

## 1.2. Исторические вехи компьютерной электрофизиологии

Опубликовано в Кулаичев А.П. Компьютерная электрофизиология и функциональная диагностика: учебное пособие. 4–е изд., перераб. и доп. — М.: ФОРУМ: ИНФРА–М, 2007. — 640 с.: ил.

В историческом развитии отечественной компьютерной электрофизиологии с определенной степенью временной условности можно выделить предысторию и три макроэтапа (рис. 1.3)<sup>1</sup>.



Рис. 1.3. Этапы развития отечественной компьютерной электрофизиологии

### *Предыстория*

Считается, что систематическое внедрение математических методов в электрофизиологию было инициировано Норбертом Винером, который в 1936 г. высказался за применение корреляционного анализа к ЭЭГ, рассматривая его как стационарный волновой процесс. И уже в 1938 г. М.Н. Ливанов исследовал спектры ЭЭГ мозга кролика путем трудоемкой ручной обработки, а в 1947 г. В.С. Русинов исследовал медленные потенциалы при выработке условных рефлексов у человека.

В это же время появились первые широкодоступные чернилопишущие биоусилительные аппараты, позволившие производить детальный визуальный и измерительный анализ. Важное значение имело изобретение Г. Уолтером в начале 40–х годов автоматического частотного анализатора с

---

<sup>1</sup> Автор стоял у истоков данного научного направления, принимал активное участие в его становлении и развитии и дал ему существующее наименование. Данный обзор составлен с использованием воспоминаний ряда участников этого процесса и впервые опубликован в 2003 г. на сайте medprom.ru .

узкополосными фильтрами, которые в послевоенное время получили заметное применение. Начиная с середины 60-х пришла целая волна новаций: внедрение энцефалографических комплексов с частотными анализаторами–интеграторами (В.А. Кожевников, 1956) и многоканальных электроэнцефалоскопов для топографического картирования (М.Н. Ливанов, 1965), «вычислительная» классификация типов ЭЭГ (Е.А. Жирмунская, 1959), анализ асимметрии  $\alpha$ -волн (А.А. Генкин, 1962), спектральный анализ ЭЭГ на ЭВМ (О.М. Гриндель, 1968), локализация ЭЭГ–источников (В.В. Гнездицкий, 1981) и многие другие.

Вслед за этим применение математических методов начало постепенно распространяться и на другие области электрофизиологии, и в первую очередь — на исследования сердечно–сосудистой системы (М.А. Ронкин, 1963, Р.М. Баевский, 1967).

Однако тогда это были лишь пионерские экспериментальные разработки единичного практического использования. А в расширенном научном обиходе доминировали громоздкие электронно–усилительные устройства с записью биосигналов на магнитные накопители (преимущественно, на магнитные барабаны) и/или с выводом графиков на бумажные носители (чернилопишущие или фотооптические устройства) или же на экраны осциллоскопов. Полученные записи расшифровывались и анализировались вручную или с использованием механических арифмометров, а позднее — клавишных транзисторных калькуляторов.

Внедрение математических методов в то время проходило с высоким энтузиазмом физиологов и сотрудничающих с ними инженеров. Однако профессиональные математики, не видя для себя высокой научной престижности глубокого погружения в данную область, ограничивались, как правило, общими теоретическими предложениями. Действительно, энцефалография находилась на периферии государственных и коммерческих интересов по сравнению с такими областями, как физика, химия, психология, социология, животноводство и сельское хозяйство и другие, где широкое участие профессиональных математиков привело к разработке крупных прикладных и теоретических разделов. Инициативное же внедрение математических методов техническими специалистами привело к распространению в физиологической среде ряда неудачных, некорректных и даже ошибочных методов и понятий, например: широкое использование спектра мощности вместо более адекватного амплитудного спектра, некритическое приложение корреляционного анализа, некорректное вычисление и интерпретация когерентности, использование ненатуральных спектральных оценок средней амплитуды ЭЭГ, неадекватное применение статистических оценок (например, к спектрам, которые являются не выборками, а экспериментальными зависимостями) и т. д. Фактически с эпохи больших ЭВМ энцефалография двигалась в форватере физических и технических приложений методов анализа сигналов, во многом неадек-

ватных данной проблемной области, при практически полном отсутствии метрологического обеспечения и сопровождения. Некоторое время спустя неадекватные методы спектрального анализа начали проникать и в исследование ЭКГ. Более детально соответствующие примеры рассмотрены в разд. 4.4, 6.4.

