно-конструкторских работ.

Для решения этой задачи А.В. Каляев выдвинул идею создания Научно-исследовательского института однородных микроэлектронных вычислительных структур (НИИ ОМВС). 29 декабря 1972 г. Совет Министров РСФСР принял постановление об организации при ТРТИ такого института. Директором НИИ ОМВС был назначен Анатолий Васильевич Каляев. В этой должности он проработал более 20 лет.

В дальнейшем НИИ ОМВС был переименован в Научно-исследовательский институт многопроцессорных вычислительных систем (НИИ МВС), за которым были закреплены следующие научные направления:

- разработка теории, принципов построения и создания многопроцессорных вычислительных систем с программируемой архитектурой, предназначенных для решения широкого круга задач цифрового управления и моделирования;
- разработка математического обеспечения многопроцессорных вычислительных систем;
- разработка теории, принципов построения и создания сверхбольших интегральных схем (СБИС) с программируемой структурой для многопроцессорных вычислительных систем;
- разработка теории и принципов построения адаптивных нейроподобных вычислительных и робототехнических систем.

В НИИ МВС трудилось более 450 человек, в том числе десятки докторов и кандидатов наук и свыше 250 инженерно-технических сотрудников. Более десяти крупных ученых, докторов наук, профессоров, имевших большой научный и организационно-административный опыт работы в области многопроцессорных вычислительных систем, их математического обеспечения и элементной базы, руководили коллективами отделов, лабораторий и исследовательских групп института.

Наряду с теоретическими и экспериментальными научными исследованиями, в НИИ МВС под руководством А.В. Каляева было выполнено большое число прикладных НИОКР, в том числе десятки опытно-конструкторских работ. В результате были разработаны, изготовлены, испытаны и поставлены заказчикам опытные образцы более двух десятков универсальных и проблемно-ориентированных вычислительных систем, из них около половины являлись высокопроизводительными вычислительными системами с массовым параллелизмом и программируемой архитектурой.

В 1978 г. в Москве вышла в свет монография А.В. Каляева «Однородные коммутационные регистровые структуры», открывшая еще одно новое научное направление. В книге была изложена разработанная Анатолием Васильевичем теория однородных коммутационных структур, предназначенных для синтеза и программирования многочисленных изменяющихся во времени каналов связи между большим числом параллельно работающих процессоров. В монографии впервые в мире были рассмотрены автоматы с программируемой структурой и программируемой коммутацией, которые в дальнейшем легли в основу создания многопроцессорных вычислительных систем с программируемой архитектурой. Отдельная глава книги была посвящена проблемам коммутации в нейроподобных структурах, архитектуре плоских и пространственных нейроподобных структур, принципам и методам настройки и перестройки нейроподобных структур.

В 1984 г. А.В. Каляев был избран членом-корреспондентом Академии наук СССР.

Большую роль в развитии дальнейших фундаментальных и прикладных исследований в НИИ МВС сыграл выход в свет в 1984 г. монографии А.В. Каляева «Многопроцессорные системы с программируемой архитектурой». В книге была выдвинута концепция, научно обоснована и глубоко разработана теория принципиально новых, не имеющих аналогов в мире сверхпроизводительных многопроцессорных вычислительных систем с массовым параллелизмом, программируемой архитектурой и структурной организацией вычислений, которые гарантируют близкую к пиковой производительность практически на всех классах задач, обеспечивают линейный рост производительности в зависимости от числа параллельно работающих процессоров,

существенно облегчают распараллеливание вычислительных процессов, обеспечивают простоту и эффективность программирования, высокую надежность и живучесть, обладают модульностью и наращиваемостью структуры и позволяют наиболее полно использовать достижения современной микроэлектроники.

В основу многопроцессорных вычислительных систем с программируемой архитектурой положена выдвинутая А.В. Каляевым идея однокристалльных макропроцессоров с программируемой структурой, которые работают на основе наборов крупных операций с внутренними машинными языками высокого уровня. Теория многоканальных макропроцессоров с программируемой структурой была развита в ряде работ А.В. Каляева и его учеников, опубликованных в отечественной и зарубежной научной литературе.

За большой личный вклад в развитие вычислительной техники и подготовку научных и инженерных кадров Президиум Верховного Совета СССР присвоил А.В. Каляеву в 1986 г. звание Героя Социалистического Труда.

В период с 1991 по 1993 г. НИИ МВС в качестве головной организации принимал участие в работах по реализации межвузовской научно-технической программы «Супермакрокомпьютер», утвержденной приказом Гособразования СССР. Проект универсальной многопроцессорной вычислительной системы с программируемой архитектурой «Супермакрокомпьютер» был в общих чертах завершен в 1993 г. Для супермакрокомпьютера использовалась специально разработанная в НИИ МВС элементная база с программируемой структурой, включавшая супертранспьютер, макропамять и макрокоммутатор и основанная на одномикронной технологической норме.

Одновременно с опытно-конструкторскими работами и исследованиями в области многопроцессорных вычислительных систем с массовым параллелизмом в НИИ МВС под руководством А.В. Каляева был выполнен ряд опытно-конструкторских работ в области цифровых нейропроцессорных сетей и цифровых нейрокомпьютеров с массовым параллелизмом и программируемой структурой.

В 1977 г. был разработан, изготовлен и экспериментально исследован цифровой нейроподобный ансамбль, состоящий из 10 цифровых параллельно работающих нейропроцессоров, способных перестраивать свою структуру на реализацию функций как формально-логических, так и динамических модулей нейронов, и гибкой коммутационной системы, обеспечивающей возможность программирования архитектуры нейропроцессорного ансамбля.

В 1987 г. разработан и создан действующий образец универсального моделирующего комплекса для нейрокибернетических исследований, включающий персо-

нальный компьютер, нейропроцессор с программируемой структурой, используемый в качестве сопроцессора-акселератора, и комплект программных средств, обеспечивающих моделирование различных нейропроцессорных ансамблей и нейропроцессорных сетей с числом нейроэлементов до 32×10^4 и числом синаптических связей до $2,5 \times 10^6$. Комплекс обеспечивал моделирование широкого класса нейропарадигм и имел производительность 106 CUPS (переключений межузловых связей в секунду).

В 1989 г. разработана первая в мире БИС цифрового нейропроцессора (ЦНП) с программируемой структурой на основе базового матричного кристалла. Структура нейропроцессора могла программироваться на реализацию различных типов нейронов, в том числе динамических, адаптивных по входам и выходам, формально-логических и др.

В следующем году была разработана и изготовлена в виде экспериментальной партии микросборка ансамбля цифровых нейропроцессоров, содержащая в одном корпусе шесть бескорпусных БИС цифровых нейропроцессоров и программируемый коммутатор, позволяющий программировать в микросборке различные типы нейропроцессорных ансамблей. Микросборка экспонировалась на всесоюзных и международных выставках и была отмечена серебряной медалью ВДНХ.

В 1992 г. разработан и изготовлен экспериментальный образец первого в мире параллельного мультинейропроцессорного цифрового нейрокомпьютера с программируемой архитектурой в виде комбинированной нейрокомпьютерной системы, включающей персональный компьютер РС АТ и параллельный сопроцессор-акселератор, состоящий из 15 параллельно работающих цифровых нейропроцессоров с программируемой структурой и программируемой коммутационной системой.

В 1990 г. А.В. Каляев с соавторами опубликовал монографию «Однородные управляющие структуры адаптивных роботов». В монографии рассмотрены вопросы разработки и создания систем управления адаптивных роботов третьего поколения с элементами искусственного интеллекта на базе однородных нейроподобных структур. Изложены принципы построения однородных нейроподобных структур, предназначенных для управления движением роботов в динамически изменяющейся внешней среде с препятствиями. Описаны алгоритмы и структуры, предназначенные для планирования поведения как отдельных роботов, так и их коллективов. Приведены характеристики реальных разработанных роботов.

В 1990 г. в НИИ МВС разработана и выпущена опытная партия сверхбольших интегральных схем (СБИС) однородной нейроподобной структуры, ориентированной

на решение задач планирования траектории движения робота в сложной среде с препятствиями. Одна СБИС содержала 128 параллельно работающих элементарных нейропроцессоров.

В 1992 г. разработана бортовая многопроцессорная вычислительная система повышенной живучести для управления трехосной стабилизированной платформой «Аргус», создаваемой в рамках программы «Марс-94» и предназначенной для работы в составе орбитальной станции, исследующей поверхность Марса. В 1993–1994 гг. были изготовлены и испытаны действующие образцы подобной системы, получившие высокую оценку заказчика.

В период с 1997 по 2003 г. основные усилия представителей научной школы, возглавляемой А.В. Каляевым, были направлены на решение проблемы создания аппаратно-программных средств поддержки систем программирования, настройки и реконфигурации архитектуры многопроцессорных вычислительных систем с массовым параллелизмом, а также на решение проблемы достижения сверхвысокой производительности таких систем и обеспечение линейного роста их производительности, близкой к пиковой, на любых классах задач. Решение этих проблем позволило достичь высокой производительности суперЭВМ с массовым параллелизмом и программируемой архитектурой на уровне лучших образцов зарубежных суперкомпьютеров и обойти при построении суперЭВМ трудности, связанные с отставанием отечественной микроэлектронной технологии.

Параллельно велись крупные научные исследования по созданию системного программного обеспечения многопроцессорных ВС с массовым параллелизмом и программируемой архитектурой, разрабатывалась технология синтеза прикладных программ для таких систем, а также технология трансляции существующих последовательных программ в параллельные. В результате ряда фундаментальных работ в этих направлениях были получены оригинальные решения многих научных задач, связанных с развитием многопроцессорных ВС.

В мае 2000 г. общим собранием Российской академии наук Анатолий Васильевич Каляев был избран академиком РАН.

В 2003 г. коллектив научной школы А.В. Каляева участвовал в выполнении программы Союзного государства России и Беларуси «Разработка и освоение в серийном производстве семейства высокопроизводительных ВС с параллельной архитектурой (суперкомпьютеров) и создание прикладных программно-аппаратных комплексов на их основе» (шифр «СКИФ»). В ходе выполнения работ по программе «СКИФ» были разработаны и созданы универсальный мини-суперкомпьютер на основе модульно-на-

рациваемой многопроцессорной системы с программируемой архитектурой и структурно-процедурной организацией вычислений, а также его программное обеспечение.

В 2003 г. А.В. Каляевым с соавторами были изданы монографии «Модульно-наращиваемые многопроцессорные системы со структурно-процедурной организацией вычислений» и «Оценка производительности многопроцессорных вычислительных систем с массовым параллелизмом».

50 лет академик А.В. Каляев проработал в родном Таганрогском радиотехническом институте. За время научной и научно-педагогической деятельности Анатолия Васильевича под его руководством выполнено свыше 200 разработок, он подготовил 18 докторов технических наук, 59 кандидатов технических наук, опубликовал более 380 научных работ, среди которых 13 монографий. А.В. Каляеву принадлежат 69 авторских свидетельств и патентов на изобретения. За заслуги перед Родиной Анатолий Васильевич Каляев награжден орденом Ленина, тремя орденами Трудового Красного Знамени, орденом Отечественной войны II степени, орденом Дружбы народов и 16 медалями.

Умер А.В. Каляев 10 марта 2004 г. в Таганроге. Похоронен на городском кладбище.

Е.Н. Филинов, А.Н. Томилин

КОРОЛЕВ ЛЕВ НИКОЛАЕВИЧ

Лев Николаевич Королев – член-корреспондент Российской академии наук, один из ведущих ученых, положивших начало развитию вычислительной техники и программирования в СССР и успешно продолжающих разработку этих важнейших направлений науки и техники. Лев Николаевич по образованию математик. Область его научных интересов – программирование, вычислительные системы, архитектура вычислительных систем, операционные системы.



Лев Николаевич родился 6 сентября 1926 г. в городе Подольске Московской области. В 1943 г. он поступил на первый курс механико-математического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова. В 1944 г. его призвали в действующую армию, и он прошел

с боями Карпаты, Румынию, Венгрию, Австрию и Чехословакию. В университет Лев Николаевич вернулся в 1947 г., а в 1952 г. с отличием окончил механико-математический факультет.

В 1953–1975 гг. Л.Н. Королев работал в Институте точной механики и вычислительной техники (ИТМ и ВТ) АН СССР под руководством академика С.А. Лебедева.

Начальный этап деятельности Л.Н. Королева был связан с созданием программ для первых отечественных ЭВМ — БЭСМ (1953), затем БЭСМ-2 и М-20. Он проводил пионерные исследования, связанные с решением информационно-логических задач, задач кодирования, с разработкой методов автоматизации программирования, символьных преобразований информации.

В 1956 г. Л.Н. Королев создал одну из первых программ машинного перевода текстов с английского языка на русский для ЭВМ БЭСМ, в 1960-м защитил диссертацию по вопросам теории машинного словаря, и ему была присвоена ученая степень кандидата физико-математических наук.

Под руководством Л.Н. Королева написан комплекс управляющих программ для многомашинной вычислительной системы противоракетной обороны (ПРО) на базе ЭВМ М-40 и М-50. По этой же тематике в 1967 г. Лев Николаевич успешно защитил диссертацию на соискание ученой степени доктора физико-математических наук.

Лев Николаевич в качестве заместителя главного конструктора принимал активное участие в разработке архитектуры и программного обеспечения высокопроизводительной ЭВМ БЭСМ-6. В 1967 г. под его руководством в ИТМ и ВТ была создана первая операционная система (ОС) для БЭСМ-6 (позднее она получила название «Диспетчер-68»), которая ориентировалась на использование основных архитектурных решений БЭСМ-6, предложенных при активном участии Л.Н. Королева: многопрограммный режим решения задач, страничная организация памяти с динамическим распределением оперативной памяти в процессе вычислений средствами операционной системы, совмещение вычислений во всех задачах с параллельной работой внешних запоминающих устройств хранения и устройств ввода-вывода информации. Кроме этих основных функций, ОС «Диспетчер-68» обеспечивала вызов трансляторов с языков программирования и автокодов. «Диспетчер-68» стала предтечей будущих развитых операционных сред и основой для ряда последующих операционных систем для БЭСМ-6 — ОС «Дубна» (Н.Н. Говорун, И.Н. Силин), а также ОС «Диспак» (В.Ф. Тюрин), ориентированной на пакетную обработку и эксплуатируемой в дальнейшем на большинстве ЭВМ БЭСМ-6.

Существенное влияние ОС «Диспетчер-68» оказала и на появление в ИТМ и ВТ операционной системы реального времени для БЭСМ-6 — ОС НД-70 («Новый диспетчер-70», В.П. Иванников) с развитыми средствами организации параллельных вычислений (соподчинение задач, аппарат параллельных процессов) и возможностью работы БЭСМ-6 в составе многомашинного вычислительного комплекса АС-6.

За создание БЭСМ-6 и программного обеспечения для нее Л.Н. Королев в составе авторского коллектива в 1969 г. был удостоен Государственной премии СССР.

В дальнейшем Лев Николаевич в качестве заместителя главного конструктора принимал участие в разработке многомашинного вычислительного комплекса АС-6, активно использовавшегося для управления космическими полетами, и математического обеспечения космической программы совместного советско-американского полета «Союз–Аполлон».

Создание операционных систем для БЭСМ-6 и АС-6 считается одним из крупных достижений отечественного системного программирования на мировом уровне. Как отмечает сам Л.Н. Королев, таких успехов удалось добиться благодаря простоте логического построения БЭСМ-6, простоте ее архитектуры, обеспечившей успех у пользователей при решении вычислительных задач. Идеи, заложенные в организацию взаимодействия ЭВМ в многомашинных комплексах, функциональная специализация ЭВМ комплекса явились новейшими для 70-х годов научными и практическими достижениями в разработке вычислительных систем.

В 1981 г. Л.Н. Королев был избран членом-корреспондентом АН СССР по отделению математики.

В 1970 г. академиком А.Н. Тихоновым в МГУ был открыт факультет вычислительной математики и кибернетики (ВМК). В составе ВМК была организована кафедра автоматизации систем вычислительных комплексов (АСВК). С первых дней и до настоящего времени ею руководит Л.Н. Королев. На этой кафедре Лев Николаевич читает курс «Обзор архитектур современных ЭВМ».

Л.Н. Королевым была выполнена основополагающая работа по формированию учебных курсов и учебных пособий по профилю программистских кафедр факультета. Совместно с Р.Л. Смелянским, И.В. Машечкиным, Н.В. Макаровым-Землянским и А.В. Гуляевым он внес значительный вклад в построение вычислительной базы факультета ВМК. Созданный ими учебно-научный вычислительный комплекс (УНВК) стал к концу 80-х наиболее мощным вычислительным комплексом в МГУ. В нем была реализована концепция терминальной сети БЭСМ-6 и других ЭВМ, охватывающей

учебные классы, кафедры и лаборатории факультета. Эта сеть обеспечивала и проведение научных исследований, и подготовку студентов. За организацию системы коллективного пользования МГУ Л.Н. Королев в составе авторского коллектива в 1982 г. был удостоен премии Совета Министров СССР.

В настоящее время Л.Н. Королев руководит работами, проводимыми на кафедре АСВК и направленными на создание средств исследования и обеспечения параллелизма вычислений — основного направления повышения производительности мультипроцессорных вычислительных систем. Эти исследования посвящены: решению проблемы отображения алгоритма на структуру вычислительной системы; поиску решений для распределения процессов и данных, основанного на анализе текста программы (статическое планирование); сочетанию их с динамическим планированием — динамическим назначением процессоров для выполнения работ; изучению подходов к отысканию оптимального расписания вычислений на мультипроцессорных системах с использованием генетических алгоритмов.

Л.Н. Королев — автор более 70 научных работ, в том числе 10 монографий и учебных пособий, основные из них: «Структуры ЭВМ и их математическое обеспечение» (М.: Наука, 1974; 2-е изд., переработ. и доп., 1978), «Микропроцессоры, микро- и мини-ЭВМ» (М.: Наука, 1984).

Среди учеников Л.Н. Королева — два члена-корреспондента РАН, более 40 докторов и кандидатов наук. Многие из них стали руководителями новых коллективов системных программистов в организациях РАН и промышленности.

В 1997 г. Л.Н. Королеву присвоено звание «Заслуженный профессор МГУ».

Лев Николаевич Королев — лауреат Государственной премии СССР (1969), премии Совета Министров СССР (1982), Ломоносовской премии МГУ (1995). Он награжден орденами Ленина, Октябрьской Революции, Отечественной войны II степени, «Знак Почета», «За заслуги перед Отечеством» IV степени.

Э. Луховицкая

КОРЯГИН ДМИТРИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ

Дмитрий Александрович Корягин родился 5 июня 1935 г. в городе Уссурийске Приморского края. Там в одной из летних частей служил его отец — военный летчик. Вскоре после рождения сына отец был переведен в Москву, в Военно-воздушную инженерную академию им. Н.Е. Жуковского. Участвовал в Великой Отечественной войне. По окончании войны вернулся в Академию Жуковского в звании генерала.



Дмитрий Александрович решил идти по стопам отца. После спецшколы с авиационным уклоном он поступил в Военно-воздушную инженерную академию им. Н.Е. Жуковского. По окончании академии, с 1959 г. проходил службу в НИИ-4 Министерства обороны. А вскоре в его судьбе произошел крутой поворот. 3 мая 1959 г. Дмитрий Александрович был командирован в Отделение прикладной математики Математического института (ОПМ МИАН) им. В.А. Стеклова АН СССР (ныне Институт прикладной математики (ИПМ) им. М.В. Келдыша РАН), в отдел программирования. Цель командировки — освоить библиотеку стандартных программ для машины М-20.

«До конца дней буду благодарен моему первому начальнику, доктору технических наук В.Д. Ястребову за эту командировку», — вспоминал позднее Дмитрий Александрович. Его поразила атмосфера, царившая в институте: увлеченность работой, демократизм, дружелюбие. Д.А. Корягин с жаром включился в работы отдела. Командировка была продолжена, и вскоре он стал участником коллектива по созданию транслятора ТА-2. Это был первый транслятор с полного языка Алгол-60 в код машины М-20. Работа была успешно завершена, а Корягин приобрел опыт и собрал материал для написания кандидатской диссертации на тему «Транслятор с языка Алгол для ЭВМ М-50». Его научным руководителем был Э.З. Любимский. В 1965 г. Дмитрий Александрович защитил диссертацию и стал кандидатом технических наук.

Следующая командировка в ИПМ была связана с созданием системного программного обеспечения для машины БЭСМ-6. Корягин тем временем уже был в звании майора. Вместе с коллегами из ИПМ он вдохновенно решал стоявшие перед ним задачи, проявляя при этом качества прекрасного организатора. Дослужившись до звания полковника, Дмитрий Александрович уволился в запас и в 1971 г. был зачислен в штат ИПМ и.о. зав. сектором.

Вместе с сотрудниками своего сектора Дмитрий Александрович стал работать над темой «Пакеты прикладных программ». Под этим термином понимаются специальным образом организованные программные комплексы, рассчитанные на применение в определенной предметной области. Удобство использования разработанной им и его коллегами методики состояло в том, что в единой архитектуре сочетались модули предметной области и системные средства. Эти средства обеспечивали пользователя разнообразным сервисом при подготовке и прохождении задач.

Большим успехом в этом направлении было создание пакета программ «Сафра», предназначенного для решения широкого класса задач математической физики, в частности задач лазерного управляемого термоядерного синтеза. «Сафра» позволила значительно упростить решение задач вычислительного эксперимента, что было чрезвычайно важно для специалистов, ведущих соответствующие расчеты. Система успешно эксплуатировалась в ИПМ РАН, была передана в несколько десятков внешних организаций. В 1984 г. Дмитрий Александрович Корягин стал доктором физико-математических наук, а в 1985-м был назначен на должность заведующего отделом.

Кроме этих работ, Корягин занимался проблемой автоматизации проектирования и изготовления машиностроительных изделий. Одним из первых проектов такого назначения была система КАПРИ, создававшаяся по заказу Института атомной энергии (ИАЭ) им. И.В. Курчатова. Успешное внедрение этой системы обусловило появление нового проекта — ИРБИС (Интегрированная Разработка Больших Инженерных Систем), выполнявшегося совместно с ведущим предприятием Минатома — Научно-исследовательским и конструкторским институтом энерготехники (НИКИЭТ). ИРБИС в значительной мере упорядочил организацию работ по проектированию и расчетам трубопроводов атомного реактора.

В начале 1990-х Д.А. Корягин возглавил цикл работ по созданию информационно-вычислительной сети ИПМ. В то время на двух удаленных площадках института функционировало более 200 персональных компьютеров и серверов. Эта работа нашла свое продолжение в разработке Grid-технологий, предусматривающих совместное

использование сетевых ресурсов и реализацию распределенных вычислений. Grid-проект выполнялся в контакте с отечественными и зарубежными организациями.

В 1992 г. Дмитрий Александрович стал заместителем директора ИПМ по научной работе.

Д.А. Корягин успешно занимался и преподавательской деятельностью. Работая в МГУ им. М.В. Ломоносова на кафедре системного программирования факультета вычислительной математики и кибернетики (ВМК) сначала в должности ассистента (с 1978 г.), а с 1987 г. — профессора, он читал лекционный курс «Пакеты прикладных программ», руководил спецсеминаром «Технологии Grid».

Дмитрий Александрович подготовил 15 кандидатов наук. Он автор свыше 120 научных работ, включая статьи и монографии. В их числе:

- Система комплексной автоматизации проектирования, разработки и изготовления изделий в опытных производствах НИИ и КБ (Система КАПРИ). — М.: Изд-во ИАЭ, 1987.
- Системное обеспечение пакетов прикладных программ. — М.: Наука, 1990 (соавторы М.М. Горбунов-Посадов и В.В. Мартынюк).
- Прикладные источники развития системного программного обеспечения // Юбил. сб. ОВТИА РАН, 1993.
- Вычислительный комплекс ИПМ им. М.В. Келдыша РАН, основанный на технологии открытых систем // В сб.: Информатика и вычислительная техника, 1995.
- Базовые принципы и способы применения грида // Программирование. — № 1. — 2009. — С. 26–49 (соавтор В.Н. Коваленко).
- Вспоминая Сашу // В кн.: Эдуард Зиновьевич Любимский — ученый, коллега, учитель. — М., 2009. — С. 7–39.

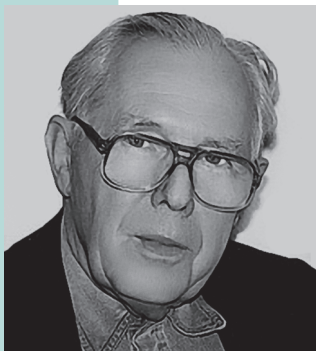
Д.А. Корягин имел ряд правительственных наград: 11 медалей, орден Дружбы (2004), он лауреат премии Совета Министров СССР (1986) и удостоен звания «Заслуженный деятель науки Российской Федерации».

Дмитрий Александрович Корягин скончался 23 июня 2009 г. До последнего своего часа, несмотря на тяжелую болезнь, он продолжал интенсивно трудиться: следил за новинками в области распределенных вычислений, общался с сотрудниками, руководил семинарами. Его смерть была тяжелым ударом для института, а особенно для сотрудников отдела, которые его любили, почитали и знали, что в трудную минуту он всегда придет на помощь.

Д.А. Корягин похоронен на Головинском кладбище Москвы.

Совет Виртуального музея

ЛИПАЕВ ВЛАДИМИР ВАСИЛЬЕВИЧ



Владимир Васильевич Липаев (род. в 1928 г.) – профессор, главный научный сотрудник Института системного программирования Российской академии наук (ИСП РАН). В 1950 г. окончил физический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова. С 1954 по 1988 г. работал в Московском НИИ приборной автоматики, в последние годы этого периода – главным конструктором и председателем Координационного совета Министерства радиопромышленности СССР по автоматизации проектирования программного обеспечения, руководителем комплексного проекта «Прометей» по технологии создания крупномасштабных программных средств для систем реального времени.

Основные научные интересы В.В. Липаева сосредоточены в области программной инженерии, надежности функционирования программ реального времени, открытых информационных систем и мобильности программных средств и баз данных. Он активно участвует в решении проблем системного проектирования, обеспечения качества, тестирования, стандартизации и сертификации сложных программных комплексов.

Около 40 лет Владимир Васильевич занимается исследованиями и разработкой программного обеспечения для систем обработки радиолокационной информации и инструментальных средств для создания комплексов управляющих программ реального времени. Под руководством В.В. Липаева на базе его теоретических исследований и богатого практического опыта реализации крупномасштабных программных проектов разработано шесть больших инструментальных систем для автоматизации технологических процессов жизненного цикла сложных комплексов программ, широко использовавшихся в оборонной промышленности и частично эксплуатируемых в настоящее время. Под его научным руководством подготовлено и защищено более 20 кандидатских и 2 докторские диссертации.

С 1970 г. Владимир Васильевич опубликовал 50 монографий и учебных пособий в области методов, технологий, инструментальных средств и стандартизации проектирования, разработки, тестирования и обеспечения жизненного цикла сложных комплексов программ реального времени. В.В. Липаев является автором 5 изобретений и свыше 400 публикаций в отраслевых и научных журналах. 30 лет он читал

курсы лекций по программной инженерии в МИФИ, МИРЭА, МФТИ. Многие учебные курсы Владимир Васильевич выложил в электронном виде в открытый доступ.

В 1957 г. В.В. Липаев защитил кандидатскую, а в 1965 г. — докторскую диссертацию, с 1970 г. — он профессор. В 1983 г. ему присвоено звание заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, в 1985 г. он стал лауреатом премии Совета Министров СССР, а в 2001 г. — лауреатом премии Правительства Российской Федерации в области образования.

Владимир Васильевич Липаев скончался в Москве 21 сентября 2015 г. Это большая утрата для всех, кому посчастливилось его знать и работать вместе с ним.

А.Н. Томилин, Е.Н. Филинов

МЕЛЬНИКОВ ВЛАДИМИР АНДРЕЕВИЧ

Владимир Андреевич Мельников родился 18 августа 1928 г. в деревне Венюково (ныне Чеховский район Московской области). В 1951 г. окончил Московский энергетический институт (МЭИ) по специальности «автоматика и телемеханика». Свой трудовой путь Мельников начал, еще будучи студентом, в Институте точной механики и вычислительной техники (ИТМ и ВТ) АН СССР под руководством академика С.А. Лебедева. Первой его работой стал макет блока центрального управления операциями машины БЭСМ.



Дипломной работой В.А. Мельникова по этому блоку, наряду с проектами других студентов-практикантов (В.С. Бурцева, А.Н. Зимарева, В.П. Смирягина, А.Г. Лаут, В.Н. Лаута, А.С. Федорова), стал эскизный проект БЭСМ, который был защищен в апреле 1951 г. одновременно с эскизным проектом ЭВМ «Стрела», разработанным в СКБ-245.

Машина БЭСМ, в разработке и наладке которой принял активное участие В.А. Мельников, имела быстродействие 8–10 тыс. арифметических операций в секунду и была одной из самых быстродействующих машин в мире в середине 50-х годов. Ее эксплуатация началась в 1953 г., а в 1956 г. в машину была установлена память на потенциалоскопах, обеспечившая ее проектное быстродействие.

В.А. Мельников как ученый и как конструктор вырос в научной школе академика С.А. Лебедева. До конца своей жизни Владимир Андреевич сохранил чувство глубокой

любви и уважения к учителю и вместе с соратниками и учениками продолжил развитие школы С.А. Лебедева. Позже, в документальном фильме, посвященном С.А. Лебедеву, В.А. Мельников вспоминал: «Мне очень повезло и с моим первым учителем, и с моим первым директором. Моим первым учителем был С.А. Лебедев, который научил нас основам создания электронных цифровых вычислительных машин, а первым директором — М.А. Лаврентьев, сумевший создать в ИТМ и ВТ творческие условия, способствовавшие разработке и организации серийного производства первых ЭВМ».

Еще будучи молодым инженером, В.А. Мельников стал руководителем следующей разработки ИТМ и ВТ — ЭВМ БЭСМ-2, ее наладки и подготовки к серийному производству. Под его руководством и с его участием конструктивные решения в ЭВМ БЭСМ-2 и М-20, которая создавалась параллельно с БЭСМ-2, были унифицированы; ламповые диоды схемотехники БЭСМ заменены на германиевые; использовано ферритовое запоминающее устройство. С 1958 г. БЭСМ-2 выпускалась серийно, а В.А. Мельников как ответственный исполнитель по БЭСМ-2 оказывал помощь в воспроизведении этой машины в Китае.

В истории отечественной вычислительной техники эпохальным событием следует считать создание ЭВМ БЭСМ-6, среднее быстродействие которой составляло 1 млн операций в секунду. Основные решения построения БЭСМ-6 (архитектура, структура машины, система элементов и схемотехника, конструкция, программное обеспечение) принадлежат главному конструктору С.А. Лебедеву и его заместителям — В.А. Мельникову, Л.Н. Королеву (ныне члену-корреспонденту РАН) и А.А. Соколову.

В числе этих решений:

- конвейерный принцип организации управления («водопроводный», как называл его С.А. Лебедев), позволяющий обрабатывать параллельно до 14 машинных команд;
- использование сверхоперативной ассоциативной памяти на быстрых регистрах для сокращения числа обращений к оперативной памяти;
- расслоение оперативной памяти на автономные блоки с возможностью одновременного обращения к ним;
- многопрограммный режим работы для одновременного решения нескольких задач с заданными приоритетами;
- страничная организация памяти;
- аппаратный механизм преобразования математических адресов в физические для обеспечения динамического распределения оперативной памяти в процессе вычислений средствами операционной системы;

- аппаратные механизмы защиты памяти программ и данных;
- развитая система прерывания программ, обеспечивающая автоматический переход с решения одной задачи на другую, обращение к внешним устройствам и контроль их работы.

Многие из этих решений, реализованные на технической базе ЭВМ второго поколения, были положены в основу архитектуры ЭВМ третьего и четвертого поколений.

БЭСМ-6 запустили в опытную эксплуатацию в 1965 г. В середине 1967 г. первый образец БЭСМ-6 был представлен на испытания и принят государственной комиссией под председательством академика М.В. Келдыша. Тогда же Московский завод счетно-аналитических машин (САМ) изготовил три серийных образца. Благодаря тесному сотрудничеству завода-изготовителя и разработчиков машины под руководством В.А. Мельникова времени на доводку БЭСМ-6 и подготовку ее к серийному производству фактически не потребовалось. Принятые при создании БЭСМ-6 принципиальные технические решения обеспечили ей завидное долголетие: машина выпускалась промышленностью на протяжении 17 лет, снискав заслуженную любовь пользователей. В 70-х годах БЭСМ-6 составляла основу парка высокопроизводительных ЭВМ в СССР.

БЭСМ-6 обеспечила решение важнейших вычислительных задач в научных исследованиях по ядерной физике (в научных центрах Москвы, Арзамаса, Челябинска, Дубны и т.д.). На основе БЭСМ-6 были созданы вычислительные центры коллективного пользования во многих научных учреждениях АН СССР, крупные системы управления объектами в реальном масштабе времени, вычислительные системы телеобработки данных космических исследований. На ней проводилось моделирование сложнейших физических процессов и процессов управления, а также разработка программного обеспечения для новых ЭВМ.

В дальнейшем архитектура БЭСМ-6 была использована в ЭВМ «Эльбрус-1К2» и «Эльбрус-КБ», созданных уже на интегральных схемах М.В. Тяпкиным («интегральных БЭСМ-6», как их называли разработчики). Таким образом была обеспечена их программная совместимость с БЭСМ-6.

В 1969 г. В.А. Мельникову в составе коллектива разработчиков БЭСМ-6 была присуждена Государственная премия СССР, а в 1976 г. Владимира Андреевича избрали членом-корреспондентом АН СССР по Отделению математики (математика — средства вычисления).

После БЭСМ-6 В.А. Мельников в качестве главного конструктора вместе с С.А. Лебедевым и А.А. Соколовым приступил к разработке вычислительной системы АС-6, в которой удалось воплотить многие идеи, легшие в основу будущих суперЭВМ. АС-6

использовалась совместно с БЭСМ-6 при реализации советско-американской космической программы «Союз–Аполлон» и при последующих запусках космических кораблей в СССР.

В.А. Мельников внес большой вклад в создание информационно-вычислительных комплексов на базе АС-6 и БЭСМ-6 для центров управления полетами космических аппаратов.

Последние 10 лет жизни Владимир Андреевич посвятил созданию векторно-конвейерных суперЭВМ на отечественной элементной базе, наиболее полно отвечающих требованиям решения сложных задач вычислительной математики. С этой целью он сформировал коллектив разработчиков суперЭВМ в одном из научно-исследовательских институтов Минэлектронпрома СССР, сотрудничавший с Калининградским заводом этого же министерства. В 1983 г., когда в АН СССР открылось Отделение информатики, вычислительной техники и автоматизации, В.А. Мельников создал Институт проблем кибернетики АН СССР и стал его директором. Вычислительная система «Электроника-ССБИС», разрабатываемая В.А. Мельниковым, в архитектурном отношении напоминала известную систему Cray фирмы Cray Research (США), но конкретные решения по архитектуре, конструкции, схемотехнике и особенностям системного программного обеспечения для векторно-конвейерной суперЭВМ были оригинальными.

В 1986 г. Владимир Андреевич был избран действительным членом АН СССР по Отделению математики (математика — прикладная математика). Сам по себе факт избрания В.А. Мельникова академиком по Отделению математики свидетельствует о высокой оценке вклада ведущего разработчика компьютеров в развитие вычислительной математики и глубокой связи математики и информатики.

Начавшаяся в СССР в конце 1980-х годов перестройка, а затем длительный экономический кризис не позволили В.А. Мельникову довести до конца работу по «Электронике-ССБИС».

В.А. Мельников постоянно заботился о подготовке молодых специалистов в области вычислительной техники, руководил работой кафедр в Московском физико-техническом институте, Московском институте радиотехники, электроники и автоматики, МГУ им. М.В. Ломоносова. Понимая важность обучения школьников основам информатики и вычислительной техники и считая, что в современных условиях важнейшее для страны дело — развитие образования — нуждается в поддержке со стороны информационных технологий, Владимир Андреевич много сил отдавал журналу «Информатика и образование», будучи его главным редактором.

В.А. Мельников вел большую научно-организационную работу, являясь заместителем академика-секретаря Отделения информатики, вычислительной техники и автоматизации АН СССР, членом президиума Высшей аттестационной комиссии, главным редактором научного сборника «Кибернетика и вычислительная техника».

Большая и плодотворная работа ученого была отмечена высокими наградами — орденом Ленина, двумя орденами Трудового Красного Знамени и медалями. В.А. Мельников — дважды лауреат Государственной премии (1969 и 1980 гг.), лауреат премии им. С.А. Лебедева Президиума АН Украины.

Владимир Андреевич Мельников умер 7 мая 1993 г. в Москве. Похоронен на Троекуровском кладбище.

В феврале 1999 г. состоялась научная конференция, посвященная 70-летию со дня рождения В.А. Мельникова. На ней с докладами выступили ведущие ученые С.В. Емельянов, О.М. Белоцерковский, К.А. Валиев, К.В. Фролов, В.П. Иванников, Ю.И. Митропольский, А.Н. Томилин и др. А в настоящее время учрежден Научный фонд «Первая исследовательская лаборатория имени академика В.А. Мельникова».

А.Ю. Нитусов

МЕРГЕЛЯН СЕРГЕЙ НИКИТОВИЧ

Математик Сергей Мергелян не конструировал вычислительные машины, но именно он стоял у колыбели армянского компьютеростроения. Его вклад в развитие вычислительной техники республики, равно как и всей советской вычислительной математики, неоспорим. Сергей Никитович Мергелян, один из самых известных советских армянских математиков, родился 19 мая 1928 г. в Симферополе, и раннее детство его прошло в России. Однако школьные годы Мергеляна, учеба в университете, а потом и работа как зрелого специалиста неразрывно связаны с Ереваном и всей научной школой республики.



Разумеется, деятельность ученого такого масштаба не ограничивается узким кругом одного института или даже города, а принадлежит всей стране (точнее, всей мировой науке). Академик АН СССР С.Н. Мергелян с равным правом может считаться и московским математиком. Он провел в столице немало времени, здесь жили и живут

многие его близкие и друзья, к тому же здесь произошли многие важные события его научной и личной жизни.

Сергей еще в юном возрасте выделялся привлекательной внешностью и незаурядным голосом, а главное — замечательными математическими способностями. В 1943 г. в Ереване проходила республиканская физико-математическая олимпиада, на которой Сергей занял первое место, а в 16 лет он экстерном закончил школу.

В 1944 г. Сергей Мергелян поступил на физико-математический факультет Ереванского государственного университета (ЕГУ). На первом курсе он проучился всего неделю и был немедленно переведен на второй.

В университете работой Сергея заинтересовался профессор Арташес Липаритович Шагинян и привлек его к участию в своем семинаре. Там Сергей выполнил и опубликовал свою первую научную работу.

Обучаясь в университете, Сергей оставался верен себе: закончил учебу в 1946 г., за три года вместо положенных учебным расписанием пяти. Сразу же по окончании ЕГУ 19-летний Сергей поступил в очную аспирантуру Московского математического института им. В.А. Стеклова при АН СССР. С научным руководителем ему повезло — им стал известный математик академик М.В. Келдыш. Обычный срок обучения в аспирантуре — три года, но уже за полтора года Мергелян сдал кандидатские экзамены и написал диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. В основу диссертации была положена его статья, опубликованная еще в университете, и две другие, написанные уже в Москве.

Защита состоялась в 1949 г. и прошла блестяще. Хотя сам Мергелян представил на защиту кандидатскую диссертацию, все три его официальных оппонента — академики А.О. Гельфанд, М.А. Лаврентьев и С.М. Никольский — ходатайствовали перед Ученым советом о присвоении ему докторской степени. Ходатайство оппонентов удовлетворили, поскольку работа была посвящена исследованию совершенно неизвестной области и уровень ее был очень высок. Члены совета практически единогласно поддержали это решение, и Сергей Мергелян на 21-м году жизни стал самым молодым доктором физико-математических наук нашей страны. В этом он опередил даже нобелевского лауреата, математика и кибернетика академика Л.В. Канторовича, получившего докторскую степень (в области физико-математических наук) в 23 года.

В 1949-м, в год защиты, он начал участвовать в постоянном семинаре академика М.А. Лаврентьева при Институте им. В.А. Стеклова.

Область его научных интересов охватывала приближенные представления данных функций через более простые. Эту проблему впервые сформулировал еще П.Л. Чебы-

шев применительно к теории механизмов, а далее ее развивали А.А. Марков-старший и в наше время С.Н. Бернштейн, М.А. Лаврентьев и М.В. Келдыш. Тем не менее в области комплексных чисел теория приближений оставалась все еще мало разработанной. Мергелян занялся ее исследованием, получив впоследствии ряд блестящих результатов.

В 1951–1953 гг. он опубликовал несколько значимых работ: «Некоторые вопросы конструктивной теории функций», «Равномерные приближения функций комплексного переменного», «О полноте систем аналитических функций» и предложил решение задачи о приближении непрерывных периодических функций тригонометрическими полиномами.

В 1952 г. Сергей Никитович Мергелян был удостоен Сталинской премии второй степени и звания лауреата. Комментируя награждение Сергея Мергеляна, президент АН СССР академик А.Н. Несмеянов отметил, что его работы имеют «особое значение с точки зрения использования их методов в работе больших автоматических вычислительных машин».

В октябре 1953 г. С.Н. Мергелян был избран членом-корреспондентом АН СССР по Отделению физико-математических наук (математика), а в 1954-м назначен на должность профессора на механико-математическом факультете МГУ.

Академик А.Н. Несмеянов не случайно связал имя Мергеляна с вычислительной техникой. Молодой профессор математики из МГУ, конечно же, не мог остаться в стороне от зарождавшейся в те годы индустрии электронных математических машин.

В июне 1956 г. по инициативе Президиума АН Армянской ССР и решением правительства СССР был основан Ереванский научно-исследовательский институт математических машин (ЕрНИИММ). Сергей Мергелян сыграл ведущую роль в создании института и стал его первым директором. В том же году его избрали в Академию наук Армении.

Создание государственного института, естественно, заслуга не только одиночки-математика Мергеляна. Над проектом трудился серьезный коллектив ученых, большую помощь ему оказал президент АН Армении академик В.А. Амбарцумян. Известные ученые Андроник Иосифьян (Москва), Арташес Шагинян и Фадей Саркисян (Ереван) также внесли значительный вклад в становление института, развитие вычислительной техники и программирования в Армении. Тем не менее роль Мергеляна оказалась решающей. Сам же институт сразу стал популярен как «институт Мергеляна». Его создание было тесно связано с появлением одной из первых советских ЭВМ — популярной М-3, ставшей одновременно и первой ЭВМ в Армении.

Универсальная малогабаритная цифровая ЭВМ М-3 по своим характеристикам предназначалась для использования в НИИ и конструкторских бюро. К задачам, решаемым на М-3, относились: интегрирование обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных (линейных и нелинейных), решение систем линейных уравнений со многими неизвестными, решение алгебраических и трансцендентных уравнений и т.п.

Для своего времени машина была очень удачной. Однако поскольку разработкой М-3 специалисты занимались, не имея правительственного задания, то никакого финансирования проект не получал и вопрос ее изготовления висел в воздухе. Судьбу машины решил визит в Москву В.А. Амбарцумяна, который хотел получить проект перспективной электронной вычислительной машины для освоения в Ереване (в только что созданном ЕрНИИММ). Амбарцумян обратился за советом к академику А.Г. Иосифьяну, с которым был знаком, а тот, зная о разработках в этой области И.С. Брука и будучи лично заинтересован в оснащении своего ВНИИЭМ современной техникой, предложил ему совместно встретиться с Исааком Семеновичем. Третьим ученым, обратившимся к И.С. Бруку с аналогичной просьбой (опять же при содействии А.Г. Иосифьяна), стал создатель космической техники академик С.П. Королев.

Именно заинтересованность трех авторитетных академиков, договорившихся с И.С. Бруком о совместном завершении работ по изготовлению трех образцов машины на производственной базе ВНИИЭМ, стала решающим фактором. В 1956 г. опытное производство ВНИИЭМ изготовило и отладило (при участии разработчиков) три компьютера М-3. Первый головной образец оставили во ВНИИЭМ для проведения государственных испытаний, второй комплект получил ЕрНИИММ, а третий — организация С.П. Королева.

В 1960 г. по конструкторской документации М-3 и с технической помощью ВНИИЭМ в ЕрНИИММ была построена машина «Раздан», ставшая первой ЭВМ в Армении и первой полупроводниковой ЭВМ в СССР. Весомый вклад в создание машины внес и научный сотрудник Ереванского НИИ математических машин Г.Г. Мелик-Пашаев, получивший опыт работы над компьютером М-3 в Москве во ВНИИЭМе, где он стажировался, участвуя в наладке и эксплуатации машины.

С получением первых ЭВМ работа в Институте Мергеляна пошла полным ходом. Уже в 1957 г. Мергелян организовал и возглавил Вычислительный центр Академии наук Армении и ЕГУ.

Вскоре научный уровень самого ЕрНИИММ уже не уступал многим аналогичным московским организациям. В институте были созданы функциональные подразделе-

ния по проектированию аппаратных и программных средств, включая их конструкторское и технологическое оснащение. Были сформированы и цеха для изготовления образцов устройств и узлов, в том числе источников питания. Созданные цеха в дальнейшем объединились в опытное производство, а позже в Опытный завод при Ереванском НИИ математических машин.

Стремительно нараставший объем работ не позволял делить время между двумя городами, и в 1958 г. Мергелян оставил свою должность в МГУ, а вскоре перестал регулярно посещать семинар М.А. Лаврентьева. Тем не менее связей со столичным научным миром он не прервал и в 1959 г. вошел в состав первого Научного совета по комплексной проблеме «Кибернетика», созданного и возглавленного академиком адмиралом А.И. Бергом. Тогда же Мергелян опубликовал и еще одну новую работу — «Приближения функций комплексного переменного». Она была издана в юбилейном сборнике «Математика в СССР за сорок лет. 1917–1957».

