

References

1. **Kotov V. E.** Seti Petri, Moscow, Nauka, 1984 (in Russian).
2. **Piterson Dzh.** Teoriya setej Petri i modelirovanie sistem, Moscow, Mir, 1984.
3. **Kulagin V. P.** Problemy` analiza i sinteza struktur parallel`ny`x vy`chislitel`ny`x sistem, *Informacionny`e Tekhnologii*, 1997, no. 1, pp. 2–8.
4. **32nd International Conference on Application and Theory of Petri Nets and Concurrency**, 2011, available at: [//www.jaist.ac.jp/acsd-petrinets2011/](http://www.jaist.ac.jp/acsd-petrinets2011/).
5. **33rd International Conference on Application and Theory of Petri Nets and Concurrency (Petri Nets 2012)**, Hamburg, Germany, June 25–29, 2012, available at: [//www.informatik.uni-hamburg.de/TGI/PetriNets/meetings/pn2012/](http://www.informatik.uni-hamburg.de/TGI/PetriNets/meetings/pn2012/)
6. **34th International Conference on Application and Theory of Petri Nets and Concurrency (Petri Nets 2013)**, Milano, Italy, June 24–28, 2013, available at: [//www.mc3.disco.unimib.it/petrinets2013/](http://www.mc3.disco.unimib.it/petrinets2013/).
7. **Ankundinov G. I.** Sintez struktury` slozhny`x ob`ektov. Logiko-kombinatorny`j podhod. L.: LGU, 1986.
8. **Birkhof G.** Teoriya struktur. M.: Inostrannaya literatura, 1952.
9. **Skorniyakov L. A.** E`lementy` teorii struktur, Moscow, Nauka, 1982.
10. **Cabasio M. P., Giua A., Seatzu N.** Structural analysis of Petri nets, *Control of Discrete-Event Systems. Lecture Notes in Computer Science*, № 433, Springer-Verlag, London, 2013, pp. 217–233.
11. **Kun S.** Matrichny`e processory` na SBIS: Per. s angl, Moscow, Mir, 1991, 672 p.
12. **Sverxbol`shie integral`ny`e sxemy` i sovremennaya obrabotka signalov:** Per. s angl. / Pod red. S. Guna, X. Uajtxausa, T. Kajlata, Moscow, Radio i svyaz`, 1989, 472 p.
13. **Kulagin V. P., Dubinin V. N.** Strukturny`j analiz setej Petri, *Informacionny`e Tekhnologii*, 2016, no. 1 (22), pp. 3–13.
14. **Kulagin V. P.** Tenzorny`e metody` issledovaniya struktur setej Petri, *Informacionny`e tekhnologii*, 2015, T. 21, № 2, pp. 83–94.
15. **Kulagin V. P.** Metody` postroeniya tenzorov preobrazovaniya dlya setevy`x modelej slozhny`x sistem, *Informatizaciya obrazovaniya i nauki*, 2015, № 4 (28), pp. 133–147.
16. **Kulagin V.** Design of control systems for parallel computing structures based on net models, in: 2016 International Siberian Conference on Control and Communications (SIBCON). Proceedings, Moscow, HSE, 2016.
17. **Drozdov D., Dubinin V., Kulagin V.** Petri nets behavioral equivalence checking in SMV, in: 2016 International Siberian Conference on Control and Communications (SIBCON). Proceedings, Moscow, HSE, 2016.

УДК 001.89

DOI: 10.17587/it.25.283-292

Р. М. Юсупов, чл.-корр. РАН, науч. рук. института, e-mail: yusupov@iias.spb.su,
В. И. Воробьев, д-р техн. наук, гл. науч. сотр., e-mail: vvi@iias.spb.su,
М. Ю. Петров, вед. программист, e-mail: miha@iias.spb.su,
Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН (СПИИРАН)

Представление эволюции средств вычислительной техники в экспозиции Музея истории СПИИРАН

Описана история развития средств вычислительной техники в СПИИРАН. Приведен обзор основных экспонатов: отдельных устройств и компонентов вычислительной техники. Экспозиция отражает отдельные этапы становления и развития вычислительной техники в стране и возникновения информатики как фундаментальной науки. Систематизирован опыт использования вычислительной техники в научных исследованиях.

Ключевые слова: экспозиция музея, средства вычислительной техники, математическое обеспечение ЭВМ, компьютерные сети, центр коллективного пользования

Введение

Появление средств вычислительной техники следует считать одним из важнейших достижений цивилизации, обусловивших переход от индустриального к информационному обществу. Создание научно-технического музея истории вычислительной техники направлено на формирование понимания основных тенденций развития информационных технологий от истоков до современного их состояния. Экспозиция музея предназначена для различных возрастных групп школьников, студентов, пе-

дагогов и научных работников. Она знакомит посетителей с важнейшими вехами развития информатики и средствами вычислительной техники на различных этапах их развития.

Музей истории СПИИРАН является одним из источников научно-образовательной деятельности в области истории информатики, сохранения и демонстрации средств вычислительной техники в северо-западном регионе России [1,2]. Коллекция содержит более 1000 объектов, представленных в экспозиции. Выставленные образцы отражают основные вехи метасистемного перехода в развитии средств вычислитель-

ной техники. Динамика развития такова, что раз в два года происходит удвоение сложности вычислительной установки (информационной системы), соответственно сокращается время возникновения новых типов систем [3].

Роль музея в популяризации достижений науки и техники на заре цифровой экономики трудно переоценить. Музей выполняет также культурно-нравственную функцию, осуществляя связь поколений, передачу знаний и опыта [4]. Экспонаты, представленные в хронологическом порядке, позволяют наглядно представить эпоху становления информационного общества.

