

зиологических исследований в клинике должно быть связано с заменой ЭВМ в описанных комплексах на новые микроЭВМ со значительно большей производительностью и памятью. Тенденции развития средств вычислительной техники позволяют надеяться на реальность такого пути.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бехтерева Н. П. Здоровый и больной мозг человека.— Л.: Наука, 1980.
2. Бехтерева Н. П. Пути развития физиологии здорового и больного мозга человека.— М.: Наука, 1982.
3. Гоголицын Ю. Л., Кропотов Ю. Д. Исследование частоты разрядов нейронов мозга человека.— Л.: Наука, 1983.
4. Данько С. Г., Каминский Ю. Л. Система технических средств нейрофизиологических исследований человека.— Л.: Наука, 1982.
5. Штарк М. Б., Постоенко Ю. К., Рейн А. Э. и др. КАМАК-системы автоматизации в экспериментальной биологии и медицине.— Новосибирск: Наука, 1979.
6. Астафьев С. В., Третьяков В. П., Штарк М. Б., Яновский Г. Я. Аппаратное и программное обеспечение унифицированного измерительного тракта для микроэлектродных исследований.— Автометрия, 1984, № 4.

Поступила в редакцию 23 декабря 1985 г.

УДК 615.471 : 616—073.97 : 616.12 : 681.325—181.48

Ш. И. БАРИЛКО, В. И. КРИНСКИЙ, А. М. ПЕРЦОВ,
Л. А. ТУРЧИН

(Пушино Московской)

СИСТЕМА РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ АВТОВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ В МИОКАРДЕ ВОЛНА

Введение. Последние годы характеризуются интенсивным внедрением вычислительной техники в экспериментальные исследования электровозбудимых тканей, в частности миокарда. Особенно плодотворным оказалось применение ЭВМ для решения проблемы наблюдения пространственной картины распространения волн возбуждения (автоволн), сделавшее возможным реконструкцию волнового фронта на основе большого объема данных многоэлектродного отведения [1—3].

Автоволновые процессы лежат в основе наиболее опасных сердечных аритмий, в связи с чем их исследование имеет важное прикладное значение. Применение автоматизированных систем для изучения автоволновых процессов позволяет получить уникальную информацию о механизмах сердечных аритмий и использовать эту информацию в медицинской практике. В частности, новой областью приложения систем для картирования волны возбуждения в сердце является хирургическая коррекция аритмий, резистентных к фармакологическим воздействиям [1].

Характерная особенность электрофизиологических методов исследования автоволновых процессов в миокарде — совмещение во времени нескольких процессов реального времени [4]:

1) стимуляция миокарда, т. е. подача управляющих воздействий по одному или двум каналам с целью инициирования необходимого режима распространения возбуждения или воздействия на установившийся автоволновой процесс;

2) регистрация данных с поверхности или с объема миокарда с помощью большого массива электродов, покрывающих исследуемый участок ткани. В зависимости от задачи (типа и площади препарата, режима возбуждения) используются 50—500 параллельных отведений с частотой квантования 1—2 кГц на канал;

3) мониторинг, т. е. автоматическое слежение за процессом с целью обнаружения экспериментального события. Мониторинг применяется, в частности, в сочетании с вводом данных в кольцевой буфер. Тогда остановка ввода по событию позволяет записать предысторию этого события;

4) общение экспериментатора с ЭВМ для оперативного вмешательства в ход эксперимента.

Временные характеристики процессов таковы, что для их параллельного исполнения производительности серийной микроЭВМ недостаточно. Так, например, необходимая пропускная способность тракта регистрации диктуется спектральными (временными и пространственными) характеристиками сигналов и составляет $5 \cdot 10^4$ — 10^6 измерений в секунду. В то же время система должна стимулировать препарат импульсами длительностью 1—10 мс, обрабатывать измерения в мониторинговом канале в темпе их поступления, т. е. с частотой 1—2 кГц, и вести диалог с пользователем.

Выходом из положения является применение современной аппаратуры КАМАК, позволяющей аппаратно реализовать скоростные процедуры связи с объектом [3, 4]. Такой подход — наращивание и усложнение аппаратуры — порождает определенные проблемы при разработке прикладных программ. Связано это с тем, что сложность миокарда как объекта исследования, а также новизна автоволнового подхода к проведению этих исследований обуславливают нестабильность экспериментальных методик, которые отлаживаются параллельно с получением новых научных результатов. Поэтому существенное требование к автоматизированной установке для изучения автоволновых процессов в миокарде заключается в том, чтобы предоставить экспериментатору в приемлемой для него форме контроль над имеющимися у него аппаратными и программными ресурсами, в частности, управление параллельными процессами с диспетчеризацией по прерываниям от аппаратуры связи с объектом и по программным событиям и управление магистрально-модульной аппаратурой связи с объектом.

