

2. Разработка и создание автоматизированной системы научных исследований и обучения в области физической электроники: Заключительный отчет о НИР /Петрозаводский ун-т; руководитель А.Д.Хахаев. - Инв. № 02860013684 . - Петрозаводск, 1985. - III с.

3. Босенко А.Г., Луизова Л.А., Хахаев А.Д. и др. Автоматизированный комплекс для спектральных исследований //Изв. АН СССР, сер. физ. - 1984. - Т. 48. - № 4. - С. 796-800.

4. Программирование для ЭВМ "Электроника-60" на языке Квейсик: Методические указания /Петрозаводский ун-т. - Петрозаводск, 1983. - 74 с.

5. Изучение модулей КАМАК: Методические указания /Петрозаводский ун-т. - Петрозаводск, 1985. - 40 с.

6. Программирование модулей КАМАК на языке Квейсик: Методические указания /Петрозаводский ун-т. - Петрозаводск, 1984. - 39 с.

УДК 57(081.22/23+089):681.3

С.В.Архипенко, А.Р.Ежков

СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ И ВВОДА ПАРАМЕТРОВ
МУЛЬТИНЕЙРОННЫХ ИМПУЛЬСНЫХ ПОТОКОВ НА
БАЗЕ МИКРОЭВМ "ЭЛЕКТРОНИКА-60"

(г. Калининград)

Изучение системных механизмов функционального взаимодействия элементов нервной системы является важнейшей задачей нейрофизиологии. Во многих экспериментах регистрируют мультинейронную клеточную активность (внеклеточное отведение от коры мозга, ганглиев, нервов), анализ которой позволяет получить наиболее полную картину взаимодействия нервных клеток данной области ЦНС. В то же время внеклеточное отведение, зачастую, единственно возможный способ получения информации, особенно в экспериментах с хроническим вживлением электродов /1/.

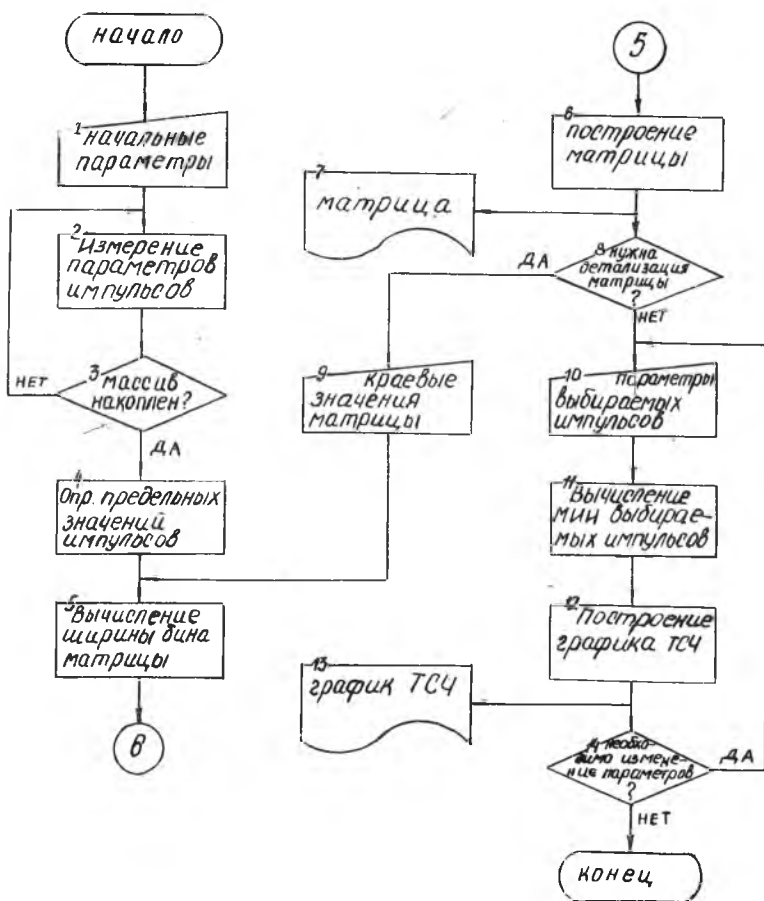
Существующие методы статистической обработки (построение автокорреллограмм, гистограмм взаимной и частотной корреляции и др.) позволяют с большой степенью уверенности физиологически интерпретировать регистрируемые данные /2/. Однако слабым звеном большинства