Музеи вычислительной техники, реальные и виртуальные, широко представлены на просторах сети Интернет. Живой интерес к истории развития вычислительной техники неуклонно растет, что подтверждается развитием и увеличением числа музеев вычислительной техники, среди которых: Computer History Museum в Калифорнии [5], в котором представлены часть экспонатов тех же семейств и производителей, что и в музее СПИИРАН; музей науки Великобритании [6], экспозиция которого включает отечественную ЭВМ БЭСМ-6; вропейский виртуальный компьютерный музей (ЕСМ) [7], позволяющий раздвинуть рамки экспозиции любого музея; обновленная экспозиция в Политехническом музее в Москве [8]. В сети Интернет множество материалов представлено фирмами-производителями и частными коллекциями [5–18]. Современные информационно-вычислительные системы неразрывно связаны с сетями передачи данных, поэтому важна история их развития и демонстрация устройств [9].

Любой современный исследовательский центр рано или поздно сталкивается с дефицитом, неполнотой и утратой информации. На данный момент наши знания о достижениях в области вычислительных и коммуникационных технологий дискретны и не всегда достоверны. Очевидно, эта область науки уже требует обобщения, классификации и анализа накопленных знаний, понимания динамики развития в целях установления эмпирических связей и соотношений, что позволит впоследствии выявить закономерности развития.

Первым шагом на этом пути является создание научного, общедоступного, многопланового музея вычислительной техники, информационных и коммуникационных систем, который предназначен для решения следующих задач:

- повышения общеобразовательного, культурного уровня и компьютерной грамотности;

- стимулирования интереса к вопросам практического повсеместного использования компьютерных средств;
- сохранения историко-культурного наследия общества, связанного с созданием и развитием средств работы с одним из важнейших национальных богатств общества — информационными ресурсами;
- пополнения, восстановления и сохранения информации об утраченных экспонатах — вычислительных машинах различных моделей и сопутствующих им устройствах, в частности периферийных, и средствах связи.

История института — предпосылки для создания коллекции

Сбор коллекции музея начался в 2000 г., когда при проведении ремонта помещений сотрудниками были сохранены интересные экземпляры вычислительной техники. В последующие несколько лет был продолжен целенаправленный сбор экспонатов, и в 2008 г. директором СПИИРАН членом-корреспондентом РАН Р. М. Юсуповым было принято решение о создании музея института. В ходе работы над экспозицией сотрудники стремились сохранить и показать ушедшие в историю устройства. Собранные и систематизированы экспонаты, отражающие сорокалетнюю историю института, связанную с развитием вычислительной техники в стране и формированием информатики как фундаментальной науки.

История коллекции музея неразрывно связана с историей создания 7 октября 1974 г. Отдела вычислительной техники физико-технического института (далее ЛНИВЦ, ЛИИАН и СПИИРАН), руководителем которого был назначен д-р техн. наук профессор В. М. Пономарев.

Мощь государства определяется не только добываемыми ресурсами или количеством выработанной энергии, но и научной мощью, включающей вычислительные и информационные ресурсы. К 1974 г. в Ленинграде назрела критическая ситуация, связанная с острой нехваткой вычислительных мощностей. Ресурса ЛО ЦЭМИ АН СССР, который пытался взять на себя роль вычислительного центра коллективного пользования, явно не хватало. В Москве и Новосибирске уже работали системы коллективного пользования. Встала такая задача и в Ленинграде [19]. Пакетный режим, в котором эксплуатировались ЭВМ, обеспечивал

лишь более или менее эффективную загрузку, но время решения задачи, т. е. время отладки и получения содержательного результата, составляло месяцы, а для некоторых задач и годы.

Перед коллективом ЛВЦ (отдел ФТИ), руководимым д-ром техн. наук В. М. Пономаревым, была поставлена задача создания вычислительных ресурсов в виде системы коллективного пользования и далее, на ее базе, разработки системы автоматизации научных исследований.

Первая проблема — установка мощных ЭВМ — была сложной инженерной задачей, с которой справлялись не все институты. Так, один из институтов АН СССР, получив дефицитнейшее оборудование (БЭСМ-6), не сумел запустить его в работу, а молодой коллектив ЛВЦ успешно с этим справился. В 1975 г. были введены в эксплуатацию МИР-2 и М-6000, первая ЭВМ БЭСМ-6 (рис. 1, *а—в*, см. третью сторону обложки), в 1976 г. — вторая ЭВМ БЭСМ-6, которые сразу были объединены в многомашинный вычислительный комплекс, что позволило на некоторое время удовлетворить потребности ленинградских учреждений АН СССР.

Эффективность решения задач определялась не только мощностью процессора, но и математическим обеспечением ЭВМ, включающим операционную систему, набор компиляторов для языков программирования (ас-семблеры, АЛГОЛ, ФОРТРАН, PL-1, SIMULA, APL, GPSS и др.), библиотек стандартных программ, СУБД и средств автоматизации программирования. За короткое время были установлены и сданы в эксплуатацию практически все компоненты программного и математического обеспечения, которые были доступны и работоспособны, включая библиотеки стандартных программ общего пользования: IBM, МГУ, Уилкинсона и др.

Анализ отечественного и зарубежного рынка вычислительной техники того времени показал, что наиболее перспективным следовало считать приобретение современной вычислительной системы высокой производительности, ориентированной на использование в научных исследованиях и работу в системе коллективного пользования. На выпуске систем такого класса специализировалась американская фирма ControlData Corporation.

