

# Вестник Московского университета

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Основан в ноябре 1946 г.

Серия 14 ПСИХОЛОГИЯ

Издательство Московского университета

№ 3 • 2009 • ИЮЛЬ–СЕНТЯБРЬ

Выходит один раз в три месяца

## СОДЕРЖАНИЕ

### *Фундаментальная наука сегодня*

- Соколов Е. Н. Очерки по психофизиологии сознания. Часть I. Сферическая модель когнитивных процессов. Глава 2. От карты детекторов — к карте памяти и карте семантических единиц . . . . . 3

### *Теоретические и экспериментальные исследования*

- Шварц А. Ю., Обухова О. Б., Ахутина Т. В. Психогенетика и нейропсихология: анализ источников индивидуальных различий когнитивных функций в зрелом возрасте. . . . . 28
- Леонова А. Б., Багрий М. А. Синдромы профессионального стресса у врачей разных специализаций . . . . . 44
- Артемцева Н. Г., Ильясов И. И. Особенности восприятия психологических характеристик человека по его лицу: дифференциальный подход. . . . . 54
- Едренкин И. В. Использование задачи зрительного поиска для измерения субъективных различий между стимулами. . . . . 66

### *Психология за рубежом*

- Воропаева М. С. Зарубежные исследования гипноза: теории и эксперименты . . . . . 78

### *Краткие сообщения*

- Созинова Е. В., Глозман Ж. М. Качество жизни родственников пациентов, находящихся на ранних стадиях болезни Паркинсона . . . . . 88

### *Юбилеи*

- К 70-летию Геннадия Гургеновича Аракелова . . . . . 96

CONTENTS

*Fundamental science today*

Sokolov E. N. Studies of psychophysiology of consciousness. Part 1. Spherical model of cognitive processes. Chapter 2. From the map of detectors to the map of semantic units . . . . .	3
---	---

*Theoretical and experimental studies*

Schvartz A. Yu., Obukhova O. B., Akhutina T. V. Psychogenetics and neuropsychology: analysis of the sources of individual differences in cognitive functions in adulthood . . . . .	28
Leonova A. B., Bagriy M. A. Occupational stress among different doctor's specializations. . . . .	44
Artemtseva N. G., Ilyasov I. I. Features of perception of psychological characteristics of person by his face: differential approach . . . . .	54
Edrenkin I. V. Using visual search task in measuring subjective differences among stimuli . . . . .	66

*Psychology abroad*

Voropaeva M. S. Western studies of hypnosis: theories and experiments. .	78
--	----

*Short reports*

Sozinova E. V., Glozman J. M. Quality of life of relatives of patients at early stages of Parkinson's disease . . . . .	88
---	----

*Anniversaries*

To the 70th anniversary of Gennady Gurgenevich Arakelov. . . . .	96
--	----

# ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ НАУКА СЕГОДНЯ

**Е. Н. Соколов**

## ОЧЕРКИ ПО ПСИХОФИЗИОЛОГИИ СОЗНАНИЯ

### ЧАСТЬ I. СФЕРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КОГНИТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ

#### Глава 2. От карты детекторов — к карте памяти и карте семантических единиц

В главе 2 делается попытка перенести принцип векторного кодирования информации с перцептивного уровня на семантический. С этой целью вводятся и тщательно обосновываются новые понятия: «карта памяти», «карта семантических единиц», «вектор возбуждения памяти», «семантическое различие», «семантический вызванный потенциал». Подробно разбираются экспериментальные данные психофизиологических исследований восприятия цветов и эмоций, иллюстрирующие принципиальное сходство перцептивных и семантических субъективных пространств. Обсуждаются нейронные механизмы, обеспечивающие согласование перцептивных и семантических процессов.

*Ключевые слова:* карта памяти, карта семантических единиц, перцептивные сферические пространства эмоций и цвета, семантические сферические пространства названий цветов и эмоций, семантическая компонента вызванного потенциала.

Chapter 2 is devoted to comparative analysis of vector encoding of information at perceptual and semantic levels. With this purpose new concepts are entered and carefully proved: «a memory map», «a map of semantic units», «an excitation vector of memory», «a semantic difference», «a semantic evoked potential». Experimental psychophysiological researches of color and emotion perception are analyzed to illustrate the basic similarity of perceptual and semantic subjective spaces. The neural mechanisms providing the coordination of perceptual and semantic processes are discussed.

*Key words:* memory map, map of semantic units, perceptual spherical color and emotional spaces, semantic spherical color and emotional spaces, semantic component of evoked potential.

---

**Соколов Евгений Николаевич** (1920—2008) — всемирно известный ученый, действительный член РАО, Академии медико-технических наук РФ, Академии наук Финляндии, Национальной академии наук США, Академии наук и искусств США, заведующий (1971—1999) кафедрой психофизиологии ф-та психологии МГУ.

## 2.1. Векторный код в негативности рассогласования

Сферическое перцептивное пространство строится на основе анализа вербальных оценок межстимульных различий или амплитуд вызванных потенциалов, зарегистрированных при мгновенной замене одного стимула другим. Переход к построению сферической модели памяти требует введения оценок различий между следами памяти и соответственно использования вызванных потенциалов на замену одного следа памяти другим (Соколов, 2003). Начнем с потенциалов, зависящих от формирования следов памяти. Таким потенциалом является «негативность рассогласования» (НР).

Термин «негативность рассогласования» (mismatch negativity) был введен в употребление профессором Университета Хельсинки Р. Наатаненом и получил развитие в его монографии «Внимание и функции мозга» (Näätänen, 1992). Негативность рассогласования означает негативную волну в составе вызванного потенциала мозга, возникающую в ответ на редкие, отличающиеся от стандартных девиантные стимулы. Экспериментальная процедура получения НР сводится к нанесению двух стимулов: одного, предъявляемого с низкой вероятностью (девиантного), и другого, предъявляемого с высокой вероятностью (стандартного). Регистрация вызванных потенциалов у человека показывает, что кроме раннего негативного пика с латенцией 100 мс девиантные стимулы вызывают в интервале 100—250 мс еще и дополнительную негативную волну, амплитуда которой определяется величиной различия девиантного и стандартного стимулов (ibid).

Как объяснить прогрессивное возрастание амплитуды НР с увеличением различия между стандартным и девиантным стимулами? Чтобы ответить на этот вопрос, необходимо еще раз коротко рассмотреть принципы кодирования информации в нейронных сетях.

Возбуждения рецепторов, вызываемые действием стимула, поступают на ансамбль нейронов-преддетекторов, представляющий локальный участок рецептивной поверхности. Говоря о нейронах-преддетекторах, имеют в виду нейроны, лежащие между рецепторами и селективными нейронами-детекторами коры. Ансамбль преддетекторов характеризуется наличием общих входов от рецепторов и общим выходом, действующим параллельно на популяцию селективных детекторов. Такая популяция образует нейронную карту, на которой вектор возбуждения преддетекторов создает локальный фокус активности. Комбинация возбуждений ансамбля преддетекторов представляет собой вектор возбуждения, компонентами которого являются возбуждения независимых преддетекторов.

Субъективное различие между стимулами, последовательно действующими на ансамбль преддетекторов, определяется абсолютной величиной разности кодирующих эти стимулы векторов возбуждения (Фомин, Соколов, Вайткявичюс, 1979; Соколов, Вайткявичюс, 1989).

Справедливость этого положения была подтверждена описанными выше исследованиями цветового зрения (Izmailov, Sokolov, 1991). Эти исследования показали, что все множество цветовых оттенков размещается на сферической поверхности, расположенной в четырехмерном евклидовом пространстве, так, что каждому цвету соответствует специфический четырехкомпонентный вектор. При этом отдельные цвета представлены векторами возбуждения постоянной длины, а субъективные цветовые различия измеряются абсолютными значениями разностей векторов возбуждения, кодирующих эти цвета.

Выявленные при многомерном анализе компоненты цветовых векторов, кодирующих монохроматические цвета, совпадают с реакциями на эти цвета четырех типов цветокодирующих нейронов ЛКТ: «красно-зеленых», «сине-желтых», «яркостных» и «темновых». Такое совпадение нейрофизиологических данных с результатами многомерного анализа психофизических показателей позволило заключить, что для цветового зрения векторный код представлен возбуждениями нейронов-предетекторов ЛКТ. Учитывая тесную положительную корреляцию компонент цветовых векторов возбуждения с соответствующими возбуждениями «красно-зеленых», «сине-желтых», «яркостных» и «темновых» нейронов ЛКТ, можно предположить, что цветовые различия в нейронной сети вычисляются в виде абсолютных величин разностей этих векторов.

Как реализуется «нейронное» вычисление цветовых различий?

Вывод о том, что цветовые различия определяются абсолютными величинами разностей векторов возбуждения цветовых нейронов-предетекторов ЛКТ, предполагает существование фазических нейронов, «вычисляющих» абсолютные величины изменений возбуждений в каждом из предетекторов, а также нейронов, «вычисляющих» сумму этих величин как модуль разности векторов возбуждения.

Прямая проверка этого предположения достигается регистрацией активности отдельных нейронов у животных. При внезапной замене цветовых стимулов в зрительной коре кролика были обнаружены нейроны, генерирующие спайковый разряд в интервале 40—90 мс. Плотность спайков этого начального разряда была тем больше, чем больше было цветовое различие заменяемых стимулов. Воспринимаемые кроликом цветовые различия были определены ранее в поведенческих опытах методом выработки инструментальных рефлексов на цветовые стимулы (Полянский, Евтихин, Соколов, 1999).

Косвенная проверка предположения о существовании нейронов, «вычисляющих» цветовые различия, в опытах на человеке возможна при существовании связи спайковых разрядов с амплитудой вызванного потенциала. Такая связь утверждается теорией Галамбоса, согласно которой негативные компоненты вызванного потенциала рассматриваются как результат деполяризации клеток глии ионами калия, выходящими из

нейронов при генерации потенциалов действия. Роль глии в генерации волн ЭЭГ подчеркивается также в обобщающей работе Дж.Г. Николлса и др. (2003). С этой точки зрения амплитуда негативных компонент вызванного потенциала прямо пропорциональна мгновенной частоте генерации спайков, а его продолжительность — длительности спайкового разряда. Позитивные компоненты при этом соответствуют торможению спайковой активности.

Исходя из этих соображений можно допустить, что амплитуда негативного пика вызванного потенциала является мерой спайковой активности. Это, в частности, относится к нейронам, «вычисляющим» векторные цветовые различия. Экспериментально показано, что при замене одного цвета другим у человека возникает негативный пик вызванного потенциала с латентностью 87 мс (N87). Амплитуды N87 на замену цветов тесно положительно коррелируют как с субъективными цветовыми различиями, так и с абсолютными величинами разностей векторов возбуждения, представляющих эти цветовые стимулы (Izmailov, Sokolov, 2004). Полученные данные позволили сделать следующие выводы.

1. Амплитуда негативных вызванных потенциалов на замену цветов является мерой цветовых различий.

2. Амплитуды этих вызванных потенциалов являются абсолютными величинами разностей векторов возбуждения.

Вывод о том, что амплитуда N87 равна абсолютной величине разностей цветовых векторов возбуждения, был подвергнут дополнительной проверке. Был проведен многомерный анализ матрицы амплитуд N87 на замену цветов. Оказалось, что каждый цвет представлен четырехкомпонентным вектором возбуждения, совпадающим с вектором возбуждения предетекторов ЛКТ. Это означает, что амплитуда N87 является модулем разности векторов возбуждения нейронов-предетекторов ЛКТ. Действительно, вычисление таких модулей показало их совпадение с исходными амплитудами N87. Таким образом, устанавливается параллелизм субъективных цветовых различий, амплитуд N87 и модулей разностей исходных векторов предетекторов. Эти результаты косвенно подтвердили гипотезу о нейронах, «вычисляющих» абсолютные величины векторных разностей.

Теперь рассмотрим формирование векторов возбуждения памяти.