Кроме того, применение автоматизированной установки не только (а нередко и не столько) для реализации методики, но и для ее развития порождает проблемы взаимодействия исследователя с ЭВМ. Здесь можно выделить следующие аспекты:

1) обеспечение высокой степени интерактивности системы, оставляющей исследователю возможность в любой момент получить необходимую информацию или изменить ход эксперимента;

2) наличие средств для генерации проблемно-ориентированных версий системы, позволяющих для каждой методики (и, может быть, для каждого исследователя) иметь свой фонд программного обеспечения эксперимента и свой язык управления системой.

Известные системы не удовлетворяют указанным требованиям главным образом потому, что проектировались они для решения узко поставленных специальных задач, связанных с хирургической коррекцией нарушений ритма [5]. Такой подход может быть оправдан в условиях клиники, где доминирующими требованиями являются высокая надежность и простота в обращении, но для исследовательских работ он неприемлем.

Цель данной работы — создание системы для комплексного электрофизиологического исследования свойств миокарда и автоволновых процессов. Система должна обеспечивать возможность оперативной модификации существующих и создания новых методик путем программирования эксперимента, не требуя при этом детального знания вычислительных средств.

Аппаратура. Система ВОЛНА работает в составе измерительно-вычислительной сети ИБФ АН СССР, состоящей из нескольких хост-ЭВМ с радиально подключенными к ним сателлитами [6]. Сателлит находится на рабочем месте экспериментатора и содержит микроЭВМ «Электро-