Следующим шагом по расширению ресурсов и внедрению новых сервисов была установка в 1978 г. вычислительной системы CYBER-172-6 фирмы CDC (рис. 2, *а*, см. третью сторону обложки), которая отличалась от отечественных ЭВМ рациональной и сбалансиро-

ванной архитектурой, большим разнообразием и качественным периферийным оборудованием и развитым математическим обеспечением. В частности, были установлены и успешно эксплуатировались библиотека MSFLIB, которая содержала большое число уникальных алгоритмов и программ, а также система управления базами данных (DMS-170). Система CYBER включала кроме центрального процессора 10 периферийных процессоров и, что особенно важно, сетевой процессор. Данные особенности архитектуры позволяли повысить производительность, поскольку центральный процессор занимался только решением задач пользователей. Наличие сетевого процессора открывало возможности для создания компьютерных сетей. Первые эксперименты по установлению межкомпьютерных связей для создания компьютерных сетей и подключения ресурсов европейских компьютерных центров были проведены с Будапештом (ИИВТА) и с Финляндией (Технический исследовательский центр Финляндии). В этом направлении институт был одним из лидеров в стране. Успехи института в настоящее время обусловлены в том числе своевременным выбором руководством института сетевых технологий.

Дальнейшим шагом в развитии системы коллективного пользования стала установка в 80-е годы ЕС-1052 (рис. 1, *г*, см. третью сторону обложки), ЕС-1060, объединенных в единый многомашинный комплекс, СМ ЭВМ и развитие терминальной сети. Удаленные терминалы были установлены и подключены по телефонным проводам более чем в 50 территориально разнесенных учреждениях. В качестве сетевых ЭВМ использовались компьютеры серии СМ ЭВМ, которые также применялись для автоматизации эксперимента в академических институтах, ФИН, ФТИ и др., а также для управления производственными системами. В отличие от системы CYBER, в которой для обеспечения сетевых телекоммуникаций использовался метод коммутации каналов, отечественные компьютеры объединялись на базе метода коммутации пакетов, что и было использовано в проекте АКАДЕМСЕТЬ, реализованном в 1985 г. С этого момента ЛНИВЦ полностью взял на себя выполнение заявок академических учреждений на выполнение вычислительных работ.

С помощью вычислительной техники и математического и программного обеспечения решались научные задачи в разных областях науки, таких как: физика плазмы, твердого тела и газовой динамики; квантово-механические

расчеты электронных структур молекул, спектров и структур полимерных систем; расчеты эфемерид астрономии и небесной механики; планетарная геофизическая гидродинамика теории климата; математическое моделирование фитоценозов; прогноз продуктивности в экосистемах; моделирование системы "Человек — Биосфера"; создание региональных моделей рационального использования ресурсов и т. д.

В 1990-х гг. на волне всеобщего увлечения персональными ЭВМ и идолопоклонства перед западными технологиями институт сохранил накопленный опыт и обеспечил последовательный переход к современным информационным технологиям.

Способ коллективного использования информационных и вычислительных ресурсов в современном мире приобрел новые более развитые формы организации в концепции Data-центров, предоставляющих облачные сервисы. Идеи, косвенно соотносящиеся с тем, что используются в технологиях облачных вычислений, и описывающие возможность вычислений с использованием удаленных вычислительных центров, в том числе концепция виртуальных машин [20], зародились еще в 70...80-х годах прошлого века. В условиях дороговизны, дефицита оборудования и необходимости обслуживания техники высококвалифицированным инженерным персоналом существовала практика создания вычислительных центров коллективного пользования (ВЦКП) [21, 22]. Именно тогда разработчики программного обеспечения предложили модель приложений, при которых все вычисления и обработка информации осуществляются не на компьютере пользователя, а на удаленных серверах. Однако глобальной сети в то время не существовало, поэтому первые идеи "облаков" оказались трудно реализуемыми и практически не использовались при создании новых программ.

Тематические разделы коллекции музея

В коллекции музея можно выделить несколько тематических разделов, показывающих основные направления развития средств вычислительной техники.

1. Электронно-вычислительные машины разных поколений

Вычислительный комплекс CYBER-172-6 (рис. 2, а, см. третью сторону обложки) пред-

ставляет тот период развития, когда вычислительные машины были большими (1960...1980 гг.). Основу элементной базы комплекса составляют интегральные микросхемы низкой и средней степени интеграции. Комплекс состоит из центрального процессора с оперативной памятью, консоли оператора, устройств управления периферийными устройствами и самих периферийных устройств (устройств ввода-вывода). Устройствами ввода-вывода являются накопители на магнитных дисках, накопители на магнитных лентах, удаленные терминалы, принтеры, устройства ввода и вывода информации на перфокарты. Важным моментом для того времени является наличие сетевого процессора, работающего по принципу коммутации каналов, что позволило проводить работы по взаимодействию удаленных машин. Комплекс обладал весьма высокой по тому времени (1978 г.) производительностью порядка 1 млн операций в секунду. Комплекс был построен по блочно-модульному принципу, что позволяло увеличивать или уменьшать его состав в зависимости от решаемых задач, а также способствовало быстрой диагностике неисправностей и их устранению.

Программное обеспечение комплекса состояло из сбалансированной сетевой операционной системы (NOS), компиляторов языков программирования Фортран, Алгол, APL, Лисп, Симула, комплекса библиотек научных программ, системы управления базами данных и позволяло решать широкий круг инженерных и научных задач. В частности, в 1982 г. были проведены расчеты о влиянии строительства комплекса защитных сооружений Ленинграда от наводнений на экологическое состояние "Маркизовой лужи".