Можно предположить, что при повторении раздражителя возникающие векторы возбуждения предетекторов формируют следы в виде векторов возбуждения памяти. По аналогии с восприятием сформированный след в виде вектора возбуждения памяти сравнивается с новым вектором возбуждения путем вычисления абсолютной величины их разности. Если повторяются одинаковые стимулы, то модули разностей векторов возбуждения памяти равны нулю и вызванный потенциал состоит только из раннего пика, зависящего от перцептивного различия

стимула и фона. Если же предъявляются два разных стимула, то формируются два следа памяти в виде двух векторов возбуждения

При повторении двух стимулов с равной вероятностью вызванный потенциал на каждый из них состоит из начального негативного пика с латентным периодом 100 мс, зависящего от степени различия стимула и фона, и более позднего пика. Поздняя негативность, возникающая с латентным периодом около 200 мс, предположительно определяется абсолютной величиной разности векторов возбуждения следов памяти. Этот потенциал одинаков для каждого стимула вследствие того, что его амплитуда равна абсолютной величине разности векторов следов кратковременной памяти. Чтобы проверить это утверждение, можно было бы вычесть величину вызванного потенциала, зарегистрированного при изолированном действии каждого стимула, из величины вызванного потенциала, полученной при совместном их применении. Следует ожидать, что разность этих потенциалов позволит определить вклад абсолютной величины разности векторов возбуждения памяти. Однако на практике используется другой прием: один стимул (стандартный) наносится с высокой вероятностью, а другой (девиантный) — с низкой. При этом различия следов памяти высоковероятного (стандартного) стимула при повторении за счет вычитания убывают, а различия следов памяти стандартного и девиантного стимулов накапливаются. При вычитании вызванного потенциала стандартного стимула из вызванного потенциала девиантного выделяется абсолютная величина разности векторов памяти.

По аналогии с вычислением перцептивных различий можно предположить, что векторы возбуждения памяти стандартного и девиантного стимулов сравниваются покомпонентно в фазических «ON»- и «OFF»-нейронах различия. Эти нейроны сравнивают компоненты векторов следов памяти, а комбинация «ON»—«OFF»-нейронов «вычисляет» абсолютные величины векторных разностей, генерируя спайковые ряды. Чем больше различие векторов возбуждения и следов памяти, тем выше частота спайков, а соответственно выше и амплитуда негативной волны рассогласования. Теперь вызванный потенциал на девиантный стимул состоит из раннего пика, зависящего от разности векторов возбуждения фона и стимула, и негативной волны рассогласования, возникающей в интервале 100—250 мс и зависящей от различия векторов возбуждения памяти стандартного и девиантного стимулов. На основании вышеизложенного можно заключить, что негативность рассогласования равна абсолютной величине разностей векторов возбуждения памяти стандартного и девиантного стимулов. Следует учитывать, что эти стимулы предъявляются с разными промежутками за счет разной вероятности нанесения, поэтому при равной вероятности нанесения абсолютные различия в следах кратковременной памяти оказываются одинаковыми.

Итак, чтобы экспериментально обнаружить негативность рассогласования, необходимо вероятность подачи стандартного стимула увеличить, а девиантного — уменьшить. Тогда при замене стандартного стимула девиантным возникает негативность рассогласования, равная абсолютной величине разности векторов возбуждения. Поскольку векторы возбуждения памяти равны векторам возбуждения предетекторов, кодирующих стимулы, негативность рассогласования косвенно отражает различие векторов возбуждения стандартного и девиантного стимулов путем различия следов памяти. При высокой вероятности подачи стандартного стимула вклад негативной волны в вызванный потенциал на стандартный стимул уменьшится, а вызванный потенциал на девиантный стимул возрастет. Величину негативности рассогласования можно определить, вычитая из вызванного потенциала на девиантный стимул вызванный потенциал на стандартный стимул.

Составляя матрицу амплитуд негативности рассогласования для разных комбинаций стандартного и девиантного стимулов и используя многомерный анализ, можно найти векторы возбуждения кратковременной памяти и равные им исходные векторы возбуждения предетекторов. Таким образом, принцип расчета различий между векторами возбуждения при замене одного стимула другим можно перенести на механизм расчета различий между следами кратковременной памяти. При перцептивных различиях находят абсолютную величину их векторной разности. При расчете различий между следами кратковременной памяти находят абсолютную величину разности векторов возбуждения, представленных в кратковременной памяти.

Можно заключить, что по аналогии с перцептивным вызванным потенциалом негативность рассогласования является краткосрочным мнемическим вызванным потенциалом, определяясь разностью следов кратковременной памяти. Возникает вопрос о применимости модели краткосрочного вызванного потенциала к механизму долговременной памяти.

## **2.2. Операция узнавания: векторное преобразование в нейронных сетях**

Долговременная память связана с работой нейронов, удерживающих следы стимуляции неограниченно долгое время. Такими нейронами являются гностические единицы (Конорски, 1967). При действии внешнего стимула прежде всего возникает перцептивный вызванный потенциал, измеряющий различие между стимулом и фоном. За ним следует негативность рассогласования, измеряющая различие между следами кратковременной памяти для стандартного и девиантного стимулов. Аналогичным образом возникает вызванный потенциал долговременной памяти, измеряющий разницу между ее следами. Принцип



векторного кодирования позволяет перейти от вычисления перцептивных различий к вычислению различий между следами кратковременной и долговременной памяти, представляя вызванный потенциал в виде комбинации трех абсолютных величин векторных разностей: векторов возбуждения преддетекторов, векторов следов кратковременной, а также долговременной памяти. С этой точки зрения негативность рассогласования определяется абсолютными величинами разностей не только векторов кратковременной, но и долговременной памяти, сохраняющей следы стандартного и девиантного стимулов. Это подтверждается при исследовании негативности рассогласования в отношении заменяемых в эксперименте гласных, следы которых удерживаются в долговременной памяти (Näätänen, 1992).

Восприятие сложного стимула связано с переходом от комбинации возбуждений нейронов-преддетекторов к избирательной активации определяющей это восприятие специфической гностической единицы. Такая активация является результатом скалярного умножения двух векторов: вектора возбуждения преддетекторов и вектора синаптических весов гностической единицы. Вектор возбуждения преддетекторов определяется действующим в данный момент стимулом. Синаптические веса разных гностических единиц формируются в ходе научения. Вектор возбуждения действует параллельно на целую популяцию гностических единиц, реализуя в каждой из них скалярное произведение вектора возбуждения на вектор весов синаптических контактов. Максимальная реакция возникает в той гностической единице, вектор синаптических весов которой совпадает с действующим вектором возбуждения.

В ходе приобретения жизненного опыта происходит формирование новых гностических единиц, и таким образом расширяется круг воспринимаемых объектов. Накопление следов долговременной памяти в первом приближении можно представить как появление новых гностических единиц, фиксирующих отдельные события. Оформление этих единиц заключается в том, что не полностью дифференцированная нервная клетка под влиянием нового вектора возбуждения приобретает веса синаптических связей, равные пресинаптическим возбуждениям, представляющим собой компоненты действующего вектора возбуждения. Таким образом, не полностью дифференцированный нейрон становится полностью дифференцированным. Приобретенный этим нейроном вектор синаптических весов делает его потенциально настроенным на определенный вектор возбуждения. Поскольку последний определяется действующим стимулом, то и гностическая единица становится избирательно настроенной на этот стимул. Такой стимул «находит» соответствующую ему гностическую единицу среди множества других. Это достигается тем, что скалярное произведение вектора

возбуждения и вектора синаптических весов достигает максимума именно в этой гностической единице.

Ошибки в узнавании стимула появляются в тех случаях, когда синаптические веса другой гностической единицы оказываются близкими к действующему вектору возбуждения. Трудности в узнавании объекта возникают в результате того, что вектор возбуждения не оказывает действия на релевантную гностическую единицу. Оптимизировать узнавание объекта можно путем сканирования поля гностических единиц «прожектором» внутреннего внимания.

### **2.3. Ассоциация следов памяти по времени и сходству**

Формирование гностических единиц в качестве механизмов долговременной памяти дополняется образованием связей между ними при совпадении событий во времени и пространстве. Отдельный механизм определяет ассоциации событий по сходству.

Термин «ассоциация» имеет много значений, в частности он относится к связям между образными следами долговременной памяти. На уровне антеровентральной височной коры связи между следами, зависящими от совпадения их возникновения по времени, выражены слабо. Этот ассоциативный механизм представлен в периринальной коре — на следующем уровне образования зрительных образов. Нейроны ассоциативного уровня характеризуются тем, что реагируют на каждый из пары ассоциируемых образов. Они представляют собой категориальные нейроны, для которых категорию образуют разные по виду, но совпадающие по времени стимулы. Эти ассоциативно-категориальные нейроны имеют нисходящие связи с нейронами, представляющими конкретные образы. Активация такого нейрона отдельным представителем группы позволяет представить других ее представителей (Miyashita et al., 1991).

Ассоциации по сходству требуют обращения к тем категориальным нейронам, которые активируются в силу получения входов от одних и тех же преддетекторов. Такое объединение нейронов в пределах одного ансамбля преддетекторов может быть распространено на следующие уровни преддетекторов, позволяя подчеркивать сходство между наглядно разными объектами. В качестве примера можно рассмотреть восприятие эмоциональных выражений лиц. Каждое эмоциональное выражение определяется вектором весов синаптических связей соответствующей гностической единицы, которая активируется при совпадении с вектором возбуждения эмоциональных преддетекторов. Чем ближе сходство векторов весов синаптических контактов двух гностических единиц, тем ближе сходство эмоциональных выражений лица, которое они кодируют. С этой точки зрения ассоциация по сходству гностических единиц определяется близостью их векторов синаптических связей (Измайлов и др., 2003а, б).

#### 2.4. Соотношение перцепции и семантики

При замене без промежутка одного стимула другим в мозге человека возникает вызванный потенциал, представляющий собой последовательность негативных и позитивных волн. При действии невербальных стимулов амплитуда такого вызванного потенциала прямо пропорциональна их перцептивному различию. Чем больше амплитуда вызванного потенциала, тем больше воспринимаемое различие между заменяемыми стимулами. Если заменяемые стимулы одинаковы, то вызванный потенциал отсутствует, а различие между стимулами не обнаруживается. Примером перцептивного вызванного потенциала может служить негативный пик с латентностью 87 мс (N87), возникающий при внезапной замене одного цветового стимула другим.

При замене одного вербального стимула другим вербальным стимулом вызванный потенциал, возникая с латентным периодом 180 мс (N180), усложняется и состоит из двух наложенных друг на друга субкомпонент: перцептивной и семантической, разделяемых последующим анализом. Примером такой суперпозиции перцептивной и собственно семантической компонент может служить вызванный потенциал на замену одного названия цвета другим. Перцептивная компонента отражает смену «оболочки» слова, прежде всего различное число букв, входящих в название цвета. Семантическая компонента тем больше, чем больше смысловое различие цветовых названий.

На основе амплитуд вызванных потенциалов на замену цветовых стимулов можно построить объективное цветовое пространство — геометрическую модель, в которой расстояния между точками-цветами соответствуют воспринимаемым цветовым различиям. Для этого матрица амплитуд компоненты N87 подвергается многомерному анализу с целью выделения базисных векторов и расчета координат заменяемых цветовых стимулов. Как уже говорилось, многомерный анализ показал, что базис перцептивного цветового пространства образуют четыре типа нейронов — два хроматических («красно-зеленый» и «сине-желтый») и два ахроматических («яркостный» и «темновой»). Каждый цветовой стимул представлен комбинацией возбуждений таких базисных нейронов, образующих цветовые векторы возбуждения равной длины. Это означает, что все множество цветов лежит на сферической поверхности (гиперсфере) в четырехмерном пространстве. Таким образом, каждый цветовой стимул представлен вектором, компоненты которого равны возбуждениям четырех базисных нейронов. Многомерный анализ позволяет получить координаты векторов, представляющих отдельные цвета, и рассчитать расстояния между концами этих векторов, равные абсолютным величинам их разностей. По этим значениям можно составить матрицу и сопоставить ее с исходной матрицей амплитуд вызванных потенциалов. Совпадение этих матриц означает, что вычисление цветовых различий в нейронных сетях осуществляется путем

нахождения абсолютных величин разностей векторов, представляющих заменяемые цвета.