подобных исследований, в которых обычно используют амплитудную дискриминацию импульсов, является ненадежность распознавания в мультинейронном импульсном потоке разрядов, принадлежащих различным нейронам /3/. Хорошие результаты дает метод сплошного цифрового процесса с последующей выработкой эталонов всех присутствующих импульсов в импульсном ряду форм импульсов. Но этот метод требует больших объемов памяти и вычислений, поэтому при его использовании невозможно проведение экспериментов в реальном времени, что существенно снижает эффективность нейрофизиологического эксперимента.

В одной из работ /4/ показано, что для надежного распознавания импульсов определенной формы достаточно измерять два основных параметра: амплитуду позитивной и негативной фаз (внеклеточно отводимые импульсы, как правило, имеют двух- или трехфазную форму /3/ и длительность импульса. Этот принцип использован нами при создании системы.

Технические средства описываемой системы включают микроЭВМ "Электроника-60" с ОЗУ объемом 56 Кбайт, оснащенную перфоленточными устройствами ввода-вывода, системным терминалом и АЦПУ. Связь экспериментальной установки организована через модули в стандарте КАМАК. Для ввода временных параметров активности биологического объекта применены два стандартных двоичных счетчика. Амплитудные параметры измеряются АЦП (11 разрядов, 20 мкс) через коммутатор аналоговых сигналов. Отделение сигнала от шума и выделение экстремальных точек производится специально разработанным селектором - экстрематором. Кроме того, в состав системы входит генератор синхронных импульсов и два цифроаналоговых преобразователя для вывода графиков на плоттер. Программирование системы осуществлялось в системе *QUASIC*.

Блок-схема алгоритма работы системы представлена на рис. 1. В начальном диалоге (блок I) задаются коэффициент усиления масштабного усилителя селектора-экстрематора и объем накапливаемого массива параметров импульсов. Для каждого импульса исследуемого импульсного потока измеряются следующие параметры: интервал времени между данным и предыдущим импульсом (МИИ); амплитуда позитивной и негативной фаз импульса; интервал времени между максимумами позитивной и негативной фаз. Программно вычисляется и заносится в массив амплитуда, равная сумме двух последовательных фаз импульса. После накопления массива выполняется процедура поиска предельных значений



Р и с. 1. Блок-схема работы системы измерения, ввода и начальной обработки параметров мультинеурных импульсных потоков

(максимальных и минимальных) амплитуды и длительности зарегистрированных импульсов, что необходимо для определения начальной ширины бинов двумерной матрицы совместного распределения амплитуды и длительности (МАД) импульсов (блоки 2-5). Далее строится и выводится на АЦПУ МАД (блоки 6-7). Величина поля МАД установлена равной 20x20

бинов. Предусмотрена возможность детализации различных участков поля МАД. Для этого оператор должен ввести краевые значения интересующего участка МАД (блоки 8-9). Проанализировав МАД и избрав импульс, характеризуемый определенной амплитудой и длительностью, оператор задает эти параметры дискриминируемого разряда и период усреднения графика текущей средней частоты (ТСЧ) импульсов (блок 10). Система вычисляет МИИ выбранных импульсов, строит и выводит на двухкоординатный самописец график ТСЧ (блоки 11-13). Эта процедура при необходимости повторяется для всех представленных на МАД форм импульсов.