В экспозиции музея комплекс представлен следующими устройствами:

- центральный процессор, который представляет собой металлический шкаф (габаритные размеры 85 × 230 см, высотой 2 м), в котором смонтированы четыре поворотные рамы, блоки преобразователей питания и компрессор холодильной установки. В рамы вставлены платы с электронными компонентами (типовые элементы замены — ТЭЗ) — 17 рядов, по 42 платы в каждом ряду (рис. 2, б, см. третью сторону обложки). С обратной стороны рамы платы соединены между собой проводами методом навесного монтажа (рис. 2, в, см. третью сторону обложки). Каждая плата представляет собой отдельный узел-компонент, из которых состоит

центральный процессор, например: плата-регистр, плата-сумматор, плата-сегмент оперативной памяти, плата-тактовый генератор. Во всем процессоре имеется всего около 70 различных видов плат. Для удобства ремонта неисправных узлов прилагался комплект запасных плат по одной каждого вида для того, чтобы можно было временно заменить неисправную плату, запустить весь комплекс в работу, а неисправную плату починить с помощью специального устройства — тестера;

- консоль оператора, которая представляет собой тумбу-контроллер устройства. На тумбе размещен графический дисплей;

- накопитель на магнитных дисках (рис. 3, б, см. четвертую сторону обложки), представляющий собой ящик-тумбу с размещенным внутри контроллером устройства и шпинделем для установки сменного пакета магнитных дисков. Над поверхностью каждого диска находится магнитная головка, которая читает или записывает данные на концентрическую дорожку. Все головки имеют возможность перемещаться по поверхности дисков к центру и обратно, что позволяет создать на дисках множество дорожек. Таким образом, общая информационная емкость (объем) всего пакета дисков состоит из объема одной дорожки, умноженного на число дорожек и еще раз умноженного на число дисков (точнее их поверхностей).

Несмотря на наличие очень сложного и точного механизма устройство обладает высокой надежностью и скоростью работы, поэтому похожие устройства (только уменьшенных габаритов) используются в современных компьютерах до сих пор (рис. 3, а, см. четвертую сторону обложки);

- накопитель на магнитных лентах (рис. 3, в, см. четвертую сторону обложки), представляющий собой шкаф, в котором находится магнитофон (внешне похожий на бытовой) и устройство управления. В магнитофон устанавливается катушка с магнитной лентой. Ширина магнитной ленты позволяет организовать на ней несколько одновременных дорожек (в разных моделях от 5 до 11). Длина магнитной ленты составляет несколько сотен метров (до 650), что позволяет записать на нее огромный объем информации. Основной (и весьма существенный) недостаток заключается в невысокой скорости доступа (до нескольких минут) к информации. Поэтому подобные устройства использовались в основном для хранения архивов данных;

- удаленный терминальный комплекс (пакетный терминал) (рис. 3, з, см. четвертую сторону обложки) — рабочее место пользователя — представляет собой стол-тумбу с размещенным внутри нее контроллером удаленного терминала. На столе размещены модем для связи с ЭВМ, дисплей, устройство ввода информации с перфокарт, графопостроитель, алфавитно-цифровое печатающее устройство.

Появление интегральных микросхем высокой и сверхвысокой степени интеграции позволило "упаковать" весь процессор в одну микросхему, соответственно, существенно уменьшились размеры вычислительной техники. Началась эра персональных компьютеров.

В экспозиции музея класс персональных ЭВМ является самым многочисленным. Наибольший интерес представляет легендарная машина — "IBM PC XT", которая является первой массовой персональной ЭВМ. Фактически, эта машина произвела переворот в информатизации общества, поскольку для большинства современников являлась первой доступной ЭВМ. В музее имеется также машина "Правец-16", которая является совместимым аналогом IBM PC XT и была широко распространена в нашей стране.

По мере развития аппаратных возможностей вычислительных машин и создания программного обеспечения для решения самых разнообразных задач появлялись специализированные ЭВМ, предназначенные для решения определенного класса задач. К таким задачам, в частности, относится компьютерная обработка изображений, а предназначенные для этого машины называются "графическими станциями". В экспозиции представлены графические станции таких известных фирм, как "Control Data Corporation" (Silicon Graphics), "Sun Microsystems" (Sparc), "Apple" (Macintosh).

Появление однокристалльных микропроцессоров не обошли стороной и радиолюбители. В различных журналах печатались схемы домашних персональных компьютеров. Нередко такая разработка представляла собой приставку к телевизору (рис. 4, а). На корпусе приставки размещалась клавиатура, под клавиатурой находилась плата с электроникой. Программное обеспечение таких ЭВМ, как правило, оставляло желать лучшего и, в основном, ограничивалось наличием пары десятков компьютерных игр и одного или двух языков программирования для проведения несложных инженерных расчетов, вследствие чего эти машины

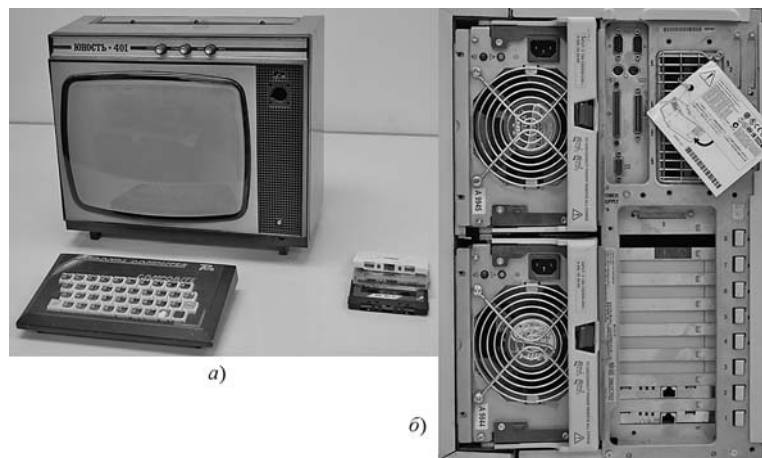


Рис. 4. "Домашний компьютер" и дублирование в серверах

заняли нишу так называемых игровых приставок. В экспозиции музея такие компьютеры также представлены.