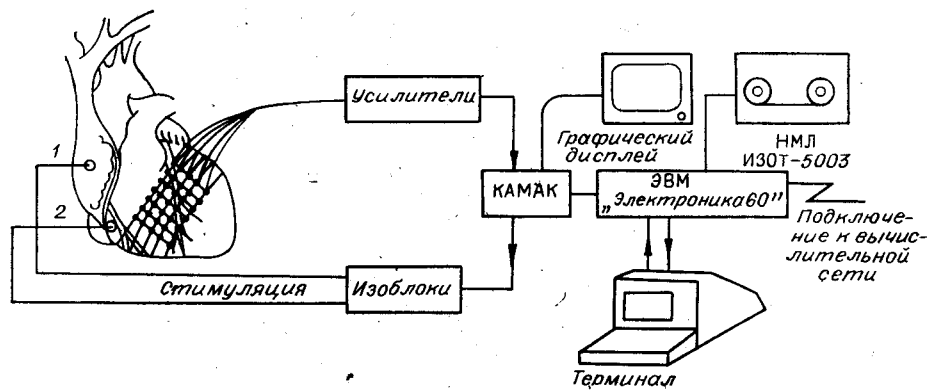


Рис. 1. Структурная схема системы ВОЛНА

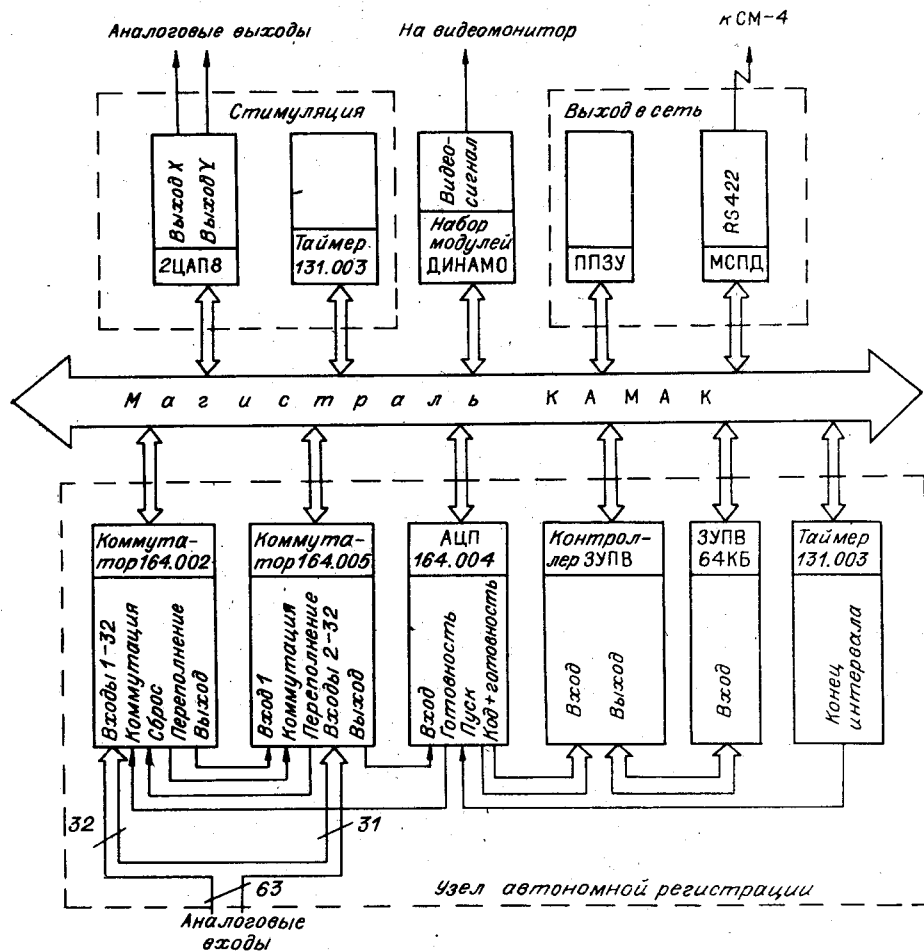


Рис. 2. Аппаратура КАМАК системы ВОЛНА

ника 60М» и устройство связи с объектом в стандарте КАМАК (рис. 1). Модули КАМАК используются в системе следующим образом (рис. 2).

Цифроаналоговый преобразователь совместно с таймером и процессором «Электроника 60М» позволяет организовать программируемый стимулятор. Модули коммутаторов, аналого-цифрового преобразователя, таймера, запоминающего устройства с произвольной выборкой (ЗУПВ) и контроллера ЗУПВ образуют автономный узел регистрации. Основной

обмен данными производится в нем по дополнительной магистрали, объединяющей лицевые панели, благодаря чему операции обмена внутри крейта становятся независимыми от ЭВМ. Набор модулей ДИНАМО позволяет формировать графический (точечный) и символьный растры на экране телевизионного монитора. Кроме того, для работы с данными через их изображения имеется перемещаемый по горизонтали репер. Для подключения к сети «Электроника 60М» связывается с СМ-4 через последовательный канал, формируемый на основе модулей КАМАК «Модуль скоростной передачи данных» (МСПД). Инициализация «Электроники 60М» для работы в качестве спутниковой ЭВМ в составе сети производится с помощью модуля КАМАК «Программируемое постоянное запоминающее устройство» (ППЗУ).

Система ВОЛНА может работать в составе сети или автономно. Сетевой режим создает следующие возможности: эмуляцию удаленного терминала для разработки программ эксперимента в операционной системе RSX-11M; загрузку программ эксперимента в спутниковую микроЭВМ из устройств внешней памяти других ЭВМ сети; распределенную обработку экспериментальной информации; удаленный доступ к файлам и устройствам.

В автономном режиме система ВОЛНА использует НМЛ ИЗОТ-5003 для загрузки программ и хранения данных [7]. В автономном режиме программы эксперимента не разрабатываются, а только исполняются. Преимуществами автономного режима являются мобильность и повышенная надежность вследствие независимости от вычислительной сети.

Взаимодействие экспериментатора с системой. Работа экспериментатора с системой содержит следующие этапы: 1) создание или модификация программы эксперимента; 2) построение системы в виде автономной задачи RSX-11 [8]. В результате построения получается конкретная версия системы, соответствующая текущим задачам исследования; 3) загрузка системы из хост-ЭВМ и запуск ее в спутнике; 4) управление системой, работающей в спутнике, с помощью команд, подаваемых в режиме диалога через клавиатуру терминала.

При повторном использовании построенной ранее системы работа с ней начинается с ее загрузки.

Построение системы производится с помощью фиксированного командного файла ТКВ, загрузка системы выполняется стандартным загрузчиком ИБФ-сети — задачей LOD. Поэтому при выполнении всех перечисленных операций пользователю не требуется детального знания каких-либо системных программ, кроме редактора текста.

Построение и загрузка системы занимают сравнительно немного времени: построение 5—10 мин (в зависимости от загруженности хост-ЭВМ), загрузка не более минуты, благодаря чему становится возможной отладка программ эксперимента непосредственно в ходе его выполнения. Для этого экспериментатор повторяет цикл «модификация — построение — загрузка — исполнение» до тех пор, пока не получит необходимые характеристики.

Структура программного обеспечения. В программном обеспечении системы можно выделить три уровня (рис. 3): *ядро* — базовое аппаратно-ориентированное программное обеспечение общего назначения; *оболочка* — комплект программ для организации конкретного эксперимента; *интерпретатор* — программа ведения диалога ЭВМ с пользователем.