Компьютер «Раздан» вскоре модернизировали, и его новая модификация «Раздан-2» широко применялась в научных исследованиях и промышленности. В 1965 г. поступила в эксплуатацию следующая модификация — «Раздан-3». Одним из применений «Раздана-3» стал разработанный ЕрНИИММ вычислительный комплекс «МАРШРУТ-1» для автоматизации продажи железнодорожных билетов, который долгое время использовался на некоторых железнодорожных станциях Москвы. Группу разработчиков комплекса «МАРШРУТ-1» наградили Государственной премией Армении.

В 1960–1970 гг. были созданы различные модели популярного семейства малых ЭВМ «Наири» («Наири-1», «Наири-2», «Наири-3», «Наири-3.1», «Наири-3.2», «Наири-3.3», «Наири-4», «Наири-4.1»). «Наири», называвшийся «компьютер для инженерных расчетов», предназначался для решения разнообразных задач в области науки, техники и экономики. Основные достоинства семейства «Наири» — дружественный интерфейс, позволявший общаться с ЭВМ на языке, близком к обычному математическому, а также принцип микропрограммирования.

Продолжением семейства «Наири», уже в 80-х годах, стали многомашинные и мультипроцессорные комплексы «Наири-4В», «Наири-4В/С» и «Ковер», программно совместимые с известными ЭВМ PDP (PDP-11/40, PDP-11/44) корпорации DEC.

За создание семейства ЭВМ «Наири» институт был удостоен Государственной премии СССР. В 1970–1980-е годы ЕрНИИММ активно участвовал в разработке ряда средних ЕС ЭВМ (ЕС-1030, ЕС-1045, ЕС-1046) и многомашинных и мультипроцессорных комплексов на их основе. Выпускалась и модификация ЕС-1030 с особой системой команд, предназначенная для организаций Министерства обороны СССР.

В целом ЕрНИИММ перерос рамки республиканского НИИ и стал одним из ведущих советских научно-исследовательских институтов в области создания ЭВМ и АСУ. «Институт Мергеляна» и многие его сотрудники неоднократно награждались премиями и орденами СССР и Армении.

И хотя след, оставленный Мергеляном в Ереване, был необычайно ярок, тем не менее, через несколько лет он вернулся в «родную область» чистой математики. В 1960 г. он передал свою должность в ЕрНИИММ Фадею Саркисяну, а с 1961-го возобновил работу в Москве в Математическом институте АН СССР. Следующей его работой стало изучение задачи о приближении непрерывных функций, удовлетворяющих свойствам гладкости, для произвольного множества (1962) и решение аппроксимационной проблемы Бернштейна (1963). В том же году Мергелян был назначен и избран заместителем секретаря АН СССР (Н.Н. Боголюбова). В 1964-м он стал заведующим отделом комплексного анализа в Математическом институте (и сохранял эту должность вплоть до 2002 г.), а также был восстановлен в должности профессора механико-математического факультета МГУ. Работая в МГУ, в соавторстве с Н.Н. Боголюбовым он выпустил еще одну работу — «Советская математическая школа» (1967), но в 1968-м вновь оставил должность профессора факультета и сосредоточился исключительно на научной работе.

Из значительных публикаций того периода можно назвать «Теорию функций комплексного переменного», помещенную в сборнике «История отечественной математики».

В 1971 г. С.Н. Мергеляна избирают на должность вице-президента Академии наук Армении. Он снова переехал в Ереван по настоятельной просьбе-приглашению президента АН Армении В.А. Амбарцумяна. К сожалению, на этот раз его карьера вошла в полосу затяжного кризиса. Стиль работы в академии заметно отличался от привычного — московского, более масштабного и обладавшего «более гибкой иерархией». Мергелян не прошел очередных перевыборов в президиум АН Армянской ССР, что стало полной неожиданностью для большинства его близких коллег, и был вынужден покинуть академию.

После провала на выборах Мергелян вернулся в созданный им Вычислительный центр, где директорствовал следующие пять лет. Потом пришлось оставить и эту должность. Упрек в адрес Мергеляна был такой: «Чрезмерное увлечение зарубежными (научными) поездками»... Никогда не порывал он и связи с (центральной) АН СССР. Например, 10 февраля 1981 г. Мергелян вместе с Н.Н. Боголюбовым опубликовал специальную статью к 70-летию своего научного руководителя М.В. Келдыша: «О математических работах М.В. Келдыша».

Спустя некоторое время Мергелян начал преподавать в достаточно провинциальном Кирово-Канском педагогическом институте. Поначалу он даже загорелся идеей превратить его в передовое учебное заведение, но большую часть времени и сил приходилось тратить не на научное развитие, а на внутреннюю дипломатию. В результате в 1986 г. Мергелян, отказавшись от своих планов, покинул Кирово-Кан и вновь обосновался в Московском математическом институте имени В.А. Стеклова.

Дальнейшее течение жизни академика Мергеляна почти детально совпало с бурными событиями, обрушившимися на нашу страну. В год его возвращения в Москву старший сын Никита переехал на постоянное место жительства в США. В 90-е Сергея Никитовича пригласили преподавать математику в Броуновском университете (США), а в 1991-м — в Корнельском университете.

В 1996 г. чета Мергелянов снова едет в Америку и поселяется в городе Сакраменто, в Калифорнии, где проживала семья старшего сына Никиты.

Сергей Никитович Мергелян скончался 19 августа 2008 г. в Лос-Анджелесе на 81-м году жизни. Много в научном мире потеряно с его уходом — пусть это будет понятно хотя бы сейчас.

Е.Н. Филинов, В.Н. Захаров

МИЗИН ИГОРЬ АЛЕКСАНДРОВИЧ

В современной информатике XXI века одно из главных направлений — исследование и разработка информационных и телекоммуникационных технологий для создания мирового информационного пространства, реализующего переход от индустриального общества к информационному. Такое пространство должно представлять собой совокупность информационных и вычислительных ресурсов и средств доступа к ним со стороны пользователей, независимо от их географического местонахождения. Одним из ярких ученых, претворявших в жизнь эти идеи в отечественной информатике, был академик И.А. Мизин.



Игорь Александрович Мизин родился 12 апреля 1935 г. в Москве в семье военнослужащего.

Следуя традициям семьи, в 1952 г., после окончания средней школы, И.А. Мизин поступил слушателем в Военно-воздушную инженерную академию (ВВИА) им. Н.Е. Жу-

ковского. В 1959 г. он окончил ВВИА по специальности «эксплуатация радиотехнических средств ВВС». В академии Мизин выполнил и опубликовал свою первую научную работу, посвященную принципам построения систем однополосной радиосвязи.

После окончания ВВИА И.А. Мизин был направлен на работу в известную организацию военно-промышленного комплекса — НИИ автоматической аппаратуры (НИИАА). Здесь в период с 1959 по 1989 г. Игорь Александрович прошел путь от рядового инженера до начальника отделения, заместителя директора по научной работе, получил воинское звание генерал-майора, был главным конструктором ряда крупномасштабных систем обмена данными, территориальных сетей передачи данных и сетей ЭВМ оборонного назначения.

Научные работы, выполненные и опубликованные И.А. Мизиным в 60-х годах, были связаны с исследованием и разработкой методов повышения достоверности передачи цифровой информации по каналам связи различной физической природы (телефонным, телеграфным, радиоканалам) и методов помехоустойчивого кодирования с коррекцией ошибок, построением вероятностных моделей дискретного канала связи с зависимыми искажениями. В 1966 г. он защитил кандидатскую диссертацию. Тема диссертации — «Разработка метода обмена информацией по закрытым телеграфным каналам связи в командной системе управления специального назначения».

Диссертацию на соискание ученой степени доктора технических наук на тему «Вопросы исследования и разработки информационных сетей территориальных автоматизированных систем управления» И.А. Мизин защитил в 1972 г. А еще через три года ему было присвоено ученое звание профессора по кафедре «Автоматизированные системы управления».

В конце 60-х НИИАА под руководством академика В.С. Семенихина приступил к разработке автоматизированной системы управления (АСУ) стратегическими войсками Минобороны СССР (ракетные войска стратегического назначения, подводные ракетоносцы ВМФ, стратегические бомбардировщики ВВС). Основу этой АСУ должна была составлять глобальная сеть обмена данными (СОД), обеспечивающая сверхдостоверную доставку засекреченных сообщений в любую точку Земли за считанные секунды по ненадежным каналам связи низкого качества, имеющим различную физическую природу. СОД была создана коллективом, возглавляемым И.А. Мизиным, и введена в строй в 1980 г. в составе автоматизированной системы управления вооруженными силами (АСУВС). Сеть обмена данными АСУВС базировалась не на тра-

диционных принципах сетей с коммутацией каналов, а на коммутации пакетов данных, обеспечивающей более эффективное использование каналов и более высокую надежность передачи данных. Кроме того, были разработаны алгоритмы предупреждения ошибок передачи данных, которые самонастраивались на вероятностные законы распределения ошибок, характерные для каждого типа каналов связи. *«Поставленные задачи предъявляли требования к разработчикам более высокие, чем к создателям аналогичных систем на Западе: у нас изначальные условия были тяжелее — качество каналов хуже на несколько порядков. При этом требовалось обеспечить более высокий конечный уровень достоверности сообщений, чем, как тогда говорили, у потенциального противника — так комментировал разработку СОД АСУВС сам И.А. Мизин. — Вся идеология построения и алгоритмы функционирования открытых сетей, того, что сегодня называется семиуровневой системой протоколов информационного обмена (взаимосвязи открытых систем), были разработаны нами без заимствования зарубежных аналогов. Они до сего дня подтверждают свое качество, надежность и высочайшую работоспособность».*

Научные и практические результаты создания в СССР под руководством И.А. Мизина территориальных сетей обмена данными касались наиболее сложной разновидности сетей ЭВМ — неоднородных сетей, в составе которых должны были использоваться практически все типы машин, производившихся в СССР в 60-х годах, а позже и ЕС ЭВМ и СМ ЭВМ (совместимые с машинами фирм IBM и DEC). В ходе этих работ были решены следующие крупные научные и технические проблемы системного плана:

- выбор метода коммутации. Был разработан метод коммутации кодограмм (дейтаграмм), который предвосхитил появившийся позже метод пакетной коммутации. Реализованный И.А. Мизиным метод кодограмм в сочетании с оригинальными принципами адресации и управления сетью и в настоящее время обладает рядом принципиальных преимуществ;
- выбор структуры сети. Была создана и затем продолжала совершенствоваться система алгоритмических процедур синтеза сетей, а также программ, реализующих эти процедуры. В этой области работы И.А. Мизина находились на передовых рубежах мировой науки, а методы анализа и синтеза перспективных структур сетей школы Мизина продолжает развивать и сегодня;
- протоколы. С начала 80-х годов стали известны международные рекомендации по стандартной семиуровневой модели взаимосвязи открытых систем. Широкое применение получили протоколы TCP/IP. В ходе создания отечественной

системы обмена данными были разработаны процедуры информационного обмена, не имеющие аналогов в международных стандартах протоколов. Большая часть разработанных процедур обладала необходимой полнотой, универсальностью и перспективностью;

- управление протоколами данных. Для построения эффективных адаптивных алгоритмов маршрутизации были созданы новые математические модели сетей массового обслуживания;
- программное обеспечение. Для управления вычислительными процессами центров коммутации пакетов были разработаны десятки программ общим объемом несколько сотен килобайт. Вместо универсальной операционной системы И.А. Мизин предложил использовать мультизадачный специализированный диспетчер, ориентированный на эффективную реализацию задач этого класса.

Работы И.А. Мизина по созданию СОД АСУВС в 70-х годах выполнялись одновременно с организацией экспериментальной оборонной сети ARPANET в США, предшественницы нынешней глобальной сети Интернет. Первые четыре узла в сети ARPANET были связаны к началу 1970 г., а название «Интернет» было предложено В. Серфом и Р. Каном в 1974 г. в статье, посвященной протоколу TCP. Интересно отметить, что первоначально принятые разработчиками ARPANET методы и алгоритм маршрутизации потоков пакетов данных приводили при определенных условиях к отказу передачи. Поэтому спустя 8–10 лет поиска путей обхода этого недостатка разработчики ARPANET решили радикально изменить алгоритм и пришли к методу управления потоками данных, аналогичному тому, что был реализован в СССР И.А. Мизиным.

За цикл работ по созданию теоретических основ и аппаратно-программных комплексов для крупномасштабных систем обмена данными в 1981 г. И.А. Мизину была присуждена Ленинская премия. В 1984 г. Игоря Александровича избрали членом-корреспондентом АН СССР по Отделению информатики, вычислительной техники и автоматизации (вычислительная техника).

В 1980-х годах под руководством и при непосредственном участии И.А. Мизина как главного конструктора были разработаны и внедрены базовые технические средства для телекоммуникационных сетей, в том числе:

- высокопроизводительные проблемно-ориентированные комплексы защиты данных от ошибок в каналах связи;
- высокопроизводительные комплексы коммутации пакетов данных в сетях произвольной структуры;

- многофункциональные оконечные средства доступа абонентов в сетях с пакетной коммутацией;
- комплексы средств автоматизации управления функционированием сети и восстановления ее структуры при случайных и преднамеренных топологических деградациях.

В 1987 г. за цикл этих работ И.А. Мизину была присуждена Государственная премия СССР.

Книги, написанные И.А. Мизиным, стали пособиями, по которым учились многие поколения специалистов в области информационных систем и систем передачи данных. В их числе:

- Основы теории информационных систем. Ч. 1. Информационные системы передачи дискретных сообщений. Характеристики каналов и систем передачи данных; Ч. 2. Методы передачи цифровой информации по каналам связи. — М.: Изд-во МИРЭА, 1970–1971 (совместно с Л.С. Уринсоном и Г.К. Храмешиним).
- Передача информации в сетях с коммутацией сообщений. — М.: Связь, 1972 (совместно с Л.С. Уринсоном и Г.К. Храмешиним).
- Сети коммутации пакетов. — М.: Радио и связь, 1985 (совместно с В.А. Богатыревым и А.П. Кулешовым).
- Протоколы информационно-вычислительных сетей. — М.: Радио и связь, 1990.

Результаты исследований и опыт создания и эксплуатации различных вариантов построения крупномасштабных территориальных сетей ЭВМ и систем обмена данными общего назначения, системные концепции проектирования таких систем и сетей были обобщены И.А. Мизиным и в 1986 г. опубликованы в сборнике статей «Кибернетика и вычислительная техника» (под ред. академика В.А. Мельникова).

В последние десять лет своей жизни (1989–1999) И.А. Мизин возглавлял Институт проблем информатики (ИПИ) РАН. В 1994 г. он стал генеральным конструктором системы информационного обеспечения управления государством, а в 1997 г. на него также были возложены функции генерального конструктора АСУ Вооруженными силами РФ.



И.А. Мизин (слева) и В.А. Мельников

В эти годы И.А. Мизиним была поставлена задача организации общегосударственной интегрированной сети передачи информации (ОИСПИ) и создания в стране необходимых условий информатизации общества на современном этапе.

Еще в 1990 г. Игорь Александрович писал: *«Для успешной реализации планов развития крупномасштабных сетей передачи данных в нашей стране необходимо решить целый комплекс сложных научно-технических проблем. До сих пор нам удавалось в основном предвосхищать появление новых, перспективных тенденций. Для сохранения этой способности и в будущем необходимо продолжать исследования в следующих наиболее важных направлениях:*

- разработка новых методов коммутации, распределения и уплотнения информации;
- создание перспективной системы протоколов, которая могла бы явиться вкладом нашей страны в международные рекомендации и стать основой будущих международных стандартов;
- широкое внедрение микропроцессорной техники в системы передачи данных;
- создание узлов коммутации и концентраторов нагрузки, которые не требовали бы обслуживания вообще или могли бы обслуживаться периодически».

Эти направления, указанные И.А. Мизиним, сохраняют свою актуальность и в настоящее время.

Концепция создания российской общегосударственной и региональных интегрированных сетей передачи информации была опубликована И.А. Мизиним в журнале «Электросвязь» (1993, № 12) и в сборнике Института проблем информатики РАН «Системы и средства информатики» (1995, вып. 6).

Учитывая сложившееся в России положение в области сетей связи и передачи данных, ученый большое значение придавал решению технических и организационных задач интеграции существующих ведомственных сетей передачи данных и, используя свой огромный опыт, высочайшую квалификацию и авторитет, стремился ставить эти вопросы на всех уровнях руководства: компаний-операторов услуг связи в РФ, ведомств и Правительства РФ.

В 1997 г. И.А. Мизин был избран действительным членом Российской академии наук по Отделению информатики, вычислительной техники и автоматизации (вычислительная техника).

Считая создание интегрированных информационно-телекоммуникационных систем (ИТКС) одним из наиболее актуальных направлений в современной информатике, академик И.А. Мизин опубликовал в сборнике ИПИ РАН «Системы и средства ин-

форматики» (1999, вып. 9) свою последнюю работу — «Современное состояние проблематики интегрированных информационно-телекоммуникационных систем и сетей».

Научные работы И.А. Мизина отличаются глубиной и оригинальностью решений, сочетанием серьезного математического аппарата с инженерной интуицией и практической направленностью. Им было опубликовано более 190 научных работ, в том числе 13 монографий. И.А. Мизин обладал 12 авторскими свидетельствами на изобретения.

Игорь Александрович всегда вел большую научно-организационную работу. Он был председателем секции «Теория передачи и обработки информации» Научного совета по комплексной проблеме «Кибернетика» АН СССР, членом Комиссии по вычислительным центрам коллективного пользования и сетям ЭВМ при Президиуме АН СССР, членом Совета руководителей Академсети, членом советской рабочей группы международной организации по стандартизации (ИСО). В последние годы И.А. Мизин был председателем Научного совета РАН по информационно-вычислительным сетям, членом президиума Научно-технического совета по программе «Информатизация России», членом Координационного совета по информатизации при Администрации Президента РФ, членом научных советов при Совете безопасности РФ, Совете обороны РФ, Минэкономки РФ, членом Президиума НТС при правительстве Москвы. С 1996 г. и до последних дней своей жизни академик Мизин вел активную работу как член бюро Отделения информатики, вычислительной техники и автоматизации РАН.

И.А. Мизин много внимания уделял подготовке научных и инженерных кадров. Он был заведующим базовыми кафедрами в Московском государственном университете радиотехники, электроники и автоматике (МИРЭА) и в Московском техническом университете связи и информатики (МТУСИ), председателем двух специализированных советов по защите докторских диссертаций. Им было подготовлено значительное число кандидатов и докторов технических наук. Игорь Александрович обладал удивительной способностью создавать в науке и промышленности успешно работающие большие коллективы специалистов, объединять вокруг себя талантливую молодежь.

После прихода в ИПИ РАН И.А. Мизин установил и поддерживал активные контакты с зарубежными коллегами. Он получил международную известность и снискал глубокое уважение многих ученых и деловых партнеров в США, Германии, Италии, странах Юго-Восточной Азии.

Научная, научно-организационная и педагогическая деятельность И.А. Мизина была по достоинству оценена Родиной. Он был лауреатом Ленинской и Государственной премий, награжден орденами Трудового Красного Знамени и «За заслуги перед Отечеством» IV степени, многими медалями.

Игорь Александрович Мизин умер в расцвете творческих сил 8 сентября 1999 г. после тяжелой болезни. Он похоронен в Москве на Востряковском кладбище.

Коллеги и ученики И.А. Мизина продолжают начатые им работы, реализуя и развивая его научные идеи в различных организациях Российской академии наук, промышленности и в технических университетах.

Ю.А. Загоруйко, И.С. Кононенко,
В.Е. Котов, Д.Я. Левин, В.В. Телерман, Н.А. Черемных



НАРИНЬЯНИ АЛЕКСАНДР СЕМЕНОВИЧ

Александр Семенович Нариньяни родился 2 ноября 1937 г. в Москве. В 1956 г. он поступил в Московский инженерно-физический институт (МИФИ). В начале 1962 г. группа из трех студентов МИФИ прибыла в новосибирский Академгородок на преддипломную практику. Будущие инженеры-электрики по электронным вычислительным машинам (такая специальность значится в дипломе Нариньяни) работали в Институте математики Сибирского отделения АН СССР, в отделе Э.В. Евреинова.

Дипломная работа Нариньяни была посвящена разработке эскизного проекта «параметронной машины», ЭВМ на параметронах (магнитных устройствах с пороговой логикой). Тогда же у всех троих созрело решение: отказаться от престижной работы в военных организациях Москвы и остаться в Институте математики, но не у Евреинова, а в отделе программирования (ОП), возглавляемом А.П. Ершовым.

Преодолев немало бюрократических препон, они перераспределились в ОП. И сразу же предложили новое и перспективное направление исследований — асинхронное распараллеливание программ. Эти идеи нашли поддержку у Ершова, который предоставил молодым сотрудникам полную свободу в работе.

Интересно отметить, что в архиве академика А.П. Ершова сохранился план работы на 1964 г. старших лаборантов В.Е. Котова, П.К. Леонова и А.С. Нариньяни: подготовить доклад «О языке описания вычислительных процессов над памятью» и отчет на эту же тему. Далее там же обнаружился отчет о работе старшего лаборанта А.С. Нариньяни в 1966 г., в котором говорилось: «... получены существенные результаты по теории программирования параллельных процессов. Доказана принципиальная возможность автоматического распараллеливания последовательных алгоритмов». Результаты этой работы В.Е. Котов и А.С. Нариньяни, старшие лаборанты Вычислительного центра СО АН, опубликовали в статье «Асинхронные вычислительные процессы над памятью», вышедшей в 1966 г. в журнале «Кибернетика». Эта статья стала классической, широко цитировалась как в нашей стране, так и за рубежом. В 1968 г. работа молодых ученых была представлена на конгрессе Международной федерации по обработке информации (IFIP).

В 1971 г. А.С. Нариньяни защитил кандидатскую диссертацию на тему «Асинхронные вычислительные процессы над памятью». Впоследствии, в очерке, посвященном памяти академика А.П. Ершова, он так вспоминал тот период своей жизни: *«Наконец защита позади. Переход через этот рубеж почти всегда связан с определенной перестройкой. Для нас с Котовым это был особенно критический период: было признано, что оба мы „доросли“ до руководства группой, однако параллельная проблематика по тем временам (начало 1970-х) не „тянула“ на два коллектива. Одному надо было оставаться на своей колее, а другому — менять тематику. И этот выбор не должен был быть ни случайным, ни насильственным. В этой драматической ситуации принцип „по большому счету“ оказался особенно важным и, по-видимому, единственно верным. Прежде всего, выбор новой проблемы: именно Андрей Петрович (Ершов. — Ред.) заметил тогда, что исследования по искусственному интеллекту выходят из фазы „предразвития“ и начинают превращаться в многообещающее научное направление. Перейти в новую тему из нас двоих он предложил мне. В последовавшем диалоге о смене области исследований не было ни тени нажима, он продолжался несколько месяцев при моем, весьма активном вначале, сопротивлении. Наконец решение было достигнуто. Для меня оно оказалось одним из наиболее важных в жизни. Может быть, единственным, которое было принято „по инициативе извне“. Уже через год-два я считал этот выбор особой удачей, выбором навсегда».*

В начале 1973 г. в ВЦ СО АН СССР была создана научно-исследовательская группа (НИГ) искусственного интеллекта, которую возглавил А.С. Нариньяни. Первоначально тематика НИГ была определена как «разработка матобеспечения макета

шагающего автомата, управляемого от ЦВМ». Этот проект был навеян работами по управлению шагающим автоматом в московском Институте прикладной математики (ИПМ). В ИПМ шагающий (в том числе по Луне) автомат управлялся с помощью тонких и весьма ресурсоемких вычислительных процедур, однозначно определявших каждый последующий отдельный шаг аппарата. В группе Нариньяни был сразу же выбран противоположный подход: модель автомата могла сделать любой шаг, если он явным образом допускался физическими параметрами устройства, заданными условиями передвижения (скорость и др.), ландшафтом и пр. Иными словами, реализовывался принцип: разрешалось все, что не было запрещено. Уже в этом, первом проекте воплотились главные научно-технологические принципы всех работ А. Нариньяни: непроцедурность управления вычислениями и приоритет данных над процедурами.

Далее в сфере интересов Нариньяни вошли проблемы взаимодействия с ЭВМ на естественном языке. Первым проектом в этом направлении стала РИТА (Рисунок–Информация–Текст–Автор) — экспериментальная система перевода словесного описания в рисунок (на квадратном экране изображено несколько окружностей, анализируются тексты описаний этих изображений, введенные информантами). Проект был запущен в начале 1974 г. Замысел состоял в том, чтобы применить модель «Смысл–Текст», предложенную И.А. Мельчуком, к реальной задаче, в которой реализуются все уровни обработки информации — от текстового вида до семантического представления и ее отображения в действительности, то есть на картинке. Проект РИТА не был реализован, по-видимому, в связи с эмиграцией его идейного вдохновителя, выдающегося лингвиста И.А. Мельчука, но некоторые его идеи использовались впоследствии в теоретических и экспериментальных исследованиях Лаборатории искусственного интеллекта (ЛИИ), созданной в ВЦ СО АН в 1977 г. Кроме того, этот проект положил начало работам по созданию лингвистических процессоров ЗАПСИБ (см. ниже), реализующих автоматический перевод естественно-языкового обращения к СУБД, роботу, экспертной системе и другим приложениям.

В рамках лаборатории А.С. Нариньяни руководил комплексной группой, которая вела работы по теме «Взаимодействие с ЭВМ на естественном языке». В нее входили сотрудники ЛИИ ВЦ СО АН, Лаборатории диалоговых систем НИИ систем и Научно-исследовательского сектора Новосибирского государственного университета (НИС НГУ). В 1976 г. начались работы по фундаментальному проекту «Формальная модель русского языка». В рамках этого проекта проведены исследования по формальному представлению различных русских языковых конструкций: наречные и глагольные

группы, конструкции с прилагательными и количественные конструкции. Наиболее подробно были описаны числовые параметрические конструкции русского языка, причем за исходную точку лингвистического исследования был принят смысл, с которым сопоставлялись различные формы языкового выражения.

В те же годы начало развиваться международное сотрудничество с исследователями, работающими в этой области, в том числе с профессором Кунце (ГДР), профессором Андриевским (Франция) и профессором П. Сгаллом (Чехословакия), что способствовало расширению кругозора лингвистов. В частности, участники проекта ознакомились с традициями пражской лингвистической школы и функционально-грамматическим описанием языка, разработанным в 60-х годах XX века чешским лингвистом П. Сгаллом и его учениками.

На семинаре «Диалог» Е.В. Падучева привлекла внимание прикладных исследователей к вопросам языковой прагматики. С новой точки зрения общение, в том числе и с ЭВМ, является одним из видов человеческой деятельности, имеющей определенные цели и реализующей соответствующие этим целям планы участников общения. Нариньяни живо откликнулся на эти идеи, и на довольно значительный период, пока в ЛИИ продолжались теоретические исследования в области лингвистики (до 1985–1986 г.), формальная модель языка рассматривалась шире — как формальная модель языковой деятельности. В рамках ее создания значительное внимание уделялось моделированию речевого акта.

В начале 1980-х годов Лаборатория искусственного интеллекта начала сотрудничать с группой лингвистов под руководством А.Е. Кибрика (филологический факультет МГУ), чтобы исследовать такие сложные языковые явления, как сочинительные конструкции и анафора. Большой интересный материал был собран по моделированию справочно-информационного диалога службы «09». Итогом этих теоретических усилий стал выход в свет коллективной монографии.

Параллельно с теоретическими исследованиями разрабатывались экспериментальные системы, моделирующие процесс понимания сообщений на естественном языке. Первыми системами такого рода стали «ВОСТОК-0» — экспериментальная вопросно-ответная система, которая включала интерфейс на ограниченном естественном языке, простой логический вывод и встроенную модель времени, а также ее расширение — «ВОСТОК-1».

Проект ЗАПСИБ (ЗАПрос к Справочно-Информационной Базе) объединил работы по созданию программного обеспечения диалога человек–ЭВМ на естественном языке. Эта система позиционировалась как «конструктор/фабрика эффективных линг-

вистических процессоров». Идея семантически-ориентированного анализа сообщения в рамках тематически ограниченной предметной области получила развитие в системе InterBASE, а затем — InBASE. Уникальная технология InBASE позволяет создать для прикладной базы данных интерфейс, понимающий произвольные запросы на естественном языке и обеспечивающий прямой доступ к данным для непрофессионального пользователя. В сочетании с системами распознавания голоса может послужить основой интерфейсов, понимающих устные запросы/сообщения/команды пользователя. Технология ориентирована на широкое применение: внедрение естественно-языковых интерфейсов в деятельности предприятий и организаций любого типа и размера, на всех уровнях административного управления, в интеллектуальных системах Интернета, в частности в системах электронной коммерции.

Впоследствии эта идея воплотилась и в экспериментальных исследованиях по анализу короткого связного текста — в рамках проекта AURA (Автоматическое понимание текстов в ограниченной предметной области). Сутью проекта был выход за рамки изолированного предложения (запроса) на уровень текста, исследование тематических механизмов. Если проблему понимания естественно-языковых запросов, коротких сообщений и директив для простых приложений можно считать принципиально решенной в проекте InBASE и доступной для коммерческих приложений, то переход к связному тексту размером в 10–20 и более фраз представляет сложную задачу даже для ограниченных предметных областей. В рамках проекта AURA эта задача успешно решается на примере анализа врачебных описаний результатов рентгенологических исследований грудной клетки и УЗИ брюшной полости. Ведутся эксперименты и для других приложений, в частности для анализа метеосводок. Технология AURA ориентирована на широкое применение в делопроизводстве, медицине, образовании, коммерческой деятельности и многих других областях, включая анализ потоков сообщений в деятельности органов государственного управления, правопорядка и СМИ.

Эти проекты объединяет семантически-ориентированный подход к анализу запроса и сообщения на естественном языке. Основная идея — в преимущественном использовании при анализе входного текста лексико-семантической информации (с помощью механизма семантических ориентаций) и структурно-текстовых ограничений (принадлежность к сегменту текста, линейный порядок) при отказе от фронтального морфологического и синтаксического анализа.

Понятие программной фабрики впоследствии расширилось, распространившись с области лингвистических процессоров на другие семейства программ, в том числе

на семейство так называемых расчетно-логических систем, основанных на модуле недоопределенных вычислений.

В Лаборатории искусственного интеллекта был реализован теоретико-множественный язык СЕТЛ, предложенный Дж. Шварцем (Нью-Йоркский университет). При активном содействии А.С. Нариньяни система СЕТЛ была применена для быстрого прототипирования в ряде ключевых проектов лаборатории, в частности для создания первых работающих систем автоматической трансляции естественно-языковых обращений к прикладным системам, программных фабрик, основанных на виртуальных специализированных процессорах и др. В конце 90-х создана технология лексического анализа Alex, которая позволяет с помощью настраиваемых лексических шаблонов произвольной сложности решать следующие задачи: 1) осуществлять поиск в текстовых массивах различной степени структуризации определенных фрагментов, извлечение знаний; 2) нормализовать слабоструктурированные массивы данных как с точки зрения структуры, так и с точки зрения качества их наполнения. Технология успешно прошла тестирование на анализе массивов газетных объявлений о продаже недвижимости.

В начале 2000-х оригинальная технология Alex, основанная на знаниях о предметной области и элементах лингвистической информации, была использована в проекте InDOC (Интеллектуализация документооборота: автоматическая классификация и аннотирование документов). Осуществлялись тематический анализ и классификация потока входной корреспонденции в системе документооборота крупной организации. Семантически-ориентированный подход реализован в чистом виде: без учета морфологии и синтаксиса входного текста, но с существенной опорой на базу знаний об организации, ее структуре и деятельности. Извлечение информации из больших массивов документов в ограниченной предметной области является одной из наиболее востребованных задач в широком диапазоне приложений — от интеллектуальных справочных и поисковых систем до «продвинутых» составляющих документооборота. В 2000-е годы А.С. Нариньяни руководил проводимыми в Новосибирском филиале РосНИИ исследованиями по технологии КЛАН, предназначенной для создания предметно-ориентированных словарей и их использования при решении различных задач анализа текста в информационных системах. Эта технология предоставляет средства для создания, наполнения и использования словарей, ориентированных на конкретную предметную область. Словари, создаваемые с помощью этой технологии, могут поддерживать основные этапы анализа текста: морфологический, синтаксический и семантический, а также классифицировать поток входных сообщений на основе накапливаемой статистической информации.

В это время А.С. Нариньяни опубликовал ряд статей с тематикой, находящейся на стыке лингвистики, инженерии знаний и философии. Активный отклик в научной среде получила серия статей о взаимодействии онтологии и тезауруса. Вопросы, затронутые в этих статьях, позволили прийти к выводу, что ядром интеллектуальных систем с активным использованием компьютерной лингвистики становится тандем «тезаурус плюс онтология».

Параллельно с лингвистическими исследованиями в Лаборатории искусственного интеллекта создавались инструментальные системы. В рамках проекта VUMP разрабатывался универсальный многовариантный программный процессор типа «сверху вниз», предназначенный для использования в качестве базового программного обеспечения при создании специализированных систем анализа и переработки сложных информационных структур, а также логического вывода.

Результатом исследований в области продукционных экспертных систем стал проект ДИГЕН — оболочка для построения диагностических экспертных систем, с помощью которой было создано несколько промышленных диагностических систем, в частности для треста «Черметавтоматика».

Возвращаясь в начало 1980-х годов, необходимо отметить, что именно А.С. Нариньяни предложил новый математический аппарат — недоопределенные модели, которые позволяют обрабатывать неточные (определенные с заданной погрешностью) и недоопределенные (заданные приблизительно) значения параметров модели (Н-модели).

Сегодня ясно, что аппарат Н-моделей явился качественным развитием двух совершенно разных подходов к решению задач — теории удовлетворения ограничений и теории вычислительных моделей Э.Х. Тыгу. В Н-моделях, наряду с дискретными множествами значений, используются и интервальные представления вещественных чисел. В Н-моделях был также предложен наиболее универсальный вычислительный алгоритм, позволяющий применять данный подход к самым различным классам задач.

Представление множеств значений интервалами стало прорывом в области алгоритмов удовлетворения ограничений. Тем не менее это событие осталось почти незамеченным западными учеными. Одна из причин: А.С. Нариньяни использовал терминологию представления знаний и потоковых вычислений, в корне отличавшуюся от терминологии логического программирования, которую применяли практически все исследователи задач удовлетворения ограничений. Другое объяснение того, что на протяжении почти десяти лет отечественные и зарубежные исследователи разговаривали на «разных» языках: предложенный механизм недоопределенных

вычислений своей универсальностью существенно превосходил существующие алгоритмы удовлетворения ограничений. Использование вещественных интервалов в алгоритмах удовлетворения ограничений было «переоткрыто» в западных публикациях только во второй половине 1980-х годов. В это время А.С. Нариньяни в рамках ВНТК «СТАРТ» успешно руководил созданием технологии программирования на базе аппарата N-моделей.

На базе аппарата N-моделей была создана многоуровневая технология программирования, позволяющая решать качественно новые классы задач в таких областях, как экономика, инженерия, календарное планирование, вычислительная математика, САПР, ГИС и др. По сравнению с другими подходами технология, построенная на базе N-моделей, более универсальна, эффективна, гибка и обеспечивает максимальное распараллеливание вычислений.

На основе этого подхода были созданы системы UniCalc, Nemo-TeC, Time-Ex, NeMo+. Во второй половине 90-х технология N-моделей, так же как и основанные на ней системы UniCalc и NeMo+, были приобретены французской компанией Dassault Systèmes. На базе технологического комплекса NeMo+ по заказу Dassault Systèmes был реализован решатель задач программирования в ограничениях NemoNext, который успешно используется в модуле управлениями знаниями САПР CATIA V5 и CATIA V6.

Следует сказать, что многие из идей, впервые выдвинутых А.С. Нариньяни, до сих пор ожидают своего воплощения в жизнь. В первую очередь, это относится к решению задач с использованием не только недоопределенности значений, но и всего спектра НЕ-факторов: неоднозначность, неточность, некорректность знаний о решаемой задаче.

Лаборатория искусственного интеллекта ВЦ СО АН активно участвовала в проекте разработки ЭВМ нового поколения «СТАРТ». А.С. Нариньяни стоял у самых истоков создания этой машины, за два года до официального запуска проекта, состоявшего в 1985 г. Совместно с Э.Х. Тыгу (Институт кибернетики Академии наук Эстонской ССР) он подготовил программу работ ЭВМ «СТАРТ» в области искусственного интеллекта, а более точно — по созданию интеллектуального программного обеспечения (впоследствии эта программа была несколько урезана). Задача состояла в создании пилотных образцов промышленной технологии разработки программных систем повышенного интеллекта, которые должны были стать фабриками программных систем, ускоряющими процесс создания таких систем в 10 раз и более. Метафора «фабрика» была похожа на подобные понятия в технологии программирования:

специализация, стандартизация, абстрагирование. Но впервые она была анонсирована в контексте искусственного интеллекта. Фундаментом для самих фабрик должны были стать «виртуальные машины», позволяющие легко преодолевать барьеры разношерстных компьютерных архитектур.

В большое семейство главных компонентов таких фабрик вошли:

- ГАММА-СЕТЛ — система программирования сверхвысокого уровня;
- ТИГРИС — инструментарий пользовательских интерфейсов;
- ИНФО-ТЕК — настраиваемая на пользователя информационная система;
- ЛИНГВА.Ф — фабрика интерфейсов на естественных языках;
- UniCalc — решатель проблем и другие.

Результаты проекта были приняты межведомственной комиссией в 1988 г. и опубликованы в специальном выпуске “Soviet Computing” самого популярного научного компьютерного журнала “Communications of the ACM”. Эти наработки затем получили развитие в созданном в 1990 г. Институте систем информатики, в состав которого вошла Лаборатория искусственного интеллекта.

В конце 1987 г. А.С. Нариньяни выступил с предложением о создании в Подмоскowie на базе Лаборатории искусственного интеллекта Центра интеллектуальной информационной технологии АН СССР. Проект был поддержан несколькими ведомствами, заинтересованными в развитии интеллектуальных технологий. К сожалению, времена изменились и он не был реализован.

Летом 1992 г. А.С. Нариньяни возглавил Российский НИИ искусственного интеллекта (РосНИИ ИИ) в Москве. В Новосибирске был создан филиал института, а также существовала лаборатория, деятельность которой была тесно связана с работами РосНИИ ИИ. Продолжились исследования в области представления и обработки знаний, автоматической обработки информации на естественном языке, разрабатывались новые методы решения вычислительных и логико-комбинаторных задач на базе недоопределенных моделей и создавались перспективные программные технологии. Это были либо совместные проекты с ИСИ СО РАН, либо проекты, идейная основа которых была заложена еще во времена создания ЭВМ «СТАРТ» или в недрах РосНИИ ИИ, т.е. лично А.С. Нариньяни.

Одним из таких проектов стал Semp-Тес, взявший начало еще в ЭВМ «СТАРТ» и продолжавшийся вплоть до 2002 г. Он был посвящен созданию инструментального комплекса для построения широкого класса интеллектуальных систем — от экспертных до систем управления роботами. Несмотря на то что основными средствами представления и обработки знаний в системе Semp-Тес были семантические сети

и производственные правила, его решатель мог оперировать основными типами данных из Сетл-машины (включая работу с множествами и кортежами). Кроме того, в Semp-Tec была включена модель управления производственными правилами, разработанная совместно с А.С. Нариньяни на основе его «параллельного» прошлого. В конце 1990-х Semp-Tec перерос в Semp-TAO, который, наряду с развитыми средствами построения баз знаний, уже включал аппарат работы с Н-типами, заимствованный из системы НеМо+. Благодаря такому симбиозу производственной парадигмы и недоопределенных моделей, с помощью Semp-TAO был построен расширяемый симулятор робота, который использовался в экспериментах по речевому управлению промышленными роботами. Кроме того, на Semp-TAO базировались выполнявшиеся в Лаборатории искусственного интеллекта работы по созданию экспертных систем, пока не были построены специализированные системы. В частности, средствами Semp-TAO, в сотрудничестве с известным медиком и биологом А.М. Гончаром (близким другом и «личным врачом» А.С. Нариньяни, также безвременно ушедшим из жизни) была построена экспертная система, предназначенная для диагностики, лечения и профилактики элементозов.

Большое внимание А.С. Нариньяни уделял применению Н-технологий для решения практических задач. Вначале в их качестве выступали задачи из области проектирования технических систем, но постепенно фокус сместился на финансово-экономические задачи. В первое время они решались с помощью системы «Уникальк», а затем возник ФИНПЛАН — система электронных таблиц, поддерживающая работу с интервальными значениями, своего рода Excel со встроенным в него «Уникальком». Только в отличие от Excel в электронной таблице ФИНПЛАН связи между ячейками задавались в виде произвольных алгебраических формул (ограничений), образуя единую математическую модель. Эта модель может иметь как точные, так и частично известные (интервальные) параметры, допускает существование любых зависимостей между параметрами, позволяет совместно использовать линейные и нелинейные уравнения, неравенства и логические выражения. В 1996 г. эта система была с успехом представлена на крупнейшей европейской компьютерной выставке CeBIT-96 (Германия), а год спустя демонстрировалась на международной конференции РАСТ'97 в Лондоне. Затем ФИНПЛАН перерос в технологию Интегра (INTEGRA.NM), на базе которой решалось множество финансово-экономических задач. В частности, эта технология была успешно опробована в рамках нескольких проектов Минобороны РФ, при разработке моделей промышленности Москвы, Томской и Ивановской областей, а также экспериментальных моделей экономики Болгарии и Казахстана.

Инструментарий для этой технологии создавался в Новосибирске под непосредственным руководством А.С. Нариньяни, а эксперты из Москвы строили на нем экономические модели.

С 2002 г. А.С. Нариньяни являлся генеральным директором фирмы «ИнтелиТек» (Интеллектуальные Технологии), а также членом Научного совета по методологии искусственного интеллекта РАН. Он состоял в Экспертном совете по инновационной деятельности и интеллектуальной собственности при Комитете Государственной думы по образованию и науке.

Вплоть до 2008 г. А.С. Нариньяни был председателем Программного комитета (ПК) ежегодной Международной конференции «Диалог» (Компьютерная лингвистика и ее приложения), а также членом ПК Международной конференции «Проблемы управления и моделирования в сложных системах». С 1980 г. он являлся координатором 11 тематических программ международной научной кооперации с четырьмя странами.

А.С. Нариньяни — автор более 180 научных публикаций в СССР, России и за рубежом (на четырех языках в семи странах). Член редакционных советов следующих научных изданий: 1994–1997 гг. — журнал “Applied Artificial Intelligence” (Вена); 1993 г. — сборники серии «Системная Информатика» (Новосибирск); 1996 г. — журнал «Информационные системы» (Москва); 2008 г. — журнал «Вопросы искусственного интеллекта» (Москва).

А.С. Нариньяни скончался 26 апреля 2010 г. после тяжелой болезни в Боткинской больнице в Москве.

И.А. Мизин, Е.Н. Филинов

НАУМОВ БОРИС НИКОЛАЕВИЧ

Символом Кавендишской лаборатории физики при Кембриджском университете был крокодил — «Крокодил науки». Э. Резерфорд объяснял смысл этого символа тем, что крокодил — существо, органически неспособное пятиться назад. Академик Борис Николаевич Наумов любил приводить этот пример своим коллегам и ученикам. Принцип добиваться поставленной цели был для него едва ли не главным в жизни.



Б.Н. Наумов родился 10 июля 1927 г. в трудовой московской семье. Когда началась Великая Отечественная война, ему было 14 лет. Тогда же он как школьник, отличившийся на строительстве оборонительных сооружений вокруг столицы, получил свою первую награду — медаль «За оборону Москвы». С 1944 по 1950 г. Б.Н. Наумов учился в Московском энергетическом институте (МЭИ), избрав для себя специальность по автоматическому управлению.

Научная деятельность Б.Н. Наумова началась еще в студенческие годы. В 1947–1948 гг. он работал и.о. инженера в Центральной научно-исследовательской лаборатории Министерства электростанций, а в 1948–1950 гг. — в Центральном аэрогидродинамическом институте им. профессора Н.Е. Жуковского (ЦАГИ), где принимал участие в отработке систем управления летательными аппаратами.

В 1950–1967 гг. Б.Н. Наумов трудился в Институте автоматики и телемеханики (ИАТ), уделяя большое внимание разработке приближенных методов численного анализа и синтеза нелинейных автоматических систем. Им были предложены рекуррентные алгоритмы, основанные на приближенном решении нелинейных интегральных уравнений и позволявшие проводить исследования нелинейных автоматических систем с помощью цифровых вычислительных машин. Доклад Б.Н. Наумова о полученных результатах, сделанный им на Международной конференции по автоматическому управлению в ФРГ (1956 г., Гейдельберг), был высоко оценен ведущими специалистами. Тогда же им были разработаны методы приближенного синтеза оп-

тимальных следящих систем с нелинейными обратными связями, опубликованные в журнале «Автоматика и телемеханика» в СССР, а затем в США и Франции. Методы синтеза нелинейных корректирующих устройств обеспечивали качество систем автоматического управления, близкое к оптимальному. Кандидатскую диссертацию на тему «Приближенный метод расчета систем автоматического регулирования, содержащих нелинейные элементы» Борис Николаевич защитил в 1955 г.

В 1960–1967 гг. Б.Н. Наумов работал над дальнейшим развитием теории нелинейных систем автоматического управления. В 1965 г. он защитил диссертацию на соискание ученой степени доктора технических наук. Тема диссертации — «Вопросы динамики нелинейных систем автоматического управления».

В 1972 г. в издательстве «Наука» вышла в свет монография Б.Н. Наумова, посвященная изложению общей теории нелинейных автоматических систем. В ней он обобщил с единых позиций основные результаты, полученные в этой области советскими и иностранными авторами. Монография была переведена на английский язык и издана в США.

В 1958–1959 г.г. Борис Николаевич работал в Массачусетском технологическом институте (США), где читал лекции по автоматическому управлению и участвовал в научных исследованиях Лаборатории сервомеханизмов. Там он выполнил и опубликовал в США работу по алгоритмам анализа и синтеза нелинейных систем и систем с переменными параметрами, основанным на канонической форме нелинейных интегральных уравнений Вольтерра. Вычислительный центр Массачусетского технологического института использовал эти результаты при разработке математического обеспечения вычислительных машин фирмы ИВМ, а именно для решения задач исследования динамики нелинейных систем автоматического управления и систем управления с переменными параметрами.