Развитие сетевых возможностей и появление сети Интернет привело к созданию особого, специализированного класса машин — так называемых серверных ЭВМ. Эти машины полностью предоставляют свои ресурсы пользователям других машин через сеть. Работа пользователя непосредственно на консоли такой машины возможна, но не желательна. Отличительной особенностью таких машин является наличие ресурсов, существенно превосходящих возможности обычных персональных ЭВМ. Такими ресурсами могут быть дисковое пространство (хранилище) большого объема для серверов баз данных или множество процессоров для вычислительных серверов. Кроме того, создатели серверов обращают особое внимание на надежность работы такой техники. В частности, дублируются блоки электропитания, каналы ввода-вывода (рис. 4, б). В экспозиции музея представлена серверная ЭВМ "Corollary", содержащая в себе несколько процессоров и предназначенная для выполнения большого объема вычислительной работы.

2. Элементная база

Создание электронно-вычислительной машины стало возможным лишь тогда, когда для этого появилась соответствующая элементная база. В начале XX века была изобретена электронная лампа и открыты полупроводниковые явления. Стремительное развитие электроники, а также математической основы и, в частности, теории алгоритмов в 1920—1940-х гг. сделали возможным создание электронной вычис-

лительной машины. Первая ЭВМ была построена в 1946 г. и содержала 18 тыс. электронных ламп. А к 1952 г. в ведущих научных странах было создано уже около двух десятков разных машин. Большие размеры электронных ламп и значительное энергопотребление ограничивали возможности для дальнейшего развития. И в 1955 г. были созданы первые "транзисторные" ЭВМ. В 1960-х гг. появились интегральные схемы, и развитие пошло по пути миниатюризации. Уменьшение размеров и энергопотребления электронных устройств позволило развивать функциональные возможности ЭВМ.

В экспозиции музея представлены электронные лампы, транзисторы, интегральные микросхемы разной степени интеграции, использовавшиеся в вычислительной технике тех лет (рис. 5, а, см. четвертую сторону обложки). В экспозиции имеются также различные узлы и устройства (электронные платы), созданные с использованием перечисленных компонентов (рис. 5, б—г, см. четвертую сторону обложки).

3. Копировально-множительная техника и средства ввода-вывода информации

Самые первые ЭВМ имели крайне примитивные средства ввода-вывода. Информация вводилась побайтно в двоичном виде с переключателей, а выводилась также побайтно на линейки лампочек. Для пользователя ЭВМ это было крайне неудобно. В свою очередь, копировально-множительная техника исторически развивалась как самостоятельное направление технического прогресса. Но на определенном этапе развития выяснилось, что эта техника хорошо подходит для осуществления функций ввода и вывода информации из ЭВМ. Ведь под клавиши механической печатной машины можно поставить микропереключатели, и через специальный шифратор вводить информацию о нажатой клавише непосредственно в ЭВМ. А молоточками печатной машины можно управлять из ЭВМ с помощью электромагнитов. С этого момента развитие вычислительных машин и средств печати все чаще и чаще пересекалось. Современные печатные машины содержат в себе множество контроллеров и управляются полноценными ЭВМ.

Аналогично механическим печатным машинам связаны с ЭВМ и другие средства ввода-вывода информации. Информация о состоянии

устройства поступает в ЭВМ с микропереключателями или других датчиков, использующих самые разнообразные физические принципы (датчики Холла, фототранзисторы, пьезо- и тензодатчики), а работа механизмов управляется с помощью электромагнитов, реле или электронных усилителей сигналов.

В коллекции музея имеются механические и электрические печатные машины, телетайп, матричные, струйные, лазерные принтеры. Кроме того, представлены: графопостроитель (рис. 3, з, см. четвертую сторону обложки), устройства ввода информации с перфокарт и перфоленты, устройство вывода на перфоленку, световое перо, манипуляторы типа мышь, устройства хранения информации на магнитных дисках и магнитных лентах.

4. Средства для выполнения арифметических вычислений

В коллекции музея имеются арифмометр, простые и программируемые калькуляторы, логарифмические линейки, конторские счета.

5. Средства связи и телекоммуникации

С появлением первых ЭВМ перед инженерами возникли две проблемы. Первая заключалась в том, что некоторые задачи решались непозволительно долго даже на самых мощных по тем временам машинах. Для ее решения стали создавать средства комплексирования, которые позволяли объединить мощности двух или более ЭВМ в единый вычислительный комплекс. Вторая проблема заключалась в том, что первые машины занимали значительную площадь и часто находились в отдельных, специально построенных для этого зданиях, так называемых вычислительных центрах (ВЦ). Для решения задач пользователи были вынуждены "наносить визит" в эти ВЦ, что было очень неудобно и занимало много времени. Для облегчения пользователю доступа к ЭВМ были созданы так называемые "терминалы", связанные с ЭВМ с помощью модемов через телефонные линии. В отдельных случаях связь с ЭВМ осуществлялась через спутниковые каналы.