При замене одного цвета другим в фазических нейронах сетчатки возникают потенциалы действия, количество которых определяется степенью изменения возбуждения в каждом из базисных нейронов. Суммарное возбуждение фазических нейронов соответствует абсолютной величине разности векторов возбуждения, порождаемых сменяющими друг друга стимулами. Поступая в зрительную кору, суммарный разряд фазических нейронов приводит к выходу в межклеточную среду ионов калия, которые, воздействуя на глиальные клетки (астроциты), вызывают деполяризацию, регистрируемую в качестве негативного пика вызванного потенциала. Чем больше цветовое различие, тем большее число потенциалов действия генерируют фазические нейроны, тем больше выход ионов калия и тем выше негативный пик N87 вызванного потенциала, определяющего цветовое различие. Выявление связи амплитуд вызванных потенциалов на смену стимулов с количеством спайков, генерируемых фазическими нейронами, открывает новые возможности диагностического использования вызванных потенциалов.

Матрицы амплитуд семантических вызванных потенциалов на замену одного вербального стимула другим содержат информацию относительно перцептивной компоненты (различия в длине сменяемых слов) и собственно семантической компоненты (различия в смысловом содержании слов). Так, заменяя цветовые названия, можно получить матрицу амплитуд, содержащую данные о различиях в количестве букв и в смысловом содержании слов. Это достигается применением многомерного анализа. Обнаружено, что длина слова кодируется равными по длине векторами возбуждения, имеющими две компоненты, так как слова размещаются на полуокружности в порядке увеличения их длины. Значения цветовых терминов также образуют двухмерное пространство, размещаясь по окружности в соответствии с обозначаемыми цветами. Сопоставление цветового круга реальных цветов в перцептивном цветовом пространстве с расположением названий цветов в семантическом цветовом пространстве обнаруживает близкое совпадение этих пространств. Возникновение семантического вызванного потенциала можно объяснить по аналогии с возникновением перцептивных вызванных потенциалов. Но теперь различие между цветовыми терминами вычисляется как различие следов цветовой памяти, активированных при замене одного слова другим. Сходство перцептивных и семантических вызванных потенциалов дает основание заключить, что нейроны долговременной цветовой памяти также активируют фазические нейроны, разряды которых и определяют амплитуду семантического вызванного потенциала. Чем больше различие в составе словесно активированных нейронов долговременной цветовой памяти, тем больше потенциалов действия генерируют фазические нейроны и тем больше амплитуда

семантического вызванного потенциала. Совпадение перцептивных и семантических траекторий цветовых стимулов объясняется тем, что следы долговременной цветовой памяти формируются под влиянием цветовых перцептивных процессов, так что мнестическое цветовое пространство является репликой перцептивного.

Чтобы объяснить, как «оболочка» слова наполняется смысловым содержанием, приходится предположить наличие ассоциативного процесса между следами цветовой памяти и следами в памяти от «оболочки» слова. Эти связи являются двухсторонними. При активации следа цветовой памяти по схеме «снизу-вверх» включается след названия цвета. При активации символа, обозначающего цвет, по схеме «сверху-вниз» включаются соответствующие следы цветовой памяти. Если одно название цвета заменяется иным, то на смену одному комплексу нейронов цветовой долговременной памяти приходит другой, приводя в действие фазические нейроны, вычисляющие различие между следами. Чем больше различие в составе следов цветовой памяти, включаемых цветовыми символами, тем больше амплитуда семантического вызванного потенциала. Если два цветовых названия активируют одни и те же следы цветовой памяти, то семантическая компонента вызванного потенциала отсутствует, хотя перцептивная компонента (различие в «оболочке» цветовых терминов) сохраняется.

Предложенная схема генерации семантического вызванного потенциала была подвергнута экспериментальной проверке. Для этого использовались зрительно предъявляемые трехбуквенные искусственные слова (согласная-гласная-согласная), сменявшие друг друга на экране компьютера. Параллельно производилась регистрация вызванных потенциалов на замену одного слова другим. Из амплитуд вызванных потенциалов формировалась матрица, подвергнутая многомерному анализу. Слова были одинаковой длины, поэтому длина слова не отражалась. Пространство этих слов характеризовалось высоким уровнем шума, хотя в нем можно было выделить вклад представленных в словах гласных. Затем следовала процедура обучения, в которой разные трехбуквенные слова ассоциировались с разными цветами. Эффективность обучения проверялась путем предъявления реальных цветов, которые следовало называть соответствующими искусственными цветовыми названиями. Заключительный этап исследования состоял в изучении семантических вызванных потенциалов и построении на их основе семантического цветового пространства. Теперь в структуре семантического пространства были выделены две координаты, определяющие положение искусственного цветового названия на окружности в соответствии с обозначаемым им цветом. Сравнение с перцептивным цветовым пространством показало наличие общих осей: «красно-зеленой» и «сине-желтой». Это дало основание полагать, что следы цветовой памяти упорядочены в соответствии с перцептивными цветовыми характеристиками.

Перцептивные и семантические вызванные потенциалы объединяет общий принцип их генерации — смена одного вектора возбуждения другим. Только перцептивный потенциал возникает при замене одного актуального вектора возбуждения другим актуальным вектором возбуждения, а семантический вызванный потенциал определяется сменой одного вектора следов памяти другим вектором следов памяти. Векторы следов памяти активируются ассоциативными связями вербальных или других символов с релевантными следами памяти. Общность механизмов генерации перцептивных и семантических вызванных потенциалов иллюстрирует тот факт, что при замене одного символа другим перцептивный потенциал замены «оболочки» слова накладывается на семантическую компоненту вызванного потенциала, совпадая с ним по форме. В то же время многомерный анализ позволяет разделить перцептивное пространство, представляющее «оболочки» заменяемых слов, и семантическое пространство, в котором слова размещены в соответствии с их значениями, определяемыми ассоциированными с ними следами памяти. Общей характеристикой перцептивных и семантических потенциалов является их форма в виде последовательности негативной и позитивной волн в определенном временном окне, отсчитываемом от момента смены стимулов. Так, перцептивный цветовой негативный пик возникает с латентным периодом 87 мс, а комбинация потенциалов на смену «оболочек» слов и семантического содержания имеет пик с латентностью 180 мс.

Кроме семантического потенциала на смену разных по значению слов, при смене более сложных семантических групп возникают поздние семантические потенциалы с латентностью 400 мс (N400). Так, если после группы слов, принадлежащих к одной категории, следует другая семантическая группа, то в зависимости от их различия возникает N400. Амплитуды N400 определяются различием семантических групп. Если вместо «семантически контрастной» группы слов следуют слова той же категории, то N400 не возникает. Можно предположить, что N400 измеряют различия между семантическими категориями.

Схематически генерацию N400 можно представить следующим образом. При повторении группы семантически близких слов происходит суммация связанных с ними следов памяти. При переходе к другой группе семантически различных слов формируется другой обобщенный след памяти. Разность этих следов и определяет амплитуды поздних семантических потенциалов, которые являются мерой категориальных различий. Таким образом, в последовательности слов выделяются семантические группы и устанавливается степень различия между ними. В механизме возникновения поздних семантических потенциалов предположительно участвуют также фазические нейроны. Количество генерируемых ими потенциалов действия служит мерой категориального различия. Связь числа спайков, возникающих в

фазических нейронах, с амплитудой негативного пика семантического вызванного потенциала основана на тех же механизмах, что и механизмы перцептивных вызванных потенциалов. Последние включают выход ионов калия при генерации потенциалов действия и деполяризацию клеток нейроглии. Итак, перцептивный вызванный потенциал при замене одного стимула другим служит мерой воспринимаемого различия. Ранний семантический потенциал определяет семантическое различие слов. Наконец, поздний семантический потенциал является мерой категориального различия.

Возникает вопрос: как объяснить тот факт, что амплитуды перцептивных и семантических вызванных потенциалов в высокой степени положительно коррелируют с субъективными перцептивными и семантическими различиями, представленными вербальными (численными) оценками наблюдателя? Для ответа на этот вопрос вспомним механизм генерации цветового перцептивного вызванного потенциала. При замене одного цвета другим в фазических нейронах сетчатки возникают спайки, частота которых тем больше, чем больше один цвет отличается от другого. Этот фазический разряд различия далее трансформируется в речевую реакцию — название числа. Рассмотрим механизм этого преобразования на примере кодирования интенсивности света. В данном случае работает пара нейронов: «яркостный» и спонтанно активный «темновой». При этом возбуждение «яркостного» нейрона вычитается из возбуждения спонтанно активного «темнового» нейрона таким образом, что сумма возбуждений этих нейронов при всех значениях светового стимула остается постоянной. За счет механизма адаптации длина вектора, образованного вкладками «яркостного» и «темнового» нейронов, не изменяется. Вектор, кодирующий интенсивность света, поступает на множество селективных детекторов интенсивности, обладающих разным набором синаптических весов. В результате возбуждается только тот детектор интенсивности, комплект синаптических весов которого совпадает с поступающим вектором возбуждения. Отдельные детекторы в ходе обучения ассоциируются с отдельными командными нейронами речевых реакций. Таким образом, определенная интенсивность света включает ее релевантную вербальную (численную) оценку.

Такой механизм перехода от восприятия интенсивности света к численной его оценке аналогичен механизму численной оценки любых перцептивных различий. Фазический разряд различия вычитается из активности фоновоактивного нейрона, приводя к появлению вектора возбуждения, состоящего из двух компонент: фазического разряда и разряда фоновоактивного нейрона, из которого этот фазический разряд вычитается. Возникающий в результате этого вектор возбуждения постоянной длины адресуется к селективным детекторам различий, активируя один из них. Поскольку каждый детектор величины различия связан со «своим» командным нейроном, детектируемое различие вклю-

чают соответствующие артикуляции. Важным элементом этой схемы являются нейроны, детектирующие численные значения возбуждений. Такие детекторы, селективные, в частности, к числу объектов в поле зрения, обнаружены в височной коре обезьян (Николлс и др., 2003). Таким образом, амплитуды перцептивных и семантических потенциалов определяются спайковым разрядом различия, инициирующим избирательную активность командных нейронов. Это в свою очередь приводит к адекватной численной оценке данных различий.

Каковы функции перцептивного и семантического потенциалов? Рассмотрим три операции: слияние мельканий, дифференциальный порог и сегментацию речи.

Световые вспышки, следующие с частотой выше 50 Гц, сливаются в непрерывное световое ощущение. Отдельная вспышка состоит из светового импульса и последующего темнового промежутка. Смена светового импульса темновым промежутком вызывает сигнал различия, препятствующий слиянию мельканий. С уменьшением темнового промежутка при возрастании частоты следования световых импульсов сигнал различия уменьшается и перестает разделять световые вспышки, которые сливаются в непрерывном ощущении.

Дифференциальный порог характеризуется величиной различия двух сменяющих друг друга стимулов. Если при замене одного стимула другим сигнал различия не возникает, то различие стимулов оказывается подпороговым. Можно предположить, что дифференциальный порог определяется сигналом различия, который равен абсолютной величине разности векторов возбуждения. Когда эта величина перестает вызывать сигнал различия, стимулы не различаются. Это имеет место в случае, когда возбуждение не переходит на другой детектор.

Реакция детекторов определяется вкладом преддетекторов. Простейшим случаем является детектор с двумя преддетекторами, имеющими синусно-косинусные характеристики. Такие детекторы образуют двухмерное пространство в форме окружности. Другой набор детекторов с двумя другими преддетекторами образует другое двухмерное пространство. Оба набора преддетекторов, суммируясь на детекторах более высокого уровня, образуют четырехмерное пространство детекторов, реагирующих на сложные стимулы.

Мгновенная замена одного стимула другим вызывает реакцию на их различие, выражающуюся группой спайков и последующей тормозной паузой в нейронах-детекторах коры. По частоте спайков этот разряд в высокой степени положительно коррелирует с негативным пиком раннего вызванного потенциала. Можно предположить, что нейрональный ответ на замену стимулов определяет перцептивную сегментацию, а семантический сигнал различия выполняет функцию семантической сегментации.



## 2.5. Вычисление семантических различий в нейронных сетях

Семантическое различие между двумя символами, такими как произнесенные или напечатанные слова, — это различие их значений. При исследовании механизмов вычисления семантических различий проводились эксперименты, в которых субъективные семантические различия сопоставлялись с амплитудами вызванных потенциалов мозга (Измайлов и др., 2003а, б). В качестве прототипов были выбраны две категории печатных слов: названия цветов и эмоций.

