

**Р. БАУМАНН, Х. БАУМАНН, Ф. ВОЛЬТЕР,
Х. ГУРК, И. КУРИС,
И. ЛОЙТЕР, С. ПФЛУГБАЙЛ, Э. РИХТЕР-ГЕЙНРИХ**
(Берлин, ГДР)

ПРИМЕНЕНИЕ МИНИ-ЭВМ КЛАССА PDP И КАМАК-СИСТЕМЫ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ И КЛИНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ГИПЕРТОНИИ

В начале 70-х годов сложность и объем некоторых экспериментов, проводимых в Центральном институте исследований сердечно-сосудистой регуляции АН ГДР, достигли такой степени, что очевидной стала необходимость использования вычислительной техники, в частности прямого сопряжения эксперимента с ЭВМ. В это время в распоряжении стран — членов СЭВ — имелась первая эффективная, специально сконструированная для автоматизации процессов и снабженная КАМАК-интерфейсом мини-ЭВМ ТРА 1001/і (КФКИ АН ВНР), которая и была установлена в нашем институте в 1973—1974 гг. После поэтапного комплектования периферии вычислительной системы и подготовки необходимых рабочих программ, а также соединения автоматизируемых лабораторий в 1976—1977 гг. можно было приступить к проведению экспериментов в режиме «on line».

1. Конфигурация ЭВМ и система КАМАК-интерфейса. Вычислительная система, созданная в Центральном институте сердечно-сосудистой регуляции, отвечает основным требованиям, выдвигаемым клинико-экспериментальными исследованиями: она гибка и позволяет развивать конфигурации вычислительной техники (техническое и программное обеспечение) применительно к самым разнообразным, постоянно меняющимся задачам; обладает достаточным быстродействием, так что с ее помощью возможны сбор и обработка быстрых электрических процессов (например, вызванных потенциалов головного мозга) по нескольким каналам. Система располагает памятью большой емкости: магнитными накопителями для проведения длительных исследований с большим массивом данных и диском с фиксированной головкой.

Установка базируется на венгерской управляющей ЭВМ ТРА 1001/і (КФКИ, Будапешт) — 12-разрядной ЭВМ типа PDP 8 (фирма DEC, США), программно совместимой с PDP 8/E. Совместимость программного обеспечения имеет практический смысл, ибо позволяет использовать богатый опыт системотехнической и экспериментальной работы с ЭВМ такого класса. Так, например, с успехом была использована система OS-8 (DEC) для разработки и накопления программ и данных.

Центральный процессор обеспечен обычной периферией: телетайпом, телетайпом-дисплеем, считывающим с перфоленты устройством, ленточным перфоратором и печатающим устройством. В качестве памяти большой емкости используются магнитный диск с фиксированной головкой и емкостью 64К (преимущественно в виде системной памяти) и 2 магнитных накопителя ZMB 51 в качестве памяти для данных и программ. Растровый дисплей с тремя параллельно подключенными экранами передает графические и буквенно-цифровые сведения в две лаборатории и помещение, где размещена ЭВМ. Эксперименты и источники аналоговых данных связаны с ТРА 1001/і через КАМАК-крейт. Состав модулей приведен на рис. 1. Крейт-контроллер A1 соответствует нормам, установленным в документе EUR 4600 e (1972).