По мере уменьшения габаритных размеров вычисли-

тельных машин и увеличения их числа появились средства для построения локальных вычислительных сетей — сетевые адаптеры, хабы, трансиверы — преобразователи среды передачи данных. Появление и развитие сети Интернет привело к необходимости создания специальных роутеров, спутниковых устройств связи.

В коллекции музея представлены разнообразные терминалы, синхронные и асинхронные модемы с различной скоростью передачи данных (рис. 6, б), сетевые устройства (платы, коммутаторы), телепроцессоры для построения магистральной опорной сети, оборудование спутниковой связи.

6. Устройства для наладки и контроля средств вычислительной техники

ЭВМ — это очень сложный комплекс электронных устройств с большим числом самых разнообразных компонентов и деталей. Компоненты первых ЭВМ обладали не очень высокой надежностью и значительным разбросом параметров. Для того чтобы добиться четкой и слаженной работы этого комплекса использовались специальные настроечные устройства — тестеры, позволявшие контролировать правильность работы отдельных компонентов системы и облегчавшие их ремонт и настройку.

В коллекции музея представлены тестеры для настройки разнообразных устройств ввода-вывода (рис. 6, а), а также средства измерительной техники — вольтметры, амперметры, осциллографы, частотомеры, генераторы стандартных и специальных сигналов, использовавшиеся при настройке устройств вычислительной техники (рис. 6, в).

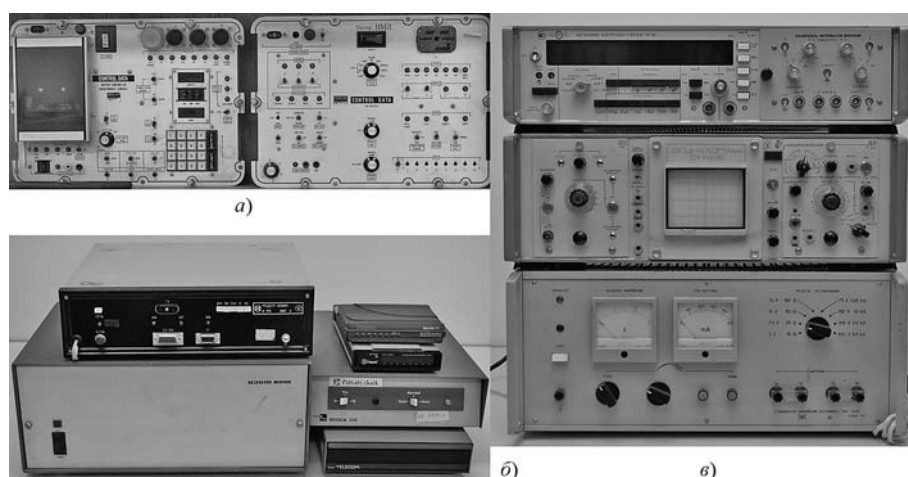


Рис. 6. Модемы и устройства для наладки и контроля средств вычислительной техники

7. Вспомогательная радиоэлектронная аппаратура и устройства

В коллекции музея имеются различные экспонаты, не имеющие, на первый взгляд, прямого отношения к вычислительной технике. Однако без них эксплуатация средств вычислительной техники была затруднена, а в отдельных случаях и невозможна. К таким экспонатам относятся:

- бытовые телевизоры (рис. 4, а) и магнитофоны, которые использовались в комплекте с домашним игровым компьютером (нередко собранным самостоятельно). Телевизор являлся средством отображения информации, магнитофон использовался для хранения программ и данных;
- установка пожаротушения, предназначенная для тушения возможного возгорания в помещении, где находятся средства вычислительной техники. Состоит из набора датчиков дыма, электронного блока управления и баллона с фреоном (рис. 7, а). В случае срабатывания датчика фреон из баллона выпускался, и газ за счет расширения резко снижал температуру в помещении (помещение фактически замораживалось), а кислород в помещении замещался негорючим газом, что способствовало прекращению горения;
- установка климатконтроля. Вычислительная техника весьма чувствительна к параметрам температуры и влажности. Высокая температура приводит к преждевременному выходу из строя электронных компонентов, а высокая влажность — к окислению контактов и плохой работе механических устройств. Установка климатконтроля (рис. 7, б) позволяет контролировать параметры температу-

ры и влажности и, в случае выхода их за пределы допустимого, выдает сигнал оператору;

- дырокол для перфоленты, приспособление для контроля правильности набивки перфокарт. "Когда машины были большими", подготовка данных для решения на ЭВМ выполнялась с помощью специальных устройств "подготовки данных"; это было долгим процессом, а при наборе допускалось много ошибок. Перфокарты и перфоленты, использовавшиеся тогда в качестве носителей информации, допускали "ручное" чтение информации, чем и занималось большинство пользователей, вручную проверяя правильность набора данных, и также вручную их корректировали;
- источники бесперебойного питания (ИБП). Даже кратковременное отключение питания приводит к пропаданию информации в оперативной памяти ЭВМ. ИБП поддерживает работу ЭВМ в течение получаса даже при полном отключении питания, что позволяет сохранить все данные и корректно завершить работу;
- аппарат для чтения микрофишей (рис. 7, в). Любая ЭВМ — это очень сложный комплекс электронных, механических устройств и программного обеспечения. Документация, описывающая работу вычислительной машины и ее составных частей, состоит из десятков, а иногда и сотен томов и занимает много места. Для сокращения физического объема документации использовались так называемые "микрофиши" — уменьшенные фотографии бумажных документов. Одна фотокарточка размерами 9 на 12 см содержит до 24 страниц текста формата А4;
- устройство для чистки магнитной ленты. Наличие пыли на магнитной ленте и магнитных дисках приводит к ошибкам при

чтении и записи. Для очистки магнитной ленты от пыли использовалось специальное устройство;

- установочные комплекты пакетов прикладных программ для персональных ЭВМ. Комплекты включают носители (дискеты) с самими программами, а также описание программ и руководство по их использованию на бумажных носителях. Такие комплекты создавались и использовались до повсеместного развития сети Интернет.