В то время в Массачусетском технологическом институте работал основоположник кибернетики Норберт Винер. Несомненно, личные встречи и беседы с ним оказали большое влияние на формирование молодого русского ученого. Б.Н. Наумов был одним из непосредственных участников создания Международной федерации по автоматическому управлению (ИФАК) и Национального комитета Советского Союза по автоматическому управлению. Он принимал активное участие в организации первых конгрессов ИФАК, в работе секретариата ИФАК, являлся заместителем председателя Международного комитета ИФАК по автоматическому управлению в исследованиях и мирном использовании космоса, морских и земных глубин. Этой организационной работе Б.Н. Наумов отдавал столько же сил и времени, сколько

собственным научным занятиям. Он всегда считал, что ученым необходимо создавать возможности для международного обмена результатами и идеями, для проведения дискуссий и обсуждения разных точек зрения. Это тоже был жизненный принцип Бориса Николаевича. В практической реализации данного принципа ему пришлось выдержать немало сражений с тогдашней государственной бюрократией. Многие мероприятия ИФАК, особенно в начале его деятельности, были проведены только благодаря энергии, убежденности и логике аргументации, которые были свойственны Б.Н. Наумову.

В 1967 г. Борису Николаевичу Наумову исполнилось 40 лет. Как раз в это время в кризисной ситуации оказался коллектив Института электронных управляющих машин (ИНЭУМ), созданного в 1958 г. в составе АН СССР и переданного в ведение Минприбора СССР в 1965 г. Тяжелое положение этого института было связано, с одной стороны, с перепрофилированием его на проектирование автоматизированных систем управления (АСУ), которое жестко проводилось руководством тогдашнего Главсистемпрома, а с другой — с фактически сложившимся выделением в самостоятельную организацию сильного коллектива разработчиков ЭВМ специального назначения, руководимого доктором технических наук М.А. Карцевым.

Б.Н. Наумов без колебаний принял предложение руководителей Минприбора — министра К.Н. Руднева и его первого заместителя В.Н. Третьякова — и в 1967 г. возглавил ИНЭУМ. Проблема, для решения которой был создан ИНЭУМ, формулировалась И.С. Бруком в 1957 г. как «разработка теории, принципов построения и применения электронных управляющих машин». Спустя 10 лет Б.Н. Наумов, возглавив ИНЭУМ, дал этой проблеме новую жизнь. Он сумел быстро и эффективно сосредоточить деятельность института на трех основных направлениях:

- управляющие вычислительные комплексы на новой тогда микроэлектронной базе;
- автоматизированные системы управления сложными объектами, технической базой которых служили упомянутые управляющие комплексы;
- системное программное и математическое обеспечение вычислительных комплексов и систем управления.

Даже из этого беглого перечня направлений можно сделать вывод о главных чертах характера Б.Н. Наумова — ученого и инженера. Конструкторы ЭВМ хорошо знают, насколько ответственным для всей разработки является выбор элементной базы. В 1968–1969 гг. первые отечественные интегральные схемы находились еще в стадии разработки, а создание вычислительной техники на зарубежной элементной

базе было невозможно. В этих условиях большинство конструкторов ЭВМ осторожничали, выжидая, когда Минэлектронпром СССР справится со своими трудностями в области элементной базы. Б.Н. Наумов, назначенный главным конструктором АСВТ-М (Агрегатная система средств вычислительной техники на микроэлектронной базе), принял смелое решение: использовать опытные образцы микросхем, не проверенные еще серийным производством, не имевшие подтвержденных поставщиками данных об их надежности. В результате в ИНЭУМ уже в 1970 г. были созданы первые в стране управляющие вычислительные комплексы третьего поколения.

Главный конструктор АСВТ-М Борис Николаевич Наумов уверенно шел на совмещение, параллельное проведение работ, ранее традиционно выполнявшихся последовательно (создание элементной базы и опытных образцов аппаратуры, разработка и отладка программного обеспечения, испытания комплекса, освоение серийного производства).

В 1970–1974 гг. в процессе разработки комплексов АСВТ-М Б.Н. Наумовым было сформировано и реализовано требование обеспечения взаимодействия ЭВМ разных архитектур в интегрированных системах, включающих иерархию нескольких уровней управления. В АСВТ-М предусматривалось сопряжение разных машин, выполняющих определенные функции в системе, или создание многомашинных комплексов, если такое требование выдвигали заказчики систем. Фактически Б.Н. Наумов поставил задачу разработать систему технических и программных средств, состоящую из трех типов центральных вычислительных комплексов. Эти средства (М-4030, М-400, М-40) в 1970-х годах составили техническую базу автоматизированных систем управления, созданных в СССР для решения задач автоматизации научных исследований и экспериментов, автоматизации диспетчерского управления в крупных энергообъединениях и энергосистемах, управления технологическими процессами, производствами, цехами и предприятиями в машиностроении, металлургии и других отраслях промышленности.

Технические решения, принятые для АСВТ-М, обеспечили возможность использования базовых технических и программных средств (М-400 и совместимых с ней моделей СМ ЭВМ) для решения еще одной важнейшей народнохозяйственной задачи — автоматизации проектно-конструкторских работ. Первое поколение автоматизированных рабочих мест (АРМ) в радиоэлектронике, машиностроении, строительстве, созданных ИНЭУМ совместно с предприятиями Минрадиопрома, Минавиапрома, Миноборонпрома, внесло свой вклад не только в практику ведущих отраслей науки и промышленности, но и в отработку принципов построения рабочих

станций новых поколений. Разработка и внедрение АРМ стали одним из первых опытов реализации крупных межотраслевых программ в области отечественной вычислительной техники.

Наиболее ярко масштаб таланта и организационные способности Б.Н. Наумова проявились в период 1974–1984 гг., когда он руководил разработкой международной системы малых ЭВМ (СМ ЭВМ) в качестве генерального конструктора. Комплекс НИР и ОКР по СМ ЭВМ выполняли более 30 институтов, КБ и предприятий Советского Союза, Болгарии, Венгрии, ГДР, Республики Куба, Польши, Румынии, Чехословакии. Задача Б.Н. Наумова как руководителя Совета главных конструкторов (СГК) СМ ЭВМ состояла в том, чтобы объединить интересы разных коллективов, имеющих свои заделы и точки зрения, найти опору среди талантливых разработчиков, и это было сделано Б.Н. Наумовым благодаря его целеустремленности, настойчивости в решении поставленной задачи. Его авторитет у главных конструкторов СМ ЭВМ и руководства Межправительственной комиссии по сотрудничеству социалистических стран в области вычислительной техники был безоговорочным, потому что Наумов умел находить согласованные решения сложных технических вопросов и добиваться их выполнения.

К началу 1970-х годов в СССР были созданы значительные производственные мощности для выпуска универсальных и специализированных ЭВМ и периферийного оборудования. Заводы оборонных отраслей промышленности и Минприбора СССР выпускали около 20 типов универсальных ЭВМ, разных по архитектуре и структуре, конструктивной и элементной базе, программному обеспечению. Одновременно были разработаны и производились специализированные наземные и бортовые ЭВМ, к характеристикам которых предъявлялись жесткие требования в соответствии с их назначением. Многообразие типов ЭВМ требовало значительных усилий, направленных на программирование решаемых ими задач. В этих условиях было невозможно удовлетворить нарастающую потребность народного хозяйства и обороны страны в средствах вычислительной техники. Поэтому объективно наиболее важной в те годы стала проблема создания семейств ЭВМ, обладающих достаточным уровнем модульности унифицированных узлов и устройств, что позволило бы организовать их крупносерийное специализированное производство. Для решения этой проблемы были предложены Единая система ЭВМ (ЕС ЭВМ) и Система малых ЭВМ (СМ ЭВМ). Мини- и микроЭВМ, устройства, входящие в состав СМ ЭВМ, управляющие и измерительно-вычислительные комплексы на их базе выпускались крупными сериями на предприятиях в Киеве, Москве, Вильнюсе, Северодонецке, Орле, Тбилиси, Виннице, Черновцах, Гомеле в кооперации с предприятиями социалистических стран.

Снова, как и в работах по АСВТ-М, были совмещены этапы, обычно выполняемые последовательно. Только теперь такая организация работ проводилась несколькими десятками организаций и предприятий.

Для СМ ЭВМ были приняты де-факто стандарты архитектур малых ЭВМ, наиболее распространенных в мире. Были предложены стандарты интерфейсов, обеспечивающих использование общей для всех моделей СМ ЭВМ номенклатуры периферийных устройств и устройств связи с объектом. Разработанные под руководством Б.Н. Наумова принципы и стандарты СМ ЭВМ, охватывающие в комплексе все аспекты унификации элементов, узлов и устройств, конструкций, рядов моделей ЭВМ, средств программирования, учитывали технологию и производственные возможности отечественной промышленности и обеспечивали возможность организации крупносерийного производства.

За создание СМ ЭВМ Борис Николаевич Наумов был удостоен Государственной премии СССР в области науки и техники.

Конструкторы технических систем, и в особенности электронного оборудования, хорошо знают, насколько важно выбрать и последовательно реализовать единую конструктивную базу. Ко времени начала работ по СМ ЭВМ уже существовали стандарты Международной электротехнической комиссии (МЭК) на размерные ряды конструкций электронного оборудования. Принять данные стандарты для СМ ЭВМ было необходимо, чтобы обеспечить конструктивную совместимость с изделиями ведущих фирм всего мира, иметь ясную перспективу. Однако в СССР эти стандарты МЭК до 1975 г. игнорировались. Были установлены свои стандарты, на которые долгое время ориентировалась отечественная промышленность. Такое противоречие точек зрения, выявленное на Совете главных конструкторов СМ ЭВМ, грозило срывом всей разработки. Генеральный конструктор должен был принять правильное техническое решение в условиях, когда руководители заинтересованных министерств СССР директивно навязывали ему совершенно другие мнения. Потребовался именно характер Бориса Николаевича: решительность, логика аргументации, в нужных случаях дипломатичность для споров с бюрократами, чтобы сломить противодействие наших ведомств переходу на международные стандарты.

Еще более сложным для принятия решения оказался вопрос о выборе архитектуры мини- и микроЭВМ, входящих в состав СМ ЭВМ. В конечном счете это был вопрос о том, нужно ли обеспечивать программную совместимость отечественных средств вычислительной техники с наиболее распространенными семействами ЭВМ западных фирм, ставшими стандартами де-факто. Совет главных конструкторов СМ ЭВМ при-

нял по этому вопросу положительное решение, а генеральный конструктор Б.Н. Наумов много раз у себя в стране получал упреки в копировании западной техники, хотя на самом деле решение состояло не в том, чтобы копировать западные ЭВМ, а в том, чтобы обеспечить программную совместимость с ними.

Важные, с точки зрения пользователей, массовые области применения обеспечивались созданием проблемно-ориентированных комплексов СМ ЭВМ, которые выпускались заводами-изготовителями в конфигурациях, отвечающих заказным спецификациям и снабженных программным обеспечением для решения конкретных задач. В частности, это были комплексы автоматизированных рабочих мест конструктора/технолога для предприятий машиностроения и радиоэлектроники, измерительно-вычислительные комплексы для автоматизации научных исследований и экспериментов.

При разработке аппаратуры и программного обеспечения СМ ЭВМ были развиты оригинальные принципы построения систем с разделением функций, благодаря которым удалось создать на доступной в то время элементной базе двухпроцессорные вычислительные комплексы, обеспечивающие программную совместимость с выпускавшимися ранее ЭВМ серии «МИР» для инженерных расчетов и ЭВМ серии М-5000 для решения учетных и статистических задач. Также были реализованы спецпроцессоры — ускорители наиболее часто используемых методов вычислений. Примером таких решений является вычислительный комплекс на базе модели СМ-4 и Фурье-процессора, предложенный Институтом электронных управляющих машин и Институтом радиотехники и электроники АН СССР для обработки радиолокационных изображений поверхности Венеры, получаемых с искусственного спутника. Спецпроцессор позволил справиться с уникальной по сложности задачей с помощью мини-ЭВМ, а не суперЭВМ, которая потребовалась бы в ином случае.

СМ ЭВМ в совокупности с ЕС ЭВМ в 70–80-х годах послужили основой для автоматизации процессов управления и обработки информации во всех отраслях народного хозяйства, и для автоматизации научных исследований.

Созданием СМ ЭВМ и предшествовавшей ей АСВТ-М Минприбора СССР академик Б.Н. Наумов продолжил деятельность школы малых и средних ЭВМ члена-корреспондента АН СССР И.С. Брука, которая началась еще в 50-е годы, на заре создания отечественной вычислительной техники.

К 1983 г., благодаря научной и научно-организационной деятельности Б.Н. Наумова и его коллег, умелому сочетанию теоретических и прикладных работ, ИНЭУМ превратился в крупный научный центр по созданию управляющих вычислительных комплексов и их применению.

В 1976 г. Б.Н. Наумов был избран членом-корреспондентом, а в 1984 г. — действительным членом АН СССР. И снова Борис Николаевич не удовлетворен достигнутым. Он остро чувствует, что нарастающие ведомственные барьеры тормозят научно-технический прогресс, многие достижения науки не реализуются промышленностью, которая не испытывала тогда экономической заинтересованности в освоении новой техники. Он видит, что Академия наук СССР не уделяет должного внимания проблемам информатики, вычислительной техники и автоматизации. И снова поворот в жизни, постановка новых задач и целей.

Имя академика Б.Н. Наумова связано прежде всего со становлением (или восстановлением, что точнее характеризует состояние информатики в стране в начале 80-х годов) исследований и разработок в области информатики и вычислительной техники в Академии наук СССР. В начале 60-х годов руководством ЦК КПСС и Совета Министров СССР было принято решение, направленное на «приближение науки к производству». Многие институты технического профиля были переданы из АН СССР в промышленность, в их числе оказались институты С.А. Лебедева и И.С. Брука. Поскольку академическая наука России отождествлялась тогда с Академией наук СССР, именно она была существенно ослаблена этим решением. Исследования в области кибернетики и вычислительной техники переместились в академии наук союзных республик (Украины, Белоруссии, Латвии, Литвы, Эстонии, Узбекистана, Грузии, Армении), которые в те годы открыли институты этого профиля. Б.Н. Наумов был одним из инициаторов организации в составе АН СССР Отделения информатики, вычислительной техники и автоматизации (ОИВТА), созданного в 1983 г. усилиями вице-президента АН СССР академика Е.П. Велихова. Борис Николаевич возглавил Институт проблем информатики АН СССР (ИПИ АН), организованный по его инициативе. Под руководством Б.Н. Наумова коллективом специалистов Академии наук СССР, академий наук союзных республик СССР и социалистических стран в 1984–1985 гг. была разработана Концепция вычислительных систем новых поколений, определявшая основные направления фундаментальных и прикладных исследований, которые следовало провести, чтобы получить новые качества информационных и вычислительных систем по сравнению с системами, построенными на базе ЭВМ третьего и четвертого поколений.

Эти основные направления включали:

- системы обработки знаний;
- системы обработки изображений и машинной графики;
- информационные и вычислительные сети;

- системы автоматизированного проектирования вычислительных машин и систем;
- персональные компьютеры;
- новые принципы хранения информации;
- отказоустойчивые системы;
- технологии программирования;
- новые алгоритмы и архитектуры обработки информации.

Исследования и разработки по каждому из названных направлений проводились в те годы институтами академий наук и промышленности по комплексным научным проектам, включающим проекты по наиболее актуальным темам и объединенным научным руководством со стороны ведущих ученых академий наук, участвовавших в сотрудничестве в области информатики, вычислительной техники и автоматизации.

Стимулом для формирования программы этих работ послужил японский проект ЭВМ пятого поколения. Б.Н. Наумов уже тогда видел, что новые качества могут быть получены при построении информационных и вычислительных систем, а не отдельных машин, что было им отражено и в названии, и в содержании разработанной концепции. Борис Николаевич, руководивший Комиссией академий наук социалистических стран по новым поколениям вычислительных систем, обращал внимание прежде всего на сочетание новых алгоритмов и методов обработки информации с новыми возможностями технических и программных средств, возникающими в связи с прогрессом микроэлектроники, вычислительной техники и техники передачи информации. С уверенностью можно сказать, что эти ключевые проблемы информатики сохраняют свою актуальность и сегодня.

Б.Н. Наумов одним из первых поставил у нас в стране вопрос о необходимости организовать разработки и массовое производство персональных компьютеров. В 1986 г. Б.Н. Наумов активно выступал по этому вопросу, опубликовав серию статей в центральных газетах «Известия», «Правда», «Труд». Сделанный им на этот счет вывод следовал не только из анализа мировых тенденций вычислительной техники, но и из собственного опыта работ по микропроцессорной реализации и применению младших моделей СМ ЭВМ.

«Хотя персональные компьютеры — инструмент индивидуальный, наибольшую эффективность дает его массовое применение: в конструкторских бюро ими должны быть вооружены все конструкторы, в учреждениях — все служащие. Персональные компьютеры надо использовать обязательно по всему технологическому циклу работы. Повышение производительности труда отдельных сотрудников (тех, кому

первому поставили индивидуальные компьютеры) не скажется на производительности целого коллектива. Все возможности машинной обработки информации на каждом рабочем месте реализуются лишь тогда, когда персональные компьютеры будут связаны с банками данных — центрами хранения информации», — писал Б.Н. Наумов в те годы, подчеркивая тенденцию, получившую повсеместное распространение в наши дни в виде глобальных и корпоративных информационных сетей.

Б.Н. Наумов имел инженерное (МЭИ) и математическое (механико-математический факультет МГУ) образование, свободно владел английским языком, был ученым с широкой эрудицией. Он стремился передать свои знания ученикам и коллегам, щедро делился своими замыслами и идеями, стараясь увлечь молодежь тем, чем жил он сам. Информатизация образования, преподавание основ информатики в средней школе и технических вузах сейчас признаны у нас важной государственной задачей. Задолго до этого, еще в 1970-х годах, по инициативе Б.Н. Наумова в Октябрьском районе Москвы был создан Учебно-производственный центр вычислительной техники, в котором велось обучение школьников старших классов основам программирования, обслуживания ЭВМ, машинописи. Ему и в этом случае пришлось преодолевать сопротивление чиновников из городского и районного отделов образования, утверждавших, что на уроках труда в школах надо готовить учеников к специальностям станочников, а не «морочить им головы компьютерной грамотностью». Сейчас этот центр стал Лицеом информационных технологий, в котором школьникам профессионально преподаются курсы программирования и вычислительной техники, выпускники имеют специальность в этой области и работают во многих фирмах, специализирующихся в области программного обеспечения. У Б.Н. Наумова уже тогда был ясный взгляд на непрерывность преподавания информатики: школа — вуз (базовая кафедра в МИРЭА, которой он руководил) — аспирантура — профессиональная переподготовка инженеров.

Б.Н. Наумов считал принципиально важным для развития науки международные связи ученых, открытый обмен идеями и результатами, стремился поддерживать эти связи, преодолевая препятствия, которые чинили бюрократы как в СССР, так и в западных странах. Понимая важность использования опыта и результатов ведущих западных фирм, Б.Н. Наумов еще в 1970 г. предложил организовать в Москве совместный Центр по технике автоматизации Минприбора и АО «Сименс» (ФРГ). Созданный усилиями Б.Н. Наумова при ИНЭУМ Центр по технике автоматизации «Минприбор — Сименс» фактически был прототипом нынешних совместных предприятий, на 15–20 лет опередив практику, получившую широкое распространение

у нас в последние годы. За активную деятельность в области международного сотрудничества и развития торговых отношений ИНЭУМ получил приз «Золотой Меркурий». О признании заслуг Б.Н. Наумова в международном сотрудничестве говорит и тот факт, что в 1987 г. он был избран иностранным членом Академии наук ГДР.

Борис Николаевич умер в 1988 г., когда ему было 60 лет. Разносторонний опыт, неугомонный характер и новые планы ушли вместе с ним. Можно только догадываться о том, каким был бы следующий шаг Б.Н. Наумова.

Вклад академика Б.Н. Наумова в становление и развитие информатики, компьютеризации и автоматизации является одной из ярких страниц истории отечественной науки и техники.

Совет Виртуального музея

ПОЛИН ВЛАДИМИР СТЕПАНОВИЧ

Владимир Степанович Полин родился 19 июля 1908 г. в Туле в семье потомственного оружейника. По специальности физик, кандидат физико-математических наук, до 1941 г. он преподавал в Московском педагогическом институте. В конце июня 1941 г. был направлен в криптографическую службу и вскоре стал конструктором техники для криптоанализа. Полковник, награжден орденами и медалями.



В послевоенные годы Владимир Степанович Полин стал одним из инициаторов разработок и внедрения электронной цифровой вычислительной техники в нашей стране. Он был назначен начальником Конструкторского бюро промышленной автоматики (КБПА, Минрадиопром), где создавалась в основном специализированная вычислительная техника: в 1950–1960 гг. — ламповая, затем — полупроводниковая. В проводимых работах В.С. Полин и коллектив КБПА тесно сотрудничали с коллективами, возглавляемыми С.А. Лебедевым и Б.И. Рамеевым.

В 1959–1964 гг. в КБПА под непосредственным руководством В.С. Полина была создана полупроводниковая высокопроизводительная вычислительная машина общего назначения «Весна», а в 1961–1965 гг. появились ее расширенный вариант — «Сигма» и сокращенный — «Снег» (именовавшиеся в заводском выпуске как СПЭМ-50, СПЭМ-80). Эти ЭВМ выпускались серийно Минским заводом ЭВМ им. Г.К. Орджоникидзе с военной приемкой. Машины использовались преимущественно на объектах Министерства обороны для решения сложных расчетных задач, а также в больших информационно-поисковых системах (ИПС) и автоматизированных системах управления (АСУ) оборонной отрасли.

В 1961 г. В.С. Полин был делегатом XXII съезда КПСС.

В 1965–1975 гг. в КБПА были разработаны и внедрены в эксплуатацию в числе первых в стране системы (сети) передачи данных, в которых вышеупомянутые ЭВМ использовались как центры коммутации сообщений. На элементно-конструктивной базе и типовых устройствах ЭВМ «Весна» был создан ряд специализированных вычислительных установок.

В 1967 г. в КБПА был предложен аванпроект программно совместимых ЭВМ третьего поколения (ОКР «Ряд», главный конструктор — В.К. Левин). Результаты этой работы использовались при создании Единой системы ЭВМ во вновь образованном в 1968 г. Научно-исследовательском центре вычислительной техники НИЦЭВТ, куда была переведена часть сотрудников КБПА.

Разработки по тематике «Весна» и «Ряд» проводились с участием Института прикладной математики (ИПМ) Академии наук СССР (по вопросам структуры и системного программного обеспечения) и отраслевых институтов — НИИсчелмаша (по устройствам ввода-вывода), НИИВТ и др.

В 1968–1975 гг. в Конструкторском бюро промышленной автоматики были возвращены исследования по защите информации в вычислительных системах и выпущены первые нормативные документы по этой проблематике; работами непосредственно руководил Ю.А. Котов, который был в этот период главным инженером КБПА.

Получили известность и признание разработки КБПА по оптическим читающим устройствам (распознавание знаков печатного текста; непосредственный руководитель работ — к.т.н. В.И. Зайцев-Зотов).

В 1957 г. за создание ЭВМ специального назначения В.С. Полину была присуждена Ленинская премия.

Владимир Степанович Полин умер 20 августа 1975 г., прах его захоронен в Даниловском крематории.

В.Н. Касьянов

ПОТТОСИН ИГОРЬ ВАСИЛЬЕВИЧ

Игорь Васильевич Поттосин родился 21 февраля 1933 г. в селе Кинель-Черкассы Самарской (тогда Куйбышевской) области. Его отец, Василий Васильевич (1905–1993), происходил из семьи служащих, окончил техникум, работал учителем, после окончания Московского педагогического института и аспирантуры был направлен в Томск, в НИИ математики и механики при ТГУ (1934). В 1940 г. он был избран деканом спецфакультета, в 1941 г. защитил кандидатскую диссертацию. В годы войны был на фронте, в 1947 г. вернулся в Томск, работал заместителем декана и деканом физико-технического факультета, преподавал, на пенсию ушел почти в 80 лет. Был председателем совета ветеранов ТГУ, членом КПСС с 1941 г., делегатом XIX съезда КПСС, награжден орденами и медалями. Мать, Елизавета Павловна Поттосина, работала научным сотрудником в Томском институте вакцин и сывороток.



В 1950 г. Игорь Васильевич окончил школу с золотой медалью и поступил на специальное отделение мехмата Томского государственного университета (ТГУ), на котором готовили кадры для Министерства обороны СССР по специальности «баллистика». С 1955 г. по распределению работал в Москве инженером ЦНИИ-27, первого вычислительного центра Министерства обороны СССР, создателем и первым руководителем которого являлся подполковник А.И. Китов. В 1958 г. И.В. Поттосин перешел в отдел программирования Института математики СО АН СССР, который в то время начал формировать в Москве А.П. Ершов по согласованию с академиком С.Л. Соболевым. Поскольку перебазирование института в Новосибирск произошло до того времени, как А.П. Ершов смог переехать в Академгородок, формально первым заведующим отдела стал И.В. Поттосин. Приказ о его назначении был подписан 1 ноября 1958 г., и с этого дня ведет свой отсчет история отдела программирования.

Игорь Васильевич был одним из создателей системы АЛЬФА, первого в мировой практике оптимизирующего транслятора для языков более высокой сложности, чем Фортран, и вместе с Г.И. Коняхиным ответственным исполнителем этой работы. В частности, ему принадлежит разработка методов и алгоритмов оптимального про-

граммирования циклов и экономии выражений, которые были реализованы им в системе АЛЬФА и развиты в последующих системах для языка Альфа — АЛГИБР («Альфа гибридный») и АЛЬФА-6. Результаты этих работ легли в основу кандидатской диссертации, которую И.В. Поттосин успешно защитил в 1969 г.

Игорь Васильевич предложил и реализовал для системного программирования языковый подход к повышению эффективности создаваемых программ, заключающийся в разработке машинно-ориентированного языка высокого уровня, позволяющего сочетать учет особенности машинных архитектур с наглядностью и читаемостью. В соответствии с этим подходом под его руководством и при непосредственном участии был разработан язык Эпсилон, один из первых в мире языков системного программирования, и реализованы системы программирования с этим языком для ряда отечественных ЭВМ.

Одной из наиболее крупных систем программного обеспечения, разработанных под руководством А.П. Ершова в 1971 г. с использованием языка Эпсилон, стала система коллективного пользования АИСТ-0 — первая отечественная развитая система разделения времени, общий объем программного обеспечения которой превышал 100 тыс. команд.

Я знал Игоря Васильевича еще со студенчества, с конца 1960-х, был первым аспирантом, который защитился под его научным руководством, и одним из постоянных его соавторов. Вспоминаю 1971 г., когда мы, выпускники мехмата НГУ, пришли по распределению в лабораторию И.В. Поттосина и стали разработчиками проекта БЕТА. Тогда в отделе А.П. Ершова программистских лабораторий было две: лаборатория по системному программированию, которой руководил И.В. Поттосин, и лаборатория по теоретическому программированию, которую возглавлял сам А.П. Ершов. Первое, что мы услышали от Игоря Васильевича: теория и практика в программировании развиваются скорее параллельно и наша общая задача сделать это развитие совместным, взаимно обогащаемым.

Это было его кредо. Объединение теоретических исследований с программными разработками — одна из основных черт новосибирской школы программирования. Игорь Васильевич был одним из основателей этой школы. Живой человек, которому ничто человеческое было не чуждо, настоящий русский интеллигент и программист, что называется, от Бога. В начале 1990-х, когда для всех нас настали тяжелые времена и под вопросом оказалось само существование нашего коллектива, он взял лидерство на себя и сумел сохранить коллектив и институт. В 1998 г., отказавшись от директорства, но сохранив неформальное лидерство и полную ответственность

за судьбу коллектива, он много работал, причем не только с коллегами и студентами, но и со школьниками, был в гуще событий у нас в стране и за рубежом.

В 1970-е гг. Игорь Васильевич руководил созданием универсального оптимизатора системы БЕТА, одним из разработчиков которого я стал после окончания НГУ. Это было время еженедельных семинаров многочисленных участников проекта, подготовки проектных рабочих материалов и коллективных многотомных отчетов, время жарких дискуссий на семинарах и последующих расшифровок громадных бобин магнитных лент с записями этих семинаров, выполнение которых, как правило, естественно, поручалось нам, только что прибывшим молодым сотрудникам.

Однако первая наша совместная с Игорем Васильевичем публикация «Применение методов оптимизации к проверке правильности программ» никак не была связана с проектом БЕТА и была подготовлена в виде доклада для Рабочей конференции ИФИП (IFIP) по разработке качественного программного обеспечения, проходившей в 1977 г. в Новосибирске. В этой работе мы рассмотрели, как алгоритмы потокового анализа и ряда оптимизирующих преобразований практически без изменения могут быть применены для повышения надежности программы за счет обнаружения в ее тексте довольно широкого класса неправдоподобностей (аномалий) — определенных свойств, присущих «неправильным» программам. В последующих совместных работах мы раскрыли возможности оптимизации программ, показали, что ее техника и методы могут стать основой для создания инструментов работы с программами практически на всех этапах технологического цикла разработки программ, определили архитектуру и общую спецификацию систем конкретизации.

В 1989 г. по разработанному языковым, структурным, трансформационным, технологическим и методологическим подходам к созданию эффективного программного обеспечения И.В. Поттосин защитил докторскую диссертацию, представленную в форме научного доклада.

На основе курса «Методы трансляции», который я читал после Игоря Васильевича для студентов НГУ начиная с 1976 г., мы подготовили ряд совместных учебных пособий: «Методы трансляции» (1978), «Технология трансляции» (1979) и «Автоматизация построения трансляторов» (1983), а также монографию «Методы построения трансляторов», которая вышла в издательстве «Наука» в 1986 г. под редакцией А.П. Ершова. Для меня этот опыт стал определяющим, поскольку это были мои первые учебные пособия и моя первая монография, изданная в серьезном научном издательстве.

Более четверти века основной курс по программированию для студентов мехмата НГУ мы с И.В. Поттосиным читали на двух разных потоках в параллель. Когда на мехмате был образован еще и третий поток, лекции на нем после меня и В.К. Сабельфельда в последние годы стала читать М.М. Бежанова. Относясь к курсу с душой и в высшей степени ответственно, Майя Михайловна инициировала написание по материалам курса книги «Современные понятия и методы программирования» (Бежанова М.М., Поттосин И.В. Современные понятия и методы программирования. — М.: Научный мир, 2000), в подготовке которой я, к сожалению, не смог участвовать, поскольку в это время в рамках гранта РФФИ завершал работу над книгой «Курс программирования на Паскале в заданиях и упражнениях» (2001). Судьбе было угодно распорядиться так, что авторы не увидели результатов своего труда. Подготовка книги к изданию завершилась в декабре 2000 г., в последние дни жизни Майи Михайловны, а книга поступила в Новосибирск в декабре 2001 г., в день похорон Игоря Васильевича.

Совет Виртуального музея

ПРАНГИШВИЛИ ИВЕРИ ВАРЛАМОВИЧ



Директор Института проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН (Москва), заслуженный деятель науки и техники России, доктор технических наук, профессор, академик АН Грузии, академик ряда международных и зарубежных академий, возглавлял ИПУ РАН с 1987 г.

Ивери Варламович Прангишвили родился 6 июня 1930 г. в селе Диди Джихаиши Самтредского района Грузии. В 1949 г. после окончания средней школы № 212 города Тбилиси поступил в Грузинский политехнический институт, который окончил в 1952 г. по специальности «электрические станции, сети и системы». В 1952–1955 гг. работал в «Грузэнерго» и «Гидроэнергопроекте».

В 1955 г. И.В. Прангишвили поступил в аспирантуру Института автоматики и телемеханики АН СССР (ИАТ) и в 1959 г. защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук. Менее чем через 10 лет, в 1968 г., он защитил докторскую диссертацию, а в 1969 г. получил звание профессора.

С 1955 г. вся жизнь Ивери Варламовича была связана с ИАТ (позднее — Институт проблем управления РАН, ИПУ РАН). Сразу после защиты кандидатской диссертации он становится в этом институте ведущим инженером, затем работает в должности младшего, а потом и старшего научного сотрудника. В 1964 г. И.В. Прангишвили избирают по конкурсу заведующим лабораторией, в 1970-м назначают заместителем директора по научной работе, а в 1987 г. он избран и утвержден в должности директора Института проблем управления АН СССР и Минприбора СССР.

В 1979 г. И.В. Прангишвили избирают действительным членом Академии наук Грузии, а в 1980 г. ему присваивается звание «Заслуженный деятель науки и техники РСФСР».

Ивери Варламович Прангишвили — известный специалист в области теории процессов и систем управления, информатики и вычислительной техники. Им опубликовано более 400 печатных трудов, включая 15 монографий, он автор научного открытия («фоновый принцип»), имеет более 40 изобретений.

Научная деятельность И.В. Прангишвили была связана в основном с теорией систем, системным анализом (в этой области он опубликовал три монографии), с теорией управления крупномасштабными системами и объектами повышенного риска (четыре монографии), а также с многопроцессорными управляющими, вычислительными и комплексными системами (две монографии).

В 1970–1980-е гг. Ивери Варламович разработал теоретические основы и принципы построения нового класса высокопроизводительных многопроцессорных проблемно-ориентированных управляющих вычислительных систем с параллельной и перестраиваемой структурой. На основе полученных результатов были созданы вычислительные системы ПС-2000, ПС-2001, ПС-3000, которые нашли широкое применение в геофизике, гидроакустике, использовались для обработки космической информации и в других областях, в том числе при разработке спецтехники. Под руководством И.В. Прангишвили велись работы по созданию малых управляющих ЭВМ с перестраиваемой структурой серий ПС-300 и ПС-Микро. Результаты теоретических исследований в этой области обобщены в ряде монографий.

Во второй половине 1980-х и начале 1990-х Ивери Варламович выполнил цикл работ по созданию теории и принципов построения отказоустойчивых систем управления с распределенной архитектурой для таких сложных и потенциально опасных объектов, как атомные электростанции, а также для ряда других объектов такого рода. Результаты исследований в этой области обобщены им в двух монографиях.

В последние годы под научным руководством и при непосредственном участии И.В. Прангишвили был разработан новый принцип обнаружения и распознавания

подвижных объектов — фоновый принцип, в основе которого лежит открытая авторами общесистемная закономерность обнаружения подвижных объектов различной природы. Она заключается в том, что при появлении в зоне наблюдения подвижного объекта интенсивность сигнала фонового излучения всегда уменьшается (независимо от излучающей или отражающей способности самого объекта). Факт обнаружения объекта становится результатом когерентного приема фонового излучения. Фоновый принцип успешно применяется в области локации и при создании систем охранной сигнализации, а также в психологии, медицине, биологии и других дисциплинах.

Исследуемые в монографиях И.В. Прангишвили общесистемные закономерности, как правило, являются ограничительными, предупреждающими. Они могут быть полезны при изучении широкого спектра разнообразных задач управления и, в частности, применимы к таким сложным объектам, как организационные и социально-экономические системы. С помощью инструмента системных закономерностей удалось проанализировать базовые процессы, определяющие характер развития кризисных ситуаций в сложных и слабоструктурированных системах различной природы (в технике, медицине, сельском хозяйстве).

В 1987 г. Ивери Варламович был назначен генеральным конструктором СССР по автоматизированным системам управления технологическими процессами (АСУ ТП) атомных электростанций. Под его руководством разработаны проекты нового поколения АСУ ТП для АЭС. В период реализации этих проектов И.В. Прангишвили входил в состав Коллегии Минэлектротехпрома СССР.

До последнего дня своей жизни Ивери Варламович Прангишвили руководил работами по созданию управляющей системы верхнего блочного уровня зарубежной атомной станции «Бушер» (Иран).

И.В. Прангишвили являлся председателем Ученого совета Института проблем управления. В 1992 г. он стал членом Бюро Отделения проблем машиностроения, механики и процессов управления, а в 2002 г. — членом Бюро Отделения энергетики, машиностроения, механики и процессов управления Российской академии наук.

С 1995 г. Ивери Варламович возглавлял научный совет Отделения РАН по теории управляемых процессов и автоматизации. Он был заместителем председателя Национального комитета по автоматическому управлению, главным редактором журналов «Датчики и системы» и «Проблемы управления» и членом редколлегии ряда центральных научных журналов. Под научным руководством И.В. Прангишвили было защищено более 30 кандидатских и докторских диссертаций. Долгие годы он вел активную преподавательскую работу.

За большие достижения в научной и производственной деятельности И.В. Прангишвили награжден двумя орденами Трудового Красного Знамени, орденом Дружбы народов, орденом Чести (Грузия) и многими медалями.

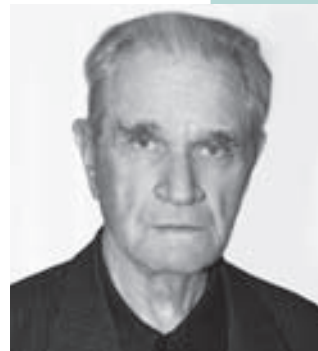
И.В. Прангишвили являлся действительным и почетным членом нескольких зарубежных академий, первым вице-президентом Международной инженерной академии и президентом Инженерной академии Грузии.

И еще Ивери Варламович Прангишвили был очень добрым, внимательным и отзывчивым человеком, который никогда не жалел сил на то, чтобы помогать всем, кто нуждался в его поддержке, — сотрудникам, близким, друзьям. К нему очень любили приходить — в поисках участия, за советом и просто ради общения. Не любил он только одного — занимать внимание окружающих собственной персоной. Поэтому его смерть 28 февраля 2006 г. стала громом среди ясного неба — в это невозможно было поверить. Тем более что за две недели до своей кончины он нашел в себе силы дважды приехать в институт, потому что того требовали интересы Института проблем управления РАН, интересы науки об управлении — дела всей его жизни.

Совет Виртуального музея

ПРЖИЯЛКОВСКИЙ ВИКТОР ВЛАДИМИРОВИЧ

Виктор Владимирович Пржиялковский родился 2 марта 1930 г. в городе Серпухове Московской области. В 1953 г. окончил факультет электровакуумной техники и специального приборостроения Московского энергетического института по специальности «автоматические и измерительные приборы и устройства». С 1953 по 1956 г. Виктор Владимирович работал инженером, старшим инженером в Пензенском филиале СКБ-245. Участвовал в создании уникальной сеточной модели ЭИС (блок центрального управления и блок инъекционных скважин). Был главным конструктором специализированной ЭВМ «Гранит», предназначенной для статистической обработки результатов артиллерийской стрельбы.



С 1956 по 1959 г. он старший инженер в/ч 06669 в Ногинске. Участвовал в создании полупроводниковой ЭВМ (арифметическое устройство и устройства местного и центрального управления).

С августа 1959-го по июль 1971 г. В.В. Пржиялковский работал на различных должностях в СКБ Минского завода им. Г.К. Орджоникидзе (Минское проектное бюро, филиал НИЦЭВТ), с 1964 г. он главный инженер СКБ, затем заместитель директора филиала НИЦЭВТ по научной работе, главный конструктор ЭВМ «Минск-2», «Минск-23», «Минск-32», ЕС-1020.

С 1971 по 1977 г. Виктор Владимирович — заместитель директора по научной работе — главный инженер НИЦЭВТ, заместитель генерального конструктора Единой системы ЭВМ (ЕС ЭВМ) стран социалистического содружества, заместитель главного конструктора бортовой цифровой вычислительной машины (БЦВМ) «Аргон».

В 1977 г. он был назначен директором НИЦЭВТ, а затем до 1988 г. являлся генеральным директором НПО «Персей», генеральным конструктором ЕС ЭВМ, главным конструктором БЦВМ комплекса «Аргон».

В 1988–1990 гг. В.В. Пржиялковский — генеральный конструктор НПО «Персей», генеральный конструктор ЕС ЭВМ, главный конструктор БЦВМ комплекса «Аргон».

В 1969 г. В.В. Пржиялковский защитил кандидатскую диссертацию, а в 1983 г. стал доктором технических наук. Еще через два года ему было присвоено звание профессора. В 1970 г. он стал лауреатом Государственной премии СССР, а в 1983 г. удостоен звания Героя Социалистического Труда. Виктор Владимирович награжден орденами Трудового Красного Знамени (1971), Октябрьской Революции (1977), орденом Ленина и медалью «Золотая Звезда» (1983), четырьмя медалями.

В настоящее время он начальник лаборатории технико-экономического анализа ОАО «НИЦЭВТ». Его научные интересы лежат в области создания ЭВМ, вычислительных систем, периферийного оборудования. Он автор более 100 научных работ, в том числе четырех монографий по вычислительным машинам типа «Минск» и ЕС ЭВМ, соавтор четырех авторских свидетельств СССР на центральные процессоры ЭВМ «Минск» и ЕС-1020.

С 1997 г. по настоящее время Виктор Владимирович — неизменный председатель Экспертного совета Виртуального компьютерного музея и много усилий прилагает для сохранения истории разработок отечественной ВТ.

Совет Виртуального музея

ПРОХОРОВ НИКОЛАЙ ЛЕОНИДОВИЧ

Николай Леонидович Прохоров – крупный ученый в области управляющей вычислительной техники, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники Российской Федерации, лауреат премии Совета Министров СССР, автор более 200 научных работ, с его именем неразрывно связаны годы расцвета Института электронных управляющих машин (ИНЭУМ, ныне ОАО «ИНЭУМ им. И.С. Брука»), годы создания и широкого внедрения СМ ЭВМ.



Николай Леонидович Прохоров родился в Москве 15 июля 1936 г. в семье, принадлежавшей к технической интеллигенции. В 1959 г. он окончил Московский энергетический институт (МЭИ) и поступил на работу в Институт автоматики и телемеханики АН СССР (ИАТ), ныне Институт проблем управления РАН.

Работая в ИАТ, Н.Л. Прохоров стал одним из исследователей и разработчиков первых отечественных бесконтактных магнитных логических элементов, которые нашли применение в системах управления автоматическими линиями станков в машиностроении, на металлургических комбинатах, в системах управления на подводных лодках. В 1968–1969 гг. Николай Леонидович работал в Дармштадском техническом университете и участвовал в научных исследованиях под руководством профессора В. Оппельта.

С 1970 г. по настоящее время Н.Л. Прохоров работает в ИНЭУМ, в 1983–2006 гг. был генеральным директором института, в 2007 г. стал научным руководителем ИНЭУМ. С 1984 г. Николай Леонидович возглавляет важнейшее направление отечественной вычислительной техники — разработку управляющих вычислительных комплексов СМ ЭВМ для автоматизированных систем управления, являясь генеральным конструктором СМ ЭВМ.

Теоретическая и прикладная направленность научной деятельности Н.Л. Прохорова связана с исследованием и решением актуальных проблем создания информационно-управляющих вычислительных комплексов и их применения в качестве техниче-

ской базы для автоматизации управления процессами и обработки информации практически во всех отраслях промышленности.

В 1980-е годы под научным руководством и при непосредственном участии Н.Л. Прохорова в качестве генерального конструктора разработаны международная Концепция и Программа создания управляющих вычислительных комплексов СМ ЭВМ как единой агрегатной системы технических и программных средств вычислительной техники комплексного применения, предназначенных для разработки различных управляющих вычислительных систем — от систем нижнего уровня для сбора, контроля и первичной обработки информации до информационно-управляющих систем верхнего уровня.

Теоретические и прикладные результаты послужили основой для разработки и организации серийного производства высокопроизводительных малых ЭВМ СМ-1700, СМ-1702, СМ-1705, СМ-1425, а также микропроцессорных вычислительных комплексов СМ-1800, СМ-1804, СМ-1814, СМ-1820 и широкой номенклатуры спецпроцессоров, контроллеров и внешних устройств. Информационно-управляющие системы, разработанные на их основе в ИНЭУМ, нашли применение в энергетике, в промышленных системах автоматизации для горнодобывающей, металлургической, машиностроительной и химической отраслей промышленности.

Годы экономических преобразований были трудными для института. Резко сократилось финансирование работ, ушли многие высококвалифицированные сотрудники. Однако ИНЭУМ продолжал вести новые разработки и сохранил в значительной степени свой потенциал, ведущее положение в области управляющей вычислительной техники. В этом, безусловно, большая заслуга Н.Л. Прохорова, сумевшего сохранить отечественную школу конструирования средств управляющей вычислительной техники, основы которой были заложены членом-корреспондентом АН СССР И.С. Бруком и академиком АН СССР Б.Н. Наумовым, и придать ей новый импульс. На базе нового поколения технических и программных средств управляющих вычислительных комплексов в последние годы созданы распределенные информационные системы обработки данных и управления в атомной энергетике, газодобыче, нефтехимии, на транспорте, в медицине и жилищно-коммунальном хозяйстве.

Н.Л. Прохоров всегда уделял много внимания воспитанию научных кадров высшей квалификации. Более 20 его учеников защитили кандидатские и докторские диссертации. Являясь профессором, заведующим кафедрой «Управляющие ЭВМ» в Московском институте радиотехники, электроники и автоматики (МИРЭА), Николай Леонидович на базе этой кафедры создал и возглавляет научно-педагогический коллектив, который утвержден Министерством образования России в качестве научной школы

по одному из приоритетных направлений развития науки и техники — «Управляющие вычислительные машины и системы».

Николай Леонидович Прохоров — член редакционных коллегий журналов «Информационные технологии и вычислительные системы», «Научно-технические технологии», «Датчики и системы», «Экономика и производство», «Приборы» и «Вопросы радиоэлектроники». Работы ученого в области разработок и внедрения управляющей вычислительной техники отмечены орденами Трудового Красного Знамени, Дружбы народов, многими медалями, почетными званиями «Отличник приборостроения», «Почетный радист» и «Изобретатель СССР».

В.С. Криворученко

СМИРНОВ АЛЕКСАНДР ДМИТРИЕВИЧ

Александр Дмитриевич Смирнов родился 25 августа 1919 г. в интеллигентной московской семье. Его мать была зубным врачом, а отец — талантливый инженер — в свое время был одним из заместителей авиационного конструктора А.И. Путилова, проектировавшего самолет «Сталь-2». После развода родители сумели сохранить дружеские отношения, и маленький Саша много времени проводил с отцом, который так и не обзавелся новой семьей. Дмитрий Алексеевич учил сына математике, а на дни рождения дарил ему не игрушки, а столярные и слесарные инструменты, справедливо полагая, что каждый уважающий себя мужчина должен уметь все делать собственными руками.