Наблюдатель, которому предъявляют два цветовых названия, может оценить их семантическое различие и выразить его в баллах. Цветовое семантическое пространство, выявленное с помощью многомерного шкалирования этих различий, представляет собой гиперсферу в четырехмерном евклидовом пространстве. Это семантическое пространство изоморфно перцептивному цветовому пространству, полученному из матрицы различий между цветовыми стимулами (Izmailov, Sokolov, 1991; Измайлов и др., 2003а, б).

Те же результаты были получены и для названий эмоций. Семантическое пространство названий эмоций также представляет собой четырехмерную гиперсферу, изоморфную относительно пространства эмоций, полученного на основе субъективных оценок различий между эмоциональными выражениями лиц.

Регистрация суммарной электрической активности мозга в той же экспериментальной парадигме выявила следующее. Внезапная смена на экране компьютера одного названия цвета другим приводит к возникновению вызванного потенциала, состоящего из двух субкомпонент: перцептивной, зависящей от различия слов по длине, и семантической, определяемой различием слов по содержанию. Эти субкомпоненты накладываются, попадая в одно временное окно. Их разделение достигается многомерным шкалированием матрицы амплитуд вызванных потенциалов. При этом выделяются два двухмерных пространства: круговая конфигурация для цветовых названий и полуокружность для разных по длине слов. Цветовое семантическое пространство, основанное на вызванных потенциалах, совпадает с цветовым семантическим пространством, основанным на субъективных оценках цветовых названий.

Внезапная смена названий эмоций также приводит к генерации вызванных потенциалов, амплитуды которых зависят от двух переменных: семантического различия названий эмоций и перцептивного различия слов по длине (Измайлов и др., 2003а, б).

Семантическое пространство эмоций, основанное на вызванных потенциалах на замену названий эмоций, совпадает с семантическим пространством эмоций, основанным на вызванных потенциалах на внезапную замену эмоциональных выражений лица, а также с про-

странством эмоций, полученным из субъективных оценок различий эмоциональной экспрессии лица (Измайлов и др., 2000).

Здесь возникают два вопроса.

1. Почему балльные оценки различий названий цветов и названий эмоций положительно коррелируют с амплитудами семантических субкомпонент вызванного потенциала, возникающего при внезапной замене цветowych или эмоциональных названий?

2. Почему цветовой семантическое пространство и эмоциональное семантическое пространство имеют сферическую структуру?

Чтобы приблизиться к ответам на эти вопросы, необходимо перенести принцип векторного кодирования с перцептивного уровня на семантический. Начнем с перехода от карты памяти к карте семантических единиц. Предварительно напомним, как происходит процесс обработки цветовой информации. Он начинается с генерации вектора возбуждения в ансамбле, состоящем из четырех нейронов-преддетекторов. Векторы возбуждения равны по длине, образуя гиперсферу в четырехмерном пространстве. Цветовые детекторы, обладая четырьмя синаптическими контактами, характеризуются равными по длине векторами синаптических связей. Таким образом, множество цветowych детекторов также образует гиперсферу. Цветовой стимул создает вектор возбуждения преддетекторов, который вызывает рельеф возбуждения на карте детекторов с максимумом на том из них, вектор синаптических связей которого коллинеарен действующему вектору.

В процессе онтогенетического развития выходные сигналы детекторов достигают нейронов памяти, из которых формируется карта единиц, избирательно настроенных на специфические цвета. Эндогенная активация цветowych нейронов памяти составляет основу цветowych представлений. В ходе образования ассоциаций «цвет — цветовой символ» специфические нейроны памяти связываются с нейронами, представляющими цветowych символы. Семантический нейрон, представляющий цветовой символ, в свою очередь образует синапсы с нейронами памяти в соответствии с величиной возбуждения каждого из них. Связи между цветowymi нейронами памяти и нейронами, кодирующими цветowych символы, являются двухсторонними. Это позволяет осуществлять две операции: символизацию цвета (называние цветowego стимула) и припоминание цветowego стимула при его предъявлении.

Воспоминание о цвете возникает в результате индуцирования цветowym символом вектора возбуждения на карте цветовой памяти. Когда один цветовой символ внезапно заменяется другим, создаваемые ими векторы возбуждения на карте цветовой памяти также соответственно изменяются. Возбуждения, возникающие в нейронах цветовой памяти при смене символов, направляются к «вычитающим» нейронам, «вычисляющим» изменение возбуждения в отдельных нейронах цветовой памяти. Возбуждения «вычитающих» нейронов складываются

в «суммирующих» нейронах, которые «вычисляют» общую величину семантического различия. Эти «суммирующие» нейроны дополняются «шумящими» нейронами, максимально активными при молчании «суммирующих». Из комбинации возбуждений этих нейронов возникает двухкомпонентный вектор возбуждения, кодирующий семантическое различие. Он воздействует на детекторы различий. Балльная оценка семантического различия достигается при участии детекторов различий, связанных с семантическими нейронами наименования числа, которые далее связаны с командными нейронами артикуляции.

Амплитуда вызванных потенциалов на смену цветовых названий определяется двумя источниками: перцептивным различием конфигурации символов (различием длины слов) и семантическим различием цветовых символов. Представленные в вызванных потенциалах, они перекрываются, совпадая по времени. Разделение вкладов этих двух источников достигается многомерным шкалированием матрицы амплитуд вызванных потенциалов. Выделяются два двумерных пространства. Одно из них (перцептивное двумерное пространство) представляет разные по длине цветовые названия. Другое (семантическое двумерное пространство) представляет названия цветов в соответствии с цветовым кругом Ньютона. Вклад каналов яркости и темноты в четырехмерное цветовое пространство может быть утерян в связи с ограниченным числом используемых в опыте цветовых названий.

В заключение повторим, что название определенного цвета как его символ, достигая уровня семантических нейронов, активирует через систему связей «сверху-вниз» популяцию нейронов цветовой памяти. Это создает на карте памяти вектор возбуждения. Следующее название цвета генерирует на карте памяти другой вектор возбуждения. Соответствующие компоненты этих двух векторов образуют разности возбуждений в фазических «вычитающих» нейронах. Совместно «вычитающие» нейроны «вычисляют» абсолютную величину векторной разности, представленную возбуждением «суммирующего» нейрона. Она равна семантическому различию цветовых названий и определяет семантическую компоненту вызванного потенциала. В то же время изменение конфигурации слов в качестве сенсорного события определяет перцептивный вызванный потенциал, зависящий от различия слов по длине. Появляясь вместе, семантический и перцептивный вызванные потенциалы создают перекрывающиеся негативности. Разделить их позволяет многомерное шкалирование матрицы их амплитуд.

Аналогичные механизмы действуют и при назывании эмоций. Для большей конкретности рассмотрим результаты экспериментов с заменой эмоциональных выражений лиц, а также данные, полученные при замене соответствующих названий эмоций. Черты лица на входе кодируются детекторами ориентаций линий в поле 17 зрительной коры. Комбинации детекторов ориентаций линий создают четыре

нейрона-предетектора, представляющие наклоны бровей и углов рта, а также их суммарные характеристики. Детекторы специфических выражений эмоций, известные под названием «гностических единиц», локализируются в зрительной области височной коры, образуя карту памяти эмоций. В процессе обучения специфические экспрессии эмоций ассоциируются с их символическими репрезентациями (названиями эмоций). Нейроны памяти экспрессии эмоций связываются с нейронами символов двухсторонними связями. Названия эмоций активируют семантические нейроны и через связи, идущие «сверху-вниз», возбуждают нейроны эмоциональной памяти, относящиеся к соответствующему названию эмоций. Этот процесс составляет основу эмоционального воспоминания. При внезапной смене одного названия эмоции другим два последовательно возникающих вектора возбуждения покомпонентно вычитаются в «разностных» нейронах. Эти разности складываются в «суммирующих» нейронах, генерирующих спайки, в соответствии с абсолютной величиной разности векторов возбуждения на мнемической карте эмоций. Спайковый разряд в «суммирующих» нейронах является мерой семантического различия названий эмоций. Это соответствие достигается путем формирования вектора различий с последующим возбуждением детектора различия и командного нейрона артикуляции. В это же время семантический спайковый разряд «суммирующих» нейронов создает негативный пик вызванного потенциала в ответ на внезапную смену названий эмоций. Это означает, что амплитуда вызванного потенциала содержит в себе информацию о семантическом различии названий эмоций. Вызванный потенциал семантического различия осложняется вкладом перцептивного различия, связанного с различной конфигурацией слов и вызывающего независимый вызванный потенциал, совпадающий по времени с семантическим вызванным потенциалом. Общая амплитуда вызванного потенциала равна сумме семантической и перцептивной компонент. Разделение семантического и перцептивного вкладов в вызванный потенциал достигается применением многомерного шкалирования, которое выявляет два двумерных пространства: круговое семантическое пространство эмоций и пространство длины слова в форме полуокружности.

Основываясь на электрофизиологических экспериментах, предложим модель вычисления семантических различий в нейронных сетях. В общем виде вычисление субъективных различий и амплитуд вызванных потенциалов на внезапную смену символов можно представить следующей последовательностью операций.

1. *Избирательная настройка детектора.*

$$d_{ij} = (\vec{F}_i, \vec{C}_j) = |\vec{F}_i| |\vec{C}_j| \cos A_{ij},$$

где  $d_{ij}$  — возбуждение  $j$ -го детектора, равное скалярному произведению  $i$ -го вектора возбуждения  $\vec{F}_i$  и вектора синаптических связей  $\vec{C}_j$   $j$ -го детектора.

Внешние стимулы кодируются равными по длине векторами возбуждения предетекторов. Вектор возбуждения предетекторов, воздействуя на детекторы с равными по длине векторами синаптических связей, вызывает в каждом детекторе реакцию, равную скалярному произведению действующего вектора возбуждения на вектор его синаптических связей.

Детектор, вектор синаптических связей которого совпадает по направлению с вектором возбуждения, оказывается максимально активированным и представляет внешний стимул на карте детекторов.

2. *Вычисление перцептивного различия при внезапной смене стимулов.*

$$d_{ij} = |\vec{F}_i - \vec{F}_j|,$$

где  $d_{ij}$  — воспринимаемое различие между стимулами  $S_i$  и  $S_j$ ,

$\vec{F}_i$  — вектор возбуждения, вызванный в предетекторах стимулом  $S_i$ ,

$\vec{F}_j$  — вектор возбуждения, вызванный в предетекторах стимулом  $S_j$ ,

$|\vec{F}_i - \vec{F}_j|$  — абсолютная величина разности векторов возбуждения.

Различия между пространственно разделенными, но одновременно действующими стимулами равно абсолютной величине разности представляющих их векторов возбуждения предетекторов. Изменения возбуждения в каждом предетекторе измеряются в тонических разностных нейронах.

3. *Вычисление перцептивного различия в фазических «ON»- и «OFF»-нейронах при замене.*

$$\langle ON_p \rangle = |f_{ip} - f_{jp}| [(1 - \exp(-k_1 t)) - (1 - \exp(-k_2 t))], k_1 > k_2,$$

$$\langle OFF_p \rangle = |f_{ip} - f_{jp}| [(1 - \exp(-k_1 t)) - (1 - \exp(-k_2 t))], k_1 < k_2,$$

$$p = 1, 2, \dots, n,$$

где  $\langle ON_p \rangle$  и  $\langle OFF_p \rangle$  — фазические нейроны в  $p$ -м предетекторе, реагирующие на различие стимулов  $S_i$  и  $S_j$ .

Различия между последовательно сменяющимися стимулами вычисляются в фазических нейронах. Изменение возбуждения в каждом предетекторе измеряется при помощи двух фазических нейронов. «ON»-нейрон генерирует спайки, когда возбуждение в предетекторе возрастает, а «OFF»-нейрон отвечает спайковым разрядом при снижении уровня возбуждения в данном предетекторе. Форма реакций «ON»- и «OFF»-нейронов представлена колоколообразной кривой, следующей за изменением стимула. «ON»- и «OFF»-нейроны работают по принципу «или-или», совместно измеряя абсолютную величину изменения возбуждения предетектора.