*Субэпоха больших ЭВМ* (сначала ламповых, а затем и транзисторных) зародилась в конце 50–х годов. Постепенно полученные на самописцах записи биопотенциалов стали различными способами оцифровывать, переносить на совместимые магнитные носители и вводить в ЭВМ для численного анализа. Возник и получил распространение алгоритм быстрого преобразования Фурье (1965 г.), позволяющий рассчитывать различные спектральные характеристики волновых процессов.

В научных исследованиях в качестве вычислительной базы лидирующее положение на долгие годы заняла легендарная супер-ЭВМ БЭСМ-6<sup>1</sup>, работа на которой проходила в режиме пакетной обработки с перфокарт и с программированием на языке ассемблера, а чуть позднее — с расширением на фортране и алголе. В этот период ведущий вклад во внедрение вычислительных методов анализа ЭЭГ на ЭВМ внесли работы блестящей плеяды научных сотрудников института ВНД и НФ АН СССР [22]<sup>2</sup>. В МГУ в это время (1970—1980 гг.) накопленный в исследованиях кафедрой ВНД опыт был воплощен в реализованных на БЭСМ-6 мощных моделях принятия решений человеком при управлении сложными объектами: самолетом на наиболее ответственном этапе приземления и воздушным движением в районе крупного аэропорта [31].

Важный скачок произошел в середине 70–х, когда начали создаваться сети удаленного (терминального) доступа к ЭВМ с работой в режиме разделенного времени, создававшего у пользователя полную иллюзию монопольного общения с ЭВМ. Это позволило создавать не только вычислительные библиотеки пакетного режима, но и интерактивные (диалоговые) системы не только для анализа данных, но и для проведения физиологических экспериментов. Одними из первых в этом новом направлении в МГУ были созданы (1975—1982 гг.) [32]: система программирования для задач моделирования принятия решений с алгоритмическим языком

---

<sup>1</sup> БЭСМ-6 была разработана в 1965 г. в ИТМ РАН под руководством академика С.А. Лебедева и законсервирована госкомиссией на два года по причине использования не перспективной, а существующей элементной базы (в высоких кабинетах полагали, что проекты новых ЭВМ должны стимулировать развитие элементной базы). А затем она еще на 20 лет стала ведущей отечественной ЭВМ (последующий переход на СЭВ-овские аналоги серии ИВМ/360 выглядел в этом сравнении как большой шаг назад).

<sup>2</sup> Активно участвовали в этом процессе и нейрофизиологические лаборатории институтов психологии, дефектологии, технической эстетики, экспериментальной медицины и другие.

ЯРД<sup>1</sup>, статистическая диалоговая система СТАТИС<sup>2</sup> и система организации и проведения когнитивных и поведенческих экспериментов ЭКСПО.

Следующее поколение ЭВМ среднего класса (Минск–22, ЕС–1020 и т. п.) позволило подключать примитивные (6–разрядные) аналого–цифровые преобразователи и вводить через них непосредственно в ЭВМ ЭЭГ–записи с магнитофона, на который они записывались в экспериментах с выхода электроэнцефалографа [23]. Тем самым исследование разбивалось на два этапа, разделенных во времени и пространстве.

Однако в целом существующая вычислительная база была принципиально неадекватна задачам измерения и управления процессами реального времени, к каковым и относятся электрофизиологические измерения и тесты. Новые разработки давались с большими усилиями и носили поисковый характер, научные публикации по ним практически отсутствовали или же безнадежно запаздывали, а обмен накопленным опытом имел преимущественно локальный и межличностный характер.

Более детальные обзоры по рассмотренному периоду с дальнейшими ссылками содержатся в [22, 23].

### *Эпоха микро–ЭВМ*

Реально возникновение рассматриваемого направления было инициировано произошедшей на рубеже 70–х годов так называемой *микрпроцессорной революцией*, когда вследствие очередного шага электронной миниатюризации удалось на одном небольшом кремниевом кристалле разместить цельное вычислительное устройство — микропроцессор. Здесь мы имеем пример кардинального и стремительного научно–технологического скачка<sup>3</sup>.