К восьми годам у мальчика обнаружились недюжинные способности к рисованию, и с ним занималась дочь знаменитого художника В.Д. Поленова. А под патронатом Ольги Леонардовны Книппер-Чеховой, близкой подруги его тети, Саша регулярно посещал МХАТ и почти наизусть знал текст знаменитой «Синей птицы» Метерлинка. Но больше всего мальчик полюбил охоту, рыбалку, спорт и путешествия — во многом благодаря закадычному другу отца, архитектору, охотнику и нумизмату Павлу Осиповичу Клиорину.

После школы Александр поступил в Московский инженерно-строительный институт им. В.В. Куйбышева (МИСИ), где зарекомендовал себя не только способным

студентом, но и отличным спортсменом. В составе команды своего института он дважды завоевывал звание чемпиона Москвы среди студентов по боксу и был спарринг-партнером легендарного советского боксера, семикратного чемпиона СССР Евгения Огуренкова.

Осенью 1941 г. Александр Смирнов окончил МИСИ с красным дипломом. Его ждала аспирантура и научная карьера, но он добровольцем отправился на фронт и всю войну провел на передовой: был сапером в инженерно-штурмовом батальоне.

Боевые действия для капитана Смирнова закончились 30 апреля 1945 г., когда в бою на окраине Берлина ему в лоб угодил осколок снаряда 20-миллиметровой пушки.

Он перенес четыре нейрохирургические операции, полгода провалялся в госпиталях, но выжил. Правда, о военной академии и продолжении воинской службы пришлось забыть, так же как и о любимом боксе.

В 1946 г. капитан запаса Смирнов вернулся в МИСИ, где блестяще защитил диссертацию на тему «Методика расчета больших радиальных отстойников водозаборных и очистных сооружений».

В 1949 г. талантливый воспитанник МИСИ был принят на работу в Центральный аэрогидродинамический институт (ЦАГИ) им. профессора Н.Е. Жуковского, в отдел, возглавляемый будущим академиком Анатолием Алексеевичем Дородницыным. С этого момента вся творческая и научная жизнь А.Д. Смирнова была неразрывно связана с этим институтом. Особенно значимым стал вклад Александра Дмитриевича в развитие и становление Вычислительного центра ЦАГИ.

ЦАГИ принадлежал к числу немногих институтов, где с 1940-х годов успешно развивались вычислительные методы аэродинамики и динамики. В 1950 г. в ЦАГИ был создан отдел ракетной техники, который возглавил А.А. Дородницын. В 13-м секторе этого отдела под началом А.Д. Смирнова была сосредоточена вычислительная техника. Еще до появления первых ЭВМ на трофейных счетно-перфорационных машинах и электроинтеграторах были проведены фундаментальные расчеты, в которых участвовал Александр Дмитриевич: составлены таблицы функций Эйри и гипергеометрических функций, на электроинтеграторе ЭИ-22 смоделирована каверна при обтекании конуса потоком несжимаемой жидкости. Бурное развитие ракетной техники требовало новых технологий: используя счетно-перфорационную технику, А.Д. Смирнов составил таблицы обтекания конуса под углом атаки на сверхзвуке. Впоследствии они были опубликованы не только в СССР, но и за рубежом.

В стенах ЦАГИ Александр Дмитриевич работал со многими выдающимися учеными. Так, вместе с Сергеем Петровичем Капицей он рассчитал на электроинтеграторе точку перехода из ламинарного в турбулентный режим обтекания для пограничного слоя на профиле. На электроинтеграторах же, вместе с Георгием Сергеевичем Бюшгенсом и Глебом Ивановичем Столяровым, им были впервые смоделированы задачи динамики полета управляемых ракет и авиационных мишеней.

В 1963 г. Вычислительный центр ЦАГИ, возглавляемый А.Д. Смирновым, юридически был оформлен как самостоятельное подразделение. В этот период на модернизированных ЭВМ класса М-20 (БЭСМ-4) в ВЦ были выполнены расчеты для альбома плоских сверхзвуковых сопел, оптимальных межпланетных траекторий перелета (Земля–Марс, Земля–Луна), решены уравнения Навье–Стокса и т.д.

Результаты исследований, проведенных под непосредственным руководством А.Д. Смирнова, свидетельствовали о том, что можно создать оптимальную вычислительную систему под типовой набор задач ЦАГИ и авиационной промышленности, ориентируясь на комплектацию из отечественных процессоров и импортной периферии, при обеспечении оптимального режима взаимодействия пользователя с вычислительной системой. В соответствии с этой концепцией в конце 1950-х годов была создана специализированная вычислительная машина СВМ-1, установленная в одной из аэродинамических труб института, а в 1963 г. вошла в строй централизованная вычислительная система — ЦВС-1.

Работы по созданию ЦВС-1 легли в основу докторской диссертации А.Д. Смирнова, которую он успешно защитил в 1967 г.

Под руководством Александра Дмитриевича ВЦ ЦАГИ стал пионером в освоении пакетов прикладных программ для проектирования, конструирования и изготовления моделей. К концу 1970-х годов в институте была создана система автоматизации программирования технологических процессов для трехкоординатных станков с ЧПУ (АПТ-ЕС). К 1983 г. эта система совместно с НИАТ была доработана до отраслевой системы АПТ-ЕС, детально документирована (шесть томов написаны авторским коллективом под научным руководством А.Д. Смирнова и Н.Г. Бунькова) и внедрена на машиностроительных производствах оборонного комплекса.

При всем многообразии задач, которые решал ВЦ ЦАГИ, областью особых научных интересов и личных творческих пристрастий его директора оставались системы автоматизации аэродинамического эксперимента. Уже к середине 70-х стало ясно, что ЦВС-1 и аппаратно, и программно, и идеологически требует замены. Свой огромный научный потенциал и энергию администратора А.Д. Смирнов объединяет с опытом

и знаниями своих сотрудников для создания централизованной вычислительной системы следующего поколения.

По техническим характеристикам проекта и фактической реализации ЦВС-2 в 1980-х годах вполне соответствовала мировому уровню, а некоторые реализованные в ней идеи актуальны до сих пор. Так, разработка аппаратно-программных средств связи, объединяющих разнородные машины типа СМ-4 (PDP-11), ЕС-1010 (MITRA) и ЕС ЭВМ в единую масштабируемую сеть, являлась на тот период уникальной и была защищена пятью (!) авторскими свидетельствами.

В 80-х годах А.Д. Смирнов находится в расцвете своих творческих сил. Он становится лауреатом премии Совета Министров СССР за работы по автоматизации проектирования. Выходят его книги «Архитектура вычислительных систем», «Автоматизация экспериментальных исследований» и др. Он — член научного совета по комплексной проблеме «Кибернетика» при АН СССР и редактор сборника «Вопросы кибернетики» по тематике «Автоматизация научных исследований». Кроме того, Александр Дмитриевич — член редколлегии журнала «Программирование» и бессменный заместитель председателя многочисленных комиссий по приемке средств вычислительной техники общего назначения.

К наивысшим достижениям пришел и ВЦ ЦАГИ — любимое детище А.Д. Смирнова. В результате эффективной работы он превратился в один из крупнейших вычислительных центров страны. ВЦ был прекрасно оснащен технически. В нем сформировалась команда профессионалов высочайшей квалификации, реализовавшая уникальные по сложности и качеству исполнения проекты распределенных многомашинных информационно-вычислительных систем. А летно-технические характеристики наших, до сих пор не превзойденных аэрокосмических аппаратов являются лучшим подтверждением качества вычислительных систем, созданных в ЦАГИ под руководством А.Д. Смирнова.

Когда тематика ВТ и программирования стала открытой для международного сотрудничества, А.Д. Смирнов начал принимать участие в различных международных конференциях. Побывал во многих странах. Тесный творческий контакт установился у него с австралийскими учеными. Александр Дмитриевич несколько месяцев провел в Австралии, где преподавал, вел научную работу и совместно с австралийским ученым Гарри Месселом издал фундаментальный труд — «Расчет мягких электромагнитных каскадов высоких энергий». Там же, в Австралии, профессор Смирнов заинтересовался экологическими проблемами и с тех пор стал рьяным борцом за экологическое оздоровление нашей планеты.

Начиная с 1960-х годов А.Д. Смирнов активно участвовал в работе IFIP (ИФИП) — Международной федерации по обработке информации — и как приглашенный докладчик, и как организатор конгрессов этой федерации.

В последнее десятилетие своей жизни Александр Дмитриевич отошел от активной административной деятельности по управлению ВЦ, зато больше времени стал посвящать научной, педагогической и просветительской деятельности.

На международном симпозиуме «Компьютеры в Европе. Прошлое, настоящее и будущее», проходившем в октябре 1998 г. в Киеве, А.Д. Смирнов представил два доклада: «Принципы создания ЭВМ первого поколения повышенной надежности (А.Н. Мямлин и его ЭВМ „Восток“» и «Распределенные системы автоматизации аэродинамических исследований».

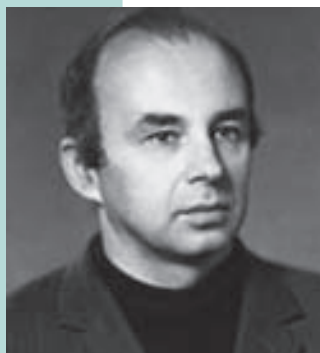
А.Д. Смирнов как член Экспертного совета активно участвовал в работе Виртуального музея вычислительной техники. Александр Дмитриевич — человек широчайших интересов. Заядлый охотник и рыбак, он замечательно рисовал и создавал чудесные поделки из полудрагоценных камней. Совершенно свободно мог провести свой отпуск (в компании со своими друзьями-учеными) в качестве рабочего в геологической партии.

Офицер и ученый, А.Д. Смирнов верой и правдой служил Родине. Свидетельство тому — орден Ленина и еще 24 правительственные награды, украсившие его парадный костюм, который, кстати сказать, он надевал крайне редко. Александр Дмитриевич всегда пользовался любовью и уважением всех, кто его знал. Людей к нему привлекали блестящий интеллект, огромная эрудиция, человеческая мудрость и порядочность.

15 июля 2005 г. Александра Дмитриевича не стало.

А.Ю. Нитусов

СОКОЛОВ АНДРЕЙ АНДРЕЕВИЧ



А.А. Соколов — один из наиболее ярких представителей в истории советской вычислительной техники. Он принадлежал к знаменитой научной школе академика С.А. Лебедева, начав свою карьеру в 1953 г. как молодой инженер — помощник С.А. Лебедева. Своему выбору он не изменял всю свою жизнь, став конструктором наиболее передовых электронных компьютеров 1960–1980-х годов.

Андрей Соколов родился в Москве 14 августа 1930 г. Его детство прошло в городе Долгопрудном — московском пригороде, известном в первую очередь Физико-техническим институтом (МФТИ) — учебным заведением мирового уровня. Еще в довоенное время родители Андрея приобрели в Долгопрудном небольшой дом, в котором и прожили всю свою жизнь.

Андрей рос спокойным и очень способным ребенком. Он много читал об изобретателях и изобретениях и вечно что-то мастерил. Особенно преуспел в популярном тогда авиамоделизме. Много занимался и спортом — дом Соколовых находился рядом с большим лесопарком, в котором можно было кататься на лыжах, велосипеде и т.д. Уже в студенческие времена он стал чемпионом Московского энергетического института по легкой атлетике.

Соколовы — потомственная научная семья, поддерживавшая высокие культурные стандарты в нескольких поколениях, что, разумеется, оказало весьма благотворное влияние и на формирование личности Андрея. Его дед по материнской линии — профессор Илья Иванович Иванов, известный селекционер, создатель методов искусственного осеменения. Бабушка, Валентина Александровна Иванова — высококвалифицированный медик, выпускница Высших женских (Бестужевских) курсов. Дедушка по отцовской линии состоял инспектором при министерстве образования. Отец Андрея — Андрей Васильевич Соколов достиг больших научных высот в почвоведении. По его инициативе в СССР была организована агрохимическая служба.

Мать — Валентина Ильинична Соколова (Иванова) тоже занималась агрохимией, работая в одной лаборатории с мужем. Младший брат Андрея — Илья Соколов — стал профессором биологии, он изучал вулканические почвы и много времени проводил в полевых экспедициях.

Соколовы были высокоинтеллигентными людьми. Все близкие знали, что они собирали и постоянно пополняли домашнюю библиотеку, достигшую в конце концов огромных размеров; к счастью, она сохранилась и по сию пору. Отец, Андрей Васильевич, мог рассказать много интересного о каждой книге. Он был лично знаком со многими авторами и знал все, что имело хотя бы косвенное отношение к ее содержанию. С юношеских лет Андрей Васильевич был страстным поклонником Льва Толстого. Он перечитал все его произведения и воспринял гуманистические идеи (даже стал вегетарианцем, подобно самому писателю). Вполне естественно, что Соколов-старший всегда стремился передать детям основы своего мировоззрения.

Его сын Андрей Соколов окончил среднюю школу в 1947 г. и сразу же поступил в Московский энергетический институт (МЭИ) — один из новых тогда и крупнейших технических вузов. Основанный патриархом советской электротехники Карлом Кругом незадолго до Великой Отечественной войны (1934), ВУЗ очень быстро вырос в прогрессивную научную школу, где электроника и радиотехника изучались на самом высоком уровне. Большинство известных советских конструкторов вычислительной техники — выпускники МЭИ, что, разумеется, не было простым совпадением.

Еще будучи студентом, Соколов начал работать в знаменитом “лебедевском” Институте точной механики и вычислительной техники (ИТМ и ВТ). После защиты в 1953 г. диплома он пришел туда на работу и оставался там до последнего своего дня. Его научная деятельность началась в Лаборатории универсальных вычислительных машин, где в то время группой С.А. Лебедева была собрана одна из первых советских ЭВМ — БЭСМ.

Несмотря на то что БЭСМ функционировала достаточно надежно и сразу же была использована для практических расчетов, ее параметры, особенно быстродействие и объем памяти, существенно уступали проектным. Причиной тому стало отсутствие необходимых компонентов для устройств памяти. Согласно проектным расчетам, их своевременная установка превратила бы БЭСМ в самую быстродействующую ЭВМ в мире. В случае успеха предполагавшееся серийное производство этой модели могло заметно повысить эффективность работы головных вычислительных центров. Однако первоначальный проект не осуществился, и машину выпустили только в одном экземпляре.

Молодого специалиста лаборатории Соколова сразу же включили в группу по модернизации БЭСМ. Работа по ее модернизации стала одновременно и испытательным полигоном для новых устройств памяти и периферии. Дефицитные детали с трудом, но все-таки начали появляться в институте. И хотя модернизированная БЭСМ появилась более чем с двухлетним опозданием и уже не могла претендовать на звание самой быстрой в мире, ее надежность и скорость удовлетворяли требованиям потребителей, и она некоторое время выпускалась серийно под названием БЭСМ-2.

Заметный вклад молодого инженера в усовершенствование БЭСМ оценили по достоинству: Андрей Соколов был награжден орденом Трудового Красного Знамени.

Опыт, полученный в лаборатории, помог Соколову в совершенстве освоить квалификацию инженера-программиста. Впоследствии он сам обучил ряд молодых специалистов, многие из которых стали затем его помощниками.

В 1958 г. А.А. Соколов участвовал в разработках другой ЭВМ — последней ламповой машины С.А. Лебедева М-20. Вместе с В.Н. Лаутом, В.А. Мельниковым и П.П. Головистиковым они существенно улучшили первоначальный вариант машины, и именно М-20 стала самым быстрым в мире компьютером того времени. На том уровне требований М-20 была надежной и, главное, очень удобной для программирования и использования в целом. А Андрей Соколов к тому времени уже вырос в признанного специалиста по эксплуатации ЭВМ.

Несмотря на постоянную интенсивную работу, обстановку в институте никто бы не назвал нервной или изматывающей. Большинство сотрудников, особенно молодых, регулярно задерживались в лабораториях допоздна, но это происходило в основном из-за личной научной заинтересованности в предмете исследований и атмосферы общего бескорыстного трудового энтузиазма (к сожалению, все менее понимаемой с течением времени). С.А. Лебедев создал, а Соколов сумел поддержать обстановку взаимного уважения и дружеской непринужденности. Административная иерархия существовала в основном на бумаге, и любой деловой вопрос напрямую решался именно с тем сотрудником, который был наиболее компетентен в данной области.

Поскольку большую часть жизни многие проводили в институте, то молодые сотрудники организовали на его территории несколько спортивных площадок; Соколов продолжал свои занятия легкой атлетикой и был азартным волейболистом. Он был довольно высок и хорошо, по-спортивному, сложен.

В начале 60-х директор ИТМ и ВТ С.А. Лебедев начал новый фундаментальный проект. Это была БЭСМ-6, ставшая самой известной из советских универсальных ЭВМ.

А.А. Соколов — один из основных разработчиков и лидеров проекта. БЭСМ-6 относилась уже ко второму поколению и имела удивительно прогрессивную и рациональную конструкцию. Машина завоевала необыкновенную популярность у заказчиков и вошла в мировую историю как один из лучших (а по мнению многих, самый лучший) компьютеров своего времени. Ее серийное производство продолжалось более 17 лет. В 1969-м С.А. Лебедев, А.А. Соколов и другие разработчики БЭСМ-6 были удостоены Государственной премии СССР.

Вскоре после завершения работ над БЭСМ-6 С.А. Лебедев приступил к проектированию нового вычислительного комплекса АС-6, включавшего в себя и ЭВМ БЭСМ-6. Эта мощная цифровая вычислительная система предназначалась для обработки информации в системах реального времени, в том числе в центрах управления полетами космических аппаратов. Андрей Андреевич Соколов, наряду с С.А. Лебедевым и В.А. Мельниковым, стал ведущим конструктором этой системы.

Вычислительная система АС-6 представляла собой трехуровневую структуру. Ее первый уровень состоял из высокопроизводительных процессоров, устройств оперативной памяти и соединительных устройств. Все эти блоки соединялись каналом высокоскоростной связи. Второй уровень системы, состоявший из машин управления периферийными устройствами и коммутирующих средств для подключения этих устройств, был занят подготовкой данных для центрального комплекса. Сами периферийные устройства, подключенные к системе, относились к третьему уровню АС-6. АС-6 производилась серийно вплоть до 1987 г. Всего выпущено восемь комплексов, которые были установлены в различных вычислительных центрах.

Конструкторы АС-6 стали лауреатами еще одной Государственной премии СССР. Андрей Андреевич Соколов, помимо звания лауреата, за выдающиеся научные заслуги — без защиты диссертации — получил степень доктора технических наук.

В середине 1980-х А.А. Соколова назначили генеральным конструктором модульного конвейерного процессора (МКП). Сама идея конвейерного процессора (некий идеологический прототип)



Создатели БЭСМ-6: А.А. Соколов (пятый слева), С.А. Лебедев (второй справа)

была выдвинута Лебедевым в упрощенной форме еще в начале 1950-х в Киеве. Тем не менее научная заслуга Соколова в создании МКП велика. Именно его исследования легли в основу разработки прогрессивной вычислительной системы. Именно им был создан центральный процессор производительностью 0,5 млрд операций с плавающей запятой в секунду (0,5 GFLOPS).

К сожалению, события, последовавшие в стране в 1990-е годы, прервали разработку вычислительной техники и ее промышленное производство, и в результате МКП остался только в единственном экземпляре. К тому времени А.А. Соколов уже страдал тяжелым заболеванием, но продолжал вести интенсивные теоретические исследования по массовому параллелизму и многопроцессорным кластерным системам, основанным на матричной коммутации.

В разные периоды А.А. Соколов работал главным конструктором, начальником лаборатории и начальником отдела, однако внутреннее стремление стать начальником (и командовать) было совершенно чуждо его доброжелательной натуре. При этом друзья и коллеги подчеркивали, что он всегда был неформальным лидером — де-факто, на любом рабочем месте. Вокруг него непременно возникала атмосфера взаимного уважения, в которой прежде всего ценились деловые показатели и квалификация сотрудника, а не титулы и должности. Соколов обладал огромной эрудицией и непререкаемым авторитетом, так что работать с ним всегда было необыкновенно интересно. По своей натуре он был спокойным и скромным человеком, но в то же время очень веселым, с прекрасным чувством юмора. Подобно своему учителю С.А. Лебедеву, он «естественным образом» создавал в любом коллективе дружескую, семейную обстановку. Сотрудники Соколова постоянно общались, обмениваясь идеями и новостями.

«Жизнь — это работа, а работа — это самореализация». Этот тезис, озвученный когда-то еще Карлом Марксом, стал не лозунгом, а образом жизни для самого Соколова и его коллег. Для всех знавших А.А. Соколова было совершенно естественным и то, что его жена Маргарита Головина всегда трудилась рядом с ним. Она участвовала в создании и БЭСМ-6, и АС-6, и МКП.

Подобно отцу, Андрей Андреевич всю жизнь увлекался чтением и музыкой. Он собрал огромную коллекцию музыкальных грамзаписей, причем не только симфонических оркестров, но и эстрады, джаза.

К сожалению, последние годы жизни А.А. Соколова оказались очень тяжелыми. Вся компьютерная индустрия, десятилетиями создававшаяся в СССР, — по сути, его научная и идейная среда обитания — буквально рушилась на глазах. Ученый столь

высокого уровня внезапно стал не нужен, каких-либо перспектив, достойных его знаний и опыта, на горизонте не просматривалось.

Андрей Андреевич Соколов скончался 14 октября 1998 г. Маргарита Головина пережила мужа лишь на два года, проработав в их родном институте до последнего дня. Оба они похоронены в Москве на Донском кладбище.

Совет Виртуального музея

СУЛИМ МИХАИЛ КИРИЛЛОВИЧ

Михаил Кириллович Сулим родился 20 сентября 1924 г. в семье крестьянина в Киевской области. С 1929 г. проживал в Киеве. В 1939 г., окончив семь классов средней школы, он продолжил учебу в 12-й Киевской артиллерийской специальной школе. Когда началась Великая Отечественная война, учащихся эвакуировали сначала в Днепропетровск, а в августе 1941 г. — в город Илек Чкаловской области. В мае 1942 г. выпускников 10 класса артиллерийской школы направили во 2-е Киевское артиллерийское училище. В январе 1943-го восемнадцатилетний Михаил Сулим был отправлен на Воронежский фронт.



С января 1943 по июль 1944 г. Михаил Кириллович Сулим принимал участие в боях, командуя разведкой дивизиона армейского артиллерийского полка 152-миллиметровых гаубиц. На Курской дуге в боях под Поньрями молодой начальник разведки отличился и был награжден орденом Отечественной войны I степени. Вместе с артполком дошел до Берлина. С июля 1944 по август 1946 г. находился в рядах Советской Армии на различных командных должностях.

В 1946 г., после демобилизации, М.К. Сулим поступил в Киевский политехнический институт, который окончил с отличием в 1951 г. В начале 1952 г. был направлен в Москву, в СКБ-245, где в это время разворачивались работы по созданию первых средств электронной вычислительной техники.

Упорство, трудолюбие и жизненный опыт Михаила Кирилловича не остались незамеченными руководством СКБ-245. Инженер Сулим вскоре становится старшим инженером, а в 1956 г., после переезда начальника отдела № 9 Б.И. Рамеева в Пензу,

сменяет его на этой должности. Отделу совместно с Институтом точной механики и вычислительной техники (ИТМ и ВТ) и под руководством последнего поручается разработка ЭВМ М-20. Сулим назначается заместителем главного конструктора М-20 (главный конструктор — академик Сергей Алексеевич Лебедев).

За время разработки М-20, самой мощной в то время ЭВМ страны, М.К. Сулим получил богатейший опыт руководства и стал одним из виднейших технических руководителей СКБ-245.

Когда в 1959 г. организовывался Государственный комитет по радиоэлектронике (ГКРЭ), Сулим был назначен главным инженером — заместителем начальника 8-го Главного управления, координировавшего в совнархозах страны разработку средств вычислительной техники. В следующем году он становится начальником 8-го Главного управления.

В 1965 г. ГКРЭ преобразовывается в Министерство радиопромышленности. М.К. Сулим занимает должность начальника 8-го Главного управления, а через год — заместителя министра. Направлениями его деятельности на этом посту были разработка и производство средств вычислительной техники (как специальных, так и общего назначения) и создание на их основе автоматизированных систем управления (преимущественно специального назначения).

Важнейшим результатом его деятельности в этот период были разработка, согласование и утверждение в ЦК КПСС и СМ СССР постановления о дальнейшем развитии вычислительной техники в СССР. Данным постановлением, вышедшим в самом конце 1967 г., предусматривалось создание ряда совместимых ЭВМ, производительностью 20–2000 тыс. операций в секунду. Для выпуска этих ЭВМ третьего поколения, их узлов и комплектующих предусматривалось расширение и строительство в трех министерствах более 30 заводов. Для осуществления руководства проектом в Москве планировалось создание Научно-исследовательского центра электронной вычислительной техники. В результате в СССР образовалась мощная отрасль промышленности средств современной вычислительной техники ЕС ЭВМ, объем выпуска которой в Минрадиопроме достигал 3 млрд руб.

Во второй половине 1969 г. при защите технического проекта ЕС ЭВМ М.К. Сулим и Б.И. Рамеев аргументированно предложили изменить согласованную в СССР и странах социалистического содружества линию на совместимость ЕС ЭВМ с системой ИВМ-360 на совместимость с «Системой-4» компании ICL. После обстоятельного обсуждения у министра радиопромышленности в конце 1969 г. предложение было отклонено сначала министром, а затем и коллегией министерства.

М.К. Сулим не смог с этим смириться. В марте 1971 г. он оставил пост заместителя министра и был назначен директором — научным руководителем НИИИсчтмаша.

На новом месте Михаил Кириллович целиком отдался привычной и интересной для него работе по созданию и запуску в производство изделий вычислительной техники. Кроме того, он привел в порядок только что построенное здание НИИИсчтмаша, построил столовую, пионерский лагерь, организовал хорошо оснащенное опытное производство. Высокий авторитет и деловые связи практически во всех управлениях Минрадиопрома помогли ему успешно решать проблемы, связанные с развитием института и его тематики.

Обеспечивая дальнейшее выполнение задания по оснащению ЭВМ серии ЕС необходимыми средствами ввода-вывода и подготовки данных, коллектив под его непосредственным руководством приступил к созданию периферийных терминальных систем и комплексов. Первой разработкой в этом направлении стала групповая терминальная система ЕС-8504, известная также под названием «Абонентский пункт (АП-4)», объединившая в своем составе ряд устройств ввода-вывода, оборудование связи и средства обработки данных. Она была предназначена для организации сбора, накопления, подготовки, первичной обработки данных непосредственно у абонентов различных вычислительных комплексов и систем телеобработки данных.

В 1973 г. Михаил Кириллович защитил кандидатскую диссертацию, которая была признана докторской, и в 1974 г. ВАК присудила ему ученую степень доктора технических наук.

За период с 1971 по 1991 г. был разработан большой комплекс периферийных устройств, включающий ряд автоматизированных рабочих мест, ориентированных на применение в САПР, алфавитно-цифровой дисплейный комплекс ЕС-7970, абонентские пункты АП «Луч», АП-4М, дисплейный терминал ЕС-7063 и ряд его модификаций, малогабаритный накопитель на магнитной ленте АП-5600, графическую станцию, ряд усовершенствованных устройств ввода-вывода, учебный компьютерный класс «Корвет» и несколько моделей персональных компьютеров. В этот период были достигнуты существенные успехи и в области аналоговой техники, в частности завершена разработка АВК-33 и ряда аналого-цифровых систем: АЦВС-41, АЦВС-42, АЦВС-43. За их создание в 1985 г. главному конструктору В.Г. Белякову и группе разработчиков: И.М. Витенбергу, В.Д. Точилкову, В.П. Розановой, В.И. Трошину, С.М. Комарову, Г.А. Сторожкину, В.В. Панафедину — была присуждена Государственная премия СССР.

За успешное выполнение правительственного задания по созданию ЕС ЭВМ в 1983 г. НИИИсчтмаш был награжден орденом Трудового Красного Знамени, а мно-

гие его сотрудники отмечены правительственными наградами. Директору — научному руководителю института Михаилу Кирилловичу Сулиму, начальникам отделов В.А. Панину и В.В. Мельникову была присуждена Государственная премия СССР.

М.К. Сулим был награжден двумя орденами Отечественной войны I степени (1943 и 1985 г.г.), орденом Ленина (1966), орденом Октябрьской Революции (1976), шестью медалями.

В 1991 г. он ушел на пенсию. Умер Михаил Кириллович Сулим в сентябре 2000 г.

Э.М. Пройдаков

ТОМИЛИН АЛЕКСАНДР НИКОЛАЕВИЧ



Александр Николаевич Томилин – заведующий отделом операционных систем Института системного программирования РАН, доктор физико-математических наук, профессор кафедры автоматизации систем вычислительных комплексов факультета вычислительной математики и кибернетики (ВМК) МГУ им. М.В. Ломоносова, заслуженный деятель науки РФ, ветеран отечественной вычислительной техники.

Александр Николаевич Томилин родился 15 июня 1933 г. в Москве, окончил московскую школу № 204 им. М. Горького (1951), затем механико-математический факультет МГУ по специальности «математика» (1956). После окончания МГУ А.Н. Томилин работал на инженерных и научных должностях (от младшего научного сотрудника до заведующего отделом) в Институте точной механики и вычислительной техники (ИТМ и ВТ) им. С.А. Лебедева АН СССР, в НИИ «Дельта» Министерства электронной промышленности СССР, в Институте проблем кибернетики (ИПК) РАН, в Институте системного программирования (ИСП) РАН.

В 1969 г. защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, тема диссертации «Математическое моделирование структуры и разработка программы-диспетчера ЭВМ БЭСМ-6» (научный руководитель

Л.Н. Королев). В 1990-м стал доктором физико-математических наук. Тема диссертации — «Операционные средства разработки и управления для информационно-вычислительных систем реального времени».

Свою педагогическую деятельность Александр Николаевич начинал в 1960-х годах ассистентом базовой кафедры вычислительной техники Московского физико-технического института (МФТИ) в Институте точной механики и вычислительной техники (ИТМ и ВТ). С первых дней создания в Московском государственном университете им. М.В. Ломоносова факультета вычислительной математики и кибернетики (ВМиК, позднее — ВМК) (1970) преподавал на кафедре автоматизации систем вычислительных комплексов (АСВК), будучи доцентом, а с 1992 г. ведет преподавательскую деятельность в звании профессора. Его педагогический стаж составляет более 40 лет, он является одним из ведущих преподавателей факультета по программистскому циклу дисциплин. А.Н. Томилиным созданы и прочитаны основные курсы по вычислительным и операционным системам, он читает спецкурсы, посвященные организации вычислительных процессов на машинах современной архитектуры, руководит дипломниками и аспирантами, успешно защищающими свои квалификационные работы. В настоящее время он читает курс лекций «Вычислительные системы» для студентов-четверокурсников, спецкурсы «Операционные системы многомашинных вычислительных комплексов» и «Операционные системы суперЭВМ», а также преподает в филиалах МГУ. Под его научным руководством стали кандидатами наук семь бывших студентов факультета ВМК МГУ, он — научный консультант доктора наук. В течение многих лет ученый является председателем Государственной аттестационной комиссии.

Александр Николаевич Томилин — автор более 50 научных публикаций в области системного программного обеспечения и моделирования структур вычислительных систем, в области информационных систем и систем виртуальной реальности, публикаций по истории создания вычислительных систем и их программного обеспечения, а также учебно-методических пособий.

А.Н. Томилин участвовал в разработке архитектуры и структуры высокопроизводительной отечественной ЭВМ БЭСМ-6, в создании и внедрении операционных систем для БЭСМ-6, информационно-вычислительной системы АС-6, которая использовалась в Центре управления полетами космических аппаратов, для суперЭВМ «Электроника ССБИС».

В 1969 г. ученый был удостоен Государственной премии СССР. В 2002 г. ему присуждена премия имени С.А. Лебедева за цикл работ «Моделирование вычислительных

структур». А.Н. Томилин — заслуженный деятель науки Российской Федерации (1999). Награжден медалью «Ветеран труда».

Александр Николаевич ведет большую научно-организационную работу. Он является членом советов по защите докторских и кандидатских диссертаций, членом экспертных советов Высшей аттестационной комиссии (ВАК) и Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ), членом программных и организационных комитетов российских и международных конференций. Член Совета Виртуального компьютерного музея.

А. Нитусов



ТЯПКИН МАРК ВАЛЕРИАНОВИЧ

Глядя на идущий корабль, мы видим капитана, штурмана, рулевого, но никогда машиниста-механика, без чьей работы корабль вряд ли сдвинется с места. Старейшего разработчика систем и элементов всех ЭВМ С.А. Лебедева, доктора технических наук Марка Валериановича Тяпкина уместно сравнить именно с ним.

Марк Валерианович Тяпкин родился в Москве 25 декабря 1927 г. Его родители переселились из Орловской и Курской областей, но образование получили уже в Москве. Отец занимался экономикой, а мама, человек высокой культуры, еще в дореволюционное время закончила Институт благородных девиц. Она прекрасно знала немецкий и французский язык, неплохо английский и работала переводчиком и библиотекарем в Торговой палате. Марк, единственный ребенок в семье, жил с мамой и няней в центре города, напротив Курского вокзала. С отцом виделись нечасто. Школа № 330, в которой он учился, находилась рядом с домом и размещалась в старинном здании дореволюционной постройки. Сохранилось не только здание школы, бывшей Александровской гимназии, но и отчасти ее традиции. Особенно запомнился зал с нишей, в которой стоял макет школьного здания времен его постройки.

Марк интересовался радио, очень любил мастерить различные модели и однажды построил довольно сложную действующую модель турбины. Однако же рос не вундеркиндом, а обыкновенным самостоятельным мальчишкой и, по собственному утверждению, «весьма интересовался взрывотехникой».

Жизнь, неотделимая от ИТМ и ВТ

Война

Когда началась война, Марку было 14 лет. Отец ушел на фронт и не вернулся. Жизнь была очень тяжелой, матери пришлось перейти на работу в военный госпиталь, по счастью, находившийся напротив их дома. Там она стала кастеляншей, а Марк, закончив 8-й класс, поступил в Энергетический техникум и еще работал курьером. *«По крайней мере, получал рабочую карточку, а по ней — тарелку супа, — рассказывает Марк Валерианович. — Все равно постоянно ходил голодным, но все-таки силы поддерживались... Однажды мама обменяла швейную машинку на десять килограммов картошки. Мы не удержались и сварили сразу три штуки — на троих. Этот обед до сих пор помню. К счастью, я был еще мальчишкой и не понимал, что мы голодали. Просто всегда есть хотелось».*

МЭИ и первое знакомство с вычислительными машинами

После техникума Марк поступил на подготовительное отделение электромеханического факультета Московского энергетического института (МЭИ), а в 1947-м стал студентом этого факультета. На четвертом курсе, в 1951 г. (в МЭИ учатся шесть лет) появился новый спецпредмет «Счетные машины» и новый лектор — Сергей Алексеевич Лебедев. Он прочитал цикл лекций по структуре ЭВМ, логике работы ее узлов, по элементной базе, двоичной арифметике, основам программирования.

Как часто бывает, первое знакомство с реальной вычислительной техникой особой романтики не сулило. На факультет пришло распоряжение откомандировать группу из шести человек для преддипломной практики в Институт точной механики и вычислительной техники (ИТМ и ВТ), в лабораторию электронных вычислительных машин, о которых студенты имели лишь общее представление. Годы спустя Лаборатория № 1 С.А. Лебедева приобретет широкую известность, а тогда... *«Нам просто дали адрес ИТМ и ВТ и, когда я попал в лабораторию, сразу включили в работу: поручили паять блок триггера — основного элемента компьютера», — вспоминает Марк Валерианович.*

Однако, однажды попав туда, и Всеволод Бурцев, и Андрей Соколов, и Валерий Лаут*, и почти все их товарищи остались в институте на всю жизнь. Темой диплом-

ной работы каждого стала разработка и макетирование одного из узлов (устройств) БЭСМ — первой большой ЭВМ в СССР.

Защита проектов происходила в самом ИТМ и ВТ (была создана специальная выездная приемная комиссия). В 1952 г. Марк Валерианович окончил МЭИ, получив специальность «автоматические и измерительные установки», и был направлен (вернее, оставлен) в ИТМ и ВТ.

К тому времени Лебедев уже создал в Киеве свою, первую в СССР, электронную цифровую вычислительную машину МЭСМ (она появилась одновременно с ЭВМ М-1 И.С. Брука) и, переехав в Москву, приступил к разработке большой ЭВМ, получившей официальное название «БЭСМ Академии наук СССР».

Первой работой Тяпкина стал монтаж блока триггера по заданной принципиальной схеме. «Пяять поручили», — прокомментировал Марк Валерианович. На верхней панели блока находились четыре ламповые панельки: две для ламп-триодов, две для ламп-диодов. На нижней панели блока размещались два разъема для связи с объединительной платой машины. Сопротивления и конденсаторы припаивались к контактам ламповых панелек и к контактам разъемов или соединялись друг с другом «в воздухе», образуя достаточно жесткую конструкцию. Нарисовать монтажную схему такого блока триггера оказалось практически невозможным. И хотя отдел, выпускавший конструкторскую документацию (КД) для завода, у ИТМ и ВТ уже имелся (правда, нормоконтроля еще не было), для оформления подобных чертежей потребовалась бы масса времени, поэтому, за неимением схемы, в качестве образца на завод передали сам блок смонтированного Тяпкиным триггера, а там уже профессиональные монтажники изготовили все триггеры для ЭВМ «БЭСМ АН СССР». Опыт и навыки радиолюбителя помогли ему успешно справиться с задачей: монтаж блока оказался рациональным и качественным, а про саму машину вполне можно сказать, что она была смонтирована на «блоках Тяпкина». (КД делали на заводе. — *Прим. Э. Пройдакова.*)

Создание БЭСМ помогло ученым и разработчикам получить принципиально новые возможности решения научных и технических задач. С самого начала опытной эксплуатации машины, вместе с чисто вычислительными задачами, опробовались первые программы, имитировавшие интеллектуальную деятельность человека. Так, например, шахматная программа решала двух- и трехходовые задачи намного быстрее лучших шахматистов института.

Оказались удачными и первые попытки перевода с одного языка на другой. Делались, разумеется, всего лишь экспериментальные подстрочники, весьма далекие от практического применения. (Результаты показали, что задача машинного перево-

да очень тяжелая и требует больших ресурсов памяти для хранения словарей. Эти работы дали толчок развитию математической лингвистики. — *Прим. Э. Пройдакова.*) Инженеры, обслуживавшие БЭСМ, играли с ней в простые логические игры (например, «крестики-нолики»). По всей вероятности, это и были первые в СССР компьютерные игры.

Не менее важным результатом оказалось и формирование в процессе разработки первой машины ИТМ и ВТ коллектива, состоявшего в основном из молодых инженеров, фанатично преданных вычислительной технике, которая, по словам В.Н. Лаута, была и их работой, и их хобби. М. Тяпкин особенно подружился с В. Лаутом и А. Соколовым; так и работали втроем — много лет. В свободное время тоже общались: «Новый год вместе встречали».

Жизнь в ИТМ и ВТ

Новый мир институтской жизни быстро и незаметно увлек «мэевцев». Все производило впечатление: и сам новый институт, и окружавшие его сплошные пустыри, которые, кстати говоря, помогли быстро создать импровизированные спортплощадки — необыкновенно популярные и постепенно переросшие в солидную спортивную базу, сформировавшую стойкие традиции спортивной жизни. Запомнилась и жуткая давка в автобусах, ходивших от ближайшего метро (Октябрьская), далеко не всегда бывавшая забавным приключением при строгом рабочем графике института.

Сам С.А. Лебедев был очень внимателен к молодежи, благодаря чему вся группа не только своевременно получала рабочие задания, но и сразу же начала получать зарплату, казавшуюся почти богатством по сравнению со студенческой стипендией. Самым популярным местом ее траты стала столовая Центрального совета профсоюзів — единственного здания, находившегося по соседству. С началом обеденного перерыва нужно было добежать туда одним из первых и занять свободный столик — столовую обслуживали официантки, что обеспечивало полноценный обед в спокойной обстановке. Отслеживание из-за угла (вернее, из-за всех наличных углов) появления табельщицы в проходной — сигнала к обеду — с последующими «гонками голодных» стали еще одним веселым приключением новой жизни.

Конечно, все это сильно разнообразило жизнь, но главным притягательным фактором оставались сами машины, а еще необыкновенно интенсивная творческая атмосфера, стремительный рост общего профессионального уровня и, конечно же, искренние, дружеские отношения сотрудников. Надо сказать, что и много лет спустя отношения

коллег оставались какими-то «студенческими», почти начисто лишенными соперничества и «научного корыстолюбия». «Диссертации у нас всегда писали мало, да и за научными степенями никто особенно не гонялся», — заметил Марк Валерианович.

Первый опыт

Придя в ИТМ и ВТ одним из первых, М. Тяпкин принимал участие почти во всех лебедевских разработках. Его первой самостоятельной темой стал магнитный барабан для БЭСМ. На барабане размещалось несколько сотен считывающих головок, и обеспечить каждую собственным усилителем сигналов было бы непосильной задачей. Тяпкин предложил простое и надежное средство: сделал общий коммутатор, автоматически выбиравший актуальные объекты для подключения. Основными элементами коммутатора стали ламповые диоды, которые, что очень важно, не страдали от перегрева.

Когда ЭВМ заработала в штатном режиме, он занялся ее эксплуатацией. Ограниченность срока службы электронных ламп требовала их частой замены. Хотя машина эксплуатировалась круглосуточно, полезное время ее работы не превышало 70%, а 30% уходило на ремонт. При этом машина могла отказывать по несколько раз в сутки, а промежуток между сбоями (ремонтами) иногда составлял менее одного часа. Абсолютным рекордом стали 18 часов безотказной работы.

Это объяснялось, в частности, недостатком опыта проектирования блока питания. Например, собранная в Институте атомной энергии ламповая машина ЦЭМ-2 (что произошло чуть позже и в единственном экземпляре) могла неделями работать без аварий. Основной задачей ее конструктора было именно повышение стабильности системы питания ламп и чистоты сигнала.

Само собой разумеется, что у С.А. Лебедева машина находилась под постоянным присмотром инженеров. «В БЭСМ было несколько тысяч ламп, но вскоре мы их всех выучили наизусть и безо всяких схем знали все слабые места», — вспоминает Марк Валерианович.

За участие в разработке «БЭСМ АН СССР» М.В. Тяпкин был награжден орденом Трудового Красного Знамени.

Соревнование со «Стрелой»

Хотя С.А. Лебедев и был пионером советской вычислительной техники, деятельность других конструкторов и научно-производственных центров также наращивала темпы. Параллельно с БЭСМ мощное объединение СКБ-245, располагавшее отлаженными производственными мощностями московского завода счетно-аналитических машин

(САМ), входившего в состав объединения, выпустило первую серийную ЭВМ «Стрела». По сравнению с первой БЭСМ эта машина обладала определенным преимуществом: ее блок вывода информации представлял собой устройство печати на широкой бумажной ленте, обеспечивая большую скорость выдачи данных, что позволяло сразу их прочитывать. В БЭСМ для этой цели имелось специальное устройство, имевшее табло с точечными аргонно-ртутными лампами, экспонировавшими выходную информацию на киноплёнку. Само по себе оно работало оперативно, сложность же заключалась в необходимости проявки и особенно в длительной сушке, которая и затягивала работу. В ИТМ и ВТ нашли более чем оригинальное решение: взяли ведро спирта и стали окунать туда проявленную (мокрую) плёнку. Она высыхала мгновенно, и все разработчики «новой технологии» были очень довольны. Реальная скорость вывода данных резко возросла. Были, конечно, и другие различия. В результате «конкуренции» Министерство приборостроения СССР (министр М.А. Лесечко) решило создавать третью машину совместными усилиями обеих организаций — ИТМ и ВТ и СКБ-245.

Этой ЭВМ стала М-20, проект которой был разработан в ИТМ и ВТ. Машину проектировали на новейшей по тем временам элементной базе. Это были динамические триггеры (на электронных лампах) пропускавшие (или не пропускавшие) серии/потоки импульсов и обладавшие скважностью, в отличие от статических, обеспечивавших два устойчивых состояния: «включено» — постоянный сигнал, «выключено» — сигнала нет, а также комбинационная логика на полупроводниковых диодах.

Было изготовлено две машины М-20 в виде экспериментальных моделей без особого внешнего оформления: одну поставили в ИТМ и ВТ, и на ней велись наладочные работы, а другую — в СКБ-245.

Само СКБ-245 размещалось на территории завода САМ. Марк Валерианович отправился туда разрабатывать накопитель на магнитной ленте, а затем «задержался» для разработки управления внешними устройствами машины М-20.

В ИТМ и ВТ наладка вначале не пошла. Не удавалось добиться надежной работы машины: постоянно то в одних, то в других узлах происходили отказы и сбои. Между партнерами назревал конфликт, сотрудники СКБ-245 жаловались руководству. Тогда С.А. Лебедев вызвал Тяпкина, Соколова и Лаута и сказал им: «Ребята, включайтесь!».

Анализ показал, что у М-20 было две причины ненадежной работы. Первая заключалась в использовании линий задержки для организации счетных входов динамических триггеров. Невозможность хорошего согласования выхода линии задержки при работе на нелинейную нагрузку приводила к появлению отраженных

импульсов, сбивавших работу триггера. Дополнительной причиной ненадежности был большой разброс времени задержки у разных экземпляров линий. Исключение линий задержки из блоков динамических триггеров и их замена дополнительной диодной логикой резко повысили надежность работы триггеров, доведя ее до необходимого уровня.

Вторая причина ненадежной работы заключалась в многоступенчатости системы разводки синхросигналов по устройствам машины. Это определилось использованием усилительных элементов со сравнительно малой нагрузочной способностью. Многоступенчатость приводила к большому разбросу моментов появления синхросигнала в разных узлах машины, что снижало надежность обмена сигналами между этими узлами.

