

УДК 612.82.014.42.001.57

Г. А. КОЛОТЕНКО, канд. техн. наук, *Т. И. АХМЕДОВ*, канд. мед. наук,
В. А. СКУМИН, канд. мед. наук

**БИНАРНОЕ КОДИРОВАНИЕ МНОЖЕСТВА ВАРИАБЕЛЬНЫХ
ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ ПОТЕНЦИАЛОВ
ГОЛОВНОГО МОЗГА**

Методы автоматического анализа переменных пространственно-временных организаций синхронных и асинхронных потенциалов (АСП) головного мозга, положенные в основу бионического виртуального мультипараметрического устройства (ВМУ), позволяют производить параллельную дешифровку синхронизированной и асинхронизированной биоэлектрической активности. Возмущения формируют фазовые портреты различных функциональных состояний в форме комбинаторных признаков АСП. Признаки АСП имеют инвариантные структуры и нестационарное исходное распределение во времени выборки, характерное для данного фазового портрета. Как временные интервалы, так наборы признаков АСП варьируют в зависимости от функционального состояния. Код может быть представлен в виде графа и синтезирован в матрицу. Управляющий бионический ВМУ включает стробирующий сигнал обратной

связи данного кода соответствующего порогового уровня, т. к. матрица кодов АСП ВМУ в данном случае многоуровневая. Приоритетная подсистема алгоритмизированных существенных признаков (кодов) АСП выполняет функции управления, подсистема регулирования реализует робототехнические функции. Таким образом, строится бионический ВМУ-робот. Супервизор управляющей системы, входящей в состав бионического интеллекта робота, управляет вводом-выводом программных модулей (ПМ) комбинаторных признаков АСП.

Вероятный автокод АСП представляет экстремумы переменных пространственно-временных организаций потенциалов головного мозга. Бионический ВМУ автоматически классифицирует матрицы существенных комбинаторных признаков АСП согласно различным фазовым портретам. Экстремумы АСП, имеющие вероятностную направленность веса, отображаются в виде вершин орграфа, а логические пространственно-временные связи между ними — дугами. Переходы логических связей между экстремумами АСП образуют информационно-поисковые пути ВМУ. Граф типа дерева информационного поиска в пределах истоковых и стоковых матриц существенных комбинаторных признаков АСП реализуется ВМУ в реальном времени. Транспонированные матрицы, матрицы смежности фазовых портретов комбинаторных признаков АСП являются вершинами такого информационно-поискового дерева ВМУ. Каждой такой матрице соответствует пороговый уровень. Стоковые и истоковые матрицы существенных признаков АСП образуют вершины графа типа «И/ИЛИ». Набор матриц различных состояний образует базу данных ВМУ. В результате формируется топология массива информации ВМУ в виде тезауруса. Такой подход к решению основных биологических проблем, несомненно, актуален и имеет научную и практическую ценность.

Мы ставим своей целью разработать бинарный автокод в форме комбинаторных признаков АСП различных функциональных состояний.

Так как производится автоматический системный анализ экстремумов АСП, напомним, что под системой в данном случае следует понимать совокупность АСП инвариантных структур, взаимосвязанных пространственно-временными отношениями. Информационные системы экстремумов АСП отображают переходы пространственно-временных отношений в форме бинарно закодированных сообщений или переменных сигналов, автокодов. Под кибернетическим анализом в данном случае нужно понимать автоматический анализ множества систем комбинаторных признаков АСП и целевое управление ими. Пространственно-временные синхронные и асинхронные связи понимаются в двух аспектах. В узком смысле — в аспекте логических связей, которые необходимы для анализа функций,

реализуемых логическими элементами и использованных при разработке ВМУ-роботов. В широком смысле — это взаимообусловленности множества распределенных в пространстве и времени экстремумов АСП инвариантных структур.

Отображаемые системы АСП позиционны, координируемы, адресны, так как зависят от местоположения, позиции, координат, адреса пространства измерения. Основой бинарного кодирования является двоичное счисление. Кодирование АСП инвариантных структур в двоичной системе счисления производится по формуле:

$$a_n 2^n + \dots + a_1 2^1 + a_0 2^0 + a_{-1} 2^{-1} + \dots + a_n 2^{-n}. \quad (1)$$

Фиксируется наличие АСП, равных или превышающих уровень заданной амплитуды и обозначенных логической «1». Поэтому такой код назван бинарным. Преимущество его в том, что он позволяет отобразить нестационарные случайные колебания с многомерным параллельным измерением. Формируется бионический автокод АСП согласно функциональному состоянию. Если в формуле двоичного счисления учитывать экстремумы АСП положительной полярности, то отсчет нужно производить от $a_0 \cdot 2^0$. В формуле (1) сохранится левосторонний положительный полурад:

$$a_n 2^n + \dots + a_1 2^1 + a_0 2^0. \quad (2)$$

Если кибернетически анализируются АСП отрицательной полярности, то проводится аналогичный отсчет от $a_0 2^0$. Сохраняется правосторонний отрицательный полурад:

$$a_0 2^0 + a_{-1} 2^{-1} + \dots + a_{-n} 2^{-n}. \quad (3)$$

Таким образом, ряд (1) позволяет кодировать АСП обеих полярностей.

