

**А.В. Воронов**, канд. физ.-мат. наук,  
**Т.А. Горбач**, канд. мед. наук  
(Институт автоматки и процессов управления ДВО РАН,  
Медицинское объединение ДВО РАН, Владивосток)

## **К СИСТЕМНОМУ АНАЛИЗУ НЕЙРОБИОУПРАВЛЕНИЯ**

Сделана попытка системного анализа нейробиоуправления, основанного на методе биологической обратной связи (БОС) и методах, сходных с методом БОС. Выдвинута гипотеза об участии нейрофизиологических характеристик речи в нейробиоуправлении. Развиваются представления о влиянии внешних звуковых стимулов на нейробиоуправление.

Нейробиоуправление, основанное на методе биологической обратной связи (БОС) и сходных с методом БОС методов регуляции и саморегуляции, – интенсивно развивающееся экспериментальное, техническое и практическое направление медицины, эффективного управления, профессионального спорта и др. В процессе своей деятельности человек рефлексирует, осознает результаты деятельности, т.е. использует особые, наиболее сложные, формы обратной связи. Универсальность и важность роли обратной афферентации при человеческой деятельности, несомненно, определяют, успех применения метода БОС и сходных методов. Метод БОС и методы, сходные с методом БОС, реализуют с помощью данных электроэнцефалографии, электронейромиографии, частоты сердечных сокращений, величины артериального давления и пр. Несмотря на существенные практические результаты применения нейробиоуправления, механизмы и теория нейробиоуправления вследствие сложности процессов далеки от понимания.

Целью работы является попытка системного анализа нейробиоуправления с привлечением поведенческих и нейрофизиологических характеристик на основании литературных данных и экспериментальных результатов авторов.

Нейробиоуправление, основанное на методе БОС, получает все большее распространение при лечении синдрома нарушения внимания и гиперактивности (СНВГ) и др. Следует отметить, что распространенность СНВГ среди детей школьного возраста колеблется от 3% до 20% (И.С. Никишена и др., 2004). Результаты опроса родителей и психологического тестирования (например, тестом TOVA) детей с СНВГ разными авторами (Ю.Д. Кропотов и др., 2001; И.С. Никишена и др., 2004; Ю.В. Высочин и др., 2005; Ю.Д. Кропотов и др., 2007, и др.) выявляют следующие негативные поведенческие характеристики: трудности с концентрацией внимания и контролем поведения, тревожность, непослушание, невозможность на длительное время включиться в какую-либо деятельность, чрезмерную двигательную активность, плохое соблюдение правил поведения, плохую школьную успеваемость, дискоординацию движений, недостаточность тонкой моторики, увеличение времени реакций, отсутствие интереса к разного рода деятельности, особенно к учебе. Кроме того, в литературе (Ю.Д. Кропотов и др., 2007, и др.) имеются сведения о частичном или полном излечении методом БОС

следующих характеристик: синдрома нарушения внимания и гиперактивности, невнимательности, импульсивности, некоторых проблем обучения, тиков, неустойчивого настроения и т.п. При лечении методом БОС наблюдается повышение усидчивости детей во время занятий в школе и при выполнении домашних заданий, уменьшение отвлечения во время уроков, увеличение скорости выполнения школьных заданий, постепенное улучшение школьных отметок, появление мотивации к занятиям в школе. Применение метода БОС (Ю.В. Высочин и др., 2005) нормализует произвольное расслабление мышц, повышение скорости произвольного расслабления мышц, общее функциональное состояние мышц, общее функциональное состояние нервно-мышечной системы и центральной нервной системы.

Основные симптомы СНВГ, а также излечение методом БОС заболевания СНВГ связаны в основном с функциями внимания и другими когнитивными функциями, а также моторики. Вместе с тем у детей в онтогенезе установлен совместный характер развития жестов и речи (Г.А. Куликов, 1998). Тем не менее, в литературе, посвященной описанию СНВГ, практически не обращается внимания на роль речи, нейрофизиологические характеристики речи и т.п. Кроме того, нами методом компьютерной электроэнцефалографии при изучении реагирования церебральной системы человека на осознаваемые звуковые стимулы (речевые и щелчки) был обнаружен эффект подкрепления щелчками реакций реагирования на слова. По-видимому, речь может идти о нейробиоуправлении с привлечением внешних звуковых стимулов. При этом преимущественное раздражение слухового анализатора активизирует центр моторной речи, а также другие отделы коры.