Для устранения второй причины разработали мощный усилитель синхросигналов с большой нагрузочной способностью, обеспечивший двухступенчатую разводку сигналов по машине: центральный усилитель раздавал синхросигналы по всем платам машины, а другие, по одному на каждой плате, раздавали синхросигналы всем потребителям.

Такая «двухступенчатость» позволила резко уменьшить разбросы моментов прихода синхросигналов в разные платы и обеспечила необходимую надежность работы связей между платами.

Поскольку и структура машины М-20, и все ее основные рабочие цепи остались без изменения, а доработка динамических триггеров и цепей раздачи синхросигналов затрагивала очень небольшую часть всех цепей машины, то уже через полтора-два месяца М-20 заработала вполне надежно. Сразу же был поднят вопрос о ее серийном производстве.

Любопытно, что задержка с началом выпуска привела к «вынужденному продлению жизни» ЭВМ «БЭСМ АН СССР». Дело в том, что в начале изготовления БЭСМ бытовало мнение, будто одной такой машины будет вполне достаточно, и ее изготовление велось по эскизной документации, которая не сохранялась. Конструктивные элементы не были рассчитаны на серийное производство. К тому же часто приходилось бороться с трудностями.

Не надо забывать, что и разработка, и производство машин могли вестись только с официального разрешения (как правило, министерства), а большинство чиновников того времени (даже вполне благожелательных) не понимали важности и не видели перспективности новой техники. С.А. Лебедев рассказывал, что какой-то «высокий» чиновник, ведавший финансами, обронил такую фразу: «Ну вот, получите деньги,

сделаете на них машину, она мигом пересчитает все задачи. А что потом с ней делать будете? Выбросите?». Впрочем, большинство инженеров того времени обладали не намного большими познаниями в вычислительной технике.

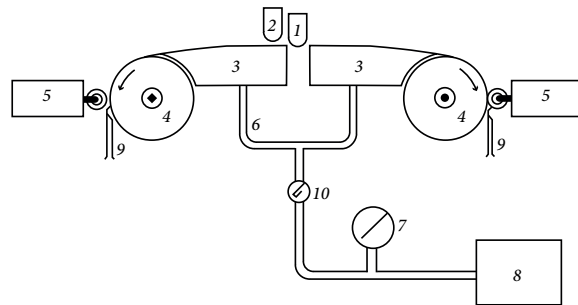
Однако к моменту завершения испытаний машины «БЭСМ АН СССР» выяснилось, что в стране уже тогда имелась потребность по крайней мере в нескольких десятках таких ЭВМ. Разрабатывать (задним числом) ее конструкторскую документацию было признано нецелесообразным, поскольку было утверждено решение о создании М-20.

Конструктивные элементы машины М-20 (шкафы, платы, ячейки) проектировались в СКБ-245, а электронная начинка ячеек и электрические связи плат и машина в целом разрабатывались в ИТМ и ВТ. Марк Тяпкин с коллегой из института занимались еще и накопителем на магнитной ленте, разрабатывая его электронную часть, а механическую — делали инженеры СКБ. Накопитель «перекачивал» 35-миллиметровую ленту из одного закрытого приемника («колодца») в другой, поэтому размеры ленты были ограничены: 8 дорожек плюс две резервные позволяли записать до 300 тыс. кодов (45-разрядных) чисел (около 2 Мбайт).

СКБ «вложила» в конструктивные элементы ЭВМ М-20 электронную начинку «БЭСМ АН СССР». Туда же был откомандирован и В.А. Мельников для авторского надзора и стажировки.

Эту работу выполнили всего за несколько месяцев, в результате чего серийное производство машин М-20 и БЭСМ-2 началось практически одновременно. Хотя производительность машины БЭСМ-2 (10 тыс. операций в секунду, оп/сек) вдвое уступала производительности М-20 (20 тыс. оп/сек), серийный выпуск БЭСМ-2 заметно снизил «вычислительный год» в стране.

Примечательно и то, что БЭСМ-2 послужила прототипом первой большой ЭВМ, разработанной и выпускавшейся в Китае. Перед разработкой этой машины большая группа китайских инженеров стажировалась в ИТМ и ВТ. В Китай пе-



ЭВМ М-20. Накопительное устройство на магнитной ленте с применением лентопротяжного механизма с разрежением воздуха для натяжения ленты (разработчики: В.С. Клепинин, М.В. Тяпкин, Ю.Р. Валашек (СКБ-245: Информационный листок № 36; личный архив М.В. Тяпкина)

редавались и документация на БЭСМ-2, и отдельные, дефицитные в Китае, комплектующие элементы. Пять сотрудников ИТМ и ВТ, сменяя друг друга, работали в Китае: читали лекции и оказывали практическую помощь китайским товарищам. Среди них был и О.К. Щербаков**, ныне старший научный сотрудник ИТМ и ВТ.

Машины М-20 и БЭСМ-2 были последними универсальными ЭВМ на электронных лампах, разработанными в ИТМ и ВТ. Наступило время транзисторов.

БЭСМ-6

Первая транзисторная машина, разрабатывавшаяся в ИТМ и ВТ, была предназначена для оборонных целей. К тому времени в институте функционировали две лаборатории: первая разрабатывала универсальные ЭВМ, вторая — специализированные машины.

Создание центрального вычислителя Лебедев поручил первой лаборатории — персонально Тяпкину, Лауту и Соколову, а второй — создание систем управления внешними устройствами как самой ЭВМ, так и всего поля ее внешних устройств.

Так как С.А. Лебедев всегда ставил задачу разработки ЭВМ с максимально возможной в текущих условиях производительностью, то они начали с разработки системы элементов, способной обеспечить максимально возможную рабочую частоту. Диодная логика, хорошо зарекомендовавшая себя в машине М-20, была сохранена. Ламповые усилители были заменены транзисторными, соединенными по схеме «переключатель тока». Главной идеей стало оригинальное решение согласования уровней входных и выходных сигналов. Оно заключалось во включении индивидуальных миниатюрных источников питания между коллектором каждого транзистора в переключателе тока и его нагрузочным сопротивлением. Миниатюрность этих источников достигалась за счет высокой частоты их питания, достигавшей 400 кГц. Трансформатор такого источника выполнялся на маленьком ферритовом колечке.



БЭСМ-6. Центральный вычислитель
(фото из свидетельства М.В. Тяпкина на изобретение № 1739;
личный архив М.В. Тяпкина)

Индивидуальные источники питания обеспечили минимальную зависимость амплитуды выходного напряжения от разброса параметров комплектующих элементов. Это позволило свести к минимуму амплитуду выходных сигналов, что обеспечило высокую (по тому времени) частоту работы системы элементов вычислителя в целом.

Для проверки работоспособности системы элементов создали арифметическое устройство, обрабатывавшее числа с плавающей запятой. Проведенные испытания продемонстрировали его высокую надежность и быстродействие.

В это же время выяснилось, что один из ближайших помощников Лебедева, В.С. Бурцев, руководивший лабораторией № 2, убедил военных заказчиков в том, что для решения их задач требуется машина, работающая с числами с фиксированной запятой. Его аргументы сводились к немаловажному обстоятельству — возможности аппаратного контроля почти всех узлов машины, появлявшейся при таком представлении чисел, что значительно повышало достоверность результатов решения задач. Бурцев предложил заказчикам использовать центральный вычислитель, разрабатывавшийся в его лаборатории, а центральный вычислитель лаборатории № 1 остался невостребованным. Тем не менее Лебедев понимал, что для широкого круга научных и инженерных задач необходима машина именно с плавающей запятой, и решил разработать такую машину на основе центрального вычислителя лаборатории № 1.

Эта машина получила название БЭСМ-6. Коллектив разработчиков увеличили за счет других сотрудников лаборатории; было разработано управление внешними устройствами. Под руководством А. Соколова разработали и отладили внешнюю память на магнитных барабанах, а под руководством М. Тяпкина — внешнюю память на магнитных лентах. К машине был подключен большой набор других внешних устройств (печать, ввод-вывод данных на перфокартах, перфолентах и др.). Марк Валерианович использовал 19-миллиметровую ленту от М-20 с 10 дорожками (8 основных), для которой разработал новую следящую систему контроля привода подачи. Одновременно на заводе САМ (СКБ-245) работали с более широкой — 35-миллиметровой лентой, аналогичной американским образцам того времени. Тем не менее на БЭСМ-6 оставили 19-миллиметровое устройство, хотя впоследствии все в основном перешли на 35-миллиметровое. Занимался М. Тяпкин и арифметическим устройством БЭСМ-6.

В 1967 г. БЭСМ-6 прошла государственные испытания; начавшийся серийный выпуск продолжался более 15 лет. За участие в ее разработке Марк Валерианович Тяпкин вместе с группой сотрудников были удостоены Государственной премии СССР.

БЭСМ-6 вошла в историю как «одно из чудес вычислительной техники». Надежность и совершенство ее конструкции восхищали всех, кто знакомился с ней поближе.

Семейство «Эльбрус»

Если производительность БЭСМ-6 достигала 1 млн оп/с то через несколько лет перед институтом встала задача разработки вычислительной системы с производительностью порядка 100 млн оп/с.

Для решения этой задачи в ИТМ и ВТ разработали два проекта. В то время сделать один процессор с требуемой производительностью было невозможно, поэтому оба проекта предусматривали разработку процессора с производительностью 10 млн оп/с с последующим объединением десяти таких процессоров в единую многопроцессорную систему.

Проект, предложенный лабораторией № 1, был развитием БЭСМ-6 и получил название — БЭСМ-10. Он основывался на использовании диодной логики и транзисторных усилителей, реализованных в виде гибридных микросхем на бескорпусных транзисторах. Этот проект активно поддержал академик Ю.Б. Харитон, проводивший исследования по ядерной физике и представлявший весьма авторитетное министерство — Минсредмаш СССР. Причина его позиции заключалась в большом объеме имевшихся готовых программ для решения задач ядерной физики, накопленных за годы использования БЭСМ-6.

Проект лаборатории № 2 основывался на использовании больших заказных интегральных микросхем (БИС) и интегральных микросхем серии ИС-100. Этот проект, получивший название «Эльбрус», активно поддерживали военные заказчики.

Оба проекта были трудоемкими и дорогостоящими. Исходя из соображений экономии проект БЭСМ-10 был закрыт и к реализации принят «Эльбрус».

Вообще говоря, первым идею суперкомпьютера высказывал еще С.А. Лебедев, но в то время — начало 1970-х — он был уже болен, и основное руководство институтом, равно как и развитие проекта «Эльбрус», полностью перешло к В.С. Бурцеву.

Тем не менее, учитывая интересы ядерщиков, Бурцев, ставший к тому времени директором ИТМ и ВТ и главным конструктором комплекса «Эльбрус», решил ввести в состав «Эльбруса» центральный процессор, воспроизводивший систему команд

БЭСМ-6. Этот процессор получил название СВС (спецпроцессор вычислительной системы). Разработку процессора Бурцев поручил Тяпкину и группе его сотрудников. На начальной стадии разработчики в своей среде почему-то окрестили этот проект не «Эльбрус», а «Чегет». Процессор СВС (или СВС-1, что идентично. — Прим. М.В. Тяпкина) считался принадлежавшим «Чегету» (не нужно смущаться, если встретится подобная информация), но в официальных документах он уже фигурирует в составе «Эльбруса»).

«Процесс создания “Эльбруса” уместно охарактеризовать как двухэтапный — сначала “медленный” (“Эльбрус-1”), а потом уже “быстрый” (“Эльбрус-2”)», — комментирует М.В. Тяпкин. (Вполне соответствует двум вершинам реального Эльбруса — меньшей и большей. — Прим. Э. Пройдакова)

Хотя СВС предназначался для использования в составе МВК «Эльбрус-1», его конструктивные элементы были такими же, как и конструктивные элементы центрального процессора следующей машины — «Эльбрус-2» (за исключением больших интегральных микросхем (БИС), технология изготовления которых в СССР к тому времени еще не была освоена). Это позволило отработать технологию изготовления центрального процессора МВК «Эльбрус-2» до начала его изготовления. В 1980 г. СВС прошел государственные испытания в составе МВК «Эльбрус-1» и продемонстрировал производительность, в два-три раза превышавшую производительность БЭСМ-6. МВК «Эльбрус-1» в комплектации с процессором СВС выпускался в основном как однопроцессорный под названием МВК «Эльбрус-1-К2» (комплектация 2) и как двухпроцессорный под названием МВК «Эльбрус-1-К4» (комплектация 4). Последняя система использовалась, в частности, в Центре управления советской спутниковой навигационной системой ГЛОНАСС.

За участие в разработке МВК «Эльбрус» Тяпкин и некоторые другие сотрудники ИТМ и ВТ были награждены орденами Трудового Красного Знамени.

Архитектура МВК «Эльбрус», рассчитанная на организацию очень больших вычислительных комплексов (до 10 центральных процессоров плюс 4 процессора



Сотрудники ИТМ и ВТ «на капусте» в подшефном совхозе. М.В. Тяпкин (сидит, первый слева), О.К. Шербаков (стоит, третий справа, в светлом плаще) (личный архив М.В. Тяпкина)

ввода-вывода данных), при составлении малых комплексов давала большую аппаратную избыточность, неоправданно увеличивающую как размеры комплекса, так и его стоимость.

В связи с этим в 1986 г. новый директор ИТМ и ВТ Геннадий Георгиевич Рябов, сменивший на этом посту В.С. Бурцева, поручил Тяпкину и группе его сотрудников разработать новый вычислительный комплекс, совместимый с БЭСМ-6, но более экономичный, чем «Эльбрус-1» с процессором СВС. Новый комплекс был назван «Эльбрус 1-КБ», или Э1-КБ, где К — комплектация, а Б — намек на БЭСМ-6. В обиходе его прозвали «интегральная БЭСМ».

Эта машина (комплекс) получилась очень компактной. Ее центральная часть размещалась в двух стандартных шкафах МВК «Эльбрус-2». В одном шкафу находилась оперативная память (64 Мбайт), в другом — процессор, каналы ввода-вывода данных и два дуплексных широкополосных 64-разрядных канала, позволявших объединить до четырех Э1-КБ в единый вычислительный комплекс. К его центральной части подсоединялось большое количество внешних устройств. В 1988 г. Э1-КБ прошел государственные испытания, продемонстрировав производительность одного процессора в 4–6 раз выше, чем БЭСМ-6.

С 1988 по 1992 г. было выпущено более 60 машин. В 1991 г. коллективу разработчиков «Эльбрус 1-КБ» во главе с М.В. Тяпкиным была присуждена премия Совета Министров СССР.

В 1987 г. М. Тяпкину по совокупности научных работ была присвоена ученая степень доктора технических наук. В 1989 г. был он удостоен премии им. С.А. Лебедева АН УССР «За успехи в вычислительной технике».

В общении с коллегами и в личной жизни Марк Валерианович всегда был и остается скромным, дружелюбным человеком, без амбиций и честолюбия. Вернее, честолюбие проявляется у него не в тщеславии, а в «погоне за качеством» — «стыдно халтурить», как говорит он. Работа — всегда основное занятие, а в свободное время любил «на юг, с семьей на машине съездить».

С начала 1990-х институт вошел в «период спада», а с 1995 г. лаборатория, в которой трудится М.В. Тяпкин, ведет совместные работы с НПО «Горизонт» (Ростов-на-Дону). В задачу коллектива входит разработка специальных вычислителей для процессоров, обрабатывающих различные потоки сигналов.

Марк Валерианович трудится, как всегда, а если случается заболеть, то лечится весьма радикальным способом: «На работу хожу».

Примечания

- * Лаут Валерий Назарович — сослуживец и товарищ М.В. Тяпкина, известный разработчик вычислительной техники. Родился в Николаеве на Украине, в 1929 г. вместе с Тяпкиным участвовал в монтаже и наладке «БЭСМ АН СССР» на преддипломной практике в ИТМ и ВТ, где и остался работать по окончании МЭИ в 1952 г. В 1958 г. получил научную степень кандидата технических наук. В 1968 г. назначен руководителем отдела. В 1981 г. успешно защитил докторскую диссертацию, а в 1986-м получил звание профессора. Участвовал в разработке машин БЭСМ, М-20 и БЭСМ-6. Потом занялся устройствами памяти в отделе В.С. Бурцева. В.Н. Лаут считается признанным специалистом по полупроводниковым устройствам памяти ЭВМ. Участвовал в создании суперкомпьютеров «Эльбрус» — «Эльбрус-1» и «Эльбрус-2». В 1969 г. удостоен Государственной премии (в составе группы ведущих конструкторов БЭСМ-6). В 1956 г. награжден орденом Трудового Красного Знамени (за участие в разработке «БЭСМ АН СССР»), а также орденом Дружбы народов (1982) (за «Эльбрус-1»), орденом Октябрьской Революции (1988) и медалью «За трудовую доблесть» (1970).
- ** Щербаков Олег Константинович — кандидат технических наук, старший научный сотрудник ИТМ и ВТ, почетный ветеран города Москвы, разработчик «БЭСМ АН СССР», БЭСМ-2, М-20, БЭСМ-6, ПИКО, ПИКО-В, ПИКО-М. Проработал в институте 55 лет — с 1951 по 2006 год. Награжден орденом Отечественной войны II степени, орденом Трудового Красного Знамени и 19 различными медалями. 8 февраля 2008 г. институт торжественно отметил его 85-летие.
-

Совет Виртуального музея

ХЕТАГУРОВ ЯРОСЛАВ АФАНАСЬЕВИЧ



Доктор технических наук, профессор, высококвалифицированный специалист в области создания информационно-управляющих систем и средств цифровой вычислительной техники, лауреат Ленинской премии и премии Совета Министров СССР, кавалер орденов Ленина и Октябрьской Революции, главный научный сотрудник ГУП НПО «Агат».

Я.А. Хетагуров родился 12 мая 1926 г. во Владикавказе (Северная Осетия). Высшее образование получил в 1944–1950 гг. в Московском высшем техническом училище им. Н.Э. Баумана (факультет «Приборостроение», специальность «инженер-механик»). По окончании МВТУ Ярослав Хетагуров был направлен на работу в Институт точной механики и вычислительной техники (ИТМ и ВТ), которым тогда руководил академик С.А. Лебедев. Там молодой инженер получил отличную теоретическую и практическую подготовку в области создания цифровых вычислительных машин — новейших по тем временам средств вычисления и обработки информации. В 1954 г. он защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук.

С 1958 г. по настоящее время Я.А. Хетагуров работает в ГУП НПО «Агат» (ранее: МНИИ-1, с 1961 г. — ЦМНИИ, с 1971 г. — ЦНИИ «Агат»), где прошел путь от начальника лаборатории вычислительной техники института до заместителя директора по ракетной технике, затем первого заместителя генерального директора по научной работе — главного инженера НПО «Агат». В настоящее время Ярослав Афанасьевич занимает должность главного научного сотрудника ГУП НПО «Агат». В 1964 г. он защитил диссертацию на соискание ученой степени доктора технических наук, а в 1967 г. ему присвоено ученое звание профессора. Я.А. Хетагуров является главным конструктором ряда важнейших разработок, имеющих большое значение для укрепления обороноспособности страны.

В 1960 г. под его руководством создается «Кадр» — первая отечественная система цифрового программного управления наведением больших антенн АДУ-1000 Центра дальней космической связи. Выполненные Я.А. Хетагуровым научные исследования и теоретические проработки позволили создать систему программного управления и наведения с точностями, полностью удовлетворяющими требованиям дальней связи, обусловленным ТТЗ на систему. Разработку системы «Кадр» высоко оценило правительство: Я.А. Хетагуров был награжден орденом Ленина и медалью Президиума Академии наук СССР «В ознаменование первого в мире выхода человека в космическое пространство», а участники разработки были награждены орденами и медалями.

Теоретические работы Я.А. Хетагурова в области создания цифрового программного управления нашли применение и в народном хозяйстве. Созданная под его руководством в 1961 г. система программного цифрового управления фрезерным станком была удостоена серебряной медали ВДНХ.

В 1958–1962 гг. под его руководством как главного конструктора создается первая отечественная подвижная (в автоприцепе) полупроводниковая машина «Курс-1», предназначенная для работы в системе противовоздушной обороны страны. В ЭВМ «Курс-1» впервые в отечественной практике был реализован мультипрограммный режим работы с разделением времени и выполнением операций с частями слов. Технические решения, заложенные в ЭВМ «Курс-1», позволили использовать ее в качестве унифицированной электронной вычислительной машины, обеспечившей вторичную обработку информации в реальном масштабе времени, на РЛУ ПВО страны. ЭВМ «Курс-1» в течение 25 лет (до 1987 г.) серийно изготавливалась на заводах Минрадиопрома.

Ярослав Афанасьевич — один из основоположников внедрения цифровых вычислительных машин (ЦВМ) как основных средств обработки информации в корабельных системах и один из создателей ЦВМ в морском исполнении.

В 1964–1965 гг. по инициативе и под руководством Я.А. Хетагурова как главного конструктора разработки создается базовая система логических элементов «Азов-1», вобравшая в себя набор логических элементов с наиболее часто употребляемыми функциями. В дальнейшем на ее основе была разработана базовая цифровая вычислительная машина «Азов», выгодно отличавшаяся по своим тактико-техническим характеристикам от предыдущих разработок. Это была первая отечественная ЭВМ, построенная на основе матрично-модульного принципа с микропрограммным управлением. Система базовых функционально законченных модулей обеспечивала возможность создания цифровых вычислительных систем (ЦВС) с необходимыми пара-

метрами по производительности, с высокой надежностью и достоверностью перерабатываемой информации.

В базовой архитектуре ЦВС и в созданных модулях были реализованы: работа в мультипрограммном режиме в реальном масштабе времени, специальные методы контроля работы, обмен информацией по радиальным и магистральным цепям в мультиплексном и селекторном режимах, выполняемых параллельно со счетом по программе. Все это предопределило широкое использование модулей «Азов» в корабельных системах.

На основе этих модулей в морском судостроении было разработано и успешно эксплуатировалось несколько десятков вычислительных систем, входящих в различные корабельные системы (БИУСы типа «Алмаз» для подводных лодок (ПЛ) второго поколения, БИУС типа «Лесоруб» для надводных кораблей (НК), система автоматизации гидрографических работ «Майя-2» и т.д.).

Важнейшими работами, выполненными под руководством Я.А. Хетагурова как главного конструктора, являются разработки корабельных цифровых вычислительных систем (КЦВС), в которых впервые было применено автоматическое резервирование в реальном масштабе времени. Это КЦВС, построенная на модулях «Азов» (обеспечивавшая стрельбу стратегического ракетного комплекса Д9 с ПЛ проекта 667Б «Альфа-3»), ее модификация «Альфа-1» для ПЛ проекта 701, модернизация «Альфа-3» — МВУ ЮЗМ для ПЛ 667БД, а также КЦВС «Альт» на машинах МВМ-012 и 189, вырабатывающий данные для стрельбы стратегического ракетного комплекса «Тайфун» на ПЛ проекта 941.

Под научным руководством Хетагурова были созданы КЦВС для стратегических ракетных комплексов Д9Р и Д9РМ, а также для систем управления крылатыми ракетами типа «Акация».

Длительная эксплуатация КЦВС на подводных лодках подтвердила правильность заложенных решений, высокую надежность работы комплекса, достоверность выдаваемой информации, что чрезвычайно важно для ракет, снабженных ядерными боеголовками.

Значительный вклад Я.А. Хетагурова в создание морских стратегических ядерных сил был отмечен присуждением ему Ленинской премии (1974), награждением орденом Октябрьской Революции (1978) и почетной премией имени академика В.П. Макеева (1999).

Под научным руководством Я.А. Хетагурова в 1988 г. также была создана вычислительная машина со встроенным языком высокого уровня.

В настоящее время Я.А. Хетагуровым ведутся научно-исследовательские работы по перспективам развития автоматизированных систем специального назначения с вычислительными машинами.

Новизна решений, реализованных в вычислительных машинах и системах, подтверждена 118 авторскими свидетельствами.

Ярослав Афанасьевич успешно сочетает большую производственную работу с научно-педагогической деятельностью. С 1955 г. он работает в МИФИ и является одним из организаторов и руководителей кафедр «Автоматизированные системы управления» и «Интеллектуальные системы управления».

Я.А. Хетагуров — научный руководитель разработки системы коллективного пользования ЭВМ для совершенствования учебного процесса, автоматизации научных исследований и управления высшим учебным заведением, внедренной в МИФИ и МГУ. За эту работу ему была присуждена премия Совета Министров СССР (1982). Под его руководством подготовлено и защищено более 70 кандидатских диссертаций, а с его научной консультацией — 13 докторских диссертаций. Ярослав Афанасьевич Хетагуров хорошо известен в научных кругах.

Основные теоретические результаты по проектированию специализированных машин изложены в 22 книгах, монографиях и учебных пособиях, среди которых монографии «Основы инженерного проектирования управляющих цифровых вычислительных машин», «Повышение надежности цифровых устройств методами избыточного кодирования» (изд-во «Энергия»); «Основы проектирования управляющих вычислительных машин» (изд-во «Радио и связь»); «Мультипроцессорные вычислительные системы» (изд-во «Энергия»); «Детерминированная теория надежности экземпляра вычислительной машины, системы» (изд-во МИФИ), учебник «Проектирование информационно-вычислительных комплексов» (изд-во «Высшая школа»). Результаты научной деятельности Хетагурова также отражены более чем в полутора сотнях печатных статей, тезисов докладов, отчетов по НИР.

Ярослав Афанасьевич принимает активное участие в научно-общественной работе, являясь председателем Ученого совета по присуждению докторских и кандидатских степеней, а также членом ряда редколлегий.

Я.А. Хетагуров — почетный профессор МИФИ, с 1992 г. — академик Международной академии информатизации и вице-президент ее Отделения вычислительной техники. Он награжден юбилейной медалью «За доблестный труд в ознаменование 100-летия со дня рождения В.И. Ленина», медалью Президиума Академии наук СССР «В ознаменование первого в мире выхода человека в космическое пространство»,

медалью имени академика В.П. Макеева, почетными знаками «Изобретатель СССР», «Отличник социалистического соревнования МСП», «За отличные успехи в работе», «За научную работу в высшей школе».

А. Нитусов

ШТЕЙНБЕРГ ВИТАЛИЙ ИОСИФОВИЧ



Виталий Иосифович Штейнберг — главный конструктор ФГУП НИИ «Аргон», кандидат технических наук, старший научный сотрудник. С 1964 г. разрабатывает бортовые и другие спецкомпьютеры, автор ЭВМ на первых монолитных интегральных схемах и многокристальных БИС. Его первый в СССР работающий на ходу мобильный комплекс «Бета-3М» был принят как часть АСУ на вооружение Советской Армии и стран Варшавского договора. Бортовые ЭВМ «Аргон» его конструкции широко используются в наземных, морских, авиационных и космических объектах.

Виталий Иосифович Штейнберг родился 24 декабря 1941 г. в городе Шумерля Чувашской АССР, куда его родители были эвакуированы из Москвы в начале Великой Отечественной войны.

Отец Виталия Иосифовича, Иосиф Самойлович Штейнберг (1911–1982), ученый-инженер по холодной обработке металлов, большую часть жизни отдал оборонной промышленности. Во время войны он работал в специальных бригадах по организации производства необходимой фронту военной продукции на оборонных заводах, эвакуированных с западной части страны.

Окончив в 1958 г. школу, Виталий вернулся в Москву, а в 1959 г. поступил на дневное отделение Московского лесотехнического института — МЛТИ (ныне Московский государственный университет леса), на новый тогда факультет электроники и счетно-решающей техники (ФЭСТ). Он выбрал специальность «математические и счетно-решающие приборы и устройства». Создать этот факультет для подготовки работников оборонных предприятий по новым квалификациям предложил сам С.П. Королев, главный конструктор ракетно-космической техники. Институт Виталий

Штейнберг окончил в 1964 г., получив квалификацию инженера-электрика, поступил на работу в Научно-исследовательский институт электронных математических машин (НИЭМ) Министерства радиопромышленности СССР. НИЭМ имел солидную историю, поскольку вырос на базе своего предшественника — знаменитого СКБ-245, образованного в декабре 1948 г. постановлением Совета Министров СССР. Именно здесь создавались первые советские серийные ламповые ЭВМ «Стрела», используемые в работе Центра управления космическими полетами, популярная ЭВМ М-20, полупроводниковые высокоскоростные ЭВМ М-220 и М-222, несколько уникальных специальных вычислительных комплексов и унифицированных ЭВМ для систем ПВО: «Радон», «Клен» и др.

В НИЭМ молодого инженера зачислили в отдел № 9 — одно из ведущих подразделений института. Отдел возглавлял Адольф Федорович Кондрашев, а лабораторией, в которой Штейнберг перед этим проходил преддипломную практику и дипломное проектирование, руководил Владимир Моисеевич Карасик. Оба ученых — выпускники Московского энергетического института, одни из ведущих создателей первых отечественных ЭВМ. До Кондрашева отделом № 9 руководил Михаил Кириллович Сулим, а до него — Башир Искандарович Рамеев, внесшие выдающийся вклад в становление и развитие вычислительной техники в СССР. Виталию очень повезло с руководителем. Главный конструктор В.М. Карасик оказался не только талантливым ученым и инженером, но и прирожденным педагогом, сыгравшим огромную роль в становлении молодого специалиста. Под его опекой Штейнберг сформировался не только как инженер-разработчик средств ВТ, но и как научный работник.

Именно Карасик рекомендовал его в заочную аспирантуру при НИЭМ и сам же стал его первым научным руководителем. Потом, по его инициативе, Штейнберга назначили заместителем начальника научно-тематического отдела, а позднее — отделения бортовых вычислительных машин, руководимого в то время Кондрашевым.

Вскоре после появления первых ЭВМ сформировалась и концепция бортового компьютера. Под бортовой ЭВМ обычно понимается компьютер, размещенный на (любом) движущемся объекте (корабле, самолете, ракете, космической станции, специальном транспортном средстве и т.п.) и функционирующий во время его движения. По мере миниатюризации и распространения базовых электронных элементов — транзисторов, диодов, затем интегральных схем, микросхем, микропроцессоров (чипов) и т.д. — размеры бортовых ЭВМ значительно уменьшаются, а надежность работы резко возрастает. Также возрастают и их многообразие, экономичность и популярность.

С 1964 г. институт стал головным предприятием страны по бортовым цифровым вычислительным машинам (БЦВМ), сосредоточившись на исследованиях по «бортовой» тематике. С тех пор разработано и успешно внедрено в серийное производство и штатную эксплуатацию более 30 типов БЦВМ и вычислительных комплексов для ракетно-космических, авиационных и мобильных наземных объектов. Многие из них, изготовленные в больших количествах, находятся в эксплуатации и в наши дни. Предприятие накопило богатый опыт создания высоконадежных и компактных вычислительных средств, предназначенных для работы в тяжелых внешних условиях.

В 1968 г. НИЭМ вошел в состав вновь организованного Научно-исследовательского центра по электронной вычислительной технике (НИЦЭВТ), ставшего впоследствии головной организацией Научно-производственного объединения «Персей» (НПО «Персей»).

В.И. Штейнберг лично участвовал в разработках первых отечественных БЦВМ на монолитных интегральных схемах и многокристальных БИС. Он один из авторов логического проекта серии 216 многокристальных БИС, основной компонентной базы бортового цифрового вычислительного комплекса А-30 (ЭВМ А-30) — многомашинной вычислительной системы авиационного комплекса радиолокационного дозора и наведения, мобильной АСУ ПВО.

При разработке БЦВМ использовались прогрессивные системы автоматизации проектирования и контроля качества. Широкое практическое применение получили научно-обоснованные методы технической диагностики узлов и блоков, практически полностью исключившие необходимость этапа комплексной наладки при их производстве.

Конструкторы БЦВМ использовали самую современную для того времени отечественную элементную базу и новые материалы, часть из которых была специально создана для этого проекта по заданию института. Заложенные в проектах прогрессивные конструктивно-технологические решения обеспечивали высокое качество и надежность базовых моделей, их межвидовое использование в системах вооружения. Специалисты тщательно



Бортовой вычислительный комплекс «Бета-3М»

изучали по доступной литературе зарубежный опыт создания ЦВМ подобного класса, равно как и опыт отечественных предприятий, работавших в этой области.

В.И. Штейнберг занимал должности заместителя начальника отдела, отделения, начальника комплексного отделения бортовых цифровых вычислительных машин, заместителя главного инженера НИЦЭВТ и НПО «Персей» по спецтехнике и заместителя главного конструктора БЦВМ комплекса «Аргон». Как ученый и инженер он руководил разработкой нескольких поколений базовых унифицированных бортовых вычислительных машин и комплексов для ракетно-космических, авиационных, мобильных и стационарных объектов. Он также был главным конструктором мобильных электронных вычислительных комплексов (ЭВК) «Бета-2», «Бета-3М» и базовых межвидовых БЦВМ: ЭВМ А-30, ЭВМ А-40, ЭВМ А-50.

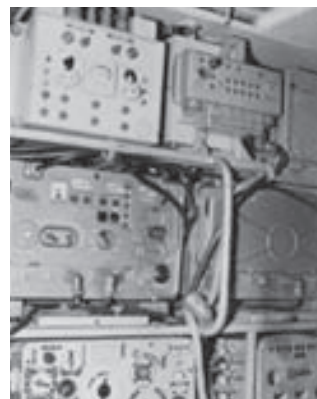
Мобильный ЭВК «Бета-2» использовался на первом этапе государственных испытаний автоматизированной системы управления войсками фронта. ЭВК «Бета-3М» был первым отечественным мобильным вычислительным комплексом, работавшим во время движения (на ходу). В составе АСУ его приняли на вооружение Советской Армии и армий стран Варшавского договора. Ряд машин — ЭВМ А-30, ЭВМ А-40, ЭВМ А-50 — стали пионерным проектом создания бортовой вычислительной техники, программно совместимой со стационарными моделями ЭВМ общего назначения серии ЕС ЭВМ.

На БЦВМ этого класса были созданы десятки систем и комплексов авиационного, мобильного и морского базирования объектов, приоритетных для обороны страны.

В.И. Штейнберг руководил внедрением БЦВМ комплекса «Аргон» (серия «Аргон») в серийное производство на девяти заводах Министерства радиопромышленности. В связи с необходимостью расширения фронта работ по разработке БЦВМ он инициировал организацию филиалов в Кишиневе и Владивостоке, взявших на себя часть заданий московского коллектива, и участвовал в их создании.

Многочисленно выезжал Штейнберг и в Литву, в НПО «Вента» (Вильнюс) и на завод «Нуклон» (Шяуляй), где разрабатывалась и внедрялась в серийное производство серия 216. Там он принимал необходимые решения по проблемам качества и надежности серии в конкретных производственных условиях.

На ряд новых изобретений и решений, закладываемых в архитектуру и схемотехнику БЦВК ЭВМ А-30, были получены авторские



Отсек радиота ЭВК «Бета-3М»



БЦВМ А-50

свидетельства. При разработке ЭВМ А-30 впервые в практике проектирования БЦВМ использовались ячейки (типовые элементы замены), выполненные на многослойных печатных платах, изготовленных по технологии сквозной металлизации. Каждая функциональная ячейка имела разъемные соединения, межъячеечный монтаж выполнялся методом «накрутки».

Принятые базовые решения по конструкции изделий продемонстрировали высокую технологичность изготовления и в условиях серийного заводского производства обеспечивали выпуск этих изделий в необходимых количествах при приемлемой трудоемкости.

В.И. Штейнберг также внес значительный вклад в деятельность Межведомственного координационного совета (МКС) по БЦВМ, учрежденного, согласно правительственному решению, для унификации БЦВМ, создававшихся для оборонных нужд. К тому времени их уже разрабатывал целый ряд научных коллективов страны в различных оборонных ведомствах (в судостроительной, авиационной и радиопромышленности, на предприятиях общего машиностроения и т.д.).

Виталий Иосифович, в то время заместитель главного конструктора комплекса БЦВМ «Аргон», возглавил разработку государственной программы создания унифицированных семейств БЦВМ (СБ ЭВМ) для перспективных систем управления, базировавшихся на единых подходах к архитектуре, программному обеспечению, унифицированной элементной базе и т.п. Межведомственная программа СБ ЭВМ включала создание 16 базовых моделей для перспективных систем управления. В 1986 г. ее разработка завершилась, а после успешной правительственной приемки вышла директива об исполнении.

В рамках МКС было организовано сотрудничество главных конструкторов по БЦВМ, назначенных в каждом из министерств, имевших отношение к оборонной промышленности. Результатом сотрудничества стала разработка государственных программ создания унифицированных семейств бортовых ЭВМ, унифицированного периферийного оборудования и электронной компонентной базы.

В 1991 г. Виталий Иосифович параллельно с основной работой возглавил Исполнительную дирекцию Ассоциации заказчиков и потребителей унифицированных изделий электронной техники — Фонд «УНИЭТ». Эта ассоциация объединила около 150 предприятий оборонного комплекса и проводила единую техническую политику.

ку в области компонентной базы для радиоэлектронной аппаратуры. Штейнберг также стал заместителем председателя Правления ассоциации.

В 1985 г. из состава НИЦЭВТ выделился коллектив комплексного отделения по БЦВМ, а на его базе был образован Научно-исследовательский институт «Аргон», возглавивший и работу с филиалами. С 1986-го по сентябрь 2000 г. В.И. Штейнберг был первым заместителем директора по научной работе — главным инженером НИИ «Аргон», а с октября 2000-го по февраль 2006 г. — директором института и главным конструктором БЦВМ комплекса «Аргон». В феврале 2006 г. он назначен главным конструктором НИИ «Аргон».

Разразившийся в 1990-е годы общий кризис экономики страны, связанный с распадом СССР, стал тяжелым испытанием для коллектива института. Численность персонала НИИ «Аргон» в те годы упала в несколько раз, практически прекратили существование филиалы. Основной задачей В.И. Штейнберга было сохранение ядра коллектива и научно-технического потенциала института, наработанного за многие годы напряженной работы.

С середины 1990-х под его руководством выполнен ряд научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) по созданию нового поколения средств бортовой вычислительной техники для перспективных систем и объектов специального назначения. Он организовал разработку БЦВМ, программно совместимых с персональными ЭВМ серии IBM PC, а его многомашинный мультипроцессорный многофункциональный бортовой вычислительный комплекс EA-2170 стал основой нового поколения воздушно-командных пунктов и ряда других авиационных и мобильных объектов.

В эти годы институт завершил многолетнюю разработку средств бортовой вычислительной техники нового поколения для ракет и космических объектов, в том числе для российских модулей Международной космической станции (МКС) и телекоммуникационных спутников серии «Ямал». Разработаны и внедрены в производство комплексы встраиваемых вычислительных средств, предназначенных для авиационных и мобильных терминалов связи нового поколения. Проведены опытно-конструкторские работы по замене морально устаревших БЦВМ на БЦВМ нового поколения в ряде модернизированных систем вооружения. Началось создание новой техники с использованием технологий «системы-на-кристалле».



Бортовой вычислительный комплекс EA-2170

С конца 80-х в российской инженерной и научной областях началась катастрофическая утечка кадров, а «новые веяния» 90-х и вовсе «переориентировали» большую часть молодежи на «новые ценности». Популярность научной работы падала, а часто еще и дискредитировалась. Однако необходимость принимать срочные меры и, прежде всего, не уронить уровень подготовки молодых специалистов не вызывала сомнений.

В 1996 г. Штейнберг сам взялся за «спасение научной молодежи». Он возглавил филиал кафедры «Вычислительные системы и сети» Московского государственного института электроники и математики при НИИ «Аргон», где был назначен профессором и председателем Государственной аттестационной комиссии. Под его руководством в филиале кафедры введены в учебную программу курсы: «Сети рабочих станций», «Организация памяти в высокопроизводительных вычислительных системах (ВПВС)», «Организация и проектирование в ВПВС», «Архитектура высокопроизводительных вычислительных систем (ВПВС)» и др., ориентированные на студентов 4–5 курсов.

Виталий Иосифович Штейнберг — автор свыше 70 научных трудов, изобретений, научно-методических пособий. Он кандидат технических наук, старший научный сотрудник.

Вклад В.И. Штейнберга в создание средств бортовой вычислительной техники отмечен орденами «Знак Почета» и Трудового Красного Знамени, четырьмя медалями, почетной грамотой Правительства Российской Федерации, юбилейной медалью имени академика С.П. Королева, значком «Почетный радист», ему присвоено почетное звание «Заслуженный машиностроитель Российской Федерации».

Несмотря на хроническую перегруженность работой, Виталий Иосифович умеет находить время и для домочадцев, ведь еще в 1965 г. у него появились дочери-близнецы.

Девочки выросли, с успехом окончили Московский институт радиотехники, электроники и автоматики (МИРЭА) по специальности «вычислительная техника». У них уже свои семьи. У Виталия Иосифовича растут внуки. Когда находится свободное время, он посвящает его любимым увлечениям: это автомобиль, садовый участок, работа электроинструментом по дереву и металлу. В.И. Штейнберг — большой любитель русской и зарубежной классической литературы, русского романса и народных песен.

Э.С. Луховицкая

ШУРА-БУРА МИХАИЛ РОМАНОВИЧ

М.Р. Шура-Бура родился 21 октября 1918 г. В 1935 г. он окончил среднюю школу и поступил на механико-математический факультет Московского государственного университета (МГУ) им. М.В. Ломоносова. По окончании университета, с 1940 по 1947 г., Шура-Бура преподавал математику в Артиллерийской академии им. Дзержинского. Не прерывая работы, осенью 1944 г. поступил в аспирантуру НИИ математики МГУ, которую успешно окончил весной 1947 г., защитив диссертацию по топологии на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук.



Затем был направлен на вновь созданный физико-технический факультет МГУ (нынешний Московский физико-технический институт), где проработал до 1955 г.

С осени 1947 г. М.Р. Шура-Бура заинтересовался прикладной математикой и по совместительству принял участие в работах отдела приближенных вычислений Математического института им. В.А. Стеклова АН СССР (МИАН). Оттуда был переведен во вновь организованный Институт точной механики и вычислительной техники АН СССР (ИТМ и ВТ).

Осенью 1952 г. на ученом совете Математического института М.Р. Шура-Бура защитил докторскую диссертацию. Тема диссертации — организация вычислений, содержащих большое число операций. В 1954 г. Михаил Романович получил звание профессора.

Весной 1953 г. при МИАН им. В.А. Стеклова было образовано Отделение прикладной математики во главе с академиком Мстиславом Всеволодовичем Келдышем. Отделом программирования в новом институте руководил А.А. Ляпунов. В отделе уже трудились сильные программисты С.С. Камынин, Л.Б. Мельцер (Морозова), Ю.И. Морозов, В.А. Семячкин. В том же году в отдел пришло подкрепление — дипломники механико-математического факультета МГУ: И.Б. Задыхайло, Э.З. Любимский, В.В. Луцкович, Т.А. Тросман, В.С. Штаркман, ставшие вскоре сотрудниками института.

«Какое-то время я был прикомандирован к ИПМ, где фактически руководил работами по программированию в отделе Ляпунова. Года не прошло, как Мстислав Все-

володович предложил мне стать заведующим отделом¹», — вспоминал Михаил Романович.

Первым результатом работы отдела было появление программ для ЭВМ «Стрела» для расчета энергии взрыва водородной бомбы. Методы расчетов готовили математики (И.М. Гельфанд, А.А. Самарский, К.А. Семендяев, А.Н. Тихонов). В конце 1955 г. было проведено испытание, которое показало, что результаты расчетов отличаются от результатов эксперимента всего на 10%. Это был большой успех. За эту работу Михаил Романович был удостоен Государственной премии СССР.

Параллельно с решением этих задач в отделе начались работы по автоматизации программирования. В 1954 г. молодыми сотрудниками отдела С.С. Камыниным и Э.З. Любимским была создана программирующая программа (так тогда называли трансляторы) ПП-1. Руководство института одобрило это направление, и в 1955 г. была создана рабочая версия — ПП-2. С тех пор автоматизация программирования стала одним из направлений работы отдела.

Во второй половине 1950-х годов М.В. Келдыш привлек Михаила Романовича и его отдел к решению задач баллистики. Работа выполнялась в контакте с отделом Д.Е. Охочимского. На машине «Стрела» проводились расчеты в режиме реального времени по всем запускам космических аппаратов и кораблей, включая полеты космонавтов Гагарина, Титова, Николаева и Поповича, Терешковой и Быковского.

В конце 50-х начался выпуск новой машины М-20, разработанной в ИТМ и ВТ и СКБ-245. Главным конструктором был С.А. Лебедев, а его заместителем — М.Р. Шура-Бура. Михаил Романович провел исследования точности вычислений в двоичной системе при различных способах кодирования чисел и различных вариантах архитектуры арифметического устройства. В результате им была предложена система команд, продуманная и удобная для программирования в кодах. Именно эта система команд во многом определила триумфальный успех М-20.

М.Р. Шура-Бура был инициатором и руководителем работ по созданию библиотеки стандартных программ. Вызов программ обеспечивала интерпретирующая система (ИС-2), автором которой являлся Михаил Романович. Он был блестящим программистом, и ИС-2 представляла собой образец программного искусства. Высоко оцененная специалистами, она использовалась на всех М-20 и других ЭВМ (БЭСМ-4, М-220 и проч.), совместимых с М-20 по кодам.

¹ Институт прикладной математики АН СССР (ИПМ), созданный в 1953 г. и возглавляемый М.В. Келдышем.

В начале 60-х группа сотрудников во главе с М.Р. Шура-Бурой создала транслятор с полного языка Алгол-60, включавшего, в частности, рекурсивные процедуры. Работа была успешно завершена и продемонстрирована на Конференции социалистических стран по автоматическому программированию в Киеве в 1963 г.

Одновременно с работами по Алголу в начале 1961 г. началось движение за создание ассоциации пользователей ЭВМ типа М-20. В июле 1961 г. решением Президиума АН СССР ассоциация получила статус юридического лица и официальное название «Комиссия по эксплуатации вычислительных машин М-20» (КЭВМ). Председателем был избран М.Р. Шура-Бура.

Из числа сотрудников отдела программирования была создана координирующая группа КЭВМ. Она собирала и распространяла все новинки программного обеспечения, создаваемого в стране, помогала в установке трансляторов, в организации конференций по программированию. КЭВМ просуществовала около 20 лет.