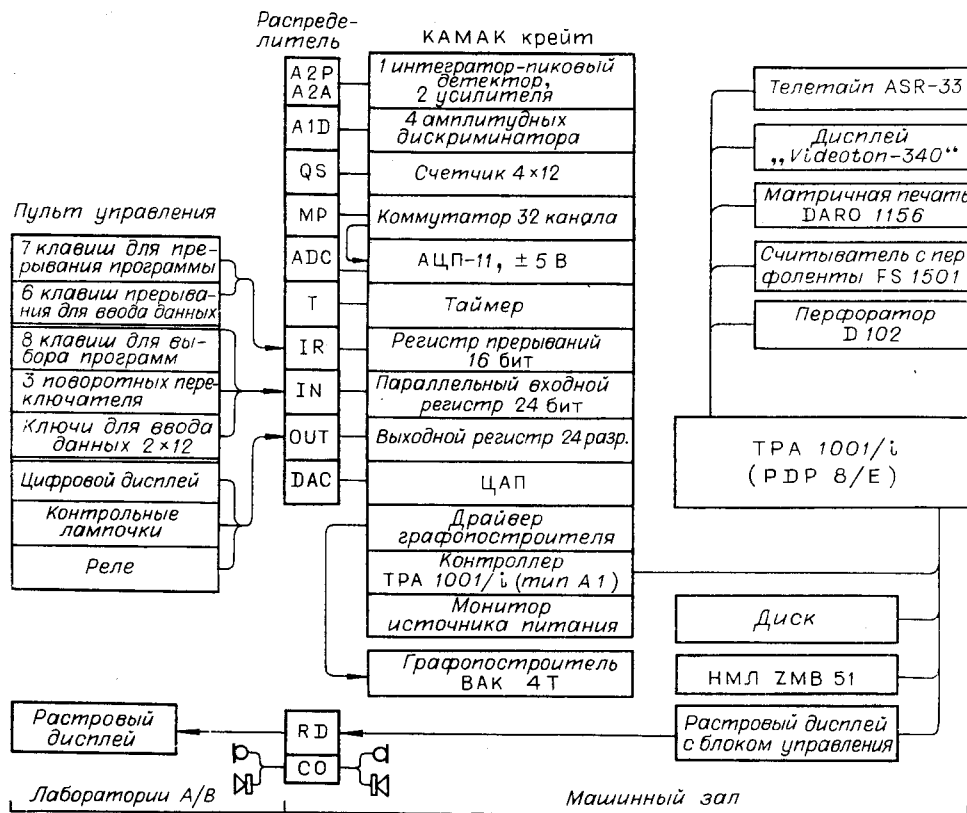


Рис. 1. Блок-схема конфигурации вычислительной системы с КАМАК-интерфейсом и управляющим пультом.

КАМАК-крейт размещен рядом с ЭВМ. Через штепсельный распределитель можно выборочно связать лаборатории А и В и дополнительное место измерений для записи данных «off line» на аналоговую магнитную ленту с помощью КАМАК-системы. Расстояние лабораторий от КАМАК-крейта не больше 15 м, что позволяет обходиться экранированным кабелем без применения специальных модемов для связи между измерительным прибором и КАМАК-оборудованием.

Для связи между экспериментатором и ЭВМ служит пульт управления, специально разработанный и изготовленный для наших целей. Он связан с центральным процессором через 3 КАМАК-модуля (см. рис. 1). Двадцатичетырехразрядный параллельный выходной регистр управляет четырьмя цифровыми индикаторными трубками, выборочно дающими восьмеричные или десятичные числа (12 бит); 8 разрядов предусмотрены для управления реле и 4 — для управления 16 лампами. Через 24-разрядный входной регистр вводятся восьмеричные (2 × 12) или десятичные (3 поворотных переключателя) данные. Нажатие на клавишу вызывает импульс «Gate in», обеспечивающий прием данных в параллельном входном регистре.

Для специальных задач предусмотрена клавиатура, состоящая из 21 светящейся клавиши. При обращении программы к клавиатуре могут выполняться следующие операции: определенная комбинация нажатых клавиш 1—7 вызывает безусловный переход программы по соответствующему фиксированному адресу памяти; нажатие на клавиши 9—14 — прерывание текущей программы через регистр прерываний и инициирование новой; клавиши 16—21 также прерывают программу и передают информацию с поворотных переключателей по определен-

ному адресу. При помощи клавиш 8 и 16 можно включать адреса, помещенные в регистре переключателей, или вводить установленную в них информацию. Таким образом можно адресовать все запоминающие устройства. Пакет программ, обслуживающий пульт управления, был создан с учетом универсального и наиболее простого использования; он требует 0,4К слов запоминающего устройства (ферритовой памяти). В лабораториях А и В, работающих в режиме «on line», находится по одному пульту управления, которые пространственно отделены от ЭВМ.

При этом применяются следующие языки программирования: PAL 8 для задач сбора данных «on line», управления экспериментами, а также для большинства задач, выполняемых с помощью КАМАК-системы; ФОРТРАН-II для статистической обработки и документации в программном режиме, ФОКАЛ для оценок быстро варьирующих тестов небольшого объема.

II. Эксперимент «on line» для анализа вызванных системных изменений в экспериментальной модели гипертонии на животных. Для получения информации о меняющихся состояниях биологических систем, например экспериментальной модели болезни на животном, для изучения роли центральных нарушений регуляции при возникновении и развитии первичной артериальной эссенциальной гипертонии мы применили тесты непрерывного и дискретного типов, каждый из которых дает специальную информацию о различных свойствах биологической системы.