Ядро системы — это интерфейс между аппаратурой и программами пользователя. Программы *ядра* отображают аппаратные ресурсы системы в виде набора имеющих очевидный для пользователя физический смысл экспериментальных процедур. Такое представление аппаратуры делает ее устройство невидимым для пользователя, что облегчает разработку прикладных программ и обеспечивает их независимость от аппаратуры. Программы *ядра* предоставляют пользователю следующий сервис: 1) средства мультипрограммирования с коммутацией задач по запросам для программирования асинхронных процессов реального вре-

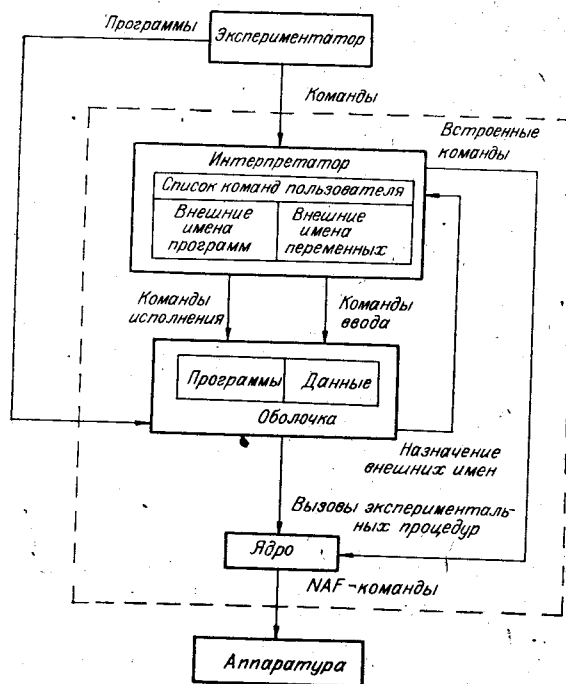


Рис. 3. Программное обеспечение системы: структура и основные связи

мени; 2) поддержку используемой аппаратуры КАМАК, выполненную таким образом, чтобы ее программирование осуществлялось в терминах экспериментальных процедур и не требовало знания ее архитектуры; 3) доступ к устройствам и файлам и управление задачами на хост-ЭВМ; 4) процедуры для работы с экспериментальными данными в сателлите.

Интерпретатор организует диалоговое взаимодействие пользователя с системой: информирует о состоянии системы, запра-

шивает команды и интерпретирует их.

Оболочка содержит пользовательские программы эксперимента, написанные, как правило, на языке Фортран-IV. С экспериментальной установкой они взаимодействуют через аппаратуру КАМАК, используя процедуры ядра. Программы оболочки также формируют систему команд диалога. Производится это присвоением произвольным подпрограммам и переменным внешних имен, под которыми они становятся известны *интерпретатору*. В результате обеспечивается прямой доступ к ним со стороны пользователя в режиме диалога и тем самым возможность контроля за исполнением программ эксперимента. Содержимое оболочки определяется конкретной экспериментальной методикой и доступно пользователю для модификации. Если система используется несколькими экспериментаторами, то каждый может иметь свою оболочку, адаптируя тем самым систему к своим задачам.

Управление системой в режиме диалога. Диалог пользователя с ЭВМ производится по фиксированному сценарию с ЭВМ в качестве ведущей. Цикл диалога содержит вывод на экран информации о системе, запрос команды и интерпретацию ответа пользователя.

В системе предусмотрены команды трех типов:

1. Встроенные команды, которые используются в любой реализации системы для независимых от конкретного эксперимента действий — управления диалогом, вводом даты и времени и т. п.

Пример: TIME 14 50 — ввод текущего времени.

2. Команды исполнения, интерпретируемые как вызовы пользовательских подпрограмм.

Пример: DISPLAY — исполнить подпрограмму с внешним именем DISPLAY.

3. Команды ввода, используемые для задания значений переменных в пользовательских программах.

Пример: PERIOD 150.0 — переменной с внешним именем PERIOD присвоить значение 150.0.

Команды последних двух типов составляют изменяемую часть языка управления системой. Имена этих команд так же, как связанные с ними подпрограммы и переменные, определяются пользовательскими программами.

В одной командной строке пользователь может ввести сразу несколько команд. Есть также возможность ввести команду частично. В этом случае недостающие компоненты команды запрашиваются системой.

В дополнение к этому в течение сеанса работы с системой пользователь может определять и многократно использовать как новые команды следующие конструкции: произвольная последовательность команд (макрокоманда); ввод значения параметра + команда; инкремент параметра + команда; команда по умолчанию.

Описанные средства ведения диалога позволяют при фиксированном его сценарии достаточно легко менять язык управления и его функциональное наполнение.

Управление процессами. Система ВОЛНА поддерживает параллельное исполнение до четырех задач — фоновой и трех оперативных. Фоновая задача — это *интерпретатор* и исполняемые последовательно с ним подпрограммы, реализующие команды диалога. Фоновая задача обеспечивает связь системы с пользователем, а оперативные — обслуживание асинхронных процессов в экспериментальной установке.

Параллельно исполняемые задачи делят процессорное время как сопрограммы. Каждая оперативная задача исполняется до тех пор, пока она не перейдет в состояние ожидания определенного события. При этом ее исполнение приостанавливается до наступления этого события. Время ожидания используется другой оперативной задачей. Время, когда все оперативные задачи находятся в состоянии ожидания, используется фоновой задачей.

