

УДК 004.81:007.5:612.822

## К ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИМ ОСНОВАМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

© Воронов А.В.

ИНСТИТУТ АВТОМАТИКИ И ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ ДВО РАН  
ул. Радио, 5, г. Владивосток, 690041, Россия  
E-MAIL: voronov.ia@mail.ru

**Abstract.** Actuality of research of reflection by the objective methods is justified. Reacting of different areas of cortex on words has been studied. Activities in the areas F7, F8 and other have been found. The sequence of the states corresponding to increasing of activity of crust structures has been established. Development of works on creation of artificial intelligence is associated with the exposure of neurophysiological mechanisms and construction of neurobiocontrol theory.

### ВВЕДЕНИЕ

Тематика искусственного интеллекта, в настоящее время, в эпоху информационного общества является приоритетным научным и прикладным направлением в мире. Именно повсеместно применяемые системы искусственного интеллекта и основанные на них интеллектуальные технологии могут стать для человека и цивилизации в целом ключом к обществу, основанному на знаниях. Для разработки эффективных систем искусственного интеллекта необходимо больше внимания уделять исследованию и воспроизведению процессов познавательно-творческой деятельности человека, субъект-субъектного взаимодействия людей в условиях информационного общества и т.п. [1, 2]. Вместе с тем, сегодня в мире интенсивно развивается целый комплекс когнитивных наук по исследованию восприятия, мышления, сознания, поведения, эмоций, языка и других существенных характеристик человека и мозговых механизмов этих характеристик. Надо эффективно дополнять представления о когнитивных составляющих человека (интеллекте, мышлении, рефлексии, эмоциях и т.п.) и одновременно радикально развивать систему взглядов на разработку и развитие подходов к созданию эффективных систем искусственного интеллекта. Человек, осуществляя и анализируя деятельность, способен рефлексировать, осознавать результаты деятельности, применять, пожалуй, наиболее сложные формы обратной связи. Причем, именно биологической обратной связи нейрофизиологи придают универсальную и решающую роль при когнитивных процессах. Исследование когнитивных процессов и принципов биологической обратной связи, и, особенно, рефлексии, несомненно, актуальнейшая проблема современности, и может стать важнейшим и ключевым фактором при разработке эффективных систем искусственного интеллекта.

### 1. ОБ ИЗУЧЕНИИ РЕФЛЕКСИИ

Изучением рефлексии давно занимается философия и психология. В философии рефлексия понимается как один из основных принципов философского мышления,

лежащий в основе сознания и направленный на осмысление и обоснование собственных умозаключений. В психологии проблема рефлексии рассматривается как процесс самопознания субъектом внутренних психических актов и состояний. Понятие рефлексии получило развитие в алгебраическом рефлексивном подходе, предложенном В.А. Лефевром. Тем не менее, детальное понимание рефлексии и существенный прогресс в понимании механизмов рефлексии не могут быть достигнуты чисто философскими построениями, методами психологии и математики без систематического исследования явления рефлексии объективными методами. В 90-х годах XX-го века, объявляемых десятилетием мозга, в мире росло экспоненциально количество публикаций в области когнитивных наук [3]. Был получен ряд интересных результатов по различным психическим состояниям и др. Однако изучению рефлексии нейрофизиологи и специалисты других близких дисциплин уделили недостаточное внимание. Понятие рефлексии связано с представлениями о самом субъекте-человеке и неразрывно от его мышления, интеллекта, эмоций, языка и т.д. Одним из подходов к детальному исследованию когнитивных процессов, в том числе явления рефлексии, может стать подход, основанный на знаково-речевой парадигме [4]. При этом существенную роль могут оказать современные методы исследования мозга: компьютерная электроэнцефалография, магнитно-резонансная томография, компьютерная томография и др.

## 2. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ

Некоторые явления когнитивности (восприятие, интеллект и др.) исследуют методами и методиками психологии. Прямое применение психологических наработок при исследовании когнитивных процессов методами исследования мозга (компьютерной электроэнцефалографии, магнитно-резонансной томографии, компьютерной томографии и др.) весьма желательно, но, к сожалению, практически не возможно вследствие специфических условий методов изучения мозга (см., например [5]). Нами в [6] предложена валидная методика исследования когнитивных процессов человека, в том числе рефлексии с помощью метода компьютерной электроэнцефалографии с учетом специфики электроэнцефалографического исследования.