Предметом изложения этого раздела работы является электрофизиологический тест, характеризующий переработку сигналов в ЦНС, результаты которой обсуждаются в связи с изменениями в сердечно-сосудистой системе. На входы биологической системы (рецепторы) подаются сенсорные стимулы, ответную активность в виде так называемых вызванных потенциалов (ВП) отводят из разных зон ЦНС, т. е. учитывают и анализируют как исходную величину [1]. Регистрацию ВП проводят в стандартизованных условиях (камера Павлова). В соответствии с научной задачей особый интерес представляют биопотенциалы, отводимые синхронно из разных сосудисто-активных и эмоциогенных структур ЦНС одновременно с вегетативными параметрами (частота сердечных сокращений (ЧСС) и дыхания (ЧД)) и характеристиками двигательной активности (ДА).

Так, вызванная биоэлектрическая активность отчасти перекрывается компонентами спонтанной ЭЭГ, а уровень возбудимости в зонах возникновения ВП непостоянен. Для отделения закономерных, т. е. вызванных экспериментальными влияниями, изменений от случайных явлений в ЭЭГ требуется статистическая обработка данных. Большое число синхронных обработок сигналов в каждом тесте, повторение тестов в сочетании с варибельной обработкой данных и учет влияния на эксперимент результатов обработки сигналов требуют использования электронной вычислительной техники, сопряжения эксперимента с ЭВМ в режиме «on line», а также обработки результатов «off line» по завершении эксперимента.

В физиологическом состоянии (контрольная группа) и на определенных этапах стресса — двухлетний эмоциональный стресс у животных (макаки Резус) — оцениваются по 3—4 мультипараметрических теста (ВП, ЭЭГ, ЧСС, ЧД, ДА) для каждого животного, результаты которых образуют один класс. При этом один тест включает 1 + 10 тестовых циклов, где в каждом тесте накапливается 20 свободных от артефактов ответов (ВП — 500 мс) с учетом предстимульного интервала в 1 с. Исходное состояние приспособленного к экспериментальным условиям животного поддерживают с помощью постоянного использования 3 предымпульсов. Все 1 + 10 тест-циклов проходят идентично, причем первый тест-цикл для автоматической «коррекции нуля» проте-

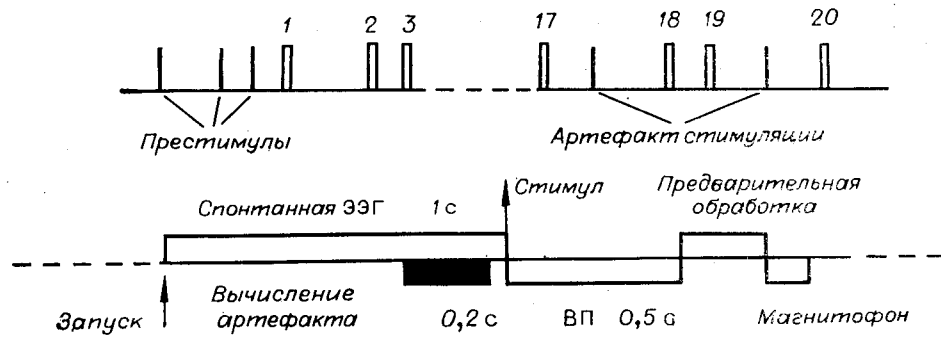


Рис. 2. Временная диаграмма стимуляции: временное распределение одного тест-цикла (верхняя строка); временное распределение отдельного применения тест-стимула (нижняя строка).

кает при короткозамкнутых входах усилителя и не используется в более поздней статистической обработке данных. Временная диаграмма одного тест-цикла и отдельного стимула представлена на рис. 2. Временная структура эксперимента в основном определяется программируемыми часами (1 кГц) (рис. 3).

Псевдостохастический ритм, определяющий цуг предимпульсов, а также зрительных и звуковых стимулов, основан на предъявлении ряда из 50 случайных чисел, подобранных таким образом, что на основной частоте в 1 кГц отдельные стимулы (см. рис. 2) появляются с интервалом от 2 до 10 с. Непосредственно за 200 мс до стимуляции осуществляется селекция артефактов [2]. На вход регистра прерываний подается импульс, в течение которого данные ЭЭГ или ВП не записываются на магнитную ленту.

Сбор данных происходит тремя отдельными путями: первый из них служит для передачи параметров ЦНС (отведения от 8 имплантированных пар мозговых электродов, т. е. параметров фоновой ЭЭГ и ВП) к ЭВМ и состоит из цепи физиополиграф — предусилитель — устройство калибровки — фильтр нижних частот — интеграторы интер-

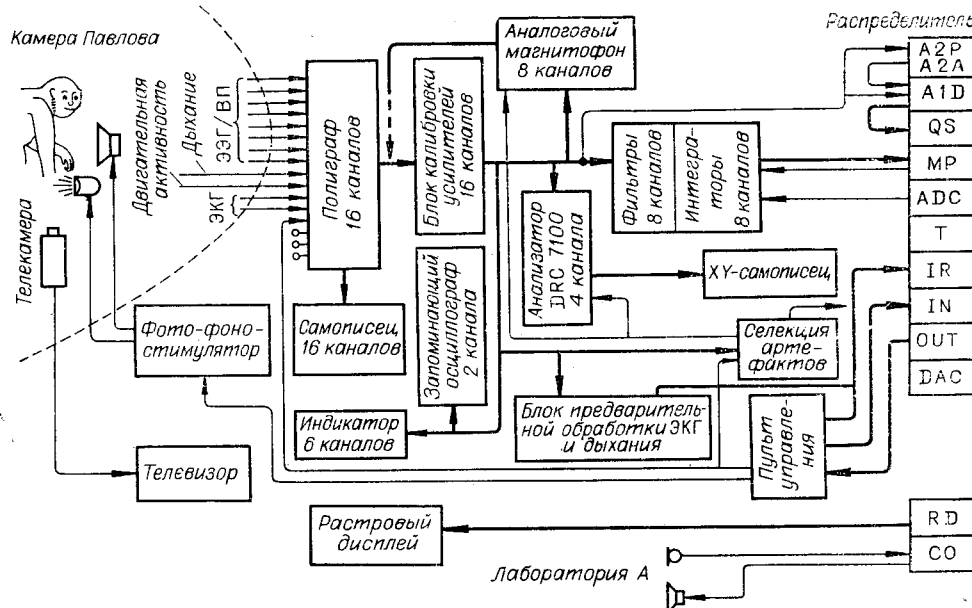


Рис. 3. Блок-схема сопряжения эксперимента с КАМАК-интерфейсом в лаборатории А.

валов — коммутатор и аналого-цифровой преобразователь (АЦП). Эта цепь ориентируется на несколько требуемых синхронных каналов передачи со спектрально-аналитическими исследованиями наиболее быстрых компонент сигналов, возникающих в ответ на зрительные и звуковые стимулы и оцениваемых в спектре активности до 230 Гц; поэтому была выбрана частота сканирования 1 кГц, а время интегрирования для интервалов — 1 мс. Во избежание неоднозначности при сканировании для каждого канала предусматривались фильтры 3-го порядка с подавлением в 20 дБ при 500 Гц. Запуск циклов сканирования осуществляется при помощи часов (таймера). Нужно учесть, что при частоте сканирования 1 кГц 8-канальный режим работы обеспечивается только тогда, когда во время периода преобразования АЦП происходит переключение коммутатора и передача в память предыдущей преобразованной величины. После получения всего комплекса данных по одному тест-стимулу (соответственно по каждому из 8 каналов) и их требуемой упаковки в памяти ЭВМ этот комплекс переводят в виде блоков вместе с последующими данными в запоминающее устройство на магнитной ленте.

Второй путь предназначен для сбора вегетативных параметров и построения интервальных гистограмм через один тест-цикл. Для этого в результате предварительной аналоговой обработки сигналов моменты появления зубца R ЭКГ и переходы через нуль дыхательной кривой сопровождаются импульсами, которые через регистр прерываний вызывают прерывание программы. Время между двумя соседними прерываниями регистрируется в счетчике, заполняемом импульсами опорной частоты 1 кГц. При наступлении прерывания содержимое счетчика переписывается в память, после чего запускается новое измерение. Как в перерывах между комплексами отдельных тест-стимулов, так и между циклами сканирования при регистрации данных определяют ЧСС (разрешение 1 мс) и ЧД (разрешение 10 мс). Между двумя циклами сканирования времени хватает только для обработки одной из этих величин. По окончании тест-цикла (20 свободных от артефактов комплексов ВП) эта гистограмма также переводится на магнитную ленту и для контроля изображается на дисплее.

Третий путь выделен для оценки параметра двигательной активности (ДА). Специальный датчик, установленный на черепе подопытного животного, генерирует амплитуды, пропорциональные ускорению. Предварительная переработка этого сигнала происходит после усиления и первичной полосовой фильтрации в физиополиграфе двумя модулями КАМАК (A1 D, A2 P), разработанными в Физиологическом институте ЧСАН в Праге и модифицированными нами. Сигнал датчика разделяется и поступает, с одной стороны, на входы трех триггеров Шмитта с подключенными формирователями импульсов для заполнения первых трех из четырех счетчиков, расположенных в модуле, и, с другой стороны, через интегратор-пиковый детектор на триггер Шмитта с формирователем импульсов для заполнения 4-го счетчика того же модуля. Таким образом, можно дискриминировать и определять залпы двигательной активности. По окончании всего тест-цикла опрашивают содержимое счетчиков, протоколируют на телетайпе и переводят на магнитную ленту.

Эксперимент сопровождается визуальным наблюдением за животным при помощи инфракрасного телевизора с параллельной регистрацией параметров ЦНС, вегетативных и двигательных характеристик, включая отметки импульсов и запуска физиографа, путем оценки ВП на экране запоминающего осциллографа, а также на 6-канальном аналоговом индикаторе.

Экспериментатор имеет возможность обозначить на пульте управления вид эксперимента, начало следующего цикла, изображение

усредненных ВП по одному каналу или их распределение на дисплее, гашение последнего цикла и контроль записи на магнитную ленту в конце эксперимента. Лампы и цифровые индикаторные трубки дают информацию о ходе опыта. Лабораторный анализатор с ХУ-самописцем служит для общей оценки указанных выше параметров в условиях предварительных исследований и для промежуточного документирования во время эксперимента «on line». Аналоговый магнитофон применяется для частичной защиты экспериментальных данных при технических авариях. В системе обеспечено воспроизведение на магнитных лентах сигналов с использованием импульсов запуска. Управление экспериментом, а также сбор данных, их запись в память и визуальный контроль проводят при помощи машинных программ.

Используемые сейчас программы требуют 16К ферритовой памяти на сердечниках, из которых 2К употребляются для программ экспериментов. Быстрая магнитная лента и дисплей, а также программное обеспечение пульта управления требуют еще 2К. Остальные 12К необходимы для буферизации данных. Эксперимент протоколируют на телетайпе.

Особое внимание было уделено калибровке приборов в целях воспроизводимости и сравнимости полученных данных на протяжении всего эксперимента (примерно около двух лет). Кроме того, были реализованы две программные процедуры для проверки многих элементов экспериментального комплекса, включая программное обеспечение. В первом случае подают синусоидальный сигнал на входы физиополиграфа и проверяют все цепи, включая КАМАК-модули, при помощи специальной программы сравнения с сигналом генератора. Регулировку уровня проводят на основе калибровочного графика, который изображается на дисплее. Второй вариант использует всю программу «on line» и определенные данные по стимуляции. Результаты этого теста записывают в режиме «off line» с магнитной ленты на двухкоординатный самописец или же изображают на дисплее.

Дальнейшая обработка записанных на магнитной ленте данных «off line» проводится по завершении экспериментальной серии на крупной ЭВМ с применением различных методов разделения (см. п. IV). Для непрерывной промежуточной оценки и определения трендов подготовлены и реализованы программы «off line» для ТРА 1001/і с выдачей результатов на двухкоординатный самописец, так что непосредственно после каждого эксперимента можно провести следующую обработку данных: изображение отдельного ВП с принадлежащей предстимулу ЭЭГ; нелинейное сжатие данных по оси времени, приспособленное к определенным частотам компонент ВП; обработку предстимульной ЭЭГ путем вычисления параметров средней мощности, средней частоты и рассеяния частот упрощенным методом [3]; определение секвенциальных и нормированных гистограмм распределения параметров ЧСС и ЧД и протоколирование величин параметра ДА.

III. Обработка данных «on line» и управление обратной связью в психологических экспериментах. Для раннего распознавания и своевременного лечения эссенциальной артериальной гипертензии был разработан психофизиологический метод, который применяется в клинической лаборатории нашего института. Подробности этого метода описаны в работе [4]. Приборы психофизиологической диагностики в этом случае применяются для тестирования и сравнения эффективности новых снижающих кровяное давление средств и немедикаментозных терапевтических воздействий [5]. С их помощью также исследуют физиологические функции больного в условиях покоя и при эмоциональной нагрузке. При изучении условнорефлекторных изменений кровяного давления необходимо замкнуть обратную связь, сигнализирующую о динамике кровяного давления или других физиологических

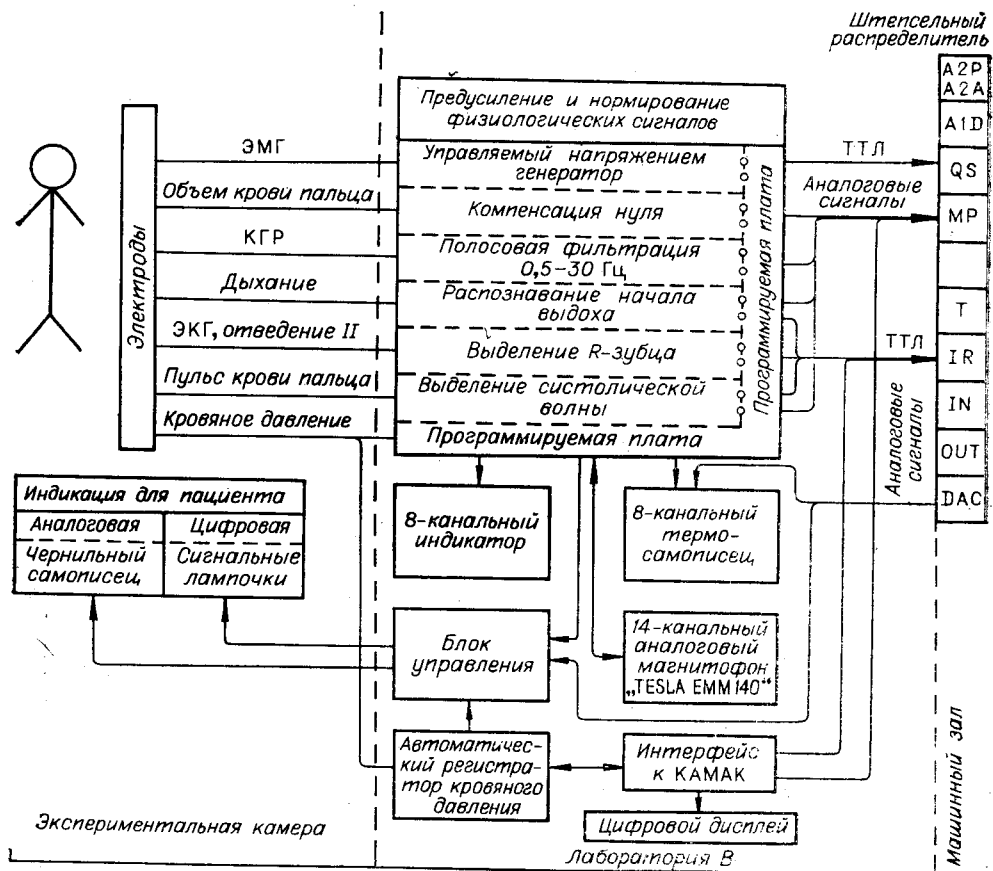


Рис. 4. Блок-схема сопряжения эксперимента с КАМАК-интерфейсом в лаборатории В.

параметров больного. На рис. 4 показана упрощенная схема всей системы измерения и анализа. Для этого требуется работа «on line» с помощью ЭВМ по следующим причинам: а) в экспериментах с кондиционированием необходимо при использовании мультивариантного метода вычислять величины нескольких физиологических переменных; б) при одновременном измерении нескольких физиологических параметров (кровяное давление, частота сердцебиений, дыхание, плетизмограмма пальца и потенциалы кожи, ЭМГ) следует считаться с артефактами движения и другими искажениями, которые следует исключить либо автоматически, либо через экспериментатора. Чтобы правильно оценивать влияние факторов, необходимо вначале достигнуть определенного уровня покоя физиологических параметров, при этом система «on line» должна отвечать следующим требованиям:

1. Связь с ЭВМ. Экспериментатор должен получать сведения о переработке в ЭВМ измеренных у больного данных и иметь возможность вмешиваться в программу в случае неисправностей или при превышении границ заданных величин.

2. Запоминание данных. Так как в режиме «on line» может быть проведена лишь небольшая часть возможных процедур анализа, первичные данные следует перевести в память для более поздних анализов.

3. Гибкость. Система должна быть достаточно гибкой для быстрой адаптации к изменяющимся задачам, в частности при экспериментах с обратной связью, ибо многие параметры необходимо варьировать до тех пор, пока не будет достигнут оптимальный результат.

Для выполнения этих требований была использована приборная техника лаборатории психофизиологии и написаны соответствующие программы для ЭВМ. Входы и выходы всех приборов и узлов выведены на штепсельный распределитель, который обеспечивает свободное переключение при помощи взаимозаменяемых программируемых плат. На рис. 4 показана упрощенная схема этой системы. Отведенные биосигналы усиливаются и регистрируются в 8-канальном физиополиграфе. Дополнительно разработанные узлы обеспечивают адаптацию к КАМАК-системе. Первичные сигналы изображаются на 8-канальном дисплее и регистрируются на 8-канальном термосамописце, где могут быть записаны также обработанные ЭВМ сигналы. Возможно промежуточное запоминание на 14-канальном аналоговом магнитофоне ЕММ 140.