Оперативная задача может ожидать: а) завершения операции в аппаратуре КАМАК, например заполнения заданного объема ЗУПВ при вводе данных; б) программного прерывания, т. е. события, наступление которого обнаруживается при обработке данных другой программой. Пример — селекция события в мониторном канале.

Оперативные программы составляются пользователем на Фортране с учетом некоторых ограничений. Связанные между собой механизмы обработки прерываний и коммутации задач скрыты от пользователя.

На рис. 4 приведен для примера отрезок программы эксперимента, при исполнении которого одновременно активны три задачи — фоновая и две оперативных. На рис. 5 показаны временные диаграммы работы системы при исполнении этой программы.

Управление аппаратурой КАМАК. В способах применения аппаратуры КАМАК для нужд электрофизиологического эксперимента можно выделить сравнительно небольшое число процедур, к комбинациям которых сводится в основном многообразие действий, выполняемых модулями КАМАК под управлением ЭВМ: а) стимуляция препарата сигналами различной формы, синтезируемыми из набора элементарных форм; б) сбор данных: многоканальный или с произвольной выборкой каналов; в) визуализация сигналов и измерение их параметров с помощью курсора; г) мониторинг — автоматическая селекция события в выбранном канале; д) формирование временных задержек.

Эти процедуры имеют в отличие от NAF-команд очевидный для экспериментатора физический смысл, и программирование на их основе позволяет абстрагироваться от архитектуры конкретных модулей КАМАК. Они и используются в системе в качестве основного средства программирования аппаратуры КАМАК. Вместе с тем пользователь имеет возможность описать взаимодействие с аппаратурой КАМАК в терминах NAF-команд, благодаря чему он получает в свое распоряжение все ее ресурсы.

Приведем несколько примеров.

SUBROUTINE PAUSE (TIME)

Обращение к подпрограмме PAUSE из оперативной задачи приостанавливает ее работу на время TIME.

```

C
C ПУСК ПРОГРАММЫ МНОГОКАНАЛЬНОЙ РЕГИСТРАЦИИ ACQUIS В С
C ОПЕРАТИВНОМ РАЗДЕЛЕ 1 НА НИЗКОМ (=0) ПРИОРИТЕТЕ С
C
CALL RUN (1, 0, ACQUIS)
C
C ПУСК ПРОГРАММЫ СТИМУЛЯЦИИ STIMUL В ОПЕРАТИВНОМ РАЗДЕЛЕ С
C 2 НА ВЫСОКОМ (=1) ПРИОРИТЕТЕ С
C
CALL RUN (2, 1, STIMUL)
C
C ПРОГРАММА РЕГИСТРАЦИИ ДАННЫХ С 60 КАНАЛОВ В ТЕЧЕНИЕ С
C 1000 МС ПРИ ЧАСТОТЕ КВАНТОВАНИЯ 1.0 КГЦ НА КАНАЛ С
C
SUBROUTINE ACQUIS
DATA NC /60/ ! КОЛИЧЕСТВО КАНАЛОВ
DATA TR /1000.0/ ! ВРЕМЯ РЕГИСТРАЦИИ
DATA VR /1.0/ ! ЧАСТОТА КВАНТОВАНИЯ
CALL REGIST (NC, TR, VR) ! ПУСК РЕГИСТРАТОРА
CALL FINISH ! ВЫХОД ИЗ РАЗДЕЛА
END
C
C ПРОГРАММА СТИМУЛЯЦИИ. ПО КАНАЛУ 'X' ПОДАЕТСЯ СЕРИЯ ИЗ С
C 8 ИМПУЛЬСОВ И ЗАДЕРЖАННЫЙ ОТНОСИТЕЛЬНО СЕРИИ С
C ОДИНОЧНЫЙ ИМПУЛЬС С
C
SUBROUTINE STIMUL
DATA LEN /8/ ! ДЛИНА СЕРИИ
DATA ASR /500.0/ ! АМПЛИТУДА СЕРИИ
DATA DUR /5.0/ ! ШИРИНА ИМПУЛЬСА В СЕРИИ
DATA PAU /100.0/ ! ПАУЗА В СЕРИИ
DATA DEL /150.0/ ! ЗАДЕРЖКА ИМПУЛЬСА
DATA AIM /700.0/ ! АМПЛИТУДА ИМПУЛЬСА
DATA TST /10.0/ ! ДЛИТЕЛЬНОСТЬ ИМПУЛЬСА
CALL SERIES ('X', ASR, DUR, ! ГЕНЕРАЦИЯ СЕРИИ
PAU, LEN) ! ОТРАБОТКА ЗАДЕРЖКИ
CALL PAUSE (DEL) ! ГЕНЕРАЦИЯ ИМПУЛЬСА
CALL IMPULS ('X', AIM, TST) ! ВЫХОД ИЗ РАЗДЕЛА
CALL FINISH
END

```

Рис. 4. Пример текста программы эксперимента

SUBROUTINE IMPULS (CHN, AMP, DUR)

При обращении к подпрограмме IMPULS из оперативной задачи на выходе CHN цифроаналогового преобразователя генерируется импульс с амплитудой AMP и длительностью DUR.

SUBROUTINE REGIST (NCHN, TIME, FREQ)

Обращение к подпрограмме REGIST запускает аппаратуру автономной многоканальной регистрации данных. В течение времени TIME производится ввод экспериментальных данных с NCHN каналов при частоте квантования FREQ.

Отметим, что приведенные выше, а также некоторые другие программы используют прерывания от модулей КАМАК. Система обрабатывает прерывания от аппаратуры КАМАК, организуя с их помощью коммутацию программ в мультипрограммном режиме работы. При этом программа, ожидающая прерывания, не занимает процессорное время, а управление передается готовой к исполнению программе другого раздела. При поступлении прерывания от модуля исполнение ожидающей программы возобновляется.

Прикладные программы. Система ВОЛНА находится в опытной эксплуатации около года. За это время на ней начаты работы по следующим направлениям: 1) исследование нестационарного распространения волны активации в миокарде; 2) анализ вихревых процессов в миокарде и природы сердечных аритмий; 3) изучение действий антиаритмиков на различные типы источников аритмий; 4) разработка методов снятия тахикардий с помощью электростимуляции.

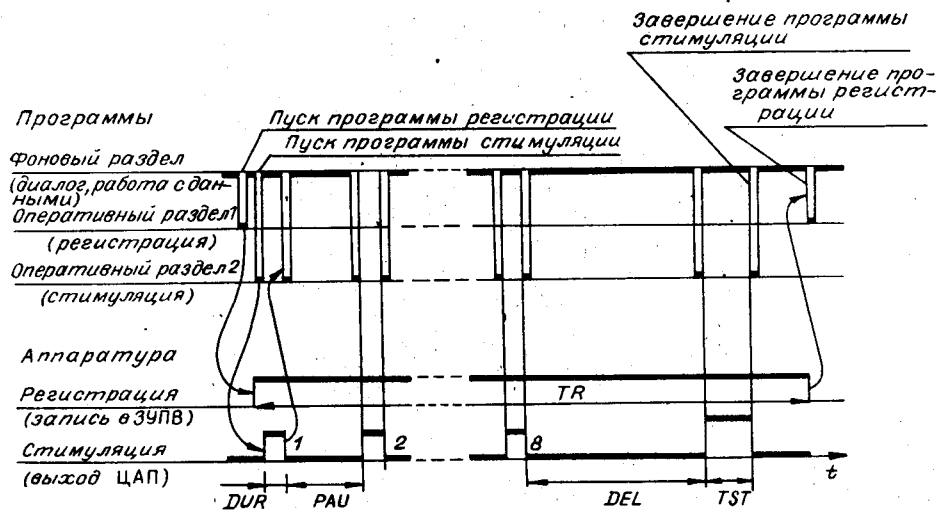


Рис. 5. Временная диаграмма исполнения программы эксперимента (см. рис. 4). Параллельно исполняются три задачи: в фоновом разделе (диалог, работа с данными), в оперативных разделах 1 (регистрация данных) и 2 (стимуляция). Жирными линиями в каждом разделе отмечены интервалы времени, в течение которых программа данного раздела реально исполняется. Ниже приведены сигналы активных модулей КАМАК: запись в ЗУПВ и выход ЦАП. Стрелки указывают связи между механизмом коммутации задач и работой аппаратуры: программные пуски модулей КАМАК и прерывания программ от модулей КАМАК

Для обеспечения исследований по указанным направлениям разработаны программы управления экспериментом и обработки данных. Программы управления экспериментом производят стимуляцию препарата, многоканальную регистрацию и визуализацию электрокардосигналов, оперативный анализ данных и коррекцию хода эксперимента в соответствии с результатами этого анализа. Общая схема проведения опыта такова.

Препарат стимулируется в течение всего времени работы с ним. Чередуются два режима стимуляции: кондиционирование и тестирование. Кондиционирование — это стимуляция препарата серией импульсов с постоянным периодом следования и амплитудой. При этом в препарате устанавливается определенное исходное состояние, благодаря чему обеспечивается идентичность начальных условий и воспроизводимость результатов. Тестирование препарата производится подачей серии импульсов, состав которой так же, как и ее задержка по отношению к последнему кондиционирующему импульсу, определяются задачами тестирования. Одновременно с подачей тестовой серии осуществляется многоканальная регистрация электрокардосигналов через матрицу отводящих электродов, распределенных по препарату. Ввод данных синхронизируется стимулом или сигналом в мониторном канале, причем условия начала и конца ввода определяются программно. Вслед за подачей тестовой серии возобновляется кондиционирование.

Различные тестовые серии позволяют производить провокацию и прекращение сердечных аритмий, измерение электрофизиологических характеристик — рефрактерности, скорости проведения и т. д. Для тестирования применяются, в частности, одиночные импульсы, серии импульсов с линейно изменяющимся периодом. Оперативная обработка введенных данных может быть использована для автоматической коррекции параметров тестовой серии. Так, например, адаптивная программа провокации аритмий многократно повторяет тестирование, оперативно оценивая вызванную активность и варьируя длину и межимпульсные интервалы в тестовой серии в соответствии с результатами оценки так, чтобы повысить вероятность возникновения аритмии. Программа позволяет создавать условия, благоприятные для воспроизведения аритмий, а также измерять электрофизиологические характеристики в этих условиях.

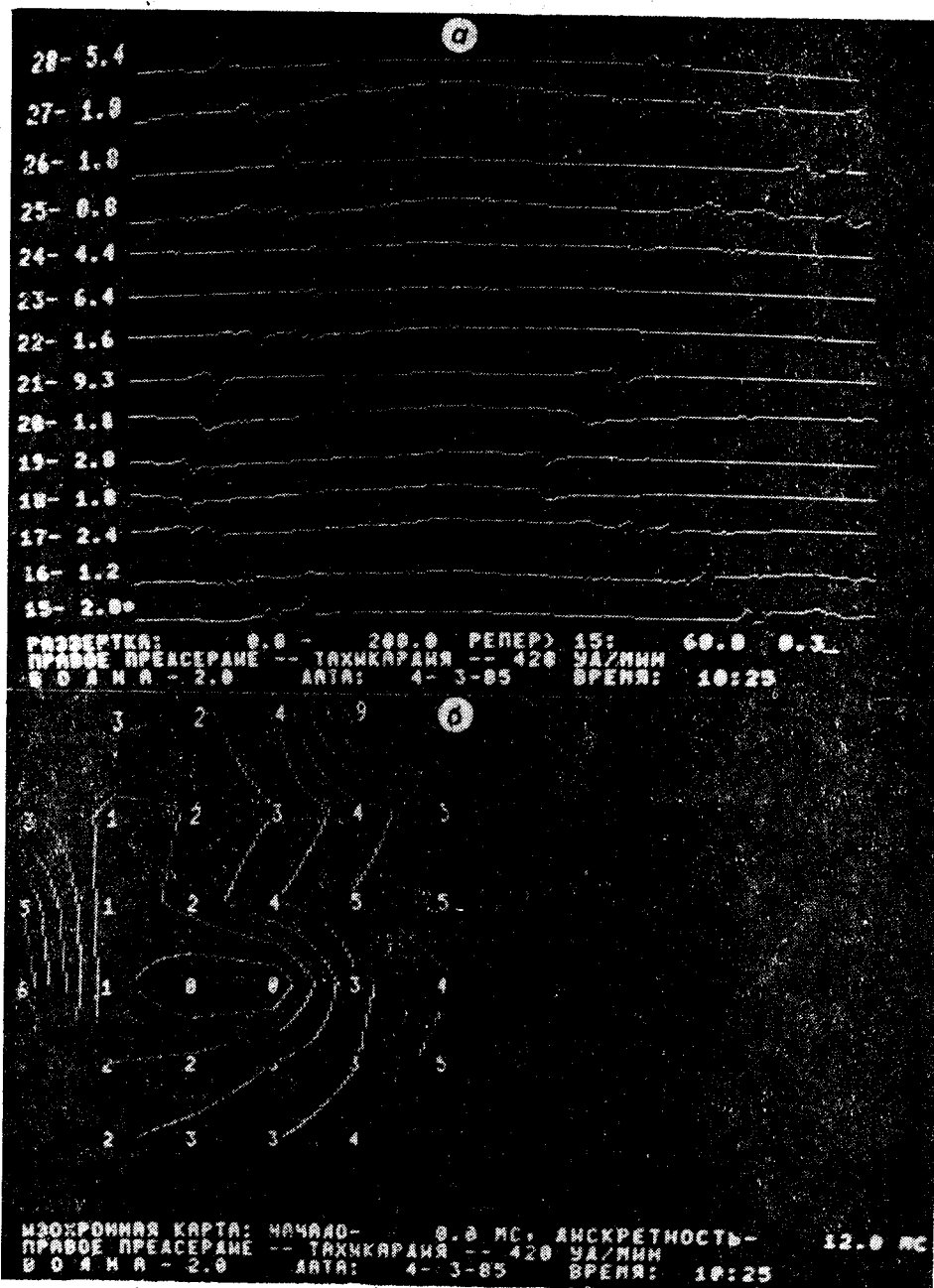


Рис. 6. Вывод экспериментальных данных и результатов обработки на экран графического дисплея:

а — запись электрограмм с внутренней поверхности предсердия кролика. Изображения электрограмм поканально нормированы. Слева от каждой электрограммы — номер канала и размах сигнала в милливольтх. Перемещаемая с помощью клавиатуры звездочка отмечает канал, а вертикальная черта — момент времени. Их текущее положение, а также соответствующее значение сигнала выводятся на экран после слова «Репер»;

б — карта распространения волны, построенная по данным (а). Цифры в местах расположения электродов указывают моменты активации миокарда (в отн. ед.). Карта обнаруживает фокальный источник в центре препарата

Значительную часть прикладных программ системы ВОЛНА составляют программы обработки данных, в первую очередь построения изохронных карт. При этом применяется обычная последовательность операций — выделение моментов активации, просмотр данных и коррекция моментов, реконструкция последовательных положений фронта волны

в виде набора изохрон [1]. Этот набор операций дополнен процедурой автоматической коррекции моментов активации. Последовательные этапы обработки данных при построении карты распространения волны реализованы отдельными программами.

1. Выделение моментов активации ткани под отводящими электродами. Производится по принятому критерию максимума первой производной [9]. При этом используется фильтрация шумовых выбросов на основе физиологических ограничений [3].

2. Коррекция моментов активации из условия непрерывности автоволны. Отбраковываются моменты активации, дающие не оправдываемую физиологическими соображениями задержку проведения по отношению к своей окрестности.

3. Построение карты распространения волны в виде набора изохрон с использованием квадратичной интерполяции (рис. 6). Программа методом линейной интерполяции доопределяет моменты активации там, где они не определены: в зонах блока проведения, разрыва фаз или в местах плохого контакта электрода с тканью.

Технические характеристики: 1) ввод данных: многоканальный или с произвольной выборкой каналов, количество каналов 63, частота квантования до 2 кГц на канал; общий объем данных 64К измерений, синхронизация начала и конца ввода данных — по стимулу, по монитору, вручную; 2) входные сигналы (приведенные ко входу АЦП): диапазон от -5 до $+5$ В, точность измерения не хуже 1%; 3) стимуляция препарата: аналоговых выходов 2, динамический диапазон по напряжению -4 — $+4$ В, по току 0—1 мА, количество уровней дискретизации 256, элементарные формы (уровень, уровень на конечное время, импульс, серия импульсов, отрезок прямой), дискретность установки временных интервалов 0,1 мс, диапазон регулирования временных интервалов 6553,5 мс; 4) мониторинг: мониторный канал любой из 1—32; 5) визуализация: вывод графиков в растре 256×256 точек, печать сопроводительной информации в растре 32×64 символа; 6) доступ к ресурсам локальной сети: удаленный доступ к файлам со скоростью обмена 0,5 кбит/с, работа в режиме удаленного терминала в ОС RSX-11M на ЭВМ СМ-4, распределенная обработка данных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Smith W. M., Ideker R. E., Kinicki R. E., Harrison I. A computer system for introperative mapping of ventricular arrhythmias.— Computers and Biomedical Research, 1980, v. 13, N 1, p. 61—72.
2. Арискин Н. И., Барилко Ш. И., Измайлов Е. Е. и др. Картирование волны возбуждения в миокарде.— В кн.: Теория и практика автоматизации электрокардиологических и клинических исследований. Тез. 2 Всесоюз. сов. Каунас: Минздрава ЛитССР, 1981.
3. Арискин Н. И., Барилко Ш. И., Измайлов Е. Е. и др. Автоматизированная система для картирования волны возбуждения в миокарде.— Новости медицинской техники, 1983, вып. 2, с. 8—11.
4. Barr R. C., Herman-Giddens G. S., Spach M. S. e. a. The design of a real-time computer system for examining the electrical activity of the heart.— Computers and Biomedical Research, 1976, v. 9, p. 445—469.
5. Boineau J. Mapping-cardiac activation and repolarization.— Circulation, 1981, v. 64, N 1, p. 208—213.
6. Авраменко А. Е., Арискин Н. И., Самойлов В. В. Система сбора, обработки и вывода экспериментальных данных на базе двухходовых модулей КАМАК.— Приборы и техника эксперимента, 1983, № 5.
7. Барилко Ш. И. Магнитоленточная система на базе ЭВМ «Электроника-60».— Пушкино, 1983. (Препринт АН СССР, НИВЦ).
8. Подольский Л. И., Самойлов В. В. Справочное руководство по операционной системе RSX-11M. Построитель задач.— Пушкино, 1984. (Препринт АН СССР, НИВЦ и ИБФ АН СССР).
9. Gallagher J., Kasell J., Sealy W. C. e. a. Epicardial mapping in the Wolff-Parkinson-White syndrome.— Circulation, 1978, v. 57, N 5, p. 854—866.

Поступила в редакцию 1 июля 1985 г.