Пусть имеется 4 канала регистрации: лобно-височная зона правой стороны FTR — 1, левой FTL — 2, теменно-затылочной правой POR — 3, левой ROL — 4. Допустим, что исследуются АСП положительной полярности. Условимся, что точкой отсчета является правосторонняя лобно-височная зона 1. Отсутствие АСП либо не превышение порога срабатывания логических элементов равно логическому «0».

Появление АСП только на отсчетной зоне FTR означает: $1 \cdot 2^0 = 1 \cdot 1 = 1$. Появление их на одной из двух других с отсутствием на отсчетной зоне FTR обозначим: $1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 = 1 \cdot 2 + 0 \cdot 1 = 2$. Появление потенциала головного мозга на FTR и любой второй зоне опишем алгоритмом: $1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 1 \cdot 2 + 1 \cdot 1 = 3$. Это предпосылки для конструирования бионической мажоритарной модели множества различных комбинаторных признаков АСП. При таком кодировании системы АСП можно характеризовать числами десятичной системы счисления. При этом, от 4 до 7 рассматриваются три зоны

регистрации, из которых число 4 характеризует пространственно-временную организацию асинхронного потенциала, согласно двоичной системе счисления, равно: $1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 = 4$. Число 5 в десятичной системе счисления характеризуется пространственно-временные «мажоритарные» организации синхронных потенциалов двухкомпонентных структур трех зон регистрации, один из потенциалов которой находится на отсчетной зоне *FTR*, другой характеризуется числом 4: $1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 1 \cdot 4 + 0 \cdot 2 + 1 \cdot 1 = 4 + 1 = 5$. Число 6 определяется переменной пространственно-временной организацией синхронных потенциалов головного мозга двухкомпонентных структур из трех зон при отсутствии потенциала на *FTR*: $1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 = 4 + 2 + 0 = 6$. Наконец, число 7 устанавливается переменными пространственно-временными организациями синхронных потенциалов головного мозга трехкомпонентных структур из трех зон, включая отсчетную *FTR*: $1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 4 + 2 + 1 = 7$.

При построении мажоритарной модели множества АСП число 1 характеризует пространственно-временную организацию асинхронного потенциала, регистрируемого от отсчетной зоны; число 2 — асинхронный потенциал, регистрируемый от любой зоны, кроме отсчетной. Иначе, числа 1 и 2 являются мерами мажоритарных систем асинхронных связей. Число 3 характеризует мажоритарную систему синхронных связей, включая зону отсчета. Мера числа 4 такая же, как 1 и 2, но оценивает не две, а три зоны регистрации. Числа 5 и 6, как отмечено, определяют мажоритарные системы локальных синхронных связей, причем 5 включает потенциалы отсчетной зоны, 6 — любые другие.

Число 8 изображает пространственно-временную организацию асинхронных потенциалов, регистрируемую от одной из четырех каналов: $1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 = 8$. Число 9 в десятичной системе счисления означает появление синхронных потенциалов, один из которых расположен на отсчетной зоне, другой, — как и при числе 8: $1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^0 = 9$. Для числа 10 характерна переменная организация синхронных потенциалов, один из которых расположен, как для 8 и 9, другой — на втором, отведении после зоны отсчета: $1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 = 10$. Число 11 определяется признаком синхронных потенциалов трехкомпонентных структур. Два из них расположены по подобию 10, остальной — на зоне отсчета: $1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 8 + 2 + 1 = 11$. Числом 12 кодируются синхронные потенциалы трехкомпонентных структур: $1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 = 8 + 4 = 12$. Число 13 кодирует потенциалы трехкомпонентных структур: $1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 8 + 4 + 0 + 1 = 13$. Аналогичную пространственно-временную организацию синхронных потенциалов имеет число 14: $1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 = 8 + 4 + 2 + 0 = 14$. Наконец, чис-

ло 15 характеризует пространственно-временную организацию гиперсинхронных (генерализованных) синхронных потенциалов: $1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 8 + 4 + 2 + 1 = 15$.