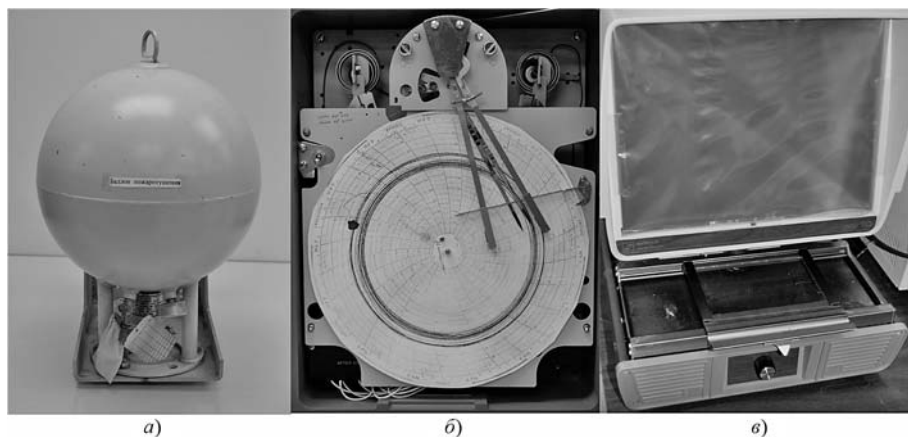


Рис. 7. Вспомогательная аппаратура и устройства

Заключение

Экспозиция музея направлена на формирование понимания места и роли средств вычислительной техники в жизни современного общества. Она отображает реальную жизнь и деятельность института. Историческое наследие является отправной точкой создания информационных технологий будущего.

Развитие музея планируется в следующих направлениях: дальнейшее пополнение и структуризация коллекции, использование робототехнических средств для ведения экскурсий, применение технологий искусственного интеллекта для выбора требуемой траектории конкретной экскурсии с учетом уровня осведомленности посетителей, их интересов и предпочтений. Важным элементом планируемой системы обслуживания посетителей будет интерактивная связь с близкими по тематике музеями, включающая словари, репозиторий метаданных описания коллекции, позволяющие реализовать такие функции, как запрос, поиск, управление и взаимосвязь между словарями и метаданными. Через репозиторий пользователь сможет искать и использовать словари или наборы данных на основе разных критериев и ключевых слов, оценивать запросы SPARQL, находить связанные словари, загружать дампы данных и многое другое. Метаданные могут значительно упростить и улучшить процессы сбора, интеграции и анализа источников данных об экспонатах.

В любой самостоятельной области науки рано или поздно наступает этап структуризации. В области информационных технологий этот процесс активно происходит в настоящее время. Параллельно из разрозненных во времени и пространстве фрагментов складывается целостная история развития, в обобщенном и агрегированном виде передаваемая последующим поколениям. Одним из таких фрагментов является музей истории СПИИРАН.

Список литературы

1. Юсупов Р. М. Из истории развития информатики и информационных технологий в Санкт-Петербурге // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного

политехнического университета. Информатика. Телекоммуникации. Управление. 2011. Т. 6-2. № 138. С. 184—190.

2. Юсупов Р. М., Заболотский В. П. Концептуальные и научно-методологические основы информатизации. СПб.: Наука, 2009. 544 с.

3. Потапов А. С. Искусственный интеллект и универсальное мышление. СПб.: Политехника, 2012. 711 с.

4. Серебрякова Е. В музей — сегодня, в науку — завтра // Санкт-Петербургский вестник высшей школы. 2018. № 4(137).

5. Computer History Museum в Калифорнии. URL: <http://www.computerhistory.org/>

6. Музей науки Великобритании. URL: <https://www.sciencemuseum.org.uk/>

7. The Virtual Museum of Manchester Computing. URL: <http://www.computer50.org/kgill/index.html>

8. Политехнический музей в Москве. URL: <https://poly-mus.ru/ru/>

9. История и классификация глобальных сетей. URL: <https://sites.google.com/site/komptellek/istoria-i-klassifikaciya-globalnyh-setej>

10. Все о старых компьютерах. URL: <http://www.danbigras.ru/>

11. The Virtual Museum of Computing (VMoC). URL: <http://www.historisches-centrum.de/vlmp/computing.html>

12. Музей информатики, Франция. URL: <http://mo5.com/>

13. Музей калифорнийского колледжа. URL: <http://www.computer-museum.org/>

14. Когда и кем был придуман первый арифмометр? URL: <https://eponim2008.livejournal.com/206281.html>

15. История развития ЭВМ. URL: https://ru.wikibooks.org/wiki/История_развития_ЭВМ

16. История информатики и кибернетики в Санкт-Петербурге (Ленинграде). Вып. 1. Яркие фрагменты истории / Под общ. ред. чл.-кор. РАН Р. М. Юсупова; составитель М. А. Вус; Ин-т информатики и автоматизации РАН. СПб.: Наука, 2008. 356 с. (URL: <http://window.edu.ru/resource/804/74804/files/sbornik1.pdf>)

17. Колин К. К. Информатика как наука: История и перспективы развития // Открытое образование 2011. № 6. С. 77—88. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/informatika-kak-nauka-istoriya-i-perspektivy-razvitiya>

18. Виртуальный компьютерный музей. URL: <http://computer-museum.ru/>

19. История СПИИРАН — 40 лет научной деятельности / Под общ. ред. Р. М. Юсупова, А. Л. Ронжина. СПб.: СПИИРАН, 2017.