Быстро совершенствующееся производство микропроцессоров, в свою очередь, инициировало создание сначала примитивных специализированных микро–ЭВМ (преимущественно применительно к задачам технического и промышленного управления), а затем и универсальных. Решаю-

---

<sup>1</sup> Система программирования ЯРД входила в тройку созданных в СССР инструментальных оболочек с языками высокого уровня (включая Рефал и Дракон).

<sup>2</sup> Которая после длительного развития обрела в форме STADIA статус стандарта де-факто для России.

<sup>3</sup> Безусловное лидерство в создании и производстве микропроцессоров сразу же захватили такие известные фирмы, как Motorola, Zilog, Intel. Временная динамика тогда была столь стремительна, что многие крупные электронные фирмы, опоздавшие с включением в микропроцессорную гонку буквально на считанные месяцы (например, такой сверхгигант как IBM), были бесперспективно отброшены назад и вскоре прекратили какие–либо попытки составить конкуренцию в данной области. Подобные «прорывы» мы будем наблюдать и ниже в отношении создания первых компьютерных ЭЭГ–анализаторов и монографий по компьютерной электрофизиологии.

щий толчок в плане стандартизации аппаратной базы был вызван в начале 70-х двумя знаменательными событиями:

- 1) создание фирмой Data Equipment Corporation проекта микро-ЭВМ PDP/11, которая быстро приобрела популярность и распространение применительно к автоматизации различных областей научных исследований (с 1973 начали постепенно появляться и отечественные аналоги — Электроника, СМ, ДВК);
- 2) разработка Европейского стандарта Computer Application for Measurement Acquisition and Control (САМАС) для сопряжения измерительно-управляющей аппаратуры с микро-ЭВМ в области экспериментальной физики и выпуск функциональных модулей и крейтов в этом стандарте.

Эта аппаратура сразу же стала применяться сначала для физических и технических исследований, а несколько позже (на рубеже 80-х) — и в физиологии человека и космической медицине. Для целевого распределения этой крайне дефицитной техники по инициативе АН СССР был создан ряд государственных и научных комитетов. Основной поток новой аппаратуры, естественно, направлялся на решение оборонных задач и в физику высоких энергий, биологии же и другим неприоритетным наукам (которые не осознавали необходимости лобби в высоких комитетах и комиссиях) не доставалось практически ничего. По причине привилегированного снабжения и наличия собственного производства зачинателями внедрения в физиологию новых аппаратно-программных комплексов явились технические научно-исследовательские организации, имеющие в качестве дополнительной плановой нагрузки и биологическую тематику, в частности отдел НИИ автоматики и электрометрии СО АН СССР, руководимый тогда профессором М.Б. Штарком.

В университетской науке одни из первых работ по внедрению измерительно-вычислительных комплексов в биологию начались по инициативе В.Н. Верхотурова<sup>1</sup> на кафедре биофизики Биологического факультета МГУ, под руководством которого на базе ЭВМ Электроника-60, СМ-4, Мера, ИВК-4 была создана целая система сопрягаемых между собой аппаратно-программных комплексов, управляющих биологическими экспериментами (1976—1982 гг.). Вскоре, в 1983 г. к этому процессу подключилась и кафедра ВНД, руководимая чл.-корр. АН СССР Л.В. Крушинским, авторитетом которого удалось «выбить» из ректората МГУ лимит на одну установку ДВК-3 и закупить крейт КАМАКа в Новосибирске. В результате двухлетней работы на этом комплексе (включающей освоение аппаратуры и инструментального программного обеспечения) была создана интегрированная система организации и проведения полифункциона-

---

<sup>1</sup> Им же в 1987 г. был создан первый в МГУ (и один из первых в СССР) учебный класс персональных компьютеров.