4. *Вычисление суммарного различия «суммирующим» нейроном.*

$$SUM = \sum_{p=1}^n (\langle ON_p \rangle + \langle OFF_p \rangle),$$

где  $SUM$  — общее число спайков, генерируемых во всех «ON»- и «OFF»-нейронах ансамбля предетекторов при замене стимула  $S_i$  стимулом  $S_j$ .

Фазические «ON»- и «OFF»-нейроны, «измеряющие» изменения возбуждения в каждом предетекторе, конвергируют на «суммирующем» нейроне, который «измеряет» общее изменение возбуждения во всех предетекторах. Эта сумма изменений возбуждения предетекторов представляет собой абсолютную величину разности векторов возбуждения предетекторов, вычисленную в «сити-блок» метрике.

5. Генерация вызванного потенциала определяется суммой спайков «ON»- и «OFF»-нейронов, «измеряемых» «суммирующим» нейроном.

$$amp = C \cdot Sum,$$

где  $amp$  — амплитуда негативного пика вызванного потенциала,

$C$  — коэффициент преобразования спайков в негативную волну вызванного потенциала,

$Sum$  — общее число спайков нейрона, «суммирующего» вклады фазических «ON»- и «OFF»-нейронов ансамбля предетекторов.

Реакции фазических «ON»- и «OFF»-нейронов поступают на «суммирующий» нейрон, разряд которого определяется изменением вектора возбуждения предетекторов при замене одного стимула другим. Спайковый разряд «суммирующих» нейронов на действие сменяющих друг друга стимулов определяет амплитуду вызванного потенциала.

6. Вербальная оценка перцептивного различия связана с переходом от скалярной величины  $Sum$  возбуждения «суммирующего» нейрона к векторному представлению этого различия.

Такой переход достигается введением фоновоактивного нейрона, из возбуждения которого вычитается возбуждение «суммирующего» нейрона:

$$\vec{G} = (sum, 1 - sum),$$

где  $\vec{G}$  — вектор различия,

$sum$  — возбуждение «суммирующего» нейрона,

$1 - sum$  — остаточное возбуждение фоновоактивного нейрона.

Таким образом, различие  $Sum$  преобразуется в вектор различия  $\vec{G}$ , нормированный в «сити-блок» метрике. Переход к евклидовой метрике реализуется механизмом нейрональной адаптации.

7. Вектор перцептивного различия  $\vec{G}$  действует на набор детекторов различий, обладающих разными, но равными по длине векторами синаптических связей.

Селективный детектор различия  $D_i$  «вычисляет» скалярное произведение вектора различия и вектора синаптических связей данного детектора различия  $d_{ij}$ :

$$D_{ij}(d_{ij}) = (\vec{G}_i, \vec{H}_j),$$

где  $\vec{G}_i$  — вектор различия,

$\vec{H}_j$  — вектор синаптических связей данного детектора различия,

$D_{ij}(d_{ij})$  — возбуждение  $j$ -го детектора различия.

Перцептивное различие специфицирует максимально возбужденный детектор различия. В процессе обучения каждый детектор различия связывается с определенным семантическим нейроном, представляющим данное различие в числовой символической форме. Семантические нейроны числовых значений потенциально связаны с разными командными нейронами, но под влиянием инструкции давать численную оценку различия семантический нейрон активирует адекватный командный нейрон артикуляции. В результате генерируется численная оценка перцептивного различия.

Перейдем теперь к вычислению семантических различий и семантического вызванного потенциала.

#### 8. Генерация вектора возбуждения детекторов.

Вычисление семантических различий требует подключения долговременной памяти; для этого, в свою очередь, необходим анализ свойств детекторной карты. Вызывая вектор возбуждения в преддетекторах, стимул создает на детекторной карте вектор возбуждения, компонентами которого являются возбуждения отдельных детекторов.

$$\vec{D}_i = [(\vec{F}_i, \vec{C}_1), (\vec{F}_i, \vec{C}_2), \dots, (\vec{F}_i, \vec{C}_n)],$$

где  $\vec{D}_i$  — вектор возбуждения детекторов, вызванный стимулом  $S_i$ ;  
 $(\vec{F}_i, \vec{C}_j)$  — возбуждение  $j$ -го детектора, равное скалярному произведению вектора возбуждения  $\vec{F}_i$  и вектора синаптических связей  $\vec{C}_j$ .

#### 9. Переход от детекторной карты к карте долговременной памяти.

Формирование нейронов памяти происходит под влиянием векторов возбуждения детекторов. Оно связано с образованием на нейроне памяти синаптических контактов, веса которых прямо пропорциональны компонентам вектора возбуждения детекторов.

$$\vec{K}_i = \vec{D}_i,$$

где  $\vec{K}_i$  — вектор синаптических связей на  $i$ -м нейроне долговременной памяти,

$\vec{D}_i$  — вектор возбуждения детекторов, вызванный  $i$ -м стимулом.

Нейрон памяти хранит информацию о стимуле в форме вектора весов своих синаптических связей. Карта памяти образована нейронами с разными векторами весов синаптических контактов.

10. Запечатление стимула определяется резервным нейроном памяти, максимально активирующимся на входе.

$$M_i = \vec{D}_i \Rightarrow \vec{K}_i,$$

где  $M_i$  — нейрон памяти, приобретающий вектор синаптических связей  $\vec{K}_i$  под влиянием стимула  $S_i$  посредством вектора возбуждения детекторов  $\vec{D}_i$ .

#### 11. Ответ нейрона памяти на предъявленный стимул.

После того как нейрон памяти сформировался, он участвует в опознании стимулов. Последнее происходит, когда стимул на входе

генерирует детекторный вектор возбуждения, совпадающий с вектором синаптических связей данного нейрона.

$$M_i = (\vec{D}_i, \vec{K}_i),$$

где  $M_i$  — возбуждение нейрона памяти, сформированное ранее стимулом  $S_i$ ,

$\vec{D}_i$  — вектор возбуждения детекторов, вызванный повторным нанесением стимула  $S_i$ ,

$\vec{K}_i$  — вектор синаптических связей нейрона памяти  $M_i$ , возникший при первоначальном нанесении стимула  $S_i$ ,

$(\vec{D}_i, \vec{K}_i)$  — скалярное произведение вектора возбуждения детекторов и вектора синаптических связей нейрона памяти  $M_i$ .

Если возбуждение нейрона памяти выше порогового уровня, то стимул  $S_i$  опознается как знакомый.

### 12. Возникновение вектора возбуждения на карте долговременной памяти.

Вектор возбуждения детекторов действует не на один нейрон памяти, а на популяцию нейронов, образующих нейронную карту памяти. В результате действия стимула  $S_i$  на карте нейронов памяти образуется вектор возбуждения, компонентами которого являются возбужденные нейроны памяти.

$$\vec{M}_i = [(\vec{D}_i, \vec{K}_1), (\vec{D}_i, \vec{K}_2), \dots, (\vec{D}_i, \vec{K}_n)],$$

где  $\vec{M}_i$  — вектор возбуждения памяти, вызванный на карте нейронов памяти стимулом  $S_i$ ,

$\vec{D}_i$  — вектор возбуждения детекторов, вызванный стимулом  $S_i$ ,

$\vec{K}_j$  — вектор синаптических связей  $j$ -го нейрона памяти,  $j = 1, 2, \dots, n$ ,

$(\vec{D}_i, \vec{K}_j)$  — скалярное произведение вектора возбуждения детекторов, вызванного  $i$ -м стимулом, и вектора синаптических связей  $j$ -го нейрона памяти.

### 13. Формирование двухсторонних связей между семантическим нейроном и нейронами памяти.

Синаптические контакты на семантическом нейроне равны по своему весу возбуждениям нейронов на карте памяти. Синаптический контакт на каждом нейроне памяти, связывающий его с семантическим нейроном, равен возбуждению данного нейрона памяти в момент образования синапса. Таким образом, возбуждение семантического нейрона создает на карте памяти вектор возбуждения, равный исходному вектору возбуждения нейронов на карте памяти.

$$\vec{W}_{ij} = \vec{M}_i,$$

где  $\vec{M}_i$  — вектор возбуждения на карте памяти,

$\vec{W}_{ij}$  — вектор синаптических связей, созданный вектором возбуждения памяти  $\vec{M}_i$  на  $j$ -м семантическом нейроне.



Одновременно вектор  $\vec{W}_{ij}$  представляет множество синаптических контактов, связывающих  $j$ -й семантический нейрон с нейронами долговременной памяти, образующими вектор возбуждения памяти  $\vec{M}_j$ . Таким образом, вектор возбуждения памяти может быть вызван по схеме «снизу-вверх» стимулом на входе посредством вектора возбуждения преддетекторов и вектора возбуждения детекторов, а также «сверху-вниз» посредством символа, активирующего семантический нейрон.

14. *Операция создания вектора возбуждения на карте нейронов памяти по схеме «снизу-вверх».*

$$\vec{M}_i = [(\vec{D}_i, \vec{K}_1), (\vec{D}_i, \vec{K}_2), \dots, (\vec{D}_i, \vec{K}_n)],$$

где  $\vec{M}_i$  — вектор возбуждения на карте памяти, вызванный  $i$ -м стимулом,

$\vec{D}_i$  — вектор возбуждения детекторов, вызванный стимулом  $S_i$ ,

$\vec{K}_j$  — вектор синаптических связей  $j$ -го нейрона памяти,  $j = 1, 2, \dots, n$ .

15. *Операция создания вектора возбуждения на карте нейронов памяти по схеме «сверху-вниз».*

$$\vec{M}_i = (I_j, \vec{W}_{ij}),$$

где  $I_j$  — возбуждение  $j$ -го семантического нейрона,

$\vec{W}_{ij}$  — вектор синаптических весов от  $j$ -го семантического нейрона к нейронам памяти,

$\vec{M}_i$  — вектор возбуждения нейронов памяти, вызванный возбуждением  $i$ -го семантического нейрона.

16. *Вычисление семантического различия между символами в результате последовательной смены векторов возбуждения на карте памяти.*

Семантическое различие равно абсолютной величине разности векторов возбуждения памяти, создаваемых сменяемыми символами:

$$d_{ij} = |\vec{M}_i - \vec{M}_j|,$$

где  $d_{ij}$  — семантическое различие между  $i$ -м и  $j$ -м символами,

$\vec{M}_i$  — вектор возбуждения памяти, вызванный  $i$ -м символом,

$\vec{M}_j$  — вектор возбуждения памяти, вызванный  $j$ -м символом.

17. *Семантическое различие при внезапной смене одного символа другим осуществляется в фазических «ON»- и «OFF»-нейронах.*

Отдельный нейрон памяти при действии  $i$ -го символа характеризуется возбуждением  $M_{ip}$ , где  $p$  — номер нейрона памяти, а при действии  $j$ -го символа — возбуждением  $M_{jp}$ . Отдельный нейрон памяти связан с «ON»-нейроном параллельно через возбуждающий и тормозный синапсы таким образом, что скорость экспоненциального нарастания возбуждения больше таковой для торможения.

$$\langle \text{ON}_p \rangle = (M_{ip} - M_{jp}) [(1 - \exp(-k_1 t)) - (1 - \exp(-k_2 t))], \quad k_1 > k_2,$$

где  $\langle \text{ON}_p \rangle$  —  $p$ -й отдельный «ON»-нейрон,

$M_{ip}$  — возбуждение  $p$ -го нейрона памяти при действии  $i$ -го символа,

$M_{jp}$  — возбуждение  $p$ -го нейрона памяти при действии  $j$ -го символа,  
 $|M_{ip} - M_{jp}|$  — абсолютная величина разности возбуждений  
 $p$ -го нейрона памяти при смене  $i$ -го символа на  $j$ -й символ,

$(1 - \exp(-k_1 t))$  — экспоненциальный рост возбуждающего постсинаптического потенциала в  $p$ -м «ON»-нейроне,

$(1 - \exp(-k_2 t))$  — экспоненциальный рост тормозного постсинаптического потенциала в  $p$ -м «ON»-нейроне.

$$\langle OFF_p \rangle = (|M_{ip} - M_{jp}|) [(1 - \exp(-k_1 t)) - (1 - \exp(-k_2 t))], \quad k_1 < k_2,$$

где  $\langle OFF_p \rangle$  — возбуждение «OFF»-нейрона,

$M_{ip}$  — возбуждение  $p$ -го нейрона памяти при действии  $i$ -го символа,

$M_{jp}$  — возбуждение  $p$ -го нейрона памяти при действии  $j$ -го символа,

$(1 - \exp(-k_1 t))$  — экспоненциальный рост возбуждающего постсинаптического потенциала,

$(1 - \exp(-k_2 t))$  — экспоненциальный рост тормозного постсинаптического потенциала.