20. Прат Т. Языки программирования. М.: Мир, 1979. 574 с.

21. История информационных технологий в СССР / Под общей ред. Ю. В. Ревича. М.: Книма (ИП Берег Е. В.), 2016. 416 с.

22. Азеев А. А., Саприн В. В., Чеботарев Ю. А. Организация и функционирование вычислительного центра. М.: Статистика, 1977. 216 с.

R. M. Yusupov, Corr. RAS, Scientific Head of Institute, e-mail: yusupov@iias.spb.su,
V. I. Vorobiev, D. Sc., Chief Researcher, e-mail: vvi@iias.spb.su,
M. Yu. Petrov, Leading Programmer, e-mail: miha@iias.spb.su,
St. Petersburg Institute of Informatics and Automation RAS (SPIIRAN)

Presentation of Computer Evolution in the Exposition of SPIIRAS History Museum

The paper gives consideration to the history of the development of SPIIRAS computer facilities. The main artifacts such as separate devices and components of computer equipment are supplied by an overview. The exposition shows the stages of formation and development of computer technology in the country and of the emergence of informatics as a fundamental science. The experience of using computer technologies in scientific research is aggregated.

Keywords: museum exposition, computer hardware, computer software, computer networks, data center

DOI: 10.17587/it.25.283-292

References

1. **Yusupov R. M.** *Iz istorii razvitiya informatiki i informacionnyh tekhnologij v Sankt-Peterburge* (The history of Informatics and information technologies in St. Petersburg), *Nauchno-tehnicheskie vedomosti Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo politekhnicheskogo universiteta. Informatika. Telekommunikacii. Upravlenie*, 2011, vol. 6-2, no. 138, pp. 184–190 (in Russian).
2. **Yusupov R. M., Zabolotskij V. P.** *Konceptual'nye i nauchno-metodologicheskie osnovy informatizacii* (Conceptual, scientific and methodological foundations of informatization), SPb, Nauka, 2009, 544 p. (in Russian).
3. **Potapov A. S.** *Iskusstvennyj intellekt i universal'noe myshlenie* (Artificial intelligence and universal thinking), SPb, Politehnika, 2012, 711 p. (in Russian).
4. **Serebryakova E.** *V muzej — segodnya, v nauku — zavtra* (To the museum — today, to science — tomorrow), *Sankt-Peterburgskij Vestnik Vysshej Shkoly*, 2018, no. 4(137) (in Russian).
5. **Computer History Museum in California**, available at: <http://www.computerhistory.org/>
6. **The science museum of Great Britain**, available at: <https://www.sciencemuseum.org.uk/>
7. **The Virtual Museum of Manchester Computing**, available at: <http://www.computer50.org/kgill/index.html>
8. **Polytekhnikal museum in Moskow**, available at: <https://polymus.ru/ru/> (in Russian).
9. **History and classification of global networks**, available at: <https://sites.google.com/site/komptellek/istoria-i-klassifikacija-globalnyh-setej> (in Russian).
10. **All about old computers**, available at: <http://www.danbig-ras.ru/> (in Russian).
11. **The Virtual Museum of Computing (VMoC)**, available at: <http://www.historisches-centrum.de/vlmp/computing.html>
12. **Museum of Informatics, France**, available at: <http://mo5.com/> (in Russian).
13. **San Diego Computer Museum**, available at: <http://www.computer-museum.org/> (in Russian).
14. **When and by whom was the first arithmometer invented?** available at: <https://eponim2008.livejournal.com/206281.html> (in Russian).
15. **History of computer development**, available at: https://ru.wikibooks.org/wiki/История_развития_ЭВМ (in Russian).
16. **Yusupov R. M.** ed. *Istoriya informatiki i kibernetiki v Sankt-Peterburge (Leningrade). Vyp.1. YArkie fragmenty istorii. In-t informatiki i avtomatizacii RAN*, SPb., Nauka, 2008, 356 p., available at: <http://window.edu.ru/resource/804/74804/files/sbornik1.pdf> (in Russian).
17. **Kolin K. K.** *Informatika kak nauka: Istoriya i perspektivy razvitiya, Otkrytoe Obrazovanie*, 2011, no. 6, pp. 77–88, available at: <https://cyberleninka.ru/article/v/informatika-kak-nauka-istoriya-i-perspektivy-razvitiya> (in Russian).
18. **Russian virtual computer museum**, available at: <http://computer-museum.ru/> (in Russian).
19. **Yusupov R. M., Ronzhin A. L.** ed. *Istoriya SPIIRAN — 40 let nauchnoj deyatel'nosti* (SPIIRAS history — 40 years of scientific activity), SPb., SPIIRAN, 2017 (in Russian).
20. **Prat T.** *Yazyki programmirovaniya* (Programming language). Moscow, Mir, 1979, 574 p. (in Russian).
21. **Yu. V. Revich** ed. *Istoriya informacionnyh tekhnologij v SSSR* (History of information technology in the USSR), Moscow, Knima (IP Brege E. V.), 2016, 416 p. (in Russian).
22. **Azeev A. A., Saprin V. V., Chebotarev Yu. A.** *Organizaciya i funkcionirovanie vychislitel'nogo centra* (The organization and operation in the computer data center.), Moscow, Statistika, 1977, 216 p. (in Russian).