нальных исследований CAMEX (CAMac EXperiment) [32], в которую вошло четыре блока:

- 1) *блок эксперимента*, позволяющий поканально задавать различные режимы регистрации с пятью различными видами мониторингования и экспресс-анализа в зависимости от поличастотного, волнообразного или импульсного характера биосигналов;
- 2) *блок каталога* или пакет обеспечения когнитивных исследований TVEX (TV-EXperiment), где исследователь задает порядок предъявления испытуемому в эксперименте зрительной информации в зависимости от его действий и реакций<sup>1</sup>;
- 3) *блок графического редактора* GRASS (GRaphical ASSistant) для создания цветных тестовых телевизионных изображений, используемых в блоках каталога и эксперимента;
- 4) *блок просмотра и вычислительного анализа результатов* исследования, позволяющего редактировать и структурировать записи, рассчитывать частотные характеристики и статистические показатели, вычислять амплитудно-пиковые и интервальные параметры, экспортировать полученные записи и результаты для работы с ними во внешних пакетах.

Тем самым CAMEX с достаточными основаниями можно считать первой в СССР компьютерной системой комплексной автоматизации физиологических и поведенческих исследований.

В то же время многие организации различными путями доставали и начинали внедрять в свои эксперименты совершенно различное, в том числе и уникальное измерительно-вычислительное оборудование. Так в начале 80-х гг. в страну поступила целая партия французских мини-ЭВМ *Plurimat-S*, ранее задействованных в космической программе *Ариан*. По три шкафа этого невообразимого по тем временам чуда иноземной техники<sup>2</sup> поступили в ведущие нейрофизиологические лаборатории институтов ВНД, психологии, дефектологии, технической эстетики, экспериментальной медицины и другие. Неплохим подспорьем был и отечественный *Днепр*, предназначенный для атомных подводных лодок и имевший несколько АЦП и ЦАПов.

Чуть позже в стране стали появляться и осваиваться персональные компьютеры, первыми из которых на Биологическом ф-те МГУ в 1986 поя-

---

<sup>1</sup> Здесь была использована методическая архитектура системы ЭКСПО для БЭСМ-6, явившаяся затем предтечей *протокола* в CONAN.

<sup>2</sup> Они содержали не только ЭВМ с 64 К памяти, но и жесткий диск на 5 Мбт, 24-разрядный многоканальный АЦП, аппаратный БПФ, алфавитный дисплей, цветной графопостроитель, языки PS-600 и Бейсик, предельно упрощающие написание алгоритмов для физиологов.

вились английские компьютеры *Torch*<sup>1</sup>. Начался следующий виток освоения новой техники, в ходе которого была создана диалоговая статистическая система DIASTA, графический редактор–мультипликатор PEPSY<sup>2</sup> для исследования зрительного пространственного восприятия по методу перспективных конструкций академика Б.В. Раушенбаха (одного из основоположников отечественной космонавтики), а также разнообразное методическое и информационное обеспечение.

Однако смена несовместимых вычислительных платформ в этот период была столь стремительна, а усилия на их приобретение и освоение столь значительны, что разработки не удавалось довести не только до уровня начальной стабилизации и стандартизации, но и до реального стороннего внедрения, научного осмысления, обобщения и опубликования.

## Эпоха DOS

Постепенно, с задержкой на пару лет, корпорация IBM начала выигрывать у множества крупных и мелких фирм жесткое соревнование за массовые компьютеры, базируясь на процессорах Intel–8086<sup>3</sup>. В СССР и странах СЭВ с некоторым отставанием стали появляться их аналоги: Роботрон, ЕС–184х, Искра, а также на рубеже 90–х годов (что неизмеримо для нас более важно) — платы сбора аналоговых данных, так называемые *контроллеры АЦП* (мелкосерийные отечественные аналоги<sup>4</sup> аппаратуры National Instruments, Analog Device и др.), к которым можно было подклю-

---

<sup>1</sup> Эти компьютеры распространяемые известнейшей тогда фирмой СП «Интер-квадро» и базировались на каскадно сопряженных процессорах 6502, Zilog–80 и Motorola–68010, значительно превосходя доступные тогда модели компьютеров Apple, Commodore и IBM буквально по всем показателям.

<sup>2</sup> Пакеты GRASS и PEPSY, несомненно, являлись одними из первых отечественных полномасштабных графических редакторов.