Таким образом, «ON»-нейрон генерирует спайки, если возбуждение данного нейрона памяти возрастает. «OFF»-нейрон генерирует спайки при снижении возбуждения нейрона памяти.

18. *Трансформация спайков, генерируемых «ON»- и «OFF»-нейронами, в амплитуду семантического вызванного потенциала.*

Выходы «ON»- и «OFF»-нейронов суммируются в «суммирующих» нейронах, спайковый разряд которых является мерой семантического различия. Разряд «суммирующих» нейронов приводит к выходу из них калия и деполяризации клеток глии, определяющей амплитуду негативного пика вызванного потенциала. Таким образом, вызванный потенциал на смену символов служит мерой семантического различия:

$$Sum = \sum_{p=1}^n (\langle ON_p \rangle + \langle OFF_p \rangle)$$

где  $Sum$  — общее число спайков в «ON»- и «OFF»-нейронах, определяющих разряд «суммирующего» нейрона.

$$A = C \cdot Sum,$$

где  $A$  — амплитуда семантического вызванного потенциала,

$C$  — коэффициент преобразования спайков сигнала различия в амплитуду потенциала семантического различия.

При этом необходимо учитывать вызванный потенциал на смену конфигураций стимулов.

Итак, численные оценки семантических различий и амплитуды семантических вызванных потенциалов на внезапную замену символов возникают из различий векторов возбуждения памяти. Последние вызываются сменяемыми символами, действующими через семантические нейроны на карту нейронов памяти по схеме «сверху-вниз». Спайковые разряды, возникающие в «ON»- и «OFF»-нейронах, складываются в «суммирующих» нейронах, спайковый разряд которых определяет се-

мантическое различие. Спайковый разряд превращается в негативный пик вызванного потенциала при участии клеток глии. Сферическая структура семантического пространства предопределена механизмом нормировки векторов возбуждения на уровне преддетекторов.

Отвечая на вопрос о том, почему субъективные балльные оценки семантических различий коррелируют с амплитудами вызванных потенциалов на замену слов, следует подчеркнуть, что и те и другие определяются работой «суммирующих» нейронов, «измеряющих» абсолютную величину разности векторов возбуждения, создаваемых семантическими нейронами на карте долговременной памяти.

Сферическая структура семантических пространств основывается на равных по длине перцептивных векторах возбуждения, которые определяют сферичность карты детекторов. Последняя в свою очередь определяет сферичность карты памяти, на которой семантические нейроны создают векторы возбуждения как основу семантических различий.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Измайлов Ч.А., Коршунова С.Г., Соколов Е.Н.* Связь зрительных вызванных потенциалов с различиями между эмоциональными выражениями схематических лиц // Журн. ВНД им. И.П. Павлова. 2000. Т. 50. № 5. С. 805—818.

*Измайлов Ч.А., Коршунова С.Г., Соколов Е.Н. и др.* Вызванный потенциал как мера семантических цветовых различий у человека // А.Р. Лурия и психология XXI века / Под ред. Т.В. Ахутиной, Ж.М. Глозман. М., 2003 а. С. 283—289.

*Измайлов Ч.А., Коршунова С.Г., Соколов Е.Н. и др.* Семантический компонент вызванного потенциала различения // Современные направления междисциплинарных исследований. М., 2003 б. С. 295—308.

*Конорски Ю.* Интегративная деятельность мозга. М., 1967.

*Николлс Дж.Г., Мартин А.Р., Валлас Б.Дж. и др.* От нейрона к мозгу. М., 2003.

*Полянский В.Б., Евтихин Д.В., Соколов Е.Н.* Яркостный компонент зрительного вызванного потенциала на цвет // Журн. ВНД им. И.П. Павлова. 1999. № 6. С. 1046—1051.

*Соколов Е.Н.* Восприятие и условный рефлекс. Новый взгляд. М., 2003.

*Соколов Е.Н., Вайткявичюс Г.Г.* Нейроинтеллект: от нейрона к нейрокомпьютеру. М., 1989.

*Фомин С.В., Соколов Е.Н., Вайткявичюс Г.Г.* Искусственные органы чувств. М., 1979.

*Izmailov Ch.A., Sokolov E.N.* Spherical model of color and brightness discrimination // Psychol. Sci. 1991. Vol. 2. N 4. P. 249—259.

*Izmailov Ch.A., Sokolov E.N.* Subjective and objective scaling of large color differences // Psychophysics beyond sensation / Ed. by Ch. Kaernbach, E. Schroger, H. Muller. Mahwah, NJ, 2004. P. 27—43.

*Miyashita Y., Sakai K., Higuchi S. et al.* Localization of prima long-term memory in the primate temporal cortex // Memory: Organization and locus of change / Ed. by L.R. Squire, N.M. Weinberger, G. Lynch et al. N.Y., 1991. P. 239—249.

*Näätänen R.* Attention and brain function. Hillsdale, NJ, 1992.

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

**А. Ю. Шварц, О. Б. Обухова, Т. В. Ахутина**

### **ПСИХОГЕНЕТИКА И НЕЙРОПСИХОЛОГИЯ: АНАЛИЗ ИСТОЧНИКОВ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ РАЗЛИЧИЙ КОГНИТИВНЫХ ФУНКЦИЙ В ЗРЕЛОМ ВОЗРАСТЕ**

В статье обсуждается возможность использования нейропсихологического метода анализа в психогенетических исследованиях. Предлагается применять нейропсихологические показатели в качестве эндофенотипа — промежуточного звена между генотипом и фенотипом. Излагаются результаты экспериментального исследования моно- и дизиготных близнецов в возрасте 43—62 лет. Рассмотрение фактора программирования и контроля в качестве эндофенотипа показало, что нейропсихологические факторы могут стать основой качественного анализа структуры интеллекта.

*Ключевые слова:* нейропсихологические факторы, психогенетика, эндофенотип, коэффициент наследуемости, неравномерность развития когнитивных функций, близнецовый метод.

The article discusses the question of application of the neuropsychological method in psychogenetic research. It is suggested to use neuropsychological indexes as endophenotype — an intermediate part between genotype and phenotype. Results of experimental study of mono- and dizygotic 43—62 year old twins are reported. Consideration of programming and control index (executive functions index) as an endophenotype has demonstrated that neuropsychological indexes may become a basis for the qualitative analysis of the intelligence structure.

*Key words:* neuropsychology, executive functions, psychogenetics, endophenotype, heritability coefficient, uneven development of cognitive functions, twin method.

---

**Шварц Анна Юрьевна** — аспирантка ф-та психологии МГУ. *E-mail:* tiger-small@yandex.ru

**Обухова Ольга Борисовна** — канд. психол. наук, доцент кафедры дифференциальной психологии ф-та клинической и специальной психологии МГППУ. *E-mail:* s1342075@gmail.com

**Ахутина Татьяна Васильевна** — докт. психол. наук, профессор, зав. лабораторией нейропсихологии ф-та психологии МГУ. *E-mail:* akhutina@mail.ru

# 1. Теоретическое введение

## 1.1. Психогенетические исследования интеллектуальных способностей

Изучение вопроса о биологической и социальной природе умственных способностей имеет длинную историю, в ходе которой высказывались полярные мнения: от того, что практически у любого человека можно развить любые способности, до того, что интеллектуальные способности в значительной мере заданы уже при рождении. Этот вопрос, актуальный для многих областей психологического знания, стал предметом *психогенетики*, изучающей относительную роль и взаимодействие факторов наследственности и среды в формировании индивидуальных различий по психологическим и психофизиологическим признакам.

На данный момент около 80% всех работ в области психогенетики посвящено изучению интеллекта. На основе данных, полученных путем сравнения степени сходства разных пар родственников, можно утверждать, что вариативность интеллекта в популяции определяется генетическими источниками на 44—52% (Егорова и др., 2004). Однако эти цифры различаются в разных возрастах и популяциях. Исследования показывают, что при переходе от дошкольного к юношескому возрасту *коэффициент наследуемости* (КН) интеллекта увеличивается от 40 до 60%, а в выборках взрослых и пожилых людей еще более возрастает. Так, в Норвежском (возраст испытуемых 30—57 лет), Шведском (54—80 лет) и Миннесотском (60—88 лет) исследованиях КН достигают 80% (Tumbs et al., 1984; Pedersen et al., 1992; McGue et al., 1993 — см.: Егорова и др., 2004, с. 52). *Общая среда* (показатели среды, которые ведут к формированию семейного сходства) перестает играть какую-либо роль к зрелому возрасту. Влияние *индивидуальной среды* (показатели среды, которые приводят к возникновению различий у членов одной семьи) на вариативность интеллекта отмечается на уровне 12—20%. В лонгитюдных исследованиях также обнаруживается рост КН интеллекта с возрастом. В Техасском исследовании (Loehlin et al., 1997 — см.: Егорова и др., 2004, с. 56) показано, что в молодости и ранней зрелости этот коэффициент достигает 78%, что явно свидетельствует о возрастании роли генотипа в вариативности интеллекта в ходе онтогенеза. Есть отдельные данные о зависимости КН интеллекта от культурно-социальной среды: для популяций, проживающих в обедненной среде, характерны более низкие показатели, чем для популяций, живущих в среде обогащенной. Кроме того, обнаружено, что коэффициенты, полученные на северо-европейских выборках, немного выше, чем соответствующие данные по американским выборкам. Это также может объясняться различиями среды (Егорова и др., 2004).

В современных работах имеется тенденция рассматривать не только интегральный показатель интеллекта, но и разные психические про-

цессы, входящие в интеллектуальные способности. Так, обнаружено, что КН вербального и невербального интеллекта сильно варьируются в разных исследованиях, но стабильно отмечается большее значение КН вербального интеллекта (Равич-Щербо и др., 1999). Однако результаты анализа когнитивных способностей, стоящих за интегральным показателем интеллекта, к сожалению, крайне противоречивы. Например, КН пространственных способностей у детей 7 лет в одних работах соответствует 12—30%, а в других — 97% (Егорова и др., 1995).

С.Б. Малых и коллеги обнаружили, что в результате целенаправленного обучения КН может изменяться по-разному. Если при решении задач на предугадывание генетическое влияние на вариативность показателей уменьшается по мере обучения, то для двигательных навыков оно возрастает. Авторы связывают это с изменением психологической структуры видов деятельности. Также было показано, что генотип-средовое соотношение меняется при изменении инструкции и при различной степени новизны задания (Малых и др., 1998). Становится понятно, что процедуры оценки когнитивных способностей недостаточно стандартны, а КН слишком чувствителен даже к небольшим трансформациям процедуры и к возрастным изменениям, и на его основе нельзя делать определенные выводы об общем КН различных умственных способностей (Малых и др., 1993).

### **1.2. Эндофенотип как промежуточный уровень между генотипом и фенотипом**

Большой разброс КН разных способностей вызывает необходимость обращения к промежуточному уровню между генотипом и фенотипом. Если *генотип* — это сумма всех генов организма, то *фенотип* — это любые проявления живущего организма, «продукт реализации данного генотипа в данной среде» (Равич-Щербо и др., 1999, с. 68). Между геном (генотипом) и поведением (фенотипом) нет прямого соответствия, а есть только неоднократно опосредованная связь. Фенотипически одинаковые признаки, измеренные по одной и той же методике, могут иметь разную психологическую структуру в зависимости от возраста и индивидуальных особенностей индивида и соответственно могут быть связанными с разными генами (там же; см. также: Лурия, 2002; Марютина, 2003). Наличие, отсутствие, степень выраженности одного фенотипического признака определяются многими генами, результат действия которых зависит не только от имеющихся вариантов генов, но и от множества других факторов. «Непосредственное биохимическое проявление гена и его влияние на психологические особенности разделены “горным хребтом” промежуточных биомолекулярных событий» (Равич-Щербо и др., 1999, с. 67). Поэтому одним из способов, облегчающих проследивание пути от генов к поведению, стало нахождение *эндофенотипов* — промежу-

точных звеньев, опосредующих влияние генотипа на фенотипические переменные.