В конце 1960-х годов М.Р. Шура-Бура возглавил разработку математического обеспечения для машины БЭСМ-6. Работа велась большим коллективом сотрудников ИПМ и других организаций.

Ядром математического обеспечения стала операционная система, получившая название ОС ИПМ. По оценкам специалистов, это была одна из наиболее развитых операционных систем своего времени, содержавшая многие элементы будущих операционных систем. Руководил ее разработкой Э.З. Любимский. Большую роль в создании ОС ИПМ сыграл И.Б. Задыхайло.

Кроме того, было создано четыре транслятора с языков высокого уровня, написанных на алгоритмическом машинно-ориентированном языке — АЛМО. Язык использовался как для написания трансляторов, так и для создаваемых ими кодов. Это позволяло применять трансляторы на ЭВМ различного типа, если для них были разработаны компиляторы с языка АЛМО, который создали С.С. Камынин и Э.З. Любимский.

В конце 1960-х — начале 1970-х годов началось создание машин серии ЕС ЭВМ. Это была масштабная работа, в которой



Заседание КЭВМ в Колонном зале Дома Союзов.
Председательствует М.Р. Шура-Бура

приняли участие многие организации. Был создан Научно-исследовательский центр электронной вычислительной техники (НИЦЭВТ), назначенный головным по этому направлению. На М.Р. Шура-Буру возложили обязанности руководителя разработки программного обеспечения. В 1978 г. за выполнение этой работы он в числе других сотрудников был удостоен Государственной премии СССР.

В 80-х годах перед Михаилом Романовичем поставили задачу создания программного обеспечения для системы «Энергия–Буран» (советского космического челнока). Оно должно было включать в себя программное обеспечение наземных испытаний системы и бортового программного обеспечения. По оценкам исполнителей-предшественников, не справившихся с задачей, для такой работы нужно было бы привлечь несколько тысяч программистов.

Для решения этой задачи М.Р. Шура-Бура организовал две сильные группы системных программистов под руководством В.В. Луциковича и В.А. Крюкова. Принципиальным шагом стало создание проблемно-ориентированных языков. Для наземных испытаний разработан язык Диполь, для бортового программного обеспечения — язык ПРОЛ 2 и базирующуюся на нем систему автоматизации разработки программного обеспечения (САПО) ПРОЛОГ. За короткий срок группы справились с задачей, и в ноябре 1988 г. космический корабль «Буран» был выведен на орбиту ракетой-носителем «Энергия». Совершив облет вокруг Земли, корабль успешно приземлился на аэродроме «Юбилейный» в Байконуре. За работу над этим проектом Михаил Романович был награжден орденом Ленина.

Вплоть до своей кончины М.Р. Шура-Бура руководил разработкой прикладных систем наземной диагностики сложных технических комплексов в интересах космических исследований.

Одновременно с руководством отделом программирования Михаил Романович активно занимался преподавательской деятельностью. С 1955 по 1970 г. он был профессором кафедры вычислительной математики механико-математического факультета МГУ, с 1970 по 1994 г. — заведующим кафедрой системного программирования факультета вычислительной математики и кибернетики (ВМК) МГУ, затем — профессором кафедры. Под его руководством были защищены десятки кандидатских и докторских диссертаций.

Михаил Романович был яркой личностью. Всех, кто с ним когда-либо сталкивался, поражали его эрудиция, познания в самых разных областях, с ним всегда было интересно. Он был демократичным, контактным, веселым, остроумным. Вот некоторые любимые афоризмы Михаила Романовича: *«Все приходит к тому, кто умеет*

ждать», «Женщина должна питаться лунным светом и запахом цветов», «Обжора роет себе могилу зубами».

Прекрасный организатор, он пользовался огромным уважением и любовью своих сотрудников и вообще всех, кто соприкасался с ним в работе.

Михаил Романович Шура-Бура умер 14 декабря 2008 г. в Москве.

Раздел 2

Машины

Вычислительная система М-9

В 1966 г. в Институте электронных управляющих машин (ИНЭУМ) под руководством М.А. Карцева был разработан аванпроект вычислительной системы М-9. Исполнителями проекта стали Е.В. Гливенко, В.А. Брик, Л.З. Либуркин, Л.В. Иванов, Ю.И. Галкин. В 1967 г. на основании решения Комиссии Президиума Совета Министров СССР и приказа Минприбора СССР был создан эскизный проект М-9 («Октябрь»), выполненный в рамках эскизного проекта системы «Аврора» — комплекса радиоэлектронных средств, в том числе средств обработки больших потоков радиолокационной информации. Исполнители эскизного проекта М-9 — М.А. Карцев (главный конструктор), Р.М. Акчурина, В.А. Брик, Е.В. Гливенко, Л.Н. Коваленко, В.П. Кузнецова, Л.З. Либуркин, В.П. Филиппов.

В проект М-9 М.А. Карцевым были заложены передовые идеи в области параллельной обработки информации. Многие решения этого проекта были признаны изобретениями, и немало плодотворных идей не реализовано до сих пор. Перед разработчиками М-9 была поставлена задача: на элементной и технологической базе уровня конца 1960-х — начала 1970-х годов создать вычислительные средства с производительностью порядка 10^8 – 10^9 операций в секунду. С потребностью в таких средствах столкнулись разработчики систем наблюдения за искусственными спутниками Земли с помощью радиолокационных станций (академик А.Л. Минц и руководимый им коллектив Радиотехнического института АН СССР). Существовавшие в то время в стране вычислительные средства обеспечивали производительность порядка 10^5 – 10^6 операций в секунду.

Таким образом, М.А. Карцев еще в 1966–1967 гг. поставил задачу повышения производительности вычислительных систем на 2–3 порядка и наметил пути ее решения. Он предложил новую архитектуру и структуру вычислительной системы, которые могли бы использовать естественный параллелизм исходной информации, подлежащей обработке.

Докладывая о проекте М-9 в 1967 г. на симпозиуме по вычислительным системам и средам в Новосибирске, М.А. Карцев в шуточной форме объяснил, что «машина М-220 называется так потому, что имеет производительность 220 тысяч операций

в секунду, а М-9 называется так потому, что обеспечивает производительность 10^9 операций в секунду».

Идеи функциональной арифметики для параллельных вычислений, сформулированные в проекте М-9, являлись обобщением принципов векторного и матричного процессоров. Архитектура М-9 предусматривала выполнение арифметических и логических операций над новым классом операндов — не над числами, а над функциями одной или двух переменных, заданных в дискретных точках. Система команд функциональной арифметики предусматривала операторы, выполняемые структурой многоразрядных процессоров, в которой паре функций, заданных во входных регистрах, соответствовала функция-результат, получаемая в выходных регистрах. Были также предусмотрены операторы, результат выполнения которых являлся числом, а не функцией. Операторы второго типа имели дело с функциями, записанными в регистрах структуры одноразрядных процессоров. Эти функции, принимающие значения 0 или 1, служили для выделения какого-либо множества из обрабатываемой информации (т.е. были введены операторы характеристических функций множеств). В операторах третьего типа были задействованы как функции, так и множества, являющиеся операндами или результатами выполнения. Эти операторы служили для преобразования функции на некотором множестве или для получения в виде результата некоторого множества, связанного с заданной функцией.

Структура вычислительной системы М-9, предложенная М. А. Карцевым, состояла из нескольких крупных блоков, объединенных мощными магистральными связями. Эти блоки М. А. Карцев называл «связками».

Основную вычислительную мощность М-9 должна была обеспечить функциональная связка в виде решетки процессоров (32×32), выполняющих операторы над 16-разрядными операндами. В каждой горизонтальной линии этой матрицы, имеющей 32 процессора, предусматривались дополнительные общие арифметические цепи, позволяющие выполнять за один машинный такт действия типа «сумма парных произведений» (скалярное произведение векторов, имеющих по 32 компонента). При умножении двух матриц за один такт работы функциональной связки можно было получить сразу 32 элемента результирующей матрицы. Общие арифметические цепи могли производить суммирование с накоплением результата, что позволяло при необходимости обрабатывать векторы большей длины, чем 32 компонента. На операторы, выполняемые решеткой процессоров функциональной связки, могла накладываться маска в виде матрицы булевых переменных, которая разрешала выполнение действий элементарным процессорам, отмеченным в маске единицами.

Работу с матрицами булевых переменных для маски должно было выполнять специальное устройство из 32×32 элементарных одноразрядных вычислителей, названное «картинной арифметикой». «Картины» могли не только преобразовываться, но и сдвигаться по осям координат. Массивы булевых переменных на «картине» могли расширяться и сужаться. Между процессорами функциональной решетки и процессорами «картинной арифметики» предусматривались прямые связи, что представляло дополнительные возможности управления вычислительным процессом.

Кроме функциональной связки в виде решетки процессоров, удобной для решения двумерных задач, в проекте М-9 предусматривалась функциональная линейка — структура, работающая с функциями от одного переменного. Такая линейка, названная числовой связкой, состояла из 32 процессоров. Эти процессоры должны были выполнять операторы над одной функцией или над парой функций, заданных в 32 точках, либо операторы над двумя функциями или над двумя парами функций, заданных в 16 точках. То есть по одному коду оператора числовая связка могла выполнять одно действие (или 2, 4, 8 разных действий) над парами операндов длиной 128 (или 16, 32, 64) разрядов, в том числе арифметические вычисления с плавающей запятой.

Векторные операции числовой связки дополнялись «картинной арифметикой» в виде линейки 32 элементарных вычислителей булевых переменных — «арифметики признаков».

В составе М-9 была предусмотрена ассоциативная связка, представляющая собой линию элементарных вычислителей, выполняющих операторы сравнения операндов («больше», «меньше», «равно», «больше или равно» и т.п.), а также узел обработки результирующих булевых переменных и маскирования элементарных вычислителей этой связки. Ассоциативная связка предназначалась для обработки больших массивов входной информации с рассортировкой ее на подмассивы по содержанию. Операторы ассоциативной связки определяли не одно число, а векторы, каждый компонент которого связывался с одной из характеристик объекта, описываемого этим вектором.

Архитектуру М-9 по принципу организации параллельных вычислений можно отнести к классу SIMD (один поток команд — много потоков данных). Многопроцессорная функциональная арифметика каждой связки должна была работать с общей оперативной памятью и постоянной памятью для хранения программ.

Различные комбинации указанных выше связок (от 1 до 8) в М-9 должны были обеспечить создание многопроцессорных вычислительных систем с производительностью

от 20 млн до 1–2 млрд операций в секунду. В частности, предполагалось, что М-10 реализует числовую связку, а М-11 будет содержать две функциональные связки, одну ассоциативную связку, одну числовую связку (М-10) и внешний вычислитель для связи с объектом.

Кроме перехода от традиционной архитектуры ЭВМ, работающей с числами, к функционально-операторной архитектуре, о чем говорилось выше, дополнительный выигрыш в повышении производительности на 1–2 десятичных порядка мог быть получен за счет реализации второй основной идеи, предложенной в проекте М-9. Она заключалась в синхронном объединении нескольких машин в одну вычислительную систему. При таком синхронном объединении все машины должны были работать от одного тактового генератора, выполнять операции за 1–2 такта. В конце операции и в начале следующей был возможен обмен между любыми арифметическими и запоминающими устройствами машин, объединенных в систему.

М-9 представляла собой вычислительную систему широкого назначения, существенно отличающуюся от известных в то время универсальных ЭВМ (в том числе многопроцессорных) и пригодную для решения вычислительных и логических задач самых разных классов, а также задач управления.

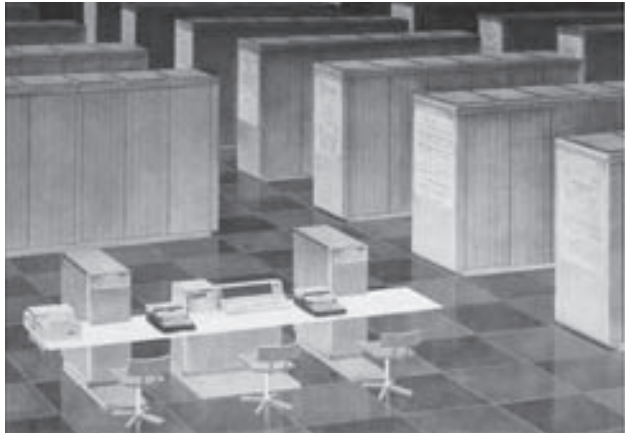
Такие задачи, требующие производительности супер ЭВМ, возникали в связи с необходимостью обработки больших потоков информации от измерительных устройств крупных технологических объектов, оборонных систем управления, крупномасштабных научных экспериментов. Многопроцессорные вычислительные структуры, подобные М-9, открывали возможности решения геометрических задач, связанных, например, с автоматической обработкой снимков пузырьковых и искровых камер в ядерной физике и снимков, получаемых с искусственных спутников Земли, с обработкой и анализом геологических карт.

Проект М-9, богатый новыми в то время идеями, не был реализован в полном объеме по ряду технических и организационных причин. Прежде всего — из-за уровня доступной в конце 60-х годов элементной базы и технологии. М. А. Карцев на собрании, посвященном 15-летию НИИ вычислительных комплексов (НИИВК), в 1982 г. говорил: «В 1967 г. мы вышли с довольно дерзким проектом вычислительного комплекса М-9. Это был год 50-летия Октябрьской революции, поэтому вычислительный комплекс назывался “Октябрь”. Для Минприбора СССР, где мы тогда пребывали, этот проект оказался уж слишком (за пределами задач этого министерства). Нам сказали: “Идите к В. Д. Калмыкову (министру радиопромышленности СССР), раз уж вы работаете на него”. Проект М-9 остался неосуществленным. Но в 1969 г. началась

разработка М-10, первый образец которой появился в 1973 г. В течение ряда лет эта машина была мощнейшей в Союзе и сейчас продолжает эксплуатироваться. На М-10 удалось получить уникальные научные результаты, особенно в области физики».

Числовая связка проекта М-9 — машина М-10 — выпускалась серийно с 1974 г. Загорским электромеханическим заводом. Ее разработка была отмечена Государственной премией СССР в области науки и техники.

Из представленной здесь краткой характеристики проекта М-9 можно видеть, что еще в конце 60-х годов М. А. Карцевым были предложены принципиальные новшества в архитектуре ЭВМ и вычислительных систем: архитектура типа RISC с сокращенным набором команд, выполняемых за один машинный такт, и архитектура типа VLIW с длинным командным словом, задающим коды операций над векторами той или иной длины, выполняемых одновременно в двух или более многопроцессорных арифметических устройствах.



ЭВМ М-10

Ю. В. Рогачев

Электронная вычислительная машина М-13



В суперЭВМ М-13 собраны наиболее прогрессивные технические решения, ориентированные исключительно на уровень, достигнутый отечественной промышленностью в 1978 г. В логических узлах М-13 используются микросхемы типа ТТЛ серий 130, 133, 530, для запоминающих устройств – микросхемы полупроводниковой памяти широкого применения.

1. Главный конструктор – М.А. Карцев; заместители главного конструктора: Л.В. Иванов, А.Ю. Карасик, А.А. Крупский, Л.Я. Миллер, Ю.В. Рогачев, Е.И. Цибуль, Р.П. Шидловский; ведущие разработчики: Л.Д. Баранов, М.С. Белков, В.А. Бриж, В.М. Емелин, В.М. Златников, Ю.Н. Мельник, Г.Н. Пусенков, А.В. Слепенков и др.
2. Организация-разработчик: Научно-исследовательский институт вычислительных комплексов (НИИВК).
3. Завод-изготовитель – Загорский электромеханический завод Министерства радиопромышленности СССР.
4. Год окончания разработки: 1982.
5. Год начала выпуска: 1985.
6. Число выпущенных машин – около 20 комплектов.

Область применения

Построение вычислительных комплексов для управления сложными системами и для обработки их информации в реальном масштабе времени.

Описание машины

ЭВМ М-13 предусматривает три базовые модели, а также ряд их модификаций, различающихся комплектностью устройств специализированной процессорной части, дополнительных внешних устройств и др. Системы и устройства М-13 созданы на единой элементной, конструктивной и технологической базе, объединяются общими структурными решениями и относятся к четвертому поколению вычислительных средств. Все модели строятся по модульному принципу с использованием одной и той же номенклатуры элементов, ячеек и блоков.

Программная совместимость систем М-13 обуславливается единым для всех моделей (исполнений) машинным языком и единым математическим обеспечением, содержащим режим работы в реальном масштабе времени, диалоговый режим разделения времени с предоставлением мониторов для создания, трансляции и отладки программ на машинно-ориентированных (Автокод М-13), проблемно-ориентированных (Алгол-60, Фортран, Кобол) и универсальных (Алгол-68) языках.

Машина представляет собой многопроцессорную систему, включающую центральную процессорную часть, аппаратные средства поддержки операционной системы, абонентское сопряжение и специализированную процессорную часть.

Центральная процессорная часть, предназначенная для основных вычислений, содержит арифметические процессоры (АЛУ), устройства внутренней памяти (ОПГ, ППГ, ОПП), центральное устройство управления (ЦУУ), центральное устройство редактирования (ЦУР) и мультиплексный канал (МПК).

АЛУ — векторное арифметико-логическое устройство. Оперирует числами с фиксированной и плавающей запятой. В зависимости от исполнения в состав ЭВМ М-13 могут входить один, два или четыре шкафа АЛУ. Один шкаф включает четыре процессора. Каждый процессор производит операции над одной, двумя или четырьмя парами соответственно 32-, 16- или 8-разрядных операндов.

ЦУУ — центральное устройство управления. Осуществляет синхронное управление центральной процессорной частью за счет опережающего чтения группы последовательных команд программы с последующей аппаратной поддержкой их параллельного выполнения. ЦУУ содержит булев процессор для управления потоками команд и маскирования при векторной обработке, а также процессор АМ (адресный модификатор) с производительностью 3 млн оп/с для управления адресным пространством.

ЦУР — центральное устройство редактирования. Производит уплотнение массивов под маской с целью исключения пробелов, которые появляются в процессе параллельной обработки.

МПК — мультиплексный канал представляет собой систему, состоящую из канального процессора — интерпретатора канальных программ (ИПК) и главного канала — мультиплексора данных. ИПК предназначен для аппаратно-программной поддержки операционной системы при выполнении операций ввода-вывода, обеспечения виртуальной адресации при вводе-выводе и при обработке прерываний от сопрягающих процессоров устройств абонентского сопряжения (УАС). Главный канал предназначен для обеспечения независимого и параллельного информационного

обмена сопрягающих процессоров с внутренней памятью ЭВМ. Процессор МПК обеспечивает работу в разделении времени 128 подканалов.

Аппаратные средства поддержки операционной системы включают в себя центральный управляющий процессор (ЦУП) и устройство управления кодовыми шинами (УКШ).

ЦУП представляет собой мини-ЭВМ, система команд которой в основном совпадает с системой команд центрального процессора. На ЦУП выполняются следующие функции операционной системы: переключение процессов, обработка прерываний, организация вычислений в реальном масштабе времени на центральном процессоре, мультиплексном канале, специализированном устройстве и устройстве управления кодовыми шинами. Кроме того, ЦУП принимает и обрабатывает сигналы об ошибках от всех устройств ЭВМ и реагирует на сигналы от центрального пульта управления, организуя диалог оператора с ЭВМ М-13. ЦУП связан управляющими интерфейсами со всеми процессорами машины.

УКШ содержит таблицы трехуровневой виртуальной (математической) памяти. Связывает широкоформатными шинами все устройства машины с внутренней памятью.

Устройство абонентского сопряжения (УАС) содержит программируемые сопрягающие процессоры, которые позволяют подключать как стандартные периферийные устройства, так и специализированные, входящие в состав управляемых объектов.

Специализированная процессорная часть включает процессор когерентной обработки (ПКО), контроллер технического управления (КТУ) и управляющую память гипотез (УПГ).

ПКО представляет собой векторно-конвейерный вычислитель. В нем используется программно управляемая глубококонвейерная архитектура устройства двухточечного преобразования, основу которого определяет узел для выполнения базовой операции быстрого преобразования Фурье. Применение этой базовой операции позволило на том же оборудовании выполнять и многие другие операции, необходимые в алгоритмах цифровой обработки сигналов: вычисление максимального значения в массиве, сравнение массива с пороговым значением, вычисление суммы произведения массивов, вычисление корреляционных матриц и др. ПКО производит аппаратное умножение двух комплексных чисел. В одном шкафу размещаются четыре процессора. Эквивалентная производительность одного шкафа 120 млн оп/с. Допускается комплектация от одного до двадцати шкафов.

КТУ предназначено для сопряжения специализированной и центральной процессорных частей, а также для диспетчеризации различных групп ПКО.

УПГ представляет собой специализированное многопортовое запоминающее устройство.

Технические характеристики ЭВМ М-13

Центральная процессорная часть:

- быстродействие, млн оп/с — 12; 24; 48
- емкость внутренней памяти, Мбайт — 8,5; 17; 34, в том числе:
 - ОПГ (1-й уровень), Мбайт — 0,25; 0,5; 1,0;
 - ППГ, Мбайт — 0,25; 0,5; 1,0;
 - ОПП (2-й уровень), Мбайт — 8; 16; 32;
- суммарная пропускная способность центрального коммутатора, Мбайт — 800, 1600, 3200;
- пропускная способность мультиплексного канала, Мбайт/с — 40, 70, 100;

Абонентское сопряжение:

- число сопрягающих процессоров — 8, 16, ..., 128
- максимальное быстродействие, млн оп/с — 350

Специализированная процессорная часть:

- пропускная способность контроллера технического управления, Мбайт/с — 50, 100, 200
- емкость управляющей памяти гипотез, Мбайт — 4, 8, ..., 128
- максимальное эквивалентное быстродействие, млрд оп/с — 2,4

Внешняя память, Мбайт:

- на сменных магнитных дисках — 200
- на магнитной ленте — 42

Состав ЭВМ М-13

Возможные комплекты шкафов:

- АЛУ — 1, 2, 4;
- ОПГ — 4, 8, 16;
- ППГ — 2, 4, 8;
- ОПП — 1, 2, 4;
- ЦУУ — 2, 2, 2;
- ЦУР — 2, 2, 2;

- МПК — 1, 1, 1;
- ЦУП — 1, 1, 1;
- УКШ — 1, 1, 1;
- УАС — 1, 2, ..., 16;
- КТУ — 1, 1, 1;
- УПГ — 1, 2, ..., 32;
- ПКО — 1, 2, ..., 20.

Элементная база и конструктивные решения

Конструктивные единицы ЭВМ М-13: ячейка, блок, секция, шкаф.

Ячейка содержит многослойную печатную плату размером 170×240 мм, прикрепленную к металлической раме с направляющими для установки в блок. Рама изготовлена из сплава АЛ-2 литьем под давлением. Технические характеристики платы: общее число слоев — 9, число сигнальных слоев — 4, число отверстий сквозной металлизации — 1500, шаг трассировки — 1,25 мм.

Блок представляет собой металлический каркас размером 220×115×320 мм, собранный из деталей, изготовленных литьем под давлением, и закрепленную в задней части каркаса объединительную многослойную печатную плату с разъемами для подсоединения ячеек. В каждом блоке размещается шесть ячеек.

Шкаф содержит 12 секций по четыре блока. Габариты шкафа: 1200×1930×550 мм.

При монтаже машины на местах эксплуатации шкафы объединяются в модули (не более восьми шкафов в каждом). При этом два базовых модуля имеют постоянный состав, а остальные укомплектовываются в зависимости от заданной комплектации.

Программное обеспечение

Операционная система:

- реальный масштаб времени (РМВ), режим разделения времени (РВ), пакетная обработка;
- 4 задания РМВ, 26 заданий РВ;
- многосеансовое выполнение до 250 заданий;
- устранение последствий сбоев и резервирование.

Система программирования и отладки:

- ассемблеры, Т-язык;
- алгоритмический язык высокого уровня, ориентированный на векторные вычисления;

— интерактивный режим отладки заданий РВ и РМВ в понятиях используемого языка.

А также — файловая система, система документирования, библиотека типовых программ, система технического обслуживания.

Технико-эксплуатационные характеристики

Занимаемая площадь (на каждый модуль из восьми шкафов) — 20 кв. м.

Потребляемая мощность от сети 400 Гц, 220 В (на каждый модуль) — 25 кВт.

Среднее время безотказной работы: по ТЗ — 60 ч; по результатам эксплуатации — 200 ч.

ОТЗЫВЫ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

«...ЭВМ М-13... — преемник ЭВМ М-10. В общих чертах переход от архитектуры ЭВМ М-10 к архитектуре ЭВМ М-13 состоит в том, что был исключен параллелизм на уровне команд и при этом, дополнительно к распараллеливанию, была введена конвейеризация на уровне данных... Эта машина является первой отечественной векторно-конвейерной ЭВМ...».

*Б.А. Головкин. Эволюция параллельных архитектур и машины серии М
// Вопросы радиоэлектроники. Сер. ЭВТ, 1993, вып. 2, с. 18*

Е. Н. Филинов

Система малых ЭВМ (СМ ЭВМ)



С 1974 г. стержнем научно-технической политики Минприбора СССР в области средств вычислительной техники стало создание Системы малых ЭВМ (СМ ЭВМ). Именно в этом году решением Межправительственной комиссии по сотрудничеству социалистических стран в области вычислительной техники (МПК по ВТ) головной организацией по СМ ЭВМ был определен Институт электронных управляющих машин (ИНЭУМ, а генеральным конструктором СМ ЭВМ назначен Б.Н. Наумов. Комплексом научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по СМ ЭВМ занималось более 30 институтов и предприятий СССР, Болгарии, Венгрии, ГДР, Кубы, Польши, Румынии и Чехословакии.

СМ ЭВМ была построена как агрегатная система технических и программных средств вычислительной техники, нормативного, методического, эксплуатационного обеспечения и стандартов. Таким образом обеспечивалась рациональная совместимость и унификация системных, архитектурных, схмотехнических и конструктивных решений.

Авторитет и роль ИНЭУМ как головной организации по СМ ЭВМ, в создании которой участвовало несколько десятков организаций и предприятий сотрудничавших стран, были поддержаны опытом и квалификацией инженерной школы малых ЭВМ И. С. Брука и школы построения систем машин и агрегатных комплексов, формировавшейся под руководством Б. Н. Наумова.

Б. Н. Наумов в качестве генерального конструктора СМ ЭВМ вел последовательную линию на принятие международных стандартов на интерфейсы аппаратуры, системы программирования СМ ЭВМ, конструктивы, определяющие типоразмеры печатных плат, панелей и стоек. Единые стандарты и нормативы обеспечили сопряжение устройств разных изготовителей в составе комплексов.

Предложенные принципы технологии и стандарты СМ ЭВМ охватывали все аспекты унификации элементов, узлов и устройств, конструкций, моделей ЭВМ и комплексов на их основе, программных средств с учетом технологий и мощности отечественной промышленности. Это позволило организовать крупносерийное производство и создание прикладных систем на базе СМ ЭВМ. Без этой нормативной базы, с самого начала разработанной Советом главных конструкторов (СГК СМ ЭВМ), было бы

невозможно обеспечить крупносерийное промышленное производство СМ ЭВМ на специализированных предприятиях, находящихся в разных странах. Большую роль в согласовании нормативной базы сыграли секции специалистов СГК СМ ЭВМ, которыми руководили М. А. Боярченков, А. Н. Кабалевский, В. П. Семик, Е. Н. Филинов, С. Н. Хрущев, Т. Д. Чернина.

Сформированная научно-техническая политика была закреплена решениями о применении международных стандартов, стандартами СЭВ, государственными и отраслевыми стандартами.



Инженеры-разработчики СМ ЭВМ

При разработке СМ ЭВМ было принято несколько общих принципов, важнейшими из которых стали:

- обеспечение преемственности в прикладном программном обеспечении (ПО) по отношению к ЭВМ и УВК, выпускавшимся ранее, — моделям АСВТ-М: М-400 (СМ-3, СМ-4, СМ-1300, СМ-1420), М-5000 (СМ-1600), М-6000/7000 (СМ-1, СМ-2, СМ-1210, СМ-1634), «Мир» (СМ-1410);
- построение систем с разделением функций, использующих универсальные и специализированные процессоры СМ ЭВМ;
- широкое применение микропрограммного управления для реализации основных функций процессоров и контроллеров;
- применение программируемых контроллеров периферийного оборудования;
- общая для ряда моделей номенклатура периферийного оборудования за счет стандартных интерфейсов периферийных устройств и устройств связи с объектом;
- развитая номенклатура адаптеров передачи данных для сопряжения СМ ЭВМ с линиями связи в соответствии с международными стандартами;
- средства сопряжения СМ ЭВМ с ЕС ЭВМ в гетерогенных системах (например, эмуляции терминалов ЕС ЭВМ на СМ ЭВМ и др.);
- построение проблемно-ориентированных комплексов, выпускаемых промышленностью на базе моделей СМ ЭВМ, таких как: специфицированные управляющие вычислительные комплексы (УВК), поставляемые заводами



УВК СМ-1420

по спецификациям заказчиков; измерительно-вычислительные комплексы (ИВК) с аппаратурой САМАС или АСЭТ ГСП; автоматизированные рабочие места (АРМ) для САПР в машиностроении, радиоэлектронике и строительстве; — единые для всех средств СМ ЭВМ конструктивы, соответствующие стандартам Международной электротехнической комиссии (МЭК).

ИВК, созданные на базе СМ ЭВМ, средств САМАС или АСЭТ, были ориентированы на автоматизацию сложных экспериментов в реальном времени в различных областях науки и техники. Гибкость и модульность средств СМ ЭВМ, наличие развитых средств сопряжения с ЭВМ при проведении экспериментов в стандартах САМАС или АСЭТ, наличие проблемно-ориентированных системных и прикладных программных средств СМ ЭВМ обеспечили широкое использование ИВК в системах автоматизации научных исследований, в первую очередь в институтах АН СССР.

Появление СМ ЭВМ позволило в принципе изменить концепцию автоматизированных рабочих мест (АРМ) в САПР. Ранее САПР строились на базе больших много-терминальных ЭВМ, действующих, как правило, в пакетном режиме. Этим объяснялась низкая эффективность процесса проектирования. АРМ на базе СМ ЭВМ позволили значительно повысить эффективность, обеспечив диалоговый режим проектирования, получение результатов проектирования в удобной форме, возможность ввода, редактирования и вывода графических изображений, схем и чертежей. В состав АРМ входил широкий набор базового программного обеспечения машинной графики (ГРИС, ГКС, ИРГИС и др.). Наибольшее распространение получили АРМ, разработанные ИНЭУМ совместно с предприятиями Минрадиопрома, Минавиапрома, Миноборонпрома, Минприбора для радиоэлектроники (АРМ-Р), машиностроения (АРМ-М), строительного проектирования (АРМ-С), обработки экономической информации (АРМ-Э).

В составе СМ ЭВМ было создано несколько семейств микро- и мини-ЭВМ, управляющих и вычислительных комплексов на базе этих ЭВМ.

Семейство УВК СМ-1, СМ-2, СМ-1210 класса 16-разрядных мини-ЭВМ

Модели этого семейства обладали полной программной совместимостью с М-7000 и односторонней совместимостью с М-6000 на уровне перемещаемых программ. Процессоры СМ1П и СМ2П были построены с использованием принципа микропрограммного управления, обеспечивающего проблемную ориентацию системы команд за счет изменения содержимого микропрограммной памяти.



УВК СМ-2

Комплексы СМ-1 и СМ-2 компоновались заводом-изготовителем по спецификации заказчика на базе процессоров СМ1П, СМ2П и агрегатных модулей из номенклатуры СМ ЭВМ. Использовались периферийные устройства и устройства связи с объектом комплексов М-6000/М-7000 благодаря полной совместимости с ними по интерфейсу ввода-вывода. Обеспечивалось сопряжение СМ-1 и СМ-2 с ЕС ЭВМ, системой САМАС, агрегатными комплексами ГСП: АСЭТ, АСКР, АСТМ, КТС ЛИУС и др.

Программное обеспечение УВК СМ-1 и СМ-2, построенное по модульному принципу, позволяло компоновать программные системы в соответствии с требуемыми режимами работы и выполняемыми функциями на заданной конфигурации технических средств. В составе программного обеспечения были предусмотрены:

- различные комплекты микропрограмм;
- однозадачная операционная система (ОС);
- многозадачная однопроцессорная ОС, обеспечивавшая приоритетную организацию выполнения задач и защиту памяти;
- многозадачная мультипроцессорная ОС для УВК СМ-2, обеспечивавшая выполнение на двух процессорах двух старших по приоритету задач;
- операционные системы М-6000, адаптированные к однопроцессорным конфигурациям СМ-1 и СМ-2 с объемом оперативной памяти не более 32 Кслов;
- библиотеки подпрограмм;
- проблемно-ориентированный пакет макроопределений, позволяющий проектировщику АСУТП компоновать системы сбора, анализа и обработки технологической информации;



УВК СМ-1300

— система подготовки прикладных программ на мнемосокодах М-6000 и М-7000, макроязыке СМ-1 и СМ-2 (уровня макроассемблера), языках Фортран-II, Фортран-IV, диалекте Алгол-60 и языке Бейсик.

Разработка этого семейства была выполнена НПО «Импульс» (Северодонецк) под руководством В. В. Резанова и В. М. Костелянского. Серийный выпуск освоили Северодонецкий приборостроительный завод и ПО «Орловский

завод УВМ им. К. Н. Руднева». На объекты было поставлено около 17 тыс. УВК СМ-1, СМ-2, СМ-1210, из них более 10 тыс. — для систем управления процессами. Наиболее широко они использовались в системах энергетического и военного назначения. Например, на космодроме Байконур было установлено свыше 100 таких комплексов.

Семейство УВК СМ-3, СМ-4, СМ-1420, СМ-1425 класса 16-разрядных мини-ЭВМ

Модели этого семейства обладали программной совместимостью с М-400 и семейством PDP-11 фирмы Digital Equipment Corp. (DEC).

Основная особенность архитектуры ЭВМ этого семейства — однотипная организация связей процессора с оперативной памятью и контроллерами внешних устройств на основе стандартного 16-разрядного системного интерфейса «Общая шина» (ОШ). Эта особенность позволила достаточно просто реализовать внепроцессорные обмены данными внешних устройств как с оперативной памятью, так и между собой с целью повышения производительности.

В процессорах СМ3П, СМ4П и контроллерах применялся микропрограммный принцип управления. Система команд предусматривала безадресные, одноадресные и двухадресные команды (всего 12 режимов адресации). Кроме операций над 16-разрядными словами, могли выполняться операции над байтами, что существенно повышало производительность при обработке символьной информации. Была аппаратно реализована возможность организации стека в оперативной памяти,

также направленная на повышение производительности. Кроме того, предусматривалась приоритетная пятиуровневая система прерываний.

Модель СМ-1410, входившая в состав семейства, обладала программной совместимостью с ЭВМ для инженерных расчетов серии «Мир», благодаря наличию в этой машине, наряду с основным процессором СМ4П, еще одного процессора, интерпретировавшего алголоподобный язык программирования Аналитик.



Мини-ЭВМ СМ-4

СМ-1420 — основная модель семейства на базе процессора СМ4П. Вычислительный комплекс СМ-1425, являвшийся развитием СМ-1420, имел более развитые архитектурные возможности, в частности в нем применялся 22-разрядный магистральный параллельный интерфейс (МПИ).

В состав программного обеспечения (ПО) семейства были включены:

- дисковая и резидентная в оперативной памяти операционные системы (СМ-3);
- семейство совместимых мультипрограммных операционных систем реального времени (ОС РВ) с большим числом уровней приоритета для различных конфигураций технических средств (СМ-4, СМ-1420, СМ-1425);
- дисковая диалоговая многотерминальная ОС с разделением времени ДИАМС;
- однопользовательская дисковая фоновно-оперативная базовая операционная система ФОБОС;
- инструментальная мобильная операционная система ИНМОС (ОС типа Unix);
- реляционная СУБД;
- пакет программных модулей, расширяющих возможности ОС по телеобработке данных и позволяющих реализовать распределенные иерархические системы на базе М-4030 или ЕС ЭВМ и комплексов СМ-3, СМ-4;
- пакеты программ обработки графической информации;
- системы программирования, включающие трансляторы с языков: Ассемблер, макроассемблер, Фортран-IV, Бейсик и диалоговый язык ДС СМ;
- процедурно-ориентированные пакеты прикладных программ, реализующих различные математические методы;



УВК СМ-4

— проблемно-ориентированные пакеты прикладных программ, в том числе для управления лабораторными экспериментами, для использования в медицине, для обработки данных экономического характера.

В работах ИНЭУМ по СМ ЭВМ значительное внимание уделялось специализированным процессорам, которые повышали производительность вычислительных комплексов для конкретного класса решаемых задач. Разрабатывая архитектуру этого семейства, А. Н. Кабалевский

и В. П. Семик предложили оригинальные принципы построения систем с разделением функций. Благодаря этому, используя доступную в то время элементную базу, удалось реализовать двухпроцессорные комплексы на базе универсальных и спецпроцессоров.

Среди них следует отметить комплекс на основе СМЗП/СМ4П и спецпроцессора быстрых преобразований Фурье (СПФ), разработанный ИНЭУМ совместно с Институтом радиотехники и электроники (ИРЭ) АН СССР и используемый для обработки радиолокационных изображений поверхности планеты Венера. Для этого крупномасштабного исследования, проведенного специалистами АН СССР под руководством академика В. А. Котельникова, требовалась вычислительная мощность, эквивалентная мощности суперЭВМ, которой ИРЭ АН СССР в то время не располагал. Задачу удалось решить с помощью мини-ЭВМ, расширенной блоком СПФ.

Другой пример — параллельный матричный процессор (ПМП) для решения задач фильтрации, операций над векторами и матрицами, выполнения Фурье-преобразований. Для САПР сверхбольших интегральных схем был разработан спецпроцессор логического моделирования цифровых схем. Оригинальная конвейерная архитектура этого спецпроцессора обеспечивала ускорение моделирования по сравнению с ЭВМ общего назначения примерно в 1000 раз.

Приведенные выше данные о машинах СМ-3, СМ-4, СМ-1420, СМ-1425 свидетельствуют о том, что они не были копиями зарубежных прототипов, но при этом обеспечивали программную совместимость с семейством мини-ЭВМ, наиболее распространенным на Западе в то время.

«Бытует мнение, — говорил Б. Н. Наумов, — что ЕС ЭВМ и СМ ЭВМ представляли собой копии зарубежных образцов. Это мнение является ошибочным. ЭВМ Единой системы, так же как и СМ ЭВМ, существенно отличаются от аналогичных зарубежных ЭВМ хотя бы уже потому, что они созданы на базе нашей отечественной технологии, а она не адекватна зарубежной. При разработке моделей ЕС и СМ ЭВМ была поставлена цель обеспечить в максимальной мере их совместимость с ЭВМ, разработанными в других странах. Такая цель вполне оправдана, поскольку в противном случае наша вычислительная техника была бы изолирована от мировых достижений в области компьютерной технологии и, в частности, принципиально не имела бы доступа к накопленному в мире программному обеспечению».



YBK СМ-1425

Разработка семейства была выполнена ИНЭУМ при активном участии специалистов Киевского НПО «Электронмаш» под руководством Б. Н. Наумова, М. А. Боярченкова, В. Г. Захарова, А. Н. Кабалевского, Е. Н. Филинова. Большой вклад в разработку внесли киевляне В. А. Афанасьев, С. С. Забара, А. Е. Пилипчук, Э. И. Сакаев.

Серийное производство было освоено московским заводом «Энергоприбор» (комплексы СМ-3, СМ-1300) и Киевским заводом Вычислительных и управляющих машин (ВУМ) (комплексы СМ-3 с 1978 г., СМ-4 с 1979 г., СМ-1420 с 1983 г., СМ-1420-1 с 1985 г., СМ-1425 с 1989 г.).

В 1981 г. за разработку и организацию серийного выпуска СМ-3 и СМ-4 группа ведущих специалистов во главе с Б. Н. Наумовым была отмечена Государственной премией СССР в области науки и техники.

Семейство вычислительных комплексов СМ-1600

Это семейство обладало программной совместимостью с моделью М-5000 АСВТ-М. Совместимость обеспечивалась двухпроцессорной конфигурацией комплекса на базе процессора СМ4П и процессора, реализующего систему команд М-5000.

Разработку СМ-1600 осуществил ИНЭУМ (Б. Н. Наумов, А. Н. Кабалевский, В. П. Семик) совместно с СКБ Вильнюсского завода счетных машин (А. М. Немеякшис, С. И. Сидарас). Серийное производство было освоено литовским ПО «Сигма».



УВК SM-1420

Семейство 32-разрядных вычислительных комплексов SM-1700

Модели этого семейства обладали программной совместимостью с семейством VAX-11 фирмы Digital Equipment и односторонней совместимостью с 16-разрядными моделями семейства: SM-3, SM-4, SM-1420, SM-1425.

Архитектура SM-1700 поддерживала организацию виртуальной памяти, реализуемую с помощью контроллера управления памятью.

Система команд предусматривала операции над битовыми полями переменной длины, байтами, 32-разрядными словами и двойными словами. Некоторые команды предназначались для работы с целыми числами длиной 64 и 128 разрядов. Для чисел с плавающей запятой было предусмотрено пять форматов данных, с помощью которых обеспечивалась различная точность вычислений.

Арифметико-логический процессор, процессор с плавающей запятой, контроллер управления памятью, контроллер дисков и многофункциональный контроллер связи для управления устройствами ввода-вывода через системный интерфейс ОШ были микропрограммными.

В качестве системного интерфейса в модели SM-1700 был применен интерфейс ОШ, обеспечивавший совместимость с аппаратурой семейства SM-3/SM-4. В модели SM-1702 применялся интерфейс МПИ, также принятый в SM ЭВМ как стандартный.

Развитая система прерываний обеспечивала 15 уровней программно-генерируемых прерываний, что значительно упростило взаимодействие и синхронизацию процессов и процедур в ОС.

В составе семейства SM-1700 для применения в САПР был предусмотрен комплекс моделирования цифровых схем. Периферийный субкомплекс, работавший под управлением центрального ядра SM-1700, имел параллельную многопроцессорную организацию с распределенной по процессорам памятью программ и памятью данных. Он состоял из набора специализированных процессоров вентильного (ПВМ SM) и функционального (ПФМ SM) моделирования. С помощью этого комплекса в САПР СБИС успешно решались задачи верификации схем, отладки микропрограмм

и подготовки данных для постоянных запоминающих устройств (ПЗУ), программируемых логических матриц (ПЛМ), проверки корректности и полноты тестов БИС и СБИС, синтеза тестов, построения диагностических словарей.

В составе программного обеспечения СМ-1700 были предусмотрены:

- операционная система МОС ВП, поддерживающая виртуальную память;
- программные средства, поддерживающие совместимость МОС ВП с ОС РВ семейства СМ-3/СМ-4;
- сетевое ПО для локальных и территориально распределенных сетей ЭВМ;
- программные средства машинной графики, отвечающие международным стандартам на 2D- и 3D-графику;
- пакеты прикладных программ различного назначения.

Разработка семейства СМ-1700 проводилась под руководством Н.Л. Прохорова, генерального конструктора СМ ЭВМ (с 1984 г.).

Модель СМ-1700 была разработана ИНЭУМ (В.И. Фролов, В.В. Родионов) совместно с литовским ПО «Сигма» (А.Б. Чуплинскас, А.И. Драсутис, С.И. Сидарас, Б.Беляускас). В том же ПО «Сигма» было освоено серийное производство и в 1987–1990 гг. выпущено 3 тыс. комплектов СМ-1700.

Модель СМ-1702 была разработана ИНЭУМ совместно с киевским НПО «Электронмаш», в 1989 г. начавшим ее серийный выпуск.



УВК СМ-1700

Семейство УВК СМ-1800 на базе микроЭВМ

Первые модели этого семейства представляли собой 8-разрядные микроЭВМ на базе микропроцессора КР580, построенные по магистрально-модульному принципу с системным интерфейсом И-41 (Multibus), принятым в качестве стандарта СМ ЭВМ. В состав моделей СМ-1800 входили:

- три типа модулей процессоров;
- два модуля оперативной памяти (32 Кбайт и 64 Кбайт слов);
- два модуля постоянной памяти (4 Кбайт и 8 Кбайт слов) и модуль ППЗУ с ультрафиолетовым стиранием;



Микро-ЭВМ СМ-1810

- свыше 60 типов модулей устройств связи с объектом, в том числе модули связи с приборным интерфейсом по ГОСТ 26.003–80;
- модули межмашинного обмена, обеспечивающие использование СМ-1800 совместно с ЭВМ верхнего уровня АСУ в качестве интеллектуальных устройств сопряжения с объектом, абонентских пунктов, концентраторов, фронтальных процессоров, а также в качестве коммутационных узлов в сетях ЭВМ;
- модуль связи с интерфейсом ОИ для обмена данными по прямому доступу между СМ-1800 и СМ-1420, СМ-1700;

- сетевые микропроцессорные адаптеры (СМА), реализующие протоколы физического и логического уровней сетей передачи данных с пакетной коммутацией X.25;
- модули отображения информации, предназначенные для преобразования символьной и графической информации в видеосигнал стандартных видеоконтрольных устройств;
- модули — контроллеры устройств внешней памяти и ввода-вывода информации.

Модель СМ-1804 являлась вариантом СМ-1800 в промышленном исполнении для использования на предприятиях с ограниченным доступом обслуживающего персонала.

Модель СМ-1810 представляла собой 16-разрядную микроЭВМ на базе микропроцессора К1810. Архитектура СМ-1810 предусматривала применение системного интерфейса И-41 с расширением его адресной шины до 24 разрядов, организацию страничной памяти. Центральный процессор этой модели МЦП-16 имел локальное двухвходовое ОЗУ объемом 256 Кбайт и ППЗУ для хранения программ и констант объемом 64 Кбайт. Он обеспечивал поддержку стандартных интерфейсов И-41, ИРПР-М и стыка С2. Предусматривалась возможность подключения арифметического сопроцессора и 8-разрядного модуля МЦП-1 в качестве процессора ввода-вывода, обеспечивающего сопряжение с модулями из состава СМ-1800.

Модель СМ-1814 — это вариант СМ-1810 в промышленном исполнении.