<sup>3</sup> А дело было так. Мировым стандартом де-факто тогда была ОС CP/M, созданная в Digital Research под руководством Гари Килдалла, и работавшая на всех ПК ведущих тогда фирм Comodore, Acorn, Apple. Когда IBM с большим опозданием в 1980 г. слепила свой первый примитивный ПК на основе процессора Intel 8086, то обратилась к Г. Килдаллу с предложением переделать CP/M для i8086. Однако из-за взаимных амбиций переговоры затянулись. Тогда молодой талантливый аналитик Тим Патерсон из мелкой компании Seattle Computer в виде некоего издательства по этому поводу за две недели написал для i8086 CP/M–подобную ОС, которую он в шутку назвал QDOS (Quick and Dirt Operation System — «наспех слепленная и грязная ОС»). Об этом прослышал бывший однокашник Тима, *новый янки* Б. Гейтс, который, заняв в банке \$50 000 (огромная по тем временам сумма), быстренько прикупил и сразу же перепродал IBM права на эту ОС уже от своего имени, подкорректировав название на PC–DOS (Disc Operation System) и оставив за собой права на последующие версии системы. Быстрый успех DOS определился демпинговой политикой IBM — она продавалась в 10 раз дешевле аналогов. Именно отсюда мелкая компания Microsoft, ранее промышлявшая примитивными школьными бейсиками, и пошла в гору.

<sup>4</sup> Одним из первых был калининградский кооператив НТТМ «Мединфомсервис», производящий известные контроллеры СЭТУ–10 и др.

чать аналоговые выходы широко распространенных в физиологических исследованиях самопишущих электроэнцефалографов и другой высококачественной биоусилительной аппаратуры. Компактные измерительно-вычислительные комплексы IBM/PC-АЦП стали постепенно, но неуклонно вытеснять громоздкие и сложные в работе системы микроЭВМ-КАМАК.

В начале 90-х в связи с историческими процессами демократизации многие творческие и ранее анонимные отечественные разработчики измерительно-вычислительных комплексов получили возможность обрести организационную и финансовую независимость, собственное лицо и в кратчайшие сроки воплотить накопленный опыт и наработки в первых конкурентоспособных системах сбора и анализа данных. Отправной базой для этих работ служили ведущие научно-исследовательские и оборонные организации. Выход же разработчиков на коммерческую основу дал важный импульс для дальнейшего совершенствования, резко расширив круг пользователей, спектр решаемых задач, повысил ответственность, обеспечив действенную обратную связь.

Первые отечественные компьютерные ЭЭГ-анализаторы *BrainMap* (В.Б. Дорохов и А.Ю. Сагура) и *Нейрокартограф* (В.Б. Дорохов и А.В. Пироженко) были созданы в институте ВНД и НФ АН СССР в 1988—1989 гг.<sup>1</sup>, и под эту идею научные сотрудники института В.Б. Дорохов и А.В. Захаров организовали в 1989 г. первую в СССР научно-медицинскую фирму МБН. И именно *Нейрокартограф* стал своеобразным маяком для целой серии последующих разработок. Так, уже в 1992—1993 гг. на Всесоюзных выставках появились: *Нейрон-спектр* А.Б. Шубина и С.И. Шмелева (г. Иваново), *Энцефалан* С.М. Захарова (г. Таганрог), *Теленат* Н.О. Бринкина и В.А. Пономарева (г. Ленинград), *DX-System* А.В. Крамаренко (г. Харьков) и другие. Это является еще одним примером стремительного научно-технического скачка<sup>2</sup>. На первых порах элементы графического ди-

---

<sup>1</sup> Все это было инициировано развернутой в 1985—1988 гг. академиком П.В. Симоновым комплексной программой исследования человеческого сознания, под которую был приглашен целый ряд маститых исследователей и талантливых выпускников МФТИ. Один из них, А.Ю. Сагура, под руководством В.Б. Дорохова и по примеру полученного на испытание итальянского аналога и его документации за полгода написал на языке Си ЭЭГ-картограф *BrainMap*. На полученные по заказу московской клиники через кооператив НТТМ «Гея» средства он предложил старшему товарищу по МФТИ К.П. Бутко (впоследствии руководитель ведущей фирмы LCard) изготовление первой серии из пять контроллеров АЦП, но в 1988 Сагура уехал в Германию (где вскоре организовал разработку полисомнографов). После организации МБН под руководством В.Б. Дорохова еще один выпускник МФТИ А.В. Пироженко заново написал на Паскале новую версию пакета под названием *Нейрокартограф* (позже А.В. Пироженко возглавил МБН с дальнейшим развитием всего проекта).