Рассмотрим условия и результаты исследования испытуемого с применением предложенной методики по реагированию на социально значимые стимулы-слова: дружба, честность, совесть, агрессия, доброта и т.д., всего около сотни слов, предъявляемых с помощью компьютера. Испытуемый в начале исследования до предъявления слов находился в состоянии спокойного бодрствования с закрытыми глазами, а после предъявления слов – с открытыми глазами. Для переключения внимания испытуемого после предъявления каждого слова на экране монитора предъявлялось белое пятно. В течение исследования регистрировали электроэнцефалограмму (ЭЭГ) в 16 отведениях на электроэнцефалографической установке «Нейрон-Спектр-2» фирмы «НейроСофт». Электроды располагались по стандартной системе 10-20 в симметричных точках левого и правого полушария (Fp1, Fp2, F3, F4, F7, F8, C3, C4, P3, P4, T3, T4, T5, T6, O1, O2). Референтные электроды (A1, A2) располагались на мочках

ушей. Заземляющий электрод располагался в точке Cz. Постоянная времени усилителя была 0,13 с. Квантование КЭЭГ происходило с частотой 256 Гц. Сопротивление электродов было 25-40 кОм. В течение всего времени эксперимента вели запись изображения лица испытуемого и звуков эксперимента (команд врача-оператора КЭЭГ, аудио стимулов-слов и пр.) с помощью стандартной цифровой видеокамеры miniDV. Предъявляемые испытуемому слова классифицировались им до и после эксперимента как «позитивные» или «негативные». Для анализа электроэнцефалографических данных компьютерной программой «Нейрон-Спектр» фирмы «НейроСофт» выбирались 2-секундные отрезки-эпохи ЭЭГ, не содержащие глазодвигательные и мышечные артефакты, спайки и острые волны. Измерение и вычисление амплитуды сигналов ЭЭГ производилось как «пик-пик». Частотно-спектральный анализ выполняли для монополярной, биполярной кольцевой и биполярной перекрестной монтажных схем. Рассматривались следующие частотные диапазоны: дельта=0,5-4 Гц, тэта=4-8 Гц, альфа=8-14 Гц, бета 1 = 14-20 Гц, бета 2 = 20-35 Гц. Спектральная плотность ЭЭГ вычислялась методом быстрого преобразования Фурье. Значения индексов ритмов для каждого электроэнцефалографического отведения вычислялось, как отношение полной мощности спектра в отведении к полной мощности спектра в данном частотном диапазоне этого отведения. Анализировалась электроэнцефалограмма, включающая 80 шт. 2-секундных отрезков эпох, соответствующих реагированию на пятна, а также 80 шт. 2-секундных отрезков эпох, соответствующих реагированию на 80 слов (40 «позитивных» слов и 40 «негативных» слов). Общая длительность анализируемой электроэнцефалограммы составила 320 с.

При фоновом состоянии испытуемого с закрытыми глазами в задних отделах мозга наблюдали типичный хорошо выраженный альфа ритм, который существенно в 1,7 раза уменьшался при открывании глаз испытуемого и его реагировании на стимулы, что свидетельствует об увеличении степени активации коры головного мозга [5, 6]. Причем изменение величины альфа ритма может служить показателем изменения активации корковых областей мозга [5, 6]. В частотном диапазоне дельта и тэта для целого ряда корковых областей (С3, С4, Р3, Р4, О1, О2 и др.) были выявлены большие в 1,1 раза значения индексов ритмов при реагировании испытуемого на слова, по сравнению с реагированием на пятна. Наблюдалось больше в 1,2-1,5 раза значения индексов тэта ритма при реагировании на «позитивные» слова, чем на «негативные» слова. Тэта ритм тесно связан с эмоциональным напряжением и его усиление рассматривают как симптом увеличения эмоциональных переживаний [5]. Поэтому наблюдаемые нами большие значения индексов тэта ритма при реагировании на «позитивные» слова, чем «негативные» слова, свидетельствуют об активации корковых областей и могут быть связаны с усилением эмоциональных переживаний испытуемого при реагировании на «позитивные» слова. Меньшие значения индексов тэта ритма при реагировании на «негативные» слова, чем «позитивные» слова могут быть связаны с нейрофизиологическими механизмами торможения при реагировании на «негативные» слова. В частотном диапазоне бета 2 с помощью монополярной, биполярной кольцевой и биполярной перекрестной монтажных схем выявлена локализация максимальной активности во фронтальных областях слева F7 и