Модель СМ-1820 — 32-разрядная микроЭВМ на базе микропроцессора 80386 фирмы Intel. В качестве магистрального системного интерфейса И-42 был принят стандарт Института инженеров по электротехнике и электронике (IEEE).

Модель СМ-1820М на базе микропроцессора Pentium фирмы Intel реализована на основе системного интерфейса Compact PCI, ставшего в настоящее время стандартом де-факто. Архитектура и конструктивное исполнение УВК СМ-1820М обеспечивают возможность широкого применения в различных сферах народного хозяйства, в частности в атомной энергетике.

Программное обеспечение семейства СМ-1800 включало в себя:

- операционные системы общего назначения (Микрос-86, ДЕМОС, МДОС);
- инструментальные операционные системы (ДОС 1810, БОС 1810);
- исполнительные ОС реального времени (ОС СФП, БОС 1810).

Разработка моделей этого семейства была проведена в ИНЭУМ под руководством Н. Л. Прохорова при активном участии специалистов киевского ПО «Электронмаш». Серийное производство освоили завод ВУМ (Киев), НПО «ЭЛВА» (Тбилиси), Орловский завод УВМ им. К. Н. Руднева, Черновицкое ПО «Электронмаш». В 1981–1990 гг. было выпущено более 11 тыс. УВК СМ-1800, СМ-1803, СМ-1804, а в 1987–1990 гг. — более 18 тыс. УВК СМ-1810, СМ-1814, СМ-1820.

Г. Д. Смирнов

Персональные ЭВМ Единой системы и семейства ВМ



Типы ЭВМ

ЕС-1840, ЕС-1841, ЕС-1842, ЕС-1843, ЕС-1845, ЕС-1849, ЕС-1850, ЕС-1851, ЕС-1855, ЕС-1863, ЕС-1864, ЕС-1865, ВМ2001, ВМ2002, ВМ2301, ВМ2005, ВМ2500, ВМ3500.

Разработчики

Главные конструкторы: ЕС-1840, ЕС-1841 — В. Я. Пыхтин; ЕС-1842 — А. П. Запольский; ЕС-1849, ЕС-1855, ЕС-1863, ЕС-1864, ВМ2005, ВМ2500, ВМ3500 — В. В. Витер; ЕС-1851, ВМ2001, ВМ2002, ВМ2301 — В. М. Григоренко.

Основные исполнители в разработке и подготовке производства: В. Б. Шкляр, А. И. Чистяков, М. Б. Темкин, Г. Б. Свицерский, В. П. Ильин, А. С. Григорьев, Л. Л. Древогень.

Организации

Организация-разработчик: НИИЭВМ, Минск.

Заводы-изготовители: Минское производственное объединение вычислительной техники, Кишиневский завод ПЭВМ, Брестский электромеханический завод.

Ведомство: Министерство радиопромышленности СССР.

Год окончания разработки

- ЕС-1840 — 1986
- ЕС-1841 — 1987
- ЕС-1842, ЕС-1845 — 1988
- ЕС-1850–1989
- ЕС-1843, ЕС-1849 — 1990
- ЕС-1863, ЕС-1864, ЕС-1851, ЕС-1855 — 1991
- ЕС-1865 — 1992
- ВМ2001, ВМ2002 — 1993
- ВМ2301, ВМ2005 — 1995
- ВМ2500, ВМ3500 — 1997

Период и объемы серийного производства

Минское производственное объединение вычислительной техники:

ПЭВМ	Год начала выпуска	Год окончания выпуска	Выпущено, шт.
ЕС-1840	1986	1989	7461
ЕС-1841	1987	1995	83937
ЕС-1842	1988	1996	10193
ЕС-1843	1990	1993	3012
ЕС-1849	1990	1997	4966
ЕС-1851	1991	1997	3142
ЕС-1863	1991	1997	3069
ВМ2001	1994	-	1074
ВМ2002	-	-	-

Брестский электромеханический завод. Начало производства: ЕС-1845 — 1989 г., ЕС-1855 — 1992 г. Количество выпущенных ПЭВМ — более 2000 шт.

ГП НИИЭВМ с 1990 г. является производителем и поставщиком ПЭВМ ВМ2002 («ОРИОН Р5»), ВМ2301, ВМ2005, ВМ2500, ВМ3500.

Область применения и основные характеристики

ЕС-1840: разрядность — 16 бит; память — до 1 Мбайт; микропроцессор — К1810ВМ86 (аналог i8086); тактовая частота — 5 МГц; совместимость с IBM PC; накопитель на гибких магнитных дисках (НГМД) типа ЕС-5324, ЕС-5088, ЕС-5089; клавиатура — 90 клавиш; дисплей — 31 см, монохроматический, 80 знаков на 25 строк; матричное печатающее устройство — ЕС-7189 или МР80; интерфейсы: параллельный — Centronics; последовательный — С2.

ЕС-1841: разрядность — 16 бит; память — до 1,5 Мбайт; микропроцессор — К1810ВМ86 (аналог i8086); тактовая частота — 5 МГц; совместимость с ЕС-1840, IBM PC; НГМД — 2 шт.; накопитель на магнитных дисках (НМД) типа «винчестер» емкостью 10 Мбайт; клавиатура — 92 клавиши; дисплей — черно-белый с 16 градациями яркости или цветной; матричное печатающее устройство; интерфейсы: параллельный порт (Centronics) и последовательный (стык С2).

ЕС-1842: разрядность — 16 бит; память — до 2 Мбайт; микропроцессор — K1810BM86M (с эмуляцией i80286); тактовая частота — до 10 МГц; совместимость с IBM PC XT, IBM PC AT; НГМД — 2 шт.; НМД типа «винчестер» емкостью 20 Мбайт; клавиатура — 93 клавиши; дисплей — черно-белый или цветной; матричное печатающее устройство; манипулятор ввода графической информации типа «мышь»; модули профессиональной ориентации (МПО) — ввод-вывод дискретных сигналов, ввод-вывод аналоговых сигналов, связь с системой КАМАК; цифровой синтезатор речевых сообщений; связь с интерфейсом И41; масштабирование и коммутация аналоговых сигналов; ввод-вывод частотно-временных сигналов; гальванические развязки аналоговых сигналов; внутренний интерфейс комплексов ЕС-7920.01 и ЕС-7920.11; локальная вычислительная сеть (ЛВС).

ЕС-1843: разрядность — 16 бит; память — до 4 Мбайт; тактовая частота — до 8 МГц; аналог IBM PC AT.

ЕС-1849: разрядность — 16 бит; память — до 7 Мбайт; микропроцессор — тип i80286 с сопроцессором i80287; тактовая частота — 12 МГц; совместимость с IBM PC AT; дальнейшее развитие НГМД, в том числе 89 мм; НМД — до 40 Мбайт, в том числе 89 мм; видеомонитор — CGA, EGA, VGA.

ЕС-1850: аналог IBM XT/370 с обеспечением совместимости с ЕС ЭВМ и IBM 370; разрядность — 16/32 бит; память — до 2 Мбайт; тактовая частота — 2,5 МГц.

ЕС-1851: дальнейшее развитие ЕС-1841, ЕС-1842, ЕС-1843 с обеспечением полной (программной, аппаратной и конструктивной) совместимости с IBM PC/XT, что позволяло использовать в составе ПЭВМ адаптеры и модули ведущих компьютерных фирм, а также программные продукты и аппаратные средства, разработанные другими компьютерными фирмами, например Compaq Desk PRO (ЕС-1851.01 и ЕС-1851.02).

ЕС-1863: разрядность — 16 бит; конструктивная и программная совместимость с ПЭВМ IBM PC/AT-386 SX; микропроцессор — i80386SX; память — до 16 Мбайт; тактовая частота — 20 МГц; дисплей — EGA или VGA.

ЕС-1864: разрядность — 32 бит; конструктивная и программная совместимость с ПЭВМ типа IBM PC/AT; микропроцессор — 32-разрядный типа i80486DC (DX2); память — до 32 Мбайт; тактовая частота — 33(66) МГц; НМД — не менее 200 Мбайт; дисплей — суперVGA; манипулятор графической информации. ПЭВМ типа ЕС специального назначения с приемкой «5».

ЕС-1845 — аналог ЕС-1841 для специального применения.

ЕС-1855 — аналог ЕС-1842 для специального применения.

ЕС-1865 — аналог ЕС-1850 для специального применения.

ЕС-1855.М: микропроцессор — от i80486DX2–66 до Pentium 200; емкость ОЗУ — от 16 Мбайт; емкость кэш-памяти — от 256 Кбайт; емкость видеопамяти — от 512 Кбайт; видеомонитор — по желанию заказчика (возможен двухмониторный вариант); внешняя память: НГМД 3,5” — 1,44 Мбайт, НГМД 5,25” — 1,2 Мбайт, НМД 3,5” — от 1 Гбайт (интерфейс IDE); интерфейсы — RS-232, 2 шт., и Centronics; манипулятор графической информации типа «мышь»; электропитание — однофазная сеть переменного тока: 220 В, 50 Гц.



ПЭВМ ЕС-1841-1

ПЭВМ ЕС-1855.М предназначена для обработки секретной и конфиденциальной информации при автономном применении, при использовании в вычислительных системах, системах телеобработки по открытым и закрытым каналам связи и в локальных вычислительных сетях (ЛВС) с повышенными возможностями по разграничению доступа и защите от несанкционированного доступа. Может быть укомплектована адаптерами, обеспечивающими работу: в ЛВС различных типов, с аппаратурой передачи данных (Т-235, АИ-010), с ЭВМ ЕС и РВ (в том числе с возможностью эмуляции различных периферийных устройств указанных ЭВМ), а также с комплексом средств системы единого времени (СЕВ). ПЭВМ ЕС-1855.М может комплектоваться программно-аппаратным комплексом для обеспечения идентификации и аутентификации пользователя с помощью дактилоскопического устройства или Touch Memory, работающих совместно с системой Secret Net, что позволяет добиться высокой степени защиты информации от несанкционированного доступа (в том числе разграничение доступа); имеет технические средства, обеспечивающие повышенные характеристики по защите от выноса информации (для объектов 2-й и 3-й категории), с предписанием на эксплуатацию; выполняется в корпусах двух типов:

- корпус типа Tower специального защищенного настольно-напольного исполнения, габариты — 536×281×630 мм, масса — не более 30 кг; для него разработаны амортизационные платформы для обеспечения эксплуатации ЕС-1855.М в составе подвижных объектов, размещенных на колесных шасси; работают на ходу;

— корпус типа Midi Tower защищенного настольного исполнения, габариты — 420×195×495 мм, масса — не более 20 кг; имеет современный дизайн.

Е-1855.01, Е-1855.02 — две модификации ПЭВМ ЕС-1855, обеспечивающие защиту информации по стандарту Tempst K1 и работоспособность в расширенном диапазоне температур и механических воздействий.

Модификация ЕС-1855.01 имеет напольный вариант исполнения и используется в стационарных условиях. Габариты базового блока — 281×536×630 мм.

Модификация ЕС-1855.02 размещается в транспортном средстве на колесной базе. Обеспечивает работоспособность при многократных ударах с пиковым ударным ускорением 15 g и длительности ударных импульсов 5–10 мс. Габариты базового блока — 390×275×475 мм. Рабочий диапазон температур: от –20 °С до 50 °С (зависит от вариантов комплектования). Питание — от промышленной сети 220 В или от источников постоянного тока: 12/24/38 В. Микропроцессор — от i80486 до Pentium. Оперативная память: 4–44 Мбайт. Видеомонитор — SVGA, электролюминесцентный, с разрешением 640×480/640×400 для жестких условий эксплуатации, промышленный/цветной/монохромный LCD. Накопители — HDD (IDE, SCSI), FDD. Клавиатура защищена от влаги и пыли (при необходимости).

Персональные ЭВМ семейства ВМ – ПЭВМ новой модификации

ВМ2001 — в основном предназначена для применения в составе учебных аппаратно-программных комплексов: ВМ2001 — для ученика (до 16 шт.), ВМ2001.02 — для учителя.

ВМ2002 («ОРИОН Р5») — высокопроизводительная микрокомпьютерная система на базе микропроцессора Pentium. Предназначена для использования в качестве базовой ПЭВМ при создании высокоэффективных средств автоматизации в различных областях профессиональной интеллектуальной деятельности человека, в том числе в качестве файл-сервера. Микропроцессор Pentium, Pentium II с тактовой частотой 200–333 МГц. Оперативная память — 32–384 Мбайт. Кэш-память — от 256 Кбайт.

Видеопамять видеоадаптера SVGA: 2–8 Мбайт. Интерфейсы: 8-разрядный (параллельный порт); синхронные (последовательные порты). Внешняя память: НГМД 3,5" — 1,44 (2,88) Мбайт; НМД (форматированная) — не менее 2,1 Гбайт (с интерфейсом IDE или SCSI); конструкция базового блока — башня и мини-башня. Электропитание: напряжение — 220 В (+22/–33), частота — 50 Гц. Условия эксплуатации:

- температура окружающего воздуха — 10–40 °С;
- относительная влажность воздуха при температуре 25 °С — 40–80 %;
- атмосферное давление — 84–107 кПа (630–800 мм рт. ст.).

ПЭВМ ВМ2301 — современная высокопроизводительная компьютерная система класса Notebook. Микропроцессор i80486 с тактовой частотой 33/66 МГц. Оперативная память — от 8 до 32 Мбайт в зависимости от исполнения. Внешняя память:

- НГМД, диаметр дискеты — 89 мм, емкость — не менее 1,44 Мбайт или 2,88 Мбайт;
- НМД типа «винчестер» с интерфейсом IDE, емкость — не менее 200 Мбайт.

Клавиатура поддерживает русский и латинский алфавиты, обеспечивается подключение внешней клавиатуры. Дисплей жидкокристаллический монохромный или цветной с пассивной матрицей в стандарте SVGA. Интерфейсы — параллельный порт (Centronics) и последовательный (стык С2).

Габариты — 297×225×45 мм, масса — 2,9 кг.

ВМ2005 — высокопроизводительная компьютерная система класса PC/AT. Предназначена для работы в качестве файл-сервера в различных сетях как основа для построения мощных графических станций, также в качестве высокопроизводительной рабочей станции. Микропроцессор Pentium с тактовой частотой 90/120 МГц, 32-разрядной шиной адреса, 64-разрядной шиной данных, обладает архитектурой, способной выполнять две команды за один цикл. 64-разрядная внешняя шина, отдельные 8-килобайтные кэши данных и команд, буферы записи, предсказание переходов, а также блок конвейерной обработки данных с плавающей запятой обеспечивают высокую скорость выполнения операций. Оперативная память — от 16 до 128 Мбайт в зависимости от исполнения.

Внешняя память:

- НГМД, диаметр дискеты — 133 мм, емкость — 1,2 Мбайт;
- НГМД, диаметр дискеты — 89 мм, емкость — не менее 1,44 (2,88) Мбайт;
- НМД типа «винчестер» с интерфейсом IDE или SCSI, емкость — не менее 540 Мбайт.

Клавиатура — 4 регистра (русский/латинский алфавиты, большие/малые буквы), 103 клавиши, в том числе 12 функциональных. Дисплей — SVGA, цветной с разрешением 1024×768. Матричное печатающее устройство: число знаков в строке — до 132; скорость печати — до 240 знаков в секунду.

Интерфейсы:

- параллельный порт (Centronics);
- последовательный синхронный (стык С2).
- последовательные порты.

Электропитание: напряжение — 220 В (+22/-33), частота — 50 Гц, потребляемая мощность — 0,18 кВт.

Условия эксплуатации:

- температура окружающего воздуха — 5–40 °С;
- относительная влажность воздуха при 25 °С — 40–80 %;
- атмосферное давление — 84–107 кПа (630–800 мм рт. ст.).

Полная аппаратно-программная совместимость с семейством PC/AT.

Соединители системной шины — AT-4 и PCI-2.

Размещение на обычном рабочем столе.

ПЭВМ ВМ3500 — возимая ПЭВМ автомобильного базирования. Предназначена для работы на подвижных средствах (легковых и грузовых автомобилях) на ходу и на стоянке. Обеспечивает работу с радиостанциями типа «Сапфир» по интерфейсу RS-232 через радиомодем. Микропроцессор — i80386SX/25, i80486SX/25.

ОЗУ — 64 Мбайт.

Экран — VGA, монохромный, электролюминесцентный; разрешение 640×400; яркость — 130 кд/мм.

Клавиатура — 80 клавиш.

Внешняя память:

- НГМД, диаметр дискеты — 89 мм, 1,44 Мбайт;
- НМД 2,5"/3,5" 80–700 Мбайт (интерфейс IDE);
- электронный диск на флэш-памяти 2–32 Мбайт;
- флэш-карта до (от 2 до 40 Мбайт) через разъем PCMCIA.

Интерфейсы: RS 232–2 (один для работы с радиомодемом), Centronics-1. При использовании PCMCIA: сети Ethernet, Arcnet, Faxmodem и т.д. Масса — 7 кг. Рабочий температурный диапазон — 20–50 °С и от –40 °С до 85 °С.

Рабочий диапазон механических нагрузок: 20 г — удар, 5 г — вибрация; атмосферное давление — 84–107 кПа (630–800 мм рт. ст.).

Питание — автомобильный аккумулятор постоянного тока 12/24/36/72 В; в стационаре — сеть переменного тока 85–264 В.

Технические средства ПЭВМ обеспечивают защиту обрабатываемой информации от побочного электромагнитного излучения и наводок (ПЭМИН). Конструкция ПЭВМ позволяет устанавливать ее на передней панели легкового автомобиля рядом с водителем и быстро снимать в автомобилях типа УАЗ-469, «Москвич-2141», «Жигули» всех модификаций. Область применения: патрульные машины МВД, ГАИ (ГИБДД), машины скорой помощи, пограничные и пожарные машины, другие специальные транспортные средства.

Конструкция и технологии

Организация крупносерийного производства ПЭВМ потребовала создания в составе Минского производственного объединения вычислительной техники отдельного завода. В области техники наиболее широко использовались конвейерные методы сборки и наладки. Особое внимание уделялось электротермотренировкам, входному контролю комплектующих изделий, для чего была создана целая гамма стендов. Наиболее характерным было применение подвешного конвейера с постоянным питанием, на котором изготовленные и налаженные машины подвергались 24- или 48-часовому прогону во включенном состоянии. Для механообработки применялись традиционные технологические процессы с определенной долей автоматизации. В производстве пластмассовых деталей применялись методы двойного прессования для изготовления деталей клавиатуры.

Внешние устройства. Элементная база

До начала 1990-х годов в комплектацию входили в основном периферийные устройства производства предприятий СССР и стран социалистического содружества. В последних моделях используются лучшие устройства зарубежных фирм. В первых ПЭВМ ЕС ЭВМ (до 1992 г.) применялась элементная база отечественных производителей Минэлектронпрома СССР. Последние ПЭВМ в основном строятся на элементной базе Intel и других западных фирм.

Ю. В. Рогачев

Персональная ЭВМ «Агат»



ЭВМ «Агат» была первым разработанным в СССР и освоенным в серийном производстве персональным компьютером (ПК). Ее серийное изготовление начал в 1984 г. Лианозовский электромеханический завод (директор К.В. Агафонов). Позднее к изготовлению подключились Волжский завод электронно-вычислительной техники (Волжский завод «ЭВТ») и Загорский электромеханический завод.

1. Главный конструктор: к.т.н. А. Ф. Иоффе; ведущие разработчики: А. О. Петров, В. В. Нэллин, В. Г. Кудрявцев; ведущие программисты: А. Ю. Кривцов, А. Андронов, Г. А. Кривошеев, С. В. Лисин.
2. Организация-разработчик: Научно-исследовательский институт вычислительных комплексов (НИИВК).
3. Заводы-изготовители: Лианозовский электромеханический завод (Москва), Волжский завод «ЭВТ» (г. Волжский Волгоградской области), Загорский электромеханический завод (г. Загорск Московской области) Министерства радиопромышленности СССР.
4. Год окончания разработки: 1982.
5. Годы разработки основного программного обеспечения: 1982–1983.
6. Год начала серийного производства: 1984.

Описание машины

Персональная ЭВМ «Агат» представляет собой 8-разрядную универсальную микроЭВМ, ориентированную на пользователей, не имеющих профессиональных навыков работы с ЭВМ, и предназначенную для диалогового режима работы с высокой степенью интерактивности. Может быть использована в административной деятельности, в сфере обслуживания, культуры, здравоохранения, образования, для личного пользования, а также для автоматизации лабораторных исследований, создания диалоговых информационно-справочных систем, сбора обработки и хранения данных и решения многих других задач.

Отличительной особенностью ПЭВМ «Агат» является модульный принцип реализации конструктивных, функциональных и архитектурных возможностей. В зависимости от комплектации и конструктивных решений предусмотрено несколько модификаций: «Агат-4», «Агат-7», «Агат-8», «Агат-9».

В комплект ПЭВМ «Агат» входят:

- системный блок;
- блок клавиатуры;
- видеомонитор;
- печатающее устройство (поставляется по заявке).

Основные технические данные первых трех модификаций

- Разрядность — 8 бит (микропроцессор типа СМ630Р — аналог микропроцессора MCS 6502).
- Производительность (регистр–регистр) — 300 тыс. оп/с.
- Объем ОЗУ — 32; 64; 128 Кбайт.
- Объем ПЗУ — 16 Кбайт.
- Внешняя память — НГМД ЕС-5088 (109 Кбайт); НМЛ (бытовой магнитофон) — кассета МК-60.
- Режим отображения информации:
 - буквенно-цифровой — 32×32, 64×32 точки;
 - графический: черно-белое изображение — 256×256 точек, цветное изображение: 128×128 точек (8 цветов), 64×64 точки (16 цветов).
- Клавиатура — автономное устройство, соединенное последовательным каналом с основным блоком, 74 клавиши.
- Внутренний интерфейс — многомашинная магистраль «Агат» (60 линий, 7 разъемов для подключения контроллеров).
- Внешний интерфейс — параллельный канал (2 байта), асинхронный последовательный модулируемый и немодулированный каналы. Обеспечивается подключением на аппаратно-программном уровне печатающих устройств, графопостроителей, цифровых и аналоговых пультов. Предусмотрено подключение телекамеры для цифрового ввода изображений.
- Габариты — 460×350×160 мм.
- Масса (без внешних устройств) — 9 кг.
- Потребляемая мощность — 60 Вт от сети 220 В.

Программное обеспечение

- Дисковая операционная система.
- Транслятор с языка Бейсик.

- Графический редактор.
- Редактор текста.
- Система управления базой данных.
- Большой набор проблемно-ориентированных пакетов: аналоговые информационно-справочные системы (ателье бытового обслуживания, пункты трудоустройства, санатории и т.д.); программы тестирования при профотборе и профориентации; программы ускоренного обучения; игры (шашки, шахматы, динамические игры); языки Робик и Рапира для системы школьного образования; пакеты программ по автоматизации проектирования электронных схем, по автоматической разводке печатных плат и управлению работами.

ПЭВМ «Агат-9» — улучшенная по технико-экономическим показателям и надежности модель. Ее открытая архитектура с помощью проблемно-ориентированных модулей расширения позволяет создать узкоспециализированные вычислительные системы для решения конкретных задач.

«Агат-9» обеспечивает использование программного обеспечения ПЭВМ «Apple II+», а также совместимых с ней ПЭВМ «Правец», «Цзыньцзы» и др.

Технические характеристики «Агат-9»

- Разрядность — 8 бит.
- Тактовая частота — 1 МГц.
- Производительность — 500 тыс. оп/с.
- Объем оперативной памяти — 128–640 Кбайт.
- Внешняя память:
 - НГМД — 840 Кбайт;
 - НГМД — 140 Кбайт;
 - НМД — 20–80 Мбайт (в составе блока «Сада»).
- Монитор:
 - монохромный — МС 6105;
 - цветной — «Электроника 32 ВТЦ-201».
- Режимы отображения информации:
 - графические — 512×256, 256×256 (монохромные); 256×256, 4 цвета из 16 возможных (4 палитры); 128×128, 16 цветов; 280×192, 6 цветов;
 - текстовые — 32×32, 8 цветов; 64×32, 40×24 (монохромные).

- Для установки ячеек из комплекта поставки и модулей расширения имеется 6 разъемов.
- Габариты (без внешних устройств) — 500×351×195 мм.
- Масса (без внешних устройств) — 9 кг.
- Потребляемая мощность (без внешних устройств) — 40 Вт.

Программное обеспечение

Системное:

- языки Бейсик, Рапира, Ассемблер, Applesoft;
- дисковая операционная система;
- тестовое обеспечение;
- специального назначения (утилиты).

Общего назначения:

- система подготовки текстов (редактор);
- система численного моделирования (электронная таблица);
- система управления базами данных (СУБД);
- графический редактор.

В 1982 г. в НИИВК разработчиками были изготовлены макетные образцы ПЭВМ «Агат», которые использовались для отладки программного обеспечения. На одном из таких образцов отработывались программы подготовки и проведения операций в Институте микрохирургии глаза под руководством члена-корреспондента АН СССР С. Н. Федорова. Именно на этом образце и экспериментировал американский ученый, глазной хирург, доктор медицины Лео Д. Борз, опубликовавший в 1984 г. в американском журнале “Byte” статью о первой в СССР персональной ЭВМ «Агат».

С целью привлечения к использованию персональных ЭВМ в повседневной деятельности НИИВК направлял комплекты ПЭВМ «Агат» многим научным, медицинским, учебным, хозяйственным и другим организациям для применения их в решении конкретных задач этих организаций. При необходимости направлялись и специалисты — разработчики ПЭВМ или программисты НИИВК. Так, первыми пользователями ПЭВМ «Агат» были: Вычислительный центр АН СССР, Сибирское отделение АН СССР, Институт общей физики АН СССР, Академия наук Киргизской ССР, Тартуский университет, Министерство гражданской авиации СССР, Институт сердечно-сосудистой хирургии, 64-я городская больница (Москва), 78-я поликлиника (Москва) и др. Этой машиной оснащались первые в стране

классы по изучению вычислительной техники и информатики в общеобразовательных школах.

Благодаря созданию ПЭВМ «Агат», активной пропаганде на начальном этапе и доступности этих машин для широкого использования, были сделаны первые шаги на пути массового применения персональных ЭВМ в нашей стране, на пути всеобщей компьютеризации.

Примечание от составителя. Появление ПЭВМ «Агат» было весьма неоднозначно воспринято компьютерным сообществом, поскольку до этого момента в стране господствовали две компьютерные архитектуры: DEC и Intel. Фотография в журнале “Byte” только подлила масла в огонь — на ней «Агат» была изображена на артиллерийском лафете. Наверное, автор статьи хотел этим сказать, что это новое оружие СССР против США, но в Москве такой образ восприняли совершенно наоборот — как оружие США против СССР (не будем забывать, что шла холодная война). Потом эти страсти улеглись, поскольку объемы выпусков этой ПЭВМ были недостаточны для того, чтобы в те годы существенно изменить расстановку сил на совершенно ненасыщенном советском рынке ПК.

Эдуард Пройдаков

Раздел 3

СИСТЕМЫ

А. Д. Смирнов, В. С. Криворученко, И. В. Криворученко

Многомашинные системы автоматизации аэродинамического эксперимента

Системы автоматизации аэродинамического эксперимента до появления ЭВМ

Уже в годы Великой Отечественной войны скорости истребительной авиации стали околозвуковыми, а в 1950 г. был преодолен звуковой барьер. Однако бурное развитие авиации упиралось в трудности аэродинамических расчетов. ЭВМ еще не существовало, а на клавишных вычислительных машинках сложный расчет не проведешь, даже если разработаны подходящие численные методы.

Основная тяжесть легла на трубный аэродинамический эксперимент. В Центральном аэрогидродинамическом институте (ЦАГИ) им. профессора Жуковского для этого построили дозвуковые, околозвуковые и сверхзвуковые аэродинамические трубы (АДТ). Трубный аэродинамический эксперимент заключался в следующем: модель летательного аппарата помещали в рабочую часть АДТ на специальной подвеске, соединенной с аэродинамическими весами, и обдували потоком воздуха. При этом измеряли силы и моменты, которые действовали на модель. Был и другой метод: в модели делали мелкие отверстия, которые соединяли тонкими воздуховодами с регистрирующими манометрами, измерявшими давление на поверхности модели или ее частей. Показания регистраторов фиксировались вручную.

На самом деле создателей авиационной техники интересовали не эти показания, а силы, моменты и распределение давления на поверхности реального летательного аппарата при его полете в свободной атмосфере на заданной высоте и при заданной скорости. Перечисленные параметры можно получить в результате пересчета на «натурные условия». Однако такой пересчет осложняется тем, что эксперимент ведется не с реальным аппаратом, а с его моделью, и не в свободной



атмосфере, а в потоке газа, ограниченного стенками трубы и возмущаемого элементами ее конструкции. Дополнительный вклад вносят элементы крепления модели в рабочей части трубы, соединения ее с весами и т.д. Для проведения сложных вычислений, необходимых для получения «чистых» значений аэродинамических коэффициентов, удовлетворяющих высоким требованиям к надежности, достоверности и точности, в 40-х годах создавались группы, «вооруженные» счетами и логарифмическими линейками. После Великой Отечественной войны эти группы были оснащены клавишными счетными машинками типа «Рейнметалл» и «Мерседес».

Последующая автоматизация научно-экспериментальных работ ставила своей целью замену ручного труда электронной техникой. При этом требовалось:

- обеспечить автоматизированную фиксацию данных измерений и их ввод в обрабатывающую аппаратуру без понижения точности, но со значительным выигрышем во времени;
- обеспечить автоматизированную обработку данных измерений и оперативное получение результатов в удобном для потребителей виде;
- вести автоматизацию и совершенствование методик с максимальным использованием серийно выпускаемой аппаратуры, без остановки АДТ, параллельно с существующими технологиями и постоянным контролем эффективности.

Первые решения. ЦВС-1

В начале 1950-х годов было разработано устройство для ввода результатов с измерительной аппаратуры с фиксацией результатов на стандартные 80-колонные перфокарты для последующей их обработки на программируемых счетных машинах ЭВ-80-3 (аналог счетной машины IBM-601). Однако устройство оказалось слишком громоздким и ненадежным, а его весьма ограниченные вычислительные возможности (малое число программных шагов) усугублялись трудностями программирования на коммутационных досках.

К середине 1950-х появились первые серийные универсальные ЭВМ и была предпринята попытка создания специализированной ЭВМ для ввода данных эксперимента и их обработки непосредственно в АДТ. Для этого инженеры взяли электронные блоки первой серийно выпускавшейся универсальной ЭВМ «Урал» и на их базе спроектировали специализированную вычислительную машину (СВМ-1). Такая ЭВМ была изготовлена и установлена в одной из труб ЦАГИ в конце 1950-х (разработчики: А. Д. Смирнов, А. А. Кузнецов, К. А. Шарий, Б. С. Дубов, В. С. Антонов, Т. Д. Сухова,

И. А. Неаполитанский). Однако практическая эксплуатация ламповой СВМ-1 в реальных условиях работающей АДТ (сильные вибрации и электромагнитные излучения, значительные колебания температуры и т.д.) оказалась невозможной. Но был получен драгоценный опыт, и главные разработчики системы А. Д. Смирнов, А. А. Кузнецов и К. А. Шарий поставили перед собой задачу автоматизировать ввод и обработку данных эксперимента теперь уже для всех основных аэродинамических труб института в целом. Так стартовал проект создания первой централизованной вычислительной системы (ЦВС-1).

Всю обработку было решено сконцентрировать в Вычислительном центре (ВЦ), где имелись необходимые условия для нормальной эксплуатации ЭВМ. В качестве ядра системы выбрали одну из новых управляющих электронных вычислительных машин — УМШН-1 («Днепр-1»), разработанную в Институте кибернетики АН УССР.

К УМШН по линиям связи подключались комплекты разработанной в ВЦ ЦАГИ аппаратуры «САПФИР» (система автоматической перфорации и регистрации). Расположенная непосредственно в АДТ аппаратура «САПФИР» осуществляла преобразование в цифровую форму данных, полученных измерителями, автоматическую регистрацию показаний многокомпонентных аэродинамических весов и групповых манометров, а также их передачу в центральный блок (ЦБ) системы по линиям связи. Для обеспечения коммуникаций в сети ЦВС-1 был разработан унифицированный интерфейс. В комплект аппаратуры «САПФИР» входило и устройство цифрпечати, с помощью которого можно было быстро распечатать выборочные данные для оперативного контроля и сравнения с ранее полученными данными. Благодаря унифицированному интерфейсу и ряду других программно-аппаратных системных решений, ЦВС-1 получилась открытой и легко расширяемой. Это убедительно подтвердилось в процессе эксплуатации ЦВС-1, когда к центральному блоку подключили более десятка АДТ с комплектами аппаратуры «САПФИР».

Для полного дублирования и резервирования функций в вычислительном центре установили еще одну, теперь уже серийную УМШН — «Днепр-1». Также значительно расширили оперативную память центрального блока ЭВМ. Через разработанные программно-аппаратные средства к ЭВМ были подключены дополнительные внешние устройства, в частности накопители на магнитной ленте, алфавитно-цифровые печатающие устройства (АЦПУ), графопостроители и т.д. Большой вклад в создание аппаратных средств ЦВС-1 внесли О. Н. Коршунов, В. Н. Дорошак, А. С. Титов, С. Ф. Мезенцева, И. А. Неаполитанский и др.



ЭВМ БЭСМ-4

Потоки данных и их форматы в рамках всей системы были согласованы, что существенно облегчало программирование для передачи и обработки данных. Вокруг центрального блока ЦВС-1 сформировался своеобразный идеологический центр из ведущих программистов ЦАГИ, которые создавали лучшие алгоритмы и программы обработки. Особо следует отметить внедрение в начале 1970-х годов средств автоматизированного графопостроения, позволивших значительно сократить полное время цикла обработки и представления данных. Огромный вклад в эти работы внесли программисты О. Ф. Иванова, В. И. Сурина, Ю. М. Бушуев, А. С. Осипчук и др.

Удачность архитектуры системы ЦВС-1 подтверждается почти 17-летним сроком ее эксплуатации, на протяжении которого

она обеспечивала обработку данных аэродинамического эксперимента для всего института. Когда с течением времени устаревшие ЭВМ «Днепр-1» (даже после значительной их модернизации) перестали удовлетворять растущие запросы по реализации сложных алгоритмов обработки, они были объединены в многомашинный комплекс с ЭВМ БЭСМ-3М (впоследствии замененной на БЭСМ-4). С появлением более мощных средств вычислительной техники (ВТ) начали быстро развиваться численные методы расчета аэродинамических характеристик. В конце 1970-х годов, когда к ЦВС-1 подключили ЭВМ БЭСМ-6, были заложены основы слияния экспериментальных и расчетных методов обработки и анализа данных для набирающей в те годы силу концепции систем автоматизированного проектирования (САПР) летательных аппаратов (генеральный конструктор математического обеспечения САПР — Н. Г. Буньков).

ЦВС-2

Базовые концепции второй версии централизованной вычислительной системы автоматизации аэродинамического эксперимента (ЦВС-2) были сформулированы профессором А. Д. Смирновым в конце 1970-х годов. Во многом ЦВС-2 явилась техническим развитием хорошо зарекомендовавшей себя ЦВС-1. Однако перед системой в целом ставились и принципиально иные задачи. В качестве центрального блока (ЦБ) были предложены новые, более мощные машины серии ЕС. На объектах вместо аппаратуры «САПФИР» устанавливались мини-ЭВМ с развитой периферией, оснащенные измерительными и управляющими подсистемами. Был разработан и новый системный интерфейс, позволивший соединить мини-машины на объектах с ЭВМ центрального блока. По техническим характеристикам и фактической реализации система ЦВС-2 в 1980-х годах вполне соответствовала мировому уровню, а некоторые заложенные в ней идеи актуальны до сих пор. Так, разработка аппаратно-программных средств связи, объединяющих разнородные машины типа СМ ЕС-1010 и ЕС ЭВМ в единую масштабируемую сеть, являлась на тот период уникальной и была защищена пятью авторскими свидетельствами. В проектирование и разработку аппаратно-программных средств системы ЦВС-2 большой вклад внесли А. А. Кузнецов, К. А. Шарий, А. В. Пилюгин, В. С. Криворученко, В. Е. Мордвинов, З. Г. Садоница, Э. М. Сеницына, Г. В. Степанова, В. Н. Змеев, А. П. Никитин, И. В. Гребенюк, В. В. Тыжнов, И. И. Тарасова, Г. В. Кувакина, В. В. Лихоперская и др.



ЭВМ БЭСМ-4

Концепция АСНИ и адаптирующийся эксперимент. Алгоритмы и математическое обеспечение для систем автоматизации эксперимента

Наряду с решением конкретных задач автоматизации эксперимента, с 1979 г. в рамках межотраслевой программы АЛМОЭКС (алгоритмы и математическое обеспечение аэрофизического эксперимента) под общим научным руководством академика Н. Н. Яненко, профессоров Г. Л. Гродзовского и А. Д. Смирнова было начато концептуальное осмысление проблем автоматизации эксперимента и заложены основы ее как науки. В программе принимали участие представители практически всех авиационных научно-исследовательских и конструкторских предприятий страны, а также ряд организаций приборостроения и электроники.

Анализ деятельности ведущих организаций страны показал, что автоматизация была повсеместно направлена на внедрение нестандартных аппаратных средств и математического обеспечения для выполнения традиционных задач. Однако в начале 1980-х промышленность уже освоила выпуск мини-ЭВМ типа СМ-4, нескольких типов измерительной аппаратуры, а также информационно-вычислительных комплексов (ИВК) на их основе. Начиналась эпоха создания для них промышленных и унифицированных программных средств.

Бурное развитие САПР и расчетно-экспериментальных технологий на базе мощных удаленных ЭВМ поставило вопрос о границах систем автоматизации эксперимента

и методах их взаимодействия с САПР и расчетными системами. Все это потребовало новых концепций, которые бы учитывали новые требования к аэродинамическому эксперименту (АДЭ) и органично включали новые возможности бурно меняющихся компьютерных технологий.

Концепцию автоматизированных систем научных исследований (АСНИ) как неразрывной совокупности аппаратных, программных и алгоритмических средств, предназначенных для оптимального решения задач экспериментальной аэродинамики, выдвинул



Г. Л. Гродзовский. Основная задача АСНИ — представление максимума экспериментальной информации при заданных ограничениях (по времени, затратам и т.п.). Поэтому алгоритмическое обеспечение АСНИ для конкретных видов аэродинамического эксперимента должно было определяться на основе положений теории информации и оптимальных статистических решений. Типовые задачи при исследованиях аэродинамики струйных течений являются параметрическими: исследователя интересуют оптимальные оценки неизвестных параметров (аэродинамических нагрузок, средних скоростей потока, давлений, тепловых потоков, степени турбулентности и др.), информация о которых заключена в результатах измерений. Цель аэродинамического эксперимента состояла в нахождении функциональной зависимости, интересующей исследователя, на основе определенной выше совокупности параметров в заданном диапазоне изменения контролируемых переменных (при разных режимах эксперимента).

Для достижения этой цели требовалось определить:

- метрологические характеристики измерительного канала (от первичного преобразователя измеряемого параметра до зафиксированного в памяти ЭВМ его цифрового эквивалента);
- статистические характеристики измеряемого физического сигнала для получения истинного значения измеряемого параметра.

Выше упоминалось о разработке и внедрении в рамках всей системы единой технологии метрологической аттестации, которая обеспечивала бы получение сопоставимых точностных характеристик для всех АСНИ.

В ходе работ по АЛМОЭКС было доказано, что структура оптимального проведения аэродинамического эксперимента должна быть адаптируемой. Метод максимального правдоподобия определяет эффективные оптимальные оценки искомых параметров с минимальной дисперсией, обеспечивая полное извлечение экспериментальной информации за минимальное время проведения эксперимента при заданной погрешности. Было разработано и матобеспечение, поддерживающее реализацию этой концепции, — пакет алгоритмов и программ (ПАП) АЛМОЭКС (разработчики В. С. Криворученко, Е. М. Слободянюк, В. В. Петроневич и др.).

Логически ЦВС-2 представляла собой иерархическую звездообразную двухуровневую структуру. На первом уровне были установлены измерительно-вычислительные комплексы (ИВК), оснащенные мини-ЭВМ типа СМ-4 и ЕС-1010 и устройствами связи с измерительной и управляющей аппаратурой аэродинамической трубы (АДТ). Они подключались к центральному блоку ЦВС-2 с помощью специально

разработанной аппаратуры и линий связи. Основными задачами, возлагаемыми на ИВК объекта, были управление механизмами трубы и положением исследуемых моделей, сбор и преобразование данных в цифровой вид, оперативная визуализация данных, обработка и представление результатов в виде таблиц и графиков. Одна из важнейших задач — получение корректных точностных характеристик измерительных систем — была единообразно решена для всех ИВК системы. Для создания метрологического обеспечения были разработаны и доведены до уровня стандарта предприятия единая концепция, алгоритмы и транспортабельное математическое обеспечение (разработчики Б. С. Дубов, Е. Д. Никитина, Н. А. Самойленко, О. К. Лылова). С помощью разработанных средств проводилась метрологическая аттестация практически всех ИВК.

Второй уровень — центральный блок (ЦБ), оснащенный двухмашинным комплексом ЭВМ ЕС-1033 (с 1986 г. заменен на ЕС-1055) с общим полем памяти на магнитных дисках и магнитных лентах, с устройствами для массовой выдачи результатов в символьной и графической форме и аппаратурой связи с ЭВМ первого уровня. На ЦБ возлагались задачи накопления и архивации данных, полученных с ЭВМ первого уровня, их комплексной обработки и погружения в централизованный банк экспериментальных аэродинамических данных (ЦБЭАД).

В системе ЦВС-2 принята многоуровневая структура аппаратных и программных средств обеспечения связи. На физическом уровне связь была организована в виде проложенной по территории института магистрали, состоявшей из 14 витых пар. К магистрали с помощью средств унифицированного интерфейса параллельно подключались все объекты. Магистральный интерфейс обеспечивал единые стандартные принципы обмена данными и их формат, единую последовательность управляющих сигналов между магистралью и приемопередающей аппаратурой объекта вне зависимости от ее характеристик. Управление магистралью осуществлялось центральной ЭВМ.

На канальном уровне разработан протокол, устанавливавший формат передаваемых по информационному каналу кадров и определявший процедуры управления этим каналом и порядок передачи информации по каналу. Для эффективности подтверждения приема был разработан и запатентован способ передачи информации «против потока», позволяющий подтверждать правильность или ошибочность приема кадра без изменения направления передачи.

Схема построения верхнего уровня программного обеспечения (ПО) связи реализована в ЦВС-2 не только на передаче-приеме сообщений, как в традиционных

схемах, но и на вызове процедур, выполняемых на удаленных объектах. Это решение обеспечивало ряд преимуществ, а именно: снижение затрат на создание и эксплуатацию ПО (в те времена оно называлось математическим обеспечением, МО), расширение функциональных возможностей при меньшей затрате ресурсов.

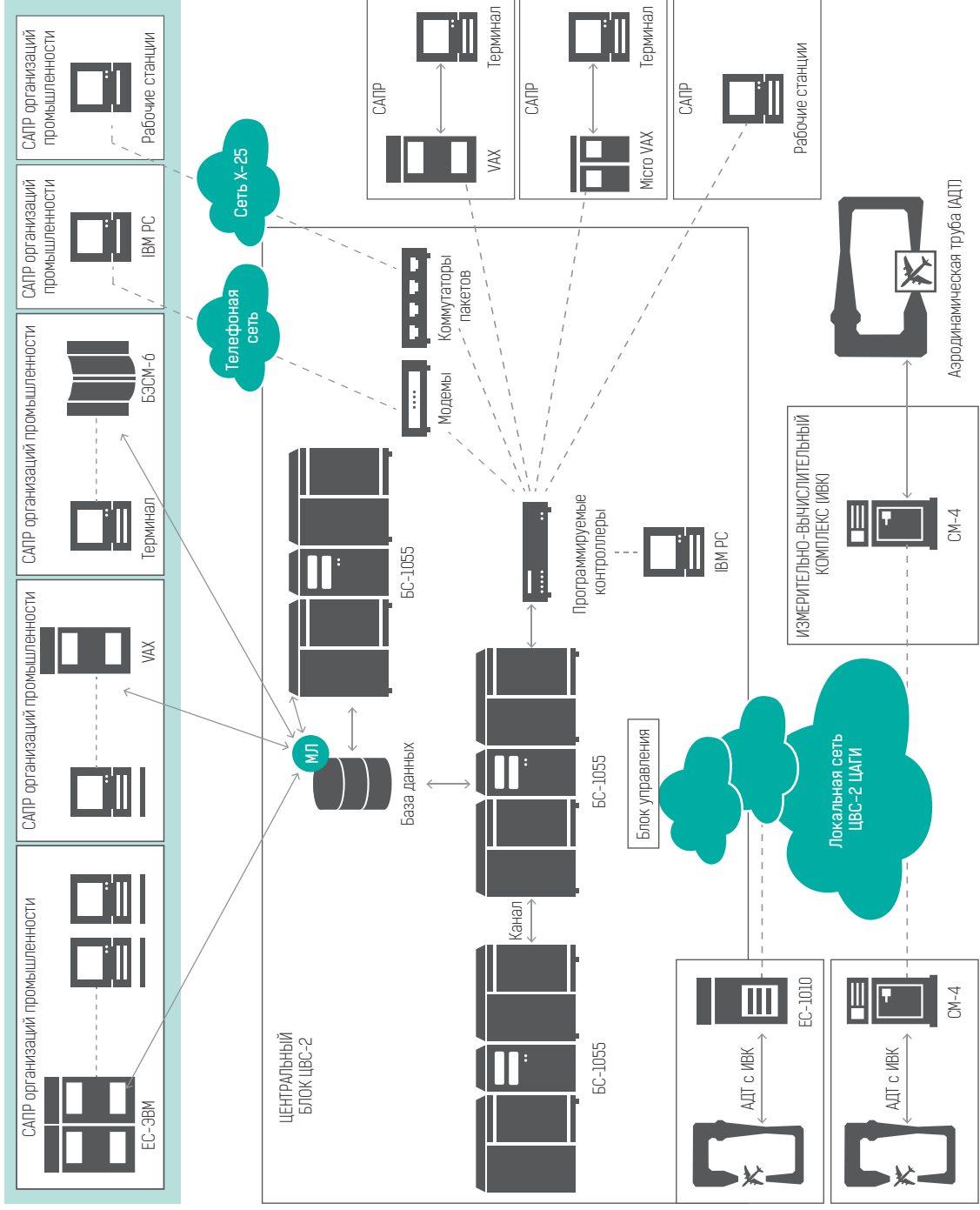
На прикладном уровне ПО связи в центральном блоке ЦВС-2 реализованы процедуры удаленного авторизованного доступа к центральному архиву данных на магнитных дисках и магнитных лентах. Логически архив представляет собой множество «почтовых ящиков», через которые в процессе обработки данных и представления результатов происходит диалоговый и программный обмен данными в ЦВС-2. Подчеркнем, что на прикладном уровне программное обеспечение связи прозрачно для пользователя, а программный интерфейс удаленного вызова архивных операций идентичен применяемому на центральной ЭВМ.