<sup>2</sup> Вскоре авторы этих систем организовали и возглавили собственные фирмы, которые остаются лидерами рынка медтехники и по сей день.



зайна и диалоговой архитектуры частично заимствовались из доступных западных разработок (типа английского *BrainAtlas*), а впоследствии (в ходе использования стандартов Windows и взаимоассимиляции опыта) и достаточно стандартизировались.

С 1993 г. в МГУ начала совершенствоваться и комплексная электрофизиологическая лаборатория CONAN<sup>1</sup>. И если все вышеперечисленные пакеты были лишь ЭЭГ–регистраторами/анализаторами, то CONAN явилась первой компьютерной полифункциональной и научно–ориентированной системой.

Первая попытка количественного сравнения и оценки мировых достижений в области компьютерной электрофизиологии была предпринята<sup>2</sup> в [36], и она продемонстрировала, что отечественные пакеты, несмотря на существенное отставание по времени их создания, нисколько не уступают, а по ряду позиций и существенно превосходят западные аналоги. В то время большинство технических и методических описаний и рабочих версий пакетов были достаточно свободно доступны, но преимущественно в форме электронных изданий или публикаций на правах рукописей, т. е. они не могли быть предметом для широкого научного обсуждения.

Знаменательное в этом отношении событие произошло в декабре 1996 г. с выходом научной монографии Л.Р. Зенкова [9] по энцефалографии, в приложении к которой были достаточно подробно рассмотрены компьютерные средства и методы анализа ЭЭГ–записей. В течение следующего 1997 г. появилась целая серия аналогичных изданий (в хронологическом порядке): по компьютерной электрофизиологии [39], вызванным потенциалам головного мозга [5], реографии [21] и электромиографии [4]. Это может служить третьим примером уже информационного скачка<sup>3</sup>.

Таким образом, с конца 1996 г. компьютерная электрофизиология стала приобретать черты направления, доступного для научного обсуждения, изучения и систематизации.

Тем самым эпоха DOS предоставила для рассматриваемого направления первую мировую стабилизирующую платформу стандарта де–факто, по-

---

<sup>1</sup> Первая версия для DOS была создана на основе прототипа CAMEX и наработок из ЭКСПО, в 1997 г. на Delphi появилась 16–разрядная версия для Windows, а в 2004 г. — 32–разрядная версия. Нашим же DOS–овским инструментом был изумительный по мощности, компактности и быстрдействию интерпретатор BBCBASIC Ричарда Рассела (Кембридж) со встроенным ассемблером i8086, в сравнении с которым микрософтовские и прочие *бейсики* смотрелись как примитивные школярские поделки.

<sup>2</sup> Эта попытка стала и последней по быстро возникшим ограничениям коммерческой тайны.

<sup>3</sup> Эти произведения еще долго продолжали переиздаваться и лидировать на книжных прилавках.

зволнившую систематизировано накапливать инструментальный и методологический опыт и публично им делиться и обсуждать.

## Эпоха Windows

Постепенно, примерно с 1993 г., в нашей стране во многих сферах внеучного приложения среда DOS стала заметно вытесняться средой Windows 3.x с новыми расширенными возможностями графического дизайна и запуска нескольких приложений с переходом затем к платформам Windows 95 и NT (с появлением процессоров i286 и i386) и далее.

Хотя научные работники еще очень долго предпочитали пользоваться привычными, удобными, лаконично и понятно документированными DOS-программами, но неуклонные сдвиги в мировой моде вынудили разработчиков постепенно переводить свои произведения в новые операционные среды. И первым созданным в 1992—1993 гг. сразу же для Windows ЭЭГ-анализатором явился *Нейроскоп* И.Ю. Гаврилова (Москва).

