

УДК 51-7:159.938

Т.В. Кухарова

**УПРАВЛЕНИЕ «ФАЗОВЫМ» СОСТОЯНИЕМ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО
ОРГАНИЗМА**

Хорошо известны методы перевода из одного фазового состояния в другое. В статистических исследованиях аналогом фазового состояния объекта служат классифицирующие функции. Ставится задача перевода объекта из заданного состояния (с заданным набором классифицирующих функций) в другое состояние (соответствующее другому набору классифицирующих функций). В работе применены методы статистических исследований, а также алгебраические методы составления и преобразования систем разностных уравнений. Рассмотрен метод определения параметров входных воздействий, переводящих объект в заданное состояние. Реализация данной методики в медицине позволит определить адекватную дозу лекарственного препарата.

«Фазовое» состояние; классифицирующие функции; наблюдатель объекта; переменные состояния, входа и выхода объекта.

T.V. Kukharova

CONTROL "PHASE" STATE OF THE HUMAN BODY

The methods of transfer from one phase state to another are well known. In the statistical studies functions for classification are an analog of phase state of the object. The aim is to translate the object from a given state (with a given set of functions for classification) to another state (corresponding to another set of functions for classification). In this paper we apply methods of statistical research, and algebraic methods for the preparation and transformation of systems of difference equations. A method for determining the parameters of input actions that translate an object to a given state has considered. The implementation of this technique in medicine will allow to determine the adequate dose of the drug.

"Phase" state; functions for classification; observer of object; state variables, input and output of object.

Для определения состояния объекта могут быть использованы классифицирующие функции, полученные в результате дискриминантного анализа экспериментальных данных. С целью определения параметров воздействий, обеспечивающих перевод объекта в определенное состояние, будем рассматривать этот процесс как перевод из одного «фазового» состояния (с заданным набором классифицирующих функций) в другое (соответствующее другому набору классифицирующих функций).

Например, если речь идет о психическом состоянии человека, могут рассматриваться такие состояния как норма, экзогенное, эндогенное и психогенное психические расстройства. В [1] нами показана возможность определения наличия у человека психического расстройства и генеза расстройства в случае его наличия с помощью параметров электропроводности, полученных при измерении накожными электродами с помощью АПК «АМСАТ-Коверт». По результатам диагностики принимается решение о лечебных мероприятиях, которые должны привести пациента к выздоровлению.

В общем случае классифицирующие функции запишутся следующим образом:

$$y_i = \sum_{j=1}^n c_{ij} x_j + c_i^*, \quad i = \overline{1, l}, \quad (1)$$

где l – число состояний объекта, y_i – значение классифицирующей функции, соответствующей i -му состоянию, n – число значимых для распознавания парамет-

ров, x_j – значение j -го параметра, c_{ij} – коэффициент при j -м параметре для i -й классифицирующей функции, c_i^* – свободное слагаемое для i -й классифицирующей функции.

Коэффициенты классифицирующих функций c_{ij} и c_i^* могут быть вычислены исходя из представлений дискриминантного анализа [2, 3].

Состояние объекта определяется в соответствии с тем, значение которой из классифицирующих функций максимально:

$$\text{состояние} = i^*, \text{ если } y_{i^*} = \max_{i=1, \overline{l}} y_i.$$

Систему уравнений (1) будем рассматривать как наблюдатель объекта объекта, параметры x_j – как внутренние переменные (переменные состояния) объекта, а y_i – как переменные выхода объекта.

При изменении параметров состояния значения классифицирующих функций изменятся следующим образом:

$$\frac{\Delta y_i}{\Delta t} = \sum_{j=1}^n c_{ij} \frac{\Delta x_j}{\Delta t}, \quad i = \overline{1, l},$$

$$\Delta y_i = \sum_{j=1}^n c_{ij} \Delta x_j. \quad (2)$$

Значение каждой из классифицирующих функций в данный момент времени будет определяться как сумма значения функции в предшествующий момент и изменения, произошедшего за рассматриваемый промежуток времени.

Теперь предположим, что объект испытывает влияние конечного множества входных воздействий (f_1, f_2, \dots, f_m) .

Влияние входных переменных на каждую из переменных состояния зададим линейными комбинациями значений этих переменных и переменных состояния системы в предшествующий момент времени:

$$\frac{\Delta x_j}{\Delta t} = \sum_{p=1}^n a_{jp} x_p + \sum_{q=1}^m b_{jq} f_q, \quad j = \overline{1, n}. \quad (3)$$

Коэффициенты a_{jp} и b_{jq} определим с помощью регрессионного анализа результатов эксперимента по определению установившейся реакции на определенные воздействия и при определенном значении переменных состояния в исходный момент времени.

Если необходимо перевести объект в иное «фазовое» состояние (например в состояние l) нашей целью является определение входных воздействий, соответствующим образом корректирующих значения классифицирующих функций, т.е. таких, чтобы:

$$y_l - y_k > 0, \quad k = \overline{1, l-1}. \quad (4)$$

Для этого должно выполняться условие:

$$\Delta y_l > y_k - y_l + \Delta y_k, \quad k = \overline{1, l-1}. \quad (5)$$

В системе уравнений (5) выразим значения переменных выхода и изменений переменных выхода через значения переменных состояния, их изменений и значения входных переменных:

$$\begin{aligned} & \sum_{j=1}^n c_{lj} \left(\sum_{p=1}^n a_{jp} x_p + \sum_{q=1}^m b_{jq} f_q \right) \Delta t > \sum_{j=1}^n c_{kj} x_j + c_k^* - \sum_{j=1}^n c_{lj} x_j - c_l^* + \\ & + \sum_{j=1}^n c_{kj} \left(\sum_{p=1}^n a_{jp} x_p + \sum_{q=1}^m b_{jq} f_q \right) \Delta t; \\ & \sum_{j=1}^n c_{lj} \sum_{p=1}^n a_{jp} x_p \Delta t + \sum_{j=1}^n c_{lj} \sum_{q=1}^m b_{jq} f_q \Delta t > \sum_{j=1}^n c_{kj} x_j + c_k^* - \sum_{j=1}^n c_{lj} x_j - c_l^* + \\ & + \sum_{j=1}^n c_{kj} \sum_{p=1}^n a_{jp} x_p \Delta t + \sum_{j=1}^n c_{kj} \sum_{q=1}^m b_{jq} f_q \Delta t. \end{aligned} \quad , k = \overline{1, l-1}$$

Перенесем слагаемые, содержащие переменные входа в левые части неравенств, остальные – в правые части неравенств.

$$\begin{aligned} & \sum_{j=1}^n c_{lj} \sum_{q=1}^m b_{jq} f_q \Delta t - \sum_{j=1}^n c_{kj} \sum_{q=1}^m b_{jq} f_q \Delta t > \sum_{j=1}^n c_{kj} x_j + c_k^* - \sum_{j=1}^n c_{lj} x_j - c_l^* + \\ & + \sum_{j=1}^n c_{kj} \sum_{p=1}^n a_{jp} x_p \Delta t - \sum_{j=1}^n c_{lj} \sum_{p=1}^n a_{jp} x_p \Delta t. \end{aligned} \quad (6)$$

Данная система уравнений решаема, если число внешних воздействий $m \leq l-1$, система имеет единственное решение при $m = l-1$. Если система не имеет решений, то перевод объекта в заданное состояние невозможен. Это хорошо согласуется с наличием, так называемым, «точки невозврата», т.е. такого состояния пациента, при котором никакие лечебные мероприятия не приведут его к выздоровлению.

При применении данной методики в медицине в качестве внешних воздействий могут выступать применяемые для лечения манипуляции и лекарственные средства, а ее реализация даст возможность сформировать траектории адекватного лечения, последовательно, безопасно и эффективно переводящие человека в диапазон нормы или достоверного улучшения здоровья.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Боев И.В., Золотарев С.В., Боев О.И., Кухарова Т.В., Бакуменко К.И., Уткин В.А., Ягода С.А., Иванченко В.В. Исследование возможностей инструментальной диагностики генеза психических расстройств // Актуальные вопросы психоневрологии. Сборник научных работ Российской конференции. – Ставрополь: Изд-во Ст.ГМА, 2011. – С. 117-124.
2. Уткин В.А. Статистические технологии в медицинских исследованиях: Монография. – Пятигорск: ГНИИК, 2002. – 214 с.
3. Гайдьшев И. Анализ и обработка данных: Специальный справочник. – СПб: Питер, 2001. – 752 с.
4. Першин И.М. Анализ и синтез систем с распределенными параметрами. – Пятигорск: Рекламно-информационное агентство на КМВ. 2007. – 244 с.
5. Душин С.Е., Зотов Н.С., Имаев Д.Х. и др. Теория автоматического управления: Учеб. для вузов / Под ред. В.Б. Яковлева. – М.: Высшая школа, 2003 – 567 с.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор А.М. Макаров.

Кухарова Татьяна Валерьевна – Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина); e-mail: unit-4@yandex.ru; 357350, Ставропольский край, Предгорный район, ст. Эссентукская, ул. Мичурина,70; тел.: +79614790988; аспирант.

Kukharova Tatyana Valerevna – Saint-Petersburg State Electrotechnical University «LETI»; e-mail: unit-4@yandex.ru; 70 Michurin street, Essentukskaya, Predgorny district, Stavropol reg., 357350, Russia; phone: +79614790988; postgraduate student.

УДК 612.821

Е.П. Муртазина, Б.В. Журавлев

**АНАЛИЗ НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОЦЕССОВ
РАССОГЛАСОВАНИЯ В АКЦЕПТОРЕ РЕЗУЛЬТАТА ДЕЙСТВИЯ
НА МОДЕЛЯХ ОБУЧЕНИЯ ЖИВОТНЫХ И ЧЕЛОВЕКА**

Проведён анализ активности нейронов мозга животных, психофизиологических показателей человека в процессе рассогласования целенаправленной деятельности. Выявлены нейрофизиологические, вегетативные механизмы рассогласования в акцепторе результата действий при совершении ошибок, других видах недостижения результата. Предложены методы, алгоритмы анализа индивидуально-типологической выраженности процессов рассогласования, влияния на последующую деятельность, которые могут позволить разработать новые способы объективной психофизиологической оценки и прогнозирования успешности деятельности человека.

Рассогласование; результативность; нейрофизиологические механизмы.

H.P. Murtazina, B.V. Zhuravlev

**THE ANALYSIS OF NEUROPHYSIOLOGICAL INDICES PROCESSES
MISMATCH IN ACCEPTOR RESULT OF ACTION ON THE MODELS
OF LEARNING ANIMAL AND HUMAN**

The analysis of brain neuronal activity of animals, the human's psychophysiological indices in the process of disagreeing the goal-directed behavior is carried out. The neurophysiological mechanisms of disagreement in the acceptor of results after errors, other forms of the nonattainment of result are revealed. Are proposed the methods, algorithms for analysis individual- typological manifestation of disagreement processes, influence on the subsequent work, which can make it possible to develop the new methods of psychophysiological evaluation and predicting the success of human activities.

Disagreement; results; neurophysiological mechanisms.

Теория функциональных систем П.К.Анохина рассматривает поведенческий акт как определенный набор узловых механизмов включающих в себя афферентный синтез с блоками доминирующей мотивации, памяти, пусковых и обстановочных афферентаций, стадию принятия решения, формирования акцептора результатов действия и программы действия, достижения результата и обратную афферентацию о параметрах результата [1]. Аппарат акцептора результатов действия (АРД) формируется для оценки параметров полезного результата организмом. Считается, что в основе его функционирования лежат нейрофизиологические механизмы взаимодействия клеточных элементов в центральной нервной системе и периферических рецепторных образований. Достижение результата вызывает процесс «согласования» в АРД и возникновение положительного эмоционального состояния. Однако при недостижении необходимого результата, удовлетворяющего доминирующую мотивацию организма или субъекта, возникает процесс «рассогласования», что формирует отрицательное эмоциональное состояние и как следствие поиск новых афферентаций через ориентировочно-исследовательскую (ОИР) поисковую форму поведения для создания нового эфферентного синтеза или программы достижения результата. Однако при длительном недостижении