справа F8. Причем, у человека в области F7 расположена зона Брока, которая отвечает за речедвигательные функции. Было показано [7], что у приматов корковая фронтальная область слева содержит «зеркальные» нейроны, которые отвечают за социальное поведение. Наблюдаемые нами значительные активности во фронтальных областях слева (F7) и справа (F8) у человека при реагировании на социально значимые стимулы-слова могут свидетельствовать о важности указанных областей в процессах рефлексии, связанных с социальным поведением и основами сознания человека. Причем в нейрофизиологических процессах реагирования задействованы и другие, кроме F7 и F8 области коры.

В настоящее время одним из наиболее интенсивно развивающихся направлений, в основном как экспериментальное, техническое и практическое направление медицины, является нейробиоуправление, основанное на методе биологической обратной связи (БОС) и сходных с методом БОС методов регуляции и саморегуляции. Причем метод БОС и методы сходные с методом БОС, часто реализуют с помощью данных электроэнцефалографии. Процессы БОС, имеют место и в наших исследованиях. Сегодня, несмотря на существенные практические результаты применения нейробиоуправления, механизмы и теория нейробиоуправления пока далеки от понимания. Дальнейшее направление исследовательских работ по выявлению принципов создания эффективных систем искусственного интеллекта мы связываем с выявлением нейрофизиологических механизмов нейробиоуправления и построением теории нейробиоуправления.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате изучения церебрального реагирования на слова в состоянии спокойного бодрствования методом КЭЭГ выяснено следующее.

Изменения значений индексов ритмов происходят в дельта, тэта, альфа, бета 1 и бета 2 диапазонах.

Монополярная, биполярная кольцевая и биполярная перекрестная монтажные схемы свидетельствуют о локализации активности в диапазоне бета 2 в корковых областях F7, F8 и T4.

Последовательность состояний, соответствующих увеличению активности некоторых корковых структур (центральных, теменных, затылочных и височных, особенно справа) может быть представлена как: ФС-СБОГ-РНС-РПС, где ФС – фоновое состояние (состояние спокойного бодрствования с закрытыми глазами), СБОГ – состояние спокойного бодрствования с открытыми глазами, РНС – состояние реагирования на «негативные» слова, а РПС – состояние реагирования на «позитивные» слова, отвечающее наибольшей активности корковых структур.

Дальнейшее направление исследовательских работ по выявлению принципов создания эффективных систем искусственного интеллекта связывается с выявлением нейрофизиологических механизмов и построением теории нейробиоуправления.

Автор благодарит к.м.н, врача-невролога Медицинского объединения ДВО РАН Горбач Т.А. за электроэнцефалографические исследования.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. *Воронов А.В.* Методологические аспекты искусственного интеллекта // Научно-техническая информация. Сер. 2, 2007, №7, с. 1-6.
2. *Voronov A. V.* Methodological aspects of artificial intelligence // Automatic documentation and mathematical linguistics. 2007, vol. 41, N4, p. 131-137.
3. *Raichle M.E.* Cognitive neuroscience: Bold insights // Nature. 2001, vol.412, N 6843. P. 128-130.
4. *Брушлинский А.В.* Психология индивидуального и группового субъекта в изменяющемся обществе // Вестник РАН. 2002, т. 72, №2, с.162-169.
5. *Гнездицкий В.В.* Обратная задача ЭЭГ и клиническая электроэнцефалография (картирование и локализация источников электрической активности мозга). М.: МЕДпресс-информ, 2004.
6. *Воронов А.В., Горбач Т.А.* Исследование когнитивности человека. Методика и электроэнцефалографические исследования // Информатика и системы управления. 2007, №1, с. 45-56.
7. *Галлезе В., Риццолатти Д., Фогасси Л.* Зеркальная часть мозга // В мире науки. 2007, №3, с. 23-29.

*Статья поступила в редакцию 18.04.2008*