На рис. 2 приведена распечатка МАД, характеризующая модельный импульсный поток (500 имп.), образованный смещением двух импульсов, характеристики которых указаны на рисунке. Нулевые значения ячеек МАД представлены точками.

		AVERAGE	ST.DEV.						
IMP1	AMPL	4.230 V	0.073 V						
	DUR	0.954 MS	0.094 MS						
IMP2	AMPL	3.821 V	0.115 V						
	DUR	1.712 MS	0.075 MS						
NUMBER OF IMP. = 500									
.	.	.	.	.	.	.	.	.	4.400000
.	.	2	1	.	.	.	.	.	4.361600
.	.	2 1 14	1 1	.	.	.	.	.	4.323200
.	.	12 3 42	2 9	.	.	.	.	.	4.284800
.	.	12 10 72	5 4	.	.	.	.	.	4.246399
.	.	6 5 27	4 3	.	.	.	.	.	4.207999
.	.	2 2 5	2	.	.	.	.	.	4.169599
.	.	1	.	.	.	.	.	.	4.131199
.	.	.	.	.	.	.	.	.	4.092799
.	.	.	.	.	.	.	2 1	.	4.054399
.	.	.	.	.	.	.	.	.	4.015998
.	.	.	.	.	.	1 1	.	.	3.977598
.	.	.	.	.	.	.	3	.	3.939198
.	.	.	.	.	.	2 35 17	.	.	3.900798
.	.	.	.	.	.	6 1 76 45	.	.	3.862398
.	.	.	.	.	.	1 28 27	.	.	3.823998
.	.	.	.	.	.	2 2	.	.	3.785599
.	.	.	.	.	.	.	.	.	3.747199
.	.	.	.	.	.	.	.	.	3.708799
.	.	.	.	.	.	.	.	.	3.670399
I	I	I	I	I	I	I	I		
00.5	00.7	00.9	01.2	01.4	01.7	01.9			

Р и с. 2. Матрица совместного распределения амплитуды и длительности импульсов (ось ординат - амплитуда (В), ось абсцисс - длительность (мс))

Описанный выше алгоритм является начальным этапом нейрофизиологического эксперимента. После накопления массива и определения амплитудно-временных параметров интересующих импульсов исследование может вестись в реальном времени с применением различных видов стимуляции (в том числе и биосуправляемой стимуляции) и регистрацией эффекторных реакций объекта. Сочетая в себе быстроедействие амплитудных дискриминаторов и надежность дискриминации по амплитудным и временным параметрам импульсов, предложенная система позволяет, по-видимому, извлечь и использовать максимальное количество информации из внеклеточно регистрируемых импульсных потоков. Высокая разрешающая способность МАД открывает возможности для детального исследования влияния стимулирующих воздействий на биологический объект. Анализ формы импульсов после цикла стимуляции (построение МАД) позволит выявить факт вовлечения новых единиц и, возможно, определить их количество. Накопленная информация затем используется для изучения закономерностей взаимодействия изучаемых нервных элементов статистическими методами в отсроченном режиме.

Система испытана в нейрофизиологических исследованиях функциональной организации нейронных механизмов респираторного поведения брюхоногого моллюска. Она продемонстрировала свою высокую эффективность особенно при выполнении процедуры функциональной идентификации и квартирования нейронов центральных ганглиев.

Библиографический список

1. Бехтерева Н.П., Бунзен П.В., Гогэлицын Ю.Л. Мозговые коды психической деятельности. - Л.: Наука, 1977.
2. Мещерский Р.М. Анализ нейронной активности. - М.: Наука, 1972.
3. Гасанов У.Г. Системная деятельность корковых нейронов при обучении. - М.: Наука, 1981.
4. Lenzi P. Riconoscimento di spikes in tracciati multiunitari. I. Descrizione del metodo. *Boll. Soc. ital. Biol. spez.*, 1979, v. 55, N 18, p. 1829-1835.