Понятие эндофенотипа, введенное И. Готтесманом в 1972 г. (подробнее см.: Gottesman, Gould, 2003) при изучении психических расстройств, получило широкое распространение и при анализе психологических и психофизиологических характеристик. Признак, или показатель, может быть признан эндофенотипом когнитивных способностей, если он удовлетворяет следующим критериям (De Geus et al., 2001): 1) он устойчив и надежно определяется; 2) выявлена его генетическая обусловленность; 3) он коррелирует с изучаемой когнитивной способностью (фенотипическая корреляция); 4) связь между ним и когнитивной способностью частично выводится из общих генетических источников (генетическая корреляция). А если ставится задача прослеживания биологического пути от генов к когнитивной способности, то важно выполнение еще одного критерия: 5) наличие теоретически осмысленной (в том числе причинной) связи между показателем и когнитивной способностью.

В качестве эндофенотипов интеллекта принято рассматривать (1) частные когнитивные характеристики или (2) индивидуальные особенности функционирования мозга, его анатомии и физиологии (Plomin, 2002).

(1) Из частных когнитивных характеристик используется время реакции выбора. Известно, что индивидуальные различия во времени реакции выбора объясняют около 20% дисперсии значений интеллекта. Было установлено (Posthuma, De Geus, Boomsma, 2001), что связи между временем реакции выбора и значениями вербального и невербального интеллекта объясняются генетическими факторами: обнаружено 22 и 10% общих генов соответственно. Предполагается, что среди общих генов есть отвечающие за миелинизацию аксонов ЦНС (как известно, покрытый миелиновой оболочкой аксон проводит нервный импульс быстрее). К частным когнитивным характеристикам, рассматриваемым в качестве эндофенотипов интеллекта, относится и рабочая память (Wright et al., 2001). Однако отметим, что ни время реакции выбора, ни рабочая память, ни другие психологические параметры, важные для понимания природы интеллектуальных различий, все же не раскрывают путь от генотипа к интеллекту через устройство и функционирование мозга, поскольку не являются непосредственными показателями работы мозга. Кроме того, при использовании этих показателей мы вновь сталкиваемся с упомянутой выше высокой чувствительностью КН к изменению условий эксперимента.

(2) Возможными эндофенотипами считают также параметры функционирования мозга на разных уровнях физиологии, морфологии и биохимии мозга, включая структурные белки, ферменты, гормоны, метаболиты и т.п. (Малых и др., 1998). Исследуются ЭЭГ, скорость проведения нервных импульсов, степень миелинизации нервных волокон

и т.д. Было показано, что с интеллектом коррелирует скорость периферической нервной проводимости (СПНП), размеры мозга (Рийсдийк, Бумсма, 2001). В качестве промежуточных фенотипов интеллекта исследовались амплитудно-временные и топографические характеристики вызванных потенциалов (Марютина, 2007). Однако теоретические обоснования связей этих характеристик с интеллектом, как правило, не вскрывают специфики интеллектуальных способностей. Так, размер мозга соотносится с толщиной миелиновой оболочки, которая может хуже или лучше защищать клетки от влияния соседних нейронов, что, как утверждается, влияет на интеллект. СПНП определяет количественные характеристики трансмиссии белков, а ее ограничение приводит к ограничению скорости переработки информации, что ведет к снижению показателей интеллекта.

Установлена связь общего фактора интеллекта (g фактора) с количеством серого вещества (Thompson et al., 2001). Еще один возможный эндофенотип когнитивных способностей — специфическое расположение структур мозга. Выявляется, что КН структурных характеристик мозга очень высок, особенно во фронтальных, ассоциативных и традиционно речевых зонах (Вернике и Брока). Так, в области срединных лобных структур можно достоверно говорить о КН порядка 0.90—0.95.

Однако эндофенотипы, непосредственно отражающие морфо-функциональные характеристики мозга, не учитывают способность к планированию деятельности, применяемые стратегии и другие особенности, существенно влияющие на успешность и скорость решения задач (Егорова и др., 2004), т.е. не учитывают психологическую организацию исследуемого фенотипа (когнитивных способностей). Между эндофенотипами такого рода и интеллектом существует опосредованная связь: эндофенотипы отражают далекий от интеллекта уровень анализа и поэтому не дают целостного представления о пути формирования интеллектуальных функций.

Е. Де Геус с соавторами (De Geus et al., 2001) считают весьма продуктивным использование в качестве эндофенотипов (помимо специальных когнитивных способностей) нейрофизиологических характеристик и результатов непосредственного измерения мозговых структур и их функционирования с помощью ЭЭГ, МРТ и др. (подробный обзор этих исследований см.: Plomin, 2002).

Однако использование нейрофизиологических показателей в исследованиях по генетике поведения приводит к необходимости адаптации методов нейронауки к требованиям психогенетики. Проблема заключается в том, как пишут Р. Пломин и С. Кослин, что нейронауку интересуют в первую очередь общие закономерности, вследствие чего данные, как правило, усредняются и анализируются только средние значения (Plomin, Kosslyn, 2001). Психогенетику, напротив, интересу



разброс индивидуальных показателей, который в ряде методов нейронауки отражает не только индивидуальные особенности, но и недостаточную точность аппаратуры. Это создает существенные трудности в получении достоверных данных. Кроме того, техническая сложность этих методов не позволяет исследовать достаточно большие выборки, необходимые для психогенетического анализа.

На наш взгляд, использование в качестве эндофенотипа нейропсихологических показателей позволит решить все три описанные проблемы: во-первых, подойти к изучению природы интеллекта с учетом его структуры; во-вторых, продвинуться на пути понимания многоуровневой системы мозговых событий, лежащих между экспрессией генов и когнитивными способностями; в-третьих, найти метод оценки функционирования мозговых структур, позволяющий исследовать именно индивидуальные различия. Рассмотрим более подробно, как эти проблемы могут быть решены при нейропсихологическом подходе.

### **1.3. Нейропсихологические факторы как эндофенотипы когнитивных процессов**

Основная теоретическая задача нейропсихологии — изучение мозговой организации психических функций (Лурия, 2008). Подходы к ее решению были заложены еще в начале 1930-х гг. Л.С. Выготским, который писал, что «проблема локализации есть, в сущности, проблема отношения структурных и функциональных единиц в деятельности мозга», и она может быть решена лишь при адекватном понимании «того, что локализуется» (Выготский, 1982, с. 168). Понимание формирования и функционирования ВПФ должно включать принципы социального происхождения, системного строения и динамической организации и локализации психических функций (Выготский, 1982; Лурия, 2008). Эти принципы стали основополагающими для отечественной нейропсихологии (Хомская, 1997, 1999).

Принцип системности заключается в следующем: «Высшая (т.е. прижизненно возникающая, опосредствованная, произвольно регулируемая) психическая функция представляет собой не “психическую способность” — целостное и неразложимое на составные части психологическое явление, а сложную форму психической деятельности, включающую в свой состав движущие мотивы, цели (программу), исполнительные звенья (действия и осуществляемые ими операции) и контролирующие механизмы. Это сложная психологическая система, состоящая из многих звеньев и характеризующаяся определенными параметрами (аспектами)» (Хомская, 1997, с. 80). При этом фенотипически одна и та же психическая функция может реализоваться разными функциональными системами и характеризоваться различными параметрами: в зависимости от стадии онтогенетического развития и конкретной задачи будут образовываться разные функциональные органы.

Анализ этих звеньев и параметров реализации психических функций может раскрыть причины значительного разброса данных психогенетических исследований специальных когнитивных способностей и помочь в понимании причин возрастных изменений КН. В исследованиях М.С. Егоровой с соавторами индивидуальные различия в пространственных способностях в 13 лет определялись генетическими причинами на 30%, а в 16 лет на 52% (Егорова и др., 1995). Это может объясняться не просто подключением новых генов, влияющих на вариативность пространственных способностей, или исключением некоторых источников средового влияния, а изменением самого способа выполнения предложенных задач, перестройкой функционального органа и в итоге перестройкой системы генов, влияющих на индивидуальные различия в успешности решения этих задач. Принципиальным здесь является разработанный в нейропсихологии качественный анализ выполнения задачи: например, неуспех в решении арифметического субтеста может быть обусловлен как невозможностью построения хода решения задачи, так и трудностью расшифровки логико-грамматической конструкции в ее условиях (Лурия, Цветкова, 1972). Понятно, что генетические источники возникновения упомянутых трудностей различны. Таким образом, нейропсихологический подход позволяет преодолеть сложности психогенетических исследований частных когнитивных способностей, которые мы обозначили выше.

Из понимания системности строения ВПФ вытекает, что «с определенными мозговыми структурами следует соотносить не психическую функцию как единое целое, а ее отдельные звенья, параметры (аспекты), реализация которых осуществляется с помощью соответствующих физиологических процессов» (Хомская, 1997, с. 81). Принцип динамической организации и локализации проявляется в описанных выше перестройках функционального органа под влиянием онтогенетических и структурных изменений.

Ключевым для такого анализа является понятие *нейропсихологического фактора*, позволяющее соотнести психологический и морфофизиологический уровень анализа. Нейропсихологический фактор, согласно представлениям А.Р. Лурии, определяется как «морфофункциональная единица деятельности мозга, которая характеризуется определенным принципом работы (*modus operandi*)» (Хомская, Гиндина, 2002, с. 46). «Каждый фактор, составляя звено соответствующей функциональной системы (или нескольких систем одновременно), ответственен за определенное звено (параметр) психических функций, также являющихся системными образованиями» (Хомская, 1999, с. 31). Эта ключевая идея нейропсихологии позволяет говорить одновременно о психологической и физиологической составляющих психической функции. Информация о функционировании некоторого фактора может быть проанализирована на *трех уровнях*: 1) морфологическом — как инфор-

мация о задействованных структурах мозга; 2) физиологическом, или функциональном, — как информация о физиологических процессах, протекающих в данных структурах и объединяющихся в функциональную систему; 3) психологическом — как выделение той роли, которую данный фактор может играть в осуществлении различных психических функций (там же).

Таким образом, исследование нейropsychологических факторов в качестве эндофенотипов позволит одновременно приблизиться и к пониманию структуры интеллектуальных функций, и к пониманию их мозговых основ, опосредующих влияние генотипа на индивидуальные показатели интеллекта.

Важно отметить, что задача изучения социальных и биологических основ нейropsychологических факторов стоит перед нейropsychологией вне зависимости от психогенетических исследований. Е.Д. Хомская приводит ряд оснований для предположения о том, что «нейropsychологические факторы отражают генетические механизмы психической деятельности, т.е. что генотип влияет на психические явления через морфофункциональные образования мозга» (Хомская, 1999, с. 33), и генетический уровень может выступать как *четвертый уровень* анализа факторов. Тогда нейropsychологические факторы становятся единицей анализа не только взаимосвязи мозга и психики, но и генотипа и фенотипа.

Можно предположить, что разные факторы соотносятся с генотипом неодинаково. Л.С. Выготский видел принципиальное отличие в организации специфически человеческих областей мозга (лобных и зон, находящихся на стыке теменно-височно-затылочных областей мозга). Эти зоны более других подвержены социальным влияниям, «экстрацеребральные связи играют ключевую роль в их формировании. «Первоначально все эти функции выступают как тесно связанные с внешней деятельностью и лишь впоследствии как бы уходят внутрь, превращаясь во внутреннюю деятельность» (Выготский, 1982, с. 174). Можно было бы думать, что эти функции зависят в большей степени от среды, и в период формирования это действительно так (см.: Лурия, 2002). Но по мере интериоризации они становятся все более зависимыми от генотипа, поскольку высшие психические функции — многокомпонентные функциональные системы, и возможность их поддержания может быть в значительной мере генетически задана (данные о повышении КН см. выше).