Проранжировав числа в десятичной (1, 2, 4, 8) и соответственно в двоичной (1, 10, 100, 1000) системах счета, обнаружили возрастающую прогрессию десятичных чисел. Отложим по оси абсцисс признаки АСП переменных структур согласно классу, по оси ординат — вес (частость), накопленный за период выборки (реализации). А теперь строятся полигоны, гистограммы, кумулятивные кривые или огивы. Из данных чисел бинарного кода можно выделить три вариационных ряда, обозначив признаки АСП соответственно в двоичной или десятичной системах счета. Первый вариационный ряд показан выше, второй — в десятичной системе: 3, 5, 6, 9, 12, в двоичной — 11, 101, 110, 1001, 1010, 1100, третий вариационный ряд в десятичной системе счета равен: 7, 11, 13, 14, в двоичной — 111, 1011, 1101, 1110. Наконец, четвертый вариационный ряд «свернут» в одну пространственно-временную организацию гиперсинхронных потенциалов головного мозга. Наибольшее разветвление признаков АСП наблюдается для двухкомпонентных структур. Таким образом, учитываются инварианты АСП, в которых наиболее информативными являются экстремумы АСП, имеющие вероятное распределение весов согласно различимому фазовому портрету. В основу различения состояний положены алгоритмы информационного поиска.

Переход экстремума АСП от одного разряда к другому в бионическом преобразовательном плане системы счисления происходит в двоичный разряд после единицы в десятичном счислении, в трюичный — после трех, переход в следующий разряд осуществляется после числа 7. В тетрадах до числа 15 отображаются системы комбинаторных признаков АСП в пределе до гиперсинхронных структур.

Можно представить код, отображающий инвертированные логические «0» в том смысле, что в эти моменты АСП отсутствуют. ВМУ селектирует АСП, выполняет ряд логических эквивалентных преобразований, синтезирует АСП данные и формирует обобщенную оценку. Упорядочение признаков АСП однородных вариационных рядов означает расположение выделенных и сформированных признаков АСП в определенной последовательности, допустим, в порядке возрастания или убывания весов. ВМУ логически объединяет признаки АСП частных массивов в общий.

Репродуцирование — автоматическое снятие копии синхронизированных и асинхронизированных потенциалов с оригинала. Обратный процесс заключается в снятии дубликата с различных систем и подсистем АСП. Дублирование позволяет автоматически обучить адаптивный бионический ВМУ, рабо-

тающий по принципу вероятностного иерархического функционирования комбинаторного автокода АСП. Репродуцирование положено в принцип генерации систем АСП ВМУ, которое в сопряженном режиме может коммутироваться с АСВТ или мультипараметрической мультипроцессорной микросистемой на БИС или СБИС. В этом случае может происходить сравнение структур, веса и варибельности оригинала в форме систем АСП с копией и дубликатом. При совпадении вероятных величин бионическое самоадаптирующееся ВМУ многозадачно функционирует, при расхождении — в специальном указателе фиксируется ошибка. В бионический ВМУ переносятся реквизиты множества признаков АСП инвариантных структур с оригинала. Набор циклов образует многосерийное дублирование множества систем различных экстремумов АСП.

Процесс перфорации данных биоэлектрической активности наиболее трудоемок в системе технологии обработки информации. Поэтому кибернетический системный анализ должен строиться на основе модульно-магистральной пространственно-временной организации комбинаторных наборов признаков АСП инвариантных структур. Коды ПМ включают команды в форме признаков АСП, которые коммутируются последовательно-параллельно во всем разнообразии сочетаний. Одна команда включает ряд подкоманд. Команда одновременно реализует действие, обеспечивающее конкретизацию ответа в форме систем алгоритмизированных признаков АСП согласно различимости функционального состояния. Получается, что бинарное кодирование АСП, реализация эквивалентных микроопераций и ранжирование в ВМУ однократно. Код подкоманд изображается посредством символов: файлов, дискетт, цифр. Каждая подкоманда несет единицу двоичной информации, имеющую, согласно отображаемой инвариантной структуре, адрес. Маркировка признаков АСП определяется схемой подсоединения входов логических элементов, включенных в состав бионического ВМУ, который, как видно, выполняет функции управляющей системы робота.