В этом плане компьютерная эра предоставила немислимые ранее возможности, когда каждую новую ступень во многих областях исследования приходилось начинать практически с нуля, с самого основания экспериментальной среды. Теперь же при систематическом целенаправленном подходе к интегрированной компьютерной системе она превращается в своеобразный банк накопления, систематизации и обобщения коллективного профессионального опыта, когда для каждого восходящего шага уже имеется обширнейший базис и требуется внесение лишь незначительных усовершенствований и коррекций. В этом отношении платформа Windows обеспечила несомненную стабилизацию как диалогового интерфейса пользователя, так и наработанного программного обеспечения в смысле его преемственности и переносимости в последующие версии операционной среды, ускорив процесс методологического развития. Благодаря развитию технологий *визуального* и *объектного* программирования с мощными объектными библиотеками, процесс совершенствования прикладных программ многократно ускорился. Все это совпало по времени со стабилизацией и стандартизацией электрофизиологической вычислительно-измерительной базы.

Однако с приходом Windows 95 произошло и драматическое глобальное ухудшение эргономики программных систем<sup>1</sup>, что неприемлемо для на-

---

<sup>1</sup> В предшествующем биполярном мире жесткого соревнования политических систем ведущей движущей силой технического развития был военно-промышленный комплекс, в финальной фазе использования продукции которого решающую роль играл человеческий фактор. Поэтому при создании средств предъявления информации и управления центральное место отводилось эргономике и инженерной психологии, в которых за многие десятилетия был накоплен колоссальный опыт.

учных приложений, где программные инструменты должны быть естественным и незаметным («прозрачным») продолжением пальцев и мыслей исследователя. Однако повальная «оконная эйфория» захватила не только массы неопилов, но в зримой мере — и ведущих ученых из области системного программирования. В результате осмысления этой ситуации и персонального опыта был сделан ряд острых публицистических замечаний<sup>1</sup> и выработаны эргономические принципы и методология создания научно-ориентированных приложений [39].

Кроме того, крайне неудобным для регистрации биосигналов явился режим мультизадачности, полноценно реализованный начиная с Windows 95, и ориентированный на основные области массового приложения IBM/PC: бизнес, мультимедиа, интернет и т. п., что отрицательно сказывается на регистрации быстрых процессов, в которой возникают плавающие задержки и пропуски отсчетов, в частности, в связи с отложенной (кэшированной) записью накопленных данных на диск<sup>2</sup>. Последующая же платформа Windows NT для обеспечения большей живучести системы взяла на себя еще более жесткий контроль за деятельностью приложений. И надежная регистрация в ней быстротекущих процессов стала возможной преимущественно в режиме автономного накопления во внутренней памяти АЦП необходимого объема данных, что неприемлемо для большого числа физиологических задач, требующих оперативной обратной связи с динамикой исследуемых процессов. Однако несомненным достоинством платформы IBM/PC остается ее всеобщность, доступность и дешевизна — аналогичные комплексы на других платформах обходятся потребителям во много раз дороже.

В эту же эпоху в обеспеченные научные и клинические организации широким потоком стала поступать дорогостоящая зарубежная аппаратура

---

В области же массовой культуры человек всегда был не субъектом, а объектом, основной жизненной ценностью которого являются не творческие возможности, а покупательские способности. С приходом же Windows-95 компьютеры стали важным компонентом массовой культуры, в мировую программистскую элиту пришло новое поколение молодых и честолюбивых аналитиков, именно с коммерческих позиций воспринимающих человеческий фактор, эргономическая дисциплина эпохи DOS была утрачена, программные системы и документации быстро стали превращаться в обворожительно-манящие мегасвалки, где можно найти все что угодно, но с огромными усилиями — то, что действительно нужно. Но клеркам, бухгалтерам и секретаршам достаточно вызубрить только небольшой набор операций одного пакета, окончив коммерческие курсы, а прочие смертные обязаны почаще звонить в коммерческие консультационные конторы. Все это грозило упадком в научных приложениях, где человеческий творческий фактор всегда будет оставаться на своих ведущих позициях.

<sup>1</sup> Кулаичев А.П. Некоторые пробелы в эргономике среды Windows//Мир ПК. 1996. №5. Кулаичев А.П. В пучине непознаваемого Windows//Компьютерра. 1996. №7. Кулаичев А.П. Windows как предмет научного исследования//Мир ПК—Сети. 1996. №11—12.

<sup>2</sup> Подробнее по перечисленным проблемам регистрации см. в разд. 1.4, 1.5.

производства Biomedica (Италия), NeuroScan (США), NeuroScience (Англия), Nichon Koden (Япония) и др., которая по своим программным возможностям и освоености часто значительно уступала отечественным аналогам.