Впоследствии (с 1986 г.) программное обеспечение прикладного уровня связи в ЦВС-2 позволяло объектам осуществлять диалоговый режим работы непосредственно с ЭВМ центрального блока ЦВС-2. На терминале объектовой ЭВМ типа СМ-4 или ЕС-1010 эмулировался экран дисплея ЕС ЭВМ с возможностью использования всех ресурсов центральных ЭВМ. Практически еще в середине 1980-х в локальной сети разнородных ЭВМ были реализованы технологии «файл-сервер» и «сервер приложений», которые сегодня широко используются в локальных сетях ЭВМ. Аппаратно-программные средства ЦВС-2 обеспечивали взаимодействие в рамках системы более десятка объектовых ЭВМ.

В развитие коммуникационных средств к концу 1980-х в ЦАГИ были разработаны и широко внедрялись в промышленности интерфейсные программируемые контроллеры связные (ПКС) на базе микроЭВМ «Электроника-60» (разработчики А. А. Кузнецов, Г. Ф. Воронов, Р. Г. Айбашев, Э. М. Сеницына, В. В. Тыжнов, Н. Г. Кочерженко, С. А. Иоселевич, В. Н. Змеев, А. П. Никитин). Они использовались для подключения непосредственно к ЕС ЭВМ нестандартных устройств, удаленных терминалов и ЭВМ, а также для создания различных многомашинных комплексов. При этом только за счет программной логики достаточно легко эмулировались различные нестандартные аппаратные функции и протоколы взаимодействия в системах связи. Простота структуры таких контроллеров предопределила невысокие затраты на их производство, что дало возможность наладить серийный выпуск.

Создание ПКС и разработка необходимых эмуляционных программ в ВЦ ЦАГИ на ЦБ ЦВС-2 позволили обеспечить комплексирование ЭВМ ЕС-1055 и ЕС-1066, подключение импортных графопостроителей BENSON-1132 к ЕС ЭВМ, функционирование

Структура ЦВС-2



удаленных терминалов типа VT-100 в режиме дисплея EC-7927, связь с персональными ЭВМ разных типов и их работу в режиме графических терминалов, подключение рабочих станций на базе ЭВМ типа VAX-780.

Комплексная автоматизированная система проведения, обработки и анализа эксперимента на базе трубной АСНИ и ЦБ ЦВС-2

Совместное использование мощностей двух ЭВМ EC-1055 в ЦБ, сети ЦВС-2 и трех ЭВМ типа CM-4 объектовой АСНИ, а также разработанное матобеспечение позволили принципиально по-новому, в рамках многомашинного распределенного комплекса разнородных ЭВМ, решить задачи поддержания технологического цикла подготовки и проведения эксперимента в ЦВС-2.

Отличительной особенностью этой реализации стала ориентация на оптимизацию человеко-машинных отношений. Вначале была формализована технология работы в будущей системе, определены категории пользователей и исполнителей, а также формализованные документы, которые поддерживались распределенной СУБД. Подготовка, проведение, оперативная и сложная обработка данных, анализ, представление результатов в виде полностью изготавливаемых на ЭВМ экспресс-отчетов на бумаге и магнитной ленте — все это производилось в диалоговом режиме с терминалов АСНИ с использованием всех ресурсов многомашинного комплекса.

Пользовательский интерфейс с системой был реализован в виде специально разработанного проблемно-ориентированного диалогового языка (большой вклад в его создание внесли А. Ф. Ражин, Е. Г. Чумаченко, В. Я. Кузнецов, В. С. Криворученко, А. П. Никитин, В. Н. Змеев и В. Г. Лютый). Это дало существенные результаты. Достаточно отметить, что при использовании этой многомашинной системы с разнородными ЭВМ от заказа на проведение эксперимента до получения результатов эксперимента в виде отчета с текстовым и графическим материалом на бумажных и машинных носителях проходило всего лишь несколько дней. Вся обработка с представлением результатов занимала, как правило, не более одного дня после проведения испытаний.

Комплексная автоматизированная вычислительная система для расчетов с использованием данных аэродинамического эксперимента

При создании комплексных автоматизированных вычислительных систем (АВС) необходимо решать трудные вопросы системного сопровождения, в числе которых:

- внедрение мощных ЭВМ и их комплексирование для проведения сложных расчетов;
- создание средств поддержки баз данных (БД) большого объема на основе промышленных СУБД;
- разработка средств поддержки информационного обмена с системами автоматизации аэродинамического эксперимента и расчетными системами в организации и отрасли;
- создание локальных и распределенных средств интеллектуального диалога (с графическими возможностями) на базе терминалов и ЭВМ, подключаемых к комплексам ЭВМ.

Аппаратным ядром системы стал трехмашинный комплекс, состоящий из двух ЭВМ ЕС-1055, работающих на общем поле внешней памяти и соединенных устройствами канал–канал с третьей мощной машиной серии ЕС-1066. Через централизованный банк экспериментальных аэродинамических данных (ЦБЭАД) и систему связи ЦВС-2 в АВС поступала экспериментальная информация из аэродинамических труб. Создание банка данных аэродинамического эксперимента для АВС было осуществлено на ЕС-1066 с использованием СУБД SQL/DS для ОС VM/SP.

Через общее поле внешнего запоминающего устройства (ВЗУ) и каналные адаптеры происходил обмен данными с другими расчетно-экспериментальными подсистемами, расположенными на ЭВМ трехмашинного комплекса. Пользователи АВС взаимодействовали с любой из ЭВМ комплекса с терминалов локальной интерактивной подсистемы. В ее состав, наряду со стандартными дисплеями ЕС-7920, входили и графические подсистемы на базе персональных ЭВМ и ЭВМ ИЗОТ-1080, которые подключались к трехмашинному комплексу через программируемые контроллеры связи (ПКС). Через ПКС осуществлялось и подключение разнесенных по территории института терминальных ЭВМ пользователей.

Для ОС VM/SP (СВМ) была установлена промышленная СУБД SQL/DS и разработана методика погружения аэродинамических экспериментальных данных в БД в виде формализованных документов, к которым были созданы программные интерфейсы для расчетных автоматизированных систем и САПР. Создание программных и системных интерфейсов позволяет использовать экспериментальные данные на любой стадии проведения расчетов как для контроля точности результатов промежуточных и окончательных вычислений, так и для построения расчетной схемы.

С помощью разработанных средств были созданы проблемно-ориентированные системы для автоматизации исследований по аэродинамике самолетов, в частности

система прочностного расчета и сертификации летательных аппаратов, объединяющая ЭВМ аэродинамических труб, ЭВМ ЦБ ЦВС-2, центральный банк аэродинамических данных ЦАГИ и ЭВМ расчетно-экспериментальных экспертных математических моделей аэродинамики.

Система информационного обеспечения (СИО) организаций промышленности как прообраз современных корпоративных информационных систем (КИС)

Прежде всего следует рассмотреть ряд новых задач, решение которых оказалось возможным только в рамках отрасли в целом. Во-первых, это задача эффективной информационной связи систем автоматизации аэродинамического эксперимента в ЦАГИ и систем автоматизации проектирования летательных аппаратов опытно-конструкторскими бюро (ОКБ) промышленности. Дело в том, что мощные измерительно-вычислительные комплексы экспериментальных установок стали выдавать значительно большее количество данных при прежней форме их представления и ориентированы они были на получение, переработку и выдачу заключения человеком. Однако увеличение объема данных потребовало применения средств ВТ и на этом этапе. Проблема ввода данных в систему автоматизации проектирования оказалась значительно сложнее, чем представлялась на первый взгляд. Первоначальная постановка задачи согласования файлов или создания универсального файла с данными эксперимента существенно трансформировалась. Практически еще в начале 1980-х мы оказались перед проблемой создания (как бы ее сейчас назвали) корпоративной информационной системы (КИС).

Потребовались теоретические обоснования концепции информационного обеспечения автоматизации эксперимента. На основе системного подхода и декомпозиции проблемной области на системы данных А. Д. Смирновым и В. С. Криворученко была предложена уровневая модель данных. Кроме того, возникла необходимость в создании большого объема не только программных средств, но и различного рода сопровождающих и регламентирующих материалов, без которых этот процесс был бы невозможен.

Последовательное применение системного подхода позволило классифицировать данные, разбив их на пять подсистем (уровней).

Для летательного аппарата существует определенный набор физических (размерных) величин, определяющих режимы его полета и картину обтекания. Этот набор составляет уровень А (Aircraft). Получение данных уровня А непосредственно

в эксперименте или расчетным путем по изложенным выше причинам затруднительно. Широко используются различные методы моделирования, основанные на теории подобия.

Согласно этой теории, существует набор данных, адекватный уровню А и состоящий из безразмерных величин. Набор таких безразмерных данных, достаточный для определения требуемых аэродинамических характеристик летательного аппарата, назовем уровнем G (General). Данные уровня G находят как расчетным, так и экспериментальным путем в результате исследования характеристик различных моделей в аэродинамических трубах.

Набор безразмерных данных, получаемых в ходе экспериментальных исследований, назовем уровнем М (Model). При проведении экспериментальных исследований данные уровня М определяются по некоторым физическим параметрам, описывающим обтекание модели в трубе, с помощью специальных методик, учитывающих разнообразные поправки. Связано это с невозможностью реализации в аэродинамической трубе всех требований теории подобия (равномерность и неограниченность потока, температура и т.п.).

Набор размерных данных, определенных в эксперименте, назовем уровнем W (Wind Tunnel). Данные уровня W вычисляются по первичным цифровым сигналам, полученным от сигналов датчиков.

Совокупность зарегистрированных в процессе испытаний первичных цифровых сигналов назовем уровнем С (Control).

Элемент декомпозиции системы данных представляет собой:

1. Собственно выделенную структуру данных, характерную для подсистемы.
2. Входные процессы, создающие выделенные структуры данных.
3. Выходные процессы, их принимающие.
4. Управляющие процессы.
5. Механизм поддержки данных, или средство реализации подсистемы данных.

На каждом уровне были выделены пять формализованных документов:

1. Определения, обозначения, идентификаторы.
2. Типы данных, размерности, системы координат.
3. Геометрия взаимного расположения датчиков АДТ и исследуемой модели.
4. Задание области определения.
5. Задание области изменения.

Для передачи результатов эксперимента в виде электронных унифицированных документов на машинных носителях между ЭВМ и ОС разных типов были выбраны

магнитные ленты как наиболее распространенный носитель. Впоследствии по той же причине к ним добавились и гибкие диски. Были разработаны независимый от ОС формат представления данных и ПО, объединенные общей концепцией под названием «теговый метод» доступа, или «тегмед».

«Тегмед» обеспечивал системе набор операций для переноса массивов данных из пользовательских программ на языке Фортран в блоки на магнитном носителе и обратно. Каждый массив снабжался тегом (этикеткой, признаком), который описывал тип данных, тип и длину массива. Информация на магнитной ленте (МЛ) помещалась в кодах ЕС. Тем самым вводился универсальный формат записи, который можно было использовать для обмена информацией между двумя любыми ЭВМ. Метод доступа состоял из набора подпрограмм, написанных на языке Фортран-4, драйверов ввода-вывода для магнитного носителя и программ перекодировок. При переносе на другой класс машин изменялись только драйверы и программы перекодировок. Метод доступа был адаптирован на ЭВМ типа ЕС, БЭСМ-6, PDP-11, VAX, IBM PC.

В середине 80-х в ЦАГИ был разработан и внедрен (с 1 июля 1987 г.) отраслевой стандарт ОСТ 102636–87, в котором были закреплены термины, определения, идентификаторы и коды, применяемые для описания результатов аэродинамического эксперимента на машинных носителях, а также способы их представления и набор стандартных программных средств для поддержки ОСТ. Была разработана программная поддержка стандарта для основных типов ЭВМ (ЕС, БЭСМ-6, PDP-11, VAX-780, IBM PC) и ОС, применяемых в отрасли. Программные комплексы поддержки стандарта были сданы в Отраслевой фонд алгоритмов и программ (ОФАП) и распространялись на предприятиях отрасли. Их применение позволило более чем на порядок сократить время получения экспериментальной аэродинамической информации на ЭВМ САПР предприятий отрасли по сравнению с ручным вводом с бумажных носителей. В результате проведенных работ были заложены основы перспективной безбумажной технологии поддержки информационных потоков в виде *электронных документов* для нужд отрасли (разработчики В. С. Криворученко, А. П. Никитин, В. Н. Змеев, Л. М. Михайлова, И. Б. Сушкевич).



Опыт практической работы по приему экспериментальных данных из объектовых систем автоматизации, их хранению, унификации и передаче на машинных носителях в САПР показал ряд принципиально новых возможностей, связанных с переходом на безбумажную технологию. Прежде всего, это развитие отдельных систем односторонней передачи документов в отраслевую систему двунаправленного информационного обеспечения. Однако главное в обеспечении информационных потоков на машинных носителях заключалось в том, что уже в 1985 г. произошел переход от концепции «файла определенного формата с данными эксперимента», требовавшей параллельного использования бумажной документации, к концепции *набора формализованных электронных документов*, основанной на уровневой модели данных. В число этих документов входили: «Задание на проведение эксперимента», «Задание на обработку и представление данных», «Результаты обработки», «Определения, обозначения и идентификаторы» и др.

Кроме того, системы передачи данных логично трансформировались в системы распределенной комплексной обработки и анализа данных, опирающиеся на мощную базу данных унифицированных электронных документов. Это и обусловило необходимость создания Централизованного банка данных аэродинамического эксперимента (ЦБЭАД).

В продолжение развития средств коммуникации к концу 1980-х в ЦАГИ были разработаны и широко внедрялись интерфейсные программируемые ПКС на базе микроЭВМ «Электроника-60». Они подсоединялись непосредственно к мультиплексному каналу ЕС ЭВМ и с помощью программной логики достаточно легко эмулировали различные стандартные и нестандартные интерфейсные функции и протоколы взаимодействия в системах связи.

С помощью ПКС и эмуляционных программ на ЦБ ЦВС-2 уже в конце 1980-х было реализовано подключение к ЕС ЭВМ импортных графопостроителей, удаленных терминалов типа VT-100 и персональных ЭВМ в режиме дисплея ЕС-7927, рабочих станций на базе ЭВМ VAX-780, интерактивных графических терминалов для ЕС ЭВМ на базе персональных ЭВМ (ПЭВМ). Через модемы, телефонные сети общего пользования и ПКС было осуществлено дистанционное подключение ПЭВМ к ЕС ЭВМ ЦБ ЦВС-2, а также включение ЕС ЭВМ в общероссийские сети коммутации пакетов.

В конце 1980-х годов, после прекращения деятельности в рамках программы АЛМОЭКС, роль идеологического и аналитического центра перешла к Координационному совету авиационных предприятий (КСАП) под руководством профессора В. Г. Микеладзе. Представителями практически всех авиационных НИИ

и ОКБ были одобрены описанные выше теоретические и практические наработки, принципы построения. Началось создание отраслевой Системы информационного обеспечения (СИО).

СИО была необходима для соблюдения стандартов в рамках авиационной отрасли, для централизованного контроля и управления потоками данных, без которых невозможно создание комплексных систем автоматизации проектирования. Основным компонентом СИО стал ЦБЭАД, к которому через программный и аппаратный интерфейсы соответствующей мощности обращались корпоративные пользователи, взаимодействующие в рамках проблемно-ориентированных автоматизированных систем. Их составными подсистемами в разных комбинациях являлись трубные АСНИ, системы обработки и анализа ЦБ ЦВС-2, проблемно-ориентированные и прикладные САПР в ЦАГИ и других организациях отрасли.

Распределенная автоматизированная вычислительная система, ориентированная на конкретное изделие

В 1980-х годах на базе разработанных теоретических, программных и аппаратных средств было создано большое количество проблемно-ориентированных подсистем, в которых в разных комбинациях задействовались ресурсы объектов ИВК, ЦБ ЦВС-2, САПР института и организаций авиационно-космических отраслей. Приведем описание лишь одной из них.

ЦАГИ совместно с НПО «Энергия» и «Молния» была разработана распределенная система для проведения аэродинамического эксперимента, обработки, анализа и представления результатов конечному заказчику по модели космического самолета в связке с ракетой-носителем. Необходимость ее создания была обусловлена следующими причинами.

Отсутствие эмпирических, теоретических и расчетных методов, обеспечивающих необходимую точность аэродинамических характеристик такой сложной компоновки, обусловило огромный объем экспериментальных исследований. Количество каналов измерений в этих экспериментах на порядок превышало обычный уровень. Это потребовало применения качественно новых технологий сбора, обработки, анализа кондиционности данных, оперативного контроля их получения, модификации программ испытаний в процессе их выполнения.

Кроме того, результаты испытаний должны были быть в кратчайшие сроки проанализированы и переданы на предприятия-изготовители для проведения расчетов и внесения изменений в конструкции реальных изделий.



Оперативная память БЭСМ-4. Зал с памятью на магнитных барабанах

Здесь мы остановимся лишь на аспекте обеспечения точности и оперативности работы каналов передачи информации: от первичного преобразователя (датчика) до конечного потребителя (программа расчета прочности элементов конструкции). Весь канал в соответствии с уровневой моделью можно разбить на составляющие его звенья.

Первое звено, реализованное на ИВК объекта, осуществляло получение сигналов датчиков, преобразование их в цифровой вид (уровень С), получение из них размерных значений нагрузок (уровень W) и их передачу на ЭВМ ЦБ ЦВС-2.

Точность сбора данных уровня С обеспечивалась тщательной метрологической

аттестацией трех зон измерительного тракта. Аттестация ИВК осуществлялась подачей эталонных электрических сигналов на вход его аналого-цифрового преобразователя (АЦП), аттестация ИВК совместно с датчиками давления — подачей эталонных давлений на вход датчика, находящегося непосредственно возле ИВК. Аттестация ИВК совместно с трассой проводилась подачей эталонных электрических сигналов с выхода датчика, находящегося в рабочей части аэродинамической трубы и соединенного с ИВК реальной длиной электрической трассой.

Точность получения данных уровня W на ИВК контролировалась визуально путем выборочного построения графиков распределения давления в отдельных сечениях. Однако поскольку общее количество кривых только в одном эксперименте превышало тысячу, а общее количество экспериментов исчислялось сотнями, то оперативный контроль по такой методике занял бы многие месяцы. Поэтому данные уровня W оперативно передавались по линиям связи на ЦБ ЦВС-2, где обрабатывали программы контроля.

Второе звено, реализованное на ЭВМ ЦБ ЦВС-2, включало прием данных с ИВК по линиям связи, обработку (между уровнями W и M) и накопление данных в ЦБЭАД, оперативный контроль, переформирование и представление данных в соответствии с заданием потребителей в виде таблиц, графиков и документов на машинных

носителях, оперативную передачу их потребителям. Остановимся подробнее на оперативном контроле и передаче.

Для проведения оперативного контроля на ЭВМ ЦБ ЦВС-2 были установлены пользовательские программы интегрирования распределения давления по поверхности для получения суммарных нагрузок. А так как в эксперименте одновременно измерялись и суммарные нагрузки на модели, то их можно было сравнивать с результатами интегрирования. В результате интегрирования из десятков чисел получалось одно, которое программно сравнивалось с измеренным. И только в случае значимых расхождений строились графики распределенных нагрузок для визуального контроля.

Для оперативной передачи данных эксперимента на машинных носителях между организациями-соисполнителями использовались независимый от ОС формат представления данных на МЛ и транспортабельное ПО — по концепции «тегмед», описанной выше.

Третье звено было реализовано как на ЭВМ ЦБ ЦВС-2, так и на ЭВМ конечных пользователей. На них была установлена СУБД SQL/DS, разработаны методика погружения необходимого набора формализованных документов, программы преобразования данных с уровня М на уровень G, программные интерфейсы к БД для расчетных автоматизированных систем и САПР потребителей. Экспериментальные данные оперативно использовались на любой стадии проведения исследований: в ЦАГИ и, с небольшим сдвигом по времени, в организациях НПО «Молния» и «Энергия» в рамках созданной единой унифицированной программно-технологической среды.



БЭСМ-4. Зал с накопителями на магнитных лентах

Раздел 4

События

Э. М. Пройдаков

Календарь ИТ-событий: 1947–1991 гг.

(дополнения к календарю, опубликованному в книге «Страницы история отечественных ИТ», т. 1)

1947

- ▶ Начало ежедневных передач Центрального радиовещания на средних и коротких волнах.
- ▶ Основан Московский физико-технический институт (МФТИ).
- ▶ После перерыва, вызванного Великой Отечественной войной, заработал Ленинградский телецентр.

1948

- ▶ 27 июня в Ленинградском электротехническом институте им. В. И. Ульянова (Ленина) состоялось торжественное открытие музея А. С. Попова.
- ▶ Р. Хемминг (США) разработал принципы защиты данных и исправления ошибок при машинной обработке данных.
- ▶ Вышла в свет книга Н. Винера (США) «Кибернетика, или Управление и связь у животных и машин», положившая начало новой науке.



Норберт Винер

► И. С. Брук и Б. И. Рамеев направили в Государственный комитет Совета Министров СССР по внедрению передовой техники в народное хозяйство заявку на изобретение автоматической цифровой вычислительной машины и более десяти заявок на изобретение ее составных частей.



Джон Моучли

1949

► Джон Моучли (США) создал первый интерпретатор языка программирования, дав ему название Short Order Code.

► Во Всесоюзном НИИ радиотехники (ВНИИРТ) созданы передвижная базовая РЛС «Перископ» (П-20) для обнаружения воздушных целей с определением координат и радиорелейная линия «Рубин».

1952

► Н. Г. Басов, А. М. Прохоров (СССР), Ч. Таунс, Дж. Тордон, Г. Цайгер (США) и Дж. Вебер (Канада) независимо друг от друга создали первые квантовые усилители и генераторы в СВЧ-диапазоне (мазеры).

► Разработаны радиолокационный комплекс «Кама» и радиорелейная линия «Цепочка» для стационарных узлов типа А-100 системы С-25, предназначенные для защиты Москвы от нападения с воздуха.



А. В. Красилов

1953

► В СССР под руководством А. В. Красилова разработаны первые транзисторы.

► Государственной комиссии сдана ламповая ЭВМ «Стрела»; началось ее серийное производство на московском заводе САМ. На протяжении нескольких лет эта машина оставалась самой производительной ЭВМ страны.

1954

► Создан первый квантовый генератор на пучке молекулы аммиака (Н. Г. Басов, А. М. Прохоров, Ч. Таунс).

1955

► В СКБ-245 для нужд Министерства обороны разработана специализированная ЭВМ М-46 (А. И. Лазарев, С. Н. Смелов, А. А. Шульгин, А. П. Дудушкин). Заводом САМ выпущена партия из нескольких машин.

► В СКБ-245 завершена разработка специализированной ЭВМ М-56 (главный конструктор — В. С. Антонов). Выпускалась серийно заводом САМ.

1956

► Создан головной Научно-исследовательский институт по системам управления — НИИ-101 (ныне ОАО «НИИАА»).

1957

► Завершена разработка одной из самых мощных релейных вычислительных машин — РВМ-1, содержащей 5500 реле и выполнявшей до 20 умножений в секунду с достаточно длинными двоичными числами (руководитель разработки — Н. И. Бессонов). На РВМ-1 в 1961–1962 гг. выполнялись расчеты цен по новой системе ценообразования во время проведения денежной реформы 1961 г.

► СКБ-245 представило экспериментальный образец первой в СССР полупроводниковой ЭВМ «Волга», в которой впервые в стране были применены разработанные в СКБ-245 ферритовые сердечники для ОЗУ и бумажные конденсаторы для ДЗУ.

► Начат серийный выпуск установок промышленного телевидения.



РВМ-1

► В Физико-химический институт АН СССР поставлена специализированная ЭВМ «Кристалл» (главный конструктор — Ю. Н. Беликов), предназначенная для вычислительных работ в области рентгеноструктурного анализа и кристаллографии. Машина изготовлена на заводе САМ, отлажена в Пензенском филиале СКБ-245.

1958

► В Казанском авиационном институте началась подготовка студентов по специальности «счетно-решающие приборы и устройства».

► Начало серийного выпуска морской радионавигационной системы высокой точности «Луга».

► Машина синтеза контактных схем, созданная в лаборатории при Отделении технических наук АН СССР (ныне ИППИ им. А. А. Харкевича), получила Гран-при Всемирной выставки в Брюсселе.



Морская радионавигационная система «Луга»

1959

► Завершены государственные испытания ЭВМ М-30, предназначенной для вычисления координат воздушных целей по двум или трем пеленгам (разработчик — СКБ-245 и его пензенский филиал; изготовитель — завод САМ).

1960

► Изготовлен (на заводе САМ), отлажен и испытан (в НИЭМ, бывш. СКБ-245) опытный образец ЭВМ М-180, содержащий 8300 полупроводниковых триодов (разработчики — А. А. Тимофеев, Ю. Ф. Щербаков).

► В ЕрНИИММ (Ереван) спроектирована первая в СССР универсальная малогабаритная ЭВМ «Раздан-2» (главный конструктор — Е. Я. Брусиловский),



ЭВМ М-180

собранный полностью на полупроводниковых приборах (быстродействие — 5000 оп/с, питание от сети переменного тока напряжением 380/220 В, частота — 50 Гц, потребляемая мощность — около 3 кВт, занимаемая площадь — 20 м²).



ЭВМ «Раздан-2»

1961

- ▶ Начало серийного выпуска ЭВМ «Раздан-2».
- ▶ ИТМ и ВТ разработал опытный образец трехадресной ЭВМ БЭСМ-4 производительностью 20 000 оп/с (главный конструктор — О. П. Васильев, научный руководитель — С. А. Лебедев).

1962

- ▶ Начало выпуска ЭВМ БЭСМ-4 на заводе им. Володарского (Ульяновск). Выпущено 30 машин.

1963

- ▶ В ИНЭУМ разработана одноадресная 29-разрядная ЭВМ М4–2М для построения вычислительных комплексов для управления сложными объектами (главный конструктор — М. А. Карцев). Машина имела три модификации: 5Э71, 5Э72 и 5Э73; быстродействие — 220 000 оп/с.
- ▶ Принято решение о создании Брестского электромеханического завода (БЭМЗ). С 1997 г. — ОАО «Брестский электромеханический завод».



Брестский электромеханический завод

1964

- ▶ Д. Энгельбартом (США) изобретена компьютерная мышь.
- ▶ В Ленинградском отделении Математического института им. В. А. Стеклова разработана программа, автоматически доказывающая теоремы (АЛПЕВ ЛОМИ). Программа основана на оригинальном



Д. Энгельбарт

обратном выводе С. Ю. Маслова, аналогичном методу резольций Робинсона.

► Начало строительства БЭМЗ на месте 3-го форта Брестской крепости. Заказчик — Министерство обороны СССР.



Я. А. Хетагуров

1964–1965

► В НПО «Агат» разработана, испытана и принята межведомственной комиссией новая система унифицированных логических схемных элементов и устройств цифровой автоматики «Азов-1» (главный конструктор — Я. А. Хетагуров; разработчики — Б. О. Ольхов, О. С. Потураев, А. Н. Петров).



ФСМ-3Н

1965

► На БЭМЗ выпущен первый фотосчитывающий механизм — ФСМ-3Н. Освоено производство ФСМ-3, ФСМ-3Н.

► Под руководством В. С. Штаркмана разработана первая в СССР операционная система для ЭВМ «Весна».

► В НПО автоматики им. академика Н. А. Семихатова разработана БЦВМ ЦВМ-3 (производительность — 10 000 оп/с, количество команд — 28, масса — 19 кг).

► Совет Министров СССР постановил организовать в Зеленограде Московский институт электронной техники (МИЭТ).



Здание МИЭТ в Зеленограде

1966

► БЭМЗ приступил к выпуску устройства карточного ввода УКВ-300 и стола 56 «РТА-КСУ» для ЭВМ «Минск-2/22», комплекта ячеек и панелей для устройств ЭВМ «Минск-22/32».

► В Ереване основан Научно-исследовательский технологический институт микроэлектроники (НИТИМ, впоследствии НПО «АНИ»).



ЭВМ «Минск-2/22»

► ИНЭУМ завершил разработку и установил на объекте управляющую ЭВМ М-7 (главный конструктор — Н. Н. Леонов) для энергоблока Щекинской ГРЭС (Тулэнерго).

1967

► В НПО автоматики разработана БЦВМ ЦВМ-4 (производительность — 20 000 оп/с, количество команд — 32, масса — 17 кг).

► НИИМП разработал для НПО «Энергия» БЦВМ «Салют-1».

► Изобретен карманный калькулятор с четырьмя функциями (Дж. Килби, Дж. Меримен, Д. ван Тассел, США).

► Дж. Хейлмейер (США) создал дисплей на жидких кристаллах — Liquid Crystal Display (LCD).

► На БЭМЗ осуществлен выпуск фотосчитывающего механизма ФСМ-5, контрольно-считывающих устройств КСУ1 и КСУ1М и устройства считывания информации с первичных документов «Бланк».



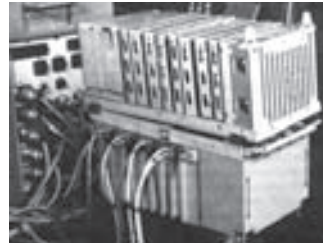
Дж. Хейлмейер

1968

► НИИМП разработал для долговременных орбитальных станций БЦВМ «Салют-2» (быстродействие — 50 000 оп/с, потребляемая мощность — 30 Вт).

► На БЭМЗ освоено производство модернизированного устройства «Бланк-П» (переписной), автомата для считывания многоканальных осциллограмм АСМО, устройства передачи информации по телефонным линиям «Минск-1500», устройства ввода перфокарточного УВК-600.

► В Вычислительном центре АН СССР для ЭВМ БЭСМ-6 разработан первый отечественный растровый дисплей.



БЦВМ «Салют-2»

1969

► 2 января — официально принято считать днем рождения Интернета.

► В Объединенном институте ядерных исследований (ОИЯИ, Дубна) для ЭВМ БЭСМ-6 разработан первый транслятор с языка Фортран (Н. Н. Говорун, В. П. Шириков и др.), включенный впоследствии в мониторную систему «Дубна».

► Фирма Philips выпустила первый бытовой черно-белый видеомэгнитофон.

► Окончание разработки и начало серийного выпуска на Красноярском заводе (п/я 1) морской фазоразностной навигационной системы «Кашалот».

► БЭМЗ приступил к производству устройства ввода перфокарточного УВвК-600М, УВвК-601; ВУ-1500/2000. Разработано устройство для подготовки данных на перфоленте УПДЛ «Брест-1».



Видеомэгнитофон Philips



УПДЛ «Брест-1»

1970

► На Луну доставлен самоходный аппарат «Луноход-1», управляемый с Земли с помощью телеаппаратуры. Аппарат передал на Землю стереоизображение лунной поверхности.

► НИЭМ завершил разработку ЭВМ «Клен», предназначенной для автоматизации обработки информации и управления в различных комплексах и системах военного назначения.

► В НПО автоматики разработана БЦВМ ЦВМ-6 (производительность — 90 000 оп/, количество команд — 42, масса — 7,1 кг).

► В ИТМ и ВТ под руководством В. П. Иванникова для ЭВМ БЭСМ-6 разработана операционная система реального времени «Новый диспетчер-70» (ОС НД-70).



«Луноход-1»

- ▶ В ОИЯИ для ЭВМ БЭСМ-6 под руководством Н. Н. Говоруна создана многоязыковая мониторная система «Дубна».
- ▶ На БЭМЗ разработано устройство подготовки данных УПДЛ «Брест-1Т».

1971

- ▶ На БЭМЗ освоено производство гаммы периферийных устройств для ЭВМ 3-го поколения: устройства ввода с перфокарт ЕС-6012 и ЕС-6022; устройства вывода на перфоленту ЕС-7022; устройства управления (контроллера) накопителями на магнитной ленте ЕС-5511.
- ▶ Разработаны устройства подготовки данных на перфоленте ЕС-9020 и УПДЛ «Брест-1К».

1972

- ▶ На БЭМЗ освоен выпуск ЭВМ ЕС-1020.
- ▶ В Институте автоматики и электрометрии (ИАиЭ) разработан векторный дисплей «Символ».
- ▶ Переданы в серийное производство разработанные в отраслевой лаборатории МИЭТ (ОЛ МИЭТ) ВС и СУ-преобразователи «угол–код» для баллистических ракет и лазерной системы определения координат космических объектов.



ЭВМ ЕС-1020

1973

- ▶ В Институте автоматики и электрометрии (ИАиЭ) разработан векторный дисплей «Дельта».
- ▶ На БЭМЗ начат выпуск устройства оптического считывания знаков «Бланк-4».



БЦВМ «Салют-3»



ЕС-6019

1974

- ▶ Выпущена малая серия векторного дисплея «Дельта».
- ▶ В НИИМП для долговременных орбитальных станций разработана БЦВМ «Салют-3» (быстродействие — 150 000 оп/с). Для возвращаемых космических аппаратов разработана модификация «Салют-3М».
- ▶ БЭМЗ приступил к выпуску управляющей цифровой вычислительной машины (УЦВМ), устройства ввода с перфокарт ЕС-6019, устройства управления накопителями на магнитной ленте ЕС-5517 и начал подготовку к серийному производству ЕС-1022 взамен ЕС-1030.
- ▶ Принят ГОСТ на кодировку символов русского алфавита КОИ-8, используемую по настоящее время в различных модификациях.

1975

- ▶ В НПО автоматики разработана БЦВМ ЦВМ-7 (производительность — 180 000 оп/с, количество команд — 64, масса — 11,2 кг).
- ▶ В НИИМП для геостационарных спутников разработана БЦВМ «Салют-4».
- ▶ На БЭМЗ создано устройство подготовки данных на перфоленте ЕС-9024.
- ▶ МИЭТ назначен головным в оборонной промышленности разработчиком специальных вычислительных средств для систем управления комплексами вооружения Сухопутных войск.

1977

- ▶ Институт автоматики и электрометрии (ИАиЭ) разработал векторный дисплей ЭПГ-400.
- ▶ На БЭМЗ разработан адаптер АД-2155 для устройства «Бланк-П».

► Принят на вооружение и передан в серийное производство на Вологодский оптико-механический завод созданный в МИЭТ танковый баллистический вычислитель 1В517.

1978

► Разработана первая отечественная промышленная диалоговая обучающая система «Оскар», получившая дальнейшее развитие на персональных компьютерах (ДВК и IBM PC) под названиями «Астра» и «Адонис».

1979

► ИНЭУМ разработал управляющий вычислительный комплекс СМ-1300 (основные разработчики — Б. Я. Фельдман, Б. И. Парфенов, В. С. Громов, Е. Г. Назаров). В зависимости от комплектации машина имела несколько моделей и производилась на заводе «Энергоприбор» (Москва).

► Начато серийное производство векторного дисплея ЭПГ-400.

► В Институте прикладной физики (ИПФ) разработан цветной полутонный растровый дисплей «Гамма-1» (256×256×6 бит).

► Корпорация Bell Labs (США) представила первый цифровой сигнальный процессор (DSP) — важнейший компонент в устройствах сотовой и радиосвязи.

► На БЭМЗ освоено производство алфавитно-цифровых дисплейных комплексов — локального ЕС-7920.01 и дистанционного ЕС-7920.11. Завершены работы по запуску комплекса имитации сигналов проверки блока УЦВМ.



DSP-1



ЕС-7920.11

1980



ЕС-6019М



МикроЭВМ СМ-1800

► В НПО автоматики разработана БЦВМ «Малахит-2» (производительность — 312 000 оп/с, количество команд — 128, масса — 5,0 кг).

► На БЭМЗ создано перфокарточное устройство ввода ЕС-6019М. Завод приступил к выпуску: устройств подготовки данных ЕС-9009.01 — кассетной магнитной ленты и ЕС-9051.01 — гибких магнитных дисков; алфавитно-цифрового дисплея АЦД-2000; устройства, фото-считывающего с перфокарты ФСУ-П, для станков с ЧПУ.

► В ИНЭУМ разработана 8-разрядная микроЭВМ СМ-1800. Машина имела три модификации и серийно выпускалась до 1990 г. на заводе ВУМ киевского ПО «Электронмаш» и других заводах Минприбора. Выпущено около 12 тыс. комплектов.

► Первая в Минвузе СССР типовая система АСУ «Абитуриент», разработанная МИЭТ совместно с НИИ проблем высшей школы, внедрена более чем в 200 вузах страны.

1981



ЕС-1035-07



ЕС-1035-07

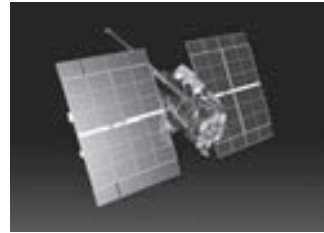
► ИНЭУМ (Б. Н. Наумов, А. Н. Кабалевский, В. П. Семик) совместно с СКБ Вильнюсского завода счетных машин (А. М. Немейкшис, С. И. Сидорас) разработали вычислительный комплекс СМ-1600, предназначенный для решения учетных, планово-экономических и статистических задач.

► БЭМЗ в кооперации с заводом ЗИТ (Болгария) освоил выпуск модификации вычислительной электронной цифровой машины ЕС-1035-07.

► В НПО «Агат» создана специальная управляющая вычислительная система «Бурав» (главный конструктор — Б. Г. Микаэлян). Серийно изготавливалась ульяновским приборостроительным заводом «Комета» и опытным заводом НПО «Агат».

1982

- ▶ Начало запуска спутников системы ГЛОНАСС, созданных в НПО прикладной механики (г. Железнодорожный Красноярского края).
- ▶ Япония приступила к разработке амбициозного проекта «Компьютерные системы пятого поколения», реализующего принципы искусственного интеллекта (ИИ).
- ▶ По личному заданию министра радиопромышленности СССР на БЭМЗ освоен выпуск бортового компьютера А30А1.
- ▶ НИИ периферийного оборудования (Киев) разработал векторный дисплей СМ-7316.
- ▶ В институте прикладной физики создан растровый цветной полутоновый дисплей «Гамма-2».
- ▶ ИАиЭ разработал векторные дисплеи ЭПГ-СМ и ЭПГ-2СМ.
- ▶ Передана в серийное производство разработанная в МИЭТ цифровая вычислительная система управления огнем зенитной самоходной установки «Тунгуска».
- ▶ Советский Союз вошел в международные компьютерные сети. Николай Саух и сотрудники Всесоюзного НИИ прикладных автоматизированных систем организовали постоянно действующий канал связи со своими коллегами в Венском институте системного анализа.



Спутник системы ГЛОНАСС



Векторный дисплей СМ-7316



Векторный дисплей СМ-7316

1983

- ▶ Б. Страуструп (США) разработал язык С++ (объектное расширение языка Си).
- ▶ В кооперации с заводом ЗИТ (Болгария) на БЭМЗ освоено производство модификации ЭВМ ЕС-1035-08 с матричным процессором.



Б. Страуструп

- ▶ В Казанском авиационном институте создана учебная лаборатория микроЭВМ и базовый отдел СКБ Казанского завода ЭВМ при кафедре ЭВМ.
 - ▶ ИПФ разработал растровую цветную полутоновую дисплейную станцию «Гамма-4».
-

1984

- ▶ ИПФ разработал растровое расширение символьных терминалов «Гамма-5» (512×256×1 бит, прокрутка изображения). В этом же году изделие запущено в серию.
 - ▶ Институт прикладной математики (ИПМ) завершил разработку бортовой ОС многоцветного космического корабля «Буран», обеспечившей выполнение в режиме реального времени алгоритмов управления бортовыми системами и взаимодействие вычислительного комплекса с ЦУПом.
-

1985

- ▶ В НИИМП для автономных низкоорбитальных космических объектов разработана БЦВМ «Салют-5» (быстродействие — 500 000 оп/с, энергопотребление — 80 Вт). Машина выпускалась на киевском заводе КРЗ.
 - ▶ БЭМЗ в интересах Минобороны переориентирован на выпуск электронной вычислительной машины А50 и подвижного вычислительного комплекса 65с724.
 - ▶ Проведена модернизация и обеспечен выпуск бортовых компьютеров А30М и А30Б1.
-

1986

- ▶ В НПО автоматики создана БЦВМ «Малахит-3» (производительность — 286 000 оп/с, количество команд — 64, масса — 10,7 кг).
- ▶ На БЭМЗ обеспечен выпуск модификации вычислительных комплексов 65с728.01.

1987

- ▶ БЭМЗ приступил к серийному производству: наземного подвижного вычислительного комплекса 65с724.02; накопителя на кассетной магнитной ленте 65с31-1; вычислительного комплекса воздушного базирования ВК2РА35; вычислительного стационарного комплекса 1В529.
- ▶ В серийное производство передана разработанная в МИЭТ ЦВС для управления огнем корабельного зенитного комплекса.



Наземный подвижной
вычислительный комплекс
65с724.02

1988

- ▶ Введена в действие волоконно-оптическая линия связи Ленинград — Сосновый Бор протяженностью 120 км.
- ▶ Изготовлены опытные образцы одномашинного (1В546.01) и двухмашинного (1В546) вычислительных комплексов; освоено серийное производство комплексов алфавитно-цифровых дисплеев — локального ЕС-7920.04 и дистанционного ЕС-7920.14; подвижного вычислительного комплекса 65с733.
- ▶ Передан в серийное производство разработанный в МИЭТ вычислитель для боевой машины пехоты.

1989

- ▶ ИНЭУМ создал вычислительный комплекс СМ-1425, совместимый с СМ-1420 (основные разработчики — Л. М. Плахов, Б. И. Парфенов, Г. А. Егоров, В. С. Громов). В этом же году начался его выпуск в ПО «Электронмаш» (Киев).
- ▶ Начала работать спутниковая система «Москва-Глобальная», обеспечивающая прием советских ТВ-программ на территории почти всех стран мира.



СМ-1420



Плеер «Амфитон»

► БЭМЗ освоил производство персонального компьютера ЕС-1845 (ТЗ Министерства обороны). Налажен выпуск комплекта учебной вычислительной техники (КУВТ) «Корвет» и бытового персонального компьютера «Байт», плеера «Амфитон», фотоплетизмографа.



1990

► Создана IP-сеть «Релком» компании «Демос» (в 1995 г. переименована в «Интернет/Россия»);
► 19 сентября в базе данных InterNIC (Internet Network Information Center) руководитель одной из бригад «Демоса» Вадим Антонов от имени Советской ассоциации пользователей Unix (SUUG) зарегистрировал домен SU. Эти события положили начало развитию Интернета в России. В СССР начала активно развиваться сеть Фидонет.



1990–1991

► Появление почти в каждом крупном городе СССР узлов сети «Релком», предоставляющей услуги электронной почты и доступа к телеконференциям USENET по протоколу UUCP, при том что в сети уже используется доменная адресация Интернета. На отдельных участках сети «Релком» уже используется протокол TCP/IP.



1991

► В Москве и Санкт-Петербурге введены в эксплуатацию первые в России сети сотовой связи.
► В НИО автоматики разработана БЦВМ СБ-1570 (производительность — 740 000 оп/с, количество команд — 153, масса — 1,0 кг).

- ▶ БЭМЗ приступил к выпуску стационарных ЭВМ 65с733.10 и 65с733.11, а также предметов бытовой техники: разработан билетно-кассовый аппарат (БКА) «Экспресс-2Б»; автомобильное противоугонное устройство «Гном» и др.
- ▶ БЭМЗ освоил производство вычислительных комплексов 1В529.01, 5В711, 65С733.05. Создана оперативная рабочая группа по подготовке производства изделия 9С714-Н.

ВЫРАЖАЕМ БЛАГОДАРНОСТЬ ЗА УЧАСТИЕ В ПОДГОТОВКЕ КНИГИ:

председателю Совета директоров группы компаний АйТи
Тагиру Галеевичу Яппарову,

генеральному директору Управляющей компании АйТи
Игорю Родомировичу Касимову,

директору Виртуального компьютерного музея
Эдуарду Михайловичу Пройдакову,

директору Службы маркетинга группы компаний АйТи
Дмитрию Леонидовичу Ведеву,

руководителю пресс-службы группы компаний АйТи
Сергею Николаевичу Севрюкову,

директору ИСИ им. А.П. Ершова СО РАН
д.ф.-м.н. Александру Гурьевичу Марчуку,

научному сотруднику ИСИ им. А.П. Ершова СО РАН,
к.ист.н. Ирине Александровне Крайневой,

а также членам Экспертного совета Виртуального компьютерного музея.

СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ИТ

Том 2

Руководитель проекта *М. Султанова*
Компьютерная верстка *Д. Жаровский*
Арт-директор *Л. Беншуша*
Дизайнер *Ю. Джелали*

Фотоматериалы предоставлены
ИСИ им. А. П. Ершова СО РАН, а также сайтами:
computer-museum.ru, it-history.ru,
агентствами Фотобанк/Gettyimages и East-News.

Подписано в печать 26.10.2015. Формат 84×108/16.
Бумага офсетная № 1. Печать офсетная.
Объем 15 печ. л. Тираж 1500 экз. Заказ № .

ООО «Альпина Паблишер»
123060, Москва, а/я 28
Тел. (495) 980-53-54
www.alpina.ru
e-mail: info@alpina.ru

Знак информационной продукции
(Федеральный закон № 436-ФЗ от 29.12.2010 г.)

0+

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК