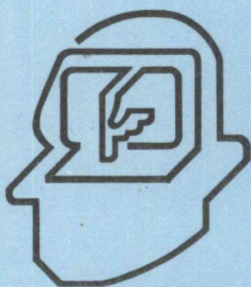




TARTU RIIKLIK ÜLIKOOL

REAALAJASÜSTEEMID AUTOMATISEERITUD
ERGONOOMILISTES UURINGUTES

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ
РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ ДЛЯ
ЭРГОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ



TARTU 1988

TARTU RIIKLIK ÜLIKOOL

**REAALAJASÜSTEEMID AUTOMATISEERITUD
ERGONOMILISTES UURINGUTES**

Vabariikliku konverentsi teesid

Tartu - Kääriku, 28.-29. september 1988.a.

**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ
РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ ДЛЯ
ЭРГОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

**Тезисы докладов
республиканской научной конференции**

Тарту - Кяэрику, 28-29 сентября 1988 г.

TARTU 1988

KUSTUTATUD

Arh.

Tartu Riikliku Ülikooli
Raamatukogu

9731

**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ
ДЛЯ ЭРГОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ.**

Тезисы докладов республиканской научной конференции

Тарту-Кларрику, 28-29 сентября 1988 г.

На русском и эстонском языках.

Тартуский государственный университет,
ЭССР, 202400, г.Тарту, ул.Линикола, 18.

Ответственный редактор К. Раук.

Подписано к печати 14.09.1988.

МБ 02842.

Формат 60x84/16.

Бумага ротаторная.

Машинопись. Ротапринт.

Условно-печатных листов 16,74.

Учетно-издательских листов 16,20. Печатных листов 18,0.

Тираж 500.

Заказ № 762.

Цена 1 руб. 10 коп.

Типография ТГУ, ЭССР, 202400, г.Тарту, ул.Тийги, 78.

1. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ЭРГОНОМИЧЕСКИХ, ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ И ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ТАРТУ: ДЕСЯТЬ ЛЕТ СПУСТЯ

А. Луук, Д. Аллик, Т. Могом, У. Маст, В. Васке, А. Савихин

Тартуский государственный университет

Введение. Почти 10 лет назад в сентябре 1979 г. в Тарту и Мозина была проведена фактически первая в Советском Союзе конференция на тему автоматизации психологических исследований /1/. Тогда автоматизация исследований в нашей лаборатории основывалась на вычислительных машинах типа I5 ВСМ-5 или "Электроника ДЗ-28" и самодельных интерфейсах для подключения периферийной аппаратуры /2/. Для развития техники срок, прошедший с того времени, составляет целую эпоху. Для сравнения стоит напомнить, что в 1981 г. фирма IBM выпустила на рынок свой первый персональный компьютер. Произошли перемены и в нашей лаборатории. В данной статье мы постараемся описать ход компьютеризации исследований, проводимых в нашей лаборатории. Мы уверены, что наш опыт достаточно характерен для многих лабораторий и сказанное нами покажется знакомым многим коллегам.

Обычно, если описывается лабораторное оборудование или некоторый экспериментальный комплекс, дело представляется как результат целенаправленного выбора его создателей. Как правило, описываются лишь технические преимущества (скорость работы, объем памяти, элементная база и т. п.) своего детища и умалчивается о том, с какими муками доставались, докомплектовывались и налаживались описываемые устройства. В нашей действительности очень редко главными оказываются чисто технические достоинства аппаратуры. Всем известно, что отечественная промышленность для психологических и эргономических исследований, т. е. для исследований человека, серийно не выпускает ни одного прибора. Даже самого элементарного тахистоскопа нельзя найти в преискурантах, не говоря уже о возможности прямого приобретения его в специализированном магазине. Не лучше обстоит дело и с аппаратурой для физиологичес-

ких и психофизиологических исследований. Такое оборудование широко предлагается многими зарубежными фирмами, но валютные ресурсы, как правило, крайне ограничены. Может показаться, что такое положение вещей связано только со специальной аппаратурой, но на самом деле оно распространяется на любое оборудование. Как правило, рядовая научная лаборатория не стоит перед мучительной альтернативой выбора, скажем, между микро-ЭВМ CM-1810 или EC-1840. Обычно никакого выбора нет вообще, основная часть энергии коллектива всей лаборатории уходит не на приобретение того, что действительно необходимо, но того, что можно достать (и при этом с огромными усилиями). Наша лаборатория не исключение. Все, что создано, является результатом болезненных компромиссов между желаниями, денежными ресурсами и доставаемостью дефицитной аппаратуры.

Вычислительные машины. Костяк вычислительных возможностей лаборатории составляют несколько комплексов на основе процессора MC I201.02 (ДВК-3) и вычислительная машина CM I300.01. По своим функциональным возможностям они соответствуют LSI II/03 и PDP II/34 фирмы Digital Equipment Corporation. Нет сомнений, что машины типа PDP II (или LSI 11) являются на сегодняшний день самой распространенной лабораторной вычислительной машиной. Мы взяли 12 последних номеров журнала "Vision Research" за 1987 г., в которых было напечатано 214 статей. Из них в 54 (25,2%) работах упоминается тип используемой ЭВМ (во многих случаях говорится просто об анонимной ЭВМ). Из 54 упомянутых типов ЭВМ в более, чем половине случаев (57,4%) использовалась ЭВМ типа PDP II или LSI II. Несмотря на то, что машины типа PDP появились на мировом рынке в самом начале 70-х годов, они остаются и по нынешний день самой популярной лабораторной ЭВМ.

Операционные системы. Как правило, непосредственное управление экспериментом осуществляется комплексами, в состав которых входят MC I201.02, накопитель на 8- или 5- дюймовых гибких магнитных дисках (НГМД), графический дисплей (от ДВК-3) и крест САМАС. Для такого маленького комплекса фактически единственно адекватной операционной системой реального времени является RT II (версия 5.0, мониторы SJ или FB). В состав CM I300.01 входят жесткие магнитные диски (CM 5400), на-

копители на магнитных лентах, НГМД, полутонный дисплей (СМ 7407.03) и крейт САМАС. Поскольку СМ 1300.01 используется в основном для обработки и хранения данных, нами была выбрана операционная система UNIX (вернее ее адаптация ДЕМОС 2.0) как наиболее подходящая среда для данного рода задач.

Языки программирования. Одним из главных показателей ЭВМ и операционной системы является многоязычность. В RT II имеются BASIC, CASIC, FORTRAN IV, PASCAL, FORTH, С и некоторые другие более экзотические языки. В системе UNIX наиболее естественным является использование языка С, хотя на нем написаны и доступные пользователю PASCAL, FORTRAN-77 и другие языки. Наиболее универсальным является язык С, при котором транспортировка программ из UNIX в RT II и обратно представляет собой простую задачу.

Графические средства. Визуализация данных является не роскошью, а необходимым средством анализа и проникновения в сущность исследуемых явлений. Каждый используемый нами вычислительный комплекс снабжен графическим дисплеем. Совместно с микро-ЭВМ МС 1201.02 используется контроллер графического дисплея (входящий в комплект ДВК-3), позволяющий отображать 400 x 286 точек на мониторе дисплея 15 ИЭ-00-013. В состав СМ 1300.01 входит полутонный дисплей СМ 7407, позволяющий отображать изображения размером 256 x 256 пикселей с 16 градациями яркости.

Управление экспериментом. Отечественная промышленность сумела пока освоить серийный выпуск лишь одной стандартной магистрально-модульной системы в стандарте САМАС. Во многих отношениях САМАС устарел (особенно по скорости), но для решения большинства задач биолого-психологических исследований он вполне подходит. Самое главное преимущество системы САМАС - это наличие достаточно широкого набора серийно выпускаемых модулей и удобство расширения системы за счет создания своих собственных модулей в стандарте САМАС. Используемые модули можно разделить на две группы:

1) Стандартные модули. Из стандартных модулей наиболее важными являются АЦП и ЦАП (ФК 70 и ФК 71-2). При помощи АЦП, как правило, регистрируются данные, получаемые от ЭОГ, ЭЭГ или других преобразователей (например, от взаимоиндуктивных

преобразователей движений глаз человека, см. /3/). ЦАП предназначены, например, для управления системой зеркал для получения движущихся изображений на проекционном экране и двухкоординатным самописцем Н 306. Кроме преобразователей применяются таймеры и счетчики, генераторы, регистры прерывания, входные-выходные регистры (МОД-I) и т.д. При помощи этих модулей организуется предъявление информации и регистрация ответных реакций испытуемого. Одним из примеров применения может служить исследование выделения направления движения в случайных стохастических кинематограммах, создаваемых на множестве светодиодных элементов и управляемых при помощи МОД-I /4,5/. При помощи этих же модулей управлялся генератор шума, используемый для исследования эффективности идентификации объектов разной геометрической формы на фоне аддитивного динамического шума с разной частотой смены шумового изображения /6/. Особо следует сказать о модуле скоростной передачи данных (МСПД). При помощи пары МСПД осуществляется связь между МС I20I.02 (RT 11) и СМ I300.0I (UNIX). Скорость обмена данных - 4,2 мегабит в секунду. При помощи этого относительно быстрого канала связи можно копировать файлы из операционной системы RT 11 в файловую систему UNIX и обратно. Можно также организовать быструю перекачку потока данных на внешние носители СМ I300.0I (магнитная лента или жесткие диски) в ходе эксперимента, управляемого от МС I20I.02.

2) Нестандартные модули. Для ввода изображений в ЭВМ был разработан и изготовлен модуль оцифровки видеосигнала. Модуль позволяет установить координату любой точки и при помощи АЦП (II07PB2) преобразовать яркость этой точки в цифру в диапазоне от 0 до 255. Поскольку ресурсы инженерного труда весьма ограничены, наиболее целесообразной стратегией, по-видимому, является использование готовых "полуфабрикатов" и приспособление их к имеющейся аппаратуре.

Выводы. На основе приобретенного нами опыта можно сказать, что ориентация на машины типа PDP/ISI и магистрально-модульную систему SAMAC является в наших условиях оправданной. То, что разные машины представляют одно семейство, во многом облегчает как технический уход за ними, так и введение дополнений в систему. Но наиболее существенно все же для нас

всех то, что фирма Digital Equipment Corporation является одной из крупнейших фирм мира, разработавшей большое количество самого разнообразного программного обеспечения (операционные системы, языки программирования, пакеты прикладных программ, утилиты и т.д.). Чем больше в распоряжении исследователя готового математического обеспечения, тем больше времени освобождается для собственно исследовательской работы (а не на вспомогательные работы). Аналогичное утверждение полностью справедливо и относительно аппаратуры. В условиях отсутствия промышленности, изготавливающей необходимую аппаратуру для научных исследований, система SAMAC, построенная на модульном принципе, является, по-видимому, самым экономным способом решения технических проблем, стоящих перед лабораторией. Эта экономия заключается в минимизации затрачиваемого инженерного труда за счет использования уже готовых модулей, их взаимной комбинации и т.д. Кроме того, немаловажным кажется то, что использование операционной системы UNIX и SAMAC способно обеспечить преемственность дальнейшего развития: при появлении новых и более совершенных ЭВМ переход на эти машины не составит большого труда. При этом сохраняется все то, что было сделано ранее.

Планируя и подготавливая настоящую конференцию, мы поставили перед собой цель обмена опытом, оперативного распространения новых идей и тем самым ускорения прогресса в деле автоматизации исследований и измерений в области эргономики, психологии и психофизиологии. Надеемся, что поставленная цель будет достигнута большинством участников конференции.

Литература

1. Теоретические и практические вопросы автоматизации психологического эксперимента. Материалы республиканского симпозиума, проведенного в Тарту и Мозина 27-28 сентября 1979 г. Тарту, 1980.
2. Луук А.Г., Аллик Ю.К., Мийль М.Х. Автоматизация психологического эксперимента. Автометрия, 1981, 4, 104-111.
3. Allik, J., Rauk, M., & Luuk, A. Control and sense of eye movements behind closed eyelids. Perception, 1981, 10, 39-51.
4. Allik, J., Dzhaferov, E. Motion direction identification in random cinematograms: a general model. Journal of Experimen-

tal Psychology: Human Perception and Performance, 1984, 10, 378-393.

5. Luuk, A., Allik, J. Identification of shapes as a function of superimposed dynamic noise rate. Perception, 1987, 16, 230.

6. Allik, J., Pulver, A. Extraction of motion direction from linear random kinematograms. Perception, 1987, 16, 263.

ОБ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ КТ-1 И
О МЕТОДЕ ЭРГОНОМИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ДЕТЕРМИНИРОВАННЫХ
РАБОЧИХ ПРОЦЕССОВ (ОПЕРАЦИЙ) В СИСТЕМЕ "ЧЕЛОВЕК-ТЕХНИКА"

Г.И.Кийвет, Х.В.Тоссо

Таллинский политехнический институт

В настоящее время в эргономических исследованиях по оптимизации и безопасности труда все большее значение приобретают методы моделирования рабочего процесса. Это связано с рядом причин: на производстве часто отсутствует возможность (из-за повышения риска для работающих) для изучения травмоопасных операций; трудно, а в отдельных случаях невозможно, изменять параметры рабочей операции и позы, а также окружающей среды; исследования на предприятии могут вызывать у рабочих нарушения их психического состояния; характерны организационные трудности, связанные с большой затратой материальных ресурсов и времени. Имитирование рабочего процесса в лабораторных условиях с помощью различных приборов во многом облегчает задачу исследователя по оценке надежности и безопасности систем "человек-техника".

С этой целью Таллинским политехническим институтом создана электронно-опытная установка для моделирования широкого спектра рабочих операций в системе реального времени. Установка состоит из двух функциональных блоков: стенда (универсальный управляемый "станок") и блока управления (устройство коммутирования и эрготестер КТ-1). С помощью стенда в автоматизированном режиме задаются необходимые эргономические параметры рабочего места для различных видов деятельности. Блок управления может обеспечивать процесс имитирования в 2-х вариантах: I) дистанционный (когда эрготестер связан со стендом с помощью устройства коммутирования; элементы коммутиро-

вания (кнопки, выключатели, рычаги и т.д.) находятся на стенде); 2) недистанционный (элементы коммутирования находятся на панели эрготестера).

Эрготестер КТ-1 предназначен для проведения теоретических и прикладных эргономических исследований по безопасности труда (при исследовании в лабораторных условиях **травмоопасных** операций и при определении функциональных характеристик рабочего непосредственно в цехе), а также при психофизиологических исследованиях условий труда.

Прибор позволяет: 1) моделировать различные процессы ручного труда; 2) определить время течения реакции и скорость выполнения операции.

Прибор состоит из двух функциональных блоков. При помощи первого блока можно имитировать исследуемый рабочий процесс - работу оператора (рабочие циклы). Исследуемый рабочий цикл подразделяется условно на элементы (рабочие приемы). Рабочие приемы имитируются коммутированием ключей или кнопок на передней панели (или на стенде). Каждому рабочему приему соответствует своя определенная кнопка панели.

Прибор запрограммированный. В данном варианте требуемая функция реализуется на базе интегральных схем. Операция управления может быть дискретная или непрерывная, либо комбинированная.

Для описания возможностей данного прибора (системы) и иллюстрации покажем процесс моделирования на примере имитирования холодной штамповки.

Алгоритм дается испытуемому световыми индикаторами (10 ламп на передней панели). Им задается последовательность и темп проведения операции. Длина элементарного такта исследуемого рабочего цикла изменяется ступенчато от 150 до 960 миллсекунд, где максимальное количество элементарных тактов - 30.

Прибор позволяет фиксировать количество выполняемых циклов автоматически. Процесс моделирования прекращается, т.е. система останавливается, когда испытуемый ошибается при выполнении заданного алгоритма. Причиной остановки может явиться любой из нижеперечисленных факторов:

1) коммутация неправильной кнопки, что означает выпол-

нение неправильного рабочего приема или неправильной последовательности;

2) коммутация правильной кнопки ранее загорания индикационной лампы, что приравнивается к нарушению рабочего темпа (ускоренный темп);

3) коммутация правильной кнопки с задержкой (лампа погасла), что приравнивается к нарушению рабочего темпа (замедленный темп);

4) некоммутирование требуемых кнопок, что является падением из рабочего ритма.

Реакцией прибора на первую вышеуказанную ошибку будет остановка системы, сопровождающаяся звуковым сигналом. Ошибка, сделанная в "опасной зоне", т.е. возникновение опасного воздействия индуцирует другой аварийный звуковой сигнал (что означало бы в реальности травму).

В данном случае в приборе реализована программа, которая имитирует штамповку вручную. Имитированный цикл на штамповочном прессе состоит из 6 рабочих приемов:

I взятие заготовки справа (слева);

II установка заготовки в штамповочный пресс правой (левой) рукой;

III удаление рук от опасной зоны;

IV штамповка, т.е. включение прессы;

V получение детали левой (правой) рукой;

VI складирование детали левой (правой) рукой.

Система позволяет моделировать различные рабочие операции, которые реализуются при программировании требуемого алгоритма.

При помощи второго блока можно исследовать выполнение рабочих операций в заданном такте, т.е. измерять время реакции и определять скорость выполнения операций.

Интервал между загоранием индикационной лампы (стимул) и коммутированием ключа испытуемым (реакция) - диапазон измерения времени реакции (от 100 до 3200 миллисекунд).

Прибор разработан на кафедре охраны труда ТПИ и изготовлен в экспериментальном отделении ТПИ.

ЛОКАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ЭКСПЕРИМЕНТА НА БАЗЕ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ЭВМ

В.А.Кузьмин, С.Э.Обычайко, Н.И.Трофимов

Московский энергетический институт

Важнейшим средством интенсификации научных исследований является их автоматизация с широким привлечением средств вычислительной техники. В области вычислительной техники за последние годы отмечается развитие персональных ЭВМ (ПЭВМ). Актуальной задачей является привлечение парка персональных ЭВМ к автоматизации научных исследований. Одной из основных проблем при построении систем автоматизации эксперимента (САЭ) на базе ПЭВМ является сопряжение с объектом исследования. Наиболее популярным средством сопряжения ЭВМ с объектом исследования в настоящее время является стандартная интерфейсная система КАМАК. Управляющим элементом в системе КАМАК является крейт-контроллер.

Обычно тип ЭВМ, сопрягаемой с объектом, определяет тип крейт-контроллера, однако в настоящее время в связи с развитием микропроцессорной техники появились автономные микропроцессорные контроллеры. Такой автономный микропроцессорный крейт-контроллер КАМАК типа I80A сам является фактически микро-ЭВМ с собственной памятью и системой ввода-вывода. Модуль типа I80A построен на базе микропроцессора КР580ИК80А (объем ОЗУ - 20 Кбайт, объем ПЗУ - 12 Кбайт) и предназначен для автономного управления магистралью КАМАК. Системой ввода-вывода является стандартный интерфейс ИРПС, к которому подключается терминал. В качестве основного средства программирования выступает программа МОНИТОР, которая кроме общения с терминалом обеспечивает:

- описание устройств ввода-вывода;
- передачу данных между устройствами ввода-вывода и памятью;
- простое подключение других подпрограмм обслуживания устройств ввода-вывода;
- инициализацию других программ;
- контроль и изменение содержимого памяти, состояния микропроцессора и регистров контроллера.

На базе ПЭВМ типа IBM-PC и крейт-контроллера типа I80A в МЦАНИ разработана локальная система автоматизации эксперимента (ЛСАЭ), конфигурация которой представлена на рис.1.

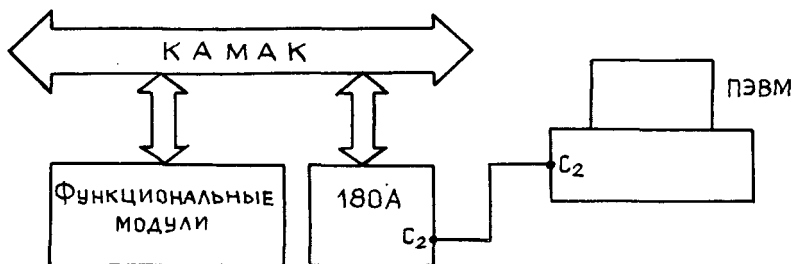


Рис.1. Конфигурация локальной системы автоматизации эксперимента (ЛСАЭ)

Система является двухпроцессорной, причем связь между ПЭВМ и I80A осуществляется через внешний интерфейс стык C2 (ИРПС). Разработано специальное системное программное обеспечение, которое осуществляет протокол межпроцессорной связи и представляет пользователю широкий спектр возможностей. Пользователь в такой двухпроцессорной системе, работая на ПЭВМ, имеет возможность:

- осуществлять доступ ко всем ресурсам модуля I80A;
- готовить задачи для I80A, загружать и запускать их в I80A;
- загружать пользовательскую подпрограмму (в основном задача управления магистралью КАМАК) в I80A в процессе выполнения программы на ПЭВМ;
- осуществлять обмен информацией между одновременно работающими задачами в I80A и в ПЭВМ.

ЛСАЭ позволяет производить управление и контроль различных процессов, включая сбор, обработку, накопление и отобра-

жение экспериментальной информации.

Наличие двух процессоров в системе позволяет сбор и обработку информации производить параллельно.

С ПЭВМ снимается функция сбора экспериментальной информации в реальном времени. Быстродействие съема экспериментальной информации определяется возможностями модуля I80A и не зависит от скорости межпроцессорного обмена по ИРПС. Программное обеспечение системы включает стандартные средства подготовки и отладки программы, поддерживаемые операционной системой MS-DOS, и пакет программы для подготовки и проведения эксперимента. Программирование магистрали КАМАК производится на языке высокого уровня (ФОРТРАН, ПАСКАЛЬ и др.), что позволяет упростить задачу написания программы эксперимента пользователю.

РАЗРАБОТКА АВТОНОМНОЙ ОДНОКРЕЙТНОЙ КАМАК-СИСТЕМЫ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ЭКСПЕРИМЕНТОВ НА ТЕРРИТОРИАЛЬНО- РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ОБЪЕКТАХ ИССЛЕДОВАНИЯ

А.Л.Качанов, М.Б.Локотков, С.Н.Рябов, В.М.Соколов
Московский энергетический институт

Автоматизированные системы научных исследований (АСНИ) и комплексных испытаний образцов новой техники (АСКИОНТ) разрабатываются, как правило, с использованием типовых конфигураций на базе стандартных интерфейсов /2/. Для территориально-рассредоточенных или удаленных от ЭВМ объектов исследования применимы следующие варианты построения АСНИ:

а) системы на основе приборного интерфейса МЭК 625.1, возможности которых ограничены общей длиной кабельной магистрали до 20 м (по ГОСТ 26.003-80), невысокой скоростью и достаточно сложным протоколом обмена данными;

б) системы на основе последовательной магистрали КАМАК (ГОСТ 26.201.2-84), использование которых целесообразно при автоматизации контроля и управления сложными комплексами (ускорителями, технологическими линиями и т.п.) /1/;

в) системы на базе крейта КАМАК с интеллигентным контроллером (типа I80A фирмы "Полон"), подключаемому к управляющей ЭВМ через стандартный последовательный интерфейс.

Характеризующую последний вариант идею совместного использования интерфейса КАМАК для связи с объектом и последовательного интерфейса для связи с удаленной ЭВМ можно реализовать в виде автономной однокреитной системы с последовательным обменом данными между крейтом и ЭВМ.

Прототипом такой структуры является локальная система с автономным неинтеллигентным контроллером и параллельной передачей данных в ЭВМ, которая по отношению к интерфейсу является внешним цифровым устройством, сохраняющим за собой функции обработки, регистрации и визуализации данных. Управление крейтом осуществляет автономный программируемый контроллер по программе, зашитой в модуле постоянного запоминающего устройства (ПЗУ). Для эффективной работы системы необходимо иметь в крейте буферные накопители данных, что позволяет работать в режиме со своеобразным разделением времени: быстрый эксперимент с буферизацией данных на интерфейсном уровне - блочная передача данных в ЭВМ.

Основные системообразующие модули данной конфигурации разработаны в 1976 году в СКБ ИРЭ АН СССР. Автономный контроллер (КАП) генерирует последовательность стандартных КАМАК-циклов с частотой до 700 тыс. в секунду. К нему можно подключить до восьми ПЗУ емкостью 64 команды каждое. Стандартные КАМАК-инструкции дополняются командами условных и безусловных переходов, а также двухадресными командами "чтение - запись", позволяющими передавать данные из одного модуля в другой за один КАМАК-цикл. Система характеризуется полной машинной независимостью интерфейса и максимальной скоростью выполнения операций на магистрали крейта, а также простотой программирования и доступностью для широкого круга пользователей. Область внедрения подобных конфигураций являются системы, в течение длительного периода времени работающие по неизменной программе (в особенности, АСКИОНТ).

Замена в рассмотренной конфигурации параллельного обмена данными с ЭВМ на последовательный позволяет удалить ЭВМ от крейта, обслуживающего экспериментальную установку, на значительное расстояние (до нескольких сотен метров). Со стороны крейта обмен может поддерживаться специализированными модулями последовательной передачи данных (типа 500А или 505

фирмы "Полон"), со стороны ЭВМ - стандартным интерфейсом ИРПС.

На основе такой конфигурации можно создавать территориально-распределенные АСНИ с одной базовой ЭВМ и несколькими автономными крейтами. Расширение интерфейса ЭВМ для подключения нескольких абонентов реализуется путем введения системного крейта, работающего под управлением ЭВМ и содержащего приемники-передатчики тех же типов, которые используются в объектовых крейтах.

Усовершенствование работы КАП направлено на обеспечение возможности перехода на подпрограмму ПЗУ, начальный адрес которой задается с магистрали крейта.

Рассмотренная автономная структура положена в основу разработки ряда АСНИ. Среди них можно выделить автоматизированную систему управления волнопродуктором в волновом гидродатке (протяженность экспериментальной установки около 70 м, удаление ЭВМ от измерительных постов в связи с неблагоприятными условиями функционирования вблизи гидросреды около 200 м), а также ряд систем для управления прочностными испытаниями инженерных конструкций.

Литература

1. Виноградов В.И. Информационно-вычислительные системы. Распределенные модульные системы автоматизации. М.: Энергоатомиздат, 1986.
2. Леньшин В.Н., Соколов В.М. Типовые конфигурации автоматизированных систем научных исследований. В кн.: Мехвузов. сб. М.: Моск.энерг.ин-т, 1982, № 4, с.20-26.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ АСНИ НА БАЗЕ ТРАНСПЬЮТЕРОВ

Г.К.Круг, М.О.Смирнов, Е.А.Глазов

Московский энергетический институт

Развитие автоматизированных систем научных исследований (АСНИ) до настоящего времени в основном проходило в рамках магистральных структур. Характерным недостатком этих структур является отсутствие возможности совмещения по времени обмена информацией по магистрали между несколькими устройствами. Ограниченное быстродействие магистральных струк-

тур не позволяет создавать эффективных АСНИ для исследования быстропротекающих процессов, сложных динамических систем, многосвязных объектов с интенсивными информационными потоками.

В настоящее время известен ряд многопроцессорных структур, обладающих повышенной производительностью при решении указанных задач. Это матричные, векторные, конвейерные, иерархические и другие структуры. Применение их в АСНИ связано с трудностями технической реализации, необходимостью применения неоднородной элементной базы сверхвысокой степени интеграции и сложностью организации эффективных интерфейсных функций. Основным недостатком этих структур является жесткая архитектура, не позволяющая адаптировать структуру АСНИ к конкретной задаче.

Появление нового направления развития элементной базы - создание семейства транспьютеров и их дальнейшее совершенствование - предоставляет возможность реализации транспьютерных АСНИ - АСНИ нового поколения. Транспьютеры представляют собой вычислительные элементы с автономными сетевыми интерфейсными средствами. На одном полупроводниковом кристалле располагается процессор, закладываемое устройство и несколько линий передачи данных. Зарубежные транспьютеры имеют также шину для подключения ко внешней магистрали с большим адресным пространством /1,2,3/.

На базе транспьютеров возможно создание сетей произвольной связности при ограниченном количестве связей одного узла сети (если в качестве узла сети выступает один транспьютер). Определенное увеличение связности узла возможно при объединении в одном элементе сети нескольких транспьютеров. Эффективность "эквивалентного" элемента приблизительно соответствует одному транспьютеру при передаче и существенно выше при обработке информации.

Особый интерес при создании высокопроизводительных АСНИ представляют следующие два типа транспьютерных структур:

- архитектура регулярного типа;
- архитектура с перестраиваемой связностью.

Структуры регулярного типа могут строиться по типу n -мерных решеток, булевых кубов, гиперкубов и т.д. Структуры регулярного типа ограниченной связности реализуются непосред-

твенным соединением транспьютеров между собой. В таких структурах возможно программирование прохождения информационных потоков. Эффективность этой процедуры обеспечивается автономностью работы сетевых средств транспьютеров.

Проектирование АСНИ на базе транспьютерных структур с перестраиваемой связностью улучшает параметры надежности, отказоустойчивости, структурно-функциональной гибкости и обеспечивает эффективную работу при решении широкого класса задач. В таких структурах транспьютеры соединяются между собой через программно-управляемое коммутационное устройство.

Для повышения производительности транспьютерной АСНИ возможно включение в архитектуру системы специализированных процессоров, в том числе процессоров, функционально-ориентированных на решение задач АСНИ. При этом достигается уменьшение интенсивности информационных потоков, увеличение функционального быстродействия, улучшается синхронизация процессов и таймирование операций сбора и обработки информации.

Особенно перспективно применение в составе транспьютерных АСНИ табличных и таблично-алгоритмических сопроцессоров. При этом возможно повышение эффективности и функциональных возможностей на несколько порядков.

Важным вопросом функционирования транспьютерных АСНИ является сопряжение с внешней средой. Возможны различные решения этой задачи. Наиболее традиционным способом является подключение объектов к транспьютерам через магистраль. При использовании специальных сопрягающих БИС обмен может осуществляться через свободные сетевые интерфейсы транспьютеров. Для связи с типовыми объектами имеет смысл использование транспьютеров со встроенными специализированными интерфейсами.

Применение транспьютеров в АСНИ позволит поднять характеристики систем на качественно новый уровень.

Литература

1. Мэнзуль Т., Роджерсон С. Транспьютер - на пороге реализации своих потенциальных возможностей // Электроника, 1987, т. 60, № 17, с.43-47.
2. Смит К. Транспьютеры - потенциальные базовые компоненты машин пятого поколения // Электроника, 1983, т.56, № 22, с.4-6.

З. Баррон И., Кэвил П., Мэй Д., Вильсон П. Транспьютер с бы-
страдействием 5 млн. операций/с и более // Электроника, 1983,
т. 56, № 23, с.26-35.

ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ МАССОВЫХ АСНИ НА БАЗЕ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ЭВМ

В.Н.Леньшин, А.А.Мячев

Московский энергетический институт,
Институт проблем информатики АН СССР

Ускорение научно-технического прогресса требует широкого внедрения средств автоматизации и вычислительной техники (СВТ) во все отрасли научной и инженерной деятельности. Одним из мощных рычагов повышения эффективности научных исследований и разработки образцов новой техники являются автоматизированные системы научных исследований (АСНИ) и создание на их базе массовых средств автоматизации инженерного и научного труда. При этом, решающее значение приобретает экономические показатели при разработке, создании и эксплуатации систем автоматизации научных и экспериментальных исследований.

Задача создания экономичных АСНИ массового применения должна решаться путем использования в них серийных СВТ, микропроцессоров и недорогих магистрально-модульных систем (ММС), оформленных в виде автоматизированных рабочих мест (АРМ) экспериментатора. К таким АРМ можно предъявить следующие основные требования, касающиеся их эксплуатации /1/:

- сравнимость с лабораторным и экспериментальным оборудованием по стоимости, габаритам, энергоемкости и т.д.;
- повышенная надежность по сравнению с экспериментальной установкой;
- простота в освоении и эксплуатации, ориентация на "самообучение" пользователя.

Создание АРМ, удовлетворяющих указанным требованиям, может эффективно решаться на базе персональных ЭВМ (ПЭВМ), отличающихся от других СВТ надежностью, экономичностью, высокой технологичностью эксплуатации. При этом подразумевается необходимость разработки и выпуска на основе перспективных ПЭВМ

проблемно-ориентированных автономных и объединяемых в комплексы автоматизированных рабочих мест различных классов.

Применение ПЭВМ для создания АСНИ предусматривает две возможности построения автоматизированных рабочих мест /2/:

- встраивание интерфейсных плат для связи с объектом (УСО) в систему ПЭВМ и создание, таким образом, измерительно-вычислительных систем специализированного назначения;
- использование стандартных УСО для расширения ПЭВМ и создание на их базе АРМ широкого применения.

Оба подхода имеют свои преимущества и недостатки: в первом случае пользователь получает практически готовую систему для решения конкретной задачи (или нескольких задач одного класса), но с ограниченными возможностями по расширению и развитию такой системы; во втором случае - пользователю необходимо затратить определенные усилия по ориентации системы на решение конкретной задачи, однако в качестве компенсации таких затрат имеются широкие возможности по использованию готовых разработок, по развитию системы и по ее применению для задач различного класса.

В случае построения АРМ на базе стандартных интерфейсов необходимо учитывать возможности подключения УСО к персональному компьютеру. Наиболее массовые ПЭВМ используют в качестве внешних пользовательских каналов интерфейсы типа ИРПС, стык С2 /3/. Некоторые из ПЭВМ имеют также выход на канал общего пользования (КОП, ГОСТ 26.003-80), используемый для построения систем автоматизации на базе приборного интерфейса МЭК 625.1. Как правило, внутренний интерфейс ПЭВМ отличается от интерфейса совместимых микро-ЭВМ, имеющих готовые технические решения для подключения стандартных ММС. В связи с этим эффективен подход построения АРМ на базе ПЭВМ, основанный на организации последовательного канала связи между ПЭВМ и микропроцессорным контроллером (МК) стандартной ММС (КАМАК, МЭК 625.1, И-41).

При такой структуре возможно разделение функций обработки информации между МК и ПЭВМ. Задачи объектового (нижнего) уровня по управлению элементами ММС, предварительной обработке информации решаются непосредственно в МК. На уровне персональной ЭВМ (верхнем уровне) осуществляется окончательная

обработка данных и отображение результатов, а также подготовка и отладка исполнительных программ с загрузкой их в МК для выполнения. Обмен программами между ПЭВМ и МК требует обеспечения программной совместимости за счет использования в них единой микропроцессорной серии с совместимым набором команд или наличие программных эмуляторов в случае применения различных микропроцессорных средств.

Представляется перспективным построение АРМ с применением конструктива "Евромеханика" в качестве блока расширения ПЭВМ с внутрикаркасной магистралью УСО по стандарту КОП и И-41 с набором функциональных модулей, выполненных в указанных стандартах на европлатах одинарной (100 мм) или двойной (233 мм) высоты. Существующие разработки интеллектуальных контроллеров в стандарте КАМАК, построенные на МП серии К580, К1801ВМ позволяют без существенных технических доработок построить по предлагаемой структуре АРМ на базе аппаратуры КАМАК и персонального компьютера.

Реализация в АРМ-ПК общепринятых стандартов значительно упрощает и повышает уровень унификации методов использования существующих АСНИ. Важным аспектом развития и применения ПЭВМ в АСНИ является также возможность использования развитых функциональных характеристик ПК: средств машинной графики, унифицированных систем управления базами данных, статистических методов обработки информации, планирование экспериментов и т.д.

Перспективные комплексы на базе ПЭВМ позволяют эффективно решить задачу создания высокоэргономичных и легко адаптируемых для конкретных областей применения средств автоматизации, ориентированных на массового пользователя.

Литература

1. Леньшин В.Н., Соколов В.М., Филаретов Г.Ф. Проблема создания перспективных конфигураций АСНИ массового применения. - В сб. УШ Всесоюзной конференции "Планирование и автоматизация эксперимента в научных исследованиях". Тезисы докладов, секция 2,3. - Л., 1986.
2. Наумов Б.Н., Сеницын И.Н., Мячев А.А. и др. Перспективы развития персональных компьютеров и их использование в зада-

цах автоматизации измерений. - У Всесоюзный симпозиум по модульным информационно-вычислительным системам. - Кишинев, Штиинца, 1985.

3. Персональные ЭВМ. Тем. вып. ТИИЭР. - М.: Мир, 1984, т. 72, № 3.

ПОДВИЖНАЯ ЭРГОНОМИЧЕСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ

Г.А.Стругач, Д.М.Александр, А.Л.Берсудский,
Ж.Я.Заклецкая, Н.В.Зиновьев, А.С.Сидоров

Особое конструкторское бюро биологической и
медицинской кибернетики

Вопросы эргономического обеспечения создания и эксплуатации образцов современной техники приобрели в настоящее время большую актуальность. Однако решение задач эргономического обеспечения и проведение эргономических исследований в большинстве отраслей народного хозяйства существенно ограничивается отсутствием необходимой аппаратуры или ее несовершенством. Особенно необходима мобильная аппаратура, позволяющая проводить не только лабораторные исследования, но и исследования в процессе деятельности операторов на реальных объектах управления. Предлагаемая агрегатированная биотехническая система для эргономических исследований (АБТС), которая выполняется в виде подвижной лаборатории, в определенной степени восполняет указанный пробел.

АБТС применяется для проведения исследований в системе эргономического обеспечения создания и эксплуатации образцов техники, системе формирования и поддержания требуемой работоспособности операторов, а также для получения исходных данных, необходимых для обоснования эргономических требований к образцам техники.

АБТС может использоваться как базовая система междотраслевого применения в эргономике.

АБТС предназначена для решения следующих основных задач:

- проведение комплексных исследований психофизиологических, психологических, физиологических характеристик операторов в процессе деятельности с учетом показателей деятель-

ности и параметров среды в нормальных и стрессовых условиях;

- оперативная оценка функционального состояния (интегрального показателя напряженности) на основе физиологической информации с операторов в процессе деятельности

- оценка работоспособности операторов на основе оценок качества выполнения тестовой деятельности и состояния операторов;

- многофункциональные комплексные психофизиологические, психологические обследования кандидатов на операторские специальности и обучение операторов путем развития профессионально важных качеств;

- исследование групповой деятельности операторов в режиме слежения;

- предсменные и послесменные осмотры операторов;

- восстановление профессиональных качеств операторов;

- оценка стрессоустойчивости операторов;

- исследование вопросов биологической обратной связи и нормализации состояния операторов.

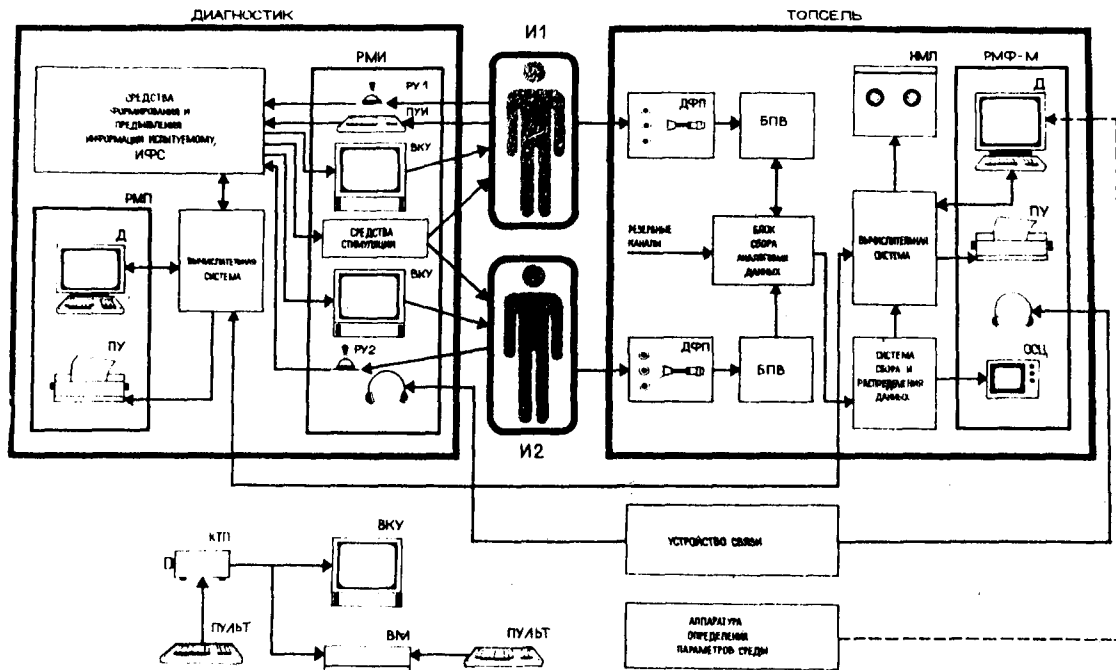
В состав АБТС входят следующие основные подсистемы (см. рисунок):

- комплекс ТОПСЕЛЬ, обеспечивающий съем, оперативную обработку и регистрацию на магнитный носитель физиологической информации (ЭКГ, ПГ, КТР-ф и огибающий ЭМГ в 2 отведениях) с двух операторов в процессе деятельности, как реальной, так и моделируемой. (На рисунке обозначены: ДФП - датчик физиологических процессов, БПВ - блоки преобразовательные выносные, Д - дисплей, ПУ - печатающее устройство, ОСЦ - осциллоскоп для отображения физиологических процессов, РМФ-М - рабочее место физиолога-методиста);

- комплекс ДИАГНОСТИК, обеспечивающий тестирование операторов по 15 методикам оценки основных психологических и психофизиологических характеристик (внимание, память, мышление, психомоторика, свойства нервной системы, восприятия, характеристики личности и др.), а также развитие некоторых индивидуально-психологических качеств. (На рисунке обозначены: РМП - рабочее место психолога, РМИ - рабочие места испытуемых, РУ - ручки управления, ПУИ - пульт испытуемого, ВКУ - цветные видеоконтрольные устройства, ИТС - интерфейсы связи.

СТРУКТУРНАЯ СХЕМА АБТС

23



В качестве средств стимуляции используются средства акустической и электрической стимуляции);

- телевизионная установка с видеозаписью для наблюдения за испытуемым, содержащая передающую телекамеру КТП, ВКУ, видеомагнитофон ВМ и пульта дистанционного управления;

- аппаратура определения параметров среды (температуры и влажности воздуха, атмосферного давления, уровня шума, вибрации, освещенности);

- устройство речевой связи, используемое в основном при подготовке экспериментов.

Все подсистемы АБТС могут работать как автономно, так и совместно. При совместной работе комплексов ТОПСЕЛЬ и ДИАГНОСТИК управление экспериментом ведется с одного рабочего места РМФ-М; испытуемому, работающему на РМИ комплекса ДИАГНОСТИК, предъявляется на ВКУ оценка его функционального состояния, рассчитываемая на комплексе ТОПСЕЛЬ.

Программное обеспечение АБТС позволяет модифицировать параметры реализуемых методик исследования и изменять их состав. АБТС снабжается также программной системой для апостериорной обработки информации.

Предусматривается 2 варианта использования АБТС: в стационарной лаборатории и в виде передвижной лаборатории, т.е. в кузове-фургоне специально оборудованного транспортного средства, в котором необходимые условия создаются отопительно-вентиляционной установкой, входящей в комплект кузова-фургона. Исследования с помощью передвижной лаборатории могут проводиться в двух режимах: исследования, проводимые непосредственно внутри лаборатории (испытуемые работают на рабочих местах комплекса ДИАГНОСТИК) и исследования операторов, работающих на реальных рабочих местах вне лаборатории (на расстоянии до 150 м от нее). В последнем случае на рабочих местах операторов устанавливаются выносные комплекты БПВ, блока сбора аналоговых данных, аппаратуры определения параметров среды и КТП. Выносная аппаратура соединяется с лабораторией кабелем.

Транспортирование АБТС осуществляется в подвижной лаборатории. Переход от рабочего режима к транспортному не требует специальных операций по закреплению аппаратуры.

ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

М.Э. Ойт

Институт кибернетики АН ЭССР

Автоматизированное управление является одной из первых прикладных областей вычислительной техники, так как с помощью ЭВМ стало возможным цифровое решение математически сложных задач теорий управления. Базируясь на методах решения однотипных задач управления, начали развивать системы автоматизированного проектирования (САПР) систем управления. Вначале целью таких систем проектирования было вычисление подходящих законов управления.

В настоящее время САПР систем управления означает систему для решения более широкого комплекса задач: от спецификаций требований к системе до готового программного обеспечения системы управления. Для описания и реализации технической и программной частей системы управления уже имеются более или менее достаточные методы и средства. Так как в принципе САПР является орудием труда для проектировщика систем управления, основное внимание в последнее время направлено на проблемы, связанные с человеко-машинным интерфейсом, т.е. на согласование неформализованной области действия человека с формальной областью деятельности ЭВМ, и это одновременно в системах проектирования систем управления и в самих системах управления.

В системах автоматизированного управления как и во всех системах типа "человек-машина" приходится решать проблему распределения функций между человеком и машиной. Обычно человек занимается проблемами на концептуальном уровне: определяет цель, устраняет неопределенности, принимает решения и т.д. ЭВМ занимается деятельностью на манипуляционном уровне: осуществляет сложные вычисления, поиски данных, многокритериальные сравнения. В технических системах, в основном, считают нецелесообразным передавать слишком много человеческих функций машине (из-за повышения стоимости и относительного

снижения надежности), а вместо этого стремятся повысить эффективность и наглядность представления информации о состоянии системы /4/. Формы представления информации в системах управления достаточно исследованы и разработано много соответствующих эргономически обоснованных правил. Дальнейшее развитие эффективности систем автоматизированного управления базируется именно на передаче новых человеческих функций машине. В связи с бурным развитием искусственного интеллекта такая передача уже не связана с особыми материальными затратами, а наоборот, интеллектуальность системы управления способствует минимизации затрат на эксплуатацию и дальнейшую модификацию системы /5/.

Отсюда вытекают новые задачи проектирования таких интеллектуальных систем управления. До сих пор эргономичность САПР (не учитывая разных требований к физической части системы) определялась тем, насколько они давали возможность конечному пользователю самому работать с системой проектирования, т.е. насколько информация о процессе проектирования была понятна пользователю, насколько система была защищена от ошибок пользователя, насколько гибким был диалог и т.д. /2/. Дальнейшее развитие систем проектирования идет также в сторону интеллектуализации: в САПР включают экспертные системы и соответствующие базы знаний, в которые накапливают, наряду с математическими методами, и человеческий опыт проектирования систем управления, т.е. эмпирические знания, разные инженерные приемы и др. /3,5/.

Подходящим формализмом для представления в ЭВМ знаний такого типа являются продукционные правила. Так как определяющим фактором при экспертных системах является богатство базы знаний, то одной из основных проблем является постоянное дополнение базы, которое возможно только при существовании средств общения с системой.

Поэтому основной проблемой в САПР является разработка эргономического или, в терминах кибернетики, дружественного пользователю интерфейса, основные требования к которому следующие:

- однозначно определенная семантика языка общения;
- возможность на языке общения адекватного описания зна-

ний в области управления;

- самоисправление синтаксических ошибок при общении;
- логическая проверка непротиворечивости существующим знаниям новой, добавляемой в базу знаний, информации;
- достаточные вспомогательные средства как для определения состояния пользователя в процессе проектирования, так и для принятия решений по дальнейшей работе и др.

В основном усилия направлены на разработку близкого к естественному языку общения, чтобы пользователь чувствовал себя более свободно в процессе проектирования. Хотя существуют мнения, по которым считают нецелесообразным ориентирование на конечные пользователи, так как человек выучивается и адаптируется быстро /1/.

В интересах совершенствования САПР используют также средства диагностики для выяснения более затруднительных этапов общения или проектирования, и для исследования причин затруднений и их решений. Такие средства подходят не только для исследования систем проектирования, но и для соответствующего изучения пользователей.

Литература

1. Curtis, B. Software psychology: The need for an interdisciplinary program. Proceedings of the IEEE, 1986, vol.14, 8, 1092-1106.
2. Денинг В., Эсиг Г., Маас С. Диалоговые системы "человек-ЭВМ". Адаптация к требованиям пользователя. Москва, "Мир", 1984.
3. Jordan, D. Specification of a man-machine interface for control computer aided engineering software packages. Control Systems Centre Report N 630, University of Manchester, 1985.
4. Котик М.А. Курс инженерной психологии. Таллин, "Валгус", 1978.
5. McFarlane, A. C. J., Gruebel, G., Ackermann, J. Future design environments for control engineering. Preprints of 10th world Congress on Automatic Control, Munich, 1987, vol.7, 235-246.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ КОЛЛЕКТИВА

П.И.Падерно, А.А.Зинченко

Ленинградский электротехнический институт
им. В.И.Ульянова (Ленина)

В настоящее время, в связи с переходом предприятий на самоокупаемость к производственным системам "человек-техника" (СЧТ) предъявляются требования максимизации их эффективности, т.е. увеличения дохода, приносимого ими в единицу времени.

Рассмотрим решение задачи оптимизации структуры (численности) СЧТ "поток однородных задач-коллектив" по критерию максимизации дохода в единицу времени (смену, сутки, год).

Постановка задачи:

Пусть каждый из специалистов СЧТ может самостоятельно решить поступившую задачу (выполнить заявку). Среднее время решения задачи - $1/\mu$. За решение каждой задачи СЧТ получает некоторый доход C . Если в момент поступления задачи все специалисты заняты, то она становится в очередь (поступает на склад), при этом необходимо учитывать как стоимость организации каждого места хранения (γ), так и убытки (штрафы), связанные с ожиданием начала обслуживания (τ - за единицу времени). В случае, когда на складе нет свободных мест, задача (заявка) теряется и за это на исследуемую СЧТ накладывается штраф β (за отказ в обслуживании).

Предполагается, что поток входящих задач является простейшим с параметром λ , т.е. в единицу времени в СЧТ поступает λ требований (распределение времени решения является экспоненциальным).

Математическое описание:

Функционирование такой СЧТ описывается системой массового обслуживания типа $M/M/m/m+L$, где m - численность коллектива специалистов, а L - емкость склада (максимально возможная длина очереди). Средний доход, приносимый СЧТ данного типа за время T , вычисляется по следующей формуле:

$$F(m, L) = \lambda T (C \cdot (1 - P_{m+L}) - \beta \cdot P_{m+L} - \tau \cdot \sum_{j=m}^{m+L-1} (j-m+1) P_j) - m \alpha - L \cdot \gamma$$

где α - зарплата одного специалиста за время T (с учетом

накладных расходов, стоимости эксплуатации технических средств, материалов и т.п.);

P_j - вероятность нахождения в СЧТ j задач.

Таким образом задача оптимизации численности сводится к максимизации функционала $F(m, L)$, т.е. к определению не только оптимальной численности коллектива, но и оптимальной емкости склада (накопителя, зала ожидания). Решение этой задачи, ввиду сложного вида вероятностей P_j , возможно только численно.

Для уменьшения объема вычислений предложен способ усеченного (направленного) перебора, позволяющий быстро определить m и L , максимизирующие $F(m, L)$.

Способ вычисления m и L .

Предлагаемый способ основан на пошаговом применении метода направленного поиска.

1. Вычисляется начальное значение m по формуле:

$$m = \ln \left(\frac{\lambda T (C + \beta)}{\alpha} \cdot \ln \left(1 + \frac{\mu}{\lambda} \right) \right) / \ln \left(1 + \frac{\mu}{\lambda} \right).$$

2. Проводится вычисление наибольшего из $F(m, i)$. Если оно больше, чем $F(m, 0)$, то проводятся дальнейшие вычисления $F(m-1, i)$, $F(m-1, i+1)$ и так далее до получения максимального элемента $F(m-1, k)$, который является единственным, ввиду совпадения локального и глобального экстремумов.

3. Дальнейшее движение по переменным в направлении, определяемом максимальными элементами строк, позволяет достаточно быстро получить значения m и L , максимизирующие $F(m, L)$.

Разработаны алгоритм (рис.1) и программа, реализующие описанный способ вычисления оптимальных m и L , которые позволяют разработчику СЧТ (эргономисту) определять не только необходимую численность коллектива (число исполнителей), но и объем склада (накопителя), обеспечивающие наибольшую эффективность СЧТ в процессе эксплуатации и, кроме того, не требуют от пользователя (проектировщика СЧТ, эргономиста и др.) специальных знаний в области, связанной с применением средств вычислительной техники, т.е. рассчитаны на пользователя, неквалифицированного в области информатики.

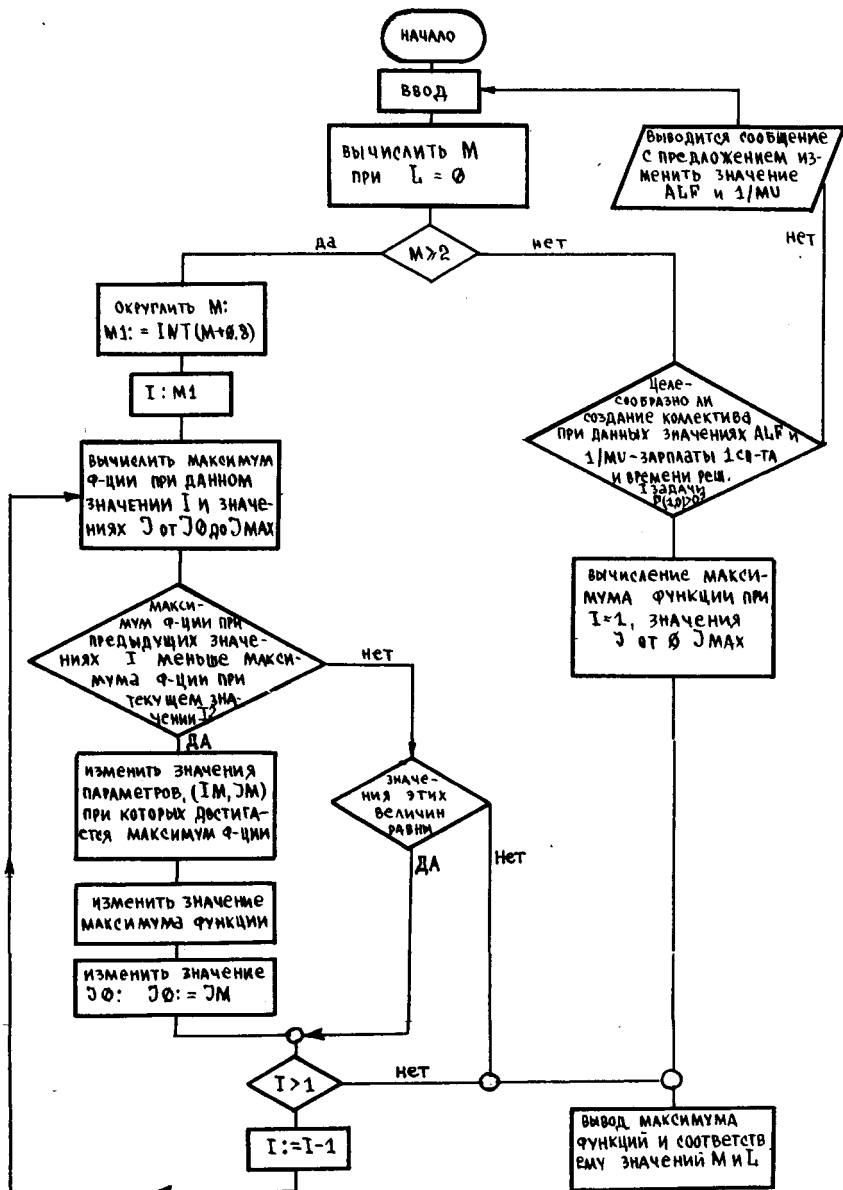


Рис.1. Алгоритм вычисления m и L , максимизирующих $F(m, L)$.

ИНЖЕНЕРНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К АВТОМАТИЗАЦИИ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В.Б.Рябов

Институт психологии АН СССР

В настоящее время существует много подходов к решению проблемы автоматизации научных исследований. Профессиональная склонность и научный кругозор исследователя, способ организации исследования и т.д. позволяют в различных случаях понимать под автоматизацией либо процессы использования ЭВМ для сбора и накопления информации, либо процессы разработки и использования программного обеспечения ЭВМ, ориентированного на математическую обработку данных экспериментального исследования, либо инженерное проектирование или использование различных приборных и технических средств и т.д. В отличие от перечисленных подходов мы рассматриваем АСНИ как класс человеко-машинных систем и в качестве основополагающего принципа создания таких систем предлагаем использовать антропоцентрический принцип, разрабатываемый в советской инженерной психологии.

Под автоматизацией научных исследований мы понимаем процесс оптимизации деятельности исследователя, связанной с познанием мира и раскрытием его закономерностей, путем ее специальной организации на базе комплексного применения в качестве инструмента деятельности исследователя программно-аппаратных средств.

Специфической особенностью научно-исследовательской деятельности является постоянный творческий поиск новых средств проверки исследовательской гипотезы и, как следствие, постоянная трансформация инструментальных и методических средств проверки гипотезы. Поэтому при создании АСНИ надо придерживаться принципа методической гибкости, который предусматривает возможность быстрой модификации старой или быстрого конструирования новой программы методики, а также мобильного перехода от одной методики к другой. Говоря о методической гибкости, мы (в отличие от существующих систем) не имеем в виду реализацию конечного (пусть даже очень большого) количества конкретных методик средствами АСНИ. Методи-

ческая гибкость в нашей постановке позволяет включать исследователя новые и новые методики (в пределах, заданных ограничениями средств АСНИ) и круг решаемых задач.

Другой принцип, которому надо следовать - принцип доступности, заключающийся в том, что АСНИ должны разрабатываться таким образом, чтобы исследователь, не являющийся специалистом в области вычислительной техники, не чувствовал больших затруднений при подходе к АСНИ и работе с ней. Из этого принципа следует легкая обучаемость исследователя работе на АСНИ.

Третий предлагаемый принцип - принцип инструментальности - предполагает активность субъекта деятельности (пользователя) по отношению к средству (АСНИ). Следствием этого принципа является то, что при организации диалога с ЭВМ инициатива диалога должна принадлежать пользователю.

На основе предложенных принципов были разработаны две программные системы. Первая из них, СГАМ /I/, ориентирована на автоматизацию вопросно-ответных тестов. Эта программная система представляет собой запрограммированную в общем виде структуру вопросно-ответного теста, пользуясь которой, исследователь может сконструировать в режиме диалога программу конкретной методики и провести по ней исследование. В процессе конструирования методики компьютер "ведет" пользователя по диалогу, т.е. пользователь только дает ответы на заданные компьютером вопросы и указания. Результатом диалога является записанная на магнитном носителе программа методики.

Другая инструментальная программа ЮНИТ позволяет сконструировать программу психологической методики, в которой стимульная информация (таблицы, тексты, шкалы и т.д.) предъявляется испытуемому на экране алфавитно-цифрового дисплея. Исследователь с помощью программы ЮНИТ управляет работой системы с помощью специальных директив (команд) и режима "меню". Предварительно он с использованием экранного редактора формирует командный файл, представляющий по существу программу экспериментального исследования. Программа ЮНИТ работает с этим файлом как интерпретатор. Язык интерпретатора составляет около 20 директив. Каждая директива обозначается одной-двумя буквами русского алфавита, соответствующими функции,

выполняемой данной директивой. Кроме того, директива может содержать числовой параметр.

В режиме сбора экспериментальных данных программа ДНИТ формирует файл ответов испытуемых. Предусмотрен также режим работы, который мы условно назвали "информационным". Его особенность заключается в том, что при любых типах реагирования в этом случае не производится регистрация данных в файл ответов. Этот режим используется при создании информационно-методической подсистемы, служащей для сопровождения автоматизированной библиотеки методик.

Прототип информационно-методической подсистемы состоит из трех уровней иерархии. На верхнем уровне содержится информация о классах методик, содержащихся в библиотеке. На втором уровне содержится информация о конкретном составе методик из этого класса, которые содержит библиотека. Третий уровень - уровень конкретного описания интересующей методики, включающего информацию об авторах методики, литературных источниках, диагностируемых свойствах, интерпретацию свойств и т.д.

Принципы автоматизации разрабатывались и использовались нами в процессе создания и опытной эксплуатации систем СГАМ и ДНИТ. Так, принцип доступности в СГАМ реализуется за счет того, что система сама указывает пользователю, в какой момент, что и как ему надо делать. ДНИТ использует язык интерпретатора, синтаксис и мнемоника которого соответствует привычному, приближенному к профессиональному языку экспериментатора. Для обоснования принципа инструментальности были экспериментально сравнены СГАМ (инициатива диалога от ЭВМ) и ДНИТ (инициатива диалога от пользователя). Результаты экспериментов продемонстрировали преимущество ДНИТ.

Системы СГАМ и ДНИТ разработаны нами в Институте психологии АН СССР на базе ЭВМ "Мера-60" под управлением операционной системы РТ-II. Программы написаны на языках ПАСКАЛЬ и АССЕМБЛЕР. Опытная эксплуатация этих систем, ориентированных на исследователя как на конечного пользователя АСНИ, показала их высокую эффективность.

Литература

1. Рябов В.Б. Метод конструирования автоматизированных тес-

тов. Психологический журнал, 1985, т.6, № 5, с.108-115.

СИСТЕМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ БИОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ
ДЛЯ ЭРГОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ (ПРИМЕНИТЕЛЬНО К
ЗАДАЧАМ АВИАЦИИ)

А.Я.Рац

ОКБ биологической и медицинской кибернетики
ЛЭТИ им. В.И.Ульянова (Ленина)

Проблема автоматизации обработки, накопления и интерпретации эргономической информации является актуальной при создании автоматизированных систем научных исследований (АСНИ) в эргономике, систем автоматизированного эргономического проектирования (САЭПР) и при реализации современных концепций оптимизации летательных аппаратов. В настоящее время существует большое количество технических средств, предназначенных для оценки и контроля качества деятельности и психофизиологического состояния операторов. Однако, отражая научные концепции отдельных исследователей в областях авиационной эргономики и психологии, медицины и летной деятельности, эти средства обладают различными функциональными и эксплуатационными характеристиками и не могут быть комплексированы для решения системных задач автоматизации работ по эргономическому обеспечению, регламентированных системой эргономического обеспечения разработки и эксплуатации авиационной техники и формирования и поддержания работоспособности операторов.

Решение поставленных задач может быть получено при использовании агрегатированной системы биотехнических комплексов (БТК) /1/.

Имея общие черты с информационно-вычислительными комплексами и системами, БТК отличается от них по целям, функциям и структуре.

Под БТК понимается совокупность функционально объединенных измерительных, вычислительных и моделирующих средств для получения эргономической информации, преобразования и обработки с целью:

- автоматического осуществления логических функций кон-

личивая их функциональные возможности, улучшая характеристики надежности и эффективности эргатических систем и придавая им адаптационные свойства.

В докладе приводится пример системного проектирования агрегатированной системы БТК для исследования и прогнозирования эффективности авиационной эргономической системы. Основные этапы системного проектирования:

- выбор целевых функций БТК (на основе анализа СЭОРЭ и ФИПРО);

- выбор структурно-компонентного состава БТК (на этапах математического, полунатурного и натурального моделирования эргатической системы);

- синтез инфологической структуры специализированных БТК (диагностики и развития профессионально важных качеств, тренажерного и портового имитационного моделирования);

- синтез типовых каналов БТК /2/ (оценки функционального состояния, качества и результата деятельности операторов, моделирующего и канала воздействий).

Приводятся примеры реализаций БТК для профотбора, подготовки, контроля надежности деятельности, позволяющих решать проблему количественного учета человеческого фактора на различных этапах эргономического обеспечения с единых методологических позиций, на унифицированных технических средствах и программном обеспечении.

Литература

1. Ахутин В.М., Рац А.Я. Научные и технические проблемы синтеза биотехнических комплексов в авиационной эргономике. - В кн.: "Вопросы кибернетики. Биотехнические системы в авиационной эргономике". М., 1978, с. 7-20.
2. Рац А.Я. Принципы построения канала оценки функционального состояния оператора. - В кн.: "Эргономика и научно-технический прогресс. Материалы конференций, совещаний". М., 1986, с. 81-83.

ДИАЛОГОВАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ПРОЦЕДУР, ОРИЕНТИРОВАННЫХ НА
ИЗУЧЕНИЕ КОГНИТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ

В.И.Белопольский, А.Ф.Веселков

Институт психологии АН СССР

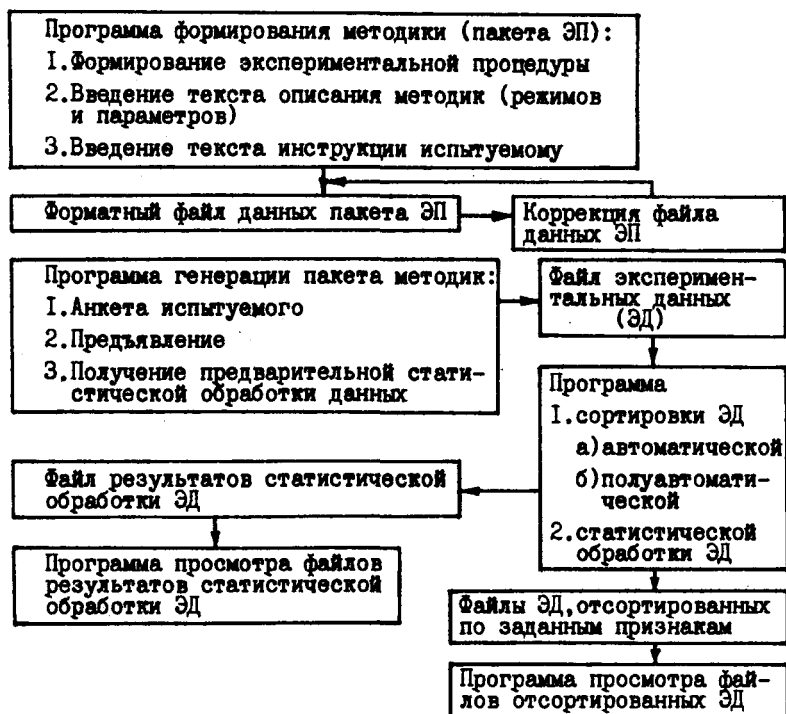
В настоящее время в психологии и смежных областях накоплен большой арсенал методик и диагностических процедур. Генеральный путь их эффективного использования в научных исследованиях и на практике лежит в автоматизации на базе ЭВМ. Традиционный метод автоматизации психологических исследований, заключающийся в создании для каждого конкретного эксперимента набора специальных программ, обычно не приводит к полному использованию мощностей вычислительных комплексов, а даже небольшое усовершенствование или модификация применяемых методик требует постоянного привлечения программистов и обслуживающего персонала. Поскольку на написание отдельной программы требуются значительные временные затраты, это приводит к снижению эффективности труда программистов. Необходимо учесть и трудности взаимопонимания программиста и пользователя. Один из перспективных путей решения перечисленных проблем связан с созданием универсального программно-математического обеспечения, удобного для пользователя-неспециалиста в области программирования, в частности для психолога.

В основу предлагаемого нами варианта такой универсальной компьютерной системы положен гибкий алгоритм, структура которого отражает специфику целого класса психологических методик. Это дает возможность пользователю, не имеющему специальных знаний, самому сформулировать нужную экспериментальную процедуру по заданным исходным параметрам в режиме диалога с ЭВМ.

Структура диалоговой компьютерной системы (ниже представлена блок-схема системы) включает: 1) программу формирования в диалоговом режиме с ЭВМ пакета компьютерных экспериментальных процедур (ЭП) по исследованию когнитивных процессов (восприятия, внимания, памяти, мышления); 2) программу предъявления сформированных ЭП с обратной связью для испытуемого, которая также обеспечивает ведение протокола и пред-

варительную статистическую обработку; 3) программу сортировки полученных экспериментальных результатов в автоматическом или полуавтоматическом режиме с распределением в один или разные файлы данных для углубленной статистической обработки по стандартным программам; 4) программу распечатки результатов сортировки по файлам данных.

Блок-схема компьютерной системы:



Базовым элементом любой формируемой методики является экспериментальная проба, включающая два или более последовательных предъявления визуальных стимулов в определенном временном и пространственном диапазоне. Формирование пробы включает: выбор стимульных элементов из набора стимульных алфавитов, определение вероятностной структуры предъявления, местоположения на экране дисплея, длительности экспозиции и

межстимульных интервалов.

Возможный ассортимент ответных реакций испытуемого включает идентификацию тестовых стимулов, шкалирование метрики стимула, шкалирование уверенности ответа (7 уровней) и регистрацию времени реакции выбора. Ответные реакции вводятся в систему с помощью клавиатуры дисплея.

Каждая проба организуется в последовательность заданной длительности и заданного темпа предъявления. Сведения о параметрах деятельности испытуемого (скорость и точность ответов или интегральные показатели) могут быть предъявлены испытуемому после каждой пробы или в конце эксперимента.

Статистическая обработка результатов частично проводится в режиме реального времени. Организуя экспериментальную процедуру, пользователь задает также способ сортировки экспериментальных данных в соответствии с задачей их дальнейшей статистической обработки.

Компьютерная система в процессе эксплуатации была нами использована, в частности, для генерации психометрических методик исследования свойств сенсорного внимания, изучения преобразования символической информации в кратковременной памяти и семантического преобразования вербальной информации, а также некоторых других. Круг методик может быть значительно расширен, исходя из задач конкретного исследования.

Компьютерная система реализована на алгоритмическом языке "ФОРТРАН-4", ориентирована на операционную систему РТ-II и ее модификации, ЭВМ с оперативной памятью не менее 32 Кбайт.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ПСИХОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА БАЗЕ ЭВМ "ИСКРА - 226"

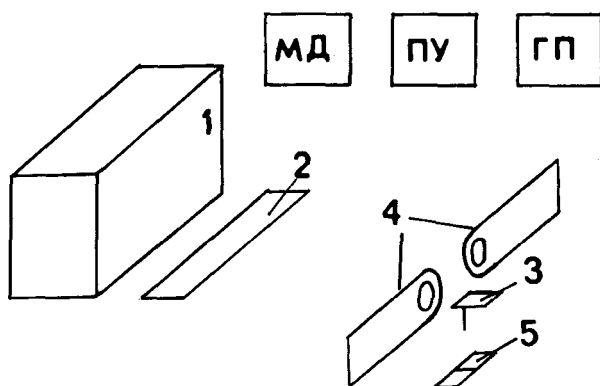
В.П.Пятраускас, А.-П.Мажейкис

Вильнюсский государственный университет,
Институт физики полупроводников АН ЛитССР

Введение. Психофизические исследования, в частности, исследования зрительного восприятия, включает два основных этапа: (1) предъявление стимулов и (2) регистрацию ответа испытуемого. Автоматизация этих этапов может значительно повы-

сить производительность психофизических экспериментов, а в некоторых случаях становится неизбежной необходимостью. Исходя из сказанного, нами была создана автоматизированная система для исследования зрительного восприятия человеком пространственных координат объектов. Эта система была создана на базе ЭВМ "Искра-226".

Структура системы. Схематический рисунок системы представлен на рисунке.



В описываемую систему входит ЭВМ "Искра-226" - 1, клавиатура - 2, накопитель на магнитных дисках - МД, печатающее устройство - ПУ, графопостроитель - ГП, специальная подставка для крепления зубного слепка - 3, предназначенного для фиксации головы испытуемого, клавиатура - 5, с помощью которой испытуемый дает оценку предъявляемым стимулам и, наконец, расположенные на планках 4 датчики, предназначенные для измерения угла поворота глаз испытуемого в горизонтальном и вертикальном направлениях. Эти датчики представляют собой полупроводниковые планарные оптопары излучатель-фотоприемник, связанные оптически через отражающую поверхность глазного яблока. Для измерения поворота глаз в каждом из направ-

влений используются по две таких пары, расположенных симметрично относительно глазного яблока. Таким образом для измерения поворота обоих глаз используются 8 таких пар, смонтированных по краям отверстий в планках 4, через которые испытуемые наблюдают экран дисплея - I. Для повышения разрешающей способности датчиков используется дифференциальное соединение симметрично расположенных фотоприемников и импульсная модуляция напряжения питания светодиодов с последующим выделением полезного сигнала.

Функциональные возможности системы. Программы для генерации изображений, для ввода показаний датчиков об угле поворота глаз и для обработки экспериментальных данных написаны на алгоритмическом языке BASIC. Точность координат генерируемых изображений равна 0,4 мм (расстояние между соседними пикселями), что на расстоянии от экрана дисплея, равном 138 сантиметрам, составляет одну угловую минуту. Предусмотрена возможность исследования стереоскопического зрения. Разделение левого и правого видимых полей в этих экспериментах достигается с помощью поляроидных фильтров, накладываемых на экран и на отверстия в планках 4. Угол конвергенции глаз задается координатами монокулярных составляющих точки фиксации и измеряется с помощью вышеописанных датчиков. Угол поворота глаз измеряется с точностью до угловой минуты и через аналого-цифровой преобразователь вводится в память ЭВМ с частотой, требуемой условиями эксперимента. При заполнении оперативной памяти ЭВМ предусмотрена возможность автоматической записи накопленных массивов углов поворота глаз на магнитные диски, после чего эксперимент продолжается согласно программе.

Процедура эксперимента. Для иллюстрации уровня автоматизации эксперимента опишем кратко его процедуру. Программы для эксперимента написаны таким образом, чтобы при ответе на предъявленную стимульную ситуацию испытуемый должен был бы нажимать на одну из клавиш, "ДА" или "НЕТ", расположенных на пульте - 5. Ответ испытуемого вводится в память ЭВМ и после этого автоматически на экране дисплея генерируется следующая стимульная ситуация. По окончании эксперимента (об этом выводится сообщение на экран дисплея) производится ав-

томатическая обработка полученных экспериментальных результатов, запись данных на диск и вывод полученных данных на экран, графопостроитель или графический принтер. После непродолжительной подготовки такая организация эксперимента позволяет испытуемому одному проводить эксперименты по заданной заранее программе, т.е. не требуется обслуживающего персонала.

В экспериментах, в которых требуется регистрация угла поворота глаз, в начале эксперимента должна производиться установка "нуля". Эта процедура проводится с помощью специальной программы и занимает не больше одной минуты.

АППАРАТНОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАБОЧЕГО МЕСТА ПСИХОЛОГА

А.К.Вейкум, И.М.Дектярев, В.Д.Капустин, А.П.Климов,
П.Д.Небосов

Владимирский государственный педагогический институт
имени П.И. Лебедева-Полянского

В настоящее время психологи испытывают острый недостаток в специализированных автоматизированных рабочих местах (АРМ) на базе микро-ЭВМ. Поскольку это оборудование не выпускается промышленностью, нами была предпринята попытка создания АРМ психолога на базе микро-ЭВМ "Электроника БК-0010".

Специфика психологических исследований потребовала модификации аппаратной части микро-ЭВМ и разработки соответствующего программного обеспечения.

Доработка аппаратной части сводилась к следующему.

1. Был разработан интерфейс дисководов, позволяющий работать с накопителем НГМД-6022 в формате ОС ДВК.

2. Было разработано дополнительное устройство, позволяющее производить программными средствами выбор четырех цветов из восьмицветовой палитры и стробировать видеосигнал (для режимов тахистоскопии). Кроме того, указанное устройство формирует прямоугольные импульсы с частотой 50 и 1000 Гц, поступающие на линию прерывания по таймеру.

Разработанное программное обеспечение содержит три пакета прикладных программ.

1. Пакет программ для управления психодиагностическими экспериментами, ориентированными на решение задач профотбора и диагностики работоспособности/устойчивости.

2. Пакет программ, поддерживающий систему управления базой данных в ОС ДВК.

3. Пакет программ, позволяющих производить статистическую обработку экспериментальных данных.

Описываемое АРМ может быть использовано как в качестве инструментального средства при проведении психологических и эргономических исследований, так и в качестве интеллектуального терминала локальной сети ЭВМ.

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ОБУЧЕНИЕ РАБОТЕ С КЛАВИАТУРОЙ В ИГРЕ С МИКРО-ЭВМ

О.И.Кузьмин, М.В.Смирнов, А.В.Кожевников

Ленинградский ордена Ленина и ордена Октябрьской
Революции институт инженеров железнодорожного
транспорта имени академика В.Н.Образцова

Опыт обучения работе на микро-ЭВМ более чем 2,5 тыс. слушателей ФПК ЛИИЖТа показал, что ошибки пользования клавиатурой - серьезный тормоз для процесса обучения: на отработку содержательных элементов курса тратится из-за "клавиатурного барьера" вдвое-втрое больше времени, постоянные ошибки отвлекают внимание учащихся от логики вычислительных задач, чувство беспомощности и досады сопровождает процесс обучения и т.д. Увеличивать время на освоение клавиатуры бессмысленно, так как монотонное повторение упражнений не дает нужного эффекта - число ошибок практически не уменьшается.

Замысел игрового освоения клавиатуры состоит в том, чтобы: 1) сделать первые опыты контактов с ЭВМ не отпугивающими, а завлекательными, 2) снять напряженный контроль сознания учащихся с пальцев на клавишах и сразу же привить вкус к "слепому" (как на пишущих машинках) пользованию клавиатурой, 3) построить психологически осмысленный сюжет игры с ЭВМ (практически без преподавателя) со своей целью, лишь средство достижения которой - овладение клавиатурой.

Авторы - два специалиста по ЭВМ и один психолог - одне-

ляли следующее:

1. Все задачи пользования клавиатурой распределили на семь классов, каждому из которых соответствовала своя группа клавиш. Определили последовательность задач так, чтобы на каждом следующем шаге заново осваивалась только малая часть новых возможностей и автоматически повторялось пройденное.

2. Для каждого класса задач придумали ряд смешных реализаций – упражнений и время выполнения их отнормировано.

3. Все задачи объединили в общий игровой сюжет "гонки за временем". Перед учащимися ставилась задача набрать максимальную сумму баллов в процессе решения всех классов задач, стремясь быстрее (но только при абсолютной безошибочности) выполнить упражнения. Оценка за данный раздел курса определялась пропорционально набранной сумме баллов.

4. Управление игрой отдали самому учащемуся и специальной программе. Учащийся на экране дисплея получал информацию о том, сколько баллов ему будет достаточно набрать, чтобы получить соответствующую оценку, и правила игры. Затем он запускал игру клавишей, которую "подсказывала" ЭВМ, предъявлялась первая задача с указанием нормативов времени, с объяснением нужных для ее решения клавиш. Организация текстов в кадре строилась по мнемотехническим законам, чтобы максимально упростить запоминание, тем не менее учащийся имел право в любой момент вернуть на экран учебную информацию. Решив упражнение и получив оценку его во времени и в баллах, учащийся мог сам выбирать – перейти к следующей задаче или попытаться улучшить прежний результат.

По окончании всей серии задач опять же сам учащийся, узнав свою сумму баллов, мог выборочно вызвать любую из задач, чтобы улучшить свои оценки за ее счет. ЭВМ не только регистрировала скорость и безошибочность выполнения упражнений, но и подробно объясняла после каждого упражнения, какие допущены ошибки. Если они были по материалу предшествующей задачи, предлагала учащемуся вернуться к ней.

Внедрение автоматизированного обучения работе с клавиатурой позволило: 1) сократить время освоения раздела; 2) повысить качество обучения; 3) ликвидировать психологический барьер, связанный со страхом перед ЭВМ для категории слуша-

телей, ранее не имевших возможности доступа к ней; 4) использовать программу "Игры на клавиатуре" как тренажер в целях совершенствования операторов ЭВМ; 5) повысить удовлетворенность слушателей процессом обучения.

О НОВОМ ПОДХОДЕ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ КОМПЬЮТЕРА КАК СРЕДСТВА ПОДДЕРЖКИ ПРИ ПРИНЯТИИ РЕШЕНИЯ

М. А. Котик, А. М. Емельянов

Тартуский госуниверситет, НИО АСУ "Москва"

Принятие решения является основным и, пожалуй, наиболее важным этапом мышления, а в проблемных многокритериальных задачах с риском и высокой ценой ошибки — еще и эмоционально насыщенным актом. Поэтому кибернетики и психологи разрабатывают технические средства, предназначенные для поддержки лица, принимающего решение (ЛПР) в этом нелегком и ответственном деле. На основе эвристических и аксиоматических теорий создаются математические модели и программные средства, позволяющие учитывать различные аргументы, обуславливающие принятие решения и существующие между ними функциональные связи. Созданные по такому принципу технические средства и программы оказываются довольно сложными и дорогими.

Однако такие средства зачастую оказываются еще и недостаточно эффективными: они ведь рассчитываются на поиск объективно наилучших решений, а такие решения далеко не всегда совпадают с теми решениями, которые являются субъективно более предпочтительными для данного ЛПР. Чтобы избежать этого недостатка, в модели вводят данные об индивидуальных особенностях ЛПР. Но и такие модели оказываются недостаточно удачными. Они исходят из посылки, что ЛПР будет руководствоваться законами классической логики. А люди, как известно, часто по тем или иным, порой не до конца осознанным соображениям, действуют нетранзитивно. И отступают они от законов логики не случайно, не по ошибке, а потому, что действуют, движимые не только здравым смыслом, но и неосознанными побуждениями. Следовательно, и эти побудители должны быть как-то учтены в рассматриваемых моделях. А как можно выявить и

тем более описать в модели бессознательные проявления ЛПР пока не знают не только кибернетики, но и психологи различного толка (включая и психоаналитиков).

И все же мы усматриваем некоторый выход из создавшегося тупика - мы предлагаем подход, позволяющий, хотя и грубо, но все же учитывать в обсуждаемых моделях и такие проявления ЛПР.

Суть предлагаемого нами подхода заключается в следующем. Выявить наиболее предпочтительный для данного ЛПР вариант решения проблемной задачи можно, не вторгаясь в разнообразные информационные характеристики проблемной ситуации, не вникая в его индивидуальные особенности. Нужно только установить отношение ЛПР к рассматриваемым вариантам решения. Показателями же этого отношения могут служить эмоции, которые порождает у него каждый из этих вариантов. Т.е. отражательно-оценочная функция, присущая эмоциям, и может быть использована в качестве меры степени предпочтений для ЛПР обсуждаемых вариантов.

При принятии решения в конфликтной ситуации (а именно такие ситуации особенно сложно разрешать) каждый из рассматриваемых вариантов представляется для ЛПР в какой-то мере значимым-ценным (с точки зрения ожидаемого успеха) и в какой-то мере значимым-тревожным (исходя из ожидаемых в нем трудностей, опасностей). Как было показано в нашем исследовании, представления субъекта о значимости-ценности или значимости-тревожности события формируются главным образом на основе двух показателей: интенсивности притягательности (или отвержения) его последствий и возможности их реализации. Для выявления этих показателей мы использовали следующий подход. ЛПР предлагалось из множества нечетких оценок интенсивности (от "очень слабо" до "предельно сильно") и множества оценок возможности (от "никогда" до "всегда") выбрать те, которые наиболее точно отражают как положительные, так и отрицательные последствия реализации данного варианта решения. На основе таких оценок каждого из рассматриваемых вариантов решения можно было установить их значимость-ценность и значимость-тревожность и по этим показателям вывести заключение о степени предпочтительности для ЛПР этих вариантов.

Функциональная связь между нечеткими оценками полезности данного варианта решения и возможности его реализации, с одной стороны, и его значимостью-ценностью, с другой, определялась посредством массового эксперимента. Аналогичным образом в другом массовом эксперименте была установлена функциональная связь между нечеткими оценками варианта решения и его значимостью-тревожностью. В еще одном специальном эксперименте по парам оценок отдельных вариантов (их значимости-ценности и значимости-тревожности) определялись функции результирующего отношения людей к оцениваемым событиям. Полученные таким образом функциональные зависимости и были положены в основу модели, предназначенной для выявления предпочтений ЛПР при выборе варианта решения.

Проверка валидности предложенного подхода осуществлялась в эксперименте, в котором участвовало 100 студентов-психологов Тартуского университета. Каждый из испытуемых давал оценки вариантов решения в произвольно выбранной им проблемной задаче и попутно ранжировал эти варианты по степени их предпочтительности. Затем по предложенной методике оценивалась степень предпочтительности отдельных вариантов и эти оценки соотносились с данными ранжирования каждого испытуемого. Исследование показало, что в 66% случаев эти оценки полностью совпали, а в 77% - было совпадение по наиболее предпочтительному варианту.

Предложенная модель получила практическую реализацию на ЭВМ ЕС-1055 (язык программирования PL/1). В системе был использован дисплей типа DME/CME, что позволило организовать диалоговый режим взаимодействия ЛПР с ЭВМ. В системе предусмотрены возможные сбои в работе пользователя, когда он, например, забыл инструкцию, - в таком случае, нажатием соответствующего клавиша пульта, он может вызвать на экран дисплея ее текст, получить нужные сведения и продолжать работу. Предусмотрены также возможности изменять ранее данные оценки. Набор ряд специально заданных команд, ЛПР может быстро ввести в систему новые данные о своем отношении к ранее рассмотренному варианту. Данная программа зарегистрирована в ГосЦАП ВНИИЦентра (№ 50870000470). Поскольку для реализации настоящей программы требуется небольшой объем оперативной памяти

(350 Кбайт), то она может быть успешно реализована мини-ЭВМ.

Данный метод требует очень немного времени и может найти самое широкое применение для поддержки ЛПР в разнообразных задачах.

Более подробно этот метод описан в нашей статье "Экспресс-метод оценки субъективных предпочтений при принятии решения" (Уч. зап. Тартуского ун-та. - 1986. - Вып. 753: Структура познавательных процессов. Труды по психологии XIV. - С. 140-159).

НЕЧЕТКИЕ КАТЕГОРИИ В ПСИХОФИЗИКЕ

А.Д. Логвиненко

Московский государственный университет

Большинство психофизических измерений сводится к процессу категоризации испытуемым собственных чувственных данных. Так, например, классическая процедура измерения порогов состоит в отнесении испытуемым своих субъективных переживаний к двум категориям: "да" или "нет". Хорошо известны те трудности, которые переживает испытуемый в связи с тем, что чувственные данные, как правило, с большим трудом поддаются такого рода категоризации. Это проявляется, в частности, в том, что один и тот же стимул испытуемый иногда относит к категории "да", иногда к категории "нет". Такая неопределенность ответов испытуемых объясняется обычно стохастической неопределенностью чувственных данных. На наш взгляд, кроме стохастической связи между стимулом и чувственными данными (которые хорошо описываются в терминах теории обнаружения сигналов) следует учитывать нечеткость самих категорий, используемых в психофизических измерениях. В частности, категория "да" при измерении, например, абсолютных световых порогов, имея смысл "вижу", не отделена четкой границей от категории "нет", имеющей смысл "не вижу". Поскольку испытуемому, как правило, запрещается давать неопределенные ответы типа "скорее вижу, чем не вижу", "почти не вижу" и т.п., то он вынужден аппроксимировать имеющиеся у него нечеткие категории четкими, что приводит к разбросу его ответов в меньшей степени, чем стохастическая природа чувственных данных.

Проведенные нами опыты показали, что разброс данных (мерой которого может служить наклон психометрической кривой) уменьшается при введении наряду с категориями "да", "нет" промежуточных категорий. Таким образом, если система категорий более близка к чувственным данным, то неопределенность ответов испытуемого уменьшается.

В современной математике для анализа нечетких категорий существует специальный аппарат – теория нечетких множеств. Предлагается использовать этот аппарат для построения новых методов психофизических измерений. Так например, предлагается с помощью методов категориального шкалирования оценивать функцию принадлежности, соответствующую категории "да", а затем с помощью машинных алгоритмов выделения края аппроксимировать полученную функцию принадлежности ступенчатой функцией.

ОПЕРАТИВНАЯ ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ В ОБУЧЕНИИ. ПРОБЛЕМЫ РЕАЛИЗАЦИИ

М.И.Кийзель, М.М.Фишер

Тартуский государственный университет

1. Реформы образования в СССР и в других странах мира отражают аспекты более широкого социального кризиса – информационного кризиса.

Известно, что объем научно-технической информации удваивается в настоящее время через каждые 2-3 года, а технологии производства, как правило, обновляются в основных отраслях экономики ведущих индустриальных держав в каждые 5 лет. Следовательно, постоянно увеличивается объем нужного общего образования и очень быстро изменяется содержание специального образования специалистов.

Преодоление кризиса в образовании, как и в остальных отраслях информационной сферы деятельности, требует разработки новых более продуктивных компьютеризованных технологий.

2. Учитывая настоящее экономическое и технологическое состояние страны, утверждаем, что применение ЭВМ в обучении может стать основой для революции в образовании, но в настоящее время – только через ее использование в качестве ин-

струмента исследования всех сторон процесса и объекта обучения.

Действительно, современные универсальные ЭВМ всех классов используются как для представления учебной информации, так и для создания оперативных каналов обратной связи в процессе обучения. Однако массовое внедрение ЭВМ в процесс обучения в настоящее время и, по всей вероятности, еще весьма долго, не реализуемо по экономическим соображениям. Отметим здесь следующие три аспекта:

- массовость обучения и отставание СССР в массовом производстве ЭВМ;

- стоимость рабочего места на ЭВМ более чем десятикратно превышает соответствующую стоимость на мировом рынке и измеряется десятками тысяч рублей;

- составление обучающих программ для ЭВМ связано с огромными трудозатратами, обусловленными недоразвитостью базовых программных средств.

3. Обучение является типичным процессом управления - управлением познавательной деятельностью обучаемых.

По законам кибернетики большинство объектов эффективно управляемы лишь при наличии оперативных каналов обратной связи. Повышение оперативности и эффективности каналов обратной связи до требуемого уровня в пределах сегодняшней технологии обучения сталкивается с многократным увеличением трудоемкости обучения и по экономическим соображениям не реализуемо без разработки и внедрения технических средств обратной связи.

4. Вышеизложенным обоснована актуальность нахождения альтернативных технических решений по отношению к автоматизированным обучающим системам на базе универсальных ЭВМ. В частности, обоснованы те затраты средств, которые использованы на разработку и внедрение в обучение различных устройств контроля и управления.

5. Современное состояние разработки и внедрения специализированных устройств обратной связи в системе образования страны крайне неудовлетворительное.

По данным НИИВШ в вузах страны разработано и внедрено более 140 различных устройств оперативной обратной связи, но:

- лишь одиночные из них поступили в крупно- и малосерийное производство;
- недостатком большинства производимых устройств является выборочный способ введения ответов на вопросы, с чем связана весьма большая вероятность укрепления ложных утверждений в подсознании ученика;
- в устройствах, имеющих режим ввода конструируемого ответа, ответом может служить только целое число с крайне узким диапазоном возможных значений (например, от 0 до 15).

6. Доклад знакомит с разработанной нами системой оперативной обратной связи, при разработке которой были учтены многие недостатки существующих систем и, на наш взгляд, найден весьма удачный компромисс между принципиально возможным и желаемым, с одной стороны, и экономически целесообразным, с другой стороны.

Предлагаемая система состоит из рабочего места преподавателя на базе универсальной микро-ЭВМ и дешевых минитерминалов, обучаемых на базе однокристалльных микро-ЭВМ серии KM1816.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ВИДЕОКОМПЬЮТЕРНАЯ СИСТЕМА НА БАЗЕ ПЕРСОНАЛЬНОЙ ЭВМ

В.А.Зудин, А.И.Карякин, В.Н.Леньшин,
А.В.Пономарев

Московский энергетический институт

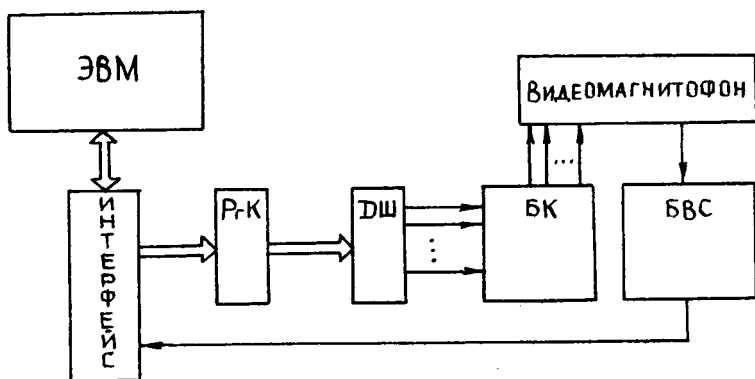
Развитие вычислительной техники и видеоманитофонов приводит к интеграции этих средств в виде автоматизированных комплексов для решения задач различного класса. В настоящее время существует тенденция встраивания микропроцессоров в видеотехнические устройства, что существенно расширяет их сервисные и эксплуатационные возможности. Такие видеосистемы широко используются за рубежом. Однако в ряде случаев требуется существенное расширение функциональных возможностей видеотехники в задачах автоматизации.

Эту проблему позволяют решить видеоконьютерные системы, построенные по принципу объединения серийно выпускаемых видеоманитофонов и персональных компьютеров. Такие системы

дают возможность эффективно использовать преимущества видеосистем как средств хранения и отображения видеoinформации и персональных компьютеров, обладающих возможностями сложных видов обработки информации и управления техническими объектами.

На рисунке представлена структурная схема видеоконピューтерной системы, построенной на базе персональной ЭВМ и видеомагнитофона, соединенных по стандартному параллельному интерфейсу типа ИРПР. Команды управления от ЭВМ через интерфейс записываются в регистр команд (РгК), далее дешифруются и посредством блока коммутации (БК) сигнал управления поступает в видеомагнитофон. Блок коммутации команд соединяется с видеомагнитофоном через блок дистанционного управления, либо сигнал непосредственно подается на соответствующие кнопки управления. Блок выделения кадровых синхроимпульсов (БВС) из видеосигнала позволяет автоматизировать ввод в ЭВМ временных интервалов.

Таким образом приведенная схема объединения ЭВМ и ви-



деомагнитофона позволяет программно выводить видеоизображение на экран телевизионного монитора без дополнительной записи служебных сигналов на видеопленку, автоматически фиксировать временные интервалы, а также организовать управление работой видеомагнитофона посредством ЭВМ.

Такой видеокомплекс создан в Межвузовском центре по автоматизации научных исследований (МЦАНИ) на базе персональной ЭВМ "Электроника 85" и видеомагнитофона "Акаи - 88" (Япония). Разработано математическое обеспечение, содержащее программы управления видеомагнитофоном и обработки информации, которая позволяет анализировать временные характеристики при исследовании соревновательно-тренировочной деятельности спортсменов в игровых и индивидуальных видах спорта.

Видеокомплекс прошел испытания при тестировании динамических характеристик действий хоккеистов сборной СССР и прыгунов в длину на соревнованиях Кубка СССР по легкой атлетике (зима, 1988 г.). Полученные результаты позволяют повысить эффективность подготовки спортсменов.

Возможно подключение аналого-цифрового преобразователя (АЦП), позволяющего использовать предлагаемую систему в качестве видеопамати. В этом случае АЦП может быть использован для преобразования в цифровую информацию видеоизображения в режиме стоп-кадра и ввода ее в цифровом виде в ЭВМ для последующей обработки. Кроме того, видеокомплекс может быть использован в автоматизированных обучающих системах, тренажерах, а также при автоматизации научных исследований, использующих видеoinформацию.

Представляется перспективным развитие видеокомплексов по аналогичной структуре связи персональной ЭВМ с видеодисковой системой, позволяющей значительно улучшить эксплуатационные характеристики: повысить точность и скорость поиска кадра, улучшить качество воспроизведения, обеспечить простоту управления видеокомплексом в целом.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПСИХОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЗРИТЕЛЬНОГО ВОСПРИЯТИЯ

В.Е.Дубровский

Факультет психологии МГУ

Исследование характеристик зрительной системы психофизическими методами требует предъявления испытуемому высококачественных изображений со строго заданными яркостными параметрами. Учитывая, что зрительная система сама по себе является очень хорошим "прибором" (испытуемый обнаруживает на однородном фоне синусоидальную решетку с пространственной частотой 5 цикл/град. при контрасте порядка 0,05%), тестовые изображения должны создаваться с соответствующей точностью /1,2/.

Обыкновенный телевизионный монитор со стандартной низкочастотной кадровой разверткой для этих целей не подходит, так как его изображение не удовлетворяет экспериментальным требованиям: стабильность яркости не хуже 0,5%, разрешение - по крайней мере 5 линий/мм. Кроме того, испытуемый даже в условиях длительного эксперимента не должен замечать строчной структуры изображения и каких-либо мельканий экрана. Для этого частота кадровой развертки должна быть не менее 300-500 Гц, а частота строчной развертки - 0,5-1 МГц. Таким требованиям удовлетворяют только специализированные мониторы высокого разрешения с электростатическим отклонением луча и специализированным блоком разверток.

Однако даже при использовании такой телевизионной техники остается проблема задания с высокой точностью и контроля параметров изображения. Обычно при проведении подобных исследований требуемое изображение на экране создают и контролируют, изменяя и измеряя сигнал модуляции яркости. При этом возникают существенные методические погрешности: во-первых, не учитываются изменения изображения, обусловленные нестабильностью вертикальной и горизонтальной разверток, во-вторых, не принимается во внимание возможное изменение параметров самого монитора, в-третьих, не учитывается нелинейность, вносимая телевизионной трубкой и ее пространственно - временная передаточная функция. Первые два источника возможных искаже-

ний обычно просто не учитываются, а на передаточную функцию монитора, в лучшем случае, вносится теоретическая поправка, рассчитываемая по паспортным данным телевизионной трубки. Как показывают наши исследования, при этом невозможно получить требуемую точность измерений.

На факультете психологии МГУ в течение ряда лет создается экспериментальная установка, удовлетворяющая сформулированным выше требованиям /3,4/. Ее отличительной особенностью является наличие развитой системы контроля, позволяющей измерять непосредственно в ходе эксперимента значения всех существенных параметров, а также быстро проводить калибровку перед каждой экспериментальной серией. Установка позволяет синтезировать и предъявлять испытуемому изображения, часто используемые в психофизических экспериментах /1,2/ - вертикальные полосы и решетки с синусоидальным, прямоугольным и треугольным распределением яркости. При этом за счет выбора изображений такой простой структуры удается получить требуемое их качество.

Изображения формируются на экране дисплея HP-1335A (США) с электростатическим отклонением луча и специализированным блоком разверток. Частота вертикальной развертки - 1 МГц, кадровой горизонтальной развертки - 800 Гц. Для получения требуемого сигнала модуляции яркости суммируются выходы двух функциональных генераторов HP-3310B (США). Режим их работы задается генераторами импульсов Г5-60, управляемыми микро-ЭВМ EM6-666 (ВНР). Запуск генераторов производится специальным блоком синхронизации. Третий генератор Г5-60 задает средний уровень яркости экрана и, при необходимости, создает на нем тонкие вертикальные полосы - маркеры.

Под контролем ЭВМ находятся все основные параметры экспериментального комплекса: установка и измерение положения, пространственной частоты и контраста одной или двух решеток, а также время их предъявления, управление маркерами, подстройка среднего уровня яркости. Кроме того, ЭВМ регистрирует ответы испытуемого. Измерение параметров электрических сигналов производится цифровыми вольтметрами и анализатором импульсов NTA-1024 (ВНР), показания которых считываются ЭВМ. Для контроля яркостного профиля служат фотодиод, измеряющий

средний уровень яркости на специально формируемой площадке, и фотоумножитель. Изображение на его входной щели формируется оптической системой таким образом, чтобы не мешать испытуемому (оптическая система разработана А.В.Гарусевым).

Перед началом каждой экспериментальной серии специальная подпрограмма устанавливает на экране маркер таким образом, чтобы он попал на входную щель фотоумножителя. Маркер после этого убирается, однако, используя соответствующий ему синхроимпульс, можно сдвигать предъявляемую решетку по экрану, устанавливая ее максимум или минимум на то же самое место, т.е. на входную щель фотоумножителя. Таким образом автоматически измеряется контраст решетки на экране. Вся процедура занимает около 5 секунд и используется как непосредственно в ходе эксперимента, так и для снятия пространственно-частотной характеристики монитора при калибровках. Таким образом, автоматически учитываются погрешности экспериментальной установки.

Для управляющей ЭВМ ЕМБ-666 разработано специальное программное обеспечение, позволяющее проводить эксперименты в полностью автоматизированном режиме. Полученные данные передаются в ЭВМ СМ-4 для записи в базу данных и последующей обработки.

Литература

1. Логвиненко А.Д., Дубровский В.Е., Меньшикова Г.Я., Назаров А.И., Черноков Г.Е. Фурье-анализ зрительного восприятия. М., Изд-во МГУ, 1982, 120 с.
2. Логвиненко А.Д. Чувственные основы восприятия пространства. М., Изд-во МГУ, 1985, 224 с.
3. Дубровский В.Е. Экспериментальная установка для психофизических исследований зрительного восприятия. В сб.: "Анализ сложных информационных систем", ч.2. М., 1984, с. 37-40.
4. Дубровский В.Е. Автоматизированная экспериментальная установка для исследования зрительного восприятия. Тезисы докладов Всесоюзного симпозиума "Зрение организмов и роботов". Вильнюс, 1985, т.2, с.11-12.

ЦЕНТР КОМПЬЮТЕРНОЙ ВИДЕОМЕТРИИ

В.В.Волков, В.Б.Макулов, Н.Н.Павлов, В.Н.Паук,
Ю.Е.Шелепин, Л.Н.Колесникова, М.И.Трифонов, Е.Е.Сомов

Создан центр компьютерной видеометрии. В нем осуществляется разработка, апробация, совершенствование и внедрение новых методик, реализованных при помощи ЭВМ для оценки состояния зрительного анализатора. Базовой методикой центра является "Визоконтрастометрия", т.е. измерение частотно-контрастной характеристики зрительного восприятия /1,2,3/. Модификации визоконтрастометрии позволяют измерять и оценивать поражения различных уровней зрительной системы, начиная с сетчатки и кончая зрительной корой мозга человека, состояние бинокулярной зрительной системы и стереовосприятия. Визоконтрастометрия позволила разработать методы тренировки и управления зрительными функциями.

Визоконтрастометрия реализуется несколькими способами: синтезирование решеток на ЭВМ с высокоразрешающим выводом полутоновой информации на фотокопию; синтезирование решеток на дисплее телевизионного типа с помощью микропроцессорных средств; синтезирование решеток на экране ЭЛТ аналоговой техники с управлением и обработкой результатов на ЭВМ; синтезирование решеток на ПЭВМ при помощи перекодировки 4-х разрядов цвета в 4 разряда яркости. В зависимости от задачи исследования, как правило, используется один из перечисленных способов.

В центре компьютерной видеометрии осуществляется обработка изображений по данным визоконтрастометрии, что позволяет здоровому человеку (врачу) представить зрительный мир офтальмологического больного, и осуществляется обработка изображений рабочего поля для согласования характеристик окружающего пространства со зрением оператора. Осуществляется синтез изображений для тренировки зрения оператора.

В центре компьютерной видеометрии разработана и внедрена "Матричная компьютерная видеометрия", позволяющая количественно определить различительные возможности зрительного анализатора человека. Разработаны новые оплотипы, содержащие различные пространственные частоты, наиболее перспективные из

них - оплоты, содержащие только высокие частоты. Исследованы возможности зрительной системы по различению дискретизированных тестов с различным пространственным спектром, исследованы возможности по опознанию сегментированных тест-объектов в шумах.

Совместное использование нескольких методик открывает новые возможности для исследования, оптимизации и разработки требований для оптимальной организации зрительного труда человека, для диагностики функционального состояния зрительной системы человека, для локализации поражения различных уровней зрительного анализатора.

Результаты, полученные при использовании различных методик, заносятся в банк данных центра. Структура центра может послужить основой для реализации программы офтальмологического обеспечения здоровья населения.

Литература

1. Волков В.В., Колесникова Л.Н., Шелепин Ю.Е. Методика клинической визоконтрастометрии // Вестн. офтал., 1983, № 3, с. 59-61.
2. Волков В.В., Колесникова Л.Н., Шелепин Ю.Е. Способ ретинотопической диагностики очага поражения // Авт.свид. СССР № 1168240, Бюл. изобр., 1985, № 27, с.28.
3. Волков В.В., Колесникова Л.Н., Макулов В.Б., Паук В.Н., Шелепин Ю.Е. Новые буквенные тесты для измерения остроты зрения // Офтал. журнал, 1987, № 5, с.294-296.
4. Шелепин Ю.Е., Колесникова Л.Н., Левкович Ю.И. Визоконтрастометрия // Л.: Наука, 1985, с.54-60.
5. Шелепин Ю.Е., Павлов Н.Н. Матричная компьютерная видеометрия // Инфор. проспект № 7-87 АН СССР ЛНЦ.
6. Шелепин Ю.Е., Волков В.В., Колесникова Л.Н., Макулов В.Б., Паук В.Н. Измерение функциональных возможностей зрительной системы человека // Вестн. АН СССР, 1987, № 9, с.63-72.

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ПСИХОФИЗИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И ТРЕНИНГ ОПЕРАТОРА С ПОМОЩЬЮ ЭВМ В СИСТЕМЕ МНОГОКАНАЛЬНОЙ БОС

Б.Э.Голембо, Л.М.Кроль

Центральный НИИ медико-биологических проблем спорта

В последние годы наблюдается повышенный интерес к созданию автоматизированных и автоматических систем управления и контроля психофизического состояния оператора (спортсмена, больного и др.) в реальном времени.

Подобные системы, известные более под названием систем с биологической обратной связью (БОС) состоят обычно из специальных датчиков, регистрирующих психофизиологические показатели оператора, электронных усилителей с системами обработки полученных от датчиков сигналов и устройств отображения информации (аудиовизуальной, тактильной и др.) оператору. Оператор, наблюдая явно или косвенно процессы в своем организме, которые обычно не осознаются, получает возможность влиять на них. Одновременно обеспечивается объективизация состояния оператора и проводится количественная оценка получаемого во время тренировки результата, а также и оценка эффективности применяемой методики для данного оператора.

Наиболее часто реализуемыми видами обратной связи (ОС) являются: электроэнцефалографическая (ЭЭГ), электромиографическая (ЭМГ), электродермографическая (ЭДГ), температурная (ТР). Оценка текущего психофизического состояния в ходе сеанса может проводиться самим оператором по априорно установленным критериям, например, по критерию достижения минимальной громкости сигнала ОС, либо совместно инструктором и оператором. В последнем случае допустима переменность в выборе как критерия, так и самой цели, что особенно важно при выработке сложных навыков у оператора для решения многоэтапных или не вполне определенных задач.

К ним мы относим, в частности, следующие:

1) Работа с континуальными состояниями сознания, выход в них и управление. Речь идет о медитации, гипнотических состояниях разной глубины, образной визуализации как части техники отреагирования. 2) Частичная дезавтоматизация некото-

рых уровней реагирования, например, дыхания, мышечного напряжения, спонтанного ассоциирования. 3) Использование психотехник, направленных на процесс связи сознания с телесными функциями (в отличие от аутогенной, идеомоторной тренировки, с одной стороны, и чисто физических воздействий, с другой). 4) Оперирование с "моментальными состояниями" сознания и самочувствия участниками продвинутых стадий группового личностного невербального тренинга. 5) Использование изоморфизма и связей разных уровней системной релаксации (дыхательного, мышечного тонуса, расфокусировки внимания-образного переключения сознания).

Для решения подобных задач предлагается использовать одновременно несколько видов БОС, а обработку информации проводить с помощью ЭВМ. При этом функциональное состояние X оператора в текущий момент времени T описывается набором значений измеряемых параметров как традиционно используемых в БОС (индексы α и θ ритмов, мышечный тонус и др.), так и специальных, таких, например, как потенциалы, температура в биологически активных точках или зонах, предпочитаемый в данный момент времени цвет и т.д. Далее вектор состояния X (T) может быть представлен на экране дисплея, управляемого ЭВМ в виде легко считываемого и понятного оператору пространственно-графического паттерна (например, условных фигур людей или специально разработанных идеограмм), меняющего свою конфигурацию в зависимости от изменений значений параметров оператора со временем T . В качестве целевой функции для оператора ставится задача удержания наблюдаемого им паттерна X в области X желаемых или допустимых значений. Количественная оценка эффективности тренировки определяется при этом по критерию

$$J = \int \|X - X_{\text{ид}}\| dt \rightarrow \min.$$

Смена целевых функций при решении многоэтапных или нечетко сформулированных задач осуществляется выбором новой области (паттерна) X , а также и изменением коэффициентов значимости тех или иных параметров и критериев оценки эффективности тренировки.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА АНАЛИЗА ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СЕНСОМОТОРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА-ОПЕРАТОРА

С.П.Романов, Ю.П.Герасименко, Д.А.Карпов,
Д.Филипова, Ю.Т.Шапков

Институт физиологии им.И.П.Павлова АН СССР

Важнейшей задачей эргономических исследований является разработка критериев оценки адекватности проектируемых систем психофизиологическим свойствам человека-оператора. Сложность указанной проблемы связана с тем, что компатибельность системы не может являться простой суммой эргономически удачных решений всех отдельных узлов, поскольку деятельность человека по управлению техническими системами практически всегда представляет собою последовательность связанных собственной пространственной и временной организацией двигательных актов, а не изолированные сенсомоторные реакции на те или иные сигналы. Дополнительные осложнения вносит и характерная для труда оператора структура вероятностных соотношений сигналов и ответов - важнейший несенсорный фактор, влияющий на скорость и правильность переработки сенсорной информации.

В настоящей работе рассматривается автоматизированная система, разработанная для анализа психофизиологических характеристик человека-оператора, программирующего и реализующего последовательность простых сенсомоторных действий в условиях меняющейся вероятностной связи между пространственным расположением сигнала и точкой, в которой завершается двигательная реакция.

Автоматизированная система структурно состоит из трех подсистем: 1 - синтеза последовательности сигналов и измерения параметров сенсомоторной деятельности операторов; 2 - съема, анализа и запоминания электрофизиологической информации; 3 - оперативной и отсроченной обработки экспериментальных данных. Аппаратурно автоматизированный комплекс содержит мини-ЭВМ "Электроника ДЗ-28" и "Электроника 60", специализированный компьютер АНОПС IOI, анализатор спектра сигналов в реальном масштабе времени "Роботрон", трехканальный электромиограф фирмы ДИЗА, измерительный 4-х канальный магнитограф

фирмы "СОНИ".

Подсистема синтеза последовательности сигналов и измерения параметров сенсомоторной деятельности операторов. Эта подсистема реализована на мини-ЭВМ "Электроника ДЗ-28", штатном дисплее, УСО и специальном пульте, накладываемом на клавиатуру дисплея.

На дисплее испытуемым предъявлялась сеть из четырех строк по четыре прямоугольника, схематично отражающая расположение клавиш на накладном пульте. В непредсказуемый момент времени один из прямоугольников засвечивался полностью и это служило для испытуемых сигналом к поиску клавиши, нажим на которую гасил засветку. Программно предусматривалось пять вариантов соотношений между информационным и моторным полями: прямое соответствие, когда координаты сигнального прямоугольника отображали координаты нужной клавиши; режим симметричного переворота по горизонтальной оси; диагональный симметричный переворот; хаотическое соответствие, определяемое законом случайных чисел. Тот или иной вариант соотношения устанавливался экспериментатором в период начального диалога с ЭВМ. Тогда же устанавливалось и количество предъявлений сигналов в последовательности, а также число их повторения.

С момента предъявления сигнала до нажима на требуемую клавишу программно осуществлялся счет времени, причем в память машины заносились данные и об интервалах времени неправильных нажимов на другие клавиши, а также о номерах клавиш. Протокол хода эксперимента распечатывался ЦПУ по мере выполнения серий последовательностей предписываемых сигналами действий, а по окончании эксперимента информация о параметрах сенсомоторной деятельности оператора загружалась в мини-ЭВМ "Электроника 60" для дальнейшей обработки.

Программа работы ЭВМ "Электроника ДЗ-28" в режиме управления ходом эксперимента реализована на языке Бейсик-3А, а подпрограммы работы с дисплеем и реализации программного счетчика времени написаны в кодах ЭВМ.

Подсистема съема, анализа и запоминания электрофизиологической информации. Электрофизиологическая информация регистрировалась для оценки эмоциональной напряженности оператора в процессе решения задач с вероятностной структурой. Биозлек-

трическая активность круговых мышц глаза и рта отводилась на-кожными электродами, усиливалась электромиографом и затем подавалась на входы измерительного магнитографа, анализатора спектра в реальном масштабе времени и на специализированный компьютер для обработки электромиографических сигналов. Обработанные сигналы выводятся на графопостроитель.

Подсистема оперативного и отсроченного анализа информации. Эта подсистема реализована на мини-ЭВМ "Электроника 60". Ее работа обеспечивается четырьмя основными программами, написанными на языке Паскаль. Первая программа необходима для ввода первичной экспериментальной информации, вторая - для организации файловой системы хранения первичных данных: создание файлов, их просмотр и корректировка без участия экспериментатора на формализуемые ошибки, запись файлов на дискетки. Третья программа обеспечивает обработку первичных экспериментальных данных и организацию выделенных файлов для последующей обработки данных, а четвертая - цифровой и графический вывод результатов обработки на печать.

В заключение необходимо отметить, что разработанная автоматизированная система анализа психофизиологических параметров сенсомоторной деятельности человека-оператора может быть использована не только в рассмотренном выше режиме. На такой системе можно моделировать проектируемые пульта и заранее оценивать их соответствие эргономическим требованиям, как по эффективности "трудовой" деятельности, так и по показателям психологической напряженности.

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОПЕРАТОРОВ ЕС ЭВМ

Р.Д.Хабибуллин, Л.А.Хабибуллина, Ф.М.Мутыгуллин

Научно-исследовательский институт прикладной математики и кибернетики при Горьковском государственном университете им.Н.И.Лобачевского, Горький

Современный этап развития науки и техники характеризуется широким внедрением сложных человеко-машинных систем, нормальное функционирование которых в большой степени зависит от надежной работы оператора. В связи с этим особенно актуа-

льной становится проблема контроля функционального состояния операторов с целью определения моментов ухудшения их работоспособности. Путь к решению этой проблемы - разработка систем контроля, сбора, регистрации данных, их предварительной обработки и вычисления показателей функционального состояния операторов с учетом конкретных условий и характера их работы /1/. Все большее число исследователей приходит к выводу о недостаточной достоверности результатов, получаемых в экспериментах, моделирующих взаимодействие человеко-машинных систем в лабораторных условиях /2/. Естественным выходом из такой ситуации может быть максимальное приближение модели к реальной обстановке операторской деятельности. Применительно к системам "человек-ЭВМ" это может означать такое построение эксперимента, при котором ЭВМ выступает и как устройство для стимуляции, и как регистратор, и как вычислитель, и как интерпретатор. Особенно перспективным такой подход представляется в том случае, когда в качестве показателей эффективности деятельности оператора используются время реакции и количество и типы ошибок при выполнении тестовых задач. В этом случае появляется возможность сравнительно простого нормирования задач и соотнесения их по разным параметрам с задачами, решаемыми оператором в реальной ситуации.

В качестве теоретической основы для автоматизации контроля состояния и качества деятельности человека-оператора можно применить метод одновременных задач /4/. Суть метода состоит в том, чтобы судить о состоянии оператора по качеству решения двух или более задач при их последовательном или одновременном предъявлении.

Как пример реализации подхода к исследованию качества деятельности человека-оператора и его функционального состояния нами разработан комплекс программ для тестирования оператора с помощью ЕС ЭВМ в диалоговом режиме. Комплекс рассчитан на работу с операторами систем ввода и анализа сложной визуальной информации. Тестовые задачи являются комбинацией корректурной таблицы и специальных операций, предусматривающей элементарные логические преобразования. Как свидетельствуют литературные данные /3/, именно решение таких задач адекватно отражает процессы утомления, связанные с этим

снижение работоспособности оператора и увеличение ошибок. Комплекс программ написан на языке Фортран. В начале тестового диалога, продолжительность 10-15 минут, в память ЭВМ заносится протокольная информация, задаются параметры сложности тестовых задач. В ходе тестового диалога оператор должен с максимальной скоростью решать те задачи, которые предъявляются на экране дисплея. Тестовые последовательности формируются с помощью генератора случайных чисел, поэтому оператором непредсказуемы. В ходе диалога измеряется время реакции оператора и подсчитывается количество и типы ошибок при вводе информации. По окончании диалога формируется запись, содержащая информацию о результатах тестирования оператора. По этим данным на основе сравнения с пороговыми значениями исследуемых параметров производится экспресс-оценка состояния оператора. По мере накопления данных по каждому оператору появляется возможность исследования динамики работоспособности за различные периоды времени. Исследование группы операторов позволяет установить средние и пороговые значения параметров эффективности деятельности операторов, выявить зависимости этих параметров от пола, возраста, стажа работы испытуемых. Дальнейшим развитием этого комплекса является автоматизированная система оценки состояния оператора, прогноза эффективности его деятельности, профотбора и обучения на основе обработки текущих результатов тестирования и сравнения их с информацией, накопленной в базе данных.

Литература

1. Аллик Ю.К., Луук А.Г., Мийль М.Х. Автоматизация психологического эксперимента. Автометрия, 1981, № 4, 104-111.
2. Вавилов В.А. Принципы моделирования адаптивного взаимодействия человека и машины в психологическом эксперименте. В кн.: "Психологические проблемы взаимной адаптации человека и машины в системах управления". М., Наука, 1980, 180-198.
3. Зинченко В.П., Леонова А.Б., Стрелков Ю.К. Психометрика утомления. М., МГУ, 1977.
4. Маринов Ю.П., Спасов П.П. Исследование информационной нагрузки утомления человека-оператора. В кн.: "Психологические проблемы взаимной адаптации человека и машины в системах управления". М., Наука, 1980, 162-170.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАТОРА С ЭВМ

В АВТОМАТИЗИРОВАННОМ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ

Е.Л.Орел, С.Д.Солнушкин, В.Н.Чихман

Институт физиологии им. И.П.Павлова АН СССР

Разработка и внедрение в практику проведения экспериментов проблемно-ориентированных лабораторных автоматизированных систем (АСНИ) является в настоящее время необходимым атрибутом физиологических исследований.

В общем случае при организации автоматизированного физиологического эксперимента на лабораторную АСНИ возлагаются задачи измерения и накопления экспериментальных данных, управления стимуляцией, первичной обработки и отображения информации экспериментатору-физиологу /1/.

Объектом физиологического эксперимента является живой организм, что предопределяет специфические особенности разработки аппаратно-программных средств АСНИ. Во-первых, в ходе опыта необходимо контролировать состояние живого объекта, анализировать и отображать ряд параметров, во-вторых, учитывать свойство адаптивности живых организмов, а вследствие этого, - обеспечить возможность оперативного изменения направления эксперимента, параметров стимуляции и т.д.

Разработка проблемно-ориентированных физиологических АСНИ на базе микро-ЭВМ априорно обеспечивает гибкость, реактивность системы на изменения исследуемых процессов. Однако наиболее полно данные свойства проявляются при условии эффективного интерактивного взаимодействия экспериментатора с системой /2/.

При разработке структуры и организации вычислительных процессов базовой системы накопления и предварительной обработки данных, на основе которой строятся проблемно-ориентированные лабораторные АСНИ, в институте физиологии им. И.П. Павлова АН СССР была поставлена задача организовать взаимодействие экспериментатора-физиолога с ЭВМ с учетом эргономического фактора, т.е. сделать передачу информации в обоих направлениях естественной и удобной для пользователя, а также избежать возникновения некоторых психологических барьеров /3/.

В процессе разработки системы были реализованы командный язык, на котором экспериментатор-физиолог задает необходимые преобразования данных, и язык изображений, на котором ЭВМ сообщает сведения о состоянии обрабатываемых данных. При выборе синтаксиса командного языка определяющим явилось функционирование программ в операционной среде RT-II. Поэтому команда языка взаимодействия экспериментатора с ЭВМ имеет стандартную для RT-II структуру:

`<команда> { [/<ключ> : <значение>] }`

Программные модули, обеспечивающие диалог, позволяют задавать команды тремя различными способами:

- 1) непосредственный ввод командной строки;
- 2) ввод командной строки с использованием SL-драйвера;
- 3) ввод команд из заранее созданных командных файлов.

В случае использования SL-драйвера после набора имени команды на экран дисплея выводится полная командная строка со значениями ключей, установленными при предыдущем обращении. Такой режим является более эргономичным для просмотра ранее установленных значений и их изменения по необходимости. Возможность выполнения командных файлов позволяет многократно использовать заготовленные последовательности команд, что обеспечивает гибкость и краткость диалога.

В системе реализованы средства для вывода диагностических сообщений в случае ввода синтаксически ошибочной командной строки.

Структура программных средств ведения диалога позволяет легко модифицировать и дополнять состав команд при генерации конкретной АСНИ, что делает систему достаточно универсальной.

Представление данных, полученных в результате измерения и обработки экспериментальной информации, реализовано как в символьном, так и в графическом виде. В системе предусмотрен вывод на графический дисплей одновременно до 8 процессов, которые могут быть либо массивами накопленной экспериментальной информации, либо результатом различных преобразований массивов. Графическое отображение осуществляется динамически, что позволяет экспериментатору проследить изменения входной информации в ходе опыта. Получаемые данные могут быть представлены в виде гистограмм, графиков на плоскости, трех-

мерных изображений, полутоновых изображений. Любое графическое представление сопровождается пояснительной текстовой информацией. Тип отображения задается во время диалога, с помощью специальных команд.

Программные модули, обеспечивающие указанное взаимодействие экспериментатора с ЭВМ, реализованы на языках ПАСКАЛЬ и МАКРО.

Литература

1. Буреш Я., Крекуле И., Брожек Г. Применение ЭВМ в нейрофизиологических исследованиях. - Л.: Наука, 1984, 240 с.
2. Morland, D.V. Human factor guidelines for terminal interface design // Commun.ACM, 1983, V.26, No.7, 484-494.
3. Фоли Д., Уоллес В. Искусство организации естественного графического диалога человек-машина // ТИИЭР, 1974, т.62, №4, с.54-67.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В РЕЖИМЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ

Э.М.Сохрадзе, Е.И.Шульман

Институт автоматики и электрометрии СО АН СССР,
Новосибирск

Метод биологической обратной связи (БОС) представляет собой одну из форм биотехнического управления. С технологической точки зрения для реализации БОС необходимы регистрация, обработка в реальном масштабе времени и представление в виде сенсорных стимулов информации о динамике регулируемой физиологической функции, что позволяет испытуемому развивать навыки саморегуляции /3/. Метод БОС находит все более широкое применение в клинической практике, в прикладной физиологии для оптимизации состояния человека-оператора, а также в качестве исследовательского подхода в области психофизиологии.

Преимущества использования универсальных компьютерных систем автоматизации БОС по сравнению с узкоспециализированными средствами БОС особенно проявляются при решении научно-исследовательских задач в условиях многопараметрического сбора, обработки и управления /1,5,6/. Для проведения психофи-

зиологических исследований в режиме биотехнического тренинга создана микрокомпьютерная система, включающая в себя микро-ЭВМ "Электроника-60", алфавитно-цифровой дисплей I5ИЭ-00-013, накопитель на сменных магнитных дисках НСМД СМ-5400, накопитель на магнитной ленте НМЛ ИЗ0Т-5300.01, электронный диск в стандарте Q-BUS /2/, два цветных графических дисплея на основе монитора ВК-40Ц и телевизионного приемника "Шилялис", печатающее устройство DZM-180, графопостроитель ЭМ 7042-AM, крейт КАМАК, блок предусилителей, индикатор ИМ-789, реоплетизмограф РПГ-2 и измеритель давления ППВ-02. Крейт КАМАК включает в себя следующие модули: крейт-контроллер К-16, АЦП-12/10, коммутатор-16, таймер, счетчик 16x4, генератор синхроимпульсов, ЦАП, выходной регистр, привод плоттера, индикатор магистрали, набор модулей "Усилитель-стимулятор", который с блоком выносных дифференциальных предусилителей составляет основу усилительного тракта системы. Коэффициенты усиления и полоса пропускания сигналов задаются программно /1/. Гальваническая развязка обеспечивает электробезопасность системы.

Прикладное программное обеспечение для организации БОС создано средствами модульной инструментальной системы программирования экспериментов САНПО-3 и работает в операционной системе реального времени RT-II. САНПО-3 реализует технологию разработки пакетов прикладных систем, обеспечивающих проведение экспериментов в линии с ЭВМ с использованием КАМАК-оборудования /4/. Программные модули написаны на языках MACRO-II, FORTRAN-IV, PASCAL. Для исследований в области психофизиологии и клинического тренинга методом БОС в прикладную систему включены программы анализа ЭКГ, тетраполярной реограммы (РГ), дифференциальной реограммы (ДРГ), фотоплетизмограммы (ФПГ), пневмограммы (ПГ), артериального давления (АД), кожно-гальванического сопротивления (КГР). Для исследования психологического профиля испытуемых включено несколько автоматизированных личностных опросников. В число измеряемых параметров во время БОС-тренинга входят: длительности кардиоинтервала и дыхательного цикла, амплитуды ФПГ, ДРГ, РГ, ПГ, КГР, Р- и Т-зубцов ЭКГ, длительность периода предызгнания и время изгнания левого желудочка, время распространения пу-

льсовой волны и другие расчетные показатели, такие как ударный объем сердца, минутный объем, общее периферическое сопротивление, сердечный индекс и др. Указанные показатели измеряются в реальном масштабе времени (частота квантования 250 Гц) и любой из них может быть задан в качестве управляемого. Полученные значения всех мониторируемых показателей и результаты математической обработки по каждому сеансу заносятся в базу данных.

Визуальная БОС реализуется посредством цветного графического монитора, установленного в камере испытуемого. Синтезатор звука позволяет организовать и аудио-БОС. Во время БОС и стрессовых нагрузок на экран испытуемого может быть выведена текстовая информация, различные сообщения и комментарии, а также сведения об успешности тренинга. Оперативный контроль за ходом БОС ведется на экране графического дисплея исследователя, на который выводится несколько мониторируемых показателей.

С использованием созданных средств изучалась пластичность центральных и периферических механизмов регуляции сердечно-сосудистой системы во время БОС-тренинга в условиях многопараметрического мониторинга. В качестве управляемых показателей служили параметры гемодинамики. БОС-тренинг проводился в условиях покоя и на фоне психофизиологических стрессоров (решение арифметических задач в режиме дефицита времени, холодовой стресс, статическая физическая нагрузка, идеомоторная тренировка и т.п.). Одновременная регистрация динамики целого ряда неинвазивных показателей позволяет получать широкий профиль психофизиологических переменных, отражающих проявления активности регуляторных систем на разных уровнях физиологической активации. Организация БОС на основе микрокомпьютерной системы позволила проводить тренинг в условиях многопараметрического мониторинга показателей сердечно-сосудистой активности, повысила информативность процедуры биотехнического управления и расширила возможности анализа получаемых данных.

Литература

И. Астафьев С.В., Дерий Б.Н., Сохадзе Э.М. и др. Организация биотехнической обратной связи на основе лабораторной микро-

- компьютерной системы // Автометрия, 1986, № 3, с.15-23.
2. Солоненко В.И., Касперович А.Н., Ефимов А.И. Электронный диск - ЗУ ЭВМ // Микропроцессорные средства и системы, 1987, № 3, с.86-88.
3. Сохадзе Э.М., Штарк М.Б., Шульман Е.И. Биологическая обратная связь в научных исследованиях и клинической практике // Бюлл. СО АМН СССР, 1985, № 5, с.78-85.
4. Яновский Г.Я., Астафьев С.В., Третьяков В.П. и др. HUMAN - комплекс программных и аппаратных средств автоматизации исследований физиологических систем человека // Препринт ИАиЭ СО АН СССР № 269. Новосибирск, 1985. - 40 с.
5. Kolotkin, R.L., Billingham, K.A., Feldman, H.S. Computer automation of biofeedback research // Behav. Res. Meth. Instrum. 1981, V. 13, p. 532-542.
6. Montgomery, G.K., Howland, E.W., Cleeland, C.S. Versatility in computer automation for biofeedback // Biofeedback Self-Regul., 1984, V. 9, No.3, p. 325-337.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ И АНАЛИЗА
БИОПОТЕНЦИАЛОВ И СОКРАТИТЕЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ МИОКАРДА

Э.К.Сеплет, В.В.Герасимов, А.П.Калликорм,
В.Т.Михельсоо, В.А.Цубин, П.Ф.Таммеорг

Лаборатория гормональной регуляции жизнедеятельности
НИЧ Тартуского государственного университета,
Лаборатория лазерной техники Института физики АН ЭССР,
Тарту, ЭССР

Мембранный потенциал и параметры сократимости являются интегральными показателями функциональной активности сердечной мышцы. Регистрация этих параметров широко используется при исследовании механизма патогенеза заболеваний миокарда, а также при фармакологических взаимодействиях на него. В лаборатории гормональной регуляции жизнедеятельности НИЧ ТГУ в последние годы интенсивно изучаются механизмы действия тиреоидных гормонов на энергетический метаболизм и сократимость миокарда. Показано, что часть действия этих гормонов реализуется через изменения систем транспорта и внутриклеточного перераспределения кальция в кардиомиоцитах. Дальнейшее раз-

Витие работ в этом направлении предполагает применение методов быстрого и точного анализа разных фаз потенциала действия и сократительного акта. В связи с этим нами разрабатывается автоматизированная система для регистрации, запоминания и анализа указанных параметров. При этом используются некоторые технические решения, разработанные в лаборатории лазерной техники ИФ АН ЭССР, а также принципиальные решения из других лабораторий /1,2/.

Основанием для автоматизации служит большой объем регистрируемой и обрабатываемой информации, получаемой по двум параллельным каналам в режиме реального времени. При выборе средств и методов регистрации учитывались характерные особенности входных сигналов: длительность процесса сократимости 300-500 мс; потенциалов действия 50-100 мс. Для достоверной регистрации подобных процессов необходимо снятие не менее 10 точек для характерных участков кривых. Отсюда следует требование к быстродействию системы, в частности для АЦП: максимальная частота спроса 3-5 кГц. Автоматизированная система выполняет следующие задачи: задание параметров эксперимента (частота стимуляции объекта, выбор канала измерения, частота опроса датчиков); запуск экспериментальной установки; управление процессом регистрации (задание начала измерения, выдача синхроимпульсов, изменение частоты опроса, переключение каналов); измерение и регистрация экспериментальных данных; обработка результатов эксперимента; хранение результатов.

Система реализована на базе аппаратуры в стандарте "КАМАК", работающей под управлением вычислительного комплекса ДВК-2. На рис.1 представлена блок-схема автоматизированной системы.

Измеряемые сигналы последовательно, через аналоговый коммутатор, поступают на восьмиразрядный модуль АЦП, работающий с временем преобразования 4 мкс. При малых частотах опроса запись каждого результата преобразования в ЭВМ производится через магистраль "КАМАК"; при больших частотах - с накоплением в буферной памяти МЗУ 16 К, объемом 16 К 16-разрядных слов. Задание частоты запуска АЦП производится на блоке синхронизации, управляемом от магистрали, через мо-

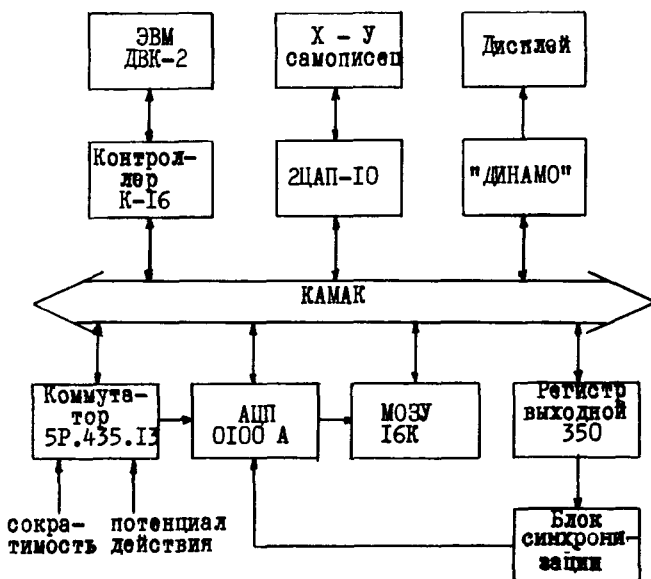


Рис.1. Блок-схема автоматизированной системы

дуть выходного регистра 350. Результаты эксперимента выводятся на двухкоординатный самописец через модуль ЩАП-10; экран черно-белого телевизора через дисплейный набор модулей "ДИНАМО" и печатающее устройство из состава ДВК-2. Связь с аппаратурой "КАМАК" системы ДВК-2 осуществляется через контроллер К-16.

Литература

1. Klein, D.-L., Jenkins, J.M., Ten Eick, R.E. Dual microcomputer analysis of cardiac transmembrane action potentials. IEEE Transactions on Biomedical Engineering, 1983, Vol. BME-30, No.12, pp. 819-825.
2. Lieber, R.L., Smith, D.E., Clark Campbell, R., Hargens, A. Real-time acquisition and data analysis of skeletal muscle contraction in a multi-user environment. Computer Methods and Programs in Biomedicine, 1986, Vol.22, pp.259-265.

ПОДСИСТЕМА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕМБРАННЫХ ИОННЫХ КАНАЛОВ И МОДЕЛИРОВАНИЯ ИХ ФУНКЦИЙ

С.А.Киров, С.А.Подзорова

Институт физиологии им.И.П.Павлова АН СССР

Переработка информации в нервной системе основана на мембранных процессах, причем главную функцию в переводе внешней информации на универсальный язык нервных импульсов осуществляет специфический класс белковых макромолекул, так называемые ионные каналы /1/. Исследования последних лет в области нейрофизиологии дают возможность подойти к выяснению механизмов действия различных фармакологических веществ на органы и ткани живого организма с точки зрения молекулярных процессов, развивающихся на электровозбудимых мембранах.

Комплексное исследование механизмов электрической возбудимости нервной клетки возможно только при условии проведения эксперимента, обработки полученной информации и построении модели воротной структуры канала за ограниченное время жизни изолированного нейрона.

Система автоматизации физиологических исследований (САФИ), используемая в Институте физиологии им. И. П.Павлова, позволяет в режиме реального времени зарегистрировать ответы мембранных ионных каналов на сложную программу раздражающих воздействий, настраиваемую в зависимости от функционального состояния объекта, и произвести предварительную обработку данных. Последующая обработка и "сжатие" полученной информации, основанные на выборе модельных представлений о свойствах изучаемых молекул, позволяют получить фундаментальные термодинамические характеристики ее воротной структуры, такие как энергетический профиль и эффективный заряд.

Исследование функций ионного канала производится с помощью модели, реализованной на вычислительной системе БЭСМ-6, доступ к которой осуществляется с терминала экспериментальной установки в одном из режимов работы САФИ /2/.

Аппаратное обеспечение подсистемы для исследования мембранных ионных каналов включает в себя микро-ЭВМ "Электроника-60" и набор технических средств КАМАК. Для управления амплитудой и длительностью набора стимулирующих импульсов напряже-

ния используется 12-ти разрядный ЦАП с оптронной развязкой и таймер. Диапазон выдаваемых с помощью ЦАП напряжений составляет от -211 мВ до $+218$ мВ. Минимальное время дискретизации — 1 мс. Реакция объекта (ионный ток) в ответ на тестирующий импульс вводится в память ЭВМ через 12-ти разрядный АЦП. Частота измерений амплитуд токов задается экспериментатором в пределах от 100 мкс до 5 мс. Моменты измерений фиксируются с помощью таймера и счетчика. В результате экспресс-обработки, проводимой в ритме эксперимента, на цифropечатающее устройство и терминал выводится таблица распределения амплитуд ионного тока во времени в зависимости от поданного набора стимулирующих импульсов.

Формирование протокола эксперимента происходит в интерактивном режиме на языке пользователя. Для ускорения процесса настройки системы на эксперимент общение экспериментатора с ЭВМ происходит в виде ответов на вопросы САФИ о выборе режима работы, параметров стимулов, частоте измерения токов и т.д. Предварительно обработанные данные записываются на НГМД для последующей обработки и введения в модель, исследуемую на БЭСМ-6.

Программное обеспечение САФИ построено по модульному принципу /2/. Это позволяет получить гибкую, легко модифицируемую развивающуюся систему, что важно при создании систем автоматизации физиологических исследований, которые требуют частого изменения программы эксперимента и введения новых методов обработки.

Подсистема для исследования мембранных ионных каналов представляет собой один из самостоятельных модулей САФИ, который, в свою очередь, является совокупностью иерархически упорядоченных функциональных модулей, предназначенных для выполнения определенного круга задач.

Программное обеспечение подсистемы написано на языке программирования "Си".

Предусматривается развитие подсистемы в рамках САФИ для осуществления процесса моделирования функций воротных структур мембранных ионных каналов в ритме эксперимента.

Исследования, проведенные на натриевых каналах 20 нейронов позволили установить, что их инактивационные воротные

системы устроены более сложным образом, чем это предполагалось ранее. Полученный эффект играет важную роль в переработке информации в нервной системе.

Литература

1. Акоев Г.Н., Алексеев Н.П. Функциональная организация механорецепторов. Л.: Наука, 1985, 224 с.
2. Домарацкий А.Н., Каширин А.В., Костяева О.В., Сурма С.В., Суворов Н.Ф. Система автоматизации физиологических исследований. Л.: Препринт ЛНИВЦ № 84, 1985, 25 с.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ И ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Ю.П.Данилов, Т.Р.Мошонкина, Г.И.Новиков, С.Д.Солнушкин, А.Н.Чиж, В.Н.Чихман

Институт физиологии им.И.П.Павлова АН СССР, Ленинград

При проектировании и модернизации техники эксперимента всегда необходимо учитывать возможности и особенности людей, которые будут ею пользоваться. В современных исследованиях процессов зрительного восприятия все чаще используются ЭВМ разного класса. В связи с этим всегда встает проблема целесообразного распределения функций между человеком и машиной. Описываемая ниже автоматизированная система является универсальной и предназначена для проведения как психофизиологических, так и электрофизиологических исследований зрительной и глазодвигательной систем в реальном масштабе времени. Система позволяет проводить управляемый эксперимент, в котором сам экспериментатор с помощью имеющихся аппаратных и программных средств имеет возможность вводить коррективы в режиме активного диалога с ЭВМ на основе выводимых на графический дисплей данных экспресс-анализа.

Описываемая автоматизированная система представляет собой дальнейшее развитие описанной ранее /2/ системы для электрофизиологических исследований зрительных рецептивных полей. Аппаратно-программная часть реализована на основе диалого-вычислительного комплекса "Электроника-МС 0502" (ДВК-3) и аппаратуры в стандарте КАМАК. Система управления экспериментом состоит из двух подсистем: управления стимуляцией и ото-

бражения автоматической регистрации данных.

Система стимуляции позволяет проецировать на плоский белый экран, расположенный перед животным, как движущиеся, так и мелькающие стимулы. Управление оптической стимуляцией осуществляется с помощью универсального оптического стимулятора (УОС). Система стимуляции подает на входы УОС сигналы, определяющие три характеристики стимула: а) скорость движения; б) направление движения и ориентацию стимула; в) время пребывания стимула во включенном состоянии. Управление скоростью движения стимула обеспечивается аналоговым выходом системы стимуляции (КАМАК-модуль 2ЦАП-10) в диапазоне от $0,1 \text{ град.с}^{-1}$ до 100 град.с^{-1} с точностью $0,05 \text{ град.с}^{-1}$. Направление движения стимула меняется с дискретным шагом. Изменение направления осуществляется шаговым двигателем с точностью $0,4 \text{ град}$. Время пребывания стимула во включенном и выключенном состоянии задается раздельно в диапазоне от 75 мс до 500 с с точностью 1 мс . В систему стимуляции включены некоторые функции, повышающие качество работы с ней. Это автоматическая центровка стимула при его повороте, ручная регулировка амплитуды движения и возможность быстрого возвращения стимула в исходное положение. Предусмотрена также возможность предъявления стимула в случайном порядке для матрицы 1024×1024 точек. Форма и размер стимула определяются используемым в УОС слайдом. Тестовое изображение движется по экрану прямолинейно и равномерно, количество повторений движения по данной траектории определяется экспериментатором. В случае необходимости характер движения, скорость, ускорение и траекторию можно изменить программным путем. На концах траектории происходят остановки стимула на заданное время. Во время движения стимула регистрируемый сигнал поступает на вход системы регистрации (КАМАК - модуль АДС-711 или ФК-71-2).

Система регистрации обеспечивает одновременную регистрацию до восьми аналоговых процессов. При проведении электрофизиологических опытов система обеспечивает полуавтоматическую амплитудную селекцию импульсной активности нескольких нейронов, либо нейронных пулов, регистрируемых с одного электрода, и одновременное представление нейрональной активности в виде постстимульных гистограмм, гистограмм межимпульсных интерва-

лов и гистограмм амплитудного распределения в реальном масштабе времени. Селекция импульсной активности нейрона выполняется программно реализованными амплитудными "окнами". Ширина "окна" управляется экспериментатором при анализе программы амплитудного распределения. Имеется возможность для использования 512 бинов накопления с ценой от 1 мкс до 1 с и эпохой анализа от 512 мкс до 500 с. Аппаратное и программное управление шириной бина регистрируемых процессов позволяет гибко использовать систему для широкого класса физиологических исследований.

Система отображения позволяет выводить регистрируемые процессы в виде графиков с сопроводительной текстовой информацией (до 12 процессов одновременно) на экран бытового телевизора при помощи дисплейного набора КАМАК - модулей (ДИНАМО), отображающего графическую и текстовую информацию одновременно на четыре поля экрана (рис.1). В процессе эксперимента предусмотрено получение "твердой копии" любого интересующего графика на графопостроителе.

В управляемом эксперименте экспериментатор имеет возможность в режиме активного диалога на языке, близком к языку пользователя-физиолога, влиять на работу системы регистрации. Предусмотрен целый ряд команд по очистке, изменению и переносу графических полей, остановке и продолжению построения графиков анализируемых процессов. В рамках системы реализованы некоторые процедуры обработки регистрируемых процессов: сглаживание по заданному числу точек методом скользящего среднего, масштабирование и автоматическое нормирование, быстрое преобразование Фурье, кросскорреляционный и автокорреляционный анализ.

Кроме того, предусмотрены возможности просмотра любого участка анализируемого процесса с произвольным изменением масштаба по всем координатным осям и использования реперных точек (от одной до восьми) для маркирования информативно значимых, с точки зрения экспериментатора, участков анализируемого процесса. Это позволяет проводить разнообразные виды анализа получаемого экспериментального материала и представление результатов в табличной и графической форме.

Предусмотрена также возможность графического отображе-

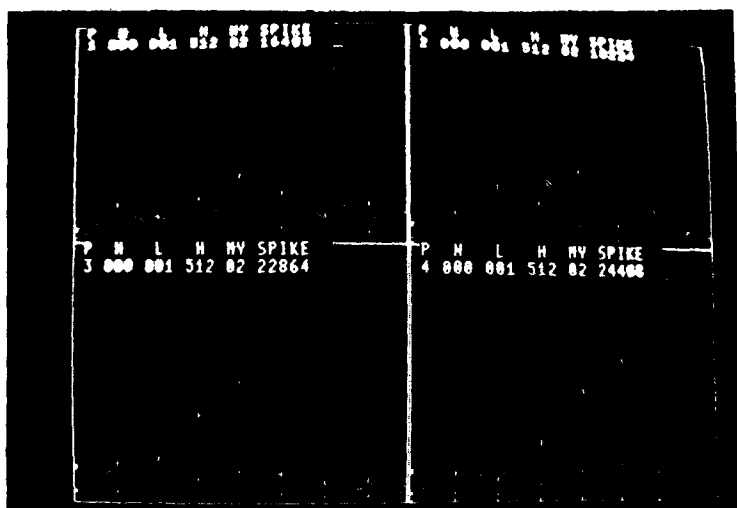


Рис. 1. Одновременное представление четырех анализируемых процессов на экране графического дисплея. Цифры в верхнем правом углу каждого из квадрантов соответствуют выводимой автоматически цифровой экспресс-информации.

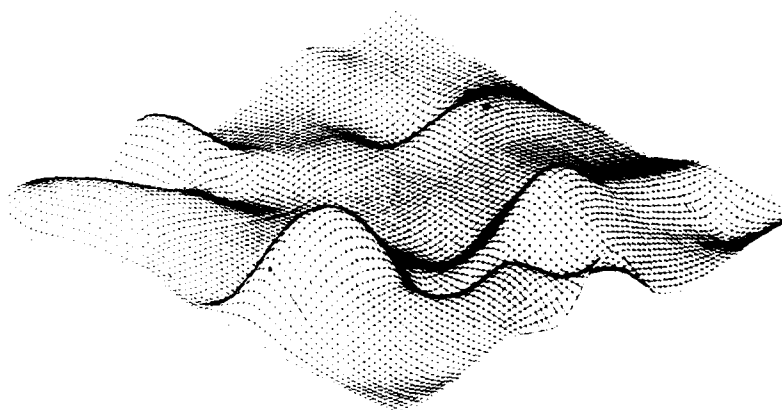


Рис. 2. Трехмерная картина, отражающая пространственное распределение нейронной активности в пределах одного рецептивного поля.

ния на телеэкране и на графопостроителе экспериментального материала в виде трехмерных функций (рис.2). Такое представление, реализованное методами ГРАФОР'а /1/, значительно расширяет возможности исследований зрительной и глазоувидательной системы /3/.

В системе регистрации развиты средства работы с файлами на гибком диске. Процедуры записи, считывания и модификации информации в файле расширяют возможности и повышают подъемность работы системы. Для хранения полученной информации используется гибкий диск и цифровая магнитная лента. Универсальность представляемой системы расширена за счет возможности ввода информации, записанной на магнитную ленту.

Программное обеспечение системы разрабатывалось с учетом его функционирования в среде операционной системы RT-II. Для обеспечения предельных скоростных характеристик программ, гибкости по отношению к изменению конфигурации экспериментального оборудования и методик экспериментов программное обеспечение системы создавалось по модульному принципу с использованием языков МАКРО и ПАСКАЛЬ.

Литература

1. Баяковский Ю.М., Галактионов В.А., Михайлова Т.Н. ГРАФОР. Графическое расширение ФОРТРАНА'а. М., Наука, 1985.
2. Данилов Ю.П., Новиков Г.И., Солнушкин С.Д., Чихман В.Н. Автоматизированная система для исследования рецептивных полей зрительной системы животных. Физиол.ж. СССР, 1987, т.73, № 4, с. 551-554.
3. Новиков Г.И., Подвигин Н.Ф. Динамические изменения пространственной организации рецептивных полей. В кн.: "Зрение организмов и роботов", т.1. Вильнюс, 1985, с.44-45.

ЧИТАЮЩАЯ МАШИНА НА БАЗЕ МИКРО-ЭВМ

Я.Гуйк, А.Керт, А.Савихин

Тартуский госуниверситет

Создание устройства автоматного чтения печатного текста для слепых имеет почти вековую историю. К. Ношиевски объявил на III съезде Российских врачей в 1889 г., что создал новый аппарат-электрофтальм, предназначенный для замещения зрения. Эта проблема не разрешена в нашей стране на требуемом уровне до сегодняшнего дня.

На кафедре логики и психологии разрабатывается по заказу Общества слепых ЭССР читающая машина (ЧМ) для лиц с тяжелым повреждением зрения. ЧМ представляет собой установку, с помощью которой инвалиду по зрению станет доступна печатная информация (в основном на бумаге) без посредничества зрячего человека. Выходом должна быть разборчивая речь или тактильно воспринимаемые знаки (Kaasik, Huik, Kert, 1985).

В принципе, современная ЧМ имеет три основных блока:

1. Узел восприятия и преобразования печатных знаков в электрический сигнал.
2. Логический блок или блок распознавания, предназначенный для обработки входных электрических сигналов и распознавания печатных знаков.
3. Выходной узел, преобразующий электрические коды в звуковые или тактильные сигналы.

В целях увеличения эффективности чтения добавляют также пульт управления и блок для повышения контрастности текста. Часто требуются и другие дополнительные блоки: освещение, сканирующее устройство и т.д.

Рассмотрим более подробно основные блоки ЧМ. Оптическая информация снимается при помощи телевизионной камеры, имеющей разрешающую способность не менее 400 линий. В описываемой ЧМ используется студийная портативная камера "Sony". Видеосигнал обрабатывается в специальном блоке и преобразуется в бинарный код. Каждая точка имеет только два значения - белый или черный. В память ЭВМ вводится бинарное изображение, состоящее из 384 столбцов и 256 строк. Такое количество точек дает возможность вводить разный объем текста. Верхней границей, по на-

шим данным, являются 10 строк печатного текста, приблизительно по 30 букв в каждой (ширина журнального столбца). Образец изображения, подвергавшийся распознаванию, приведен на рис. 1, а. Ширина журнального столбца 4 см, разрешающая способность в среднем 12-13 точек на одно знакоместо, т.е. 7-10 на одну букву.

- a) loengutest toimusid kuusküm
b) kaksikute sünnis süüdl

Рис. 1. Образцы изображения печатного текста, подвергавшегося распознаванию: а) в строке 30 букв, в среднем 12-13 точек на одно знакоместо; б) в строке 20 букв, в среднем 18-19 точек на одно знакоместо.

Обработка изображения начинается с выделения буквы. Изображение сканируется по строкам. Буквы выделяются по очередности их высоты, обкатав их контур.

Существенным признаком является связность очертания буквы. При связном контуре она выделяется полностью. В противном случае части буквы выделяются отдельно. Контур может прерываться из-за печатно-технических дефектов, чаще всего из-за помех при вводе. Типичными примерами разрывности букв являются "разорванное" сверху или снизу "о", "разорванные" сверху "п" и "м", "разорванное" снизу "и" и т.д. (рис. 1, а). Проблеме правильного выделения "разорванных" букв невозможно решить, опираясь на ширину, так как, в отличие от машинописного текста, в печатном тексте отсутствует определенная ширина знакоместа. Но большую часть "слипшихся" букв удастся "разрезать", используя ширину буквы.

В современных ЧМ плотность сетки 200 точек на дюйм. При машинописном тексте - 10 букв на дюйм плотности сетки, 20

точек на одно знакоместо. Такая же разрешающая способность достигается в наших условиях емкостью 20 букв в строке на кадр (рис.1,б). Как правило, связность контура сохраняется, хотя имеются случаи ее потери, особенно в углах кадра. Алгоритм распознавания букв допускает, как правило, два разрыва в контуре буквы (алгоритмы распознавания описаны подробнее в статье А.Керта в настоящем сборнике).

ЧМ реализована на базе персонального компьютера "Тарту", изготовленного в Тартуском государственном университете под руководством Л.Хумала. "Тарту" работает на микропроцессоре КР580ИЖ80. Подключение телевизионной камеры к ЭВМ "Тарту" осуществлено также под руководством Л.Хумала.

Распознанные буквы выстраиваются в первоначальный ряд и отправляются в синтезатор речи FS-03, разработанный в Институте кибернетики АН ЭССР (Отт, 1987).

В настоящее время вышеописанным методом достигнута точность чтения до 99% и скорость - 2-3 буквы в секунду.

Литература

1. Отт А. Разработка, исследование и приложения адаптивного алгоритма управления синтезом речи. Автореферат дисс.к.т.н., Таллин, 1987.
2. Kaasik, A., Huik, J., Kert, A. Lugesimasinad. Tallinn, 1985.

УЛУЧШЕНИЕ ЭРГОНОМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДИСПЛЕЯ I5-ИЭ-00-013 ПУТЕМ ИЗМЕНЕНИЯ ОТОБРАЖАЕМЫХ СИМВОЛОВ НА ЭКРАНЕ

М.Х.Сарв

ИВЦ Гостелерадио ЭССР

Результаты эргономических исследований обычно используются при конструировании новых изделий. Этим их эксплуатации обеспечиваются более благоприятные условия по сравнению с прежними моделями.

Но иногда требуется иная постановка проблемы. Можно ли улучшить эргономические параметры готового изделия? Положительный ответ на этот вопрос позволяет увеличить срок службы соответствующих изделий.

Причиной пересмотра эргономических характеристик готовых изделий могут быть:

- появление новых эргономических соображений;
 - функциональное расширение сферы использования изделий;
 - выявление явного эргономического брака в составе изделия.
- Проблема усугубляется из-за наличия дефицита продукции данного класса.

Настоящее сообщение посвящено алфавитно-цифровому дисплею 15-ИЭ-00-013, который широко используется в составе ПЭВМ типа ДВК и в других вычислительных системах. Этот дисплей поставляется в настоящее время и, следовательно, пользователи еще долго будут с ним работать.

Отображение символов на экране этого дисплея организовано на точечной матрице 7x8. При этом выбран принцип, при котором отображения различных знаков должны различаться между собой хотя бы в одной точке. Хотя это, в принципе, позволяет различать все символы, процесс сравнения похожих знаков требует при этом от оператора знания точечного отображения всех символов. Это требует очень большого напряжения. На практике символы, как правило, познаются контекстно. Такое утверждение приобретает большее значение из-за увеличения доли обработки текстовой информации на вычислительных системах.

Человек способен охватывать текст с наименьшими усилиями при привычной организации шрифта. Привычными шрифтами являются тщательно отшлифованные временем стандартные типографские шрифты. От стандартных типографских шрифтов шрифт указанного дисплея далек.

Мы поставили себе целью в рамках существующих в составе дисплея средств отображения (матрица точек 7x8) сконструировать для дисплея символы, по возможности близкие к одному из типографских шрифтов. Такой подход позволил с наименьшими затратами (потребовалась только замена содержания ПЗУ знакогенератора) значительно облегчить чтение текста с экрана. Пользователи положительно восприняли замену шрифта. Новое содержание ПЗК приведено в статье /1/.

Литература

1. Sarv, M., Sanderkoff, A. Kuvari 15-ИЭ-00-013 tärgikujutiste parendamine. Arvutustehnika ja andmetöötlus. Tallinn, 1988, 2, 27-34.

П. МЕТОДЫ, АППАРАТНОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕГИСТРАЦИИ ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ, ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ И ЭРГАТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

МЕТОДИКА РАСЧЕТА НАПРАВЛЕНИЯ ВЗОРА ЧЕЛОВЕКА-ОПЕРАТОРА ПО ИНФОРМАЦИОННЫМ СИГНАЛАМ ДВИЖЕНИЯ ГОЛОВЫ И ГЛАЗА

В.П.Лаурутис, С.П.Мощевичус, Г.А.Даунис

Каунасский политехнический институт им. Антанаса
Снечкуса, Шяуляйский факультет

При разработке аппаратуры для эргономических исследований важное место занимает устройство для определения направления или точки фиксации взора оператора. Известно довольно много методов и устройств для измерения угловых координат положения глаза и ориентации головы человека-оператора. Однако задаче определения направления или точки фиксации взора уделяется недостаточное внимание. Дело в том, что при определении упомянутых координат ограничиваются только угловыми координатами головы и глаз. В этом случае было использовано простое суммирование углов, что приемлемо только для поворотов вокруг одной оси. В общем случае оно дает большую погрешность.

В настоящей работе голова рассматривается как твердое тело. Поэтому ее движение описывается 6 степенями свободы: 3 линейными координатами и 3 угловыми координатами. С этой целью вводится лабораторная система декартовых координат, центр которой находится в точке O . В голове выбирается одна информационная точка, координаты которой в лабораторной системе принимаются как линейные координаты головы. Выбор этой точки может быть сделан произвольно. Часто эта точка совмещается с гипотетической точкой центра вращения головы, т.е. с точкой, которая при вращательном движении головы остается неподвижной. Но строго рассматривая движения головы, такой точки не найдем. Другой путь - выбрать эту точку в центре вращения глаза. Тогда заметно упрощаются приведенные ниже вычисления. Третья возможность - выбрать в качестве информационной точки центр датчика или точку, которая наиболее упрощает проведение измерений.

Схема для решения поставленной задачи показана на рисунке. Информационная точка движения головы обозначена на нем O_1 .

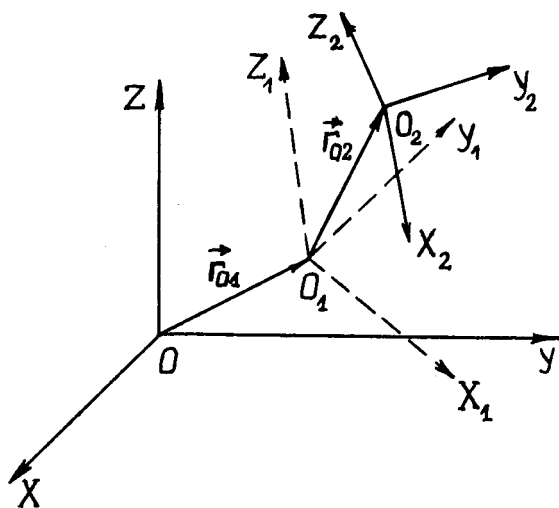


Рис. Схема для определения направления и точки фиксации взгляда человека-оператора

С информационной точкой связывается декартовая система координат с центром O_1 . Угловые координаты головы описываются углами Эйлера $\varphi_1, \theta_1, \psi_1$. В системе головы задается вектор $\vec{r}_{O_2} = x_2 \vec{i} + y_2 \vec{j} + z_2 \vec{k}$, который описывает центр расположения глаза, на котором установлен датчик движений глаза. В центре глаза O_2 помещается декартовая система координат, ось Y_2 которой определяет направление взгляда оператора. Ориентация этой оси в системе координат головы определяется двумя полярными координатами φ_2 и θ_2 , которые измеряются датчиком движений глаза.

Пользуясь показанной выше схемой, находим координаты центра глаза в лабораторной системе:

$$\begin{aligned}
 X_{02} &= X_2 (\cos \varphi_1 \cos \psi_1 - \sin \varphi_1 \cos \theta_1 \sin \psi_1) - \\
 &\quad - Y_2 (\cos \varphi_1 \sin \psi_1 + \sin \varphi_1 \cos \theta_1 \cos \psi_1) + Z_2 \sin \varphi_1 \sin \theta_1 + X_{A1}; \\
 Y_{02} &= X_2 (\sin \varphi_1 \cos \psi_1 + \cos \varphi_1 \cos \theta_1 \sin \psi_1) + \\
 &\quad + Y_2 (-\sin \varphi_1 \sin \psi_1 + \cos \varphi_1 \cos \theta_1 \cos \psi_1) - Z_2 \cos \varphi_1 \sin \theta_1 + Y_{A1}; \\
 Z_{02} &= X_2 \sin \theta_1 \sin \psi_1 + Y_2 \sin \varphi_1 \cos \psi_1 + Z_2 \cos \theta_1 + Z_{A1}.
 \end{aligned}$$

Углы взора оператора в лабораторной системе определяются по равенствам:

$$\begin{aligned}
 \theta &= \arccos n_z, \\
 \varphi &= \arctg \frac{n_x}{n_y},
 \end{aligned}$$

где n_x, n_y, n_z — составляющие единичного вектора направления взора, а угол φ отсчитывается от оси Y .

Составляющие n_x, n_y, n_z определяются из уравнений:

$$\begin{aligned}
 n_x &= \sin \varphi_2 \cos \theta_2 (\cos \varphi_1 \cos \psi_1 - \sin \varphi_1 \cos \theta_1 \sin \psi_1) - \\
 &\quad - \cos \varphi_2 \cos \theta_2 (\cos \varphi_1 \sin \psi_1 + \sin \varphi_1 \cos \theta_1 \cos \psi_1) + \\
 &\quad + \sin \theta_2 \sin \varphi_1 \sin \theta_1; \\
 n_y &= -\sin \varphi_2 \cos \theta_2 (\sin \varphi_1 \cos \psi_1 + \cos \varphi_1 \cos \theta_1 \sin \psi_1) + \\
 &\quad + \cos \varphi_2 \cos \theta_2 (-\sin \varphi_1 \sin \psi_1 + \cos \varphi_1 \cos \theta_1 \cos \psi_1) - \\
 &\quad - \sin \theta_2 \cos \varphi_1 \sin \theta_1; \\
 n_z &= -\sin \varphi_2 \cos \theta_2 \sin \theta_1 \sin \psi_1 + \\
 &\quad + \cos \varphi_2 \cos \theta_2 \sin \varphi_1 \cos \psi_1 + \sin \varphi_2 \cos \theta_1.
 \end{aligned}$$

Имея эти данные, найти точку фиксации взора оператора на экране не представляет трудностей.

Вычисления производились на микро-ЭВМ ДВК-2. Для ввода экспериментальных данных использовалась система КАМАК.

МЕТОД АВТОМАТИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ СКАЧКООБРАЗНЫХ ДВИЖЕНИЙ ГЛАЗ

А. Ю. Мечинская

Шяуляйский информационно-вычислительный центр

Задача создания эргономического обеспечения для систем "человек-техника", использующих информацию о положении глаз человека-оператора, ставит проблему оперативного определения индивидуальных характеристик глазодвигательной системы. С этой целью предлагается метод, заключающийся в применении математических моделей, отражающих процессы управления в глазодвигательной системе на уровне функционирования нейронных структур. Для реализации метода разрабатывается система автоматической настройки параметров и характеристик звеньев этих моделей.

Технические средства системы - окулометр, измеритель координат положения головы, блок связи измерителей с ЭВМ, ЭВМ с объемом оперативной памяти не менее 64 Кбайт.

Программные средства включают пакет для обработки регистраций движений глаз и головы и пакет для определения параметров и характеристик модели механизмов управления скачкообразными движениями глаз. В настоящее время нами производится отладка программ второго пакета, основные функции которого - формирование с помощью блочно-ориентированного языка структуры модели и автоматическая настройка параметров и характеристик блоков модели.

Предположительно, что при наличии зрительной цели входной величиной является ретинальная ошибка, установленная в координатах глаза, которая проецируется на квазивизуальные клетки верхних двухолмий. Координаты цели в пространстве могут быть определены путем суммирования величины, пропорциональной ретинальной ошибке с эфферентной копией с команд мотонейронам, пропорциональной позиции глаза в орбите. После того, как определены направление и амплитуда скачка, снимается торможение с возбуждающих клеток и далее возбуждение передается на тонические нейроны и мотонейроны. Глаза поворачиваются до тех пор, пока позиция глаза не станет равной желаемой, и тогда тормозится активность возбуждающих клеток. Такая

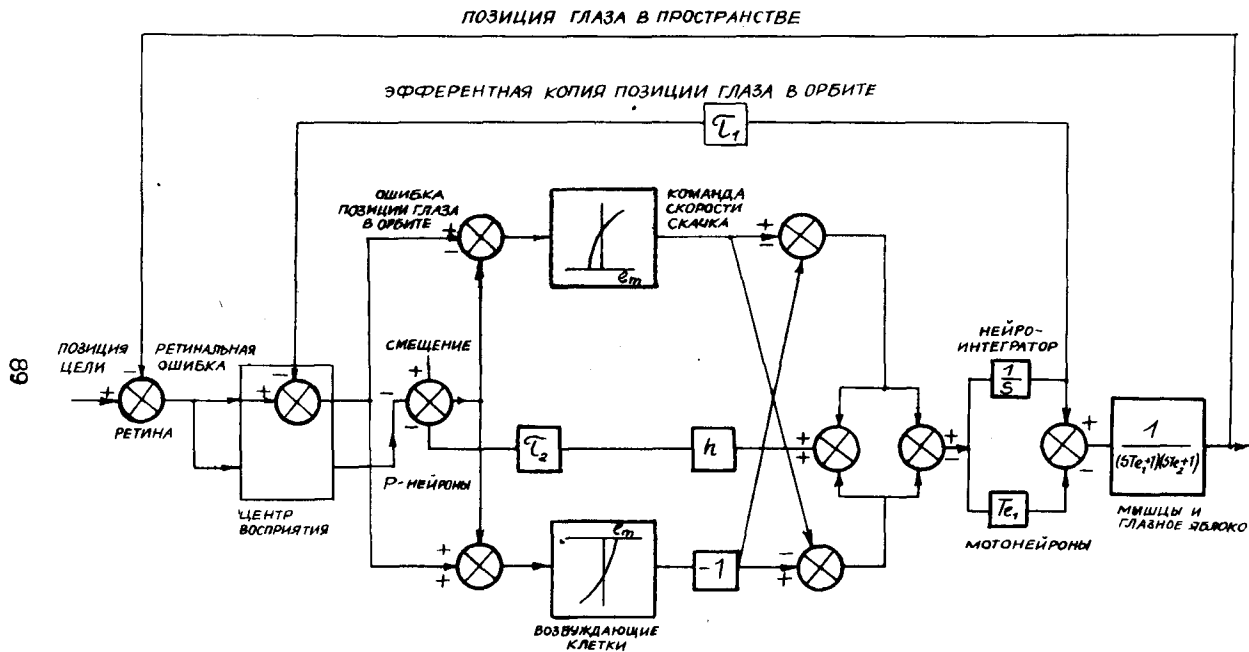


Рис. I. Математическая модель системы скачкообразных движений глаз

схема не отражает в полной мере все связи нейронной организации горизонтальных скачкообразных движений глаз, однако экспериментально полученные передаточные функции для некоторых нейронных путей /2,3/ подтверждают, что основной контур генерации скачкообразного движения совпадает с теоретическим. Математическая модель в виде структурной схемы, отражающая вышеизложенные данные с позиции процессов управления, приведена на рис. I. Данная модель является базовой и на ее основе производится автоматическая индивидуальная настройка параметров и характеристик. Амплитуда, скорость и траектория скачкообразных движений в большинстве случаев зависят от характеристики активации возбуждающих клеток /I/. Поэтому автоматический поиск оптимальных значений параметров по известным алгоритмам минимизации производится в следующей последовательности: определяются параметры характеристик блоков возбуждения, времена задержек в цепях обратной связи, смещение, постоянные времени блока мотонейронов и блока, отражающего динамику мышц и глазного яблока.

Результаты моделирования могут быть использованы для составления паспортных данных о системе управления скачкообразными движениями глаз испытуемого.

Пакет программ разрабатывается на языке FORTRAN-IV, отладка пакета производится на ЭВМ СМ-4.

Литература

1. Optican, L.M., Robinson, D.A. Cerebellar-dependent adaptive control of primate saccadic system. *J. Neurophysiol.*, 1980, 44, 1058-1076.
2. Robinson, D.A. Control of eye movements. "Handbook of Physiology, Vol. II, Part 2. The Nervous System", Brooks, V.B. (Ed.). Amer. Physiol. Soc., Williams Wilkins, 1981, 1275-1320.
3. Robinson, D.A. The use of control systems analysis in the neurophysiology of eye movements. *Ann. Rev. Neurosci.*, 1981, 4, 463-503.

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА СИСТЕМ "ЧЕЛОВЕК-ТЕХНИКА" ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЫ ОТОБРАЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ

В.П.Лауритис, Э.-С.С.Вайтека, С.П.Бальчюнас

Шауляйский факультет Каунасского политехнического института им. Антанаса Снечкуса

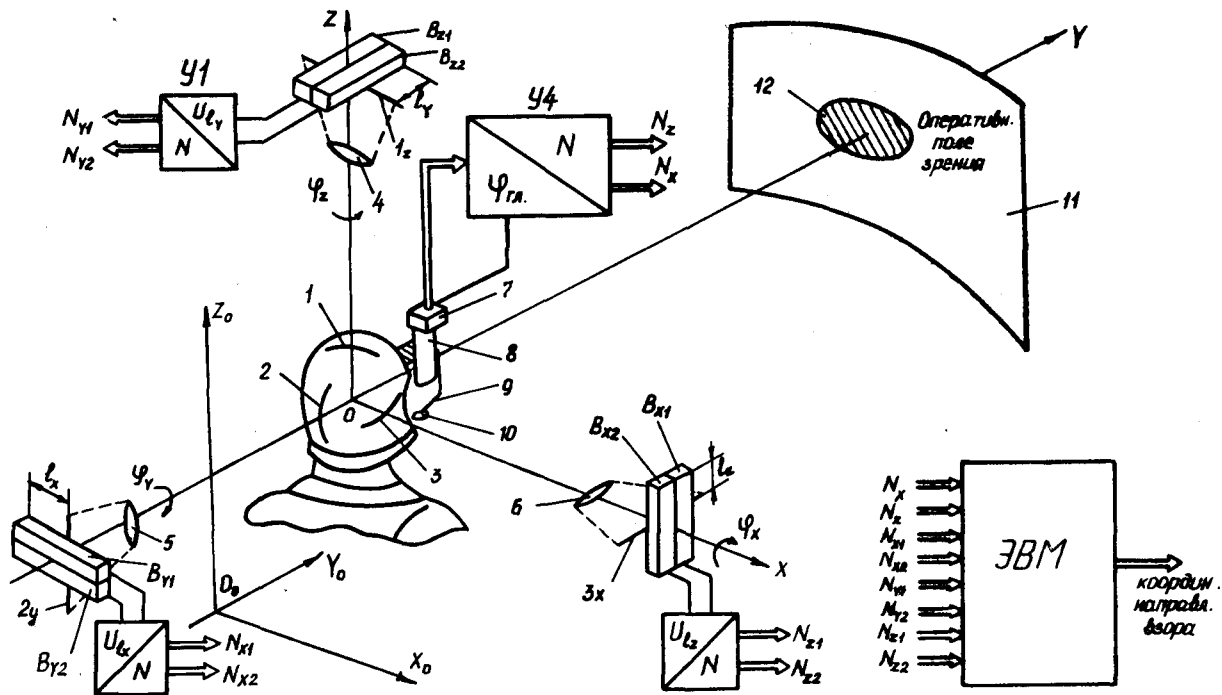
В системах "человек-техника" основную долю информации человек получает при помощи зрительной системы, поэтому проблемы совершенствования систем отображения информации (СОИ) традиционно находятся в центре внимания эргономики.

В настоящей работе рассмотрена структура адаптивной СОИ и способы ее технической реализации. Адаптивная СОИ состоит из двух изображений: общего широкоугольного I_1 и узкой зоны оперативного поля зрения I_2 . Изображение в зоне оперативного поля зрения предъядвляется с повышенной четкостью или увеличенным масштабом по сравнению с общим изображением и перемещается на общем изображении в соответствии с точкой фиксации взора оператора.

Координаты точки фиксации взора оператора определяются системой измерения координат положения головы и телевизионным измерителем $У_4$ угловых координат положения глаза.

Телевизионный измеритель угловых координат положения глаза работает по принципу роговичного блика. Блик формируется на экране ПЗС матрицы 7 при помощи инфракрасного светодиода 10, отражающего зеркала 9 и оптической системы 8. Преобразователь $У_4$ формирует код, соответствующий угловым координатам положения глаза N_z, N_x .

Для определения координат положения головы на шлеме оператора в местах пересечения шлемной поверхности с плоскостями XOZ, YOZ, XOY прикреплены светящиеся полоски 1, 2, 3. Точка начала координат "0" находится в геометрическом центре головы. На осях X, Y, Z расположены объективы 4, 5, 6, формирующие на активных участках сканиstorных преобразователей световые указатели I_z, I_y, I_x . Для определения перемещений центра головы l_x, l_y, l_z по координатам X, Y, Z , а также углов поворота $\varphi_x, \varphi_y, \varphi_z$ плоскостей XOZ, YOZ, XOY , использованы пары сканиstorных преобразователей $Bx1, Bx2, By1, By2, Bz1, Bz2$. Сканиstorы включены в схемы $У1, У2, У3$, определяющие



Структурная схема системы определения координат направления взгляда

местоположения световых указателей $I_z, 2y, 3x$ /1/, причем выходные кодовые значения каждой пары преобразователей позволяют вычислить угол поворота соответствующей плоскости:

$$\varphi_x = \arctg \frac{N_{z1} - N_{z2}}{a}, \varphi_y = \arctg \frac{N_{x1} - N_{x2}}{a}, \varphi_z = \arctg \frac{N_{y1} - N_{y2}}{a}, \quad (1)$$

где a - расстояние между активными участками сканисторной пары.

Смещение центра головы "0" на величину l по любой координате определяется выражениями:

$$l_x = \frac{N_{x1} + N_{x2}}{2}, \quad l_y = \frac{N_{y1} + N_{y2}}{2}, \quad l_z = \frac{N_{z1} + N_{z2}}{2}. \quad (2)$$

Однако любое вращательное движение плоскостей XOZ, YOZ и XOY вызывает поступательные движения световых указателей на сканисторах, расположенных на перпендикулярных плоскостях в отношении осей, вокруг которых совершаются вращательные движения.

Системные погрешности "поворот-смещение" определяются выражениями:

$$\Delta l_y = A \cdot \tg \varphi_x, \quad \Delta l_x = A \cdot \tg \varphi_z, \quad \Delta l_z = A \cdot \tg \varphi_y, \quad (3)$$

где A - коэффициент объективов 4,5,6.

Выражения (1,2,3) являются алгоритмами работы вычислителя У5 для определения положения головы. На входной интерфейс вычислителя У5 также поступает информация от измерителя У4 движений глаз оператора в плоскости XOZ . ЭВМ вырабатывает координаты направления взора, которые используются при формировании изображения в оперативном поле зрения.

Литература

Г. Крицюнас К.С., Вайтека Э.-С.С., Кожухова Е.А. Преобразователь перемещения в код. Заявка № 4204555/24-24 от 27.02.87. Положительное решение от 21.08.87.

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ГИБКОЙ МОДУЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЯ ДВИЖЕНИЙ ГЛАЗ, ГОЛОВЫ, ВЗГЛЯДА

М.Ф. Бернотас, К.С. Крицюнас

Каунасский политехнический институт им. Антанаса
Снечкуса, Шяуляйский факультет

В эргономических экспериментах, основанных на анализе информации о движениях человека-оператора, используются различные технические средства измерения. Одними из наиболее сложных и информативных являются измерения движений глаз, головы и взгляда. Для их измерения в настоящее время разработано большое количество средств, работающих на основе различных принципов, имеющих разную точность и обладающих разными возможностями применения. В основном это электронные устройства, сложные как при разработке, так и в эксплуатации. С другой стороны, сама идея, цель эксперимента часто требует немедленной выдачи обработанных регистрируемых данных, что невозможно при их ручной обработке. С приходом мини- и персональных компьютеров в лаборатории стало возможным в какой-то степени решить упомянутые проблемы путем подключения к ним измерителей и разработки соответствующего программного обеспечения. В настоящее время разработано значительное количество аппаратурных и программных средств, решающих определенные задачи индивидуальным путем от начала до конца, что делает применение так созданного аппаратурного и программного интеллекта для других задач затруднительным.

Наша цель - попробовать выявить наиболее часто встречаемые задачи при исследовании движений глаз, головы, взгляда и разработать для них аппаратурные и программные модули, обладающие универсальностью, что позволило бы использовать их многим коллективам исследователей. При этом становится возможным часть функций формирования результата измерения передать компьютеру, что снизило бы сложность аппаратурной части измерителей, повысило бы их надежность, точность, облегчило бы проектирование и эксплуатацию. В идеальном случае аппаратурная часть должна выполнять только роль первичного измерительного преобразователя.

При проведении эргономических экспериментов наиболее

часто решаются следующие задачи: генерация стимульных целей, сцен, изображений, измерительное преобразование операторских движений, ввод данных в компьютер, калибровка данных, предварительная обработка, выделение информационных признаков, обработка выделенных данных, выдача и хранение результирующей информации. Разбить задачи надо четко, оговаривая входные и выходные данные: число разрядов, частоту дискретизации и обмена, чтобы можно было из отдельных универсальных программ **создать** индивидуальную, уникальную путем их объединения.

Создание такого пакета программ общими силами нескольких заинтересованных, работающих в этом направлении, коллективов значительно облегчило бы использование вычислительных средств при обработке результатов экспериментов, позволило бы значительно упростить аппаратную часть измерителей, оставляя им лишь функцию преобразования измеряемых движений в электрический сигнал и его предварительное формирование. Например, большая часть измерителей движений глаз, головы, взгляда использует электромагнитные методы. Наибольшая точность достигается при использовании промежуточного фазового сигнала, дальнейшую обработку которого просто и удобно производить не аппаратным, а программным путем.

Генерацию стимульных сигналов, предъявляемых дисплейным способом, также можно унифицировать, выделяя, например, точки, фигуры, текстуру, решетки, а также их расположение, цвет, скорость, направление движения и т.д.

Для ввода сигналов некоторых измерителей можно использовать любое, подходящее для этого, устройство, например, крейт КАМАК, но он дорог, дефицитен и не решает все проблемы, так как выходной сигнал измерителя должен быть типовым. Для нетиповых сигналов удобнее разработать программные модули, упрощая аппаратные.

Измерение движений человека-оператора требует индивидуальной калибровки перед каждым экспериментом или серией экспериментов. Наиболее широко распространены такие этапы калибровки, как установка нуля и коэффициента усиления, линеаризация характеристик и развязка координат. Эти операции являются типичными, аналогичными для любых задач и должны

выполняться автоматически программным путем.

Предварительная обработка и выделение информационных признаков - это алгоритмизуемый процесс, охватывающий выделение морганий, различных других артефактов, саккад, тремора, периодических составляющих, определение направления взгляда по координатам положения головы и направления глаз и подобные действия.

Модули по обработке данных должны производить разноплановый статистический, корреляционный и спектральный анализ, который характерен для различных задач.

Сложнее унифицировать модули выдачи и хранения результирующей информации, которые должны обеспечить вывод информации в виде различных выходных документов, а также в качестве обратной связи к человеку-оператору, что нередко встречается в различных психологических и других экспериментах. Необходимо обеспечить надежную и гибкую систему каталогизации обработанных данных, с целью их дальнейшего использования.

Вершиной гибкой модульной системы должна быть управляющая программа, с помощью которой экспериментатор в диалоговом режиме мог бы выбрать необходимые модули для конкретного эксперимента и продуктом которой явилась бы новая, целостная программа для его проведения. Такую систему можно было бы дополнять все новыми модулями, разработанными в разных коллективах. Придерживаясь такой идеологии и выбрав наиболее распространенную операционную систему и алгоритмический язык программирования, можно создать мощное средство в эргономических исследованиях.

Нам кажется целесообразным усилиями созданной рабочей группы разработать большинству специалистов по эргономике и инженерной психологии приемлемую классификацию и инвентаризацию аппаратурных и программных средств с целью их унификации и дальнейшего эффективного обмена идеями, а, может быть, и тиражирования самих средств.

АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ РЕГИСТРАЦИИ ДВИЖЕНИЙ ГЛАЗ, ГОЛОВЫ, ВЗГЛЯДА

К.С.Крицюнас, С.П.Бальцюнас, М.Ф.Бернотас, Л.В.Буйвис,
Э.С.Вайтека, С.Б.Крицюнене, Р.И.Лапе, Н.И.Лаурутене,
В.П.Лаурутис, З.И.Тураускас, В.А. Пташинкас,
Ч.Д. Черняускас

Каунасский политехнический институт им. Антанаса
Снечкуса, Шяуляйский факультет

Стимулируемый различными обстоятельствами коллектив специалистов Шяуляйского факультета КПИ за последние 13 лет разработал ряд измерителей координат положения глаз в орбите, головы в пространстве и точки фиксации взгляда. Разнообразие требований породило большое разнообразие измерителей, отличающихся как по физическим принципам действия, так и по конструкторскому решению, метрологическим характеристикам и свойствам.

Для измерения совместных микро- и макродвижений глаза использовались электромагнитный и фотоэлектрический методы измерительного преобразования. Электромагнитные измерители строились на основе применения алюминиевого контактного кольца /1/, самоприсасывающегося к глазу. Оно имеет форму тонкостенного пояса, который внутренним краем прилегает к лимбусу, а верхним - к склере. Первичный преобразователь индуктивного типа состоит из двух или четырех координатных катушек и контактного кольца, а трансформаторные преобразователи имеют еще и центральную катушку. Катушки связаны между собой общим каркасом и помещаются перед глазом в глазнице. Каркас крепится к голове, к шлему или к измерительному стенду, для повышения точности измерений используется зубной слепок. Разработан целый ряд методов выделения сигналов позиции глаза и скорости его движения /1/. Применялось центральное и координатное возбуждение, амплитудные и фазовые промежуточные сигналы. Измерительные каналы разделялись пространственным, частотным, временным и фазовым методами. Измерительные схемы строились по принципам прямого и компенсационного преобразования. Выходные сигналы выдавались привязанными к ортогональной или полярной системе координат. Предложены измерители

с кусочно-линейной характеристикой преобразования, позволяющие видеть микродвижения в регистрациях, ширина апертур которой выбиралась равной $1-2^{\circ}$.

Разработанные измерители позволяют проводить исследования движений открытых или закрытых обоих глаз в течение до двух часов в диапазоне от $0,3$ до $20-30^{\circ}$, а также строить специальные приборы.

Фотоэлектрические измерители используют движение лимба глаза, на который направляются фотодиоды, принимающие отраженный свет от глаза, излучаемый инфракрасными светодиодами. Фотоэлектрические измерители имеют общий недостаток - характеристики преобразования имеют нелинейность, зависящую от индивидуальных геометрических характеристик глаза. По разрешающей способности и диапазону преобразования они отстают от электромагнитных.

Для измерительного преобразования макродвижений разработаны электроокулографический и телевизионный измерители. Основным недостатком электроокулографического измерителя, заключающийся в дрейфе нуля и изменении коэффициента преобразования во время эксперимента, значительно уменьшается путем применения разработанной схемы автоматического смещения и автоматического изменения крутизны характеристики преобразования, запускаемой экспериментатором или ЭВМ, управляющей экспериментом. Благодаря им ошибку регистрации можно довести до $0,5^{\circ}$ в диапазоне $\pm 20^{\circ}$ в вертикальной плоскости и ± 30 - в горизонтальной.

Телевизионный измеритель реагирует на изменение положения роговичного блика. Путем применения отделенной ПЭС матрицы, располагаемой на голове испытуемого, от электронной схемы камеры, улучшается эргономичность измерителя. Способ фиксации элемента изображения глаза с максимальной амплитудой позволяет определить координаты положения глаза с точностью до размеров элемента разложения. Дальнейшее повышение точности преобразования возможно путем применения в камере матрицы ПЭС с большим числом элементов.

Для измерительного преобразования угловых и линейных координат положения головы разработаны телевизионный и электромагнитный измерители, основанные на использовании шести излу-

чающих элементов, расположенных на голове в трех взаимоперпендикулярных плоскостях (сбоку, наверху и на затылке головы) по два. Перпендикулярно координатным осям располагаются телевизионные камеры, реагирующие на свет миниатюрных излучателей, или электромагнитные планшеты, реагирующие на электромагнитные колебания, излучаемые индуктивными катушками /2,3,4/. При ограничении степеней свободы движения головы испытуемого аппаратурная часть упрощается комплектно.

Для связи с ЭВМ разработан восьмиканальный интерфейс, в составе которого - АЦП, схемы управления графопостроителем, коммутации управляющих сигналов и формирователь временных интервалов. В качестве АЦП использован стандартный преобразователь типа Ф7077/1. Предел измерения входного сигнала от -10 В до +10 В, выбор полярности - автоматический. Рабочий диапазон входных сигналов по частоте занимает от 0 до 5,0 кГц. Время преобразования не более 8 мкс, выходной код - потенциальный параллельный двоичный, число разрядов, включая разряд полярности - 11.

Разработано математическое обеспечение для определения координат точки фиксации взгляда по измеренным координатам углового положения глаза в орбите и координат положения головы в пространстве.

Литература

1. Крицюнас К.С. Преобразование эргатической информации. - Вильнюс: Мокслас, 1981.
2. Крицюнас К.С., Шукис З.И. Устройство для регистрации положения головы наблюдателя относительно объекта наблюдения. - Авт. свид. СССР № 904666, Б.И. № 6, 1982.
3. Крицюнас К.С. и др. Преобразователь угловых перемещений зрительной оси в электрический сигнал. - Авт. свид. СССР № 1005769, Б.И. № 11, 1983.
4. Пиворюнас И.П. и др. Преобразователь движения головы человека в электрический сигнал. - Авт.свид. СССР № 1124924, Б.И. № 43, 1984.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОТЫ ОПЕРАТОРА С ЗАШУМЛЕННЫМИ ИЗОБРАЖЕНИЯМИ

С.К.Цендровский, А.А.Савихин, Е.А.Гаврилин

г. Ленинград

Среди задач, решаемых оператором при работе со средствами визуализации информации, наиболее распространенными являются поиск и опознавание объектов на зашумленных изображениях. Изучению зрительного восприятия в шумах традиционно уделяется большое внимание /3,4/. В качестве шумового компонента наиболее часто используется белый гауссовский шум в ограниченной полосе частот, моделирующий шумы датчика сигнала (например, передающей телевизионной трубки или полупроводниковых приемников излучения). В ряде оптико-электронных приборов изображение формируется посредством механического сканирования пространства приемником, а визуализация осуществляется стандартными телевизионными средствами /2/. Различия параметров обоих растров требуют буферизации изображения в цифровом блоке, при частоте обновления информации на экране индикатора определяется частотой развертки сканирующего механизма.

Разработанное устройство позволяет воспроизвести условия наблюдения, близкие к реальным при работе со средствами визуализации изображений. Аппаратура обеспечивает формирование статических и динамических псевдослучайных двумерных полей (шумовых полей), имеющих нормальное распределение амплитуд, и последующее совмещение шумовых реализаций с сигналом изображения тест-объекта, поступающим от внешнего источника видеосигнала. Предусмотрены два режима совмещения шумовых полей с изображением тест-объекта:

$$\text{аддитивный } B = C + aY$$

$$\text{мультипликативный } B = C(1 + aY)$$

где C , Y , B - мгновенные амплитуды сигналов объекта, шума и результирующего сигнала; a - регулируемый коэффициент, устанавливающий заданный уровень шума.

Синтез двумерных шумовых полей при ориентации на телевизионные средства визуализации сводится к задаче генерирования псевдослучайной числовой последовательности (ПСЧП) с

равномерным распределением амплитуд отсчетов, отсчеты которой подвергаются нелинейному преобразованию для получения заданного закона распределения.

В описываемом устройстве отсчеты ПСЧП с нормальным распределением амплитуд представляются шестизрядными двоичными числами, что соответствует диапазону уровней 0...63. Параметры распределения имеют следующие значения: математическое ожидание $m_y = 31,5$, среднее квадратичное отклонение $\sigma_y = 10,5$.

Формирование шумового поля происходит следующим образом. Генератор ПСЧП, формирующий числовую последовательность с равновероятным распределением значений отсчетов, представляет собой двоичный сдвигающий регистр с цепью логической обратной связи /5/. Количество разрядов регистра равно 20, при этом период повторения $N = 2^{20} - 1$, что превышает количество элементов разложения кадра изображения ($N_3 \approx 600 \times 600$) и обеспечивает отсутствие на зашумленном изображении участков с идентичным пространственным распределением амплитуд шума.

Двухразрядные двоичные числа, образованные разрядами 0,1,... 8 регистра, равновероятно распределены в диапазоне 0...511. Период образования отсчетов ПСЧП определяется частотой импульсов сдвига и в нашем случае равен 100 нс. Генерируемые двоичные числа используются в качестве 9-разрядного адреса постоянно запоминающего устройства (ПЗУ), на базе которого осуществляется табличная реализация заданного закона распределения. Шестизрядные двоичные числа, распределенные по нормальному закону, снимаются с выхода ПЗУ и с помощью цифроаналогового преобразователя переводятся в аналоговые уровни сигнала. Совмещение полученного шумового сигнала с видеосигналом изображения тест-объекта происходит в смесителе в соответствии с заданным режимом совмещения.

Детерминированный способ образования ПСЧП позволяет осуществлять формирование как статических шумовых полей, так и полей с периодом смены шумовой реализации, кратным периоду кадровой частоты в телевидении ($f_k = 25$ Гц). Для этого на протяжении соответствующего числа кадров необходимо возобновлять генерирование ПСЧП с одного и того же начального состояния регистра сдвига, которое запоминается в буферном регистре.

В динамическом режиме частота смены шумовой реализации на экране монитора равна $f_c = f_k / K$, где K может задаваться с пульта устройства из ряда 1, 2...16.

Устройство для зашумления тестовых изображений предназначено для проведения в реальном масштабе времени экспериментальных исследований в составе Управляющего Вычислительного Комплекса (УВК) для исследования зрительного восприятия /1/, что существенно расширяет круг задач, решаемых с помощью УВК.

Литература

1. Гаврилин Е.А., Смирнов В.П., Цендровский С.К. - Труды ГОИ, 1984, т.57, вып. 191, с. 173-177.
2. Жуков А.Г., Горюнов А.Н., Кальфа А.А. Тепловизионные приборы и их применение. М.: Радио и связь, 1983, 168 с.
3. Ллойд Дж. Системы тепловидения. М.: Мир, 1978, 416 с.
4. Красильников Н.Н. Теория передачи и восприятия изображений. М.: Радио и связь, 1986, 248 с.
5. Ярмолик В.Н., Демиденко С.Н. Генерирование и применение псевдослучайных сигналов в системах испытания и контроля. Минск: Наука и техника, 1986, 200 с.

АППАРАТНОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ САККАДИЧЕСКИХ ДВИЖЕНИЙ ГЛАЗ И ГОЛОВЫ ОПЕРАТОРА-НАБЛЮДАТЕЛЯ

В.П.Смирнов, Е.А.Гаврилин, О.В.Костров, В.А.Кырбе
г. Ленинград

Изучение зрительной системы человека с помощью методов регистрации движения глаз находит важное применение в научных направлениях, изучающих взаимодействие человека с техникой: эргономике, инженерной психологии, иконике. Для целей иконики основной интерес представляют закономерности распределения фиксаций глаза по изображению, в связи с чем объектом регистрации должны являться саккадические движения глаз и ориентация головы испытуемого /1, с.4,76/. Для проведения таких исследований был разработан комплекс аппаратных и программных средств, вошедший в состав УВК для исследования восприятия изображений /1, с.173/.

Комплекс аппаратуры для регистрации движения глаз и го-

ловы оператора состоит из ЭВМ СМ-1404, блока предъявления изображения, оптических устройств регистрации движения глаз и головы с телевизионными приемниками и электронных блоков кодировки и синхронизации сигнала для ввода в ЭВМ /2/. Оптическое устройство регистрации движения глаз по роговичному блику выполнено в двух модификациях: для работы испытуемого с фиксированной в пространстве и со свободной головой. В последнем случае оптические элементы устройств регистрации движения глаз и головы закреплены на головном ободе, а изображение роговичного блика передается к приемнику по гибкому стекловолоконному жгуту.

Комплекс программных средств УВК включает программы, обеспечивающие автоматизацию основных этапов экспериментальных исследований: подготовку и проведение экспериментов, регистрацию, хранение и обработку полученных данных. При последовательной работе указанных программ создаются и модифицируются файлы на устройствах внешней памяти, в которых хранится информация о проходящем исследовании. Программы обработки экспериментальных данных содержат в своем составе следующие процедуры: выделение фиксации, пересчет данных по результатам градуировки, расчет и статистическую обработку характеристик движения глаз и головы (см. схему на рис. I).

Программа выделения фиксации позволяет получить на основе регистрируемых с частотой 50 Гц координат роговичного блика информацию о позиции и продолжительности фиксационных остановок глаза. Промежутки между фиксациями при этом классифицируются как скачки или моргания, а микродвижения глаза усредняются внутри фиксации. При выделении фиксации задаются два параметра: радиус зоны фиксации и минимальная ее продолжительность. Определение координат фиксации на поле изображения осуществляется нелинейным преобразованием зарегистрированных координат роговичного блика на основе результатов индивидуальной градуировки глаза. На основе массива координат фиксации программным путем осуществляется наложение траектории движения глаза на копию тестового изображения, а также расчет амплитуды и направления скачков глаза и других характеристик.

Значения полученных характеристик, а также времени ре-

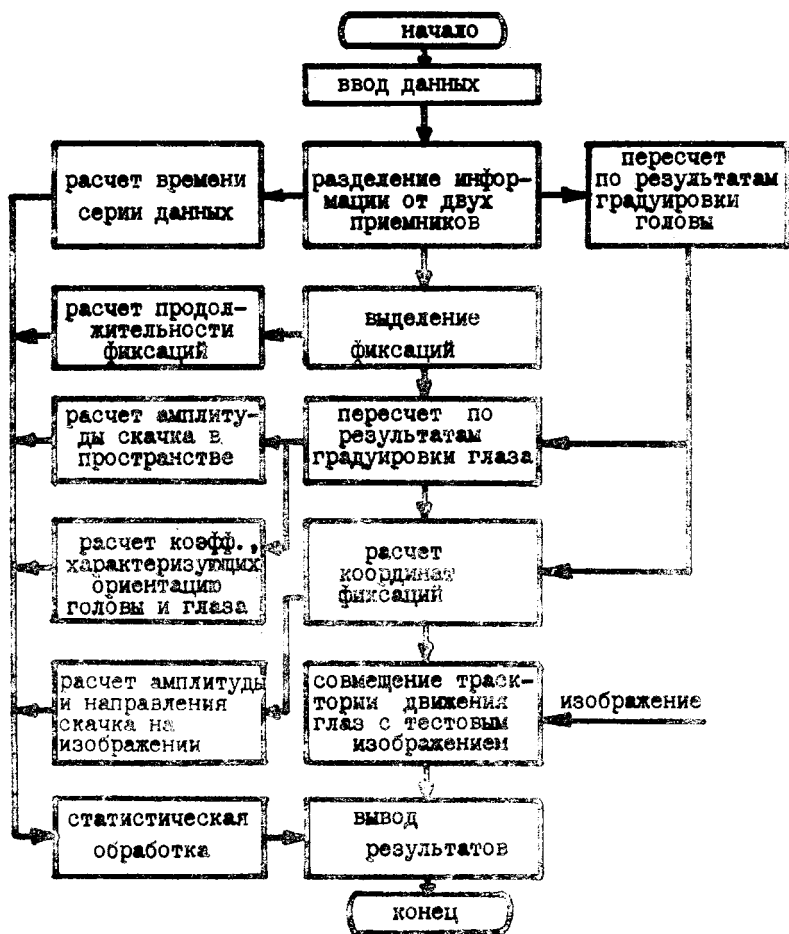


Рис. 1. Общая структура процесса обработки данных

шения зрительной задачи из любой заданной выборки серий данных подвергаются статистической обработке. Вывод результатов обработки производится на АЦПУ в виде таблиц, гистограмм и графиков, а также на устройствах фототелеграфного типа в виде изображений с наложенным распределением зрительных фиксаций.

В процессе апробации описанного комплекса технических средств были определены его технические характеристики: диапазон регистрации углов поворота глаза составил $\pm 26 \dots 30^\circ$, углов поворота головы - не менее $\pm 40^\circ$, средняя квадратическая погрешность определения положения зрительной фиксации не превышала $40''$. Проведенные при помощи описанного комплекса эксперименты по изучению зрительного поиска показали, что такие характеристики, как амплитуда скачка, количество и пространственное распределение фиксаций хорошо коррелируют с типом и сложностью тестового изображения и временем поиска. В связи с этим открываются возможности использования результатов исследований глазодвигательной активности для изучения механизмов восприятия изображений в целях выбора оптимальных способов их обработки и визуализации.

Литература

1. Иконика. Зрительное восприятие изображений. - Труды ГОИ, 1984, т.57, вып.191.
2. Смирнов В.И., Кушпиль В.И. и др. Автоматизированный комплекс для регистрации движения глаз. - Труды ГОИ, 1982, т.51, вып.185, с. 110-114.

АППАРАТУРА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗРИТЕЛЬНОГО МАРШРУТА ВЗГЛЯДА ЧЕЛОВЕКА-ОПЕРАТОРА

В.П. Лауритис, Д.В. Вишняускаене

Шяуляйский факультет Каунасского политехнического
института им. Антанаса Снечкуса

Постоянный контроль за состоянием информационного поля является одной из основных компонент операторской деятельности. Выполнение этой функции сопровождается визуальным поиском нужного места на информационном поле, которое рассматривается как точка фиксации взгляда. Поэтому определение пос-

ледовательности фиксируемых точек, рассматриваемых оператором в процессе своей деятельности, или, как принято в настоящее время говорить, определение зрительного маршрута, позволяет решить довольно много эргономических задач, в том числе и задачу об оптимальном размещении средств отображения информации, что необходимо для уменьшения времени восприятия информации оператором и для повышения надежности его действий.

Для этих целей необходимо разработать аппаратуру для определения угловых координат глаза относительно своего центрального положения и ориентации головы оператора. Этим вопросам посвящено немало работ /1,2/. Однако описанные в них устройства являются сложными, трудоемкими при настройке, неудобными в эксплуатации.

Аппаратура для определения точки фиксации взгляда разрабатывается на кафедре радиотехники Шауляйского факультета Каунасского политехнического института им. Антанаса Снечкуса. В ней для определения угловых координат положения глаза использован электроокулографический метод, который является одним из наиболее известных и распространенных. Используемый метод основан на том, что между роговицей и сетчаткой здорового глаза имеется разность электрических потенциалов порядка нескольких милливольт. При поворотах глаза в горизонтальной плоскости происходит изменение разности потенциалов между точками кожи, расположенными справа и слева от глаза, а при поворотах глаза в вертикальной плоскости эти изменения происходят между точками кожи, расположенными выше и ниже глаза. Но измеряемые таким способом потенциалы зависят не только от поворота глаз относительно вертикальной и горизонтальной осей, а и от других кожно-гальванических потенциалов, торсионных движений глаз, времени суток, продолжительности бодрствования человека, сопротивления электрод - кожа и т.д. Поэтому в начале каждого эксперимента необходима центровка и калибровка устройства. С этой целью в разработанное устройство введены цепи автоматической установки коэффициента усиления усилителя, что позволяет центровку и калибровку производить автоматически. Измеритель ориентации головы основан на электромагнитном методе измерения. Измеритель содержит излучающую катушку индуктивности, закрепленную на шлеме, ус-

танавливаемом на голове оператора, катушки индуктивности - приемники излучения, и преобразователь взаимного расположения излучающей катушки и приемников излучения в электрический сигнал. На экране системы отображения информации устанавливаются две матрицы приемников излучения для измерения горизонтальных и вертикальных составляющих перемещений головы. Приемники излучения располагаются с равномерным шагом. Величина шага выбирается в зависимости от диаграммы направленности излучающей катушки так, чтобы излучение охватывало не менее трех приемников. Такая конструкция системы приемников позволяет определить ориентацию головы оператора в широком угловом диапазоне с одинаковой точностью, поскольку использован кусочно-линейный способ, т.е. измерение между двумя приемниками производится только в линейной части характеристики преобразования. При выходе из линейной части преобразователь автоматически подключается к следующей паре приемников.

Калибровка измерений осуществляется двумя операциями. Во-первых, голова оператора ориентируется на калибровочную точку. Глаза в этом случае, применяя специальное приспособление, прикрепленное к шлему, устанавливаются в центральное положение. В измерителе ориентации головы путем изменения коэффициента усиления устанавливается калибровочное напряжение U_K . После этого голова оператора возвращается в центральное положение, а глаза оператора направляются на калибровочную точку. Изменяя коэффициент усиления усилителя потенциалов, устанавливается калибровочное напряжение, равное U_K . Процессы центровки и калибровки в разработанном устройстве автоматизированы. Они осуществляются нажатием соответствующих кнопок.

Конструкция разработанного устройства проста. Оно удобно при эксплуатации. Разработанное устройство обладает широкими возможностями для изучения зрительной деятельности человека и проведения других эргономических исследований.

Литература

И. Смирнов В.П., Кушпиль В.И. и др. Автоматизированный комплекс для регистрации движения глаз. Труды ГОИ. Ленинград, 1982, т.51, вып.185, с. 110-114.

2. Шиф М.И., Ефимов Е.В. и др. Аппаратура для бесконтактной регистрации направления взгляда. Оптико-техническая промышленность, 1983, № 6, с. 31-33.

УПРАВЛЯЮЩИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОСПРИЯТИЯ
МЕЛЬКАНИЙ НА БАЗЕ ЭВМ "МЕРА КАМАК 1300"

А.В.Гарусев

Московский госуниверситет им.М.В.Ломоносова

Идея каналов в зрительной системе человека возникла как результат анализа и обобщения экспериментального материала по суммации, маскировке, избирательной адаптации методами теории обнаружения сигналов. При разработке концепции многоканальности наиболее адекватными являются методы подпороговой суммации /1/. Идентификация каналов может быть проведена наиболее строго при помощи метода подпороговой суммации, разработанной Куликовским /2/. Однако подавляющее большинство работ, посвященных данной проблематике, проводилось на основе пространственно-частотной стимуляции. Поэтому вызывает законный интерес применение такой идеологии и к другим видам стимуляции. С целью проверки метода Куликовского (а также и других методов) нами предпринята попытка идентификации каналов при временной модуляции яркости пространственно-однородного стимула. Создан экспериментальный комплекс, позволяющий модулировать в широком диапазоне яркость стимула для достаточно большого класса функций. Оптическая часть комплекса представляет собой разновидность установки "зрачок Максвелла" /4/ с двумя каналами, у которых яркость источников света электронно управляется **раздельно**, а световые потоки от них складываются оптически. Такой способ позволяет получить одновременно следующие, необходимые для планируемых экспериментов, параметры. Во-первых, установка "зрачок Максвелла" позволяет получить очень большой диапазон яркости (в нашем случае от 0 до 2000:1000 нит) и при этом контролировать освещенность сетчатки, т.к. при этом способе освещенность сетчатки не зависит от размера зрачка, изменяющегося в зависимости от яркости стимула. Во-вторых, наличие двух каналов позволяет избежать появления нелинейных искажений (например, разностной гармонии), которые воз-

никают на самом источнике света, если обе яркостные функции формировать на одном светодиоде. Такие искажения недопустимы при идентификации сенсорного оператора методом разностной гармоника /I/ и в других аналогичных задачах. Схема экспериментального комплекса с необходимыми пояснениями представлена на рис.1.

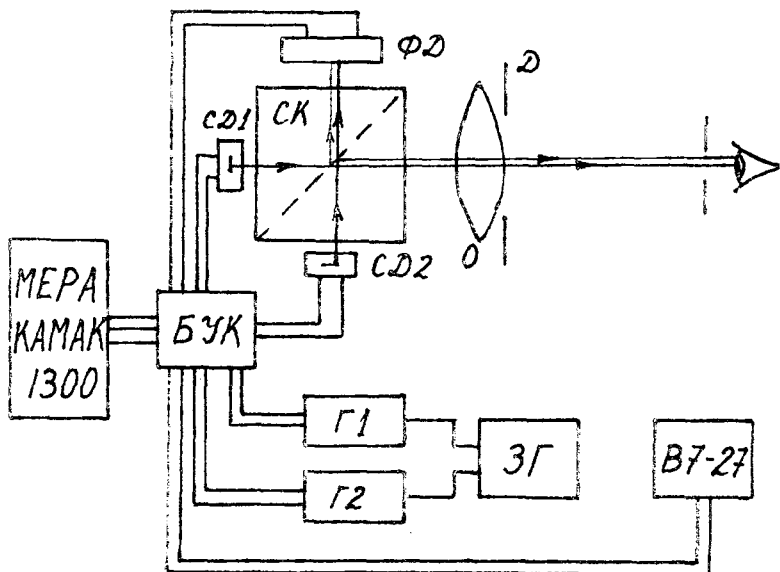


Рис.1. ФД - фотодиод для контроля яркости стимула; СД1 и СД2 - светодиоды АЛС314; СК - светоделительный куб для сложения световых потоков от светодиодов; БУК - блок усилителей и коммутации; Г1 и Г2 - генераторы функций П6-31; ЗГ - задающий генератор, синхронизирующий Г1 и Г2 и определяющий время предъявления стимула; В7-27 - вольтметр для измерения уровня яркости стимула; О и Д - объектив, формирующий изображение светодиодов на зрачок, и диафрагма, распределение светового поля в отверстии которой является стимулом.

Предусмотрено два режима работы - ручной и автоматизирован

ный. В последнем случае управляющий комплекс на базе ЭВМ "МЕРА КАМАК 1300" выполняет следующие операции: устанавливает частоты генераторов, выходной сигнал с которых поступает через блок усилителей на светодиоды; устанавливает контраст предъявляемых стимулов, последовательность и длительность стимулов, а также считывает показания вольтметра при ответе испытуемого и накапливает в памяти информацию о всех параметрах проводимого эксперимента с целью дальнейшей ее обработки.

При проведении пробных экспериментов по идентификации каналов методом установки были получены очень нестабильные результаты. Это объясняется тем, что по условиям эксперимента частоты фонового и тестового сигналов должны быть близки друг другу. В этом случае период повторения стимула велик и обнаружение происходит в неизвестные моменты времени, т.е. при различных распределениях яркости стимула. Такую ситуацию можно устранить, если предъявлять стимулы на относительно короткие промежутки времени. При таком режиме работы наиболее оптимальным оказался метод "лестницы". Т.к. контрастный порог синусоидальных мельканий зависит от времени предъявления, то были предварительно проведены исследования зависимости пороговой кривой от длительности стимула. Аналогичное исследование было проведено в работе /3/ для пространственно-частотной области. Полученные экспериментальные данные используются как исходные параметры при разработке программ для управляющей ЭВМ при проведении исследований по подпороговой суммации.

Литература

1. Логвиненко А.Д. Чувственные основы восприятия пространства. Изд-во Московского университета, 1985.
2. McCann, J. J., Hall, J. A. Jr. Effects of average-luminance surrounds on the visibility of sine-wave gratings. J. Opt. Soc. Amer., 1980, v.70, No. 2, 212-219.
3. Kulikowski, J. J., King-Smith, P. E. Spatial arrangement of line, edge and gratings detectors revealed by subthreshold summation. Vision Res., 1973, v.13, 1455-1478.
4. Westheimer, G. The Maxwellian view. Vision Res., 1966, v.6, No. 6, 669-682.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИНАМИКИ КРОВΟΣНАБЖЕНИЯ МОЗГА

Ю.Ю.Ламп, П.Т.Лийк, И.И.Мейтре

Тартуский государственный университет

Среди электрофизиологических методов исследования кровообращения головного мозга одним из легкодоступных, безвредных и дешевых методов является реоэнцефалография (РЭГ). РЭГ основана на определении изменений электрического импеданса исследуемого объема головного мозга на радиочастоте, отражающей пульсовые колебания кровенаполнения сосудов.

В настоящее время сделаны попытки проводить обработку РЭГ на ЭВМ /1,2/. Однако существующим решениям присущи следующие недостатки:

1) отсутствует обратная связь между процессами измерения и обработки сигналов. Как известно /3/, для адекватной записи РЭГ необходимо выбирать постоянную времени фильтра высоких частот приблизительно равной периоду пульса $\tau = T$;

2) большинство экспериментов, в том числе умственная и физическая нагрузки, фармакологические пробы и т.д., в РЭГ связаны с неоднократным проведением измерений. Отличительной чертой всех этих экспериментов является сравнение измеряемых данных с фоновыми, т.е. с первоначальными данными в состоянии покоя, и статистическая обработка с целью вычисления достоверительных оценок.

В разработанном нами автоматическом реоэнцефалографе УТ-8702 (см.рис.1) эти проблемы решены соответствующим математическим обеспечением и непосредственной связью между измерительными каналами 3,4 и микропроцессорным узлом 7. Это позволяет осуществить автоматический выбор постоянной времени τ в широком динамическом диапазоне изменения частоты пульса.

Программное обеспечение УТ-8702 состоит из двух различных частей:

1) системная, с объемом около 6 Кбайт, написанная на языке АССЕМБЛЕР и предназначенная для управления различными режимами работы реоэнцефалографа, такими, как организация диалога с оператором, обработка прерываний, первичная обработка

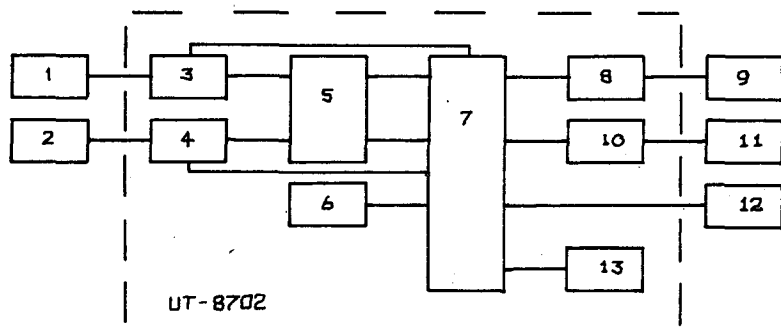


Рис. 1. Автоматизированная система для исследования динамики кровоснабжения головного мозга (1,2 - электродный узел; 3,4 - измерительный канал; 5 - аналого-цифровой преобразователь; 6 - клавиатура; 7 - микропроцессорный узел; 8 - цифроаналоговый преобразователь; 9 - графопостроитель; 10 - видеоадаптер; 11 - монитор; 12 - принтер; 13 - последовательный интерфейс)

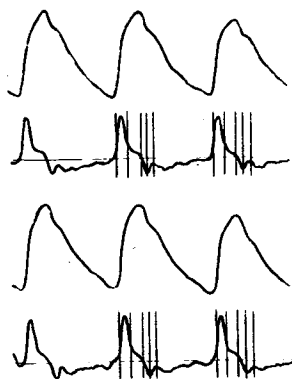


Рис. 2. РЭГ сигналы и первые производные правого и левого полушарий при фронто-мастоидальном расположении электродов

данных и т.д.;

2) обрабатывающая, с объемом около 25 Кбайт, написанная на языке ФОРТРАН и предназначенная для конечной обработки РЭГ данных с последующим вычислением диагностических параметров, сравнения их с нормативными и фоновыми данными и выдача информации на монитор или принтер.

Измерения проводятся циклами. Длительность одновременной записи по двум каналам 15 с. После этого автоматически включается программа окончательной обработки РЭГ, основанной на алгоритме, разработанном сотрудниками института медико-биологических проблем проф. Х.Х. Яруллиным и инженером И.В. Соколовой. Разработанная нами программа сокращает время анализа до 15 с. Блок видеоадаптера IO и специальная программа графического вывода позволяют следить за качеством записи РЭГ сигналов, а также получать видеоизображение первой производной сигнала с информативными точками. На рис. 2 приводятся РЭГ сигналы от правого и левого полушарий при фронтально-мастоидальном расположении электродов. Качественную сторону информативности РЭГ определяют следующие 9 показателей /4/:

- 1) амплитуда артериального компонента - А, Ом;
- 2) систолическое отношение - В/А, %;
- 3) венозное отношение - В0, %;
- 4) признак наличия пресистолической венозной волны - ВВ;
- 5) скорость объемного кровотока - Р, Ом/с;
- 6) отношение инцизуры к артериальному компоненту - I/A, %;
- 7) отношение дикротического зубца к артериальному компоненту - С/А, %;
- 8) отношение длительности анакротической фазы к периоду - α/T , %;
- 9) частота пульса - ЧП, уд/мин.

Таким образом, оказывается возможным проведение многократных реоэнцефалографических исследований для выявления динамики системы кровообращения головного мозга при умственных нагрузках, связанных с изучением адаптации человека-оператора к различного рода воздействиям во время экспериментов.

Литература

1. Ižgum, V., Baturič, P., Ribičič, B. A Digital Processing of

the Rheoencephalogram. - Proc. VI Intern. Conf. on Electrical Bio-impedance. Zadar, Yugoslavia, Sept. 12-14, 1983, pp. 185-191.

2. Соколова И.В., Яруллин Х.Х. Система автоматического анализа реоэнцефалограмм. - Космическая биология, 1983, № 4, 81-83.

3. Яруллин Х.Х. Клиническая реоэнцефалография. - М.: Медицина, 1983, 272 с.

4. Соколова И.В., Яруллин Х.Х. Информативность метода двухкомпонентного анализа реограммы. - Ж. клинической медицины, 1983, № 7, 94-102.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СЕГМЕНТАЦИИ ЗАШУМЛЕННОГО
ИЗОБРАЖЕНИЯ НА ЕГО ОПОЗНАВАНИЕ НАБЛЮДАТЕЛЕМ В
ИНТЕРАКТИВНОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ

М.И.Трифонов, П.А.Меденников, Н.Н.Павлов, В.Г.Шаревич,
Л.Н.Колесникова, Ю.Е.Шелепин

Институт физиологии им.И.П.Павлова АН СССР,
Государственный оптический институт им.С.И.Вавилова,
Военно-Медицинская Академия им.С.М.Кирова

В настоящее время в эрготехнических системах большое внимание уделяется задаче повышения качества видеосообщения с помощью различных методов машинной обработки. Обычно при этом большее внимание уделяется алгоритмам улучшения и реставрации изображений, нежели сегментации /3/. Хотя, по-видимому, именно механизмы сегментации являются определяющими механизмами зрительного восприятия человека /1/. В связи с этим, задача нашего исследования состояла в изучении влияния соотношения внешней (осуществляемой предварительно с помощью ЭВМ) и внутренней (осуществляемой зрительной системой) сегментации зашумленного изображения на его опознавание наблюдателем.

Для решения поставленной задачи нами была создана установка на базе ПЭВМ "Агат", которая позволяла совмещать функции обработки и оперативного отображения на полутонный дисплей. Структурная схема программной системы проведения эксперимента приведена на рис.1. В состав системы входят

три подсистемы:

- подсистема управления экспериментом;
- подсистема сегментации;
- сервисная подсистема.

Сервисная подсистема берет на себя функции генерации тестовых изображений с заданным перепадом яркости между объектом и фоном и среднеквадратическим отклонением наложенного на изображение гауссового шума. Кроме этого, данная подсистема обеспечивает отображение на экран видеопросмотрового устройства результатов обработки и некоторой дополнительной

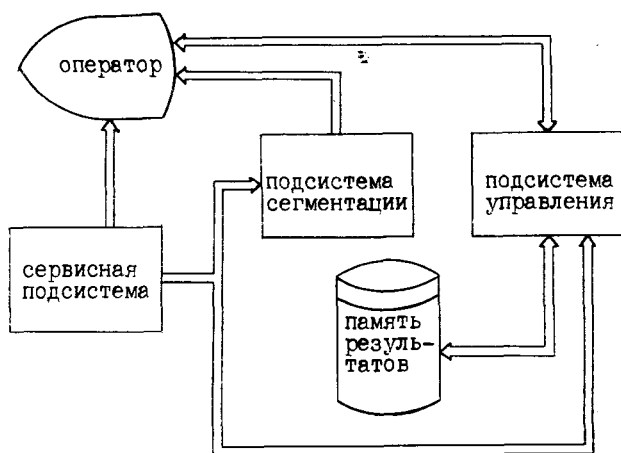


Рис.1. Структурная схема программной системы эксперимента

информации (гистограммы, двумерной поверхности изображения).

Подсистема сегментации выполняет сегментацию при помощи алгоритмов слияния-расщепления [2].

Общее управление ходом эксперимента возлагается на подсистему управления. Эксперимент ведется с накоплением результатов, которые заносятся в так называемую матрицу ответов (рис.2), имеющую размеры $N \times N \times M$. Здесь

N - алфавит эксперимента;

M - количество испытуемых.

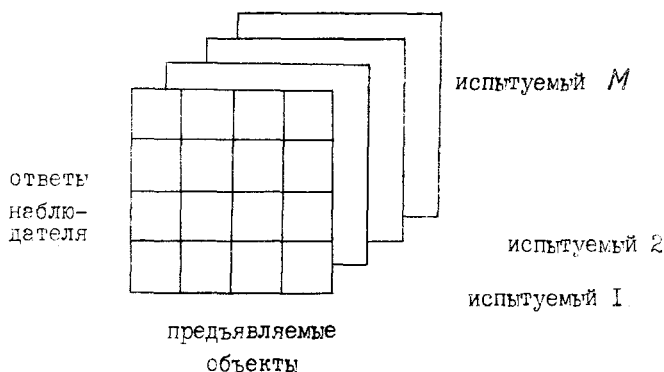


Рис. 2. Структура матрицы ответов

В результате проведенных экспериментов получены данные, позволяющие оценить возможности внутренней сегментации при наличии и отсутствии внешней сегментации зашумленных изображений различных тестовых объектов.

Литература

1. Глезер В.Д. Зрение и мышление. М.: Наука, 1985. - 246 с.
2. Павлидис Т. Алгоритмы машинной графики и обработки изображений. М.: Радио и связь, 1986. - 400 с.
3. Прэтт У. Цифровая обработка изображений. М.: Мир, 1982. - Кн. 2. - 480 с.

ПРИНЦИПЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МАТРИЧНОГО ПОДХОДА В ИССЛЕДОВАНИИ МОЗГА

Ю.Е.Шелёпин, Н.Н.Павлов, В.Н.Паук, В.В.Волков,
М.И.Трифонов, Л.Н.Колесникова

В докладе развит матричный подход к исследованию мозга. Входной сигнал представляется как множество случайных или упорядоченных матриц, а зрительная система, в свою очередь, как квазикристаллический многослойный анализатор, состоящий из последовательных и параллельных систем адаптивных пере-

страивающихся матриц. Разработан новый способ исследования подобной системы.

Адаптивные перестраивающиеся матрицы зрительной системы человека организуют воспринимаемую информацию. Один из этапов этого процесса обеспечивается работой интерполяционного и экстраполяционного механизмов. Интерполяция – это способность определить форму изображения по его элементам, сумев объединить эти элементы как единое целое, экстраполяция же – это способность распространить найденную закономерность, общность отдельных элементов на определенном участке поля зрения за пределы этого участка.

Цель проведенного нами исследования заключалась в определении возможностей, т.е. рабочего диапазона механизмов, осуществляющих интерполяцию и экстраполяцию.

Испытуемый должен был различить предъявляемые ему бинарные, черно-белые, двумерные тестовые изображения – матрицы. Матрицы были организованы на дисплее из пикселей, элементов разбиения. Элементы разбиения располагались в пределах матрицы либо случайным образом, либо они были упорядочены. Одновременно испытуемому предъявляли две матрицы, равновероятно они могли быть либо одинаковы, либо различны. Испытуемый должен был установить, одинаковы ли матрицы или различны. Он фиксировал свой взор в центре дисплея, а матрицы предъявляли в центре поля зрения или на его периферии.

В результате проведенной работы были получены психометрические зависимости процента ошибок испытуемого от размера, числа элементов разбиения матриц. Оказалось, что при визировании случайных матриц различительная способность человека ограничена и обеспечивает безошибочное различение матриц 4x4 элемента и максимальное различение 8x8 элементов. Эта размерность тестовой матрицы лишь косвенно отражает размерность интерполяционного механизма. Важно отметить, что выявить эту размерность можно, если использовать лишь случайно организованные тестовые матрицы.

Упорядоченные тестовые матрицы позволяют выявить работу иного, а именно экстраполяционного механизма. Каждый из этих механизмов имеет различную чувствительность по полю зрения. Проведенные исследования позволили установить различительную

способность фовеального и парафовеального зрения. Обнаружен ряд новых иллюзий, наглядно демонстрирующих возможность интерполяционного механизма по полю зрения.

Проведенные исследования позволили измерить размерность различительного механизма зрительной системы, который обеспечивает путем экстраполяции и интерполяции отдельных элементов восприятие целостной картины окружающего пространства.

Была измерена различительная способность зрительной системы человека и в условиях перехода от упорядоченных к случайным матрицам. Эти исследования позволили установить, что для зрительной системы справедлив "принцип наименьшего действия" – фундаментальный физический закон. Он объясняет способность и стремление зрительной системы выделять упорядоченность или ее нарушения в окружающем мире и тем самым может послужить теоретической основой эргономики.

ПРИНЦИПЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ ИЗМЕРЕНИЯ ВОЗМОЖНОСТЕЙ БИНОКУЛЯРНОГО И СТЕРЕОСКОПИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА

Н.Н.Павлов, В.В.Волков, Ю.Е.Шелепин, С.Г.Амельянова,
Л.Н.Колесникова, Е.Е.Сомов, Е.А.Евсеев

На базе компьютерного центра создан комплекс для изучения бинокулярного зрения человека. В практической работе исследование испытуемого в компьютерном центре базируется как на новых, так и известных методиках. Из известных методик, адаптированных к ПЭВМ, следует отметить исследования, основанные на принципе анаглифной гаглоскопии. Тесты формируются на экране дисплея ПЭВМ, что значительно расширяет возможности диагностики, более того, ПЭВМ обрабатывает ответы испытуемого и формирует банк данных.

Из новых, разработанных нами принципов исследования, следует выделить "матричный подход". Он последовательно применен к исследованию всех уровней зрительного анализатора. Начнем с описания входных звеньев зрительного анализатора – воспринимающих матриц правого и левого глаз. Наши исследования основаны на измерении чувствительности к изменению плоскости поляризации света. Измерения показали неоднородность меридианальной чувствительности зрительного анализатора. Ока-

залось, что максимумы чувствительности повторяются через 60° , и, если их описать в полярной системе координат, то будет образована фигура, близкая к шестиугольнику. Известно, что растр рецепторов организован из плотно упакованных шестиугольников, и в психофизических опытах мы выявляем эту структуру. Нам также удалось выявить ранее неизвестный факт, что ориентации гексагональных матриц правого и левого глаз сдвинуты относительно друг друга на 30° , т.е. минимумы контрастной чувствительности одного глаза замещены **максимумами** другого. Такая структура, по всей видимости, необходима для оптимальной организации бинокулярной зрительной системы (рис. I). При конвергенции матрицы правого и левого глаза должны быть наложены друг на друга. То есть, подобная организация матриц подразумевает строгие фазовые соответствия этих матриц как периодических структур. Принципиальные отличия в фазовых соотношениях этих периодических структур наблюдаются при бинокулярном и дихоптическом предъявлении тестовых изображений.

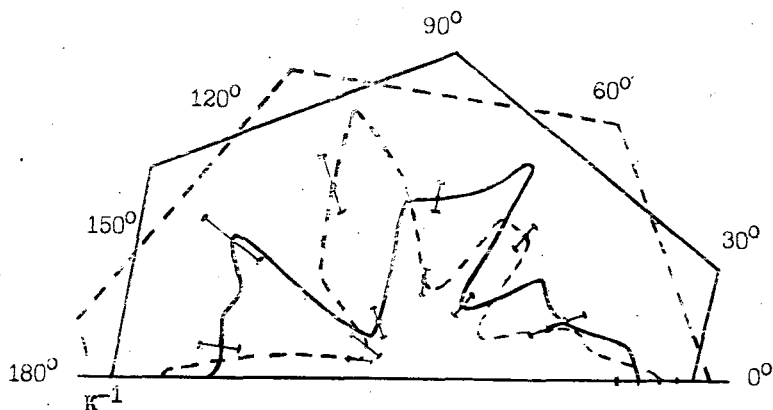


Рис. I

Были измерены частотно-контрастные характеристики (ЧКХ) при бинокулярном и дихоптическом предъявлении. Подтверждено, что контрастная чувствительность на высоких частотах повышается в $\sqrt{2}$ раза при бинокулярном предъявлении по сравнению

с монокулярным. При дихоптическом предъявлении (с разделением полей зрения, когда каждый глаз наводится на свой тест) было обнаружено снижение ЧКХ по сравнению с монокулярным наблюдением. Это связано с тем, что при дихоптическом наблюдении происходит нарушение фазовых соотношений. Фазовый сдвиг элементов двух изображений обеспечивает стереоэффект в известных стереопарах.

Однако стереоэффект можно получить и иным путем. Детальное изучение ЧКХ выявило наличие локальных экстремумов, которые особенно выражены в области высоких частот. Если сравнить характеристики левого и правого глаз, то окажется, что локальные минимумы контрастной характеристики одного глаза замещены локальными максимумами другого глаза. Это, видимо, необходимо для разделения представления глаз по пространственным частотам. Различия в ЧКХ левого и правого глаз позволяют предположить, что одновременно от каждого глаза в мозг поступает информация, различная по пространственным частотам, и это различие важно для стереовосприятия. Основываясь на этом предположении, мы решили организовать пару из двух картинок с различными спектрами одного и того же изображения. Действительно, эта пара изображений при дихоптическом предъявлении вызывает стереоэффект.

АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА В СТАНДАРТЕ КАМАК, ПОВЫШАЮЩИЕ БЫСТРОДЕЙСТВИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Д. А. Карпов

Институт физиологии им. И. П. Павлова АН СССР

В автоматизации лабораторного физиологического эксперимента на базе средств КАМАК и микро-ЭВМ "Электроника-60" существуют определенные ограничения по быстродействию вывода управляющих, тестирующих объект сигналов и одновременного ввода экспериментальной информации, отражающей реакцию объекта на них. Затруднен также вывод полученных данных для их контроля экспериментатором в ходе ведения исследования. Для повышения быстродействия лабораторной системы экспериментальная установка - КАМАК-"Электроника-60" рекомендуют /1/ разоб-

чение для ЭВМ в ходе опыта задачи вывода и ввода информации. Представляется оптимальным переложить задачу вывода на специализированные блоки, синхронизируемые последовательностью внешних по отношению к ЭВМ тактовых импульсов. Сама ЭВМ занимается вводом получаемых экспериментальных данных. Эти рекомендации были реализованы для разработки в стандарте КАМАК двух новых модулей. Это - многофункциональный ЦАП с памятью и АЦП со счетчиком пропуска тактов преобразования.

Многофункциональный ЦАП с памятью расширяет возможности генераторов тестовых сигналов /2/, которые в психофизиологических, эргономических, условнорефлекторных, электрофизиологических исследованиях используются для изучения реакции биологических объектов на тестирующие стимулы. Тестовые сигналы использовались для получения вызванных потенциалов, изучения частотных зависимостей диэлектрической постоянной биологических тканей в электрофизиологическом эксперименте. Модуль также позволяет решать ряд задач по выводу управляющей и отображению получаемой информации без нагрузки на ЭВМ в ходе эксперимента и, таким образом, повышает быстродействие системы в целом. ЦАП с памятью выполняет следующие функции: 1) генерирует программируемый периодический аналоговый сигнал с заданным числом шагов от 2 до 1024 на 1 период. Параллельно выводится последовательно возрастающий аналоговый сигнал аргумента (со счетчика адреса) первого сигнала; 2) выводит аналоговые сигналы зависимостей Y от X на графопостроитель из своей памяти. При этом в модуле предусмотрен программируемый на каждом шаге подъем-опускание пера и задержка на это время от 2 до 8 тактов вывода информации для устранения помарок; 3) однократно выводит аналоговый сигнал произвольной функции (10 бит \times 1024), ее аргумента (10 бит, 1-1024) и программируемого логического уровня (1 бит \times 1024). Тактирование в каждом случае может реализовываться от внешнего тактового генератора с частотой от 0 Гц до 1 мГц или от ЭВМ. В модуле полностью реализована стандартная схема выработки, обработки и проверки прерываний. Число реализованных КАМАК-команд - 10. Включение модуля в систему позволило разгрузить ЭВМ от вывода управляющих и стимулирующих сигналов, от вывода полученной информации на графопостроитель, на экран аналогового индикатора.

тора в ходе эксперимента и повысить скорость ввода информации.

Второй разработанный модуль - это АЦП со счетчиком пропуска тактов преобразования. Его использование позволяет решить две проблемы. Во-первых, проблему возможного пропуска тактов преобразования при периодическом отключении "Электроники-60" на время регенерации динамической памяти. Регенерация памяти происходит каждые 2 мс и занимает 60 мкс. В реально работающих системах из-за этого возможны пропуски тактов преобразования АЦП, что ведет к временному сдвигу частей сигнала, введенного в память ЭВМ. Счетчик пропуска тактов позволяет устранить также фазовые искажения тем, что введенный оцифрованный сигнал представляется в результате с "окнами", сохраняющими его временную развертку. Во-вторых, модуль дает дополнительные ресурсы для программного обеспечения автоматизированного комплекса при работе ЭВМ в реальном масштабе времени с несколькими КАМАК-модулями, а именно, при жестком тактированном вводе из АЦП необходима постоянная программная привязка к нему, затруднена обработка обязательных прерываний от других устройств. С данным модулем возможен сознательный пропуск тактов преобразования АЦП ЭВМ, занятой в это время необходимой единичной работой. Это расширяет возможности экспериментатора при написании программы ведения исследования в реальном масштабе времени. Модуль реализован на базе АЦП Ф7077/1. Характеристики преобразования: 8 мкс, 11 бит (1 бит знаковый), ± 10 В (основной диапазон); входное сопротивление 1 мОм. Число двоичных разрядов счетчика пропуска тактов преобразования - 4. Эти дополнительные 4 разряда занимают старшие 4 бита в 16-битовом числе, вводимом ЭВМ. Младшие 11 бит содержат цифровой код аналогового уровня. Модуль тактируется от ЭВМ или от внешнего тактового генератора. Программно ввод организуется по прерыванию или по опросу 0. Число реализованных КАМАК-команд - 9.

Повышение быстродействия работы автоматизированной системы экспериментальная установка - КАМАК-"Электроника-60" можно проиллюстрировать на ее минимальной конфигурации для электрофизиологического эксперимента, содержащей только модули описанных АЦП и ЦАП с памятью и тактового генератора. До

серии предъявлений в ЦАП загружается последовательность и форма тестирующих сигналов. После начала серии предъявлений ЭВМ работает только на ввод информации, отражающей реакцию объекта на стимулы. При такой программе эксперимента скорость ввода информации повышается по меньшей мере вдвое, т.к. выводом тестового сигнала на каждом такте занимается ЦАП с памятью, освобождая от этого ЭВМ. Если АЦП тактируется с частотой 10 МГц, то пропуск 16 тактов преобразования приведет к временному сдвигу в записанной информации на 1,6 мс. При расчетах скоростей реакции или скорости проведения возбуждения по нерву это приведет к ошибкам в скорости проведения на 20-30 м/с. При использовании разработанного нами АЦП этой ошибки удастся избежать. 1,6 мс программа может использовать для неотложного обслуживания других модулей.

Литература

1. Вуколик В.М., Выставкин А.Н., Олейников А.Я., Панрац Е.В., Посоженко Л.З. Обеспечение входных и выходных характеристик систем автоматизации экспериментов на основе малых ЭВМ и аппаратуры КАМАК. ПТЭ, 1982, № 1, 7-13.
2. Туз Д.М., Шумков Д.Г., Бухалов В.В., Годенко М.В. Синтезирующий источник измерительных сигналов сложной формы. ПТЭ, 1987, № 2, 225-226.

АППАРАТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО АНАЛИЗА ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК НА БАЗЕ МИКРОПРОЦЕССОРНОГО КОМПЛЕКСА

В.Н.Амосенко, Г.Я.Богданов, М.М.Зиберт

Ленинградский государственный университет,
факультет психологии

Надежность и стабильность функционирования современных автоматизированных систем в немалой степени зависит от надежности и стабильности работы операторов этих систем. При разработке методов оценки состояния и успеваемости деятельности оператора, непосредственно в ходе выполнения служебного задания, нами была создана система для психофизиологических исследований на базе ДВК-2М. В систему входят следующие модули и устройства: ДВК-2М, модуль для измерения частоты сер-

дечных сокращений, модуль для измерения кожно-гальванического рефлекса, модуль измерения сопротивления кожи, модуль измерения вибрационной чувствительности, анализатор речевого сигнала. Для имитации операторской деятельности были созданы: модели устройства управления движущимся объектом, специализированный пульт ввода информатики ЭВМ, информационное табло, магнитофон высокого класса.

Для подключения к общей шине микро-ЭВМ ДВК-2М пульта оператора, устройства управления движущимся объектом, информационного табло и модулей измерения психофизиологических характеристик были созданы интерфейсы в конструктивах стандартных модулей для микро-ЭВМ.

В процессе экспериментов зависимости от применяемой методики, аналоговые сигналы с датчиков преобразуются в соответствующих модулях в цифровой вид и передаются по каналам ввода-вывода информации и в микро-ЭВМ. Анализ речевого сигнала производится после эксперимента при использовании магнитофона высокого класса или в процессе эксперимента при использовании дополнительной ЭВМ.

Программное обеспечение позволяет получать информацию непосредственно в ходе эксперимента через заданные промежутки времени и итоговую информацию после эксперимента.

Программное обеспечение организовано таким образом, что позволяет в зависимости от методик и целей эксперимента производить математическую обработку данных по требованию экспериментатора.

Предполагается дальнейшая разработка системы для психофизиологических исследований. Разрабатываются модули для измерения температуры и других психофизиологических показателей.

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ФИЛЬТРОВ В ЭРГОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

О.В.Афанасьев, В.Б.Лидова, В.И.Щербак

Всесоюзный научно-исследовательский институт
технической эстетики

При обработке данных эргономических исследований применяется целый ряд преобразований (в частности, спектральный

анализ, вычисление производных функций и др.), которые не могут быть осуществлены без предварительной фильтрации регистрируемых сигналов. Наиболее яркими примерами в этой связи являются анализ электромиограммы и скоростных характеристик движений, зарегистрированных механографическим или другим методом.

В первом случае, как правило, существует необходимость устранения низкочастотных помех, связанных как с механическими артефактами от перемещения проводников, соединяющих электроды с усилителем, так и с наводками при изменении сопротивления кожи под электродами в процессе длительного эксперимента. Во втором случае для расчета скорости применяется операция дифференцирования. Совершенно очевидно, что при наличии шумов в сигнале эта операция приводит к усилению высокочастотных составляющих, которые маскируют полезный сигнал. При этом применение физических фильтров в указанных случаях оказывается практически невозможным.

Применение цифровых фильтров для улучшения качества анализируемых сигналов (например, ликвидации шумов) имеет свои особенности. Как известно, цифровые фильтры задаются разностным уравнением, члены которого представляют собой рекурсивную и нерекурсивную составляющие. С чисто теоретических позиций рекурсивная фильтрация более предпочтительна, нежели нерекурсивная. Главное достоинство таких фильтров заключается в возможности задать достаточно узкую переходную зону при малой длительности сигнала; вместе с тем, сохраняется высокая разрешающая способность по частоте. Однако реализация таких фильтров требует очень высоких затрат. Первое ограничение в использовании рекурсивных фильтров состоит в том, что, как показала практика их применения, заложенные в них положительные качества реализуются только на ЭВМ с длиной машинного слова более 16 бит. Второе ограничение заключается в значительных временных затратах для расчета таких фильтров. Последнее обстоятельство очень важно в практике эргономических исследований при анализе больших массивов данных. По указанным причинам рекурсивные фильтры в большинстве случаев имеют ограниченную область применения.

Кроме этого, существует проблема устойчивости рекурсив-

ных фильтров. Для ЭВМ с коротким машинным словом эта проблема наиболее существенна. Было установлено, что для таких ЭВМ невозможно использовать рекурсивные фильтры достаточно низких порядков; вместе с тем, необходимо постоянно следить за соблюдением критерия устойчивости.

В связи с изложенным, наиболее приемлемыми для большинства практических исследований можно признать нерекурсивные фильтры. Преимущества нерекурсивных фильтров становятся особенно явными при использовании эффективного алгоритма быстрого преобразования Фурье (БПФ). Как следует из разностного уравнения фильтрации, нерекурсивная фильтрация представляет собой свертку исходного сигнала с соответствующими коэффициентами фильтра. В то же время, свертке во временной области соответствует умножение в частотной области. Перевод сигнала в частотную область осуществляется прямым БПФ. Таким образом, весь процесс фильтрации данных заменяется одной операцией умножения. Конечно, такому подходу свойственны проблемы достижения приемлемого качества фильтрации. Прежде всего необходимо бороться с эффектом Гиббса. Уменьшение этого эффекта связывается с использованием передаточной функции, у которой переходная зона представляет функцию Бесселя. Как показала практика применения нерекурсивных фильтров, функция Бесселя (в отличие, например, от функции Парзена и аналогичных) обеспечивает наиболее удачное соотношение между шириной переходной зоны и подавлением эффекта Гиббса. Весь процесс фильтрации состоит в этом случае из трех операций: (1) прямого БПФ; (2) умножения результата прямого БПФ на соответствующую частотную характеристику с заданной переходной зоной и (3) обратного БПФ полученного результата.

В отличие от рекурсивных фильтров, для нерекурсивных фильтров нельзя задать достаточно узкую переходную зону, так как при этом увеличивается эффект Гиббса. В связи с этим применение нерекурсивных фильтров предпочтительно для таких сигналов, спектр которых имеет достаточно широкий диапазон частот, например, для ЭМГ. Для ЭЭГ желательно использовать рекурсивные фильтры.

Предпочтение рекурсивным фильтрам перед нерекурсивными, несмотря на затраты, необходимо отдавать и в тех случа-

ях, когда анализируемый сигнал имеет достаточно короткую длительность в связи с тем, что при уменьшении длительности уменьшается и динамический диапазон, что ведет к усилению недостатков нерекурсивных фильтров.

ДИАЛОГОВЫЙ ИНТЕРФЕЙС КОНЕЧНОГО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ АСНИ НА ОСНОВЕ ОРИЕНТИРОВАННОГО ГРАФА

А.А.Зубков, Г.Я.Яновский

Институт автоматки и электрометрии СО АН СССР,
Новосибирск

Широкое внедрение микрокомпьютерной техники и систем автоматизации на ее основе в научные исследования обусловило работу с ней пользователей, не обладающих специальной подготовкой. В этих условиях важную роль приобрела проблема разработки удобных средств взаимодействия оператора с системой. Ее решение должно быть ориентировано на уменьшение издержек при освоении и эксплуатации таких систем, повышение их устойчивости и эргономичности в целом /1,2/.

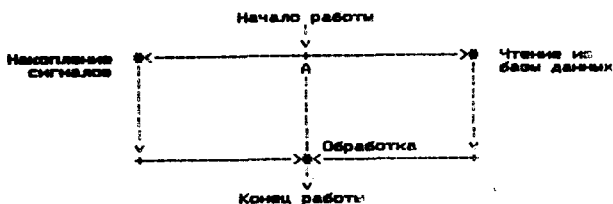
Условно диалог с системой можно разделить на две составляющие: ввод управляющих директив и ввод/вывод данных. Для процедур ввода/вывода данных широкое распространение получила технология экранных форм, характерная использованием заранее заготовленных шаблонов, внешне напоминающих стандартные бланки (документы). Шаблоны содержат фиксированные поля, которые заполняются данными либо системой, либо оператором под контролем системы. Для управления работой компьютерных систем обычно используется технология меню и пиктограмм. В этом случае от пользователя не требуется вести диалог в текстовой форме. Действия по управлению системой представлены в виде списка или условных графических изображений на экране терминала, и выбор нужного действия осуществляется фактически в режиме функциональной клавиатуры.

Диалог, построенный с использованием указанных подходов, намного эффективнее его **традиционных** форм, протекает более динамично и освобождает пользователя от необходимости детального знания последовательности действий. Однако логика управления не всегда совпадает с выбором одного из вариантов, перечисленных в меню. Например, с точки зрения иде-

ологии меню запуск и остановка какой-либо процедуры должны быть разнесены в различные меню, т.к. могут быть не равнозначны, а с точки зрения управления этой процедурой они находятся на одном логическом уровне.

Предлагаемый нами подход к организации диалога состоит в переходе к более общему способу описания структур управления - ориентированным графам. По существу, это переход к планарному представлению рассматриваемой задачи, соответствующий традиционному представлению алгоритмов управления с помощью блок-схем. Это позволяет представить управляющую компоненту системы в виде, естественном для восприятия и осмысления человеком-оператором. Назовем такие графы управляющими, а способ взаимодействия оператора с системой посредством управляющих графов - интерфейсом управляющих графов.

После запуска системы на экране терминала выводится изображение управляющего графа, например, в виде, приведенном на рисунке. Он должен содержать все необходимые на данном уровне



управления операции системы (исполнимые узлы графа обозначаются символом "#") и допустимую последовательность их выполнения (задаваемую совокупностью ориентированных дуг).

Текущая операция системы задается мигающим маркером. Его можно перемещать по дугам графа в разрешенных направлениях и, помещая в заданный исполнимый узел, запускать соответствующую операцию. Символы "+" определяют узлы ветвления алгоритма управления. Дугам могут соответствовать как условные, так и безусловные операции, выполняющиеся при их прохождении. При невыполнении условия переход по дуге запрещен. Исполнимым узлам графа могут соответствовать как конкретные операции системы,

так и переход к управляющим графам следующего (или предыдущего) уровня вложенности.

Задание графа как программного объекта выполняется с помощью обычного экранного **текстового редактора**. **Изображения графов** можно сопровождать произвольными текстовыми пояснениями. Для поддержания интерфейса управляющих графов и его включения в состав прикладных программных систем разработан пакет подпрограмм, реализующий следующие функции:

- чтение указанного файла графа, вывод и удаление изображения графа на экране;
- создание таблиц описания расположения узлов и дуг, их настройка на операции системы;
- интерпретация клавиш управления графом, включая перемещение маркера по узлам графа (с поддержкой "окна" над областью графа для случаев, когда граф превосходит размер экрана) и запуск операций системы.

Диалоговый сервис по вводу/выводу данных в условиях присутствия графа на экране реализован с использованием технологии экранных форм. При создании графа в свободных областях специальным образом кодируются поля ввода/вывода, их тип и способ визуализации. В предельном случае графы управления могут полностью вырождаться в экранные формы. Обеспечена возможность копирования заполненных форм на внешний носитель и вывод на печатающее устройство.

Описанный интерфейс управляющих графов реализован авторами при разработке программного обеспечения систем автоматизации методов исследования для кабинетов функциональной диагностики медицинских учреждений. Реализация выполнена в составе инструментального комплекса генерации проблемно-ориентированных пакетов программ для АСНИ на основе микро-ЭВМ типа "Электроника-60" и аппаратуры КАМАК в ОС RT-II /3/.

Литература

1. Денинг Б. и др. Диалоговые системы "человек-ЭВМ". Адаптация к требованиям пользователя. М., Мир, 1984.
2. Первозчикова О.Л. Модели общения при решении задач на ЭВМ. УСиМ, Кизв, 1987, № 5, 61-68.
3. Яновский Г.Я. Модульная инструментальная система программирования экспериментов САНПО-3. Новосибирск, 1985 (Препринт/

ОДНОКРИСТАЛЛЬНАЯ МИКРО-ЭВМ КМ1816ВЕ35
В ИЗМЕРИТЕЛЕ ВРЕМЕНИ РЕАКЦИИ

М.М. Фишер

Тартуский государственный университет

За 30 лет развития вычислительной техники, начиная с появления в 1946 г. первой универсальной ЭВМ ENIAC, до выпуска фирмой INTEL в 1976 г. своей первой однокристалльной микро-ЭВМ серии 8048, в технических параметрах ЭВМ произошли изменения, впечатляющие любого инженера по автоматике.

Тип	ENIAC	INTEL 8048
Год выпуска	1946	1976
Базовые элементы	радиолампы	p-MOП транзисторы
Число активн-элементов	18000	18750
Число действий в сек.	5000	400000
Масса	30 т	7 г
Занимаемая площадь	100 м ²	7,5 см ²
Потребление энергии	45 кВт	0,7 Вт
Цена	?	15 рублей

В связи с микропроцессорной революцией наблюдается переход от принципа использования централизованных вычислительных мощностей к принципу распределенных вычислительных мощностей. В приборостроении открывает самые широкие экономически целесообразные возможности реализации этого принципа, а также и многих достижений эргономики, появление на нашем рынке дешевых однокристалльных микро-ЭВМ.

Доклад знакомит с разработанным нами в учебных целях измерителем времени реакции. Это устройство имеет две клавиши START и STOPP для управления, трехэлементное матричное индикационное табло и звуковой сигнализатор. Из принципиально возможных 16-ти режимов работы реализовано четыре. Для

всех режимов общее то, что в случайный момент времени в промежутке от 1 до 63 секунд после нажатия на клавишу START появляется стартовый световой или звуковой сигнал. Устройство измеряет время от момента появления стартового сигнала до нажатия на клавишу STOPP, после чего результат с точностью до 0,01 секунды индицируется на табло.

В режиме № 0 стартовым сигналом является появление на табло слова HEI. В режиме № 1 устройство высвечивает после клавиши START на табло трехбуквенные фоновые слова. Стартовым сигналом является появление слова HEI вместо очередного фонового слова. В режиме № 2 стартовым является звуковой сигнал частотой 500 Гц длительностью 0,5 секунды. В режиме № 3 устройство выдает после клавиши START фоновые звуковые сигналы частотой 1 кГц, длительностью 0,5 секунды и частотой повторения 1 Гц. Стартовым является такой же сигнал, как в режиме № 2.

В случае нажатия на клавишу STOPP до стартового сигнала устройство индицирует на табло ошибку в виде слова APS. Если с момента поступления стартового сигнала прошло более 9,99 секунды без клавиши STOPP, то опыт прерывается и на табло появляется число 999.

Клавиша START многофункциональна. Она используется еще для перехода от работы в выбранном режиме к режиму выбора нового режима работы. Для этого нужно дважды нажать на эту клавишу, после чего на табло циклически индицируются номера всех четырех режимов. Для выбора режима необходимо в течение двухсекундного интервала индикации номера нужного режима нажать на клавишу START.

В случае малоклавишных устройств плодотворным способом борьбы с дребезгом контактов клавиш оказывается использованный нами способ ввода сигналов с клавиш в микро-ЭВМ через ее вводы RESET и INT.

ЭЛЕКТРОННЫЙ АНАЛИЗАТОР ДЛЯ ОЦЕНКИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОПЕРАТОРА

Э.Ю. Пунг, Э.Ю. Ютс

Тартуский государственный университет

Исследование деятельности человека-оператора, обслуживающего современные системы управления, имеет большое значение. Во многих случаях информацию о качестве работы оператора, о погрешностях в деятельности можно получить, анализируя электрические сигналы, сопровождающие деятельность оператора при управлении одним или другим процессом.

В настоящем сообщении для анализа деятельности человека-оператора сконструирован и построен электронный анализатор.

Электронный анализатор предназначен для обработки случайных процессов, задаваемых в виде непрерывных электрических сигналов. С его помощью производятся измерения закона распределения сигнала методом квантования по уровням, измерения математического ожидания и дисперсии стационарного эргодического случайного процесса инфранизкочастотного диапазона.

Анализатор восьмиканальный, поэтому при каждом измерении можно одновременно определить закон распределения, математическое ожидание и дисперсию от одного до восьми сигналов.

Анализатор построен на основе микропроцессора.

Входной электрический сигнал в анализаторе квантуется по уровню и по времени.

Схема анализатора состоит из аналоговой части, вычислительного блока, выходного каскада с дешифратором и генератора сигнала проверки.

На входе аналоговой части в каждом канале имеется операционный усилитель К 140 УД8, обеспечивающий большое входное сопротивление. Коэффициент усиления каналов регулируется ступенчатым переключателем. Выходы предварительных усилителей подключены к электронному коммутатору типа КР 590 КН6. Под управлением микропроцессора коммутатор последовательно подключает каналы к входу устройства выборки и хранения (УВХ) типа КР 1100 СК2. После установления сигнала на конденсаторе хранения микропроцессор включает режим хранения и запускает АЦП. Операционный усилитель между УВХ и АЦП нужен для сдвига уров-

ня, так как АЦП является однополярным элементом.

Блок вычислителя выполнен на базе микропроцессора КР 580 ИК 80А.

Для приема информации от АЦП, переключателей управления режимов, устройства выхода и хранения, используется ИС типа КР 580 ВВ55.

Порт А первой ИС принимает данные из АЦП, порт В используется для приема информации о включенных каналах. Первая половина порта С принимает информацию о положении переключателя чувствительности, другая половина принимает информацию от переключателя "Время измерения".

Другая ИС КР 580 ВВ55 через порт А управляет работой печатающего устройства. Порт В используется для коммутации каналов на вход АЦП.

Основные технические характеристики анализатора следующие: пиковые значения входных сигналов ± 10 В с поддиапазонами 10 В, 3 В, 1 В и 0,3 В; полоса частот исследуемого сигнала 0–10 Гц; входное сопротивление каждого канала 100 кОм; интервал обработки сигнала 60, 120, 300, 600 с; погрешность измерения математического ожидания и дисперсии 1%; число каналов при анализе закона распределения 20; частота коммутации каналов 160 Гц; результаты обработки анализатора печатаются на цифropечатающей машине.

Программа устройства обеспечивает следующие возможности:

- а) Измерение заданных аналоговых сигналов при заданных положениях переключателей "Время", "Чувствительность", "Каналы".

После измерения автоматически печатаются номера включенных каналов, информация о превышении предела измерения, математическое ожидание, дисперсия и гистограмма закона распределения для включенных каналов.

При желании можно печатать несколько протоколов измерения.

- б) В режиме "Тест" можно контролировать работоспособность прибора. Цифро-аналоговый преобразователь выдает контрольные сигналы на входы предварительных усилителей (переключатель "Чувствительность" должен находиться в положении 10 В).

После измерения печатается протокол тестирования.

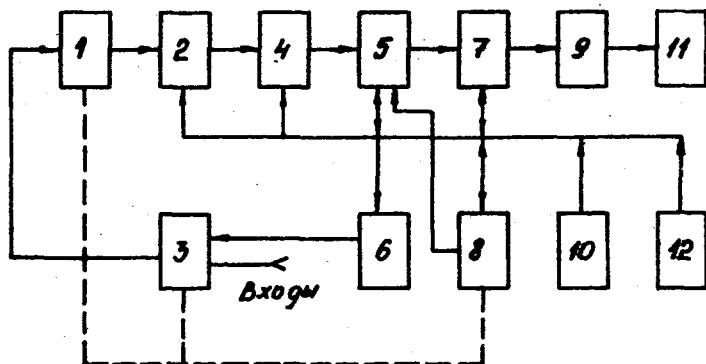


Рис. I

На рис. I приведена блок-схема прибора. Она состоит из следующих частей:

- I. Предварительные усилители с регулируемым коэффициентом усиления
2. Коммутатор каналов
3. Устройство переключателя сигналов и теста
4. Устройство выбора и хранения
5. Аналого-цифровой преобразователь
6. Цифро-аналоговый преобразователь
7. Микропроцессорное устройство
8. Таймер
9. Устройство управления "Консул"
10. Переключатели "Чувствительность", "Время" и "Каналь"
11. "Консул"
12. Кнопки управления: "Старт", "Стоп", "Принт" и "Тест".

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭРГОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ПРОЦЕССОВ ПРИЕМА И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

Г.Н.Горбунова, Н.А. Иванов

Ленинградский государственный университет

Современные системы управления предъявляют высокие требования к психофизиологическим качествам операторов, от которых в прямой зависимости находится и эффективность их обучения. В условиях стандартных сроков и программ обучения нельзя не считаться с тем, что не все люди могут быть обучены одинаково успешно. В связи с этим одним из важных путей повышения эффективности деятельности операторов по приему и обработке информации является совершенствование системы профессионального отбора и профессиональной подготовки.

С этой целью нами был разработан комплекс профессионально ориентированных обучающих задач для подготовки операторов видеоинформационных систем и систем слежения, основанный на теории поэтапного формирования умственных действий П. Я. Гальперина /1/.

Динамика обучения деятельности слежения с предвидением исследовалась на материале задач пространственно-временной антиципации, включающих операции классификации, информационного поиска и подготовки решения.

Цель исследования состояла в выявлении индивидуальных различий в продуктивности обучения деятельности в данном режиме.

Испытуемому на экране дисплея предъявлялись цели - сигналы, движущиеся с постоянной по величине и направлению скоростью. Цель представляла собой трехзначный формуляр, содержащий знак и две цифры. Задача испытуемых состояла в том, чтобы поразить цель с помощью меток, движущихся с той же скоростью, что и цели, и запускаемых от трех пусковых установок нажатием на соответствующие клавиши.

Программа исследования включала три серии эксперимента. В первой серии задача испытуемых состояла в том, чтобы поразить все предъявленные цели. Независимыми переменными в эксперименте служили:

- количество целей на экране (или общий объем отображе-

ния), которое варьировалось от одной (в первой задаче) до пяти (в пятой задаче соответственно);

- скорость движения цели и меток, которая имела три градации.

Во второй серии эксперимента операция пространственно-временной антиципации совмещалась с операцией классификации целей. Задача испытуемых состояла в том, чтобы дифференцировать предъявляемые цели на релевантные и нерелевантные и поразить релевантные цели. В качестве классификационного признака использовался знак, занимающий первое знакоместо формуляра. Независимыми переменными в эксперименте служили:

- общий объем отображения, который варьировал от 3-х до 10-ти целей;

- оперативный объем отображения, т.е. количество релевантных целей;

- скорость движения целей и меток (3 градации).

В третьей серии эксперимента операции пространственно-временной антиципации предшествовало выполнение операции классификации и определения значимости сигналов-целей. Программа эксперимента была аналогична II-ой серии.

Задача испытуемого состояла в том, чтобы выделить из числа имеющихся на экране целей наиболее значимую релевантную цель и поразить ее. Значимость целей определялась наибольшим значением цифрового формуляра.

В экспериментах регистрировались следующие параметры:

- число пораженных релевантных целей;

- число пораженных нерелевантных целей;

- число пораженных релевантных целей I-ой, II-ой и III-ей пусковыми установками;

- число использованных меток.

Экспериментальной установкой служил дисплейно-вычислительный комплекс ДВК-2М. Все программы эксперимента написаны на языке программирования PASCAL с применением подпрограмм, написанных на Ассемблере, необходимых для нестандартной работы с терминалом. Математическое обеспечение разработано в рамках операционной системы КТ-II. Данные программы могут работать также под управлением операционных систем РАФСС, ФОДСС, ОСДВК на ЭВМ типа ДВК или СМ-4. Для работы программ необходим

алфавитно-цифровой дисплей типа "Электроника 15-ИЭ-0013" или аналогичный с такой же системой команд.

Разработанная методика исследования деятельности оператора в режиме информационного поиска и подготовки решения с включением операции пространственно-временной антиципации может быть использована в целях профессиональной диагностики и профессиональной подготовки операторов видеоинформационных систем и систем слежения.

Литература

1. Гальперин П.Я. Психология мышления и учения о поэтапном формировании умственных действий. Сборник статей. Отв.ред. Е.В.Шорохова, М.: Наука, 1966, с. 236-277.

АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТОВ ПО ОБНАРУЖЕНИЮ, ОПЗНАВАНИЮ И РАЗЛИЧЕНИЮ ОБЪЕКТОВ

Д.В.Алексеев, Г.П.Ремяняк, Е.А.Гаврилин

г. Ленинград

Экспериментальные данные и их обработка составляют базу научных исследований. Большой круг задач связан с исследованием эффективности решения задач обнаружения, опознавания и различения объектов на изображениях. Базой данных в этих исследованиях обычно являются времена решения задач и ответы наблюдателя.

Предлагаемое программное обеспечение позволяет автоматизировать проведение эксперимента /1/, собирать информацию о его проведении, регистрировать времена решения задачи и ответы наблюдателя, хранить данные в памяти машины и осуществлять обработку данных, позволяющую строить по ответам наблюдателей матрицу смешивания и аппроксимировать распределения времени решения задачи различными функциями.

Программное и алгоритмическое обеспечение экспериментов по исследованию обнаружения, опознавания и различения объектов решает круг вопросов, связанных с подготовкой тестового материала с проведением экспериментальных исследований и обработкой данных.

Приведем особенности программного обеспечения для каждой задачи:

1) Задачи обнаружения.

Тестовый материал:

- набор файлов с изображениями, либо набор слайдов;
- число искомых объектов на изображении;
- положение объектов на изображении определяется номером узлов таблицы местоположений объекта.

Процедура эксперимента:

- предъявление изображения происходит в соответствии с заданным экспериментатором законом распределения номеров таблицы;
- регистрируется время поиска и правильность обнаружения объекта;
- предусмотрено ограничение времени решения зрительной задачи заданным уровнем.

Обработка данных:

- включает в себя построения эмпирических распределений времени поиска, оценку вероятностей обнаружения и ложных тревог и оценку параметров аппроксимирующих зависимостей.

2) Задачи опознавания.

Тестовый материал:

- набор файлов или слайдов, содержащий алфавит объектов.

Процедура эксперимента:

- предъявление происходит в соответствии с заданным экспериментатором законом распределения вероятности появления элементов алфавита объектов;
- в экспериментах регистрируется время опознания и правильность ответов испытуемого;
- предусмотрено ограничение времени опознания заданным уровнем.

Обработка данных:

- включает в себя построение матриц смешения объектов эмпирических распределений времени опознания каждого объекта алфавита и любого объекта алфавита и оценку параметров аппроксимирующей зависимости.

3) Задачи различения.

Исходный материал:

- набор файлов или слайдов, содержащий пары изображений.
Процедура эксперимента:

- ранжирование набора по степени отличия изображений в каждой паре.

Обработка данных:

- определение среднего ранга каждой пары изображений;
- определение расстояния до истинной ранжировки, задаваемой отличием варьируемых факторов в каждой паре изображений.

Обработка данных включает в себя также программы проверки гипотез об отличии оцениваемых параметров для различных классов изображений по критериям Стьюдента, Смирнова и χ^2 .

В состав программного обеспечения входят также программы синтеза текстурных изображений для исследования обнаружения и различения объектов. Ниже приведена таблица предлагаемого программного обеспечения.

№	Задача	Программа	Назначение
1	поиск	KRTDIL	запись информации о проведении эксперимента
		KRTEXL	автоматизированное проведение эксперимента
		KRTRFX	аппроксимация эмпирических распределений
		(PEKPPA)	— " —
2	опознавание	HLADE	запись информации об эксперименте
		DE00	ввод данных в ЭВМ
		DE11	построение матриц спутывания
		DE22	аппроксимация эмпирических распределений
3	различение	PSTx1	генерация изображения
		TSxRAN	обработка данных ранжирования
4	синтезирование изображений	TEXT	синтез текстур
		EXIEMA	включение в естественные изображения объектов в различные местоположения

Программное обеспечение написано на языке Фортран, ори-

ентировано для работы на АРМе (ЭВМ типа СМ-4), операционная система Рафос /2/.

Литература

1. Гаврилин Е.А., Ремяняк Г.П. — Труды ГОИ, 1987, т.64, вып. 198, с. 109.
2. Гаврилин Е.А., Смирнов В.П., Цендровский С.К. — Труды ГОИ, 1984, т.57, вып. 191, с. 173.

ДИАЛОГОВЫЙ ПАКЕТ ПРОГРАММ ДЛЯ СБОРА И ОБРАБОТКИ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ НА БАЗЕ ЭВМ "ИСКРА-226"

И.В.Москаленко

Институт психологии АН СССР, г. Москва

Одним из проявлений активности нейронов мозга является электроэнцефалограмма (ЭЭГ) — электрические колебания на поверхности черепа. Исследования ЭЭГ человека в последние годы проводились с целью связать ЭЭГ-феномены с успешностью решения интеллектуальных задач /6/; классификацией ЭЭГ для нужд клинической практики /1/; наконец, с целью разработки моделей когнитивных процессов, основанных на оценке по индивидуальной ЭЭГ человека базовых параметров систем нейронов, дискретные наборы состояний которых кодируют воспринимаемую информацию /3/. В упоминаемых типах задач важным является умение оценивать характеристики ЭЭГ по ее спектру /7,9/. С другой стороны, в психофизиологическом исследовании необходимы также оценки предельных возможностей человека обрабатывать информацию (типичные эксперименты кратко описаны в /5/).

Для получения оценок пространственного и временного распределения частот ЭЭГ, а также для сбора, хранения и анализа психофизиологической информации, на базе ЭВМ "Искра 226.6" разработан и внедрен в эксплуатацию диалоговый пакет программ (ДПП).

Построение ДПП с использованием всевозможных меню практически исключает для пользователя период обучения и позволяет максимально адаптировать ДПП к каждой конкретной задаче. Кроме того, ДПП имеет развитые средства каталогизации и документирования.

Информация, получаемая и обрабатываемая с помощью ДПП может быть 3-х сортов: I) многоканальные записи ЭЭГ (или

других сигналов); 2) результаты автоматически управляемых психологических экспериментов, реализуемых при помощи дисплея ЭВМ, - в виде выборок, по которым вычисляются статистические оценки и строятся гистограммы; эти выборки можно организовывать в матрицы и хранить на магнитных дисках и при необходимости редактировать; 3) произвольные массивы данных (матрицы), которые вводятся непосредственно в диалоговом режиме, - и здесь имеются средства хранения и редактирования, предусмотрены всевозможные преобразования этих матриц, получение их статистических характеристик, построение гистограмм и документирование. Записи сигналов хранятся на дисках в виде специально организованных зон и снабжаются каталогом, в который пользователь заносит необходимую информацию об условиях записи ЭЭГ. Произвольные участки записей могут выводиться на экран в числовом и графическом виде для просмотра и редактирования.

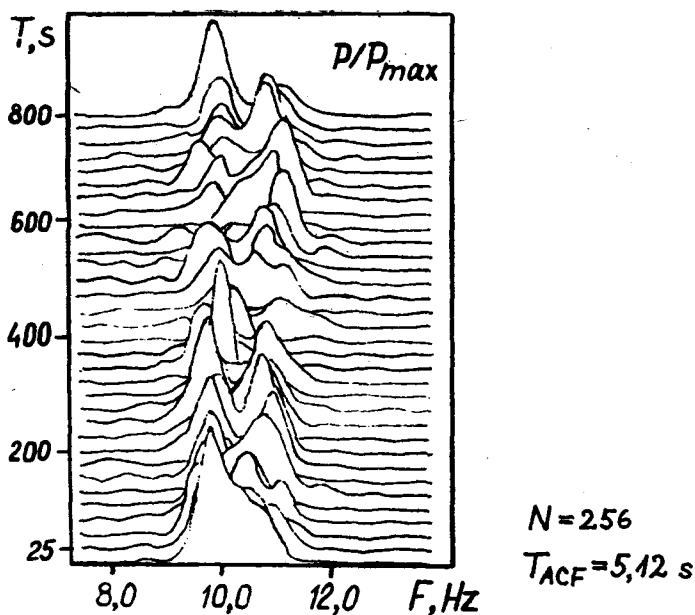


Рис. I

ДПП позволяет получать спектры любых отрезков записей на основе быстрых преобразований Фурье и Уолша /4/, используя построение авто- и кросскорреляционных функций и сглаживающие процедуры ("окна")/2, 10/. При этом, для предотвращения потерь информации вводится "перекрытие" отрезков ЭЭГ при вычислении АКФ /8/. ДПП оформляет результаты расчетов в виде файлов специального формата и хранит их на дисках - с возможностью последующего их редактирования и дополнения, а также автоматически ведет каталог этих файлов.

Организация диалогового пакета позволяет решать задачи сбора психофизиологической информации с максимальной гибкостью.

На рис. 1 показано поведение во времени спектров мощности одного из испытуемых (в диапазоне альфа-ритма). Видна характерная бимодальность спектров и явление "переливов" мощности между доминантными пиками на протяжении записи. (Подробнее об алгоритме и условиях получения спектрограмм см. в /8/).

Приведенный пример показывает один из результатов обработки ЭЭГ на I-ом этапе. Далее, на основе полученных спектров, ДПП вычисляет индивидуальные электрофизиологические параметры, используемые в модели когнитивных процессов /3/.

Литература

1. Боденштайн Г., Преториус Х.М. Выделение признаков из электроэнцефалограммы методом адаптивной сегментации. ТИИЭР, 1977, т.65, № 5, с.59-71.
2. Бриллинджер Д. Временные ряды. М.: Мир, 1980, 536 с.
3. Забродин Ю.М., Лебедев А.Н. Психофизиология и психофизика. М.: Наука, 1977, 288 с.
4. Кей С.М., Марпл С.Л. Современные методы спектрального анализа: Обзор. ТИИЭР, 1981, т.69, № II, с.5-51.
5. Лебедев А.Н., Москаленко И.В. Опыт автоматического управления психологическими экспериментами с помощью ЭВМ. В кн.: Психологические проблемы автоматизации организационного управления. Одесса, 1983, с. 62-65
6. Ливанов М.Н. Электроэнцефалограмма и мышление. Психологический ж., 1982, т.3, № 2, с.127-137.
7. Ливанов М.Н. Ритмы ЭЭГ и их физиологическое значение. ЖВНД, 1984, т.34, вып.4, с. 613-626.

8. Москаленко И.В. Экспериментальное исследование тонкой структуры спектра ЭЭГ человека в диапазоне альфа-ритма. В сб.: Психофизиологические закономерности восприятия и памяти. М.: Наука, 1985, с. 120-125.

9. Пасынова А.В., Мальцева И.В., Москаленко И.В. О частотном составе доминирующего ритма ЭЭГ человека. Психологический ж., 1985, т.6, № 4, с.130-138.

10. Хэррис Ф.Дж. Использование окон при гармоническом анализе методом дискретного преобразования Фурье. ТИИЭР, 1978, т. 66, № 1, с.60-96.

АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ С ПОМОЩЬЮ ЭВМ "СМ-4" и "ЭЛЕКТРОНИКА-60"

О.Э.Кангур, Т.И.Лумберг, У.А.Нийнсалу

Таллинский политехнический институт

Во многих приложениях требуется обработка аналоговых сигналов цифровыми методами. Для этой цели на кафедре радиотехники ТПИ используется аппаратно-программный комплекс на основе мини- и микро-ЭВМ.

Комплекс, представленный на рис.1, состоит из кассетного магнитофона (МАГ), осциллографа С9-8, двух ЭВМ "Электроника-60" (Э-60), ЭВМ СМ-4, последовательных интерфейсов (ПИ), модифицированного дисплея типа СМ 7209, цветного видеографического устройства (ЦВГУ) и других периферийных устройств, находящихся в составе ЭВМ.

Состав этого комплекса можно разделить на три части: подсистема ввода и предварительной обработки, подсистема основной обработки и подсистема вывода и представления результатов.

В подсистеме ввода исследуемый аналоговый сигнал считывается с кассетного магнитофона и подается на осциллограф, где производится его преобразование в цифровую форму и запоминание во внутренней памяти осциллографа. Под управлением ЭВМ Э-60 через магистрали межприборного интерфейса информация считывается из осциллографа, при необходимости предварительно обрабатывается и передается на ЭВМ СМ-4. Информация также может быть перенесена из одной ЭВМ в другую с помощью

ГИБКИХ МАГНИТНЫХ ДИСКОВ.

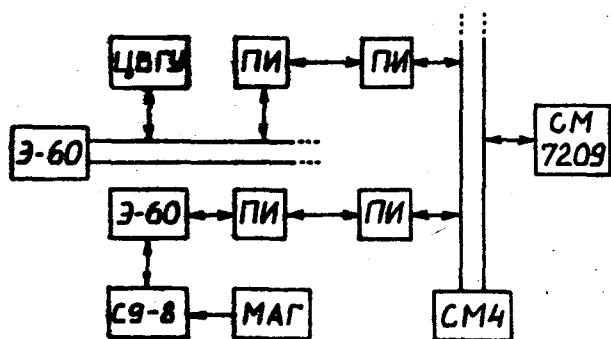


Рис. 1. Комплекс обработки сигналов

Возможности регистрации аналоговых сигналов в значительной степени определяет используемый в системе осциллограф. Основные параметры, достигаемые с помощью осциллографа С9-8, следующие: число разрядов АЦП - 8, уровень входного сигнала от 50 мВ до 50 В, максимальная частота дискретизации 20 МГц, число сохраняемых дискрет 2048. АЦП работает без схемы выборки и хранения аналоговых значений сигнала.

Основная обработка сигнала осуществляется с помощью ЭВМ СМ-4. Там же разрабатываются и отлаживаются новые подпрограммы обработки сигналов и подготавливаются пакеты прикладных программ. Разработан комплекс программ спектрально-корреляционной обработки сигналов на основе нелинейных методов спектрального анализа.

Результаты обработки можно оперативно представлять в виде графиков на экране усовершенствованного дисплея типа СМ 7209, позволяющего отображать одноцветное изображение в формате 512 x 256 точек. Модификация дисплея заключается в добавлении к нему дополнительной печатной платы, где размещена память размером 16 Кбайт для хранения изображения и управляющая логика. Результаты также могут быть представлены с помощью ЦВГУ, работой которого управляет своя ЭВМ Э-60. Формат отображения 512 x 512 точек, для выбора цвета каждой точки изоб-

ражения выделено 6 битов информации.

Работа с комплексом требует решения проблемы взаимодействия трех ЭВМ. В комплексе главной является ЭВМ СМ-4. Для совместной работы на подчиненных ЭВМ нужно запустить соответствующие программы. Пока это делается вручную и не управляется из главной ЭВМ. Для более корректного решения данной проблемы требуется разработка пакета динамической загрузки и управления программ, подчиненных ЭВМ.

При разработке программного обеспечения (ПО) комплекса была поставлена задача построения гибкой системы программирования, позволяющей объединить существующие подпрограммы обработки в единый пакет прикладных программ, сохраняя при этом легкость модифицирования пакета при различных требованиях пользователя и при смене типа ЭВМ. Для этой цели разработаны принципы построения ПО и структуры данных и реализованы основные модули базового ПО на языке программирования С и модули обработки на языке ФОРТРАН. Разрабатываются также программы создания и ведения архива.

ПО комплекса состоит из трех частей:

- программы сбора исходной информации и предварительной обработки, работающие в диалоговом режиме (установка режимов работы осциллографа и запуск эксперимента) или под управлением центральной ЭВМ комплекса;
- программы управления комплексом и обработки сигналов, работающие в интерактивном режиме;
- программы графического отображения результатов.

Кроме перечисленных готовых программ составлены библиотеки, содержащие модули диалогового взаимодействия с оператором, интерактивной отладки, хранения и передачи данных, различные модули обработки сигналов и графического отображения.

Описанный комплекс был применен для решения задач механики при диагностике подшипника скольжения, анализе эстонских гласных звуков, анализе эхо-сигналов в геологических исследованиях и пр.

БАЗОВОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОМПЛЕКСА ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ

Т.И. Лумберг, А.Р. Рооси

Таллинский политехнический институт

Исследование аналоговых сигналов, при применении цифровых методов обработки, невозможно без стыкованных с мини-или микро-ЭВМ устройств сбора информации (датчики, фильтры, АЦП и т.д.), образующих простейшие комплексы обработки сигналов (КОС). Основной целью КОС является регистрация, сжатие и преобразование (обработка), сохранение информации (технический аспект) и преобразование ее в удобную для восприятия человеком форму (эргономический аспект КОС). Исследование экспериментальной информации (сигналов) и алгоритмов их обработки - это основная цель интерактивной работы исследователя.

Широкое применение КОС для решения различных задач требует гибкости системы, что достигается применением программно-перестраиваемых аппаратных средств и гибких (настраиваемых на конкретные нужды без перепрограммирования) программных модулей. Предварительно подготавливаются наборы значений управляющих параметров системы. При запуске конкретной задачи эти наборы автоматически настраивают программные средства.

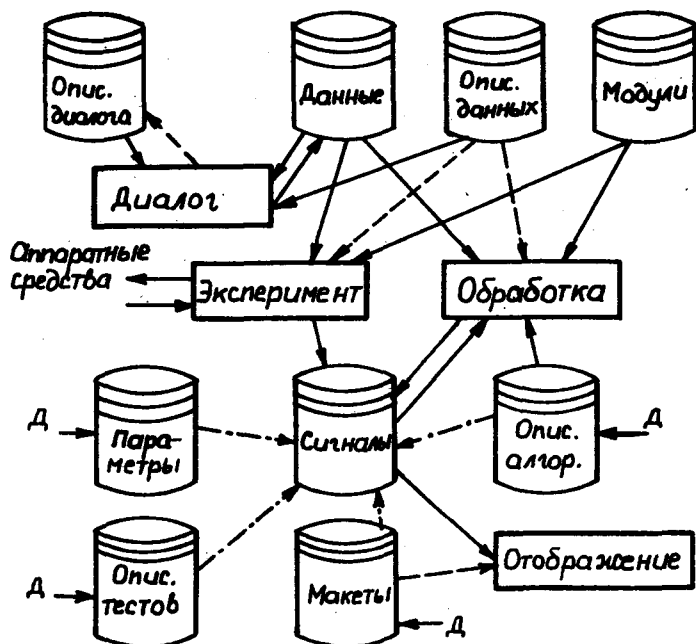
На рисунке приведена структура открытого программного обеспечения (ПО) КОС, где управление программных модулей осуществляется данными, обеспечивающими настраиваемость КОС.

В докладе рассмотрены некоторые основные части базового ПО:

- 1) диалоговые средства управления;
- 2) графические средства представления информации (сигналов);
- 3) интерактивные средства наладки и выполнения алгоритмов обработки;
- 4) архивное обеспечение КОС.

Диалоговые средства предназначены для оперативного управления комплексом и изменений параметров настройки. Определение большого количества управляющих параметров при приме-

нении метода "чистого меню" (выбор одного варианта из предложенных) очень утомительно, особенно для опытного пользователя. Поэтому применяем средства управления макетного меню, где на одном окне на экране изображаются несколько параметров, сгруппированных по назначению. Выбирая нужный параметр, пользователь изменяет его значение. Для обеспечения достоверности автоматически проверяется допустимость введенного значения. Макеты меню предварительно формируются стандартным экранным редактором текстов и обрабатываются интерпретатором экранных картинок.



Графические средства позволяют изобразить на экране графического дисплея несколько хорошо оформленных двумерных графиков. Допускаются две у-оси с независимой маркировкой (линейное или логарифмическое масштабирование). Для документирования применимы графические печатающие устройства и графо-

построители.

Интерактивные средства допускают в любой момент времени независимо от выполняемого действия вызвать интерпретатор командных строк, позволяющий выполнить модули обработки и модули базового ПО, применяя их динамическую загрузку и обновить значения данных. Кроме того, возможно получить чисто отладочную информацию как дампы памяти, трассировку модулей и т.д., что особенно полезно при добавлении новых модулей в систему.

Задачами архивного обеспечения являются сохранение результатов экспериментов (сигналов) и множества параметров настройки (экраных картинок, параметров конфигурации аппаратных средств, описаний макетов изображений, алгоритмов обработки и т.д.).

Рассмотренные базовые средства реализованы в основном на языке СИ (частично на ФОРТРАНе) под управлением ОС РАФСО (TS - монитор).

Реализованные базовые средства позволяют с технической точки зрения составить мобильное и гибкое ПО для КОС, а с эргономической точки зрения:

- пользователю естественно, без специальной подготовки, общаться с системой;
- оперативно управлять КОС, уменьшить вероятность ошибок и увеличить производительность исследований, применяя заранее подготовленные параметры;
- наглядно представить большие массивы информации, что благоприятствует быстрому анализу и принятию решения;
- интерактивно, в любой момент времени, определить состояние системы.

**КОМПЛЕКТ ПРОГРАММ ГЕНЕРАЦИИ СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ С
ЗАДАНЫМИ СТАТИСТИЧЕСКИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ДЛЯ УНИ-
ВЕРСАЛЬНОГО МИКРОПРОЦЕССОРНОГО МОДУЛЯ КАМАК**

В.В.Дмитриев, Г.Ф.Филаретов

Московский энергетический институт

К настоящему времени наибольшее практическое распространение при генерации стохастических сигналов непрерывного

типа или их дискретных аналогов в автоматизированных системах реального времени (АСРВ) получили две модели:

- модели типа "белого" шума (чаще всего дискретного) с произвольным одномерным законом распределения вероятностей;
- модели гауссовского случайного процесса (СП) с произвольной (обычно дробно-рациональной) спектральной плотностью или соответствующей произвольной корреляционной функцией.

Однако для АСРВ характерным является наличие сигналов более сложного вида, что требует адекватного усложнения и используемых математических моделей. Следующим шагом в этом направлении является СП, заданные одновременно одномерным законом распределения вероятностей и корреляционной функцией (спектральной плотностью), причем в общем случае обе характеристики должны регулироваться раздельно или же, по крайней мере, при изменении одной из них другая должна сохраняться без изменений.

Одним из решений задачи имитации является моделирование негауссовских СП (НСП) путем использования нелинейных стохастических дифференциальных уравнений (НСДУ), которые позволяют получать сигналы с самыми различными вероятностными свойствами. Наиболее сложной и в то же время наиболее интересной представляется задача синтеза НСДУ, т.е. синтеза подходящей нелинейной стохастической системы, позволяющей получить процесс с наперед заданными характеристиками.

Для получения НСП с заданной экспоненциальной корреляционной функцией и фиксированным одномерным законом распределения используется НСДУ первого порядка:

$$dx/dt = F(x, t) + G(x, t) \cdot n(t) \quad (1)$$

где $F(x, t)$, $G(x, t)$ - детерминированные функции, удовлетворяющие условию Липшица; $n(t)$ - нормальный "белый" шум интенсивностью $N_0/2$ с нулевым математическим ожиданием.

Более сложная корреляционная функция вида

$$R_x(\tau) = \sigma^2 x e^{-\lambda|\tau|} \cos \omega_0 \tau \quad (2)$$

может быть получена при моделировании узкополосного НСП на основе решения НСДУ второго порядка:

$$d^2x/dt^2 = F(x, \lambda, \omega_0, t) dx/dt + G(x, \lambda, \omega_0, t) + c \cdot n(t)$$

где $F(\dots)$, $G(\dots)$ и $n(t)$ удовлетворяют условиям уравне-

ния (1); λ, ω_0 - параметры; $c = 4\sigma_x^2 \lambda \omega_0^2$.

Задача имитации НСП с помощью уравнений (1) и (2) была решена применительно к моделированию важного с практической точки зрения класса случайных процессов с одномерными функциями распределения вероятностей из семейств распределения Пирсона и Лапласа. При исследовании на ЭВМ полученных результатов для различных моделей сформулированы требования к "неидеальности" характеристик исходного процесса $n(t)$ и величине шага дискретизации.

Другой метод моделирования основан на исследовании общей формулы энергетического спектра аперриодических импульсных случайных процессов, при условии независимости амплитуды и длительности импульсов моделируемого процесса.

Теоретически определена область существования корреляционной функции для рассматриваемого класса НСП и получены выражения, задающие алгоритмы его генерации. Например, если нормированную корреляционную функцию задать в виде суммы экспонент:

$$R_{xx}(\tau) = \sum_{i=1}^n A_i e^{-\alpha_i |\tau|}, \quad \sum_{i=1}^n A_i = 1, \quad A_i, \alpha_i > 0,$$

то в непрерывном случае плотность вероятности длительности импульсов выражается следующим образом:

$$\omega_\tau(\tau) = \sum_{i=1}^n A_i \alpha_i^2 e^{-\alpha_i |\tau|} / \sum_{i=1}^n A_i \alpha_i$$

Для дискретного случая плотность вероятности равна:

$$P_{kM} = \sum_{i=1}^n A_i e^{-\alpha_i k} (1 - e^{-\alpha_i})^2 / (1 - \sum_{i=1}^n A_i e^{-\alpha_i}), \quad k = 0, 1, 2, \dots$$

На основе полученных теоретических результатов для реализации рассмотренных методов разработан комплект программ генерации (КПГ) НСП, предназначенный для имитации реальных случайных сигналов с помощью универсального микропроцессорного модуля КАМАК, в состав которого входят два цифро-аналоговых преобразователя (ЦАП). КПГ зашит в ПЗУ универсального модуля и функционально состоит из трех частей:

- 1) P1 - реализует расчет основных параметров генерации НСП для заданных видов закона распределения и корреляционной функции;
- 2) P2 - реализует решение полученных уравнений с испо-

льзованием одной из разностных схем;

- 3) РЗ – реализует получение реального аналогового сигнала с помощью ЦАП универсального модуля КАМАК.

Рассмотренный КИП использовался при имитации типовых случайных сигналов в учебно-исследовательских комплексах, а также при проверке и тестировании аппаратуры, предназначенной для медицинских исследований.

Применение разработанного КИП позволит обеспечить возможность генерации случайных сигналов с высокой точностью и стабильностью характеристик, расширить класс решаемых задач методом статистических испытаний и повысить достоверность результатов моделирования.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭВМ "ИСКРА-226" ДЛЯ СОПРЯЖЕНИЯ С УСТАНОВКОЙ ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ ДВИЖЕНИЙ ГЛАЗ

Л. Л. Концевич

Институт проблем передачи информации АН СССР,
Москва

В стандартный комплект ЭВМ "Искра-226" входит 32-канальный преобразователь аналог-код (БИФ-14). Этот преобразователь связан с процессором ЭВМ через каналный процессор, который может в режиме прямого доступа обращаться к памяти ЭВМ (32 Кбайт). Центральный и каналный процессоры могут работать параллельно. Поэтому мы используем следующий режим работы: центральный процессор строит стимульную последовательность на экране дисплея, а каналный процессор одновременно записывает информацию о положении глаз в оперативную память.

При вводе информации через БИФ-14 мы применили 2-байтную дисциплину обмена (точность – 1024 уровня в задаваемом диапазоне входных напряжений) с внешней синхронизацией. Для этой цели разработан драйвер для быстрого считывания с двух каналов. Мы используем, как правило, задающую частоту 4 кГц, при этом в память поступает информация о 1000 точек каждую секунду. Объем оперативной памяти ЭВМ позволяет производить запись около 7 сек.

По ходу работы программа выдает в виде меню возможные варианты продолжения ее работы. Поэтому мы опишем с небольшими комментариями возможные меню и сообщения, из которых

станет понятной структура программы.

Сразу после начала работы программы появляется меню 1: "РЕЖИМ РАБОТЫ: 1. ЭКСПЕРИМЕНТ; 2. КАЛИБРОВКА". При выборе варианта (2) производится калибровка регистрирующей системы. Этот вариант не реализован в настоящей версии программы. При выборе (1) на экране появляется сообщение: "НАЖМИТЕ ЛЮБУЮ КЛАВИШУ И НАЧНЕТСЯ ПРОЦЕДУРА ЦЕНТРИРОВАНИЯ ВЗГЛЯДА. ПРИ ПОВТОРНОМ НАЖАТИИ НАЧНЕТСЯ СТИМУЛЯЦИЯ И ЗАПИСЬ ДВИЖЕНИЙ ГЛАЗ". После нажатия клавиши в центре экрана появляется точка фиксации и в некотором другом месте - точка, соответствующая текущему положению глаза. Испытуемый фиксирует точку в центре, а экспериментатор, регулируя регистрирующую систему и поправляя положение головы испытуемого, добивается совмещения точки, соответствующей положению глаза, с точкой фиксации. В момент совмещения на экран БИВ-14 поступают нулевые напряжения. После повторного нажатия на экране появляется стимульная последовательность и одновременно производится запись движений глаз.

После окончания записи на экране появляется меню 2: "УСТАНОВИТЕ МАСШТАБ ИЗОБРАЖЕНИЙ: 1. 1/4; 2. 1/2; 3. 1/1; 4. 2/1; 5. 4/1". После выбора масштаба на экране появляется меню 3: "МОЖНО: 1. ИЗМЕНИТЬ МАСШТАБ (возврат в меню 2); 2. ГРАФИК $У(X)$; 3. ГРАФИКИ $У(T)$ и $Х(T)$ ". При выборе (2) на экране изображается траектория движения глаза с временными метками и метками, соответствующими моментам стимуляции. В случае (3) на экране изображаются зависимости координат положения глаза от времени. Моменты предъявления стимулов также отмечаются. При выводе изображений в вариантах (2) и (3) производится медианная фильтрация результатов измерений. Она позволяет устранять импульсные помехи, вносимые БИВ-14 (это один из главных его недостатков) и внешние наводки.

После того, как изображение выведено на дисплей, появляется меню 4: "1. ВЫВЕСТИ В ДРУГОМ МАСШТАБЕ (переход к меню 2); 2. ВЫВЕСТИ ДРУГИЕ ЗАВИСИМОСТИ (переход к меню 3); 3. ЗАПИСАТЬ НА ДИСКЕТУ R (возврат в меню 4); 4. ЗАПИСАТЬ НА ДИСКЕТУ F (возврат в меню 4); 5. ВЫВЕСТИ НА ПРИНТЕР (возврат в меню 4)". Варианты (3) и (4) позволяют записывать результаты измерений в виде графических объектов на дискеты для после-

дущей их обработки распространенным пакетом программ SIG (Scientific Interactive Graphics), в котором, например, можно аппроксимировать зависимости сплайнами, дифференцировать, интегрировать, аппроксимировать многочленами и т.д. Вариант (5) позволяет выводить изображение на дисплее с помощью принтера.

Предлагаемая программа оказалась очень удобной в работе, особенно при регистрации дрейфа и саккад малой амплитуды. Процедура предварительной установки нуля позволяет работать с близким к предельному усилением регистрирующей системы — при таких условиях обычно очень трудно попасть в узкий диапазон измерения.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМИЧЕСКОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕХАНОГЕННЫХ РЕАКЦИЙ В СИСТЕМЕ КРОВООБРАЩЕНИЯ

И.Г.Дик, С.Д.Солнушкин, В.Ф.Штром, В.Н.Чихман

Институт физиологии им. И.П.Павлова АН СССР

Вычислительный эксперимент (ВЭ) — еще одно направление использования наряду с решением уравнений, измерением и накоплением информации и управлением исполнительными устройствами. Если в некоторых вариантах использования ЭВМ ее можно заменить специализированным устройством, то ВЭ возможно проводить только на ЭВМ, в которой создана специальная вычислительная среда.

Данное сообщение посвящено описанию алгоритмической части программного обеспечения ВЭ. К особенностям его реализации относится возможность управления экспериментом, состоящая в том, что экспериментатор, наблюдая за текущей информацией, по мере надобности, вмешивается в процесс вычисления. Кроме того следует отметить несложную технологию изменения схемы эксперимента. ВЭ особенно эффективен там, где велик разрыв между теоретическими представлениями и возможностями экспериментальных исследований или где не всегда удается в опытах измерить параметры, требуемые теорией. В частности, применение ВЭ перспективно для исследования сложных систем, со сложным поведением наблюдаемых в опыте их характеристик. Предпосылкой же широкой реализации ВЭ явилась возможность

моделирования сложных иерархических структур алгебраическими отображениями, а их поведение - рекуррентными или дифференциально разностными уравнениями /1,2/. Рекуррентные алгебраические и дифференциально разностные уравнения легко программируются, обеспечивают высокую степень точности счета и позволяют заменить сложный математический аппарат уравнений в частных производных.

Для проведения ВЭ нами разрабатываются несколько программ-генераторов. Первая генерирует программу, которая в ходе эксперимента имитирует физическую среду (сложную систему). Эта программа выполняется совместно с программой-результатом работы второй программы-генератора, которая создает имитацию "воздействий на среду". Программа "воздействий" должна содержать достаточно полное меню воздействий и включать выбранное из меню "воздействий" по указанию экспериментатора в нужный ему момент. Следующий модуль, работающий с программой "среды", имитирует внешние сохраняющиеся или закономерно меняющиеся условия эксперимента.

Вычислительная среда эксперимента содержит набор модулей диагностики и отображения выходной информации. Эти программы призваны контролировать ход ВЭ, устанавливать уровень относительных и абсолютных ошибок и ошибок округления, а также выводить на индикацию сведения о возможных вычислительных ситуациях, представляя экспериментатору вмешиваться в ход эксперимента. Помимо сведений вычислительного контроля экспериментатору отображаются значения специально вычисляемых характеристик о ходе опыта. Эти характеристики экспериментатор выбирает из специального меню и может заменять их в ходе опыта.

Общее управление всеми программными модулями осуществляется программным диспетчером. Вычислительная среда ВЭ работает во взаимодействии с операционной системой Т-II, и практическая реализация многих функций достигается ее средствами.

Для исследования механогенных реакций системы кровообращения методом ВЭ генерируется русло, представляющее собой два бинарных дерева листьями друг к другу. Между этими деревьями располагается сеть с гексогональным ветвлением. Дере-

вьями представлены артериальный и венозный отделы, а гексагональной сетью – капиллярный. Геометрические и механические параметры сосудов и количество ветвлений указываются при генерации. Каждое ветвление программных деревьев и сети соответствует ветвлению сосудистого ложа, каждому сосуду при генерации выделяется файл, в который записываются его характеристики: длина, текущие радиус и давление, коэффициенты упругости и вязкости и т.д. Размер этого файла зависит от количества учитываемых характеристик и определяется экспериментатором при генерации.

В качестве воздействий на систему можно использовать пережатие нескольких сосудов, изменение вязких и упругих свойств сосудистых стенок и т.д.

Для описания тока крови по сосудам использовались следующие соображения, которые привели к рекуррентным и разностным уравнениям. Пусть из предыдущего сосуда в последующий попал некоторый объем крови. В следующие моменты времени он деформирует сосуд и частично вытечет в последующие сосуды. Деформация сосудов и ток крови по ним зависят от значений радиусов, входных и выходных давлений, вязкости крови, упругих свойств сосудистой стенки и других характеристик. Все эти характеристики, связанные алгебраическими рекуррентными уравнениями, позволяют провести вычисления для каждого сосуда и каждого ветвления, и, следовательно, обойти дерево всего сосудистого русла. Повторяя расчеты в цикле по времени, вычисляются требуемые экспериментатору гемодинамические характеристики. Если экспериментатор включает воздействие, то вычислительный процесс не прерывается и система дает возможность экспериментатору наблюдать реакцию на воздействие. В ходе эксперимента экспериментатор может наблюдать интересующие его экспресс-характеристики, например, кровонаполнение, объем циркулирующей крови, среднее давление по участкам региона, фазовые соотношения между колебательными модами и т.п. Особое внимание при разработке вычислительной среды уделено программам обработки результатов эксперимента. Преимущественно это оригинальные алгоритмы, основанные на методах анализа систем, далеких от равновесия, программы построения фазовых диаграмм и некоторые стандартные статистические методы.

Предлагаемая система разрабатывалась как инструмент для исследования системы кровообращения и тех ее свойств, характеристики которых не удастся измерить в натуральных экспериментах.

Литература

1. Заславский Г.М. Стохастичность динамических систем. - М.: Наука, 1984, 271 с.
2. Хокни Р., Иствуд Д. Численное моделирование методом частиц. - М.: Мир, 1987, 640 с.

ОПЕРИРОВАНИЕ С ГРАФОМ НА ЭКРАНЕ ЭВМ: ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

С.В. Гуськов, П.Б. Паршин

Московский институт радиотехники, электроники и автоматики,
Институт США и Канады АН СССР

1. При использовании в компьютерных системах алфавитно-цифровых дисплеев основной формы отображения информации, обрабатываемой ЭВМ является сентенциальная /3/ - собственно текст в его линейном облике и таблицы. Использование сентенциальных представлений вынуждает пользователя при считывании и анализе данных производить непрерывные вычисления; кроме того, во многих случаях такие представления затрудняют выявление структуры отношений между данными и элементами данных, что объясняется линейностью сентенциальных представлений. Целесообразным в силу этого оказывается дополнение их представлениями, в которых информация "освобождена" от линейной оболочки, и структура отношений между данными выражена с помощью пространственной индексации. Существует целый ряд проблем, для решения которых такая децентрализация представляет специфические преимущества, обусловленные, как показано в /3/, психологическими причинами. Появление и непрерывное совершенствование графических дисплеев определило распространение таких форм представления данных на экране ЭВМ, как диаграммы, гистограммы и графики. Однако и такие представления не могут в полной мере удовлетворить пользователя, занятого анализом сложных структур, наиболее естественным способом наглядного представления которых являются графы; ме-

жду тем, необходимость анализа таких структур возникает в различных областях человеческой деятельности. В частности, графами в формальном отношении являются семантические сети, широко используемые в информатике для отображения структур текстов.

2. В докладе обсуждаются программные средства, осуществляющие отображение данных на экране дисплея в виде ориентированного графа, вершины которого представляют объекты или классы объектов (в принципе - самой разнообразной природы), а дуги - отношения между ними. Пользователю предоставляются достаточно широкие возможности оперирования с графом на экране дисплея (пространственная передислокация узлов, удаление узлов с коэффициентом ветвления менее заданной величины, позволяющее выявлять "скелетную" структуру отношений). Предусмотрена также возможность "озвучивания" узлов (см. ниже) и получения сведений о формальных характеристиках графа, подлежащих дальнейшей содержательной интерпретации (ср. /2/). Перечисленный набор функций позволяет осуществлять анализ структур данных, изучая изображение графа и используя при этом цифровую и текстовую (т.е. сентенционально представленную) информацию в качестве справочной.

3. Р е а л и з а ц и я . Программа СОМАРАН, строящая на экране ЭВМ изображение ориентированного графа, была разработана в рамках работ по созданию автоматизированной системы анализа политических текстов АВГУР (Институт США и Канады АН СССР), предназначенной для перевода естественных язычных текстов в форму, обеспечивающую возможность (а) анализа выраженных в них авторских представлений о структуре политической ситуации и (б) моделирования оценки таковой ситуации автором текста. Для репрезентации содержательных структур в АВГУР'е используется т.н. активационный граф, узлы которого репрезентируют входящие в структуру ситуации действия и состояния, а дуги - активационные связи между ними ("А способствует/препятствует В" и т.п.). Использование активационных графов представляет собой переосмысление аппарата когнитивного картирования (подробнее см. в /1/), в свою очередь восходящего к когнитивистским концепциям социальной психологии. Изображение активационного графа на экране и представляет собой резуль-

тат работы программы СОМАРАН и одновременно основу для дальнейшей аналитической работы пользователя.

На вход программы подается информация в сентенциальной форме: набор сведений об активационных связях в предикатной записи и список интерпретаций узлов. В связи с недостаточными размерами и разрешающей способностью использованного дисплея на него выводится "чистая" структура; для "озвучивания" графа, т.е. вывода на экран интерпретации узла, интересующего пользователя, применяется курсор, помечающий узел в графе. "Озвучивание", таким образом, обеспечивает взаимодействие сентенциальной и графической форм представления данных в процессе анализа.

Изображение графа занимает нижнее большее окно экрана; в верхней его части находится окно для вывода справочной информации. Цветовая палитра: узлы - желтые (закрашенные или незакрашенные) или красные в зависимости от типа репрезентируемых действий/состояний; дуги графа - зеленые, желтые, красные; фон - черный. Выбор функций осуществляется через меню и нажатием функциональных клавиш. Режим работы - диалог, время отклика программы (до построения изображения) зависит от количества узлов и связей в изображаемом графе; для графа в 50 узлов средней связанности время работы составляет не более 1 мин. Программный язык - BASICA; очевидно, что при использовании других языков время работы программы может быть сокращено. Программа написана для ЭВМ IBM PC XT с цветным графическим дисплеем и оперативной памятью в 256 Кбайт. Объем программы - 600 строк.

4. П е р с п е к т и в ы . Программа СОМАРАН с очевидностью может быть использована не только в составе АВГУР'а, но и в других системах, допускающих представление данных в виде графа, - таковы, в частности, базы данных иерархического типа, разнообразные системы на семантических сетях, экспертные системы. В последних программы, подобные СОМАРАН, могут быть использованы в подсистемах объяснения, обеспечивая наглядную (во всяком случае, для определенных категорий пользователей) визуализацию процесса умозаключений.

Литература

Г. Луков В.Б., Сергеев В.М. Опыт моделирования мышления ис-

торических деятелей: Отто фон Бисмарк, 1866-1876 // Вопросы кибернетики. Логика рассуждений и ее моделирование. - М.: Научный совет по комплексной проблеме "Кибернетика", 1983, с. 148-160.

2. Паршин И.Б. Об использовании лингвистических методов при анализе политической концепции автора текста // Математика в изучении средневековых повествовательных источников. - М.: Наука, 1986, с. 63-82.

3. Larkin, J.H., Simon, H.A. Why a diagram is (sometimes) worth ten thousand words // Cognitive Science. - Norwood (N. J.), 1987, vol.11, No.1, p. 65-99.

НОВЫЕ МЕТОДЫ САМООЦЕНКИ УТОМЛЕНИЯ В РАЗЛИЧНЫХ РЕГИОНАХ ТЕЛА С КВАНТИФИКАЦИЕЙ ИНТЕНСИВНОСТИ СИМПТОМОВ

Ю.Я. Кристьянхан

Таллинский политехнический институт

В последнее время в эргономических исследованиях широкое распространение получили методы самооценки утомления. Значительную роль при этом сыграло то обстоятельство, что они весьма информативны. Если повседневное утомление сопровождается характерными ощущениями почти всегда, то какой-то объективный физиологический метод показывает снижение работоспособности обычно не чаще, чем в 60-70% случаев. Методы самооценки чувствительны и могут быть использованы для характеристики физиологических сдвигов в глубине тканей. (Это возможно из-за большого количества рецепторов в разных органах). Часто эти методы называют "субъективными" (оценивает сам субъект). По-видимому, использование этого термина не всегда оправдано, так как термин "субъективный" может пониматься в двух различных смыслах: как свойственный индивиду и как несуществующий объективно.

Часто при изучении утомления целесообразно учитывать то обстоятельство, что физиологические процессы утомления в разных регионах тела на периферии организма имеют свою специфику и их интенсивность значительно варьируется.

В последние десятилетия во многих странах Западной Ев-

ропы и Японии получили распространение тесты для изучения локализации и степени интенсивности процессов утомления, при которых использовалась схема с распределением поверхности человеческого тела на 10-15 регионов, а в некоторых случаях до 50 и более областей /1/. В каждой из них интенсивность симптомов усталости оценивалась по 5-10-балльной, а иногда - по континуальной шкале. К недостаткам этих методов можно отнести относительно простое деление поверхности тела на отдельные регионы и их небольшое количество. Эти обстоятельства снижают информативность тестов.

В Таллинском политехническом институте разработан и используется на практике тест определения локализации различных ощущений усталости, который состоит из схемы регионов тела (100) и небольшой анкеты. При соответствующих устройствах в автоматизированных системах схему можно использовать и без анкеты.

При ее конструкции в первую очередь учитывалось:

- а) подразделение анатомических областей, принятых в миологии;
- б) различия специфики физиологических процессов утомления в различных областях тела, в первую очередь в мышцах, суставах, областях сухожилий;
- в) области субъективной симптоматики процессов утомления различной локализации на периферии организма;
- г) удобство различения областей тела самим исследуемым.

Распределение регионов рассчитано для широкого охвата всевозможных профессий.

При выполнении теста исследуемый рассматривал схему и отмечал в анкете регионы, где чувствуются ощущения усталости. Интенсивность симптомов оценивалась 3 различными способами в зависимости от конкретных задач исследования (характеристика контингента исследуемых, сравнение альтернативных вариантов организации труда и т.д.) и методов обработки данных (вручную или на ЭВМ).

1. Отмечалось 5 регионов, начиная с того, где ощущения наиболее интенсивные (использовалась порядковая шкала, которая при обработке данных переносилась на 5-балльную шкалу).

2. Использовалась 3- или 10-балльная шкала.

3. Применялась континуальная шкала, при обработке которой величина каждого признака выражалась в процентах от максимума шкалы.

Кроме того, исследуемый должен был после работы регулярно через 15-30 мин., обращая внимание на свое самочувствие, отметить время, когда в каждом из указанных регионов ощущения уже не проявляются.

При дальнейшей обработке по каждому региону у обследуемой группы баллы суммировались.

Нами исследовано более 1700 работающих в легкой, мясомолочной, автомобильной промышленности, в промышленности строительных материалов. Получен ряд новых данных о локализации физиологических процессов утомления в организме, о сложных взаимосвязях между физической (механической) нагрузкой различных частей опорно-двигательного аппарата и утомлением. Разработаны рекомендации по оптимизации труда (по рациональной организации рабочего места, режимам труда и отдыха, по усовершенствованию технологии производства).

Литература

I. Corlett, E.N., Bishop, K.P. A technique for assessing postural discomfort // Ergonomics, 1976, Vol. 19, No. 2, p. 175-182.

ВАРИАЦИОННАЯ ОККЛЮЗИОННАЯ ПЛЕТИЗМОГРАФИЯ

М.И.Бойко, Н.С.Бойко, В.Н.Вилежанинов, И.В.Годунова

Ленинградский политехнический институт им.М.И.Калинина

Практика разработки методов определения и контроля функционального состояния оператора и использование их при проведении эргономической экспертизы новых видов техники показывает, что наиболее перспективными являются сенсометрические методы, позволяющие измерить градуальный ответ организма на различные воздействия. Одним из таких методов является исследование вегетативных реакций с помощью окклюзионной плетизмографии. Достоинства метода основаны на чрезвычайной реактивности сосудистых реакций, которая сочетается с невозможностью произвольного управления кровенаполнением сосудов самим испытуемым, широкой рефлексогенной зоне реакций, возникновении их без предварительной выработки, довольно высо-

кой стабильности их при действии раздражителей. Относительная простота и возможность непрерывной регистрации обеспечивают эффективное применение окклюзионной плетизмографии для оценки различных аспектов деятельности человека-оператора. Основные недостатки метода связаны с несовершенством плетизмографических датчиков и с отсутствием экспериментально обоснованных методов применения.

В настоящем сообщении рассматриваются методические вопросы окклюзионной плетизмографии и некоторые варианты ее использования для оценки состояний человека-оператора, возникающих в процессе работы. Особое внимание обращено на метрологические вопросы первичных преобразователей.

Плетизмография - графическая регистрация колебаний объема исследуемого участка тела, обусловленных изменением кровенаполнения. Этот метод основан на измерении колебаний длины окружности, объема или межэлектродного сопротивления (реплетизмография), по которому в последнем случае вычисляют изменение объема конечности.

Главным достоинством окклюзионной плетизмографии является относительная простота, непрерывность регистрации, возможность применения ее в условиях эксперимента на человеке без нарушения целостности тканей и кровеносных сосудов. Вместе с тем, этот метод подвергается серьезной критике из-за несовершенства датчиков, преобразующих изменения объема исследуемой конечности в электрический сигнал, вследствие чего на регистрируемый процесс накладываются влияния неинформативных параметров физической природы, связанных с изменением температуры окружающей среды и исследуемой конечности.

Учитывая несомненную ценность окклюзионной плетизмографии как метода психофизиологического исследования, нами проведен анализ и метрологические исследования плетизмографических датчиков.

В серии метрологических экспериментов исследовались зависимости выходных сигналов датчиков плетизмографов от изменения температуры исследуемого участка и окружающего воздуха для двух типов серийных (воздушного и ртутного) и тензометрического, разработанного нами, плетизмографических датчиков. Кроме того, исследовались эластические свойства датчи-

ков.

Метрологические эксперименты показали зависимость величин выходных сигналов плетизмографов, содержащих воздушные и ртутные датчики, от изменения температуры окружающей среды или исследуемого участка, при постоянном объеме этого участка. Изменение амплитуды выходного сигнала тензометрического датчика при тех же температурных изменениях лежит в пределах шума усилителя.

Исследование эластических свойств датчиков показало, что ртутные и воздушные датчики при измерении создают дополнительное венозное давление порядка 15 мм рт.ст. — для воздушных и 30–35 мм рт.ст. — для ртутных. Следовательно, при обычном венозном давлении (в норме равном 6–10 мм рт.ст.) эти датчики вызывают местную окклюзию, препятствуя венозному оттоку, при этом ошибка измерения может лежать в пределах 25–45%.

Важной задачей исследования являлось выяснение информативных параметров в показателях самой окклюзионной плетизмограммы. При решении этой задачи мы исходили из предположений, устоявшихся в теории автоматического управления, о том, что показателем качества функционирования любой системы является стабильность параметров ее функционирования. Необходимо было решить, как часто можно проводить измерения без внесения искажений в измеряемый параметр. В практике психофизиологического эксперимента объемную скорость кровотока (ОСК) рекомендуется измерять не чаще 1 раза в минуту. Однако такая частота съема информации не позволяет судить о качестве регулирования этого параметра. На здоровых испытуемых установлено, что временной интервал, равный 5 с, между окклюзиями, при длительности окклюзии в 5 с, не ведет к застойным явлениям и, следовательно, не искажает результаты измерения. Однако в дальнейшем, для надежности, мы использовали 10-секундный интервал между окклюзиями, что позволяло проводить 4 измерения в минуту.

Целью дальнейших экспериментов являлось выявление информативных параметров с помощью вариационной плетизмографии при различных, по своей эмоциональной окраске, воздействиях.

Результаты показали, что в процессе выполнения дополнительной деятельности у всех испытуемых наиболее информатив-

ным параметром изменения ОСК является не столько увеличение его среднего значения, сколько вариативность этого показателя, взаимосвязанного со степенью эмоциональной напряженности.

Кроме того, установлено, что вариативность вегетативных показателей при выполнении дополнительной задачи коррелирует с результатами точности выполнения основной и дополнительной задач.

На основании полученных данных можно сделать следующие выводы:

1. Степень вариативности ОСК при выполнении дополнительного задания свидетельствует об эмоциональной напряженности действий оператора.

2. Предлагаемый метод анализа психофизиологического состояния может быть использован при проведении профотбора с целью оценки эмоциональной напряженности и прогноза эффективности выполнения достаточно сложной операторской деятельности, а также при проведении эргономической экспертизы.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ МЫШЕЧНОЙ СИСТЕМЫ ОПЕРАТОРА

М.И.Бойко, Н.С.Бойко, А.О.Тютчев, И.Д.Нацвин

Ленинградский политехнический институт им.М.И.Калинина

Эргономические требования к проектированию систем человек-машина (СЧМ) формируются на основе измерения психофизиологических реакций организма, с использованием различных методических подходов к комплексной диагностике функциональных состояний человека-оператора. Существенное значение при этом имеют физиологические исследования, т.к. именно "физиологическая стоимость" (энергоёмкость) труда определяет эффективность деятельности человека-оператора, уровень его психофизиологических затрат. Кроме того, использование физиологических параметров позволяет получать не только качественную, но и количественную оценку состояния систем организма человека, что чрезвычайно важно для контроля и поддержания оптимального функционального состояния, являющегося основным показателем для формирования эргономических стандартов.

Практика проведения эргономической оценки рабочего места оператора (органы управления, пульты, средства отображения информации) показала, что одним из вернейших показателей, адекватно отражающих функциональное состояние как всего организма, так и отдельных уровней его поэлементной организации, является мышечный тонус /1/.

Патентно-информационные исследования показали, что в настоящее время существует около 40 способов определения мышечного тонуса. Наиболее распространенные из них можно объединить в следующие группы: I группу составляют способы определения функционального состояния мышц с помощью механического воздействия на саму мышцу или сустав, который обслуживает эта мышца; II группу составляют методы, основанные на исследовании рефлекторных мышечных ответов. Наиболее распространенную, III группу методов исследования функционального состояния двигательного аппарата, составляют тонометрические и тонографические методы исследования, основанные на измерении и регистрации твердости (упругости) мышцы при ее деформации в поперечном направлении.

При разработке метода проведения эргономической экспертизы по оценке функционального состояния мышечной системы, пригодного для психофизиологических исследований, клиники, а также условий невесомости нами был проведен сравнительный анализ следующих методов: сейсмомиотометрии, определения резонансной частоты, тонометрического и тонографического.

Эксперименты были проведены на базе ИМБЦ МЗ СССР в условиях иммерсионной ванны, обычно применяемой для моделирования условий невесомости на земле, параллельно с применением полидинамометрии. Эксперименты показали разнонаправленность показателей тонуса, измеренного с помощью методов сейсмомиотометрии и определения резонансной частоты у разных испытуемых, которые не коррелировали с результатами полидинамометрии. В большей степени результаты этих двух методов были связаны с показателями обезвоживания мышечной ткани и уменьшения подкожной жировой клетчатки. С результатами полидинамометрии достоверную корреляционную связь обнаружили показатели тонометрии.

Основной задачей наших исследований являлась разработка

метода определения мышечного тонуса посредством измерения ее твердости, метрологическая проработка этого метода и обоснование единиц измерения.

Среди известных методов измерения поперечной твердости наибольшее распространение получил метод, разработанный П.М.Уфимцом /4/. Несмотря на очевидную простоту, этот способ, как практически и другие, не получил достаточного распространения в психофизиологическом эксперименте. Это объясняется тем, что исследуемый параметр регистрируется не в метрических, а в произвольных единицах. При таком представлении измеряемых величин невозможно соотнести результаты разных исследований. Метрологические проработки показали, что наиболее объективным методом измерения и представления измеренных величин является определение поперечной твердости мышцы, выраженной в мм погружения штока в нее при определенном удельном давлении на шток (аналогично определению твердости металла по Бринеллю). За единицу тонуса мышцы принята величина, выраженная в мм/г/мм^2 , где: мм - ход штока, г/мм^2 - удельное давление на шток.

Метрологические и физиологические эксперименты позволили обосновать способ и единицы измерения, а также разработать серию устройств для определения функционального состояния двигательной сферы человека /2,3/ по мышечному тонусу.

Результаты исследований позволили высказать гипотезу о существовании, по крайней мере, трех разновидностей мышечного тонуса: а) базового, генетически детерминированного тонуса, определяемого с помощью вызванной тонометрии; б) функционального тонуса, который характеризует состояние двигательной сферы в момент измерения. Этот показатель зависит от интенсивности и объема предшествующей работы, условий отдыха и измеряется в условиях основного обмена; в) операционно-эмоционального тонуса, характеризующегося изменением мышечного тонуса в процессе выполнения деятельности, зависящего от характера работы и эмоциональной реакции на данную работу.

Таким образом, исходные (и текущие) показатели состояния систем и функций организма, определяемые с помощью мышечного тонуса, отражают психофизиологическую структуру деятельности человека-оператора, что в конечном счете позволяет

прогнозировать эффективность и надежность самой деятельности.

Литература

1. Бойко М.И., Бойко Н.С., Ксенофонтова В.Г. Метод исследования функционального состояния мышечной системы человека-оператора. Сб. "Проблемы метрологического обеспечения научных исследований и учебного процесса в вузах". Л., ДПИ, 1984, с. 200-202.
2. Бойко М.И., Слепчук Н.С., Тютчев А.О. Устройство для определения тонуса мышц. А.с. 843948, СССР. БИ, 1981, № 25, с.30.
3. Бойко М.И., Гавлич Г.И., Слепчук Н.С. Устройство для определения тонуса мышц. А.с. 1026767, СССР. БИ, 1983, № 25, с.27.
4. Уфлянд, Д.М. Физиология двигательного аппарата человека. Л., Медицина, 1965.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ЭРГОНОМИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ СЕНСОМОТОРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ С РЕГИСТРАЦИЕЙ ЭМГ

О.В.Афанасьев, В.Б.Лидова

Всесоюзный научно-исследовательский институт
технической эстетики

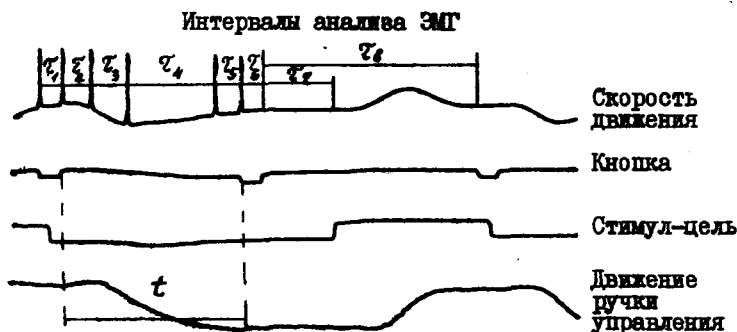
Целью исследования являлось определение психофизиологической цены (ПФ-цены) деятельности для дифференциации форм состояния напряженности, что предполагало выявление соотношения между затратами энергии (нервной и органической), эффективностью деятельности и ее условиями /2/. Как индикатор ПФ-цены использовалась ЭМГ функционально различных мышц.

В качестве модели сенсомоторной деятельности оператора было выбрано однокоординатное слежение за целью, меняющей свое положение скачком. Для управления экспериментом, получения показателей эффективности работы в режиме реального времени, а также постэкспериментальной обработки данных ЭМГ использовалась ЭВМ "Плуримат". Экспериментальный стенд включал телевизионный индикатор и ручку управления, угол поворота которой в горизонтальной плоскости с помощью потенциометра преобразовывался в электрический сигнал и соответствовал перемещению на экране управляемого точечного индекса.

В соответствии с программой, записанной ЭВМ, на экране появлялся точечный стимул-цель, изменивший свое положение скачком влево или вправо на равное расстояние от исходной позиции (центра экрана). Предъявления двух позиций цели были равновероятными, порядок - случайным. Задача испытуемого - быстрое и точное совмещение с целью управляемого индекса. Испытуемые работали в двух режимах - свободном и заданном. Первый применялся для определения индивидуальных возможностей испытуемых и выработки автотемпа слежения. В этом режиме, совмещив управляемый индекс с целью в исходной позиции, испытуемый нажимал кнопку на ручке управления, "вызывал" скачок цели, после чего совмещал с ней индекс и сигнализировал о выполнении задачи нажатием на кнопку. Затем цель сразу возвращалась в исходную позицию. В ходе опыта в памяти ЭВМ накапливались значения времени (в мс), затрачиваемого на каждую пробу, и точности совмещения (в % к калибровочному сигналу, введенному в память ЭВМ до эксперимента). По окончании цикла из 40 проб распечатывались статистические показатели эффективности деятельности (максимальное, минимальное значение, \bar{M} и σ для времени и точности), а также все первичные данные эффективности для каждой из 40 последовательных проб. Заданный режим использовался для продуцирования у испытуемых различных форм состояния напряженности. Он отличался от свободного тем, что длительность предъявления цели не зависела от времени ее обработки, а задавалась программно. Характеристики заданных режимов рассчитывались, исходя из временных значений автотемпа в контрольной серии для каждого испытуемого индивидуально. Для I режима длительность предъявления цели (T) соответствовала максимальному значению времени отработки цели в автотемпе (T макс.), для II - $T_{\bar{m}} + \sigma$, для III - $T_{\bar{m}}$, для IV - $T_{\bar{m}} - \sigma$, для V - T мин., для VI - T мин. - σ , для VII - T мин. - 2σ . Таким образом, заданные режимы варьировали от избытка до острого дефицита времени. Использовались также те циклы из 40 равновероятных предъявлений цели, как и в свободном режиме. Последовательность заданных режимов была случайной, но общей для всех испытуемых. На линии эксперимента временные и точностные показатели определялись как по всем пробам цикла, так и отдельно по тем пробам, в которых

испытуемые обрабатывали цель за заданное время T (без "пропусков").

В ходе эксперимента на магнитографе регистрировалась ЭМГ 6-ти биполярных отведений - от шейного отдела трапециевидной мышцы, двуглавой мышцы плеча, поверхностного сгибателя и общего разгибателя пальцев правой руки, жевательной мышцы и круговой мышцы рта, а также сигналы о предъявлении цели, нажатии на кнопку и перемещении ручки управления. Анализ ЭМГ-данных производился на двух уровнях - макро- и микроструктурном. Интервал макроанализа t был равен времени обработки каждой пробы. Интервалы микроструктурного анализа τ_{1-8} определялись по кривой скорости движения согласно /1/. Микроструктурный анализ позволял рассматривать динамику ЭМГ в связи с функциональной структурой действия. В соответствии с номенклатурой показателей ЭМГ, получаемых с помощью машинных методов /3/, за каждый период анализа вычислялись 2 интегральных, 2 частотных и 3 амплитудных характеристики ЭМГ. Анализ полученных данных показал информативность использования данного комплекса ЭМГ характеристик для определения ПФ-цены



t - интервал макроанализа;

τ - интервалы микроструктурного анализа: τ_1, τ_6 - периоды нажатия на кнопку; τ_2 - латентный период; τ_3 - период разгона; τ_4 - период торможения; τ_5 - период контроля и коррекции; τ_7 - период нахождения в зоне цели до окончания ее предъявления; τ_8 - "обратный ход" в центр.

деятельности как в зависимости от ее темповых условий, так и при оценке изменения функционального состояния в связи с динамикой работоспособности в течение эксперимента. Результаты исследования позволили установить, как эти факторы отражаются на тех или иных характеристиках ЭМГ функционально различных групп мышц.

Литература

1. Гордеева Н.Д., Зинченко В.П. Функциональная структура действия. - М.: изд-во МГУ, 1982, 208 с.
2. Чайнова Л.Д. Напряженность как ведущее функциональное состояние работающего человека // Труды ВНИИТЭ. Серия "Эргономика", вып.32. М., 1986, с.8-19.
3. Waly, S.M., Khalil, T.M., Asfour, S.S. Physiological basis of muscular fatigue: an electromyographic study // Trends in Ergonomics / Human Factors III. Part B. - Amsterdam, New York, Oxford, Tokyo: Elsevier Science Publishers, 1986, pp.751-758.

ОПЫТ РЕГИСТРАЦИИ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ В ЛАБОРАТОРИИ БИОФИЗИКИ ТГУ

В.А.Рэзбен, Э.И.Хендриксон, М.А.Эплер, К.Я.Ягомяги

Тартуский государственный университет

Работа лаборатории биофизики ТГУ направлена на выяснение особенностей регуляции физиологических функций у человека при разных видах активной деятельности, при нагрузках физического, умственного и эмоционального характера. Наряду с экспериментальными исследованиями по этой проблеме в лаборатории проводятся работы по созданию специализированной аппаратуры, прежде всего для изучения динамики процессов регуляции кровообращения и дыхания у работающего человека. Из результатов этих работ наибольшее значение как для экспериментальной работы в нашей лаборатории, так и для других направлений в экспериментальных и клинических исследованиях имеет разработка оригинального неинвазивного метода для непрерывной регистрации среднего артериального давления (\bar{P}_a) /1,2/. Метод основан на измерении разности входных сигналов - амплитуд пультсовых колебаний - от двух манжет с разными компрес-

сионными давлениями. Манжеты расположены на пальцах, и поэтому измеряемое давление в сравнении с уровнем среднего давления в магистральных артериях немного ниже (в норме, по нашим данным, не более 5-8 мм рт.ст.).

В итоге работ по усовершенствованию этого прибора повысились как надежность функционирования следящей системы в неблагоприятных условиях (при сильной вазоконстрикции в пальцах под действием холода, эмоционального напряжения и пр.), так и ее быстродействие, которое в последних моделях прибора приближается к теоретически возможному пределу - к ступенчатому измерению за каждый цикл сердца. Технически осуществлен переход на стандарты КАМАК'а и новую элементную базу, включая все основные элементы пневмосхемы. Следует отметить, что по сравнению с другим известным в мировой науке монитором пальцевого АД - с быстродействующей фотоплетизмографической системой (Пеняз, 1973, Чехословакия), вариант которой после разработок в Голландии /3/ был освоен промышленностью в США под названием FINAPRES, наш измеритель \bar{P}_a имеет на порядок большие коэффициент передачи по постоянному давлению и стабильность нулевой линии во времени, хотя уступает ей по быстродействию.

Измеритель \bar{P}_a вместе с некоторыми другими автоматизированными устройствами для непрерывной регистрации ряда кардиоваскулярных показателей - скорости кожного кровотока Qt^o на пальцах, мгновенной частоты сердца f_c и др. - входят в состав многоканальных физиографов; разработанных в совместной работе лаборатории биофизики и Экспериментально-производственной базы ТГУ. Возможность применения этих компактных портативных установок для проведения регистраций вне лаборатории позволила значительно расширить тематику исследований. При помощи этих физиографов проведены многие серии наблюдений у людей, совершающих умственную работу в условиях нормальной среды. В исследуемый контингент входили студенты (стационарных и нестационарных отделений), персонал лаборатории и различных кафедр, ученики средних школ, всего более 200 человек.

В ходе этих исследований установлено, что в комплексе кардиоваскулярных показателей, которые могут быть зарегист-

рированы при помощи новых моделей наших физиографов, хорошо отражаются особенности режима регуляции кровообращения при напряженной умственной работе. По данным регистраций во время экзаменов выяснилось, что каждое очередное увеличение напряженности ситуации на экзамене приводит к значительному увеличению амплитуд волн \bar{P}_a ритмического характера и со средним периодом около 10–12 с. Колебания f_c относительно менее выражены и появляются с фазовым сдвигом около 2–3 с. При удачном окончании экзамена высокие волны \bar{P}_a затухают в течение нескольких десятков секунд (рис. 1).

При уменьшении активации ЦНС во время сна (начиная со II



Рис. 1. Запись мгновенной частоты сердца (f_c) и среднего артериального давления (\bar{P}_a) на конечном этапе экзамена (И.К., φ , 39 лет)

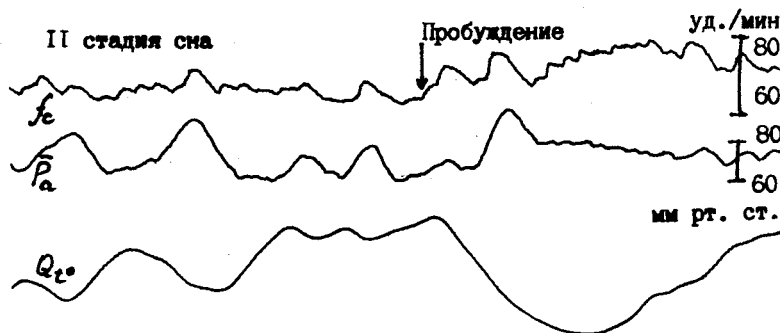


Рис. 2. Запись мгновенной частоты сердца (f_c), среднего артериального давления (\bar{P}_a) и колебаний скорости кожного кровотока (Q_{t0}) на пальце во время сна и при пробуждении (Г.Т., σ , 30 лет)

стадии) характер колебаний \bar{P}_a изменяется: на фоне пониженного уровня \bar{P}_a через нерегулярные интервалы возникают резкие подъемы давления; ритмика этих волн совпадает с колебаниями вазомоторного тонуса, которые отражаются в динамике изменений скорости кровотока (рис.2).

Таким образом, временные и амплитудные характеристики волн \bar{P}_a могут быть оценены как информативные показатели в психофизиологических исследованиях.

Литература

1. Рэбен В.А., Эплер М.А. Авт.свид. СССР № 232444, 1969.
2. Reeben, V., Epler, M. Indirect continuous measurement of mean arterial pressure. *Advances in Cardiovascular Physics*, Basel (Karger), 1983, vol.5, 90-118.
3. Wesseling, K.H. a.o. On the direct registration of finger blood pressure after Peñáz. *Funkt. Biol. Med.*, 1982, 1, 245-250.

РУЧНОЕ ОТСЛЕЖИВАНИЕ СЕНСОРНЫХ СОСТОЯНИЙ - НОВАЯ ПСИХОФИЗИЧЕСКАЯ МЕТОДИКА

А.И.Назаров

Факультет психологии МГУ

Одной из главных задач психофизического эксперимента является измерение интенсивности ощущений, возникающих у человека в ответ на предъявление стимула. При проведении таких измерений испытуемый, как правило, сообщает о своем сенсорном состоянии либо в виде речевого ответа ("да", "нет", "больше", "меньше", и т.п.), либо в виде простейшей двигательной реакции (нажатие на кнопку). Однако ощущения характеризуются не только своей интенсивностью (в технических терминах - мгновенным значением), но и динамикой: они возникают и исчезают во времени по-разному, в зависимости от целого ряда условий. Для исследования динамических аспектов сенсорики применяемые в настоящее время психофизические процедуры малопригодны. Поэтому в проблемной лаборатории восприятия была разработана новая методика, названная методикой ручного отслеживания сенсорных состояний (РОСС). Суть ее заключается в том, что в ответ на предъявляемый стимул (дискретный или не-

прерывно меняющийся во времени) испытуемый производит ручное движение, аналогичное по своим параметрам (направлению, амплитуде и скорости) вызванному сенсорному состоянию. Другими словами, ответ испытуемого в этой ситуации представляет собой моторную модель стимула. Для регистрации позиционных и динамических параметров движений руки в трехмерном пространстве был разработан комплекс аппаратуры, состоящий из трех основных частей: 1) емкостного датчика ручного контроля с тремя степенями свободы; 2) измерителя скорости и ускорения движений руки по каждой из трех координат; 3) собственно регистрирующей аппаратуры - магнитофона и многоканального (или двухкоординатного) самописца. Датчик ручного контроля преобразует перемещения рукоятки органа управления в электрический сигнал, пропорциональный углу ее поворота. Радиус сферы, описываемой кончиком рукоятки, не менее 20 см; линейность - не хуже 2%; чувствительность - 30 мВ/градус; режим работы - аналоговый; разрешающая способность - 10; уровень собственных шумов в полосе частот 0-1 кГц - менее 20 мкВ. Измеритель скорости (и аналогичный ему измеритель ускорения) представляет собой аналоговый дифференциатор в диапазоне инфранизких частот 0,01-100 Гц, работающий по принципу запоминания, сравнения и сброса мгновенных значений входного сигнала; постоянная времени дифференцирования задается частотой тактового генератора; динамический диапазон дифференциатора позволяет регистрировать скорость и ускорение как сверхмедленных, так и быстрых (баллистических) движений руки. Датчик ручного контроля и дифференциатор выполнены на микросхемах К574УД1, К140УД8, К5НГ044, К143КТ1 и питаются стабилизированными напряжениями ± 15 В, 5 В и -24 В. Для регистрации параметров ручных движений используются магнитофон 7003 фирмы Броль и Кьер (Дания) и двухкоординатный самописец фирмы Хьюлетт Пэкард (США). Данные, записанные на магнитофоны, в дальнейшем могут обрабатываться на ЭВМ.

Экспериментальное исследование метрологических свойств методики РОСС, проведенное при измерениях восприятия яркости, контраста и пространственного перемещения стимула, дало основание заключить, что ручные движения, выполняемые без внешней обратной связи, способны адекватно передавать инфор-

магию о видимых свойствах стимула, не искаженную при этом собственными характеристиками двигательного аппарата. В опытах с дискретными стимулами (восприятие одиночных световых вспышек или пространственного положения светящейся точки) точность и разрешающая способность методики РОСС оказались не хуже некоторых классических методик (например, ранговых оценок): разброс средних значений находится в диапазоне $5 \pm 10\%$, при этом испытуемые расценивали процедуру РОСС как более легкую и естественную. Что касается опытов с непрерывно меняющимися стимулами, то здесь методика РОСС представляется единственно возможной и пока не имеет каких-либо аналогов.

СИСТЕМА РЕГИСТРАЦИИ БИОМЕХАНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЙ ПРИ ПИСЬМЕ

В.Б. Лапан

Институт физиологии им. И.П.Павлова АН СССР

Перспективным средством повышения оперативности ввода информации наряду с речевым и клавишным считается использование устройств типа программируемого пульта /1/. Последний способ предполагает ввод информации с экранов оконечных устройств путем непосредственного ручного касания поверхности экрана (возможен контакт щупом или другим приспособлением). Проектирование подобных пультов, а также средств графического диалога с ЭВМ, предполагает эргономические исследования точностных движений руки, включающие анализ кинематических и динамических параметров кисти и пальцев. Как правило, трудности в проведении этих исследований заключаются в методической стороне дела, а именно в обеспечении многоканальной регистрации выбранных биомеханических параметров и их количественного описания.

Целью настоящей работы является создание системы, обеспечивающей регистрацию в реальном времени и последующее количественное описание временных, пространственных и силовых характеристик движений письма. Предлагаемая установка позволяет параллельно регистрировать следующие параметры манипуляций с пишущим прибором - силу схвата ручки, нажим на рабочую поверхность, пространственные координаты перемещения

рабочей точки в плоскости письма, изменении угла в лучезапястном суставе в двух ортогональных осях. Она предназначена для изучения работы мышц предплечья и кисти в различные фазы точностных движений посредством одновременной регистрации указанных параметров и электромиограмм. Известны различные конструктивные решения задачи регистрации отдельных параметров движений письма /2,3,4/. Некоторые из них использованы нами как прототипы. При этом мы ограничились изучением движений кисти и пальцев.

В установку входит вспомогательное устройство фиксации предплечья, размещенное на рабочей поверхности из оргстекла. Оно включает два прижимных узла, ограничивающих подвижность предплечья в его дистальной части и в области локтя. Узел фиксации дистальной части выполнен в виде жесткой рамки, внутри которой располагается рука. Рамка жестко крепится к дугообразной стойке и обеспечивает заданную ориентацию кисти относительно рабочей плоскости.

Изучение углов в лучезапястном суставе измеряется двухкоординатным гониометром, прикрепленным к рамке. Движение кисти отклоняет стержень. Последний вращает две оси потенциометрических датчиков, расположенных в двух ортогональных плоскостях (сгибание-разгибание и приведение-отведение кисти).

Координаты перемещения рабочей точки - пишущего узла ручки - регистрируются электромеханическим способом с помощью двух облегченных рычагов, соединенных между собой, один из которых приводится в движение непосредственно ручкой. В местах соединения рычагов встроены малогабаритные потенциометрические датчики. Сигналы от датчиков через дифференциальный усилитель подаются на вход магнитографа.

Сила схвата измеряется тензометрическим способом, для реализации которого корпус ручки выполнен четырехгранной формы. На противоположных гранях, параллельных друг другу, размещены тензодатчики. Сила схвата определяется по двум осям - с одной стороны, по линии действия указательного пальца, с другой стороны, - по линии действия большого и среднего пальцев. Тензодатчики расположены непосредственно под указательным и большим пальцем (два полумоста) и находятся между ре-

зиновыми прокладками. На нижнюю грань ручки наклеен тензодатчик, деформация которого пропорциональна изгибам корпуса ручки, возникающим при письме. Данная полумостовая схема позволяет определять нажим на рабочую поверхность при небольших изменениях угла наклона ручки относительно плоскости письма. Сигналы от тензодатчиков усиливаются тензостанцией "Топаз-3" и выводятся на магнитофон.

Таким образом, аналоговые сигналы с выходов указанных устройств регистрации биомеханических параметров записываются на магнитную ленту и одновременно подаются на ввод через устройство "Биокод" в ЭВМ 4031-М. Использование пакета программ обработки аналоговых сигналов позволяет осуществлять их анализ в реальном масштабе времени.

Литература

1. Волковская И.А. К вопросу о перспективных средствах оперативного ввода в ЭВМ // Проблемы инженерной психологии. Тезисы VI Всесоюзной конференции по инженерной психологии. Вып. 3, ч. I. Л., 1984, с. 18-19.
2. Обоев В.А., Капустин С.А. Устройство для комплексной регистрации силовых и пространственно-временных характеристик графических движений // Вестник МГУ, 1979, серия I4, № 3, с. 69-71.
3. Mitrani, L., Dimitrov, G., Gydikov, A. Recording of handwriting movements // Bulletin of the Institute Physiology, 1972, vol. 14, p. 365-370.
4. Tenlings, H.L., Thomassen, A.J.W.M. Computer aided analysis of handwriting // Visible Language, 1979, vol. 13, p. 218-231.

КОМПЬЮТЕРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗЛИЧЕНИЯ ЗНАКОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

К. Н. Давыдова, Ч. А. Измаилов

Институт психологии Академии наук СССР,
Факультет психологии МГУ им. М. В. Ломоносова

Внедрение компьютерных средств во все сферы человеческой деятельности выдвигает на первый план проблему визуализации информационных сообщений, одним из аспектов которой яв-

ляется разработка оптимальных с точки зрения восприятия графических знаковых изображений. Критерии оптимизации знаков определяются различительными свойствами зрительной системы человека.

Можно предположить, что зрительная система настроена на считывание определенных конфигуративных признаков, которые подобно буквам в традиционном алфавите составляют "алфавит" языка различения знаковых изображений. Так, например, группа исследователей в области компьютерного зрения из МТИ (США) разработала программы для распознавания трехмерных сцен по их двумерной контурной проекции (аналогичной изображению, которое формируется на сетчатке глаза). Они исходили из того, что основным источником информации являются места пересечений контуров - так называемые "узлы", и весь алгоритм программы сводится в этом случае к анализу таких "узлов". Анализ всех типичных сочетаний сходящихся линий и углов между ними показал, что количество базовых линейных конфигураций (элементов "алфавита") может быть довольно небольшим - всего 11 (у Д.Уолца) или 8 (у А.Гузмана).

Перед психологами возникает закономерный вопрос: может ли "алфавит", на котором базируются компьютерные программы по распознаванию образов, являться "алфавитом" и для самой зрительной системы, или же "узловые" конфигурации - это только элементы некоторых более высоких по иерархии характеристик восприятия знаковых изображений. Психофизические исследования различения человеком линейных знаковых конфигураций методом многомерного шкалирования показали, что для зрительной системы основным конфигуративным признаком является "угловая характеристика" знака. В работе Фрумкиной Р.М. и др. было показано, что буквы русского алфавита разделяются по этому признаку на три класса: к первому классу относятся знаки, у которых доминируют остроугольные элементы, ко второму - знаки с доминированием прямоугольных элементов, а к третьему - с доминированием округлых элементов. Аналогичное разделение было получено и в работах Соколова Е.Н. и др. не только для букв русского, но и латинского алфавита, цифр, а также для некоторых искусственных знаков. Угловая характеристика конфигурации означает ее изрезанность, т.е. наличие пересе-

кающихся под разными углами линий. И хотя интуитивно понятно, почему одна конфигурация воспринимается более угловатой, чем другая, однозначно указать в общем случае меру "угловатости" для любой конфигурации нельзя.

С геометрической точки зрения любой контурный рисунок можно рассматривать как некоторую комбинацию прямых линий различной длины, расположенных под определенными углами друг к другу. В этом случае набор линий разной ориентации может рассматриваться как исходный массив однотипных элементов, из которых путем простых комбинаций конструируются уже более сложные признаки - типа "угла", "стрелки" и других узловых характеристик контура. Такая "геометрическая" гипотеза о принципах различения знаков исходит из иерархической структуры механизмов зрения, тогда как "алфавитная" гипотеза предполагает наличие системы независимых параллельных каналов, настроенных на отдельные элементы "алфавита". В настоящей работе излагаются результаты экспериментального исследования, дающие дополнительные аргументы в пользу гипотезы о параллельном принципе кодирования информации в зрительной системе.

Компьютерное исследование по различению знаковых изображений проводилось методом метрического многомерного шкалирования путем построения субъективных пространств для однотипных знаковых конфигураций и выяснения структуры этих пространств. Так для конфигураций, представляющих собой линию (менялся только ее наклон в интервале от 0° до 180°), субъективное пространство имеет вид окружности, расположенной в двумерном евклидовом пространстве. А для конфигураций, состоящих из двух линий, исходящих из одной точки (менялась градуально величина угла от 0° до 180° и ориентация от 0° до 360°), субъективное пространство различения имело вид полуокружности также в двумерном евклидовом пространстве (где фактор ориентации оказался не значим). Следовательно, восприятие двулинейных знаковых конфигураций не является результатом "геометрических" вычислений, производимых зрительной системой на основе информации о наклоне каждой отдельной линии, а является качественным самостоятельным процессом.

Далее мы задались целью выяснить структуру субъективного пространства различения трилинейных знаковых конфигураций (с

различным сочетанием прямоугольных, остро- и тупоугольных элементов). Анализ этого пространства показал, что оценки различий этих конфигураций образуют не плавное распределение, как это было в предыдущих случаях, а группирование их в четырех областях. Первая область объединяла конфигурации, имеющие вид "стрелки", вторая область - вид "вилки" (два тупых угла и один острый), третья - "Т-образные" (два прямых угла и один угол 180°) и четвертая - "пикообразные" (очень острая стрелка, например, с двумя углами по 10°). Важно отметить, что первые три типа тринейных знаковых конфигураций как раз совпадают с теми типами "узлов", которые были выделены в работах по машинному зрению, а четвертый тип - "пикообразных" конфигураций - явился специфическим для зрения человека.

Итак, результатом нашего исследования явилось эмпирическое выделение знаковых конфигураций, которые можно интерпретировать как элементы "алфавита", с помощью - которого зрительная система как бы считывает информацию о структуре изображения по ее контурам. Этими элементами являются: линия, угол, стрелка, "вилка", "Т-образная" конфигурация и "пикообразная". Но необходимо отметить, что весь "алфавит" не исчерпывается этими элементами, поэтому предстоит еще анализировать более сложные конфигуративные знаки.

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЙ ГЛАЗ ЧЕЛОВЕКА-ОПЕРАТОРА В ПРОЦЕССЕ АНАЛИЗА ИЗОБРАЖЕНИЙ

Д. Бергер, А. Луук

Тартуский государственный университет

В настоящей работе описываются общие принципы создания программного обеспечения для автоматизированного исследования движений глаз человека-оператора в процессе анализа изображений. Важным требованием к организации измерений является создание условий для непрерывной регистрации и накопления экспериментальных данных в течение заданного интервала времени - фазы эксперимента. С другой стороны, разрабатываемая система должна функционировать в реальном масштабе времени, т.е. анализ и первичная обработка регистрируемых сигналов должны проводиться в темпе эксперимента. Удачным подходом, удо-

влетворяющим обоим требованиям, является, на наш взгляд, организация накопления измерений в режиме двойной буферизации ("ring-pong"): в каждый момент времени один из буферов ("свободный") в оперативном режиме заполняется экспериментальными данными, а другой ("занятый") обрабатывается в фоновом режиме по требуемому алгоритму. Переключение накопления осуществляется в случае заполнения соответствующего буфера.

Работа системы начинается с выделения фиксаций. Большинство известных по литературе алгоритмов включает в себя ряд параметров, с помощью которых происходит формирование последовательностей (x, y) , относящихся к фиксациям /4,5/. Параметры задаются исследователями в начале работы и, будучи раз заданы, как правило, больше не меняются. Такой подход, на наш взгляд, приводит к тому, что число точек внутри фиксации и, следовательно, их продолжительность часто оказываются случайными, произвольными. Программа, которую мы предлагаем, используется не только для выделения фиксаций, но и для нахождения оптимальных значений параметров для каждого типа данных. При первом подходе значения параметров берутся по умолчанию (это могут быть, например, общепринятые значения); после каждого следующего подхода вновь полученные значения параметров становятся значениями по умолчанию. Когда оптимальные результаты достигнуты, начинается собственно выделение фиксаций на основе соответствующих значений параметров (аналогичная программа предлагается в /9/).

Одной из первых проблем анализа движения глаз человека в процессе решения им зрительной задачи является выяснение того, какие точки или участки стимульного поля, в какой последовательности и как долго он фиксировал. Поэтому программы, реализующие анализ фиксаций, делятся на две основные группы: в одном случае анализируются последовательности фиксаций по отношению ко всему стимульному полю, во втором случае стимульное поле разбивается на сектора, что дает возможность более детального, посекторного анализа отдельных фиксаций /9/.

После того, как выделены и обработаны фиксации, необходимо классифицировать оставшиеся сигналы. Отметим, что все алгоритмы, задачей которых является разделение быстрых и медленных фаз движения глаза, настроены на поиск быстрых фаз,

т.е. являются алгоритмами выделения саккад. Проведя сравнительный анализ различных алгоритмов такого рода /1/, мы пришли к выводу, что рационально иметь в разрабатываемой системе несколько программ выделения саккад. В общем случае работает программа, детектирующая саккады на основании скорости (т.е. дифференциала первого порядка) - такие программы реализованы в /2,6/. Если требуется распознавание саккад с особо маленькой амплитудой, запускается программа, работающая с дифференциалом третьего порядка и способная обнаружить саккаду с амплитудой $0,2^{\circ}$ /8/; наконец, специальная программа - фильтр существует для сильно зашумленных сигналов /7/. Само собой разумеется, что в системе должна быть предусмотрена возможность переключения с одного алгоритма на другой без изменения во всех остальных частях системы. Необходимым и достаточным условием для этого является идентичность входа и выхода для всех трех программ.

Все точки обрабатываемой выборки данных, не распознанные как фиксации, как саккады или как артефакты, классифицируются как динамические фиксации (плавное прослеживание). Общность информационных признаков обеих фаз движения глаза позволяет создать общее программное обеспечение для обработки как саккад, так и динамических фиксаций. Математическая обработка данных, характеризующих движение глаза, должна включать (как для быстрой, так и для медленной фазы):

- сортировку данных по одному из четырех основных параметров (амплитуда, средняя скорость, максимальная скорость, продолжительность);
- гистограммы распределения четырех основных параметров;
- статистическую обработку (начальные и центральные моменты, среднеквадратичные отклонения, эксцесс, коэффициенты корреляции и т.д.) четырех основных параметров.

Если в задачи исследования входит анализ микродвижений глаза во время фиксаций (имеются в виду тремор, микроскачки и дрейф /3/), описанный выше комплекс программ, разделяющий быструю и медленную фазы движения глаза и их обрабатывающий, может быть использован практически без модификаций (меняются только значения параметров).

Литература

1. Автоматизированное исследование движений глаз человека-оператора в процессе анализа изображений. Техническое задание. Тарту, ТГУ, 1987, с. 13-20.
2. Бернотас М.Ф., Криштонас К.С. Цифровая система анализа нистагмоидных движений глаз оператора технологических установок. Электротехника XII (XXI), Вильнюс, 1985, с.28-35.
3. Гиппенрейтер Ю.Б. Движения человеческого глаза. М.: Изд-во МГУ, 1978, с. 258.
4. Ярбус А.Л. Роль движений глаз в процессе зрения. М.: Наука, 1965.
5. Anliker, J. Eye movements: on-line measurement, analysis and control. In: R.A.Monty, J.W.Senders (Eds.) Eye movements and psychological processes. Hillsdale, New Jersey:Lawrence Erlbaum Associates, 1976, p. 188.
6. Baloh, R.W. et al. Algorithm for analysis of saccadic eye movements using a digital computer. Aviation, Space and Environmental Medicine, 1976, 47, 523-527.
7. Juhola, M. et al. Detection of saccadic eye movements using a non-recursive adaptive digital filter. Computer Methods and Programs in Biomedicine, 1985, 21, 81-88.
8. Matsuoka, K., Harato, H. Detection of rapid phases of eye movement using third-order derivatives. Japanese Journal of Ergonomics, 1983, 19, 147-153.
9. Wijnen, J.L.C., Groot, C.J. An eye movement analysis system (EMAS) for the identification of cognitive processes of figural tasks. Behavior Research Methods, Instruments and Computers, 1984, 16(3), 277-281.

АЛГОРИТМ РАСПОЗНАВАНИЯ ПЕЧАТНЫХ БУКВ

А. Керт

Тартуский государственный университет

Описываемый алгоритм реализован в виде комплекса программ на языке ассемблера для микропроцессора КР580ИК80 (персональный компьютер "Тарту" с операционной системой СР/М и ОЗУ 64 Кбайт).

Ввод изображения осуществляется с помощью специального блока и телевизионной камеры. В ЭВМ поступает бинарное изображение, состоящее из 256 строк и 385 столбцов - всего изображение занимает 12 Кбайт памяти.

На изображении можно разместить до 10 строк печатного текста (в каждой строке около 30 букв). При этом высота строчных букв составляет 9-10 строк бинарного изображения, что, по нашему мнению, является нижним пределом этой величины, при котором можно получить достаточно надежное распознавание.

Первый этап обработки - это выделение буквы. На самом деле выделяются связанные подмножества точек изображения. Буква ли это, часть "разорванной" буквы, знак препинания или просто шум, - выясняется на следующих этапах.

Алгоритм распознавания состоит из двух этапов. Первый этап базируется на идеях Ш.А.Губермана, В.В. Розенцвейга и Ю.В.Литвина /1,2/. Цель этапа - получить описание изображения буквы на языке некоторых структурных элементов. Для нашей задачи пригодны следующие элементы:

- - кружок,
- ∪ - дуга вниз,
- ∩ - дуга вверх,

┌┐┌┌┌┌ - палочки разного направления.

Для выделения элементов сначала найдем границу изображения буквы, т.е. точки, у которых один или больше соседей (из четырех) не принадлежат контуру. Полученная граница состоит из одной или нескольких замкнутых петель (у всех букв имеется одна внешняя, а у некоторых, кроме этого, и внутренние петли). На границе находим все локальные экстремумы и классифицируем их на внешние (лежащие на внешней петле гра-

ницы) и внутренние, а также на белые и черные.

Определим понятие парных экстремумов. Черный и белый экстремумы называются парными, если: а) они достаточно близки; б) оба максимумы или оба минимумы; в) черный максимум лежит выше белого и черный минимум — ниже белого (более подробное описание дано в статье /2/).

Мы получили описание изображения буквы в виде последовательности экстремумов. Теперь преобразуем его в последовательность элементов. Для этого построим между экстремумами и элементами следующее соответствие.

1. Если черный экстремум имеет парный внутренний экстремум, то ему соответствует о-элемент (кружок). Если черные максимум и минимум имеют парные экстремумы на одной и той же внутренней петле, то им соответствует не два кружка, а только один.
2. Если черный экстремум имеет парный внешний экстремум, то ему соответствует дуга (максимуму — дуга вверх, минимуму — дуга вниз). Если черный экстремум не имеет парного, но его ширина превышает какое-то число M (зависящее от ширины букв), то ему также соответствует дуга.
3. Если черный экстремум не имеет парного и его ширина меньше M , то ему соответствует палочка (минимуму — палочка вниз, максимуму — палочка вверх).

По полученной цепочке структурных элементов легко найти в словаре название буквы. Надо отметить, что одной букве, как правило, соответствует более одной цепочки (назовем цепочку кодом буквы). Например, стандартный код буквы "а" есть 70 , если отсутствует верхняя горизонтальная линия, то код 01 , а при разрыве в нижней горизонтальной линии кодом будет $7||$. Кроме того, разные буквы могут иметь одинаковый код (например, Л и П обе имеют код $| \cup |$). Фактически это значит, что при помощи вышеописанного алгоритма мы можем разделить алфавит на некоторые подмножества, причем в большинстве из них будет более одного элемента.

На втором этапе распознавания проведем классификацию внутри найденного подмножества. Для этого используем такие структурные признаки как число пересечений с контуром, расстоя-

ние от края матрицы буквы до контура буквы и некоторые другие. Для разных подмножеств надо выбирать и разные признаки, т.е. фактически писать для каждого подмножества свою программу. Для облегчения этой работы создан специальный язык, написанные на котором программы получаются довольно короткими и удобочитаемыми (обычно не более одной строки для распознавания одной буквы внутри подмножества). В данный момент существует интерпретатор этого языка. Для повышения скорости в ближайшее время будет разработан и компилятор.

Эксперименты показали, что на первом этапе распознается около 20% букв, на второй этап остается 80%. Скорость распознавания 3 буквы в секунду, правильно распознается 95 - 99% букв. Словарь состоит из всех букв (строчные и прописные), цифр и некоторых знаков препинания (точка, запятая, точка с запятой, двоеточие, скобки, кавычки, знак переноса, знак процента).

Литература

1. Губерман Ш.А., Розенцвейг В.В. Алгоритм чтения рукописных букв. Препринт Ин. прикл. матем. АН СССР, 1974, № 38.
2. Губерман Ш.А., Литвин Ю.В. Реализация алгоритма распознавания рукописных букв. Препринт Ин. прикл. матем. АН СССР, 1976, № 22.

БЛОК ВВОДА ИЗОБРАЖЕНИЯ В СТАНДАРТЕ КАМАК

А.А.Савихин

Тартуский государственный университет

Процесс автоматизации исследований психологических особенностей зрения оператора, декодирующего изображения, зачастую сталкивается с трудностями ввода изображения в ЭВМ. Во-первых, таких устройств, выпускаемых отечественной промышленностью, крайне недостаточно. Во-вторых, такие устройства (например, прибор технического зрения СТЗ-1) громоздки, недостаточно надежны и для применения их в установках, выполненных в стандарте КАМАК, требуются серьезные доработки по стыковке. В-третьих, все знакомые автору разработки сориентированы на применение только одного типа камер. Разработанный модуль создан с целью преодоления перечисленных выше трудно-

стей.

Структурная (функциональная) схема разработанного модуля изображена на рисунке.

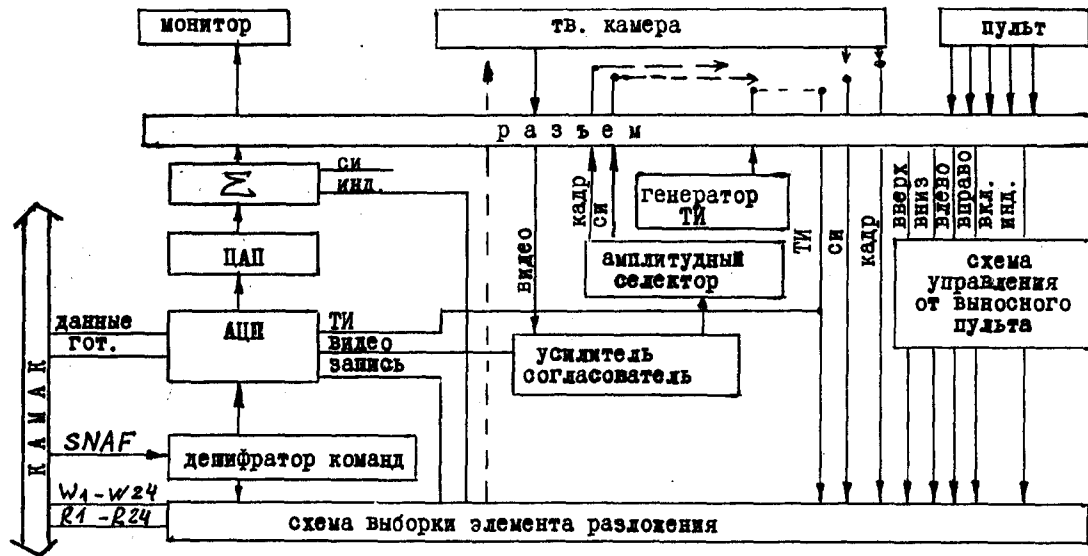
Полный видеосигнал телевизионной камеры поступает на разъем модуля. Кстати, разъем на схеме выделен в отдельный функциональный блок лишь только потому, что на нем расположены со стороны камеры переключки. При отсутствии на выходе видеокамеры (отдельно) управляющих сигналов (ТИ,СИ,ИГ, кадр) эти сигналы либо генерируются внутренним генератором (ТИ,СИ), либо выделяются блоком амплитудного селектора из полного видеосигнала (СИ, кадр) и посредством переключек вводятся в модуль (выводятся из модуля). В этом случае в эксперименте могут быть применены все камеры, имеющиеся в нашем распоряжении, без переделок модуля.

Блок обеспечивает возможность вывода управляющих импульсов для управления разверткой камеры на тот случай, если применяемая камера может работать в ведомом режиме (с внешней синхронизацией).

С разъема видеосигнал поступает на усилитель-согласователь. Основу его составляет балансный каскад с регулируемой обратной связью, которая используется для регулировки усиления каскада. Усиленный инвертированный сигнал выводится на амплитудный селектор. Он же, после привязки и усиления по току, подается на вход АЦП. Регулировкой усиления и уровня достигается оптимальное положение видеосигнала в диапазоне $(0+(-2) В)$ допустимых входных напряжений АЦП. Неинвертированный же сигнал, тоже после привязки и усиления по току, выведен на контрольную точку и на первом этапе разработки может быть использован как контрольный для вывода на ВКУ.

Узел амплитудно-цифрового преобразователя (АЦП), кроме непосредственно АЦП (микросхема И107ПВ2), содержит стабилизатор опорного напряжения, собранный на операционном усилителе К140УД1, и выходной регистр (588ИР12), осуществляющий вывод данных на магистраль.

Преобразование видеосигнала происходит непрерывно с частотой 5(10) МГц, значение которой определяет количество элементов разложения строки - 256 (512). Выходной сигнал И107ПВ2 в генераторах взвешенных токов используется для циф-



Блок - схема модуля ввода изображения

ро-аналогового преобразования. Он же по сигналу "запись", сущность которого будет раскрыта ниже, вводился в выходной регистр. По команде АОFO содержимое регистра выдается на магистраль.

В сумматоре сложением взвешенных токов разрядов, синхроимпульсов и сигнала индикации получается полный видеосигнал, который используется на ВКУ для визуального контроля качества работы АЦП и координат измеряемой точки разложения изображения.

Схема выборки измеряемого элемента разложения изображения производит сравнение заданного адреса элемента с текущим адресом. При этом, при совпадении адресов строк, вырабатывается сигнал "строка", а при совпадении адресов столбцов - "столбец". В момент совпадения этих сигналов (пересечение строки и столбца) формируется сигнал "запись", используемый в АЦП для записи результата преобразования в выходной регистр. Сложение же их по "или" дает сигнал "индикация", который на экране ВКУ дает "крест", индицирующий измеряемый элемент разложения. В модуле предусмотрена оперативная регулировка (потенциометр на передней панели) яркости "креста".

Адрес измеряемого элемента может быть задан двумя путями: с магистрали КАМАК или с выносного пульта. Адреса, раздельно для строк и столбцов, с магистрали записываются в регистры (I55IE7) через параллельные входы предустановки счетчиков по командам АОF16 и А1F16. Правильность записи контролируется (при необходимости) выдачей адреса, теперь уже раздельно на магистраль по команде А1FO. Адрес элемента с пульта производится подачей серии импульсов на один из последовательных счетных входов (нажатием кнопок "вверх", "вниз", "влево", "вправо") через блок управления от пульта.

В заключение приведем основные технические данные модуля:

- | | |
|------------------------------------|-------------------------|
| 1. Ширина модуля | - 2М |
| 2. К-во точек разложения | - 256 (5I2) x 256 (5I2) |
| 3. Время преобразования (нс) | - 200 (I00) |
| 4. К-во бит преобразования сигнала | - 8 |

БЛОК ВВОДА ТЕКСТОВОЙ ИНФОРМАЦИИ

А.А.Савихин, Я.Ф.Гуйк

Тартуский государственный университет

Задача ввода текстовой информации заключается прежде всего в корректировке искажений уровня белого, которые имеют место в видеосигналах малогабаритных ТВ камер, а также в камерах технического телевидения. Причем качество ее должно обеспечивать четкое разделение уровней белого и черного в любой точке раstra, например, обычным компарированием видеосигнала.

В первом приближении требуется корректировать искажения типа наклон и парабола по строкам и по полю.

Блок-схема устройства, предназначенного решить такую задачу, приведена на рисунке.

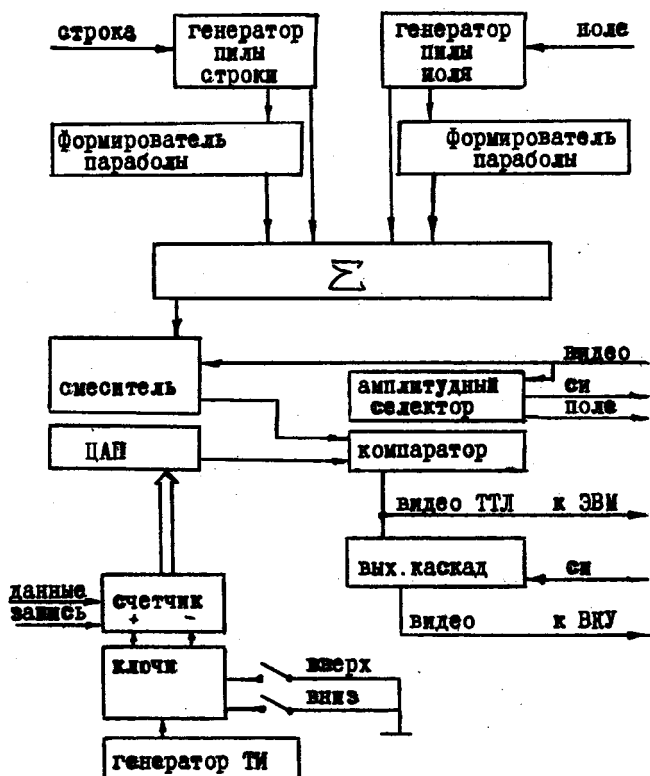
Здесь выработка сигнала корректировки начинается с генерации сигналов пилы строчной частоты и частоты полей видеосигнала. Оба генератора реализованы на низкочастотных операционных усилителях, главной задачей которых является обеспечение стабильного тока заряда накопительного конденсатора, и быстрых ключах разряда.

Формирование парабол осуществляется интегрированием пилы, соответственно строчной и кадровой (поля).

Полученные четыре основных вида корректировочных кривых в дальнейшем суммируются. Причем так, чтобы имелась возможность регулировать не только амплитуды слагаемых сигналов, но и их полярности.

Постоянная составляющая сигнала коррекции $U_{оп}$ вырабатывается отдельным устройством. В его состав входят: генератор тактовых импульсов (ТИ), ключи, реверсивный счетчик ТИ (ключи подают ТИ на необходимый вход счетчика (+I или -I)), и цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП). Такое устройство (вместо обычного потенциометра) позволяет устанавливать значение $U_{оп}$ не только вручную (посредством кнопок $\uparrow\downarrow$, выведенных на переднюю панель устройства), но и запись по шине данных от ЭВМ.

Смеситель, в котором осуществляется сложение сигналов видео и коррекции, в принципе, - выходная ступень сумматора,



Блок-схема устройства ввода

но, в отличие от других суммирующих узлов, он является быст-
 родействующим, с полосой пропускания около 10 МГц. Смеситель
 представляет собой балансный каскад, реализованный на высо-
 кочастотных транзисторах. При такой схеме смешивания получа-
 емый скорректированный видеосигнал удобен для контроля качес-
 тва коррекции.

Очевидно, если видео подать непосредственно на вход
 компаратора (вместо $U_{оп}$), а $U_{оп}$ в смеситель (вместо видео),
 то необходимость в высокочастотном каскаде смесителя отпадет.

В качестве компараторов использована ИМС К 521 СА4, име-

ющая на выходе сигналы ТТЛ уровней, что позволяет подавать на запись непосредственно.

Задачей выходного каскада является формирование из ТТЛ видео стандартного видеосигнала (с подмешенными к нему СИ).

Амплитудный селектор в системе нужен лишь в том случае, когда есть необходимость в выделении управляющих сигналов(СИ, поле) из полного ТВ сигнала.

В ходе разработки устройства была сделана попытка получить коррекцию более высокого порядка. Для этого сигналы пилы и параболы поля подмешивались к пиле или параболе строки (всего четыре варианта). Кроме ожидаемого, результат смешивания дает побочные эффекты, которые иногда превосходят основной эффект. Видимо, для получения корректирующих кривых более следующих порядков необходим отдельный независимый канал.

УСТРОЙСТВО УПРАВЛЕНИЯ ТЕЛЕВИЗИОННОЙ КАМЕРОЙ "ВЗОР"

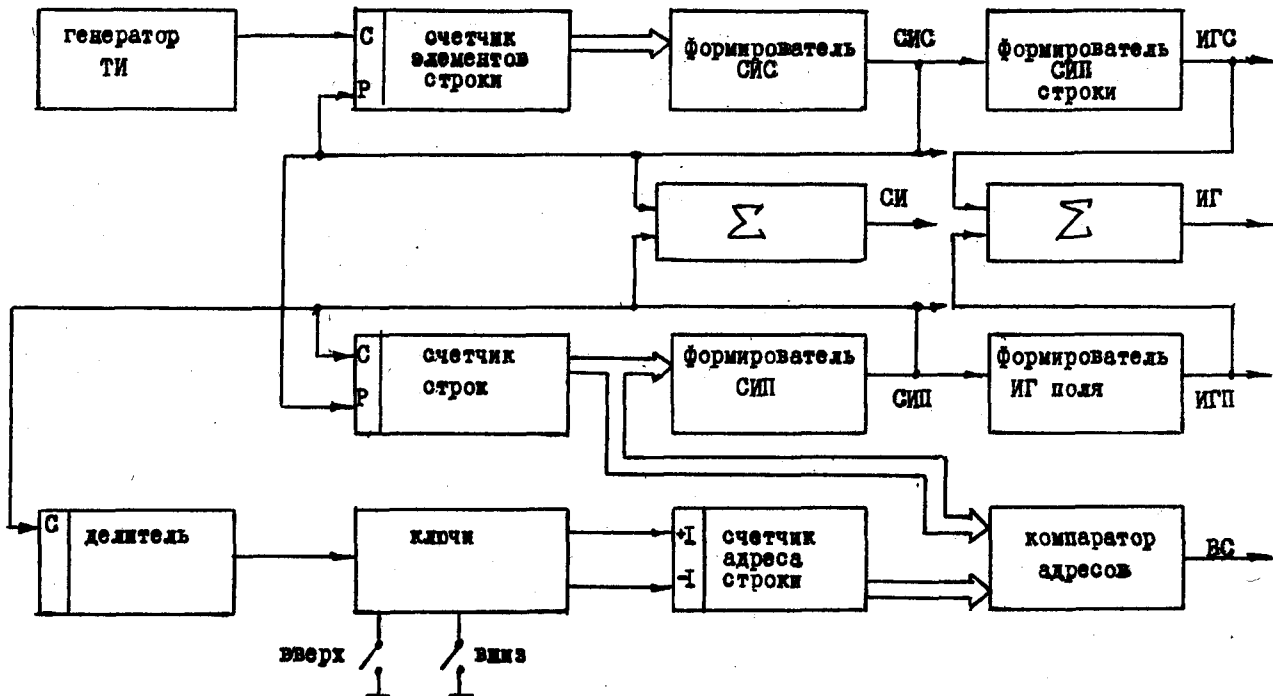
А. А. Савихин

Тартуский государственный университет

Телевизионная камера "ВЗОР" входит в комплекс малогабаритной аппаратуры для записи телевизионных сигналов "ВМ ЛОМО" Это единственная из отечественных малогабаритная телевизионная камера с внешней и, к сожалению, только с внешней синхронизацией системы развертки. К тому же в камере применен видикон (ЛИ-428-2) с разрешающей способностью не менее 500 линий (против, например, 400 линий ТВК типа Н-801), имеются встроенные узлы коррекции искажений уровня черного типа "пила" и "парабола" строк и полей. Таким образом, камера "ВЗОР" удовлетворяет большинству требований применения ее в экспериментальных установках.

В составе комплекса ее разверткой управляет (синхронизирует) видеомагнитофон "ЭЛЕКТРОНИКА 591". Очевидно использование видеомагнитофона в экспериментальной установке только для выработки синхроимпульсов нецелесообразно из-за его громоздкости, низкой надежности и невозможности управления установкой от ЭВМ или привязки развертки камеры к тактовой частоте ЭВМ.

Разработанное устройство (см. рисунок) вырабатывает син-



БЛОК-СХЕМА УСТРОЙСТВА УПРАВЛЕНИЯ ТЕЛЕВИЗИОННОЙ КАМЕРОЙ "ВСОР"

хроимпульсы строк (СИС), синхроимпульсы полей (СИП), смесь синхроимпульсов (СИ), импульсы гашения строк (ИГС), импульсы гашения полей (ИГП), смесь импульсов гашения (ИГ), сигнал выборки строки (ВС).

Синхронизирующие импульсы предусмотрено использовать при формировании импульсов гашения, а их смесь - для формирования полного телевизионного сигнала в выходных каскадах экспериментальной установки.

Импульсы гашения управляют разверткой ТВК, а их смесь используется при выделении "чистого" видеосигнала, т.е. такого сигнала, в котором управляющие импульсы заменены либо постоянным уровнем (возможно, регулируемым), либо каким-нибудь другим сигналом, не вносящим искажений при обработке.

Импульс выборки строки ВС предусмотрен для синхронизации осциллографа.

Поскольку объем памяти ЭВМ рассчитан лишь на 256 строк вводимого кадра, то развертка камеры несколько упрощена. Во-первых, количество видимых строк сокращено до 256 и, во-вторых, отсутствует чересстрочная развертка. Последнее упрощение обеспечивает на экране ВКУ именно то изображение, которое будет введено в память ЭВМ.

Следует отметить, что более корректным является получение смеси синхроимпульсов методом амплитудной селекции их из полного видеосигнала камеры, т.к. вследствие больших времен задержки формирователей СИ камеры имеется некоторый временной сдвиг между СИ блока и камеры.

И в заключение несколько конкретных замечаний непосредственно по блокам устройства.

Генератор тактовых импульсов (ГТИ) представляет собой мультивибратор, построенный на ИМС типа 155ЛА3. Он генерирует импульсы с периодом 100 нс ($f = 10$ МГц). Импульсы генератора считает двоичный счетчик (ИЕ5) элементов строки, по коду которого формирователь импульсов гашения выделяет 512 элементов видимой части строки, а, начиная с адреса 512 и до 662, т.е. на протяжении приблизительно 10-12 мкс, формирует строчный импульс гашения, используемый для управления камерой. На выходе счетчика элементов имеется текущий адрес элемента, а на выходе формирователя ИГ - гасящий импульс строк

с нулевым активным состоянием (ИГС).

Импульсы гашения строк поступают на счетчик строк, по выходному коду которого соответствующим формирователем определяются 256 видимых строк, 32 строки импульса гашения (около 2 мкс). Его активному значению соответствует нулевое значение напряжения. Имеющие место отклонения от телевизионного стандарта не вызывают сбоя синхронизации ВКУ.

Компаратор адреса производит сравнение текущего адреса строки с заданным адресом и, в случае их совпадения, выдает сигнал выборки строки, который используется для запуска развертки осциллографа и для индикации выбранной строки на экране ВКУ.

Адрес строки задается отдельным счетчиком последовательных импульсов, Отдельные (единичные) импульсы задаются нажатием кнопок "ВВЕРХ"/"ВНИЗ", а их удержанием в нажатом положении на счетчик подается серия импульсов частоты f кадров/2.

III. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ПСИХОДИАГНОСТИЧЕСКИЕ МЕТОДИКИ

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ПСИХО- ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ И ЛИЧНОСТНЫХ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ОСО- БЕННОСТЕЙ

В.Н.Коробейников, О.Н.Лукьянова

Институт кибернетики имени В.М.Глушкова АН УССР

Проблема учета индивидуальных особенностей человека в настоящий момент получила новый импульс. При решении задачи перехода в различных областях деятельности от экстенсивных методов к интенсивным знание индивидуальных особенностей человека даст ощутимый эффект в профориентации и оптимизации сложных человеко-машинных комплексов, при разработке программ обучения и тренировок, при выборе тактики лечебных мероприятий и т.д.

Подход к человеку как средне-статистической единице более-менее оправдан в повседневных ординарных условиях, когда все системы организма работают в оптимальных условиях, регуляторные системы не испытывают перенапряжения, а резервы еще далеки от своих граничных пределов.

Однако ситуация резко меняется, если человек попадает в напряженные стрессовые ситуации или его организм испытывает отклонения от нормы, например, в случае болезни или неблагоприятных атмосферных воздействий, т.е. когда человеческий организм функционирует на пределе своих возможностей. Тогда любое неоправданное решение способно нанести непоправимый вред не только делу, которое выполняет человек, но и ему самому.

Знание индивидуальных особенностей личности позволит в каждом конкретном случае избежать нежелательных последствий и подобрать наиболее подходящий комплекс оптимизирующих воздействий. В литературе встречаются самые разные подходы к определению индивидуальности человека /2,3,4,6/.

При решении практических задач нужно исходить из конкретных целей. Мы предлагаем свой комплексный подход, который позволяет получить показатели силы, подвижности и уравновешенности нервных процессов в ЦНС, определить вегетативный баланс в деятельности различных органов и систем, сложить

представление о самочувствии, активности, настроении пациента в текущий момент, об эмоционально-динамическом стиле его реагирования, характере, межличностных отношениях и социальной направленности и т.д.

С этой целью нами разработано автоматизированное рабочее место психофизиолога (АРМ), позволяющее проводить обследование индивидуальных особенностей пациента, а также получать справочный материал, касающийся автоматизированных методик. Для автоматизации нами выбраны методики Стрелау, Айзенка-Русалова, САН, Вегетативный баланс, СМИЛ /1,5,7,8/.

АРМ реализовано на базе ПЭВМ ЕС-1840. Для каждой из вышеперечисленных методик в АРМ имеется своя подсистема, что дает возможность оператору в зависимости от поставленной задачи производить работу с использованием их различных комбинаций. Кроме того, с каждой из подсистем можно работать в двух вариантах: в реальном масштабе времени в диалоге с АРМ и отсрочено путем введения оператором данных с опросного листа при обследовании испытуемых с использованием буклетного или карточного вариантов методик. АРМ реализует по каждой методике расчет результатов обследования, их интерпретацию, документирование на бумажном и накопление на магнитном носителях. АРМ контролирует время и темп обследования.

Литература

1. Доскин В.А., Лаврентьева Н.А., Мирошников М.П., Шарай В.И. Тест дифференцированной самооценки функционального состояния. Вопросы психологии, 1973, № 6, с. 141-145.
2. Иванов-Муромский К.А., Лукьянова О.Н. и др. Психология оператора в системах человек-машина. - Киев, Наукова думка, 1980.
3. Куларин Б.В. Основы профессиональной психодиагностики. - Л., Медицина, 1984.
4. Мерлин В.С. Системный подход к онтогенезу интегральной индивидуальности. - В кн.: Психология формирования и развития личности. - М., Наука, 1981, с.87-105.
5. Русалов В.М. Новый вариант личностного теста ЕРІ. Психологический журнал, 1987, т.8, № 1, с.113-126.
6. Симонов П.В., Ершов П.М. Темперамент, характер, личность. - М., Наука, 1984.
7. Собчик Л.Н., Лукьянова Н.Н. Изучение психологических осо-

бенностей летного состава стандартизированным методом исследования личности. - М., Библ.врача, 1978.

8. Стрелая Я. Роль темперамента в психическом развитии. - М., Прогресс, 1982.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПСИХОДИАГНОСТИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ЛИЧНОСТИ

Л.Н.Собчик

Всесоюзный научно-исследовательский институт
общей и судебной психиатрии им.В.П.Сербского

Методы психологической диагностики являются надежным инструментом для выявления индивидуально-личностных свойств, устойчивых профессионально значимых эмоционально-динамических характеристик, защитных и компенсаторных механизмов, толерантности к стрессу. Их показатели имеют важную прогностическую ценность при изучении творческого потенциала личности и критериев профпригодности.

Анализ результатов психодиагностического исследования более 3000 испытуемых с помощью модифицированных и ревалидизированных тестовых методов: модификация ММРІ - СМІІІ, метод цветовых выборов, миокинетическая психодиагностика Мира-и-Лопеса, метод интерперсональной диагностики Лири, методика Спонди, рисованный ТАТ - послужил основой для создания алгоритмов ввода данных психологической диагностики в программу ЭВМ и разработки интерпретирующей схемы.

Проделанная работа была вызвана необходимостью единообразия подхода в оценке индивидуально-личностных свойств в противовес произвольности трактовок данных психодиагностических исследований, которые в последние годы приобрели широкое распространение.

В отличие от обычно применяемого линейного способа интеграции данных психодиагностического исследования, в котором просто перечисляются или суммируются показатели разных факторов, нами разработана интерпретационная схема, интегрирующая весь материал многофакторного исследования в целостную систему многомерной модели личностных свойств и эмоциональных состояний.

Многомерная модель личности базируется на целостном системном подходе и понимании личности как единства биологических и социальных факторов. Она в известной степени восполняет существовавший до сих пор пробел между разработками психофизиологов и эмпиричностью описанных психиатрами типологических вариантов аномальных личностей. В основе этой модели находится концепция ведущей тенденции, которая рассматривается как устойчивый признак или сумма признаков, пронизывающих все уровни личности, уходящих корнями в свойства нервной системы, создающих основу индивидуальности и предпосылки для развития более высоких уровней личности.

Выделено 5 групп показателей, которые условно можно обозначить как векторы.

Первый - основополагающий параметр измерения - представляет собой качественные характеристики полярных устойчивых свойств личности. Это - показатели "сильных" и "слабых" признаков, возбудимых и тормозимых черт, активности - пассивности, лабильности - ригидности, инертности - спонтанности, экстратензивности - интротензивности и др., т.е. те индивидуально-типологические предпосылки (внутренние условия), посредством которых преломляются средовые воздействия внешнего мира и социальный опыт в процессе формирования личности. Эти показатели отражены в системе координат, где смешанные и переходные характеристики находятся между полярными признаками, создавая определенный континуум, отражающий закономерности кольцевых связей между различными базисными свойствами.

С помощью второго вектора измерения в количественных показателях психодиагностических методик (в Т-баллах, стенах, ранговых оценках, цифрах первичных и вторичных отклонений, перцентилях) отражается степень гармоничности и адаптивности личности обследуемого.

Третий вектор насыщает параметры двух первых, отражая связь индивидуально-типологического паттерна с определенными структурно-личностными компонентами, формирующимися на этой базе: силой и направленностью мотивации, преобладающим стилем интеллектуальной деятельности и межличностного поведения, известным тропизмом в отношении выбора жизненных ценностей и,

соответственно, определенной избирательностью отношения к разным психогенным факторам.

Четвертый вектор модели ориентирован на выявление разных уровней переживания личностно-значимого конфликта с выделением декларативного, субъективного (осознаваемого) и неосознаваемого уровней, которые определяются путем сравнения результатов, полученных с помощью разных психодиагностических методов, каждый из которых адресован тому или иному уровню личности обследуемого.

Пятый вектор схематически отражает в количественных показателях колебания степени выраженности факторов, определяющих эмоциональное состояние обследуемого на определенном отрезке времени по результатам повторных исследований или на основании ретроспективной оценки испытуемым своего состояния в сравнении с данным моментом, что дает картину лонгитюдного среза и отражает динамику состояния.

Интегративное ядро многомерной модели личностных свойств представляет самосознание и самооценку личности.

Модель психодиагностического исследования и интерпретационная схема нашли свое применение в системе профотбора и профориентации, при изучении индивидуальной адаптации к производственному процессу на промышленных предприятиях.

Благодаря известной гибкости программы, данная схема может быть использована применительно к разным методам психологического тестирования, создавая единообразие методологического подхода и единую форму интерпретации.

ПСИХОВИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИДЕНТИФИКАЦИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЦНС

Э.Е.Павват, И.О.Тур

**Ленинградский ордена Ленина политехнический
институт им. М.И.Калинина**

Одной из актуальных задач эргономических исследований является идентификация функционального состояния ЦНС человека-оператора. В настоящей работе предлагается метод идентификации состояния ЦНС, основанный на оценке параметров, характеризующих эффективность операторской деятельности на пси-

хоакустической модели обнаружения с обратной связью. Эффективность операторской деятельности оценивается по множеству ответов испытуемого на тестовую последовательность акустических стимулов ТПС, маскируемых шумом. Алгоритм исследования состоит в том, что испытуемому на фоне шума предъявляли стимул с заданной длительностью ДПС, на который он должен ответить в течение заданного времени интервала принятия решения - ВПР, после чего следует межстимульная пауза МСП, после МСП предъявляется следующий стимул и т.д., до конца тестовой последовательности. Ответом испытуемого является замыкание ключа КЛ, в случае принятия решения о наличии сигнала-стимула во входном воздействии. Ответы испытуемого классифицируются следующим образом: ПО - правильный ответ, если в течение ДПС+ВПР испытуемый замыкает ключ КЛ, ПС - пропуск сигнала, если в течение ДПС+ВПР испытуемый не замыкает ключ КЛ, ЛТ - ложная тревога, если испытуемый замыкает ключ КЛ в течение МСП. В случае ПС или ЛТ на испытуемого оказывает дополнительное воздействие обратная связь путем импульсной световой стимуляции зрительного анализатора. В соответствии с рассмотренной методикой был разработан прибор "Тест", позволяющий автоматизировать экспериментальную процедуру. Прибор состоит из следующих функциональных блоков: функционального генератора, $A(t) = A \sin \omega t$, блока формирования параметров ТПС, генератора шума $N_0(t)$ маскировки ТПС, спектроформирующего фильтра, акустической системы, блока анализа ответов ПО, ПС и ЛТ, блока регистрации ответов, фотостимулятора, программного управляющего устройства.

Проверка эффективности предлагаемого метода идентификации выполнена на группе испытуемых с психогенным изменением состояния ЦНС, клинический диагноз - невроз /1/. Входное воздействие состояло из полосового шума, на фоне которого предъявлялась тонально-импульсная последовательность тестовых сигналов. Ширина полосы шума была равной $\Delta f_{ш} = \Delta f_{кр}$ критической, интенсивность $L = 50$ дБ относительно порога восприятия /3/. Уровень маскировки выбирался с учетом параметров шума и тестовых сигналов и изменялся в диапазоне $d_n = 2-II$, отношение сигнал/шум, $d_n = \sqrt{2 E_n / N}$, где E_n - энергия n -тестового сигнала, N - спектральная плотность мощности шума в по-

лосе $\Delta f_{ш}$ /4/. Для оптимального согласования входного воздействия с характеристиками слуховой системы частотно-временная неопределенность $h = \omega \tau$ тестовых сигналов была выбрана равной $h = 42$; где $\omega = 1000$ Гц, $\tau = 42$ мс. Соответственно частота и длительность сигнала /4/. Распределение тестовых сигналов относительно независимой переменной времени t было равновероятно рандомизировано в интервале МСП = $2+10$ с. В качестве показателей эффективности операторской деятельности использовали оценки вероятностей: обнаружения P^* , пропуска сигнала P_p , ложной тревоги P_{α} , а также порога обнаружения d_0 /3/. Сравнительный анализ экспериментальных данных показал, что вероятностные характеристики обнаружения в психоакустической модели без обратной связи инвариантны относительно невротических нарушений состояния ЦНС. В ситуации световой стимуляции зрительной системы по каналу обратной связи, выявлено резкое различие в стратегии принятия решений и устойчивости критерия обнаружения. Испытуемые контрольной группы, добиваясь максимальной вероятности обнаружения P^* минимизируют вероятность P_{α} , поддерживая ее на некотором постоянном уровне α . Испытуемые с невротическим состоянием ЦНС сохраняют вероятность P^* обнаружения на том же уровне, однако при этом наблюдается резкое увеличение вероятности P_{α} - ложных тревог, в среднем на 20 дБ. Анализируя динамику процесса обнаружения было выявлено наличие временной дисперсии порога обнаружения d_0 для группы испытуемых с невротическим состоянием ЦНС.

Таким образом, психогенные нарушения функционального состояния ЦНС идентифицируются в психоакустической модели обнаружения с обратной связью. Вероятность ошибочных решений типа ложных тревог и дисперсия порога обнаружения являются показателями, чувствительными к невротической симптоматике функционального состояния ЦНС.

Литература

1. Карвасарский Б.Л. Медицинская психология. Л.: Медицина, 1982.
2. Сапрыкин В.А., Сагал А.А. Инвариантность способности к обнаружению звуков относительно операции сжатия сигнала. Биопсихика, 1972, т.17, № 3, с.503.

3. Фрейдлин А.А. О роли критических полос в обработке информации слуховой системой человека. Акуст. журн., 1968, т.14, № 3, с. 321-336.

4. Хелстром К. Статистическая теория обнаружения сигналов. М.: ИЛ, 1963.

СИСТЕМА ДЛЯ ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗА ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДИТЕЛЕЙ АВТОТРАНСПОРТА

Ю.Т.Шапков, Д.А.Карпов, В.Б.Лапан, С.П.Романов

Институт физиологии им. И.П.Павлова АН СССР

Обязательное предрейсовое медицинское освидетельствование на автотранспорте может стать эффективным средством снижения аварийности только в том случае, если будет обеспечен объективный индивидуализированный инструментальный анализ психофизиологического состояния водителей. Решение такой задачи требует автоматизации обследования на базе использования современных ЭВМ разной мощности.

В настоящей работе рассматривается один из возможных вариантов системы, построенной на основе мини ЭВМ "Электроника ДЗ-28". Основные требования, которым должен был соответствовать разрабатываемый автоматизированный комплекс, заключались в следующем: - применимость в массовом обследовании; - краткосрочность (не более 3-5 минут) индивидуального измерения психофизиологических параметров каждого водителя; - простота съема информации (применение методов, не требующих специальной подготовки); - документирование результатов измерений и сохранение информации для выявления индивидуальных нормативных данных; - выдача конкретной рекомендации-заключения.

Исходя из профессиограммы водителей автотранспорта наиболее существенным для успешной трудовой деятельности этих лиц являются нормальное протекание психических процессов (внимание, логическое мышление, ситуационная и самооценки) и находящиеся в физиологических пределах состояния сердечно-сосудистой системы и двигательного аппарата. В соответствии с этим во время обследования измерялись: сила и частота сердечных сокращений, амплитуда и частота тремора рук, время двигательной реакции, частота и характер ошибок в корректурном те-

сте, ошибки в оценке скорости движения, а также проводилось тестирование способности к самооценке с помощью психологического опросника.

Система для экспресс-анализа состояния водителей включает в себя кроме мини ЭВМ "Электроника ДЗ-28" штатный дисплей, блок сопряжения УСО, цифрочепать, а также сейсмодатчик, усилитель и АЦП. С помощью сейсмодатчика механические колебания, создаваемые в одном случае сердцем при сокращении, а в другом - при измерении тремора - микроперемещениями руки, преобразуются в электрический сигнал, поступающий после усиления на вход АЦП. Обследование осуществляется в режиме диалогового взаимодействия водителей с системой и регламентируется инструкциями, читаемыми с экрана дисплея (то есть указаниями, что и как надо делать).

Алгоритм работы следующий. В начальном диалоге водитель информируется о смысле и содержании обследования, порядке требующихся от него действий. При повторных обследованиях предъявление инструкции может быть отменено нажатием обусловленной клавиши. Первый тест - определение состояния сердечно-сосудистой системы. Инструкция предписывает водителю прижать рукой сейсмодатчик к грудной клетке в районе левого соска и держать его в таком положении в течение 5 сек. За этот период программно вычисляется средняя величина интервала между сокращениями, которая переводится в величину ЧСС в минуту. При получении результата, отклоняющегося от физиологических норм, тест повторяется. Подтверждение высоких цифр ЧСС (более 95) влечет за собой появление на дисплее рекомендации обратиться к врачу и прекращение тестирования. Заметим, что все параметры сигнала сохраняются в памяти ЭВМ. Нормальные результаты служат условием перехода ко второму тесту - измерению амплитуды и частоты тремора. Система дает указание водителю удерживать сейсмодатчик в вытянутой перед собой руке. Программно вычисляются амплитудные и частотные характеристики тремора. На основе известных зависимостей изменения параметров тремора при заболеваниях и алкогольной интоксикации алгоритмом предусмотрено направление к врачу или переход к следующему тесту - оценке внимания и скорости реагирования. На дисплее дается инструкция - вычеркивать определенную бук-

ву, предъявленную после обусловленной. Программно выявляются ошибки, характеризующие внимание, и одновременно при правильных ответах вычисляется время (скорость) **реагирования**. Тест длится 1 минуту, после чего задание меняется. Обследуемый должен нажатием клавиши запустить вертикальное движение маркера, который должен встретиться с горизонтально движущейся целью. Правильность выбора момента нажима определяет способность тестируемого оценивать скорость движения и предвидеть развитие ситуации. Последним в последовательности является тест-опросник самооценки своего состояния. В вопросах, на которые необходимо дать альтернативный ответ, заложена скрытая проверка на искренность и логику мышления. Естественно, результаты этих тестов также заносятся в память и служат критериями в алгоритмизованном выборе из 8 вариантов конкретных рекомендаций. Одна из рекомендаций содержит запрет на управление транспортным средством. Сразу по окончании обследования на цифрпечати выводятся сводная таблица результатов по всем тестам и рекомендация. Система возвращается в исходное состояние для обследования следующего водителя.

Программное обеспечение диалогового режима реализовано на языке Бейсик-3А. Подпрограммы работы с дисплеем, с АЦП и УСО, реализации программного счетчика времени написаны в кодах ЭВМ.

Развитие описанной системы возможно при подключении к одной ЭВМ нескольких дисплеев и АЦП, что позволит вести параллельное обследование нескольких водителей. Автоматизация анализа психофизиологического состояния водителей обеспечивает объективность рекомендаций, сохранение в памяти результатов тестирования, круглосуточную готовность к измерениям.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ДИАГНОСТИКА СОСТОЯНИЯ НЕРВНО-ПСИХИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ РАБОТАЮЩИХ НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ

И. Н. Гурвич

Ленинградский научно-исследовательский
психоневрологический институт им. В. М. Бехтерева

Проблему автоматизации в установлении уровня нервно-психического здоровья выдвинуло на первый план проведение всеобщей диспансеризации населения. Можно говорить о трех складывающихся в нашей стране подходах к ее решению.

Первый связан со сплошным обследованием диспансеризуемого контингента при помощи клинического метода, с одновременной фиксацией возможно большего числа характеристик обследуемых лиц, предположительно связанных с нервно-психическим здоровьем. По существу, рассмотрение этих характеристик как "факторов" нервно-психического здоровья здесь постулировано, поскольку описание психического состояния обследуемых проводится в качественных параметрах, и применение в последующем каких-либо математико-статистических корреляционных методов, т.о. становится весьма проблематичным и возможным лишь в сугубо исследовательских целях.

Второй подход основан на применении диалоговых вычислительных систем, разрабатываемых, как правило, для диагностики "общего" здоровья, а раздел нервно-психического здоровья представлен в них какой-либо определенной "методикой", причем обоснованность ее применения принимается без учета специфики установления диагноза в психиатрии. Отсюда разработчики подобных систем пытаются найти адекватную их задачам "универсальную методику", по показателю выполнения которой можно было бы поставить предварительный психиатрический диагноз. Здесь в неявной форме содержится ряд необоснованных, по нашему мнению, предположений. а) Психиатрический диагноз всегда формируется путем фиксации определенного "профиля жалоб", характерных для тех или иных психических расстройств. б) Семантическое содержание симптомов аналогично для психиатров и их пациентов. в) Симптомы психических расстройств могут быть достаточно полно формализованы и вербализованы.

В условиях промышленного предприятия использование этих двух подходов имеет и чисто количественные ограничения, связанные в первом случае со значительными затратами времени, необходимого для клинического психиатрического обследования, а во втором — с настолько же большими затратами времени обследуемых при реально возможном количестве терминалов. Это приводит к сложной ситуации превышения времени обследования сколько-нибудь большого диспансеризируемого контингента в процессе ежегодной диспансеризации годового периода и практически исключает возможность применения показанных для выявленных в ходе диспансеризации лиц психопрофилактических мероприятий.

От названных недостатков, как представляется, свободен третий подход, заключающийся в использовании двухшаговой скрининговой процедуры, разработанной и использованной на одном из крупных промышленных объединений Ленинграда отделением психопрофилактики и внебольничной психиатрии Научно-исследовательского института им. В.М. Бехтерева. Конкретно-методологической основой данного подхода является концептуальная модель континуума состояний "здоровье-болезнь" в психиатрии, разработанная С.Б. Семичовым /1/ и операционализированная им в работе /2/ в виде критериев группировки состояний психического здоровья.

Скрининговая процедура реализована на базе АСУ объединения. Первый шаг скрининга проводился методом анкетного опроса. Расслоение популяции осуществлялось при помощи автоматизированной типологической классификации индивидов. Второй шаг скрининга проводился врачами при помощи методики полустандартизованного психиатрического интервью, — обработка на ЭВМ его результатов позволяет получить показатели как нервно-психического здоровья, так и потребности в психотерапевтической и психопрофилактической помощи изучаемой популяции.

В целях повышения обоснованности процедуры проведена оценка надежности и валидности методики по признакам — "симптомам" скрининговой анкеты, что значительно снижает затраты при проведении диспансеризации и дает возможность высокоэффективно использовать современную вычислительную технику в работе по сохранению и укреплению нервно-психического здоро-

вья населения.

Литература

1. Семичов С.Б. Предболезненные психические расстройства. Л., Медицина, 1987.
2. Семичов С.Б. Группировка состояний психического здоровья. В сб.: Предболезнь и факторы повышенного риска в психоневрологии. Л., 1986, с.8-17.

КОМПЬЮТЕРИЗИРОВАННЫЙ (НА БАЗЕ МИКРО-ЭВМ) ВАРИАНТ ТЕСТА КОРРЕКТУРЫ ОШИБОК ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ВНИМАНИЯ

А.Багдонас, В.Даудерис, К.Станкунас

Вильнюсский госуниверситет им.В.Капсукаса

В настоящем сообщении представлены результаты попытки автоматизации методики изучения концентрации внимания. С этой целью был разработан компьютеризированный тест корректуры ошибок (КТКО), представляющий собой аналог "бумажного" теста корректуры ошибок (ТКО). ТКО представляет собой список из 150 7-буквенных слов, 50 из которых написаны ошибочно: 25 слов с перестановкой и 25 слов с пропуском букв. В литовском алфавите есть 6 гласных и 3 согласных, значение которых определяется диакритическими знаками, отсутствующими в латинском алфавите и, соответственно, не предусмотренные в цифробуквенных дисплеях ЭВМ. Это несоответствие вызвало некоторые трудности при конструировании КТКО и будет серьезным препятствием при конструировании любых вербальных методик на литовском языке. При разработке КТКО пришлось подбирать слова, не содержащие букв с диакритическими знаками. Были подготовлены два набора слов имен существительных, частота встречаемости в публицистике которых равнялась от 1 до 8 на 300000. На дисплее экрана слова предьявлялись в виде матрицы 8 x 10, т.е. в каждом наборе было по 80 слов, 1/3 из которых (как и в ТКО) были набраны ошибочно (14 слов с перестановкой и 13 слов с пропуском букв). По техническим причинам при разработке КТКО пришлось пользоваться языком QUASIC, налагающим целый ряд ограничений. В последующем намечается построение КТКО с использованием языка BASIC. После выполнения КТКО, состоявшего из тренировочной части, 1-го набора слов (он предьявлялся

5 раз для определения эффектов научения) и 2-го набора слов (для определения надежности методики), испытуемые выполняли "бумажный" вариант ТКЮ и тест корректуры из колец Ландольта. Для всех трех методик были унифицированы основные показатели концентрации внимания. Первичными показателями были ошибки обнаружения (K_{Π} - пропуск сигнальных стимулов и K_{Δ} - ложные тревоги) и общее время (t) чтения слов (в секундах). Показатель точности (А) выполнения корректуры определялся по формуле: $A = (C_c - K_{\Pi}) / C_c - K_{\Delta} / C_d$, где C_c - число сигнальных стимулов, C_d - количество дистракторов. Эффективность (Е) обнаружения определялась по формуле: $E = A \cdot s / t$, где s - общее число просмотренных сигналов. Эффект научения определялся как среднее "улучшение" выполнения на одно повторение I-го набора слов. Например, среднее укорочение времени выполнения (Δt) определялось по формуле: $\Delta t = [(t_1 - t_2) - (t_1 - t_3) - (t_1 - t_4) - (t_1 - t_5)] \cdot 100 / 4 \cdot t_1$, где t_1, t_2, t_3, t_4 и t_5 - время выполнения при соответствующем повторении I-го набора слов. Аналогичным образом определялись и показатели ΔA и ΔE .

Если при выполнении традиционных тестов корректуры испытуемый просто вычеркивает сигнальный элемент, то при выполнении КТКО испытуемому приходится кодировать каждое слово. В нашем варианте нажатие на клавишу "0" означало, что слово набрано правильно, нажатие на клавишу "3" - слово набрано ошибочно. Клавиши дисплея "0" и "3" были выбраны потому, что они находились наиболее близко от клавиши, обозначающей запятую (на последнюю тоже приходилось нажимать после каждого нажатия на клавиши "0" или "3").

КТКО выполнялся испытуемыми последовательно по определенному алгоритму, состоящему из 25 "шагов". Каждый последующий "шаг" включал сам испытуемый, нажимая на клавишу "BK". В алгоритме предусматривались сбор демографических данных, тренировка, 5-кратное повторение I-го набора слов, предъявление 2-го набора. Разработанная программа объединяла указанный алгоритм и 7 дополнительных подпрограмм: 1) сбора данных; 2) подсчета ошибок; 3) вычисления показателей А, Е, Δt , ΔA и ΔE ; 4) ввода результатов выполнения "бумажных" тестов; 5) вывода данных на печатающее устройство;

6) вывода и накопления данных на магнитную ленту; 7) дополнительного оперирования данными выполнения КТКО. Кроме того были разработаны три дополнительные программы: 1) определения коэффициентов корреляции между показателями; 2) определения основных статистических параметров (средних, коэффициентов вариации, ошибок средних и т.д.); 3) банка данных. Значения основных показателей двух групп испытуемых представлены в таблице I.

Таблица I.

Средние значения (M), коэффициенты вариации (CV) и значения p (вероятности ошибочного вывода о межгрупповых различиях) основных показателей выполнения "бумажных" и компьютеризированного тестов корректуры у двух групп испытуемых

Методика	Показатель	Испытуемые и значения показателей				p
		Психологи		Не психологи		
		M	CV, %	M	CV, %	
1-ая матрица слов КТКО (среднее 5 повторных измерений)	\bar{t}	173,80	20	203,40	25	0,05
	Δ	0,90	6	0,90	12	
	E	0,44	22	0,39	34	
2-ая матрица слов КТКО	\bar{t}	164,90	22	191,60	25	0,1
	A	0,91	8	0,93	9	
	E	0,46	24	0,41	29	
"Бумажный" вариант ТКО	\bar{t}	165,70	24	179,20	24	
	A	0,89	9	0,86	16	
	E	0,86	28	0,76	29	
Тест корректуры из колец Ландольта	\bar{t}	417,10	17	489,50	21	0,05
	A	0,79	12	0,75	16	
	E	1,20	16	1,00	22	
Показатели научения (средний прирост на одно повторение в процентах)	$\Delta \bar{t}$	24,24	69	21,89	94	
	ΔA	6,99	139	6,75	133	
	ΔE	31,34	47	26,20	54	

О валидности методики КТКО свидетельствуют значимые связи ее показателей с одноименными показателями ТКО и теста корректуры из колец Ландольта (значения \bar{t} варьируют от 0,4 до 0,85). Т.о., несмотря на значительное усложнение, КТКО

измеряет те же свойства, что и ее "бумажные" аналоги. Значимы связи и между одноименными показателями двух вариантов КТКО или повторных выполнений I-го варианта (значения κ варьируют от 0,60 до 0,85), что свидетельствует о надежности КТКО. Из таблицы видно, что выражены и эффекты научения и его переноса. Следовательно, при конструировании компьютеризированных методик необходимо удлинить тренировочный этап выполнения.

МАШИННЫЙ ВАРИАНТ ТЕСТА СТРУПА

Л.Е.Осипов

Ленинградский институт инженеров
железнодорожного транспорта им.
акад. В.Н. Образцова

Струп-тест является классическим методом изучения перцептивной интерференции. В самом широком контексте перцептивно-интерференционное задание рассматривается нами как задача обнаружения сигнала в неблагоприятных условиях визуального шума, либо как задача выделения фигуры на особым образом организованном фоне, что позволяет трактовать интерферируемость (склонность субъекта к интерференции) как когнитивное свойство помехоустойчивости.

Термином "помехоустойчивость" мы обозначаем толерантность субъекта к воздействию шума и интерференции (помех), индивидуальная помехоустойчивость зависит от определенного сочетания attentionных и когнитивных свойств субъекта.

Неподверженность влиянию шума можно определить с помощью классических attentionных методик Бурдона, Рисса, таблиц Шульте-Горбова и др. Интерферируемость обычно измеряется по результатам выполнения теста Струпа. Методика Струпа и ее модификации традиционно включаются в батареи тестов, предназначенных для профотбора лиц операторских профессий в связи со сравнительно высокой прогностичностью результатов тестирования.

Ввиду того, что в оригинале Струп-теста и его аналогах применяется четыре цвета, до настоящего времени не представлялось возможным автоматизировать процедуру тестирования с

использованием отечественных ЭВМ. Автором была предпринята попытка создания черно-белого перцептивно-интерференционного варианта модификации теста Струпа, который можно было бы предъявлять на экране дисплея ЭВМ. К сожалению, мы не смогли отобрать для этой цели ни одну из известных нам модификаций, которые можно было бы использовать в качестве параллельной формы Струп-теста, где были бы сохранены общая структура и многие нюансы ситуации перцептивного конфликта оригинала. В тех же случаях, когда эти условия были внешне соблюдены, возникали другие проблемы, преодоление которых не представлялось возможным.

В проведенном нами исследовании сравнивались результаты выполнения классического теста Струпа и двух вновь созданных перцептивно-интерференционных тестов, предлагаемых в качестве черно-белой альтернативы оригиналу. В исследовании участвовало 12 человек в возрасте от 25 до 40 лет, все с высшим образованием.

Первая модификация Струп-теста (тест "Шрифт") состояла, как и оригинал, из трех карт, каждая из которых состояла из ста (10 x 10) стимулов, равномерно размещенных на поле каждой карты (30 x 30 см). В первой карте стимулами являлись названия размеров шрифтов: "мелкий", "средний", "крупный", "огромный". Испытуемым предлагалось читать подряд все названия шрифтов, которые были написаны на первой карте одним размером. Во второй карте в качестве стимулов использовались печатные буквы "О" (по пять букв в каждом стимуле); стимулы были набраны шрифтами разного размера, обозначаемых в инструкции как мелкий, средний, крупный или огромный. Задачей испытуемого было определить и назвать вслух размер шрифта, которым набран каждый тестовой стимул. На третьей карте названия шрифтов были набраны шрифтами, размер которых не соответствовал их названиям (напр., слово "крупный" было набрано мелким шрифтом и т.п.). Испытуемых просили назвать размер шрифта, которым были набраны слова, не обращая внимания на их значения. На всех картах стимулы были черными на белом фоне. Во всех заданиях давалась инструкция работать как можно быстрее. Задания (карты) предъявлялись испытуемым в том порядке, как они были описаны выше. Регистрировалось время выпол-

нения заданий и количество ошибок.

Вторая модификация ("Обратимый тест") также состояла из трех карт (заданий) 30 x 30 см, каждая карта - из 100 (10 x 10) стимулов (в таком же виде испытуемым предъявлялся оригинал теста Струпа). На первой карте стимулами являлись слова-перевертыши ("ворон", "телекс", "колесо", "топор" и их обратные значения - таким образом, длина алфавита равнялась 8 словам). Во второй карте в качестве стимулов использовались слова, написанные в обратном порядке (напр., "нокок", "телитс" и т.п.). Если в первом задании испытуемых просили читать стимульные слова в обычном порядке, т.е. слева направо, то во втором задании требовалось читать слова справа налево. В третьей карте использовались те же слова-перевертыши, что и в первой карте, только их нужно было читать справа налево. Условия выполнения "Обратимого теста" были аналогичны требованиям при тестировании с помощью методики "Шрифт" и Струп-теста.

Результаты исследования показали, что существуют довольно высокие статистически значимые связи между временами выполнения интерференционной карты Струп-теста и интерференционных карт (карты № 3) в тесте "Шрифт" и "Обратимом тесте" (соответственно, $p < 0,001$ и $p < 0,02$). Соответствующие средние значения оценок выполнения всех этих карт приблизительно одинаковы.

Полученные данные позволяют считать возможным использование методики "Шрифт" в качестве параллельной формы теста Струпа, естественно, после проверки на более широкой выборке испытуемых. "Обратимый тест" для этой цели вряд ли стоит применять, поскольку обнаруженный здесь интерференционный эффект является, очевидно, родственным, но не идентичным Струп-эффекту. По мнению Т.П.Зинченко, их отличие обусловлено разницей в уровнях обработки информации, на которых происходит интерференция в тесте Струпа и "Обратимом тесте".

Использование описанных методик - модификаций Струп-теста - в практике психодиагностики с помощью ЭВМ позволит в значительной степени упростить и стандартизировать процедуру тестирования интерферируемости при профессиональном отборе. Помимо возможностей прикладного применения изложенных резуль-

татов, настоящее исследование представляет определенный интерес с точки зрения теоретического изучения природы перцептивной интерференции. Так, в "Обратимом тесте" удалось создать новую модель ситуации перцептивного конфликта, что позволяет расширить арсенал методических приемов исследования феноменов интерференции в восприятии.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ОЦЕНКА КОНФЛИКТНОСТИ В ТЕСТЕ ЛЮШЕРА

В.А.Семочкин

Ялтинский НИИ физических методов лечения и
медицинской климатологии им. И.М.Сеченова

Конфликтность является одним из информативных параметров психоэмоционального состояния человека /1/.

В восьмицветовом тесте Люшера информация о конфликтности представлена сочетанием цветов в знако-цветовых группах (ЗЦГ) выбора испытуемого /2/.

Автоматизированная оценка конфликтности в тесте Люшера содержит алгоритмы разметки первого и второго выбора испытуемого, выделение ЗЦГ в форме кодов заключений, имеющих также самостоятельное диагностическое значение, и нахождение оценки конфликтности по таблицам выраженности конфликтности ЗЦГ.

Алгоритм разметки первого и второго выборов построен как логико-комбинаторная процедура и содержит структурные элементы:

ИНВ - инверсия ЗЦГ: изменение порядка следования цветов во втором выборе по отношению к первому

ДОМ - доминирование ЗЦГ: присвоение знака цветовой группы первого выбора цветовой группе второго выбора

ТР - транспозиция ЗЦГ: сдвиг ЗЦГ второго выбора влево (вправо) по отношению к ЗЦГ первого выбора

ДЕС - деструкция ЗЦГ: распад ЗЦГ первого выбора при втором выборе

Блок I предикатов (Пр)

Пр1 = [$\bigcap_{i=1}^8$ поз i \rightarrow =]

Пр2 = [поз3 \wedge (Iv2v7v0) ДОМ(ПОЗIvПОЗ2) \rightarrow +]

Пр3 = [поз2 \wedge (Iv2v3v4v6v7v0) ДОМ(позI) \rightarrow +]

Пр4 = [ПозI \wedge (Iv2v3v4v5v6v7v0) \rightarrow +]

Пр5 = [поз6 \wedge (Iv2v3v7v0) ДОМ(поз7 \vee поз8) \rightarrow -]
 Пр6 = [поз7 \wedge (Iv2v3v6v7v0) ДОМ(поз8) \rightarrow -]
 Пр7 = [поз8 \wedge (Iv2v3v4v5v6v7v0) \rightarrow -]
 если Пр2 = TRUE, то Пр8 = [поз4 \vee поз5 \rightarrow x]
 если Пр3 = TRUE, то Пр9 = [поз3 \vee поз4 \rightarrow x]
 если Пр2 \vee Пр3 = FALSE, то Пр10 = [поз2 \vee поз3 \rightarrow x]

Блок I осуществляет разметку первого второго выборов, а затем, используя принцип сохранения ЗЦГ, корректируется второй выбор.

Блок 2 предикатов

Пр11 = [ИНВ(ЗЦГ₁³) \rightarrow ДЕС(ЗЦГ₁²) \neq ЗЦГ₂³]
 Пр12 = [ТР⁴(ЗЦГ₁²) ДОМ(ЗЦГ₂² \wedge (поз1 \vee поз8))]
 Пр13 = [ИНВ(ЗЦГ₁²) = ЗЦГ₁² ДОМ(ЗЦГ₂²)]
 Пр14 = [ТР²(ЗЦГ₁²) \rightarrow ДЕС(ЗЦГ₁²) \neq ЗЦГ₂²]
 Пр15 = [ТР⁴(ЗЦГ₁³) \rightarrow ДЕС(ЗЦГ₁³) \neq ЗЦГ₂³]

Выделение ЗЦГ осуществляется в виде кода, где первая цифра (1+4,5) соответствует знаку (+, x, =, -, +), а две следующие - кодам цветовой группы.

Установлена корреляционная связь между конфликтностью выбора и параметрами мозгового кровообращения, наблюдается динамика конфликтности выбора под воздействием физических и психотерапевтических методов лечения. На рис. I показан пример работы описываемого алгоритма на базе "Искра-1256".

ЯЛТИНСКИЙ НИИ ИМ. И. М. СЕЧЕНОВА
 ДИАЛОГОВАЯ АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОБРАБОТКИ
 ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ДА СОПИ-ТЛ. 86Б

* * * * Т Е С Т Л И Ш Е Р А * * * *

* ДАТА ИССЛЕДОВАНИЯ -29.02.88
 * ФАМИЛИЯ - ПЕТРОВ А.В.
 * ДАТА РОЖДЕНИЯ- 1950
 * ПРОФЕССИЯ- РАБОЧНИК

ПЕРВЫЙ ВЫБОР: + + * * = - - -
 1 6 4 5 2 3 7 8
 ВТОРОЙ ВЫБОР: 1 4 5 6 3 2 7 8
 + * * = = - - -

КОДЫ ЗАКЛЮЧЕНИЙ:
 101 245 363 427 478 512 517 518
 ! КОНФЛИКТНОСТЬ ВЫБОРА ПАЦИЕНТА -ПЕТРОВ А.В. - 2.000

*** И Н Т Е Р П Р Е Т А Т О Р ***

Рис. I

Литература

1. Блейхер В.М., Крук И.В. Патопсихологическая диагностика. К.: Здоров'я, 1986, с.94-167.
2. Lüscher, M. The Lüscher Colour Test. London & Sydney: Pan Books, 1971, 201 pp.

КОМПЛЕКС ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕСТА ЛЮШЕРА

В.А.Семочкин

Ялтинский НИИ физических методов лечения и
медицинской климатологии им. И.М.Сеченова

Традиционная технология теста Люшера реализуется набором цветowych карточек, предъявляемых испытуемому с целью выявления последовательности предпочтения цветов как проективного описания его психо-эмоционального состояния /1/.

Для решения задачи стандартизации процедуры исследования, уменьшения влияния личности исследователя /2/ предлагается комплекс технических средств (КТС) проведения восьми-цветового теста Люшера.

КТС теста Люшера (рис.1) состоит из цветного телевизионного приемника 1, генератора белого цвета 2, генератора 3 тестового цвета, блока 4 управления, пульта 5 выбора цветов и микро-ЭВМ 6.

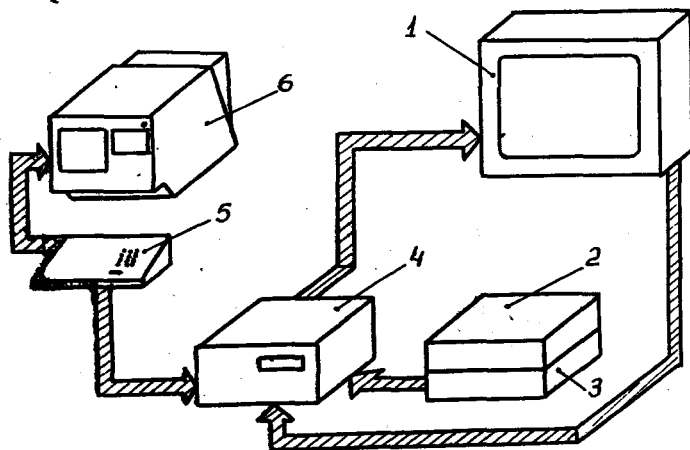


Рис.1

КТС теста Люшера реализует одну из восьми программ размещения на экране телевизионного приемника I восьми цветных прямоугольников размером 120x60 мм. Цвета в соответствии с хроматическими параметрами теста Люшера вырабатываются генератором 2 белого цвета и генератором 3 тестового цвета. Блок 4 управления синхронизируется импульсами строчной развертки телевизионного приемника I и осуществляет управление генераторами 2 и 3 в соответствии с выбором, сделанным испытуемым с помощью пульта 5. Пульт 5 совмещен с клавишным устройством ввода информации в микро-ЭВМ 6 типа "Искра-1256", осуществляющей обработку результатов теста.

Эффективность КТС теста Люшера определяется высокой компактностью процедуры теста Люшера, что позволяет расширить его применение в область оперативного контроля состояния человека-оператора в системах АСУП в ходе предсменной подготовки, внутрисменной работы, а также для оценки индивидуальной эргономической совместимости в человеко-машинных системах.

КТС теста Люшера предназначен для оснащения учебно-тренировочного центра операторов тяжелого горно-транспортного оборудования.

Литература

1. Блейхер В.М., Крук И.В. Патопсихологическая диагностика. - К.: Здоров'я, 1986, с.94-167.
2. Соколова Е.Т. Проективные методы исследования личности. - М.: МГУ, 1980. - 176 с.

АВТОМАТИЗАЦИЯ СОЦИАЛЬНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО ОПРОСА В УСЛОВИЯХ ШКОЛЬНОГО КОМПЬЮТЕРНОГО ЛАГЕРЯ

С.С.Магазов, М.Д.Бардин, Т.В.Барлас

Институт программных систем АН СССР, Московский государственный университет, I Московский медицинский институт

В г. Переславле-Залесском на базе Института программных систем АН СССР в течение ряда лет функционирует лагерь, где школьники разных возрастов из разных регионов страны обучаются работе с компьютером, принципам программирования. Школь-

ники имеют широкий доступ к ПЭВМ Правец и некоторым другим. Одной из форм обучения, используемой в лагере, является самостоятельное составление старшеклассниками под руководством преподавателей программы, обеспечивающей решение конкретной игровой или прикладной задачи.

В международном компьютерном лагере (лето 1987) в качестве одной из таких задач была предложена автоматизация социально-психологического опроса. Помимо обучающей цели, постановка данной задачи имела целью учет общественного мнения о работе лагеря и ознакомление с ним как организаторов, так и участников лагеря.

Специально составленный социально-психологический опросник включал 17 вопросов, охватывавших следующие темы: общая оценка лагеря, содержание обучения, преподавание и общение с преподавателями, общение со сверстниками, режим дня и бытовые условия. Ответы на каждый вопрос давались по 5-балльной шкале.

Реализация опроса на ПЭВМ Правец в системе Apple Pascal на языке Паскаль осуществлялась с помощью двух программ. Первая из них была написана (ввиду временных ограничений) совместно преподавателями и школьниками, вторая - в основном школьниками. Старшеклассники, составлявшие программу, до приезда в лагерь обладали начальными навыками программирования на языках Бейсик или Фортран, но не были знакомы с языком Паскаль, обучение которому начиналось в лагере.

Первая программа, обеспечивавшая само проведение опроса, предусматривала:

- вывод на экран инструкции;
- последовательный вывод вопросов: следующий вопрос выводился после ответа на предыдущий - нажатия клавиши "1", "2", "3", "4" или "5" (при нажатии других клавиш звук сигнализировал о неверном ответе);

Вопросы на экране имели следующий вид:

Мне хочется, чтобы лагерь
как можно дольше 5 4 3 2 1 как можно скорее
не кончался кончился

- по окончании опроса (после нажатия любой клавиши) вывод на экран инструкции для следующего респондента;

- запись в файл двумерного массива, в котором строки соответствовали респондентам, а столбцы - ответам на одинаковые вопросы разных респондентов.

Вторая программа обеспечивала подсчет средних арифметических и дисперсий по каждому вопросу, а также по каждой из тем. Изложенная система обеспечивала анонимность ответа.

Результаты проведения опроса показали, что наиболее высоко оценивалось содержание обучения, а ниже всего - режим и бытовые условия. Оценки по теме "преподавание", в целом достаточно высокие, различались в группах, которые вели разные преподаватели.

Проведение подобного опроса, ввиду его простоты и быстроты, может быть рекомендовано при широком круге ситуаций, где существует потребность в анализе общественного мнения и есть доступ к ПЭВМ.

Авторы приносят благодарность сотрудникам ИИС С.Голубеву и В.Осипову.

КОМПЛЕКС АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ МЕТОДИК ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ОСОБЕННОСТЕЙ ИНДИВИДУАЛЬНОГО СТИЛЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА В ДИАЛОГЕ

Е.В.Пиевская, А.И.Гриценко, А.В.Редман

Ленинградский электротехнический институт
им. В.И.Ульянова (Ленина)

В связи с широким внедрением ЭВМ в настоящее время весьма актуальными являются вопросы эргономического и инженерно-психологического обеспечения диалога. Из-за отсутствия комплексного психологического подхода эргономические и инженерно-психологические требования к диалогу еще не сформулированы. Тем не менее, имеющиеся разработки по отдельным аспектам изучения поведения человека в диалоге позволяют выделить отдельные особенности и характеристики человека-пользователя (П) и выявить их влияние на стиль поведения в диалоге и его продуктивность.

На особенности поведения человека в диалоге могут влиять следующие факторы, условно названные факторами "пользователя": уровень квалификации (диалоговой и проблемной), основ-

ные цели и задачи, мотивы деятельности, а также ряд индивидуальных особенностей личности П. Под влиянием этих факторов складывается или формируется индивидуальный стиль диалоговой деятельности П, т.е. система свойственных субъекту средств, обеспечивающих оптимальный вариант стыковки личности (с ее особенностями) и требований данной деятельности. Такое понимание индивидуального стиля деятельности П в диалоговой системе позволяет рассматривать его как часть проблемы оптимизации управления сложными системами, т.е. изучение механизмов формирования индивидуального стиля может рассматриваться как изучение наиболее быстрых, эффективных, гибких путей и способов оптимизации.

В данном исследовании на основании литературных данных, а также собственных разработок, составлен перечень особенностей психических процессов (памяти, восприятия, внимания и мышления) и психических особенностей (характера, темперамента) личности П, влияющих на способ выполнения или стиль ведения диалога. Для диагностики выраженности перечисленных выше характеристик составлен специальный комплекс методик. В состав комплекса входят методики, приведенные в таблице I.

Таблица I.

Методики для оценки индивидуальных особенностей П

Индивидуально-психологические особенности пользователей	Название методики для оценки выраженности	Авторство
Внимание (объем, концентрация, особенности переключения)	ПРОГРАММЫ:	ХИРЭ
	ЭУАД	ЛЭТИ
	СВТ	ЛЭТИ
	KOR	ХИРЭ
Восприятие (объем, критические точки)	KRIT	ХИРЭ
Память (объем кратковременной памяти)	LENA	ЛЭТИ
Мышление (особенности логического мышления, стиль мышления)	MBTI	ХИРЭ
	ВУНКЕ	
Черты характера и свойства темперамента	автоматизированные варианты тестов Catell, Lysenck	ЛЭТИ

Часть методик разработана и апробирована авторами, отдельные методики автоматизированы авторами, используются также методики, разработанные в ХИРЭ (авторы В.А.Логинов, С.П. Бочарова и др.).

Автоматизированные варианты методик позволяют провести автоматизированную обработку результатов и получить их в виде распечатки непосредственно после проведения эксперимента. Комплекс методик ориентирован на ЭВМ СМ-4, ОС БВ.

Для оценки эффективности диалоговой деятельности П разработана специальная программа автоматизированного протоколирования параметров и показателей выполнения отдельных диалоговых процедур и всего диалога в целом. Кроме того, для учета некоторых качественных показателей разработан специальный протокол экспериментатора.

Анализ результатов выполнения диалоговой деятельности позволяет составить обобщенные "портреты" стилей ведения диалога, а также, сопоставив их с данными по психологическим особенностям, выявить наиболее значимые психологические факторы, влияющие на стиль ведения диалога П. Использование комплекса позволит оптимизировать диалог.

IV. БАЗЫ ДАННЫХ. ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ЭКСПЕРТНЫЕ СИСТЕМЫ ПОСТРОЕНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ЭРГОНОМИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Т.П. Зинченко, А.А.Фрумкин

Ленинградский государственный университет

В такой проблемной области, какой является эргономика, невозможно предельно формализовать процесс эргономической проработки. Поэтому при создании системы эргономического обеспечения проектирования (ЭОП) необходимо ориентироваться на "совместные усилия" пользователя и системы, т.е. совместное формирование рабочей программы для решения поставленной задачи; или, как принято говорить, интерактивный режим работы. Но использование совместных усилий подразумевает обоюдное "обогащение", т.е. система должна иметь возможность накапливать опыт работы с пользователем, обрабатывать архивную информацию и делать соответствующие выводы для дальнейшей работы. Такой процесс обучения предполагает наличие "интеллектуального потенциала" системы, поэтому с некоторой долей условности ее можно назвать "экспертной". Очевидно, что функции такой системы явно выходят за рамки обычной САПР как по форме, так и по содержанию.

Опираясь на сформулированные принципы построения экспертной системы /1/, нами был разработан и программно реализован управляющий модуль, устанавливающий "взаимоотношения" пользователя и системы и обеспечивающий диалоговый режим работы. В процессе создания управляющего модуля были определены и унифицированы эргономические задачи; определены способы решения этих задач; составлен перечень критериев решения эргономических задач; разработана идеология построения диалоговой процедуры в процессе работы пользователя с системой при решении одной из задач по критерию эргономичности; определена номенклатура и структура файлов исходной информации, необходимой для расчета эргономичности; разработана ориентировочная структура баз знаний; сформулированы требования к построению типового программного модуля.

Рассматриваемая система проектируется таким образом, что-

бы избежать какой бы то ни было документации на нее и длительного обучения работе. Это достигается за счет рассмотрения большого числа вариантов ответов (выбор из "меню") и различных уровней подсказок в конце каждого информационного кадра. Система проектируется из расчета как на квалифицированного пользователя (исследователя), так и неквалифицированного, впервые столкнувшегося с необходимостью эргономической проработки или срочного решения прикладной задачи. Такой подход реализуется следующим образом: неквалифицированный пользователь принудительно "ведется" по системе самым простым путем с целью быстро и корректно решать поставленную задачу; квалифицированный - может воспользоваться всеми заложенными в систему возможностями по собственному усмотрению.

Представим в общем виде последовательность работы с системой: 1. Инициализация системы. 2. Пароль для входа в систему. 3. Краткое описание возможностей системы. 4. Определение цели работы с системой. 5. Выбор раздела эргономического обеспечения. 6. Выбор задачи ЭОП. 7. Выбор объекта работы. 8. Выбор конечной цели пользователя. 9. Выбор способа решения поставленной задачи. 10. Выбор рассчитываемых величин.

Собранной информации достаточно, чтобы система продолжила работу с пользователем на уровне управляющих подмодулей. Их число соответствует числу используемых в системе рассчитываемых величин. Это число может возрастать, соответственно наращивая возможности системы. На практике, однако, используется не более двух-трех рассчитываемых величин, что снимает опасения в возможности бесконечного увеличения числа управляющих подмодулей.

Итак, выбранная для расчета величина определяет, какой из подмодулей поведет пользователя по пути решения поставленной задачи. Началом этого пути является обращение в базы знаний для извлечения возможных и приемлемых в данном случае процедур решения. Выбрав подходящую, пользователь совместно с системой приступает к формированию рабочей программы расчета, т.е. обращается в базы типовых алгоритмов. Таким образом, дальнейший ход событий таков: 11. Выбор процедуры решения поставленной задачи. 12. Формирование рабочей программы. 13. Ввод исходной информации и расчет. 14. Выбор формы пред-

ставления результатов расчета и вывод ее на экран дисплея. После этого по специальной команде пользователь может выйти из системы на печать и тиражирование результатов, как конечных, так и промежуточных.

Результаты расчета индицируются на экране и распечатываются в виде таблицы:

Порядковый номер эргономического требования (ЭТ)	Нормативные значения ЭТ		Реализованное значение ЭТ x_i	Значение весового коэффициента α_i	Значение единичного эргономического показателя v_i
	$x_{\min i}$	$x_{\max i}$			

Значение эргономичности данного элемента $K_{\text{эрг.}} =$

Предварительный анализ и попытка частичной программной реализации (на базе СМ-4) показали, что предлагаемая логика работы с системой инвариантна и к элементу, и к типу СЧМ, и к задаче, а зависит только от рассчитываемой величины. Таким образом управление и организация диалоговой процедуры достаточно универсальны, что в свою очередь предполагает конечное число вариантов управляющего подмодуля. Разработанная идеология построения экспертной системы обеспечивает наращивание возможностей системы в любых направлениях эргономического обеспечения.

Литература

1. Зинченко Т.П., Фрумкин А.А. Некоторые принципы построения системы автоматизированного эргономического проектирования. - Эргономика. Труды ВНИИЭ. М., 1987. вып.34, с.76-86.

БАЗА ДАННЫХ ДЛЯ ЭРГОНОМИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ УСЛОВИЙ ТРУДА НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ

Г.М.Товбин, А.И.Гриценко, Т.П.Васильева, Е.В.Егорова
Ленинградский орденов Ленина и Октябрьской
Революции электротехнический институт имени
В.И.Ульянова (Ленина)

Решение задач учета человеческого фактора в процессе эргономического проектирования связано, в частности, с оценкой и оптимизацией условий труда на рабочем месте. Одним из вариантов такой оценки является анализ каждого из факторов внешней среды в отдельности. Для этого текущее значение каждого из оцениваемых факторов сравнивается с предельно допустимыми уровнями, приведенными в нормативных документах (ГОСТах, санитарных нормах и т.д.).

При указанном подходе остаются в стороне такие характеристики выполняемой деятельности, как ее тяжесть, напряженность, сложность решаемой задачи. Не учитываются также особенности совместного влияния факторов внешней среды на деятельность человека.

Отмеченные соображения приводят к выводу о целесообразности использования системного подхода при решении задач автоматизации эргономического проектирования условий труда (УТ).

Анализ нормативных документов по физическим факторам внешней среды (ГОСТов ССБТ и санитарных норм (СН)) показывает, что только в /2/ допустимые значения уровня звукового давления ставятся в зависимость от тяжести и напряженности труда. Подобные зависимости целесообразно определить и для других физических факторов внешней среды.

В соответствии с рассмотренными положениями для автоматизации оценки УТ разрабатывалась база данных (БД) и соответствующие прикладные программы. При этом была предусмотрена возможность реализации двух методик автоматизированной оценки УТ.

В основу первой методики были положены разработки НИИ Труда /1/. В соответствии с данной методикой производится оценка интегральной тяжести труда и определяется катего-

рия УТ. При этом оценка производится отдельно для факторов внешней среды и для психофизиологических характеристик деятельности.

На первом этапе осуществляется ввод исходных данных и производится оценка исследуемых факторов и характеристик в баллах (удельные тяжести факторов - УТФ). Соответствующие балльные оценки факторов и характеристик содержатся в специальных файлах БД. Всего БД содержит 25 файлов, к которым относятся следующие:

- файл, содержащий список факторов, оценка которых реализуема;
- файлы, содержащие нормативные значения факторов;
- файлы, в которых непосредственному значению фактора ставится в соответствие балльная оценка;
- файлы, в которых "превышению" нормативного значения ставится в соответствие балльная оценка;
- файлы, в которых номеру варианта характеристики фактора ставится в соответствие балльная оценка;
- файл, в котором интегральной балльной оценке ставится в соответствие категория тяжести труда на РМ;
- файл, содержащий рекомендации по улучшению УТ на РМ для каждого фактора.

В качестве ключа для доступа к записи соответствующего файла БД рассматривается значение "превышения" - ΔX_i :

$$\Delta X_i = |X_{i\text{норм}} - X_{i\text{тек}}|, \text{ где}$$

$X_{i\text{норм}}$ - допустимое значение i -го фактора, определяемое в соответствующем нормативном документе.

Следующим этапом эргономической оценки УТ на РМ является расчет интегральной балльной оценки тяжести труда и определение категории тяжести труда на данном РМ. Расчет осуществляется с помощью соответствующей прикладной программы и производится по формуле:

$$I_T = \left[\text{УТФ}_{\text{max}} + \left(\sum_{i=1}^{N-1} \text{УТФ}_i \cdot \frac{6 - \text{УТФ}_{\text{max}}}{(N-1) \cdot 6} \right) \right] \cdot 10, \text{ где}$$

I_T - интегральная балльная оценка;

УТФ_{max} - удельная тяжесть, являющаяся наибольшей из удель-

ных тяжестей всех рассматриваемых факторов;

$\sum_{i=1}^{N-1} УТФ_i$ - сумма удельных тяжестей всех факторов, исключая $УТФ_{max}$;

- количество рассматриваемых факторов УТ.

Затем производится округление значения I_T до ближайшего целого. Используя округленное значение I_T в качестве ключа, из соответствующего файла БД извлекается информация о категории тяжести труда.

Вторая методика оценки УТ предусматривает возможность более детального учета особенностей конкретной деятельности на данном рабочем месте. При этом балльная оценка факторов внешней среды определяется с использованием новых значений "превышения" - $\Delta X_{i\text{чэт}}$ (ЧЭТ - частные эргономические требования):

$$\Delta X_{i\text{чэт}} = |X_{i\text{чэт}} - X_{i\text{тек}}|, \text{ где}$$

$X_{i\text{чэт}}$ - допустимое значение i -го фактора, определяемое в ЧЭТ для данного фактора с учетом характеристик конкретной деятельности и совместного влияния факторов внешней среды.

При разработке ЧЭТ к факторам внешней среды допустимые значения отдельных факторов устанавливались в зависимости от степени сложности задач, решаемых оператором в процессе конкретной деятельности. Категории сложности деятельности определяются в этом случае с помощью специальных шкал, при разработке которых за основу были взяты шкалы, используемые при анализе деятельности оператора /3/.

Литература

1. Макушин В.Г. Совершенствование условий труда на промышленных предприятиях. - М.: Экономика, 1981.
2. СН 3223-85: Санитарные нормы допустимых уровней шума на рабочих местах.
3. Эргономика: Принципы и рекомендации. Методическое руководство. - М.: ГИИТ СССР, ВНИИТЭ, 1981.

МОДУЛЬ АВТОМАТИЗАЦИИ ФОРМАЛЬНОГО ОПИСАНИЯ АЛГОРИТМОВ
ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЭРГОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ, ИСПОЛЪЗУЕМЫЙ
ПРИ АВТОМАТИЗАЦИИ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Л.С.Демченко

Ленинградский электротехнический институт
имени В.И.Ульянова (Ленина)

При автоматизации научных исследований процессов функционирования эрготехнических систем (ЭС) широко применяются методы математического моделирования, к которым относится обобщенный структурный метод (ОСМ), разработанный Губинским А.И. /1,3/ и действующий в рамках функционально-структурной теории. ОСМ является эффективным средством для моделирования ЭТС, благодаря описательно-оценочным возможностям, то есть возможностям формализованного представления функционирования человеко-машинных систем в виде функциональных сетей (ФС) и оценки его качества с помощью математических моделей, использующих количественные характеристики выполнения отдельных операций.

Автоматизация формального представления структур функционирования ЭТС в виде ФС является промежуточной задачей для последующей автоматизации оценки качества и заключается в автоматизации процесса выбора для каждого составляющего элемента операции структуры соответствующей ей модели в виде типовой функциональной единицы (ТФЕ) /1/. При ручном моделировании исследователь путем сопоставления признаков функционального назначения конкретной операции и описательных признаков ТФЕ, присущих ее графическому изображению, выбирает требуемую модель. Признаки, по которым осуществляется этот выбор, можно разбить на две условные группы: синтаксические и семантические. Примером синтаксических признаков является количество непосредственно предшествующих в выполнении операций относительно данной, что соответствует количеству входных полюсов ТФЕ. Семантическим признаком является, например, признак того, какую функцию выполняет данная операция: основную рабочую или контролирующую, что соответствует рабочей ТФЕ или вспомогательной ТФЕ.

Модуль автоматизации формального описания процессов

функционирования ЭТС выявляет необходимые признаки из исходного описания для каждой операции и осуществляет по ним подбор модели в виде ТФЕ. Исходными данными для работы модуля являются табличные описания алгоритмов функционирования (АФ) ЭТС на естественном профессиональном языке, например, в виде маршрутно-технологической карты. Выходные данные модуля — это ФС, моделирующая процесс взаимодействия человека и техники. Полученная функциональная сеть в виде кодовых обозначений поступает на вход модуля, осуществляющего количественную оценку качества функционирования ЭТС.

Модуль автоматизированного формального описания алгоритмов функционирования ЭТС состоит из следующих программ.

1. Программа ввода АФ ЭТС осуществляет ввод и преобразование исходного описания на естественном языке в описание АФ в виде списков смежности /З/, при котором каждая операция получает код в виде номера порядка ее выполнения в АФ. Программа ввода, кроме того, определяет такие синтаксические признаки, как количество входных и выходных полюсов, которые должна иметь моделирующая ТФЕ.
2. Библиотека ТФЕ. Программа, содержащая сведения о номенклатуре типовых функциональных единиц, используемых модулем для моделирования операций. В этой программе хранятся также правила, по которым может быть выбрана та или иная ТФЕ с учетом наличия совокупности необходимых признаков.
3. Программа, осуществляющая диалог с пользователем на естественном языке, в результате которого устанавливаются дополнительные признаки, характерные для данной операции (тип контроля, совмещение контролей и др.).
4. Управляющая программа осуществляет автоматизацию процесса поиска требуемой модели в виде ТФЕ. Эта программа содержит правила, по которым осуществляется запрос пользователя о требуемых дополнительных характеристиках по каждой операции, то есть правила, по которым определяется входная точка актуализации программы диалога. После этого управляющая программа обращается к библиотеке ТФЕ и вызывает к проверке соответствующие правила выбора модели.
5. Программа вывода. Эта программа является своего рода адаптером между модулями автоматизации описания АФ ЭТС и коли-

чественной оценки качества функционирования ЭТС. Программа осуществляет кодирование каждой выбранной ТФЕ и последовательности ее выполнения в АФ ЭТС на входном языке оценочного модуля.

Необходимо отметить, что пользователь не посвящается в процесс автоматизированного моделирования, и поэтому результаты работы модуля ему не выдаются, что может быть сделано в виде исключения по специальному запросу для специалиста в данной проблемной области.

Ввод в систему автоматизации научных исследований, проектирования и испытания ЭТС модуля автоматизации формального их описания позволяет использование данной системы самым широким кругом пользователей без ориентации на специалистов, знакомых с методами моделирования и с использованием ЭВМ.

Описанный модуль можно применять не только как промежуточный инструмент для получения оценки качества функционирования ЭТС, но и самостоятельно как средство обучения специалистов методам моделирования с помощью ОСМ. Эта возможность реализуется с помощью специальной программы, дающей пользователю комментарий по узловым шагам и по набору признаков для выбора ТФЕ, а также раскрывающей состав библиотеки ТФЕ. В этом случае выходные данные модуля - это словесное описание АФ ЭТС в виде перечня операций и соответствующих им наименований моделирующих ТФЕ в терминах ФС.

Литература

1. Губинский А.И. Надежность и качество функционирования эргатических систем. - Л., АН СССР, 1982, 269 с.
2. Евстигнеев В.А. Применение теории графов в программировании. - М., Наука, 1985, 352 с.
3. Попович П.Р., Губинский А.И., Колесников Г.М. Эргономическое обеспечение деятельности космонавтов. - М., Машиностроение, 1985, 255 с.

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО АРХИВА В ЗАДАЧЕ ЭРГОНОМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА-ОПЕРАТОРА

И. Г. Юнатова

г. Ленинград

В рамках проблемы эргономического исследования деятельности человека-оператора одной из важнейших подзадач, имеющих самостоятельное научное значение, является задача создания автоматизированной системы хранения информации. Такая система должна иметь интерфейс, обеспечивающий удобный режим работы с этой информацией для пользователя-непрограммиста. Для решения указанной задачи предлагается использовать следующий подход.

Вначале производится структурный анализ системы профессиональных знаний исследователей, занимающихся эргономическим анализом деятельности человека-оператора на примере анализа профессиональной деятельности диспетчера по управлению воздушным движением (ДУВД). По результатам структурного анализа строится иерархическая модель проблемной области. Это, пожалуй, один из наиболее сложных этапов разработки автоматизированного архива. Эта модель отображает следующие фрагменты профессиональных знаний исследователей:

1. Структура исследуемых функциональных подсистем ДУВД (например, психология личности, биохимия, система кровообращения и т. д.).
2. Методики, с помощью которых исследуются указанные подсистемы.
3. Показатели, характеризующие состояние исследуемой функциональной подсистемы.
4. Социально-демографические данные об испытуемых.
5. Показатели, характеризующие профессиональную деятельность испытуемых ДУВД.
6. Система знаний, описывающих среду, в которой протекает профессиональная деятельность ДУВД (интенсивность воздушного движения и т. п.).
7. Профессиональная терминология исследователей, позволяющая создать развитую систему подсказок и объяснений в помощь конечному пользователю разрабатываемой системы.

На следующем этапе разработки выполняется отображение построенной модели проблемной области на реляционную модель данных. Затем выполняется нормализация полученных отношений. Для программной реализации системы предлагается использовать полностью реляционную СУБД "КАРС", функционирующую на ЕС ЭВМ в среде системы виртуальных машин (СВМ). Следует отметить, что модель имеет принципиально открытый характер, что оставляет возможность для расширения модели в будущем.

По результатам анализа предполагаемых запросов пользователей к системе разрабатывается интерфейс конечного пользователя. Центральным требованием к нему является обеспечение удобных и понятных средств общения с системой для пользователей-непрограммистов. Потенциальный контингент пользователей: психологи, физиологи, врачи, ведущие эргономические исследования, оценивающие и прогнозирующие психо-физиологическое состояние ДУВД, возможны и другие пользователи.

В дальнейшем предполагается обеспечить возможность статистической обработки хранимой информации. Сделать это требуется таким образом, чтобы пользователь мог самостоятельно простыми средствами вызывать программы, выполняющие необходимую исследователю обработку данных из архива.

По замыслу разработчиков, автоматизированная система хранения информации должна стать полноправным инструментом в арсенале средств, используемых исследователями при проведении эргономических исследований профессиональной деятельности диспетчеров УВД.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОПИСАНИЯ И ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПРОЦЕССОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЧЕЛОВЕКО- МАШИННЫХ СИСТЕМ (МОДУЛЬ ПРОСТАК)

А. Н. Адаменко, А. И. Губинский, В. И. Еремеев, А. М. Кучуков

Ленинградский электротехнический институт
им. В. И. Ульянова (Ленина)

Постановление Госкомитета по науке и технике СССР от июня 1985 г. о дальнейшем развитии эргономики и внедрении ее результатов в народное хозяйство предписывает считать эргономику важной составляющей научно-технической политики отраслей. В нем указывается на необходимость широкого внедре-

ния в практику системы эргономического обеспечения (ЭО) проектирования техники.

Необходимым условием реализации этого требования является существенное снижение трудоемкости и повышение эффективности методов решения задач ЭО за счет их автоматизации на базе ЭВМ. Одной из важнейших таких задач является автоматизация проектирования процессов функционирования широкого класса человеко-машинных систем (ЧМС), на основе автоматизированной оценки объективных количественных показателей качества процессов функционирования /2/. Решение всех аспектов этой проблемы в комплексе с учетом широкого спектра "человеческих факторов" специфически проявляющихся в различных классах ЧМС еще далеко от завершения и требует как значительных фундаментальных, так и прикладных исследований. Однако уже в настоящее время в этом направлении получены важные практические результаты, имеющие программную реализацию. В частности, в рамках "Автоматизированной системы научных исследований, проектирования и испытаний (АСНИПИ) ЧМС", разработанной по Комплексной программе АН СССР и Минвуза РСФСР "Автоматизация научных исследований". Программная реализация АСНИПИ ЧМС содержит ряд функциональных модулей: модуль диалогового анализа и синтеза алгоритмов функционирования, модуль моделирования процессов функционирования ЧМС, модуль оптимизации алгоритмов функционирования, модуль статистической обработки экспериментальных данных и др. АСНИПИ ЧМС реализована на ЭВМ СМ-4, программное обеспечение демонстрировалось на ВДНХ СССР. В АСНИПИ ЧМС для построения и оценки математических моделей используется методология и аппарат, разработанные в функционально-структурной теории анализа и синтеза ЧМС /2/, что обеспечивает единый подход к взаимодополняющему построению всех программных модулей и их согласованному развитию, при совершенствовании методологического и математического аппарата. В рамках исходной программной реализации АСНИПИ ЧМС использован моделирующий аппарат неуправляемых функциональных сетей (Φ_n -сетей), то есть содержащих только функциональные элементы ("функционеры") и элементы, определяющие логико-временную последовательность выполнения функционеров ("композиционеры"). Для описания и оценки качества процессов функциониро-

вания ЧМС на уровне моделирующих возможностей Φ_H -сетей разработаны два программно-реализованных модуля: "ПРОСТАК" и "ПЛЕКСАН". Их описательные и оценочные возможности для Φ_H -сетей примерно эквивалентны. Основное различие заключается в способе реализации этапа структурного анализа модели Φ_H -сети, осуществляющего выбор типовых функциональных структур в процессе компоновки последовательности вызова типовых подпрограмм рекуррентного вычисления результирующих характеристик Φ_H -сети. В модуле "ПЛЕКСАН" этот этап реализован на основе распознавания типовых топологических звеньев с использованием аксиоматики плекс-грамматик /3/.

Однако отсутствие в Φ_H -сетях управляющих элементов ("кибернетов") принципиально ограничивает возможность их применения для описания ситуативно изменяющихся процессов функционирования ЧМС.

Φ -сети, содержащие "кибернеты", называются управляемыми - Φ_Y -сетями. Φ_Y -сети представляют, по существу, базу знаний о ситуативно изменяющихся условиях функционирования и соответствующих им процессах функционирования ЧМС. В случае, когда в качестве способа представления знаний используются семантические сети, Φ_Y -сети представляют собой комплексирование функциональных (Φ_H -сетей) и семантических сетей и называются функционально-семантическими сетями. В качестве способа описания и представления Φ_Y -сетей в ЭВМ используется язык исчисления предикатов первого порядка. Ясно, что для анализа Φ_Y -сетей уже не применим топологический подход, используемый в модуле "ПЛЕКСАН". Анализ Φ_Y -сети заключается в анализе ее описания и сводится к логическому выводу формулы Φ_H -сети, соответствующей формулам Φ_Y -сети и формулам, описывающим данную ситуацию, поэтому необходимым условием является использование логического вывода, имеющегося в модуле "ПРОСТАК" /1/. Модуль "ПРОСТАК" может использоваться как самостоятельно, так и в комплексе с другими программными модулями АСНИПИ ЧМС и автоматизированного банка эргономических данных. Модуль "ПРОСТАК" функционально состоит из: управляющей программы, организующей диалог с пользователем и реализованной в виде косвенного командного файла; программы структурного анализа Φ_Y -сети, написанной на языке ПРОЛОГ-

СМ; программы количественной оценки показателей Φ_y -сети, состоящей из комплекса подпрограмм, написанных на языке ФОРТРАН-СМ. Модуль "ПРОСТАК" реализован на ЭВМ СМ-4 под управлением операционной системы реального времени (ОС РВ) версии не ниже 2.1 с оперативной памятью не менее 64 Кслов. Предлагаемый вариант модуля "ПРОСТАК" имеет также более совершенное программное обеспечение количественной оценки показателей Φ -сетей. В частности, введены подпрограммы, обеспечивающие оценку показателей Φ -сетей с параллельно выполняемыми фрагментами, описывающими групповую деятельность.

Литература

1. Адаменко А.Н. Исследование и разработка машинно-ориентированного метода моделирования человеко-машинных систем управления. - Автореф. дис. на соискание уч.ст.канд.техн. наук. - Л.: 1986.
2. Губинский А.И. Надежность и качество функционирования эргатических систем. - Л.: Наука, 1982. - 270 с.
3. Гусев А.А. Анализ функциональных структур человеко-машинных систем. - Ленингр. электротехн. ин-т. - Л.: 1983. - 12 с. (Деп. в ГосФАП, ВНИИЦ, №ПОО7425).

РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРТНЫХ ПСИХОДИАГНОСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА ЕС И МИКРО-ЭВМ

Т.А.Гаврилова, А.И.Тишкин

Ленинградский институт повышения квалификации работников промышленности и городского хозяйства по методам и технике управления

В докладе рассматриваются проблемы, возникшие при разработке внедренного в эксплуатацию прототипа экспертной системы (ЭС) АВТАНТЕСТ (АВТоматический АНАлиз ТЕСТов) на ЭВМ типа ЕС и процесс создания ЭС на ПЭВМ IBM PC МИКРОЛЮШЕР. Предметная область в обоих случаях - психологическая диагностика с использованием тестовых методик: опросника 16 PF Р.Кэттелла в системе АВТАНТЕСТ и краткого цветового теста М.Люшера в системе МИКРОЛЮШЕР.

Центральная проблема создания ЭС - проблема извлечения, структурирования и представления знаний. Согласно ме-

тодологии, изложенной в /2/, эту проблему разбивают на пять этапов:

- идентификация предметной области;
- концептуализация основных понятий и закономерностей;
- формализация знаний;
- реализация базы знаний;
- тестирование ЭС.

Обобщив опыт работы по разработке системы АВТАНТЕСТ /1/, которая выдает связный непротиворечивый портрет испытуемого по результатам тестирования по опроснику I6 PF, при построении системы МИКРОЛЮШЕР авторы основной упор делают на стадии концептуализации предметной области.

Краткий цветовой тест М.Люшера является распространенной проективной психодиагностической методикой, но несмотря на то, что психологи и психиатры им пользуются весьма активно, процедура извлечения знаний оказалась длительной и трудоемкой.

Концептуальная модель характеризует предметную область через основные понятия - "цвет", "место" и отношения "пара", "тройка", "расстояние".

Использование алгебры нечетких множеств позволяет в правилах оперировать понятием "близко" и "далеко".

На стадии формализации концептуальная модель прототипа трансформируется в соответствии с выбранным способом представления - productions "если - ТО".

Реализация системы МИКРОЛЮШЕР осуществляется в системах программирования Турбо-Паскаль и Милисп.

На Паскале строится "фасад" системы, цветовой интерфейс предъявления теста и первичная алгоритмическая обработка выбора. Лисп используется для лингвистической интерпретации результатов тестирования в связанное психологическое заключение. Стыковка языковых подсистем идет через файлы на дисковой памяти.

В систему включен архив фактов, который накапливает результаты тестирования для дальнейшей статистической обработки и валидации теста.

Если сравнивать АВТАНТЕСТ, реализованный на языках ПЛ/1, ЛИСП и ФРЛ на ЕС ЭВМ и МИКРОЛЮШЕР, то следует отметить уве-

личение "дружественности" входного интерфейса и уменьшение времени обработки за счет "лаконичности" методики теста ЛЮШЕРА.

В настоящий момент система МИКРОЛЮШЕР находится в стадии разработки демонстрационного прототипа.

Литература

1. Гаврилова Т.А. Представление знаний в экспертной диагностической системе АВТАНГЕСТ. - Известия АН СССР, Техническая кибернетика, 1984, № 5, с. 168-175.
2. Хейес-Рот Ф. и др. Построение экспертных систем. - М.: Мир, 1987. - 430 с.

БАЗА ДАННЫХ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В.И.Извеков, П.Е.Дедик, М.Н.Писаревич, Д.И.Рейман
Московский экспериментальный вычислительный центр,
I ММИ им. И.М. Сеченова

База данных психофизиологических исследований, разработанная в Московском экспериментальном вычислительном центре совместно с лабораторией психофизиологии и психодиагностики I ММИ им. И.М.Сеченова, предназначена для сбора, хранения и обработки результатов тестирования по ряду методик (методика многостороннего исследования личности - ММИЛ /I/, тесты Кэттела, Равена, Хэкхаузена, Люшера), а также данных физиологических исследований. Программное обеспечение реализовано на базе СУБД с использованием языков *NATURAL* и ассемблера в среде ПДО СВМ ЕС.

Данные по всем указанным методикам могут вводиться в базу как в пакетном, так и в диалоговом режимах, при этом поступающие значения проходят форматный и логический контроль и приводятся к стандартному виду хранения. Эта процедура включает в себя первичную обработку данных (такую, как вычисление шкал ММИЛ) и получение производных показателей.

Программное обеспечение системы дополнено модулями, позволяющими проводить непосредственное тестирование испытуемых ММИЛ и тестом Кэттела.

Ядром системы является подсистема поиска, конечная цель

которого заключается в формировании одной или нескольких совокупностей записей и вывод значений определенных атрибутов во внешний файл (или просмотр их на экране дисплея). Формат данных во внешнем файле позволяет без редактирования подавать их на вход программы статистической обработки, таких, как BMDP /2/. Для удобства работы с внешним файлом дополнительно формируется протокол, содержащий имена атрибутов, их форматы и смещения в записи.

Поскольку подсистема поиска ориентирована на специалиста-психолога, не знакомого с языками манипулирования данными, при работе с ней используется набор меню, содержащих перечни функций с соответствующими подсказками.

Основными объектами, с которыми работает пользователь, являются именованные совокупности записей. Записи формируются путем склейки данных базы, относящихся к различным методикам, при этом, если испытуемый не проходил обследования по данной методике, соответствующие атрибуты принимают специальные пустые значения, которые различны для разных атрибутов и могут изменяться пользователем.

Основные операции подсистемы поиска:

1. Операция создания совокупности. Совокупность записей создается на основе одной из используемых методик. При этом пользователь указывает ограничения на значения поисковых атрибутов, а также задает критерий отбора записей, который строится на основе арифметических выражений, включающих имена атрибутов, константы и знаки арифметических операций, с помощью символов арифметических отношений и знаков логических операций.

2. Операция склеивания. Ее выполнение приводит к присоединению к записям совокупности атрибутов указанной методики. Причем, если испытуемый проходил обследование по данной методике неоднократно, выбираются записи, ближайšie по дате к дате обследования той методикой, на основе которой создавалась исходная совокупность.

3. Операция ограничения. Данная операция позволяет удалить из совокупности записи, не удовлетворяющие заданному критерию отбора. Она является необходимой, если нужно отобрать записи по различным критериям.

4. Операция объединения совокупностей. Ее сущность заключается в добавлении к одной совокупности записей другой, если таковые в нее не входят (т.е. записи не дублируются). Объединяемые совокупности должны иметь одинаковую комплектность.

5. Операция вывода данных во внешний файл. В соответствии с комплектностью записей совокупности, пользователю представляются имена атрибутов используемых методик и предлагается отметить атрибуты, подлежащие выводу в файл (на экран). Для удобства работы формируется протокол, содержащий имена атрибутов, формат вывода, смещение значений в записи и т.п.

Описанный набор операций разрабатывался, исходя из двух основных требований: простоты обучения и возможности эффективной реализации поисковых процедур пользователем-психологом. Эти противоречивые требования определили функциональную мощь и семантику каждой операции. Язык не является полным в том смысле, в котором полны, например, реляционное исчисление или NATURAL, однако он достаточен для решения практически всех реально возникающих задач.

Основное правило работы - на всех шагах стремиться к тому, чтобы объемы актуальных совокупностей были минимальны - позволяет на основе знаний особенностей предметной области добиться эффективности, недостижимой с помощью каких-либо методов оптимизации.

Особенности реализации (хранение в оперативной памяти списков номеров записей по всем задействованным файлам базы) приводит к тому, что при работе с совокупностями записей наиболее длительные операции (поиск) выполняются только один раз. Таким образом, время реакции системы сводится к минимуму, достижимому при условии использования данной СУБД.

По опыту работы время обучения языку поиска составляет 20-30 минут.

Примерами поиска могут служить запросы типа:

- отобразить среди лиц определенной специальности испытуемых с нарушениями психической адаптации, проявляющимися в форме депрессивных реакций и вывести во внешний файл значения артериального давления и сопротивления кожи;

- отобразить среди лиц заданного контингента 10 испытуе-

мых с наиболее ярко выраженной тенденцией к асоциальному поведению, которые обследовались не менее 2-х раз.

При разработке базы особое внимание было уделено обеспечению конфиденциальности хранимой информации.

Литература

1. Ф.Б.Березин, М.П.Мирошников, Р.В.Рожанец. Методика много-стороннего исследования личности. М., Медицина, 1976.

2. Программное обеспечение ЕС ЭВМ. Минск, изд.БГУ, 1980, выпуск 25, части 1,2.

МЕТОДИКА ВЫЯВЛЕНИЯ ЗНАНИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЭКСПЕРТНЫХ ПСИХОДИАГНОСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

В.В.Бочаров, К.Р.Червинская, О.Ю.Щелкова

Ленинградский научно-исследовательский
психоневрологический институт им.В.М.Бехтерева

Экспертная психодиагностическая система задумана как система, осуществляющая помощь клиническому психологу при интерпретации результатов, получаемых с помощью формализованных психодиагностических методов. Одной из задач такой системы является создание наиболее полного, детализированного, связанного и непротиворечивого портрета личности испытуемого, т.е. фактически речь идет о том, чтобы научить систему "рассуждать" так, как это делает квалифицированный психолог.

Моделирование интеллектуальной деятельности эксперта-психолога невозможно без разрешения центральной проблемы проектирования экспертной системы - проблемы представления знаний. Можно выделить несколько этапов, с которыми, по-видимому, сталкивается любой проектировщик, представляющий внутреннюю модель внешнего мира данной проблемной области в ЭВМ.

Первый этап связан с осмыслением понятия знаний и способом получения знаний от эксперта.

Второй этап предполагает построение модели исследуемой проблемной области, выбор или разработку языка представления знаний, реализацию построенной модели в ЭВМ.

Описанный ниже подход к проблеме представления знаний разрабатывался на одном из наиболее распространенных опросников, используемых в клинике, в частности, в Ленинградском на-

учно-исследовательском психоневрологическом институте им. В.М.Бехтерева – Стандартизованном клиническом личностном опроснике (адаптированный вариант ММРІ). Однако изложенный способ работы с экспертами можно успешно применять при работе с любыми опросниками.

На первом этапе необходимо определить, что является знанием в психодиагностике и разработать методику – способ выявления знаний у экспертов.

Знания в психодиагностике – это прежде всего множество вербальных характеристик личности, а также совокупность психологических и лингвистических отношений, существующих между этими вербальными характеристиками.

Вербальные характеристики личности были получены путем выписывания из всех имеющихся в наличии руководств по интерпретации ММРІ.

Более сложная проблема – извлечение психологических и лингвистических отношений. Эта задача тесно связана с разработкой способов выявления знаний у экспертов – одной из задач проектирования экспертных систем.

Для выявления отношений была разработана методика, представляющая собой эксперимент, который проводит проектировщик экспертной системы с экспертом-психологом.

Эксперимент напоминает школьные упражнения по русскому языку, когда дается набор слов и школьнику необходимо составить грамотное, связное предложение. Суть эксперимента такова. Психологу предъявляется набор вербальных характеристик и дается задание составить из них связный текст. После этого текст анализируется проектировщиком экспертной системы совместно с психологом: осмысливаются слова, которыми психолог описывает взаимосвязь вербальных характеристик.

Ниже приводятся и кратко характеризуются те отношения, которые удалось осмыслить:

1) Лингвистические отношения "синонимии" и "антонимии". Имеется в виду не только обычная синонимия или антонимия, но также и контекстуальная, то есть вербальные характеристики личности, описывающие ту или иную сторону личности в контексте.

2) Психологическое отношение "усиления". Например, СВЕРХ-

АКТИВНОСТЬ усиливает АКТИВНОСТЬ, а ПЕДАНТИЗМ усиливает ТЩАТЕЛЬНОЕ ВЫПОЛНЕНИЕ СВОИХ ОБЯЗАННОСТЕЙ.

3) Отношение "причина - следствие".

4) Отношение, касающееся представления о себе - "субъективное - объективное".

Были выявлены и другие психологические отношения.

Второй этап подразумевает формализацию выявленных отношений с последующим построением модели.

Сложность и трудноформализуемость психодиагностики не позволяет охватить и формализовать все выявленные отношения. Были выбраны лингвистические отношения "синонимии" и "антонимии" и психологическое отношение "усиления", на каждом из которых строилась псевдофизическая логика.

Совокупность вербальных характеристик личности, подчиняющихся отношениям контекстуальной синонимии, антонимии и усиления, называется КОНТЕКСТОМ. Если отсутствует отношение усиления, то КОНТЕКСТ называется неполным. Таким образом, КОНТЕКСТ представляет собой некоторый мир, описывающий то или иное качественное свойство личности.

Два любых КОНТЕКСТА не пересекаются. Если все же какая-либо вербальная характеристика содержится в разных КОНТЕКСТАХ, то она является омонимом (омонимы - слова, одинаковые по звучанию, но разные по смыслу) и имеет разные значения в разных КОНТЕКСТАХ. Экспериментально было выявлено 11 полных КОНТЕКСТОВ и 12 неполных.

Далее формальная модель КОНТЕКСТА строилась следующим образом. Множество базовых элементов: x_1, x_2 - совокупность вербальных характеристик личности; α, β, ρ - отношения соответственно антонимии, синонимии и усиления между вербальными характеристиками личности.

Синтаксические правила - правила образования синтаксически правильных совокупностей - имеют вид:

$$\alpha(x_1, x_2); \rho(x_2, x_4); \beta(x_5, x_7); \text{ и т. д.}$$

Систему аксиом образует множество синтаксически правильных совокупностей, истинных для данного КОНТЕКСТА (наличие той или иной вербальной характеристики у конкретного испытуемого).

Правила вывода такие:

$\beta(x_1, x_2) \rightarrow \beta(x_2, x_1)$	$\forall x_1, x_2$
$\beta(x_1, x_2) \rightarrow \beta(x_2, x_3) \rightarrow \beta(x_1, x_3)$	$\forall x_1, x_2, x_3$
$\alpha(x_1, x_2) \rightarrow \alpha(x_2, x_1)$	$\forall x_1, x_2$
$p(x_1, x_2) p(x_2, x_3) \rightarrow p(x_1, x_3)$	$\forall x_1, x_2, x_3$
$\alpha(x_1, x_2) \beta(x_2, x_3) \rightarrow \alpha(x_1, x_3)$	$\forall x_1, x_2, x_3$
$\alpha(x_1, x_2) \alpha(x_2, x_3) \rightarrow \beta(x_1, x_3)$	$\forall x_1, x_2, x_3$
$p(x_1, x_2) \beta(x_1, x_3) \rightarrow p(x_2, x_3)$	$\forall x_1, x_2, x_3$
$p(x_1, x_2) \alpha(x_1, x_3) \rightarrow \alpha(x_2, x_3)$	$\forall x_1, x_2, x_3$

Подход, изложенный в тезисах, может быть успешно применен в тех ситуациях, которые требуют формализации психодиагностических знаний.

Литература

1. Поспелов Д.А. Ситуационное управление. - М.: Наука, 1986.
2. Представление знаний в человеко-машинных и робототехнических системах. - М.: ВЦ АН СССР, ВИНТИ АН СССР, 1984.

О РАЗРАБОТКЕ ПСИХИАТРИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ

А.А.Бакин, М.Ф.Денисов, И.В.Назаренко, Д.Д.Стяжкин,
К.Р.Червинская

Ленинградский научно-исследовательский
психоневрологический институт им.В.М.Бехтерева

Экспертная система не только хранит большой объем информации и выдает знания потребителю, она производит логическую обработку поступающей от пользователя информации, выбирает в памяти те или иные знания, связанные с этой информацией, и может объяснять пользователю, почему именно она пришла к тем или иным решениям /1-3/.

Целью научных изысканий являлось создание системы обучаемого психофармакологического советчика. Задача этой системы заключается в помощи врачу при постановке диагноза, относящегося к психиатрии, и назначении соответствующего лечения, а также в помощи по систематизации и максимально эффективной демонстрации своих знаний.

Функционирование осуществляется в форме диалога, программно оформленного на языке Паскаль и реализованного на ЭВМ "СМ-4". Система ориентирована на нужды клиники и разрабаты-

валась на базе Ленинградского научно-исследовательского психоневрологического института им. В. М. Бехтерева.

Предметная область данной системы – психиатрия и фармакология. Таким образом, вся система подразумевает две составные части: диагностическую и фармакологическую подсистемы. Такое деление осуществляется с точки зрения организации базы знаний. При диагностике система будет осуществлять выбор синдрома-мишени, для которого в дальнейшем может быть назначено определенное лечение. Выбор синдрома-мишени будет осуществляться по совокупности симптомов-признаков и в соответствии с решающими правилами выбора, что отражено в многоуровневой модели (рис. I). При терапии система будет предлагать

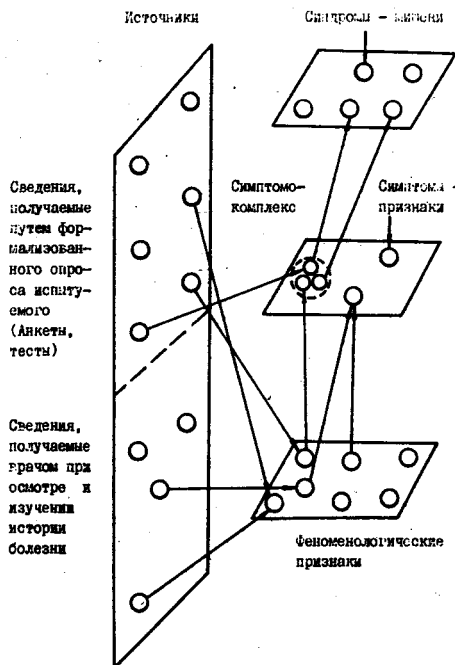


Рис. I. Многоуровневая модель

определенные наборы медикаментов и способ их применения для лечения данной патологии с подробными характеристиками и пояснениями.

Работа диагностической подсистемы осуществляется согласно трем режимам: постановке диагноза, консультации и экспертного сеанса.

В результате совместной работы экспертов-психиатров и инженеров-программистов в соответствии с разработанной методикой выявления знаний удалось получить конкретную структуру определения диагноза (синдрома-мишени) по совокупности симптомов-признаков.

Организация базы знаний системы проводилась в соответствии с фреймовой структурой. Исходя из задачи постановки диагноза, база знаний состоит из фреймов, каждый из которых состоит из слотов, которые, в свою очередь, состоят из признаков, имеющих конкретные значения по диагнозам. Фрагмент структуры представлен на рис. 2. Наборы фреймов, слотов и признаков представляют собой текстовые файлы, а значения признаков - одномерные массивы чисел.

Для заполнения структуры базы знаний была получена так называемая "сырая" экспертная матрица, столбцы которой представляют собой проявление признака по каждому из диагнозов, а строки - описание диагноза в терминологии признаков. В результате работы с системой "сырая" матрица будет адаптироваться, оценки и весовые коэффициенты - изменяться и дополняться, что и приведет к появлению "адаптированной" матрицы, которая позволит осуществлять эксплуатацию системы в соответствии со всеми планируемыми возможностями.

Режим постановки диагноза может иметь несколько вариантов работы в соответствии с тем, известен или неизвестен предварительный диагноз. При известном предварительном диагнозе происходит его логическая обработка системой в соответствии со знаниями, хранящимися в базе знаний системы, и решающими правилами, предусмотренными алгоритмом обработки. При неизвестном предварительном диагнозе обрабатываются все возможные варианты.

Процесс работы системы по постановке диагноза тщательно комментируется, что позволяет проследить за логикой рассу-

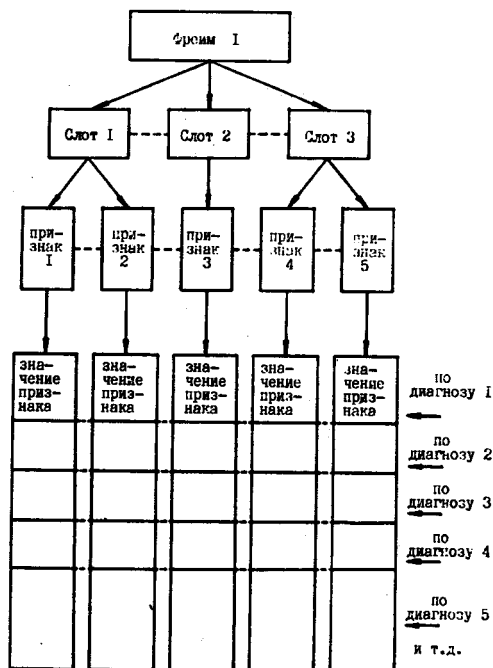


Рис.2. Структура базы знаний

дений машины и внести необходимые коррективы при возникновении противоречий.

Такой структурированный подход к процессу постановки диагноза помогает формализовать профессиональные знания и навыки специалиста-психиатра и способствует процессу их выявления, разрешая таким образом основную проблему проектирования экспертных систем - проблему выявления и представления знаний.

Режим экспертного сеанса осуществляет доступ к любым элементам структур. Три операции - замена, удаление и добавление позволяют осуществлять модификацию базы знаний системы, если в этом возникла необходимость в процессе анализа логики рассуждений системы при обработке предварительного диагноза. Специалисты-эксперты, меняя структуру, адаптируют экс-

пертную матрицу, получая таким образом инструментальный способ выявления знаний.

В режиме консультации на терминал могут быть выведены любые сведения, хранящиеся в базе знаний системы и интересующие пользователя.

Фармакологическая часть экспертной диагностической психиатрической системы содержит описание препаратов, их дозировку, показания, противопоказания и схемы лечения, а также направленность действия на ту или иную нозологическую единицу, рекомендуемые сочетания препаратов и другую необходимую информацию.

Создание подобных диагностических систем является настоятельной необходимостью для развития психиатрии и медицины в целом. Процесс проектирования экспертной психиатрической диагностической системы интересен также с точки зрения методологии искусственного интеллекта и является одним из возможных вариантов создания обучаемых и обучающих систем.

Литература

1. Алексеева Е.Ф., Стефанюк В.Л. Экспертные системы - состояние и перспективы. - Известия Академии наук, серия Техническая кибернетика, 1984, № 5, с.153-167.
2. Геловани В.А., Ковригин О.В. Экспертные системы в медицине. М.: Знание, 1987. - 32 с. - (Новое в жизни, науке, технике. Сер. "Математика, кибернетика", № 3).
3. Хейес-Рот Ф., Уотерман Д., Ленат Д. Построение экспертных систем. М.: Мир, 1987. - 441 с.

О РАЗРАБОТКЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ВЫБОРА БИОЛОГИЧЕСКОЙ ТЕРАПИИ БОЛЬНЫХ ЭНДОГЕННЫМИ ПСИХОЗАМИ

А.А.Захаров, Б.В.Иовлев, М.И.Лаврентьев, В.А.Точилов,
М.В.Цветкова

Ленинградский научно-исследовательский психоневрологический институт им.В.М.Бехтерева

Задачи распространения накопленного психиатрией опыта использования многообразных психофармакологических препаратов в лечении эндогенных психозов приводит к необходимости создания мобильных информационно-справочных систем по выбору

рекомендуемых препаратов для конкретного больного с учетом истории заболевания, диагноза, синдрома, психического состояния, опыта прошлого лечения. Такая система должна, с одной стороны, помочь врачу квалифицировать больного на множестве классов "мишеней" для психофармакологических препаратов, а с другой стороны, выдать необходимую информацию о рекомендуемых препаратах. Это может быть сделано при условии представления в информационной системе психиатрических знаний о показаниях и противопоказаниях к назначению тех или иных препаратов, об их свойствах и эффективности. Первые разработки систем-советчиков по лекарственной терапии в области психиатрии уже появились, проводятся они в рамках создания экспертных систем /1,2/.

В институте им. В.М.Бехтерева начата разработка информационной системы для рекомендаций по биологической терапии больных эндогенными психозами. Первая часть такой системы должна предоставлять пользователю возможность последовательно уточнять диагностические классы, к которым относится больной (при широком понимании термина "диагностика"), двигаясь от более общих к все более частным диагностическим категориям, стремясь в конечном итоге установить принадлежность больного к определенному типу психофармакологических "мишеней".

Вторая часть этой системы должна позволить пользователю получить необходимую ему информацию о рекомендуемых больному, с учетом соматических противопоказаний, психофармакологических препаратов, в частности, информацию о совместимости одновременного назначения нескольких препаратов, о возможных осложнениях психофармакотерапии и способах их лечения.

В рамках поставленной задачи в институте им. В.М.Бехтерева к настоящему времени разработана модель информационной системы для выбора биологической терапии больных параноидной формой шизофрении. Такой выбор производится на основе информации о синдроме заболевания с учетом нозологической формы (в системе классификации МКБ-9) и этапа течения заболевания у конкретного больного, а также рекомендаций по терапии, содержащихся в руководствах и справочниках по психиатрии. Модель реализована в диалоговом режиме работы пользователя.

Разработанная модель состоит из 2-х подзадач, первая из

которых представляет собой иерархическую структуру диагностических категорий, в которой переходы по узлам структуры (диагностическим категориям) определяются выбором пользователя. В каждом узле иерархической структуры определены диагностические категории в формулировках классификации МКБ-9, дополненные определениями этапов течения заболевания и синдромов. Таким образом, первый этап работы заканчивается определением синдрома с учетом нозологической формы и этапа течения заболевания.

После этого начинается работа 2-й подзадачи, представляющей собой справочник по фармакологическим препаратам при эндогенных психозах. После определения конкретного синдрома в I части представляется информация о рекомендуемых препаратах с возможностью получения характеристик препарата по выбору пользователя. Таковыми характеристиками препарата являются:

- паспортная часть, включающая название, формы выпуска, вид хранения, внешний вид;
- фармакологические характеристики, включающие фармакологический класс, группу, свойства;
- клинические характеристики, в том числе и в сравнении с другими препаратами;
- правила применения, включающие показания по применению, дозировке, противопоказания, побочные явления и осложнения, рекомендуемые сочетания и высшие дозы.

Описанная модель реализована на ЭВМ "Электроника-60" на языке ФОРТРАН-IV в ОС РАФОС.

Работа пользователя заключается в выборе ответов на предъявляемые на экране дисплея вопросы. При желании пользователя, после просмотра одной ветви он последовательно может вернуться к исходной позиции и просмотреть другую ветвь. Возможность возврата на шаг назад предусмотрена по всей системе. При желании пользователя, он может получить распечатку протокола работы на устройстве печати.

Литература

I. Feinberg, M., Lindsay, R.K. Expert systems in psychiatry. *Psychopharmacol. Bull.*, 1986, 22, N 1, 311-316.

2. Servan-Schreiber, D. artificial intelligence and psychiatry. The Journal of Nervous and Mental Disease, 1986, 174, 4, 191-202.

ОШИБКИ УПРАВЛЕНИЯ: АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ АНАЛИЗ БАЗЫ ПСИХОДИАГНОСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ

А.М.Емельянов, М.А.Котик

НПО АСУ "Москва", Тартуский госуниверситет

Как свидетельствует международная статистика, 60 - 80% аварий и несчастных случаев в различных технических системах происходит из-за ошибок ее пользователей - операторов этих систем. Поэтому проблема предупреждения аварийности и несчастных случаев оказывается не только технической или организационной, как принято у нас считать, но в значительной степени и психологической. В настоящее время наиболее эффективным путем предупреждения ошибочных действий операторов является путь анализа их причин и устранения факторов, порождающих такие действия. А поскольку для изучения причин ошибок операторов требуется сбор и обобщение большого массива разнородных данных возникает практическая необходимость в разработке технических и программных средств автоматизации этого процесса.

Нами был разработан и практически реализован метод автоматизированного анализа ошибок управления, их классификации и сбора базы данных об этих ошибках. При его создании мы исходили из следующих посылок. Если при анализе причин ошибочных действий оператора удалось бы проникнуть в некоторые не столь глубинные психологические пласты его деятельности и выявить те соображения, которыми он руководствовался при восприятии возникшей задачи, при выборе и взвешивании альтернатив ее решения, при выборе варианта решения и его реализации, то по этим сведениям уже можно диагностировать психологические причины ошибок. Если подобным образом анализировать разные ошибки отдельного оператора, то представляется возможность установления связи между категорией ошибок и индивидуальными качествами этого человека. Подобным образом можно выявлять как внешние, так и внутренние - пси-

психологические причины, провоцирующие те или иные категории ошибок, можно создавать соответствующие базы психодиагностических данных об ошибках операторов данного типа технических систем.

В качестве средства описания поступка оператора, в котором была допущена ошибка, был использован аппарат фреймов и модальной логики. Для рассматриваемого вида операторской деятельности строилось типовое фреймовое описание, включающее в себя блок оператора (из трех подструктур "Я-физическое", "Я-духовное" и "Я-социальное"), объект, на который он воздействует, его средства воздействия, материальное окружение системы управления, а также ближнее и дальнее социальное окружение. Сущность совершенного поступка представлялась во фреймовом описании в виде соответствующих логических связей между блоками фрейма. Для анализа использовались как "объективные" фреймы, отражающие фактическое положение дел, так и "субъективные", показывающие как его воспринимал данный оператор. Для осуществления анализа по различным этапам поступка строились также фреймовые описания отдельных этапов: восприятия оператором возникшей задачи, обсуждаемых альтернатив решения и т.д. Для классификации поступков (ошибок) оператора была разработана специальная система, включающая в себя целый ряд элементарных и базовых классификаторов. На базе таких классификаторов выводилось суждение о степени виновности оператора в отдельных нарушениях, возникших в системе управления (о наличии прямого или косвенного умысла, о проявлении неосторожности, самонадеянности и пр.).

Для осуществления данного анализа ошибочного действия оператора, предварительно специально подготовленные эксперты осуществляли сбор заданного перечня стандартизированных сведений об этом поступке. После ввода этих сведений в ЭВМ, они проверялись на непротиворечивость и, если таковой не было, использовались для анализа и включались в базу данных.

Описанная система автоматизированного анализа управляющих действий (АСАУД-I) была разработана авторами в 1985 г., сущность ее работы описана в нашей монографии (М.А.Котик, А.М.Емельянов "Ошибки управления", Таллин, "Валгус", 1985). В настоящее время разработан усовершенствованный вариант описан-

ной системы - АСАУД-2, в котором решаются следующие задачи:

- РАССЛЕДОВАНИЯ - управляемого сбора, анализа и классификации указанных данных;
- ДИАГНОЗА - установления причин ошибочного действия;
- РЕКОМЕНДАЦИИ - указание путей предупреждения подобных ошибок;
- БАЗА - формирование базы данных об ошибках операторов рассматриваемой системы;
- ПОИСК - выдача по запросам документальных и фактографических данных об ошибках определенного типа;
- СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ - сбор и разработка рекомендаций по усовершенствованию системы.

АСАУД-2 реализована в среде систем виртуальных машин (СВМ) ЕС ЭВМ (язык программирования PL/I). Информационным ядром системы является база данных об ошибках, управляемая системой управляемых баз данных ТРИАДА.

Описываемая система снабжена дисплеем типа ДМБ/СМБ и языком процедур РЕКК. На дисплее представляется подробная инструкция по вводу необходимых данных в систему. На его экране приводятся вопросы, на которые должен давать ответы эксперт, изучающий ошибку оператора и собирающий данные о ней. Эти сведения он заносит в таблицы, которые изображаются на экране дисплея; визир указывает графу, в которую следует занести очередные данные. В системе идет непрерывная проверка введенных сведений на их непротиворечивость. В случае обнаружения противоречий, на дисплее высвечивается команда о том, как следует действовать в таких случаях (может быть, повторно прочесть инструкцию или просто возвратиться к предшествующему этапу и исправить допущенную оплошность).

АСАУД-2 сдана в промышленную эксплуатацию на Центральном вычислительном центре коллективного пользования Научно-производственного объединения АСУ "Москва" и применяется в городском хозяйстве для совершенствования управляющей деятельности диспетчера, управляющего автомобильным транспортом.

В настоящее время данная система адаптируется для использования ее в системе Гражданской Авиации в целях анализа ошибочных действий авиационных диспетчеров.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГРАНИЦ И СОДЕРЖАНИЯ БАЗ ЗНАНИЙ ПРЕДМЕТНЫХ ОБЛАСТЕЙ

К. Н. Койда

В процессе создания баз знаний систем автоматизированного обучения, проектирования и управления необходимо знать, какие разделы предметной области и в каком соотношении следует обязательно представить в системе, а какие разделы могут быть добавлены заинтересованными пользователями.

Будем называть стандартной базой знаний данной предметной области (СБЗ) базу, содержащую знания в объеме, составе и соотношении, удовлетворяющем большинство пользователей. Рассмотрим методику определения границ и содержания СБЗ.

Выберем для данной предметной области одноименные с ней публикации. Достаточно широким предметным областям могут быть посвящены монографии, учебники, более узким - главы, параграфы, статьи. Авторы публикаций, называя свои произведения именем предметной области, безусловно стремились в той или иной степени осветить все ее части. Следовательно, любая такая публикация есть взгляд ученого на структуру и содержание предметной области, т.е. своего рода ее внешняя схема. В результате анализа многих внешних схем предметной области может быть построена концептуальная схема, которой и должна соответствовать СБЗ.

Предлагается определять содержание СБЗ путем статистического анализа одноименных с предметной областью публикаций. Разумеется, публикаций должно быть много и они должны принадлежать ученым разных научных школ, в противном случае выборка не будет случайной.

В предметной области выделяются K разделов, а в процессе анализа содержания M публикаций для каждого раздела определяется его относительный объем, т.е. какую часть от общего количества страниц публикации составляют страницы, посвященные материалу раздела. Заполненная таким образом матрица наблюдений подвергается многофакторному анализу, в результате которого проверяется (по разделам) справедливость гипоте-

зы нормальности распределения, средние значения и доверительные интервалы, коэффициенты корреляции, а также строится уравнение регрессии.

В СБЗ включаются разделы предметной области, освещенные в 80-100% публикаций, их пропорции определяются найденными средними значениями.

Если для какого-либо раздела предметной области не справедлива гипотеза нормальности распределения, то это значит, что у ученых нет единого мнения о необходимости включения раздела и (или) о его объеме.

Результаты корреляционного анализа иллюстрируют тематическую связь разделов предметной области между собой и могут быть использованы так же, как и уравнение регрессии, для некоторых изменений ее пропорций.

Геометрически любую публикацию можно представить в виде точки в K -мерном (в нашем случае) пространстве разделов на гиперплоскости, отсекающей от координатных осей отрезки, равные единице. Публикации образуют на гиперплоскости эллипс рассеяния, внутри которого находится точка S , соответствующая статистически средней публикации, наиболее близкой по содержанию к пропорциям в СБЗ. Определяя расстояние от точки S до других точек, можно оценивать качество публикаций.

Предлагаемая методика была апробирована автором совместно с В.Ф.Шляком при анализе границ и содержания СБЗ гидравлики.

СБЗ С ДВУМЕРНЫМ СИНТАКСИСОМ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ РЕЛЯЦИОННОЙ АЛГЕБРЕ В ДИСПЛЕЙНОМ КЛАСЕ

К.Н.Койда, С.Д.Киселев

Желательно, чтобы используемые в учебном процессе системы управления базами данных были предельно просты в изучении, обеспечивали многопользовательский режим работы и выполнение всех операций над базами данных на русском языке, а также могли бы функционировать совместно с диалоговыми системами (ЛЕС, PRIMUS и др.), на которых базируется обучение программированию в вузе.

Существующие промышленные СУБД не обладают указанными свойствами, и это побудило авторов статьи разработать в 1987 году для ЕС ЭВМ учебную систему управления реляционными базами данных WELL (КОЛОДЕЦ) с диалоговым интерфейсом на основе ЛЕСа.

СУБД WELL представляет собой информационно-поисковую диалоговую систему коллективного пользования для управления реляционными фактографическими и документальными базами данных на ЕС ЭВМ в операционной среде MFT, MFT и SVS ОС ЕС.

Система ориентирована на применение в учебном процессе и научных исследованиях и функционирует под управлением диалоговой системы ЛЕС. Это позволяет использовать весь сервис диалоговой системы и не дублировать его в СУБД.

С помощью СУБД WELL можно создавать, проектировать и корректировать отношения, осуществлять выборку строк из отношения по заданным признакам. Над двумя отношениями допускаются операции слияния (соединения), прямого декартового произведения, сложения, вычитания и деления. Отношение можно напечатать в виде таблицы, скопировать, переименовать, удалить. В то же время, оно может быть защищено паролем от исправления и удаления, а паролем ограниченного доступа - от любых операций.

СУБД WELL позволяет вызвать динамически прикладную программу пользователя (ПП), находящуюся в ППП, для обработки и модификации отношения, передав это отношение как параметр в виде матрицы чисел или символьных переменных. Таким способом реализуется в системе электронная таблица.

Второй способ связи отношений базы данных с прикладными программами основан на понятии образа отношения - последовательного набора данных с произвольным именем, создаваемого на магнитном диске. Каждый элемент данных отношения в этом случае будет представлен записью в наборе данных. Такой образ отношения в дальнейшем может обрабатываться прикладными программами. В случае создания образа отношения прикладной программой его данные могут быть помещены системой WELL в указанное отношение базы данных.

Диалог с СУБД осуществляется на реляционном языке с двумерным синтаксисом, основанным на русской лексике, либо с

помощью меню, либо регламентируется системой, которая, задавая пользователю вопросы и требуя однозначных ответов (да - нет), выполняет цепочку операций над отношениями. Регламентированные диалоги описываются командными отношениями, своего рода (по аналогии с «BASE») командными файлами, которые содержат цепочки выполняемых команд и хранятся в базе данных в виде обычных отношений.

Система обеспечивает защиту данных пользователя как при сбоях и повторных пусках ЛЕСа, так и при перезагрузке ОС ЕС. После рестарта СУБД и входа в систему с прежним шифром состояние диалога (до последней транзакции) полностью восстанавливается.

У. СПОСОБЫ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ И ЭКСПЕРИМЕНТОВ

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ХРАНЕНИЯ И ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ПСИХОФИЗИЧЕСКИХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

И.Ф. Юганов

Факультет психологии МГУ

Данные психофизических экспериментов обладают спецификой, не позволяющей эффективно использовать стандартные средства организации данных, имеющиеся в операционной среде СМ-4/R SX. Возникают задачи совместного хранения данных разных типов: символьных, таких, как Ф.И.О. испытуемого, наименования эксперимента, тип стимула; целочисленных данных, в том числе – сложно структурированных, таких, как дата и время проведения эксперимента; действительных данных, определяющих такие характеристики, как яркость или громкость сигнала, причем числовые значения должны храниться с точностью до 10^{-5} , а диапазон их изменения – от нуля до 10^3 .

Все эти данные должны оперативно обрабатываться, а после ввода в ЭВМ и до обработки – предоставляться пользователю в виде, удобном для редактирования. Сложная организация данных, необходимость реализации всех основных функций редактирования и охват в рамках одной системы психофизических экспериментов любого типа делает задачу создания такой системы достаточно сложной.

Эта задача была успешно решена. Кроме перечисленных возможностей в созданной системе реализованы функции первичной статистической обработки и линейной и нелинейной аппроксимации данных с помощью стандартных подпрограмм. Возможна обработка отдельных экспериментов и их совокупностей, определяемых в диалоговом режиме путем задания пользователем любых интересующих его значений и диапазонов экспериментальных параметров.

Система представляет собой двухуровневую файловую структуру, дополненную обрабатывающей, коммуникационной, редактирующей и др. программами.

Объем обрабатывающего блока – примерно 2000 операторов ФОРТРАНА + объем стандартных подпрограмм, выбираемых пользо-

вателем. Распределение памяти - динамическое. Число постоянно сохраняемых файлов - 4, максимальное число файлов, используемых в ходе эксплуатации системы - II.

Символьная информация хранится в виде единого кодификатора, который содержит специальным образом упорядоченные данные о шести параметрах.

Структурной единицей хранения является "эксперимент". "Экспериментом" является динамически определяемая матрица размером $m \times n$ и 60 байтов учетных данных. Структура 60-байтного поля определяется пользователем. Она включает адреса начал и длины подполей, способы их интерпретации, а также их наименования, сообщаемые пользователю в ходе диалоговой работы.

Предусмотрены возможности прямой и последовательной обработки и просмотра экспериментальных данных, возможности просмотра оглавления базы и диалогового выбора устройств ввода и вывода.

Система сопряжена с автоматизированным экспериментальным комплексом для психофизических экспериментов, но может использоваться совместно с другими установками или автономно. Предусмотрена возможность ввода данных по каналу связи или в диалоговом режиме.

Внедрение системы в практику психофизических исследований зрения привело к качественной интенсификации процедуры первичной обработки данных и позволило существенно сократить временные затраты экспериментаторов.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ САККАДИЧЕСКИХ ДВИЖЕНИЙ ГЛАЗ В ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ

Н.А.Щербакова, Е.В.Евпятьева

Институт физиологии им.Павлова АН СССР, Ленинград

Исследования психофизиологических особенностей поведения человека-оператора включают в себя изучение закономерностей функционирования глазодвигательной системы. Возникает необходимость создания автоматизированных систем обработки сигналов движений глаз и головы, обеспечивающих решение задач: обнаружение момента начала и окончания движения, калибровка, расчет амплитудно-временных характеристик. Определение пара-

метров осуществляется либо с участием исследователя путем визуального анализа сигнала, полностью хранящегося в памяти ЭВМ /2,3/, вне эксперимента, либо в реальном времени методами автоматической идентификации движений /1,3,4/. В данной работе предлагается алгоритм автоматического расчета параметров, реализованный с использованием микро-ЭВМ "Электроника-60" и аппаратных средств КАМАК (рис.1), в котором критерий обнаружения начала движения определяется в результате статистического анализа характеристик шума в реальном времени.

Регистрация движений глаз осуществлялась электроокулографическим методом. Движения головы регистрировались с помощью потенциометров.

Оптическая стимуляция. Порядок включения светодиодов, фиксируемых испытуемым, задавался последовательностью случайных чисел, записанной в виде файла данных, и исполнялся программой стимуляции с помощью модуля "Выходной регистр", с выходами первого субадреса которого были скоммутированы светодиоды. С выхода второго субадреса регистрировалась отметка стимуляции, используемая для синхронизации ввода сигналов в ЭВМ.

Ввод и обработка сигналов. На N входов мультиплексора МЛТМЛ ФК-78 поступают вводимые с магнитографа либо УБП сигналы. Ввод синхронизируется с отметкой о начале стимула, осуществляющий запуск таймера. По поступлении стартового импульса на таймер начинается генерация импульсов с интервалом, заданным программой. По этим импульсам осуществляется запуск аналого-цифрового преобразователя АЦП ФК-71. По сигналу готовности АЦП считывается код и выдается команда на переключение канала мультиплексора. Ввод осуществляется в течение заданного программой промежутка времени, после чего обрабатывается введенный сигнал с одновременным формированием выходного файла. По поступлении следующей отметки о начале стимула возобновляется программа ввода и обработки. Шаг дискретизации аналогового сигнала $N \cdot T$, где N - количество вводимых каналов, T - временной интервал, обрабатываемого таймером (не менее 400 мкс). Для обработки сигнала и записи его параметров в выходной файл на гибкий диск требуется пауза между стимулами около 1 с.

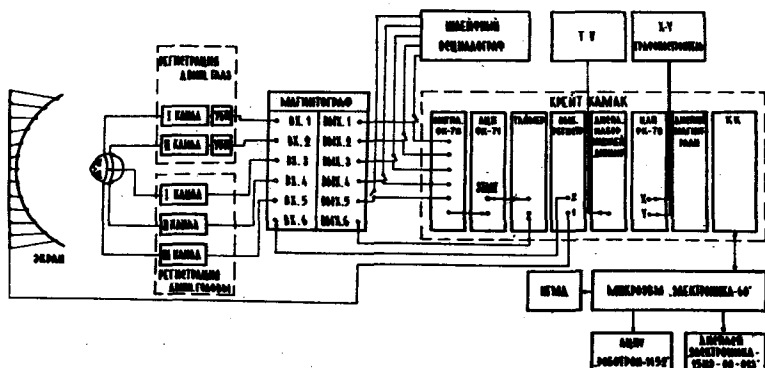


Рис. 1

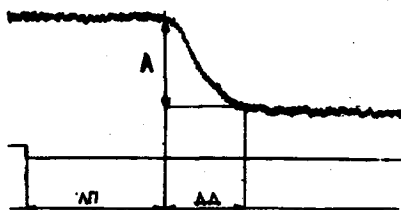


Рис. 2

Алгоритм обработки. Вычисляемыми параметрами являются: амплитуда, латентный период (ЛП), длительность, мгновенные и средняя скорости (рис.2). Для определения латентного периода используется сравнение по критерию Стьюдента 2-х соседних выборок значений сигнала, взятых со сдвигом на заданное число точек. За начало движения принимается выборка, для которой изменение среднего времени становится статистически значимым. Для уточнения времени начала движения найденная выборка

просматривается, и ЛП определяется как момент времени, соответствующий первой точке, значение которой выходит за пределы 2 σ от среднего значения плато в направлении движения. Значения мгновенной скорости в какой-либо момент времени определяются как коэффициент линейной регрессии, рассчитанные по соответствующим этим моментам выборкам заданного объема. Конец движения и выход на второе плато определяется тем же методом, что и латентный период.

Программное обеспечение. P1 - программа ввода сигналов в ЭВМ с одновременной обработкой и формированием выходного файла на гибком диске; входные параметры: количество вводимых точек, шаг дискретизации, количество каналов, объемы выборок для среднего значения и мгновенной скорости, количество точек, на которое сдвигаются выборки, значения коэффициента Стьюдента, количество вводимых сигналов вводятся экспериментатором в начальном диалоге. P2 - обрабатывает файл данных, содержащий последовательность стимулов, и ставит в соответствие порядковому номеру записи в файле, сформированном P1, тип движения (направление, амплитуду, начальное положение). P3 - программа статистической обработки; использует файлы, сформированные P1 и P2, классифицирует и калибрует движения, определяет общие средние значения параметров и их дисперсию по всем движениям данного типа, коррелирует между характеристиками разных каналов; результаты выводятся в виде таблицы на АЦПУ и в виде графиков на бытовой телевизор и графопостроитель. Предусматривает корректировку выходного файла программы P1 в диалоговом режиме для исключения артефактов.

Литература

1. Bahill, A.T., McDonald, J.D. Frequency limitations and optimal step size for the two-point central difference derivative algorithm with applications to human eye movement data. - IEEE Trans. Biomed. Eng., 1983, BME-30, 3, 191-194.
2. Guitton, D., Douglas, R.M., Volle, M. Eye-head coordinations in cats. - J. Neurophysiol., 1984, 52, 6, 1030-1050.
3. Juhola, M., Jäntti, V., Aantaa, E. Analysis of saccadic eye movements with a microcomputer. - J. Biomed. Eng., 1986, 8, 262-267.

4. Juhola, M., Jäntti, V., Pyykkö, I., Magnusson, M., Schalen, L., Akesson, M. Detection of saccadic eye movements using a non-recursive adaptive digital filter. - Computer Met. Programs Biomed., 1985, 21, 81-88.

МЕТОД ОБНАРУЖЕНИЯ R-ЗУБЦА ЭКГ В РЕАЛЬНОМ МАСШТАБЕ ВРЕМЕНИ НА МИКРО-ЭВМ

Е. И. Шульман

Институт автоматики и электротриии СО АН СССР

В различных психофизиологических задачах, связанных с компьютерным анализом электрокардиограммы (ЭКГ), существует необходимость принятия решения в момент обнаружения R-зубца ЭКГ. Примером может служить эксперимент, в котором воздействия должны быть синхронизированы с R-зубцом. Цель данной работы состояла в создании, реализации на микро-ЭВМ и апробации простого и надежного метода обнаружения R-зубцов при наличии помех на ЭКГ в реальном масштабе времени.

В основе предложенного алгоритма лежит сравнение величины разности двух измерений сигнала с пороговой величиной Δ . Отличие от распространенного способа обнаружения R-зубцов состоит в том, что разность вычисляется по измерениям, не следующим одно за другим, а отстоящим на N отсчетов. Когда эти измерения находятся на изолинии сигнала, величина их разности не зависит от числа N , но при нахождении их на переднем фронте R-зубца эта величина возрастает с увеличением расстояния между ними. Следовательно, пороговая величина может быть увеличена, что позволит обнаруживать R-зубцы при более высоком уровне помех, чем в случае, когда с пороговой величиной сравнивается разница соседних отсчетов сигнала.

Для каждого измерения X_k осуществляется вычисление разности $X_k - X_{k-N}$. В каждый момент времени последние $N+1$ измерения находятся в кольцевом буфере в ОЗУ. В этом буфере измерения X_k и X_{k-N} , отстоящие на N отсчетов, являются соседними, либо расположены на последнем и первом местах соответственно, так как новое измерение X_{k+1} записывается на место самого "старого" измерения X_{k-N} . Такая организация хранения текущих $N+1$ измерений сигнала требует выполнения лишь

12 команд (в кодах микро-ЭВМ "Электроника-60") при появлении нового измерения для вычисления разности $X_k - X_{k-N}$ и записи его в буфер.

Если для некоторого k выполняется неравенство

$$X_k - X_{k-N} > \Delta \quad (1),$$

то считается, что обнаружен участок подъема и далее осуществляется поиск глобального максимума X_{\max} на участке $[X_k; X_{k+i}]$ где $k+i$ - номер измерения, для которого выполняется неравенство

$$(X_{\max} - X_{k-N})/2 > (X_{k+i} - X_{k-N}) \quad (2).$$

Измерение X_{k+i} находится на заднем фронте зубца и это неравенство выполняется для отсчета, приходящегося на вторую половину этого фронта. Величина $X_{\max} - X_{k-N}$ сопоставляется с величинами верхней и нижней границ для амплитуды R -зубца. Число отсчетов $N+i$ также сопоставляется с верхней и нижней границами, установленными для этого числа исходя из того, что оно должно быть меньше длительности R -зубца и не меньше ее половины (с учетом того, что измерение X_{k-N} может находиться за пределами зубца). Если обе указанные величины попадают в установленные для них границы, то считается, что обнаружен R -зубец.

Алгоритм обнаружения R -зубца реализован на языке MASM II для микрокомпьютерной системы, базирующейся на микро-ЭВМ "Электроника-60" и аппаратуре КАМАК. Анализ ЭЖГ (наряду с другими сигналами) осуществляется прикладной программной системой (ППС), созданной с использованием инструментальной системы генерации ППС САНПО-3. Измеренные отсчеты сигнала обрабатываются программным модулем анализа ЭЖГ, а затем модулем, осуществляющим вывод сигнала на экран цветного растрового дисплея. Масштаб вывода на экран выбран таким, чтобы на нем отображалась двухсекундная реализация сигнала. Для визуального контроля за правильностью обнаружения R -зубца реализовано изменение цвета сигнала на экране дисплея. При обнаружении участка подъема красный цвет сигнала заменяется на желтый, а точка, в которой выполняется неравенство (2) выводится синим цветом. Раскрашивание ЭЖГ позволяет легко ориентироваться в ситуациях, когда в силу каких-либо причин не выполняется условие (1) или (2).

Параметры, необходимые для работы модуля анализа ЭКГ (границы для числа $N+i$ и амплитуды R-зубца), можно при необходимости изменять в диалоговом режиме. Параметр N вычисляется автоматически в зависимости от периода дискретизации сигнала таким образом, чтобы длительность интервала времени между измерениями X_k и X_{k-N} составляла 40 мс. Такая величина представляется близкой к оптимальной для обнаружения R-зубца, так как она незначительно отличается от длительности его переднего фронта и, следовательно, пороговая величина может быть близкой к амплитуде зубца (то есть заведомо больше амплитуды помехи). С другой стороны, эта величина кратна периоду сетевой наводки, поэтому разность в левой части неравенства (I) не зависит от этой помехи.

Указанная реализация алгоритма обнаружения R-зубца является одним из компонентов ряда ППС, предназначенных для исследований в области физиологии и медицины. Первая из них эксплуатируется с 1983 года в Институте медико-биологических проблем МЗ СССР в режиме анализа сигналов, записанных на магнитную ленту у обезьян в различных экспериментальных условиях. Момент обнаружения R-зубца (на его заднем фронте) служит для синхронизации накопления сигналов, связанных с сокращениями сердца (реоплетизмограмма, линейная скорость кровотока и т.п.). Кроме этого по R-зубцам ЭКГ вычисляется частота сердечных сокращений.

В Институте автоматизации и электротехники СО АН СССР метод используется с 1984 года в ППС, предназначенной для проведения исследований в режиме биологической обратной связи. Психофизиологическая направленность этих исследований обусловила включение в число измеряемых параметров амплитуд R- и T-зубцов, рассматриваемых как косвенные индексы активности вегетативной нервной системы. С 1985 года метод используется в одной из поликлиник г. Новосибирска в ППС, созданной для проведения управляемого от ЭВМ велоэргометрического теста. В ЭВМ вводятся три отведения ЭКГ, в самом высокоамплитудном ведется поиск R-зубца. Кроме уже указанных параметров, измеряются значения двух точек ST-сегмента каждого отведения, отстоящих на 60 и 120 мс от вершины R-зубца.

Длительная апробация алгоритма показала, что он позво-

ляет достаточно надежно выделять R-зубцы ЭГР в самых различных условиях (от покоя до физической нагрузки большой мощности), не требуя значительных ресурсов ЭВМ. Простота алгоритма дает возможность использовать его не только на микро-ЭВМ, но и в специализированных микропроцессорных устройствах.

СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОБРАБОТКИ ЭЭГ

А.В.Кориневский, О.В.Афанасьев, А.А.Косолапов

Всесоюзный научно-исследовательский институт
технической эстетики

Эффективность автоматизированных систем реального времени в значительной мере зависит от их математического обеспечения, т.е. от комплекса специализированных и неспециализированных программ, предоставляемых пользователю. Такой комплекс должен являться "открытой" системой, т.е. должна быть возможность включения новых и исключения старых программ.

Конкретные исследования могут быть проведены в одном из режимов:

- 1) в режиме диалога - исследователь задает последовательность отдельных шагов, реализующих вполне определенные алгоритмы сбора, обработки и анализа данных;
- 2) в автоматизированном режиме - последовательность действий задается управляющей программой.

Наше сообщение посвящено некоторым особенностям реализации программного обеспечения для интерактивной диалоговой системы обработки ЭЭГ, хотя принципы такой реализации использовались и на стадии проведения работ на линии эксперимента. Заметим также, что интерактивный режим легко трансформируется в автоматизированный.

В системе программного обеспечения можно выделить две подсистемы: подсистему главных программ, реализующих конкретные процедуры исследований, и подсистему подпрограмм, реализующих отдельные алгоритмы сбора, анализа и обработки данных. Главные программы могут собираться из отдельных подпрограмм или быть написанными без их использования.

В функции рассматриваемой системы входит ведение и поддержание базы исходных ЭЭГ-данных, визуализация и выбор сегмента ЭЭГ для обработки, а также представление и хранение

вторичных данных в графической и табличной форме. Диалог "пользователь-система" реализован в виде иерархической структуры с использованием меню. Система реализована на мини-ЭВМ "Плуримат" на языке Бейсик.

Языковые средства Бейсик не имеют механизма вызова процедур с возвратом в точку вызова управляющей программы. Реализация такого механизма вызова с возвратом осуществляется с помощью специальной программы (MONIT) и соответствующих соглашений.

Передача параметров между программами осуществляется с помощью специальных файлов передачи данных, обслуживающих вызываемую программу.

Данные в системе могут быть разделены на два типа - данные, непосредственно подвергающиеся обработке (измерения сигнала, результаты расчета и т.д.), и данные справочного или служебного, вспомогательного плана. Это могут быть данные, описывающие структуры, или данные, управляющие ходом обработки.

Данные первого типа могут быть представлены отдельными числами (скалярами), линейными массивами (вектор, запись, функция и т.д.), наборами массивов (многоканальная запись, матрица и т.д.) и группами наборов. Данные второго типа содержат информацию о характеристиках измеряемых данных, их структуре; с их помощью осуществляется идентификация и сопоставление результатов. Данные первого типа хранятся в файлах прямого доступа, второго - в файлах последовательного доступа, имеющих имена, отражающие их назначение.

В состав справочной и вспомогательной информации входит:

1. Число отведений / число каналов
2. Список индексов отведений по системе I0/20
3. Частотный диапазон анализа сигнала (нижняя и верхняя границы)
4. Схема спектрально-когерентного анализа
5. Схема параметрического описания спектра
6. Схема паттерна графического представления
7. Идентификаторы данных:
 - 7.1. Дата

7.2. Номер опыта

7.3. Испытуемый

7.4. Вид данных (ЭЭГ, ЭКГ, ..., спектр, ..., распределение, ..., статистика, ...).

Перечисленный указатель не является законченным и может пополняться по мере развития программного и информационного обеспечения.

В настоящее время в состав библиотеки системы входят подпрограммы:

1. MONIT - MONITOR SUBROUTINE BIB
2. CALSC - CALCULATION OF SPECTRA AND COHERENCE (FFT)
3. SPADE - SPECTRAL PARAMETRICAL DESCRIPTION
4. CORAN - CORRELATION ANALYSIS
5. ARC - CALCULATION OF AR-COEFFICIENTS
6. ARS - CALCULATION OF AR-SPECTRA
7. ESC - ESTIMATION OF CLUSTER STRUCTURE (AR-MODEL)
8. TX2 - TEST XI-SQUARED
9. GRAPA - GRAPHICAL PRESENTATION OF DATA
10. GREAT - GREAT HELP INFORMATION FILE (FILE CHARACTERISTIK)

Указанный список представляет ядро библиотеки. Предполагается ее расширение. Система направлена на конечного пользователя, не имеющего специальной подготовки. Опыт использования системы показал эффективность принципов, положенных в основу ее создания.

КРОССКОРРЕЛЯЦИОННЫЙ МЕТОД ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЭЭГ ПРИ НАЛИЧИИ ГЛАЗОДВИГАТЕЛЬНЫХ АРТЕФАКТОВ

А.В.Кориневский, А.А.Косолапов, Е.С.Дьякова,
Е.В.Елисеева

Всесоюзный научно-исследовательский институт
технической эстетики

Электроэнцефалографический метод исследования состояния мозга в норме и при патологии остается основным в нейрофизиологии до настоящего времени. Особенно возросли его возможности в связи с широким применением в исследованиях ЭВМ, позволяющих автоматизировать эксперименты, объективизировать их данные, привлекая для обработки сложные математические ме-

тоды и приемы. Использование ЭВМ в системах реального времени заставило экспериментаторов искать алгоритм обнаружения (АО) артефактов в ЭЭГ, позволяющие программно выделять артефактные участки в анализируемых колебаниях биотоков мозга. В ряде работ (см. /1/) описаны пороговые АО, разделяющие значения сигнала по превышению установленного уровня; АО колебательных изменений с определенной амплитудой и неопределенной фазой; АО колебательных изменений с определенной фазой и неопределенной амплитудой; АО, основанные на распознавании острых аperiodических колебаний и критериях высокой частоты их появления; АО, основанные на сравнении с порогами, являющимися функцией спектральной плотности, оценками дисперсий сигналов и т.д. Общим для большинства АО является установление порогов для решающего правила во время начального калибровочного периода, оцениваемого на безартефактность визуально экспериментатором.

Традиционно, применение АО почти всегда сводится к автоматическому исключению из анализа участков колебаний биотоков с артефактами от мигания, дрожания век, движения глаз. Это ведет к неоправданному увеличению времени исследования, потере информации о последовательном континууме функционального состояния головного мозга.

Перед нами была поставлена задача восстановить неискаженную запись биотоков мозга при глазодвигательных артефактах и, тем самым, сохранить ее для последующего анализа. Для решения этой задачи был разработан алгоритм автоматического вычитания глазодвигательных артефактов из анализируемой биоэлектрической активности с помощью оценки артефактной компоненты на основе регистрации горизонтальной и вертикальной ЭОГ и экспериментально проверена его состоятельность.

В основу предлагаемого способа исключения глазодвигательных артефактов из регистрируемой биоэлектрической активности положены следующие соображения: регистрируемый сигнал (S) можно представить в виде суммы $S = S_1 + \alpha S_2$, где S_1 - собственно ЭЭГ; S_2 - электроокулограмма (ЭОГ); α - весовой коэффициент, учитывающий степень наведения на электрод биотоков от глазодвигательных и орбитулярных мышц, корнеоретинального потенциала, движения век и т.д.

Коэффициент α определяется из допущения, что ЭЭГ и ЭОГ статистически независимы, т.е. коэффициент кросскорреляции между ними равен нулю. Тогда неискаженная искомая ЭЭГ получается как разность

$$S_1 = S - \alpha S_2 .$$

Далее найденный сигнал S_1 проверяется на наличие артефактов другого происхождения, затем обрабатывается согласно алгоритму анализа ЭЭГ-сигнала.

Необходимо отметить, что при регистрации ЭОГ и ЭЭГ не накладываются определенные условия на коэффициенты усиления сигналов и их полярность.

Для проверки состоятельности алгоритма были проведены исследования с пятью испытуемыми, в ходе которых им предлагалось читать текст, следить за движением пальца экспериментатора (по кругу), моргать и т.д.

Анализ полученных результатов показал, что восстановление ЭЭГ из артефактного участка записи является эффективным методом сокращения времени эксперимента, не вносящего инструментального артефакта в оценку спектральных составляющих ЭЭГ. Однако в 10% случаев алгоритм оказывался малоэффективным, что, по-видимому, обусловлено нарушением допущения о статистической независимости сигналов, положенного в основу алгоритма.

Достоинством метода является простота реализации в системах реального времени и автоматизация контроля за качеством вводимой информации.

Литература

И. Труш В.Д., Кориневский А.В. ЭВМ в нейрофизиологических исследованиях. Москва: Наука, 1978.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЭГ КАК НЕСТАЦИОНАРНОГО ПРОЦЕССА

А.А.Косолапов, А.В.Кориневский, И.И.Гончарова

Всесоюзный научно-исследовательский институт
технической эстетики

Большинство методов обработки ЭЭГ основано на предположении, что ЭЭГ является стохастическим стационарным процессом, и используются в основном для анализа фоновой активнос-

ти.

В ряде работ было показано, что ЭЭГ можно описать набором параметров авторегрессионной модели (АР-модель), оцениваемых на коротких интервалах времени порядка 1 секунды. Таким образом, разбив интервал измерения ЭЭГ на короткие отрезки, можно сопоставить временному ряду значений ЭЭГ последовательность векторов или паттернов, — параметров авторегрессионной модели, оцениваемых в близких временных точках; размерность паттерна равна порядку модели. Подобный подход к описанию ЭЭГ хорошо согласуется с концепцией, в соответствии с которой ЭЭГ рассматривается как временная последовательность базисных элементарных форм /3/. Вопросы, связанные с вычислением параметров авторегрессионной модели, выбором порядка модели, достаточно хорошо проработаны /2/. В данной работе описывается подход к анализу ЭЭГ как случайному процессу, принадлежащему определенному классу нестационарных случайных процессов, с помощью эвристических алгоритмов, аналогичных алгоритмам кластеризации.

Упорядоченное множество паттернов, соответствующее параметрам АР-модели, вычисленных на коротких временных интервалах ЭЭГ, является нестационарным, если вероятностные характеристики измеряемых значений паттерна изменяются с течением времени. Измерения нестационарного паттерна в течение определенного времени $t_0 < t < t_1$ описывают траекторию паттерна как p -мерную кривую (p -порядок АР-модели). Траектория паттерна является альтернативным представлением упорядоченного множества нестационарных данных /4/. Характеристики траектории могут использоваться для описания нестационарного поведения. Для траектории паттерна разработано два типа описания. Первый представляет геометрические описания, такие как расстояние, длина траектории, скорость, кривизна; второй тип описания включает как простые характеристики, относящиеся к участкам траектории, так и более сложные, описывающие поведение траектории в целом. К сложным, обобщенным дескрипторам относятся такие, как кластер, зависящий или не зависящий от времени, стационарный и переходные сегменты, тренд, сходимости и расходимость, периодичность. Описанные характеристики, несмотря на их эвристический характер, могут иметь более стро-

гое обоснование в понятиях специфических классов нестационарных процессов, в частности таких, как кусочно-стационарные, периодические нестационарности, модулированные и переходные процессы.

Ключевым является понятие временного кластера: кластера, образованного последовательными во времени пространственно-близкими измерениями, отражающими стационарный участок ЭЭГ. В /1/ описан алгоритм временной кластеризации ЭЭГ для идентификации модели смеси источников, порождающей кусочно-стационарный стохастический процесс /2/.

Предложенный подход основан на представлении исходного временного ряда измерений биопотенциала в классе кусочно-стационарных процессов. Описание ЭЭГ с помощью параметров AP-модели позволяет получить как традиционно используемые спектры /1/, что отражает преемственность науки, так и новую информацию, которая может стать основой для создания новых концепций в исследовании и интерпретации биоэлектрической активности мозга человека.

Литература

1. Косолапов А.А. Построение временной модели ЭЭГ как нестационарного процесса // Функциональные состояния бодрствования. Труды ВНИИТЭ. Сер. Эргономика, вып.29. - М., 1985, с.32-51.
2. Berger, T. Rate distortion theory. - Englewood Cliffs, New York: Prentice-Hall, 1971.
3. Remond, A., Renault, B. La theorie des objets de electrographique // Rev. Electroenc. Neurophys., 1972, v. 3.
4. Sanderson, C.A., Wong, A.K.C. Pattern trajectory analysis of nonstationarity multivariate data // IEEE Trans. on System, Man and Cybern., 1980, v.SMC-10, № 7.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ ДЕТЕКЦИИ САККАД

Д.Бергер, А.Луук, Т.Могом

Тартуский государственный университет

Возрастающий интерес исследователей к автоматизированному анализу движений глаз побуждает разрабатывать все новые и новые алгоритмы идентификации саккад и методы разделения быстрых и медленных фаз движения глаза. В связи с этим наз-

рела необходимость в классификации существующих алгоритмов, их сравнительном анализе, оценке их преимуществ и недостатков. Наиболее простыми и наименее надежными (точными) являются методы, распознающие саккады путем анализа самого сигнала /5/: начало скачка фиксируется, когда величина сигнала на протяжении некоторого критического времени превышает заранее заданное пороговое значение. Концом саккады является, соответственно, падение сигнала ниже порогового значения. Сюда же следует отнести и так называемый позиционно-дисперсионный метод /2/, основанный на предположении, что динамические фиксации (плавные прослеживающие движения) характеризуются относительно небольшим разбросом значений сигнала, т. е. малой дисперсией, тогда как саккада отличается быстрым изменением сигнала и, следовательно, высокой дисперсией.

В основе следующей по сложности группы алгоритмов лежит дифференцирование сигнала для получения его первой производной - текущей скорости движения глаза. Метод распознавания саккад по скорости реализован и успешно работает в рамках целого ряда лабораторных систем /1,4/. Этим методом саккада распознается как движение глаза, достигающее заранее заданной пороговой скорости в течение времени, превышающего заранее заданное критическое время (отдельного обсуждения заслуживает вопрос о выборе порогового значения скорости и влиянии этого параметра на точность алгоритма; очень интересные данные по этому вопросу содержатся в /7/. Алгоритм, как видим, все еще остается достаточно простым, а, между тем, результаты, получаемые при его использовании, гораздо более точны и надежны, чем при анализе данных по профилю самого сигнала. К сожалению, метод не лишен и недостатков.

Основной серьезный недостаток связан с некоторой неточностью лежащего в основе метода предположения, согласно которому скорость глаза в быстрых фазах значительно превышает скорость медленных фаз. Если принять во внимание все возможные саккады, вплоть до имеющих минимальную амплитуду, окажется, что скоростные диапазоны саккадических и прослеживающих движений в значительной степени перекрываются /3,6/. Отсюда ясно, что отличить очень маленькие саккады от прослеживающих движений на основании скорости невозможно.

Попытки нахождения метода большей точности пошли по пути использования в качестве информационного признака саккадических движений дифференциалов более высоких порядков. В 1977 г. был разработан метод, распознающий эти движения по ускорению, т.е. дифференциалу второго порядка, и основанный на том факте, что ускорение во время саккад значительно больше, чем во время динамических фиксации /10/. Следующий шаг сделан японскими исследователями: в их алгоритме, разработанном в 1983 г., в качестве информационного признака взят дифференциал третьего порядка /9/. Как утверждают авторы метода, они способны детектировать с его помощью любую саккаду с амплитудой не меньше $0,2^{\circ}$.

Еще одна серьезная проблема, ограничивающая применение в общем весьма эффективного метода распознавания саккад по скорости - выделение сигнала от шума и артефактов. Финскими исследователями предложен алгоритм детектирования саккад, специально ориентированный на работу с зашумленным сигналом /8/. Алгоритм основан на нерекурсивном адаптивном цифровом фильтре. Фильтр определен таким образом, что, в случае идеального сигнала, выход фильтра отличен от нуля только в случае саккад; специальный под-алгоритм отличает саккады от шума. Метод достаточно сложен, но весьма эффективен в случае сильно зашумленного сигнала.

На основании сказанного можно сделать следующие выводы. В большинстве случаев оказывается целесообразным применение метода распознавания саккад по скорости, являющегося одновременно и достаточно простым, и достаточно надежным. Если требуется детекция саккад с очень маленькой амплитудой, разумно обратиться к дифференциалам более высоких порядков, как это делается, например, в японском алгоритме. Наконец, в случаях особо зашумленного сигнала следует использовать алгоритм финских исследователей. Таким образом, комплекс программ, реализующий подобную комбинацию методов, оказался бы весьма мощным и универсальным средством анализа движений человеческого глаза.

Литература

1. Бернотас М.Ф., Кришонас К.С. Цифровая система анализа нистагмоидных движений глаз оператора технологических устано-

вок. Электротехника XII (XXI), Вильнюс, 1985, с.28-35.

2. Anliker, J. Eye movements: on-line measurement, analysis and control. In: R.A.Monty, J.W.Senders (Eds.) Eye movements and psychological processes. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1976, p.188.
3. Bahill, A.T. et al. The main sequence, a tool for studying human eye movements. Mathematical Bioscience, 1975, 24, 191-204.
4. Baloh, R.W. et al. Algorithm for analysis of saccadic eye movements using a digital computer. Aviation, Space and Environmental Medicine, 1976, 47, 523-527.
5. Dick, G.L. Computer analysis of rapid eye movements. Computer Programs in Biomedicine, 1978, 8, 29-34.
6. Horii, K. et al. Maximum velocity in smooth pursuit eye movement. Proceedings of the Japan Congress of the International Ergonomics Association, Tokyo, 1982, pp.378-379.
7. Inchingolo, P., Spanio, M. On the identification and analysis of saccadic eye movements. A quantitative study of the processing procedures. IEEE Transactions on Biomedical Engineering, 1985, BME-32(9), 683-695.
8. Juhola, M. et al. Detection of saccadic eye movements using a non-recursive adaptive digital filter. Computer Methods and Programs in Biomedicine, 1985, 21, 81-88.
9. Matsuoka, K., Haraço, H. Detection of rapid phases of eye movement using third-order derivatives. Japanese Journal of Ergonomics, 1983, 19, 147-153.
10. Michels, D.L., Tole, J.R. A microprocessor-based instrument for nystagmus analysis. Proceedings of the IEEE, 1977, 65, 730-735.

ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ СИГНАЛА НА ПАРАМЕТРЫ САККАДИЧЕСКИХ ДВИЖЕНИЙ ГЛАЗ

Д.Бергер, Т.Могом

Тартуский государственный университет

Методы идентификации и обработки саккадических движений глаза, алгоритмы для вычисления их основных характеристик, а также степень влияния этих методов и алгоритмов на конечные

результаты - все эти вопросы уже много лет обсуждаются в специальной литературе (см., например, работы Бахилла и его коллег - /1-3/). Исследователи видят свою задачу в выработке таких рекомендаций по условиям проведения и обработки эксперимента, которые, будучи реально осуществимы, гарантировали бы в то же время высокую достоверность результатов.

На вычисление информационных признаков саккад оказывает влияние целый ряд методологических факторов. Это и частота регистрации сигнала, и способ регистрации, и разрешение аналого-цифрового преобразователя, и алгоритмы, использующиеся для определения тех или иных характеристик. Влияние каждого из этих факторов на различные информационные признаки, разумеется, неодинаково; попробуем охарактеризовать наиболее общие закономерности. Прежде всего необходимо выяснить, от каких обстоятельств и каким именно образом зависит значение максимальной скорости саккады. Особенно интересна связь между определяемым значением скорости и частотой регистрации сигнала. В лабораторных условиях далеко не всегда удается достичь высоких частот регистрации, поэтому важно знать тот нижний порог частоты, при котором результаты еще достоверны. Очень ценную информацию в этом отношении дают работы финских авторов /5,6/. По их данным на частоте ниже 200 Гц результаты измерения очень сильно расходятся с теоретическими предсказаниями; с другой стороны, при частоте 700-800 Гц мы получаем практически такое же совпадение с теоретическим результатом, что и при 1000 Гц. Оптимальной следует считать частоту 300-400 Гц: здесь находится тот разумный компромисс, который вполне доступен технически и в то же время обеспечивает достаточно высокую точность определения максимальной скорости. На вычисление максимальной скорости влияет и способ регистрации сигнала: у саккад, зарегистрированных фотоэлектрическим методом, систематически оказывается более высокая максимальная скорость, чем у саккад, записанных электроокулографическим способом.

Аналого-цифровое преобразование также приводит к определенной погрешности в результатах. Погрешность эта зависит от разрешения аналого-цифрового преобразователя. Специальные исследования /4,5/ показывают, что для анализа саккад требуется АЦП с разрешением не менее 12 бит.

Частота среза дифференциального метода, применяемого для нахождения скорости саккад, также является тем фактором, влияние которого не должно игнорироваться. Разные авторы находят, что увеличение частоты среза ведет к увеличению значения максимальной скорости /2,3,6/. Считая, что удовлетворительной является ошибка не более 2%, можно сформулировать следующее требование: частота среза при определении максимальной скорости саккад должна быть не ниже 70 Гц (оптимальное значение 74 Гц по /3,4/).

Немаловажное значение имеет выбор порогов величины, с которой сравнивается скорость движения глаза и превышение которой ведет к автоматической идентификации саккады. Величина порога не должна превышать $10^{\circ}/\text{сек}$ (максимум $20^{\circ}/\text{сек}$ для сильно зашумленных саккад). Для обнаружения саккад с маленькой амплитудой следует использовать еще меньшее пороговое значение скорости. Изучение влияния различных методологических факторов на характеристики амплитуда - максимальная скорость и амплитуда - продолжительность показывает, что первая из этих характеристик менее подвержена такого рода влиянию, а потому может считаться более надежным параметром, чем вторая, при сравнении семейств саккад.

Ценность приведенных рекомендаций заключается в возможности применения их на практике, в условиях реальных экспериментов. В работе /4/ предложены оптимальные наборы характеристик для каждой из наиболее общих экспериментальных ситуаций.

Литература

1. Bahill, A.T. et al. Variability and development of a normative data base for saccadic eye movements. Investigative Ophthalmology and Visual Science, 1981, 21, 116-125.
2. Bahill, A.T. et al. Frequency limitations of the two-point central difference differentiation algorithm. Biological Cybernetics, 1982, 45, 1-4.
3. Bahill, A.T., McDonald, J.D. Frequency limitations and optimal step for the two-point central difference derivative algorithm with applications to human eye movement data. IEEE Transactions on Biomedical Engineering, 1983, BME-30, 191-194.
4. Inchingalo, P., Spanio, M. On the identification and analysis of saccadic eye movements. A quantitative study of the

processing procedures. IEEE Transactions on Biomedical Engineering, 1985, BME-32(9), 683-695.

5. Juhola, M. et al. Effect of sampling frequencies on computation of the maximum velocity of saccadic eye movements. Biological Cybernetics, 1985, 53, 67-72.

6. Juhola, M., Pyykkö, I. Effect of sampling frequencies on the velocity of slow and fast phases of nystagmus. International Journal of Bio-Medical Computing, 1987, 20, 252 - 263.

ОБ АВТОМАТИЗАЦИИ ОБРАБОТКИ ПРЕКАРДИАЛЬНОГО КАРТИРОВАНИЯ ЭКГ

В.А.Алдсалу, О.Х.Плоовитс, Р.В.Тээсалу,
В.Т.Михельсоо, В.А.Цубин

Институт физики АН ЭССР, Тартуский государственный университет

При исследовании больных инфарктом миокарда (ИМ) в процессе восстановительного лечения требуется многократная оценка ИМ. При этом изучение влияния различных медикаментов существенно увеличивает объем измерений и сложность алгоритмов обработки кардиографических данных. Из электрофизиологических методов обследования инфарктных больных довольно распространенным в клинической практике является трудоемкий метод прекардиального картирования (ПК) ЭКГ. Оперативный анализ ПК ЭКГ требует автоматизации на ЭВМ процесса сбора и обработки данных.

Нами была поставлена задача внедрения комплекса аппаратных и программных средств автоматизации ПК ЭКГ.

В состав технических средств входят:

- микропроцессор MC 6800;
- запоминающее устройство на МЛ (СМ 5300.01);
- запоминающее устройство на МД (ЕС 5074);
- крейт-контроллер;
- алфавитно-цифровой дисплей;
- цветной гистограммный дисплей;
- матричный принтер;
- перфоленточные устройства в/з;

из состава вычислительного комплекса ЦИАНП 0270, а также дополнительные средства:

- ХУ-самописец;
- цветной контроллер;
- передатчик (ПД);
- модуль АЦП;
- модуль памяти.

Весь комплекс средств (кроме ПД) работает через магистраль КАМАК.

Идентификационные данные пациента и ЭКГ вводятся с пульта ЭВМ.

В палате интенсивной терапии находятся электрокардиограф и специально разработанный ПД. Устройство ПД служит для передачи кардиографических данных в реальном масштабе времени в ЭВМ. Процесс передачи данных управляется от панели ПД при помощи кнопок и световой индикации. В конце каждого блока данных ПД генерирует маркер. Данные передаются под управлением медсестры в модуль памяти. Следуют традиционные этапы обработки:

- контроль качества;
- экспресс-обработка;
- анализ;
- визуализация результатов.

В настоящее время ведется исследовательская работа по созданию практически используемой системы.

Регистрация ЭКГ проводится с частотой 250 Гц. Для каждого из 35 отведений резервируется минимум 3 комплекса QRS. Модуль памяти позволяет запоминать до 32 Кбайт данных из электрокардиографа, переданных при помощи ПД и оцифрованных в 8-битном АЦП. Запись данных из АЦП в модуль памяти реализована аппаратным способом с целью ускорения процесса.

Большие возможности для визуализации дает цветной контроллер, разработанный в ТФ СКБ АН ЭССР. Модуль позволяет реализовать на цветном телевизоре большой выбор сервисных процедур для демонстрации, сравнения, масштабирования и т. д. Кадр имеет размер 256x256 точек. Имеется 4 программируемых таблиц цвета и картинная память 256 Кбайт, которая доступна программисту для чтения и записи.

Устранение шумов и индцирование QWB комплексов организовано программно.

Программное обеспечение ЭВМ ЦДАНП 0270 работает под управлением операционной системы CDS.

POOLTOONKUJUTISTE ANALOOSI SÜSTEEM

J. Allik, I. Haamer, I. Hõgon

Tartu Riiklik Ülikool

Kirjeldame lihtsat kujutiste sisestamise, töötlemise ja väljastamise süsteemi, mis toimib operatsioonisüsteemis UNIX (tegelikult küll DEMOS 2.0), kuid on lihtsasti transporditav teistesse operatsioonisüsteemidesse. Süsteem on realiseeritud arvutil CM 1300.01. Kujutiste sisestamiseks kasutame tavalist televisioonikaamerat (näiteks KTP-67), mis on ühendatud CAMAC-i standardis realiseeritud kujutiste digitaaliseerimise mooduliga. Kujutiste digitaaliseerimise moodul on mõeldavaist lihtsaim: antakse ette punkti horisontaal- ja vertikaalkoordinaadid ja laetuskiire jõudmisel antud punkti muundatakse heledusele vastav pinge arvaks vahemikus 0 kuni 255. Seega sõltub kujutiste sisestamise kiirus sellest, mitu punkti jõuatakse läbi küsitleda ühe kaadri jooksul. Mõistagi pole UNIX selliseks ülesandeks kõige paremini kohendatud, kuid ka siin õnnestub C keeles kirjutatud programmiga umbes 2 minutiga arvutisse lugeda kujutise mõõtmetega 256x256 elementi. Arvutisse sisestatud kujutise töötlus sõltub ülesandest, mida selle kujutisega edasi tehakse. Töötlusprogrammid lähtuvad kujutisest kui kahemõõtmelisest arvude massiivist ja võivad olla kõige erinevama otstarbega. Kujutiste taasvisualiseerimine sõltub aga tavalikult selle otstarbega riistvara omadustest. Kirjeldatavasse süsteemi kuulub pooltoonkuvar CM 7407, mis võimaldab näha 16 heledusnivooga kujutisi, mille mõõtmed on 256x256 elementi. Teiseks kujutiste visualiseerimise vahendiks on firma "Robotron" graafiline printer CM 6329.02M, mis on võimalustelt ühilduv "Epson" tüüpi printeritega. Printer võimaldab maksimaalselt trükkida 1920 punkti 8 tolli kohta. Pooltoonide



edasiandmiseks kasutatakse punktidest koostatud tekstuuri tiheduse muutumist sõltuvalt lähtekujutise heledusest vastavas punktis. Väljatrükiprogrammis on kasutatud erinevaid punkt-tekstuuri mustreid, mis annavad erineva subjektiivse kujutise kvaliteedi (Mäsänen, 1994). Joonisel on toodud näidis väljatrükitud kujutisest, kus punkt-tekstuuri muster on koostatud vastavalt Bryngdahli skeemile. Kujutatut on Nobeli preemia laureaat Torsten Wiesel.

Kasutatud kirjandus

Mäsänen, R. Visibility of halftone dot textures. IEEF Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, 1994, SMC-14, 920-924.

СО Д Е Р Ж А Н И Е

I. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ЭРГОНОМИЧЕСКИХ, ПСИХО- ЛОГИЧЕСКИХ И ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Луук А., Аллик Д., Могом Т., Маст У., Васке В., Сави- хин А. Автоматизация психологических исследо- ваний в Тарту: десять лет спустя	3
Кийвет Г.И., Тоссо Х.В. Об автоматизированной системе реального времени КТ-1 и о методе эргономиче- ского исследования детерминированных рабочих процессов (операций) в системе "человек-тех- ника"	8
Кузьмин В.А., Обычайко С.Э., Трофимов Н.И. Локальные системы автоматизации эксперимента на базе пе- рсональных ЭВМ	11
Качанов А.Л., Докотков М.Б., Рябов С.Н., Соколов В.М. Разработка автономной однокрепной КАМАК-сис- темы для автоматизации экспериментов на тер- риториально-распределенных объектах исследо- вания	13
Круг Г.К., Смирнов М.О., Глазов Е.А. Перспективные АСНИ на базе транспьютеров	15
Леньшин В.Н., Мячев А.А. Перспективы создания массо- вых АСНИ на базе персональных ЭВМ	18
Стругач Г.А., Александр Д.М., Берсудский А.Л., Закле- цкая Ж.Я., Зиновьев Н.В., Сидоров А.С. Подвиж- ная эргономическая лаборатория	21
Ойт М.Э. Эргономические аспекты в системах автоматизи- рованного проектирования систем управления	25
Падерно П.И., Зинченко А.А. Автоматизация определения численности коллектива	28
Рябов В.Б. Инженерно-психологический подход к автома- тизации научных исследований	31
Рац А.Я. Системное проектирование биотехнических ком- плексов для эргономических исследований (при- менительно к задачам авиации)	34
Белопольский В.И., Веселков А.Ф. Диалоговая компьюте- рная система для формирования эксперименталь- ных процедур, ориентированных на изучение ко- гнитивных процессов	37

Пятраускас В.П., Макейкис А.-П. Автоматизированная система для психофизических исследований на базе ЭВМ "Искра-226"	39
Вейкум А.К., Дектярев И.М., Капустин В.Л., Климов А.П., Небосов П.Д. Аппаратное и программное обеспечение автоматизированного рабочего места психолога	42
Кузьмин О.И., Смирнов М.В., Кожевников А.В. Автоматизированное обучение работе с клавиатурой в игре с микро-ЭВМ	43
Котик М.А., Емельянов А.М. О новом подходе к использованию компьютера как средства поддержки при принятии решения	45
Логвиненко А.Д. Нечеткие категории в психофизике	48
Кийзель М.Й., Фишер М.М. Оперативная обратная связь в обучении. Проблемы реализации	49
Зудин В.А., Карякин А.И., Леньшин В.Н., Пономарев А.В. Автоматизированная видеоконピューтерная система на базе персональной ЭВМ	51
Дубровский В.Е. Автоматизированный экспериментальный комплекс для психофизических исследований зрительного восприятия	54
Волков В.В., Макулов В.Б., Павлов Н.Н., Паук В.Н., Шелепин Ю.Е., Колесникова Л.Н., Трифонов М.И., Сомов Е.Е. Центр компьютерной видеометрии	57
Голембо Б.З., Кроль Л.М. Комплексная оценка психофизического состояния и тренинг оператора с помощью ЭВМ в системе многоканальной БОС	59
Романов С.П., Герасименко Ю.П., Карпов Д.А., Филипова Д., Шапков Ю.Т. Автоматизированная система анализа психофизиологических параметров сенсомоторной деятельности человека-оператора	61
Хабибуллин Р.Д., Хабибуллина Л.А., Мутыгуллин Ф.М. Система контроля психофизиологического состояния операторов ЕС ЭВМ	63

Орел Е.Л., Солнушкин С.Д., Чихман В.Н. Взаимодействие экспериментатора с ЭВМ в автоматизированном физиологическом эксперименте	66
Сохадзе Э.М., Шульман Е.И. Автоматизированная система для психофизиологических исследований в режиме биологической обратной связи	68
Сеппет Э.К., Герасимов В.В., Калликорм А.П., Михельсоо В.Т., Цубин В.А., Таммеорт П.Ф. Автоматизированная система для регистрации и анализа биопотенциалов и сократительных параметров миокарда	71
Киров С.А., Подзорова С.А. Подсистема для исследования мембранных ионных каналов и моделирования их функций	74
Данилов Д.П., Мошонкина Т.Р., Новиков Г.И., Солнушкин С.Д., Чиж А.Н., Чихман В.Н. Автоматизированная система для психофизиологических и электрофизиологических исследований	76
Гуйк Я., Керт А., Савихин А. Читающая машина на базе микро-ЭВМ	81
Сарв М.Х. Улучшение эргономических характеристик дисплея I5-ИЭ-00-013 путем изменения отображаемых символов на экране	83
П. МЕТОДЫ, АППАРАТНОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕГИСТРАЦИИ ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ, ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ И ЭРГАТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ	
Лаурутис В.П., Моцкевичус С.П., Даунис Г.А. Методика расчета направления взгляда человека-оператора по информационным сигналам движения головы и глаза	85
Мечинскас А.Д. Метод автоматической диагностики скачкообразных движений глаз	88
Лаурутис В.П., Вайтека Э.-С.С., Бальчюнас С.П. Повышение качества систем "человек-техника" путем применения адаптивной системы отображения информации	91
Бернотас М.Ф., Кришюнас К.С. Принципы построения гибкой модульной системы измерения и исследования движений глаз, головы, взгляда	94

Крицонас К.С., Бальчионас С.П., Бернотас М.Ф., Буй- вис Л.В., Вайтека Э.С., Крицонене С.Б., Ла- пе Р.И., Лаурутене Н.И., Лаурутис В.П., Ту- раускас Э.И., Пташинскас В.А., Черняускас Ч. Аппаратные средства автоматизированной ре- гистрации движений глаз, головы, взгляда	97
Цендровский С.К., Савихин А.А., Гаврилин Е.А. Уст- ройство для экспериментального исследования работы оператора с зашумленными изображени- ями	100
Смирнов В.П., Гаврилин Е.А., Костров О.В., Кырбе В.А. Аппаратное и программное обеспечение иссле- дований саккадических движений глаз и головы оператора-наблюдателя	102
Лаурутис В.П., Вишняускаене Д.В. Аппаратура для ис- следования зрительного маршрута взгляда че- ловека-оператора	105
Гарусев А.В. Управляющий комплекс для исследования восприятия мельканий на базе ЭВМ "МЕРА КА- МАК 1300"	108
Ламп Д.Д., Лийк П.Т., Мейтре И.И. Автоматизация ис- следований по изучению динамики кровоснабже- ния мозга	111
Трифонов М.И., Меденников П.А., Павлов Н.Н., Шаре- вич В.Г., Колесникова Л.Н., Шелепин Д.Е. Ис- следование влияния сегментации зашумленного изображения на его опознавание наблюдателем в интерактивном эксперименте	114
Шелепин Д.Е., Павлов Н.Н., Паук В.Н., Волков В.В., Три- фонов М.И., Колесникова Л.Н. Принципы и пер- спективы развития матричного подхода в иссле- довании мозга	116
Павлов Н.Н., Волков В.В., Шелепин Д.Е., Амельянова С.Г., Колесникова Л.Н., Сомов Е.Е., Евсеев Е.А. При- нципы и перспективы построения систем измере- ния возможностей бинокулярного и стереоскопи- ческого зрения человека	118
Карпов Д.А. Аппаратные средства в стандарте КАМАК, по-	

вынающие быстрдействие автоматизированной системы исследования биологических объектов . . .	120
Амосенко В.Н., Богданов Г.Я., Зиберт М.М. Аппаратное обеспечение системы автоматизированного анализа психофизиологических характеристик на базе микропроцессорного комплекса	123
Афанасьев О.В., Лидова В.Б., Щербак В.И. Применение цифровых фильтров в эргономических исследованиях	124
Зубков А.А., Яновский Г.Я. Диалоговый интерфейс конечного пользователя АСНИ на основе ориентированного графа	127
Фишер М.М. Однокристалльная микро-ЭВМ КМ1816ВЕ35 в измерителе реакции	130
Пунг Э.Д., Дтс Э.Ю. Электронный анализатор для оценки деятельности оператора	132
Горбунова Г.Н., Иванов Н.А. Программное обеспечение эргономических исследований процессов приема и обработки информации	135
Алексеев Д.В., Ременяк Г.П., Гаврилин Е.А. Алгоритмическое и программное обеспечение экспериментов по обнаружению, опознаванию и различению объектов	137
Москаленко И.В. Диалоговый пакет программ для сбора и обработки психофизиологической информации на базе ЭВМ "Искра-226"	140
Кангур О.Э., Лумберг Т.И., Нийнсалу У.А. Аппаратно-программный комплекс обработки сигналов с помощью ЭВМ "СМ-4" и "Электроника-60"	143
Лумберг Т.И., Рооси А.Р. Базовое программное обеспечение комплекса обработки сигналов	146
Дмитриев В.В., Филаретов Г.Ф. Комплект программ генерации случайных процессов с заданными статистическими характеристиками для универсального микропроцессорного модуля КАМАК	148
Концевич Л.Л. Программное обеспечение ЭВМ "Искра-226" для сопряжения с установкой для регистрации движений глаз	151

Дик И.Г., Солнункин С.Д., Штром В.Ф., Чикман В.Н. Разработка алгоритмического программного обеспечения для исследования механогенных реакций в системе кровообращения	153
Гуськов С.В., Паршин П.Б. Оперирование с графом на экране ЭВМ: программная реализация и перспективы использования	156
Кристьянхан Д.Я. Новые методы самооценки утомления в различных регионах тела с квантификацией интенсивности симптомов	159
Бойко М.И., Бойко Н.С., Вилеханинов Б.Н., Годунова И.В. Вариационная окклюзионная плетизмография	161
Бойко М.И., Бойко Н.С., Тютчев А.О., Нацвин И.Д. Методы исследования функционального состояния мышечной системы оператора	164
Афанасьев О.В., Лидова В.Б. Автоматизация эргономического исследования сенсомоторной деятельности с регистрацией ЭМГ	167
Резбен В.А., Хендриксон Э.И., Эплер М.А., Ягомяги К.Я. Опыт регистрации психофизиологических параметров в лаборатории биофизики ТГУ	170
Назаров А.И. Ручное отслеживание сенсорных состояний - новая психофизическая методика	173
Лапан В.Б. Система регистрации биомеханических параметров движений при письме	175
Давыдова К.Н., Измайлов Ч.А. Компьютерное исследование различения знаковых изображений	177
Бергер Д., Луук А. Автоматизированное исследование движений глаз человека-оператора в процессе анализа изображений	180
Керт А. Алгоритмы распознавания печатных букв	184
Савихин А.А. Блок ввода изображения в стандарте КАМАК	186
Савихин А.А., Гуйк Я.Ф. Блок ввода текстовой информации	190
Савихин А.А. Устройство управления телевизионной камерой "Взор"	192

И. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ПСИХОДИАГНОСТИЧЕСКИЕ МЕТОДИКИ

Коробейников В.Н., Лукьянова О.Н. Автоматизированная система для диагностики психофизиологических и личностных индивидуальных особенностей	196
Собчик Л.Н. Математическая модель психодиагностического исследования личности	198
Пэвват Э.Е., Тур И.О. Психофизическая модель идентификации функционального состояния ЦНС	200
Шапков Ю.Т., Карпов Д.А., Лапан В.Б., Романов С.П. Система для экспресс-анализа психофизиологического состояния водителей автотранспорта	203
Гурвич И.Н. Автоматизированная диагностика состояния нервно-психического здоровья работающих на промышленном предприятии	206
Багдонас А., Даудерис В., Станкунас К. Компьютеризированный (на базе микро-ЭВМ) вариант теста корректуры ошибок для изучения концентрации внимания	208
Осипов Л.Е. Машинный вариант теста Струпа	211
Семочкин В.А. Автоматизированная оценка конфликтности в тесте Лисера	214
Семочкин В.А. Комплекс технических средств проведения теста Лисера	216
Магазов С.С., Бардин М.Д., Барлас Т.В. Автоматизация социально-психологического опроса в условиях школьного компьютерного лагеря	217
Пиевская Е.В., Гриценко А.И., Редман А.В. Комплекс автоматизированных методик для исследования особенностей индивидуального стиля деятельности человека в диалоге	219

IV. БАЗЫ ДАННЫХ. ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ЭКСПЕРТНЫЕ СИСТЕМЫ

Зинченко Т.П., Фрумкин А.А. Построение экспертной системы эргономического обеспечения проектирования	222
Товбин Г.М., Гриценко А.И., Васильева Т.П., Егорова Е.В. База данных для эргономического про-	

ектирования условий труда на рабочем месте . . .	225
Демченко Л.С. Модуль автоматизации формального описания алгоритмов функционирования эрготехнических систем, используемый при автоматизации научных исследований	228
Днатова И.Г. Разработка автоматизированного архива в задаче эргономического анализа деятельности человека-оператора	231
Адаменко А.Н., Губинский А.И., Еремеев В.И., Кучуков А.М. Автоматизированная система описания и оценки качества процессов функционирования человеко-машинных систем (модуль ПРОСТАК)	232
Гаврилова Т.А., Тихкин А.И. Разработка экспертных психодиагностических систем на ЕС и микро-ЭЕМ	235
Извеков В.И., Дедик П.Е., Писаревич М.Н., Рейман Д. База данных психофизиологических исследований	237
Бочаров В.В., Червинская К.Р., Щелкова О.Ю. Методика выявления знаний при проектировании экспертных психодиагностических систем	240
Бакин А.А., Денисов М.Ф., Назаренко И.В., Стяжкин Д.Д., Червинская К.Р. О разработке психиатрической диагностической экспертной системы	243
Захаров А.А., Иовлев Б.В., Лаврентьев М.И., Точиллов В.А., Цветкова М.В. О разработке автоматизированной системы выбора биологической терапии больных эндогенными психозами . . .	247
Емельянов А.М., Котик М.А. Ошибки управления: автоматизированный анализ базы психодиагностических данных	250
Койда К.Н. Методика определения границ и содержания баз знаний предметных областей	253

Койда К.Н., Киселев С.Ю. СУБД с двумерным синтаксисом для обучения реляционной алгебре в дисплейном классе 254

У. СПОСОБЫ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ И ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Дганов И.Ф. Автоматизированная система хранения и первичной обработки данных психофизических экспериментов 257

Щербакова Н.А., Евпятьева Е.В. Автоматизированный анализ параметров саккадических движений глаз в психофизиологическом эксперименте . . . 258

Шудьман Е.И. Метод обнаружения R-зубца ЭКГ в реальном масштабе времени на микро-ЭВМ 262

Кориневский А.В., Афанасьев О.В., Косолапов А.А. Система автоматизированной обработки ЭЭГ 265

Кориневский А.В., Косолапов А.А., Дьякова Е.С., Елисеева Е.В. Кросскорреляционный метод восстановления ЭЭГ при наличии глазодвигательных артефактов 267

Косолапов А.А., Кориневский А.В., Гончарова И.И. Моделирование ЭЭГ как нестационарного процесса 269

Бергер Д., Луук А., Могом Т. Сравнительный анализ алгоритмов детекции саккад 271

Бергер Д., Могом Т. Влияние способов обработки сигнала на параметры саккадических движений глаз 274

Алласалу В.А., Пלוовитс О.Х., Тээсалу Р.В., Михкельсоо В.Т., Цубин В.А. Об автоматизации обработки прекардиального картирования ЭКГ 277

Allik, J., Naamer, I., Mogom, T. Pooltoonkujutiste analüüsi skeem 279

СОДЕРЖАНИЕ 281