Пусть подсистема синхронных связей головного мозга B_1 поступает на входы логического элемента A , B_2 — на логические элементы $A + 1$, B_3 — на $A + 2$, B_4 — на $A + 3$. После кодирования с выхода соответствующих логических элементов на входы считывающих узлов поступают логические «1», свидетельствующие о сформированности соответствующих комбинаторных признаков АСП. При поступлении признака АСП на входы логического элемента $A + 1$ происходит суммирование «1». Совокупность одноцикловых равновероятных весовых подкоманд образует цикловую равновероятную одновесовую команду. Множества команд формирует программный модуль (ПМ) комбинаторных экстремумов АСП, который в динамике индивидуального развития может быть неповторимым. Различ-

мый ПМ признаков АСП после автоматического редактирования в ВМУ становится детерминированным. Автоматический алгоязык отображает естественный автокод комбинаторных признаков различных функциональных состояний. Синтаксис — это система правил построения абсолютных ПМ комбинаторных автокодов АСП. Семантика — система правил толкования построений ПМ существенных признаков АСП согласно фазовым портретам функциональных состояний. Детерминированные ПМ комбинаторных признаков АСП в этом случае представляют однозначные наборы кодов АСП, в которых исключен фактор случайности. Дискретность наборов признаков АСП состоит в том, что несомая ими информация имеет модульную форму, т. е. порциальна, а сами признаки АСП представляют кванты в форме цифр, букв, слов, формул, файлов, дискетт и т. д., так как они прерывисты, разделены равными и неравными интервалами в нестационарном потоке. Так как рассматриваются выборки, набор комбинаторных признаков АСП конечен.

Если АСП являются буквами, то каждый признак, представляющий сжатую инвариантную структуру пространственно-временных организаций АСП, является словом. Если классифицировать признаки АСП по числу структурных компонент, то комбинаторные признаки АСП образуют разные длины слов. Длина признакового слова АСП после уплотнения может быть символизирована натуральным числом или буквой русского, латинского, греческого, английского и другого алфавита. Следовательно, набор комбинаторных признаков АСП выборки представляет в таком случае конечное множество M_i слов АСП разных длин, составленных из синхронных и асинхронных букв i -го различного состояния. Совокупность различных функциональных состояний позволяет выделить характеристические пространственно-временные моменты в динамике процессов, синтезировать в матрицы существенных комбинаторных признаков АСП, связать как логическое объединение декартовых степеней алфавита X :

$$M = X^0 \cup X^1 \cup \dots \cup X^n. \quad (4)$$

Подмножество L множества M признаковых слов АСП алфавита X является языком над алфавитом X .

Функция $Y = F(X)$, отображающая X из M в Y множества M представляет алфавитный оператор F , заданный в M . Установление такого соответствия важно при автоматических эквивалентных преобразованиях признаков АСП в ВМУ-роботе, так как алфавитный оператор F позволяет отобразить совокупность подмножеств L_n , согласно различимости функциональных состояний. К сожалению, не всегда можно установить функциональную связь между входным языком алфавитного оператора и словами АСП выходного языка.

В ВМУ предлагается применить бионический интеллект роботов (далее БИР). БИР строится по системе роботизированных модульно-магистральных пространственно-временных комбинаторных организаций АСП головного мозга. Под роботизированными АСП понимаются комбинаторные алгоритмизированные признаки автокодов АСП, имеющие программно-автоматическое обеспечение, строящиеся на основе аналоговых ЭЭС. Так как АСП логически селективируются из многоканальных случайных нестационарных биоэлектрических процессов головного мозга, для того, чтобы получить смысловые логические пространственно-временные связки алгоритмов измерений, необходимо, с одной стороны, синтезировать дешифрованную уплотненную информацию, с другой — создать такие условия генерирования биоэлектрических процессов, чтобы полученные массивы информации были функционально различимы. У обученных операторов методам саморегуляции высших психофизиологических функций имеется возможность регистрировать различные слова АСП.

Синтезированные и хранимые в БИР ВМУ-робота сформированные фазоимпульсные, амплитудно-модулированные коды АСП, ряд последовательностей существенных мажоритарных параметров, арифметико-логических наборов автокодов АСП являются в этом случае производной ЭЭС как продукта интеллектуального акта, отображением пространственно-временных электрофизиологических свойств, поэтому отвечают бионическому назначению.

Автоматическое измерение, анализ и оценка вероятностных пространственно-временных характеристик ЭЭС с применением микропроцессорных систем для робототехнического автоуправления и авторегулирования — перспективное направление в машиностроении. Кодерные статистические измерения многоканальной ЭЭС с помощью МПУ и ВМУ-роботов логически отфильтровывают вероятностные пространственно-временные характеристики дискретных биосигналов, которые можно классифицировать на синхронные и асинхронные согласно функциональных различных состояний. Других в природе электрической активности головного мозга не существует. Синхронизм и асинхронизм — граничные значения. Между ними имеется обширная область перехода случайных биопотенциалов от синхронизма к асинхронизму. Комбинаторность синхронных и асинхронных дискретных биосигналов головного мозга многократно возрастает, если учитывать не только однополярные, но разнополярные архитектоники сигналов.