Исследования, посвященные измерению нейрофизиологических характеристик пациентов с СНВГ и изменению нейрофизиологических характеристик после БОС-тренинга, лишь единичны. Рядом авторов (Ю.Д. Кропотов и др., 2001; И.С. Никишена и др., 2004) методом компьютерной электроэнцефалографии (КЭЭГ) было показано, что ЭЭГ испытуемых с СНВГ отличается от ЭЭГ здоровых испытуемых. Так, у детей с СНВГ повышена мощность медленноволновой активности в диапазоне  $\Theta$ -волн, преимущественно в лобных областях, и/или уменьшена мощность, преимущественно в диапазоне  $b_1$ -волн (12-21 Гц). При БОС-тренинге используют, например, протоколы, направленные на уменьшение медленноволновой активности, обычно в диапазоне  $\Theta$ -волн (4-7 Гц), увеличение быстроволновой активности в диапазоне  $b_1$ -волн (15-18 Гц) или увеличение активности в диапазоне  $\alpha$ -волн (8-12 Гц). При этом БОС-тренинг, в котором тренируемым параметром является, например, отношение мощности  $\Theta$ -ритм/ $b_1$ -ритм, часто проводят лишь по одному биполярному отведению по средней линии. Тем не менее после БОС-тренинга наблюдают существенное уменьшение отношения  $\Theta$ -ритм/ $b_1$ -ритм практически по всей поверхности головы. При этом часто наблюдают значительное увеличение интенсивности  $b_1$ -ритма. После БОС-тренинга при тренируемом параметре  $\Theta$ -ритм/ $\alpha$ -ритм было зарегистрировано существенное уменьшение отношения  $\Theta$ -ритм/ $\alpha$ -ритм в отведениях  $F_3$ ,  $C_3$ ,  $P_3$ ,  $F_z$  и  $C_4$ . Следует добавить, что нами при изучении реагирования церебральной системы человека на звуковые стимулы (речевые и щелчки), при подкреплении щелчками ре-

акций реагирования на слова, было обнаружено некоторое сходство с БОС-тренингом в изменениях нейрофизиологических характеристик, а именно: наблюдалось увеличение значений индексов  $b_I$ -ритма в отведениях  $C_3$ ,  $P_3$  и др. Изучение природы  $b$ -ритма, как, впрочем, и природы других ЭЭГ-ритмов, находится во многом на стадии описания, что затрудняет системный анализ нейробиоуправления. Тем не менее большинство авторов рассматривает  $\beta$ -активность как отражение когнитивных процессов и фокусирование внимания. Таким образом, при подкреплении щелчками реакций реагирования на слова, наблюдаемом нами, следует ожидать, аналогично БОС-тренингу, активацию когнитивных процессов, в том числе внимания.

Работа выполнена в рамках плана Дальневосточного отделения научного совета РАН по методологии искусственного интеллекта.

*Доклад представлен к публикации членом редколлегии Ю.М. Перельманом.*

УДК 616.9-036.22+ 303.732

**В.В. Далматов**, д-р мед. наук,  
**В.Л. Стасенко**, д-р мед. наук,  
**Д.В. Турчанинов**, канд. мед. наук  
(Омская государственная медицинская академия)

## **РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА В ТЕОРИИ И ПРАКТИКЕ СОВРЕМЕННОЙ ЭПИДЕМИОЛОГИИ**

На примере реализации системного подхода в эпидемиологии приведено обоснование универсального характера социально-экологической концепции Б.Л. Черкасского, а также сформулировано понятие эпидемиологического подхода к решению медицинских проблем.

Социально-экологическая концепция эпидемического процесса Б.Л. Черкасского (1984) основана на использовании системного подхода к анализу явлений в природе и обществе. При этом подходе любое явление, объект, процесс рассматривается как целостная система, представляющая собой организованную совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих элементов (подсистем), функционирующую с определенной целью. В то же время каждая из подсистем может рассматриваться как самостоятельная система, включающая в себя подсистемы более низкого уровня. Компоненты системы объединены в единое целое, а их функционирование объединено общей целью. Система – не простая сумма подсистем, а новое явление, обладающее признаками, отсутствующими у подсистем. В процессе изучения явлений (систем) они условно-последовательно «расчленяются» на составляющие подсистемы, что позволяет глубже понять их структурное построение и внутренние связи, а через это – механизм функционирования. С этих позиций Б.Л. Черкасским было рассмотрено такое явление как эпидемический процесс, т.е. процесс формирования инфекционной заболеваемости среди людей [1].