Различные биосигналы обрабатывают следующим образом: электрокардиограмма (отведение *II*) — усиление 10^3 — 10^4 , полосовой фильтр 1,5—30 Гц, распознавание зубца *R* регулируемым триггером Шмитта и преобразование в прямоугольный импульс (50 мкс), ввод в регистр прерываний; кожные потенциалы — отведение с правой руки ладонной и дорзальной поверхности кисти серебряными плоскими электродами площадью 6 см, усиление 5×10^3 , полосовой фильтр 0,5—30 Гц, ввод в коммутатор; электромиограмма — отведение с левой руки AgCl электродами, усиление 10^4 , полосовой фильтр 50—300 Гц, выпрямление, преобразование в частоту, ввод прямоугольных импульсов в счетчик; амплитуда пульсовой волны (отведение фотоплетизмографом с левого среднего пальца): а) компонент постоянного напряжения (объем крови пальца) — усиление 10, отделение постоянной составляющей напряжения, подавление нулевой точки, ввод в коммутатор; б) компонент переменного напряжения — фильтр верхних частот 0,1 Гц, усиление 50, ввод в коммутатор; в) распознавание систолического подъема волны пульса — ввод в виде прямоугольного импульса в регистр прерываний; дыхание — снятие с дыхательного пояса через фотомеханический преобразователь: а) усиление 50, фильтр верхних частот 0,1 Гц, ввод в коммутатор; б) распознавание начала выдоха, ввод в виде импульса в регистр прерываний; кровяное давление — измерение по методу Рива — Роччи — Короткова (физиомат), ввод манжетного давления через полупроводниковый преобразователь в коммутатор, преобразование тонов Короткова в прямоугольные импульсы, ввод в регистр прерываний. Для переработки физиологических сигналов и управления обратной связью был сконструирован специальный прибор, который позволяет осуществлять непрерывное измерение и обратную связь по систолическому давлению крови в сочетании с автоматическим прибором физиоматом; принцип его действия описан в работе [6]. Другие физиологические сигналы (например, частота сердцебиения, потенциалы кожи, скорость пульсовых волн) могут иметь обратную связь с пациентом через чернильный самописец. С помощью переключателя пороговых величин, устанавливаемого клавишами, возможна цифровая обратная связь; тогда в случае превышения критической величины характеристики вспыхивает сигнальная лампочка.

Для связи с управляющей ЭВМ в лаборатории находятся пульт управления и монитор. Отсюда экспериментатор может наблюдать работу ЭВМ, запускать или прерывать отдельные программы «on line», задавать предельные величины в текущую программу и представлять переработанные данные на экране или в аналоговой форме на термосамописце. При исследовании относительно медленных вегетативных реакций достаточна частота сканирования 41 Гц, для параметров с более высокой верхней предельной частотой, как описано выше, проводится соответствующая аналоговая обработка или аналого-цифровое преоб-

разование (ЭКГ, ЭМГ). Каждые 24 мс сканируют и оцифровывают 6 аналоговых каналов, дополнительно перерабатывая 10 дискретных сигналов, например зубец ЭКГ, начало выдоха, пульсовую волну, тон Короткова. Временное разрешение здесь 1 мс.

Расчет и выдача или запоминание параметров физиологических величин, за исключением кровяного давления, происходят в минутных интервалах. Благодаря этому накопление данных остается обозримым в условиях длительных исследований. При возникновении артефактов из дальнейшей обработки исключаются минутные интервалы. Если при анализе отдельных параметров понадобится более высокое временное разрешение, то можно воспользоваться сжатыми и накопленными исходными данными. Применяемая система «on line» состоит из универсальной части, организующей управление периферией, и собственных программ анализа для различных физиологических параметров. Эта структура вытекает из объема центральной памяти (всего 16К). Ядром здесь является КАМАК-программа управления и обработки. Для нее требуется 12К слов. Программа пульта управления, при помощи которого экспериментатор может вмешиваться в ход программы, управляющей цифровой и аналоговой выдачами, требует вместе с управлением запоминающего устройства (диск или магнитная лента) объемом 1К слов; 4К зарезервированы для буферизации исходных данных до их переноса в МОЗУ в течение минутных интервалов. Вторичное запоминающее устройство и программа управления для растрового дисплея требуют еще 5К. Собственная обработка измеряемых данных проводится чаще всего вычислением с плавающей запятой (1К слов), реже — вычислением с фиксированной запятой (1К слов). Для различных программ анализа физиологических параметров имеются еще примерно 3К. Программы написаны на языке «Ассемблер», благодаря чему занимают небольшой объем памяти и обеспечивают большую скорость вычислений. В минутных интервалах вычисляют следующие параметры для 8 переменных: среднее стандартное отклонение и диаграмму рассеяния, в основе которой лежит разность следующих друг за другом измеряемых величин. Сердечно-сосудистые параметры (частота сердцебиений, скорость пульсовой волны, амплитуда пульса и пальцевой объем крови) измеряются в пределах одного кардицикла, время анализа для электромиограммы — 504 мс, кожных потенциалов — 168 мс, дыхания — один полный дыхательный цикл. Кроме того, выдается число ошибок при оценке частоты сердцебиения и скорости пульсовой волны с помощью автоматической селекции артефактов.

В дальнейшем программа диагностирует ошибки в периферии ЭВМ и дает соответствующее сообщение на пульт управления.

IV. Использование статистического анализа данных. Описанный анализ полученных биосигналов (вызванных потенциалов мозга, кривых кровяного давления и частоты сердцебиений и т. д.) в нашем институте дополняется использованием различных статистических методов обработки. В первую очередь мы применяем методы многомерного вариационного и дискриминантного анализа [7]. Каждый биосигнал воспринимается как реализация многомерной случайной величины. Вариационный анализ позволяет проверить, приспособлены ли отдельные переменные или их комбинации к различению физиологических состояний и ситуаций, регистрируемых у пациента или подопытного животного. При этом создается возможность учета информативности переменных. При помощи этой методики можно находить такие количества переменных, которые особенно хорошо разделяют разные биологические состояния. Определение дискриминантных функций служит для дальнейшего уменьшения размерности переменных, при котором становится возможным графическое отображение результатов и систематизация биосигналов. Таким образом, эти методы помогают

сформулировать научные гипотезы. Шаг дискриминации устанавливает число биосигналов, по которому можно распознавать соответствующие им биологические состояния.

Применяя специальный вариант многомерного вариационного анализа, мы проверяем, принадлежат ли разные биосигналы к одному и тому же типу или нет. Сигналы одного и того же типа в основном должны иметь одинаковую форму, но могут различаться в отношении их среднего уровня и по силе колебаний. В последнее время мы особенно стремимся использовать содержащуюся в биосигналах избыточность, чтобы повысить стабильность наших результатов.

Программы написаны на языке PL1 в системе OS/EC и применяются на ЭВМ ЕС-1022 и ЕС-1040. В настоящее время они допускают оценку максимум 100 переменных и 20 биологических состояний. Благодаря применению универсальной системы DIST можно без затруднений решать сложные проблемы обработки данных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Baumann H., Martin G., Urmantscheeva T. G., Degen G., Wolter F., Chasabova W. A., Gurk Ch., Hinays I. und Läuter J. Neurophysiologische Mechanismen der arteriellen Hypertonie unter chronisch-experimentellen Emotionalstress.—“Acta Biol. Med. Germ.”, 1976, Bd 35, S. 889—913.
2. Gurk Ch. und Mattausch H. Selektor zur Eliminierung artefizieller evozierter Potentiale im Neurophysiologischen Experiment.—“Acta Biol. Med. Germ.”, 1973, Bd 30, S. 569—571.
3. Saltzberg B. and Burch N. R. Period analytic estimates of moment of the power spectrum: a simplified EEG time domain procedure.—“Electroenceph. and Clin. Neurophysiol.”, 1971, vol. 30, p. 568—570.
4. Richter-Heinrich E. and Läuter J. A psychophysiological test as diagnostic tool with essential hypertensives.—“Psychother. Psychosom.”, 1969, vol. 17, p. 153—168.
5. Richter-Heinrich E., Knust U., Lori M. und Sprung H. Zur Blutdruckkontrolle durch Biofeedback bei arteriellen essentiellen Hypertonikern.—“Z. Psychol.”, 1976, Bd 184, S. 538—550.
6. Tursky B., Shapiro D. and Schwartz G. E. Automated constant-cuff pressure system to measure average systolic and diastolic blood pressure in man.—“IEEE Trans.”, vol. BME-19, N 4, p. 271—276.
7. Ahrens H. und Läuter J. Mehrdimensionale Varianzanalyse. Berlin, Akademieverlag, 1974.

Поступила в редакцию 2 февраля 1979 г.

УДК 61.007 : 61 : 612.822

Б. Н. ДЕРИЙ

(Новосибирск)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОСТЫХ НЕЙРОННЫХ СТРУКТУР НА ЛИНИИ С ЭВМ.

Ч.1. АППАРАТНО-ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Развитие нейрофизиологии в последние годы позволило подойти к анализу обучения и памяти на клеточном уровне. Однако исследование механизмов этих явлений затруднено, в частности, из-за низкого современного уровня организации сбора и обработки данных и стимуляции. Традиционные способы регистрации носят качественный характер. Количественная обработка результатов — ручная подготовка данных с последующим вводом их в ЭВМ — по времени значительно пре-