Изучение применяемых робототехнических средств показывает, что до настоящего времени в области бионики биокибернетических средств отображения комбинаторных признаков АСП из многоканальных нестационарных сигналов головного

мозга наблюдается разрыв между теоретическими представлениями и практическими нуждами, прежде всего, в МПУ-роботах.

Сопряжение микроэлектронных автоуправляющих систем с механическими роботами и многофункциональной разноуровневой иерархической подсистемой управления адаптивного БИР, динамическим конфигуратором, изменяющимся в многоуровневом режиме со сканированием, дальнейший переход на сверхбольшие микромодульные электронные схемы автоматики, позволяют применить в многомерных и многоматериальных схемах и конструкциях роботов супервизорные ОСРВ, ДОСРВ, а также множественный и оптимальный синтаксис систем автокоманд АСП преобразования кодов ПМ, записанных на дисках НМД с одинарной и двойной плотностью.

Логика модели БИР обеспечивает автономный, дистанционный и эргатические режимы. Стартовые МП трансформируются в политомийное начало функционирования систем автоматических алгоритмов комбинаторных признаков АСП инвариантных структур. Дальнейшее развитие БИР приведет к реализации модели формализованных умозаключений, модусных силлогизмовых, деструктивных, этиллемно-конструктивных подсистем модульных и межмодульных пространственно-временных АСП, сформируется причинно-следственный самоорганизующийся БИР робототехнических систем.

Созданная бионическая система управления обладает сингулярными и несингулярными элементами, а также ограниченными свойствами.

Функционирование БИР на базе микропроцессорной специализированной системы должно быть сингулярным, т. е. прогнозироваться в любой момент значений при наличии иерархического многоуровневого множества взаимозависимых и взаимообусловленных подсистем модульных и межмодульных синхронных и асинхронных связей так, чтобы конструктивный ансамбль подсистем был достоверным.

Вторая противоречащая система, интегративно связанная с первой, основывается на несингулярных, т. е. случайных нестационарных многоканальных процессах головного мозга различных функциональных состояний.

Если в первой системе процессы и дискретные ЭЭС могут быть немарковскими, то в системе второго класса — это марковские случайные биоэлектрические процессы и события, так как качество прогнозирования отображаемой ЭЭС не зависит от значений, предшествующих данному. Немарковские процессы проявляются при преобразовании подсистем пространственно-временных организаций комбинаторных признаков АСП. Деструкция множества подсистем БИР и создание конструктивных подсистем модульных и межмодульных синхронных и асинхронных связей инвариантных структур строится в

прогнозируемом плане с учетом моментов времени и пространства, предшествующих данному, т. е. с учетом «предыстории».

Ограничительные свойства предлагаемого БИР состоят в том, что ими не обеспечиваются эвристические и интуитивные алгоритмы, так как адаптивность данного интеллекта не переходит в область творчества. Интуитивные представления связаны с непредсказуемостью мгновенных значений систем пространственно-временных организаций комбинаторных признаков АСП. БИР не может решать неопределенные задачи.

Предложенный автокод АСП инвариантных структур позволяет повысить уровень интеллектуальной микроэлектронной нагрузки роботов с одновременной рационализацией психофизиологического комфорта оператора в диалоговом режиме с помощью автоматических методов, алгоритмов, реализуемых специализированной микропроцессорной системой ВМУ-робота, многозначно и многозадачно функционирующей по принципу БИР.

Практическая ценность заключается в том, что с помощью кодеров ВМУ-робота удается уплотнить несингулярные многопараметрические данные АСП, поступающие на входные порты ВМУ-робота, получить естественный автокод согласно различным функциональным состояниям.

Научная значимость и новизна состоит в том, что впервые в практике робототехники с помощью естественного автокода АСП инвариантных структур установлена зависимость между автоуправляющими подсистемами БИР ВМУ-роботов на БИС, СБИС с применением супервизоров ОСРВ, ДОСРВ, в форме многоуровневых иерархических взаимосвязанных и взаимообусловленных подсистем пространственно-временных связей машинных, файловых, дискеттных ПМ в дешифраторном библиотечном автоматическом тезаурусе программных матриц существенных признаков АСП различных функциональных состояний организма.

Поступила в редколлегию 16.04.85