#### **1.4. Нейropsychология нормы: неравномерность развития функций**

Качественный синдромный нейropsychологический анализ, применяемый изначально для исследования больных в клинической практике, успешно адаптируется и используется разными авторами для исследо-

вания индивидуальных различий взрослых и детей (Ахутина, 1998б; Ахутина и др., 2006; Манелис, 1999; Хомская, 2003). Нейропсихология индивидуальных различий, или нейропсихология нормы, становится в настоящее время одним из полноправных разделов нейропсихологии (Хомская, 2003). Базовым для нейропсихологии нормы является понятие *неравномерности развития структурно-функциональных компонентов ВПФ* (факторов).

Из опыта всем известно, что у одного человека (взрослого или ребенка) хорошо развиты зрительное восприятие и память, у другого — слуховые процессы, у третьего — тактильные или двигательные. Эти различия возникают не случайно. Типичная для людей последовательность созревания мозговых структур, обусловленная видовой генетической программой, варьируется под влиянием индивидуальной генетической программы, социальных (средовых) факторов и активности субъекта (Ахутина, 1998а; Ахутина, Пылаева, 2003; Егорова, Марютина, 1992). На основе вероятностного взаимодействия этих факторов происходит структурно-функциональная самоорганизация ВПФ. При этом формирование каких-то групп функций идет более интенсивно, других — менее, что в результате ведет к неравномерности развития отдельных компонентов ВПФ.

Неравномерность развития компонентов ВПФ — явление нормальное, а не патологическое. Высокая внутрииндивидуальная вариативность состояния психических процессов (*uneven development*) отмечается и у взрослых и у детей. Так, Д. Шретлен, исследуя выборку из 197 здоровых испытуемых в возрасте 20—92 лет с помощью 15 нейропсихологических проб, оцениваемых по 32 параметрам, обнаружил, что разница между самой высокой и самой низкой оценкой каждого испытуемого составляла в среднем 3.4 стандартного отклонения при разбросе от 1.6 до 6.1 (Schretlen et al., 2003). Анализ неравномерности функционирования нейропсихологических факторов стал основой нашего экспериментального исследования.

## **2. Экспериментальное исследование индивидуальных различий когнитивных функций в зрелом возрасте**

Нейропсихологический метод в психогенетическом исследовании в нашей стране был впервые применен Е.Д. Хомской и Е.Д. Гиндиной (2002). Анализ соотношения интеллекта и нейропсихологических показателей дан в работе: Diaz-Asper, Schretlen, Pearlson, 2004. Генетические и средовые корреляции интеллекта с показателями нейропсихологических тестов на чтение анализировались в работе М. Уайнрайта с коллегами (Wainwright et al., 2004), однако в ней нейропсихологические показатели никак не соотносились с функционированием мозга.

Мы предприняли попытку реализовать описанные выше принципы и показать, что нейропсихологические факторы могут выступать в ка-

честве эндофенотипов когнитивных процессов, отражая одновременно психологический и морфофизиологический уровень функционирования мозга.

## 2.1. Методика

Использовался близнецовый метод, основанный на сопоставлении сходства монозиготных близнецов со сходством дизиготных близнецов. Такое сопоставление позволяет вычислить влияние генотипа ( $h^2$ ), индивидуальной ( $e^2$ ) и общей ( $c^2$ ) среды на вариативность фенотипической характеристики.

В методику входило: 1) исследование интеллекта (тест Векслера для взрослых) и 2) нейропсихологическое обследование. Последнее осуществлялось с помощью батареи из 20 проб, разработанной в лаборатории нейропсихологии факультета психологии МГУ на основе батареи А.Р. Лурии (Ахутина и др., 1996, 2008).

Оценка *функций программирования и контроля произвольных действий и серийной организации* (III блок, по А.Р. Лурии) осуществлялась с помощью следующих проб (приводятся в порядке предъявления):

1. Ориентировка в месте и времени. 2. Вербальные ассоциации, свободные, направленные (действия, растения). 3. Реакция выбора, две серии: 1) в ответ на один стук стучать два раза, на два стука — один раз; 2) в ответ на один стук стучать два раза, на два стука вообще не стучать. 4. Серийный устный счет (вычитание из 100 по 7). 5. Проба на реципрокную координацию. 6. Проба на динамический праксис. 7. Графическая проба. 8. Графомоторная проба (запись данного предложения и ФИО).

На оценку *функций приема, переработки и хранения информации* (II блок) были направлены следующие пробы:

9. Праксис позы пальцев. 10. Тактильный гнозис. 11. Проба на оценку, повторение, выполнение по инструкции ритмов, серийных и акцентированных. 12. Проба на понимание слов, близких по звучанию (6 стандартных картинок). 13. Проба на понимание семантически близких слов (6 изображений действий). 14. Слухоречевая память (две группы по три слова предъявлялись три раза), отсроченное воспроизведение проверялось после гетерогенной интерференции. 15. Слухоречевая память (5 слов предъявлялись по 5 раз), отсроченное воспроизведение проверялось после гомогенной интерференции. 16. Пробы на зрительный гнозис: а) недорисованные предметы, б) наложенные изображения, в) перечеркнутые предметы, г) слепые часы (без примера с циферблатом). 17. Проба на зрительно-пространственную память (запоминание невербализуемых фигур), отсроченное воспроизведение после пробы на тактильный гнозис. 18. Проба на зрительно-моторную интеграцию (*УМТ*), предъявлялись 5 последних фигур теста.

Для оценки *нейродинамических характеристик* (I блок) использовались таблицы Шульте (5 таблиц по 25 цифр).

Для оценки *латерализации* проводилась проба на определение ведущего глаза, уха и руки.

*Испытуемые.* В исследовании приняли участие 29 пар монозиготных (*MZ*) и 25 пар дизиготных (*DZ*) близнецов в возрасте 43—62 лет (средний возраст 50.3 года). Зиготность определялась по опроснику зиготности (Талызина и др., 1991). Половой состав выборки: женщин *MZ*— 22 пары, *DZ*— 14 пар, мужчин соответственно 7 и 11 пар. Образовательный статус — от неполного среднего до высшего (63% выборки) образования.

*Обработка.* Выполнение каждой нейропсихологической пробы оценивалось по нескольким параметрам в соответствии с принципами качественного анализа. Результаты испытуемых по каждому параметру ранжировались. На основе приведенных в литературе сведений о нейропсихологических факторах (Ахутина и др., 2006; Ахутина, Яблокова, Полонская, 2000; Лурия, 2008) из 117 параметров было отобрано 66, составивших 9 индексов, отражающих функционирование 9 нейропсихологических факторов (нейрофакторов): программирования и контроля, серийной организации, зрительный, зрительно-пространственный, кинестетический, слухоречевой, нейродинамический, левополушарный и правополушарный. Также вычислялся интегральный нейропсихологический показатель.

По результатам теста Векслера вычислялись показатели общего (*IQ*), вербального (*VIQ*) и невербального (*NIQ*) интеллекта. Нормальность их распределений, как и распределений нейроиндексов, проверялась с помощью теста Колмогорова—Смирнова. Далее вычислялись коэффициенты корреляции (по Пирсону) нейроиндексов с показателями интеллекта.

Для показателей интеллекта и нейрофакторов вычислялся КН на основе коэффициента Игнатъева:  $h^2=2(rMZ-rDZ)$ , где  $h^2$  — коэффициент наследуемости,  $rMZ$ ,  $rDZ$  — внутриспарные корреляции. Вычислялась также средовая дисперсия с помощью формул, предложенных Р. Пломингом (Равич-Щербо и др., 1999). Влияние общей среды:  $c^2=rMZ-h^2$ . Влияние индивидуальной среды:  $e^2=1-h^2-c^2$ .

## 2.2. Анализ и обсуждение результатов

Проверка с помощью теста Колмогорова—Смирнова обнаружила, что все показатели теста Векслера и все нейроиндексы нормально распределены.

Все корреляции нейроиндексов с *IQ* получились значимыми, хотя и не очень высокими (0.62—0.24) (табл. 1). Это означает, что все нейрофакторы участвуют в формировании показателей интеллекта. Максимальная связь с *IQ* обнаружена у фактора программирования и контроля.

Процент дисперсии вербального и невербального интеллекта, объясняемый каждым из нейрофакторов, представлен в табл. 2. В целом

**Результаты корреляционного анализа (по Пирсону) нейропсихологических индексов и показателей интеллекта**

	III.1	III.2	II.1	II.2	II.3	II.4	I	П	Л	И
<i>VIQ</i>	-.59**	-.25**	-.16	-.30**	-.36**	-.28**	-.21*	-.27**	-.45**	-.49**
<i>NIQ</i>	-.52**	-.32**	-.33**	-.12	-.42**	-.37**	-.42**	-.43**	-.48**	-.61**
<i>IQ</i>	-.62**	-.32*	-.24*	-.25**	-.40**	-.35*	-.31**	-.35**	-.50*	-.59**

*Примечание.* Цифры в шапке таблицы означают нейропсихологические индексы, где первая цифра — блок мозга (по А.Р. Лурии), вторая — его подраздел: III.1 — программирование и контроль, III.2 — серийная организация; II.1 — переработка кинестетической информации, II.2 — слуховой, II.3 — зрительной, II.4 — зрительно-пространственной; I — энергетический блок. Буквами П и Л обозначены право- и левополушарный индексы. И — интегральный индекс.

\*\* — корреляция значима на уровне 0.01; \* — корреляция значима на уровне 0.05.

Таблица 2

**Процент дисперсии показателей вербального (*VIQ*) и невербального (*NIQ*) интеллекта, объясняемый каждым из нейропсихологических факторов**

	III.1	III.2	II.1	II.2	II.3	II.4	I	П	Л
<i>VIQ</i>	34.8	6.3	2.4	9.2	7.8	12.9	4.5	7.1	20.0
<i>NIQ</i>	27.0	10.2	10.9	1.3	13.7	17.8	18.0	18.8	22.6

*Примечание.* Расшифровку обозначений нейропсихологических индексов см. в примечании к табл. 1.

можно отметить, что дисперсия *NIQ* в большей степени объясняется нейрофакторами, чем дисперсия *VIQ*. Это верно для зрительного, зрительно-пространственного, кинестетического факторов и для фактора серийной организации. Фактор программирования и контроля, а также слухоречевой фактор в большей степени определяют дисперсию *VIQ*. Описанные различия в нейропсихологической структуре вербального и невербального интеллекта полностью соответствуют ожиданиям.

Вклады в дисперсию интеллекта полушарных факторов также соответствуют нейропсихологическим представлениям: левополушарный фактор принимает участие в реализации задач на оба вида интеллекта, а правополушарный в первую очередь играет роль в задачах, требующих актуального выполнения пространственных, арифметических или других действий. Возможно, это связано с тем, что данные задачи предъявляют большие требования к симультанному охвату ситуации. Таким образом, нам удалось выявить различия в структурах вербального и невербального интеллекта, и эти различия соответствуют представлениям о роли нейрофакторов в осуществлении психических функций.

**Генетические и средовые компоненты фенотипической дисперсии  
нейропсихологических индексов и показателей структуры интеллекта**

	Компоненты				
	$r_{MZ}$	$r_{DZ}$	$h^2$	$c^2$	$e^2$
<b>А. Нейропсихологические индексы</b>					
Программирование и контроль (III.1)	.60	.45	.30	.30	.40
Серийная организация (III.2)	.59	.06	(.59)	.00	.41
Кинестетический (II.1)	.37	.37	.00	.37	.63
Слухоречевой (II.2)	.36	.10	(.36)	.00	.64
Зрительный (II.3)	.24	.34	—	—	—
Зрительно-пространственный (II.4)	.53	.49	.08	.45	.47
Нейродинамический (I)	.30	.18	.24	.06	.70
<b>Б. Показатели структуры интеллекта</b>					
Вербальный интеллект	.81	0.55	.50	.30	.20
Невербальный интеллект	.75	0.37	.75	.00	.25
Общий интеллект	.84	0.54	.60	.24	.16

*Примечание.* В тех случаях, когда внутриспарное сходство  $MZ$  превышает внутриспарное сходство  $DZ$  более чем в два раза, в качестве показателя наследуемости указывается корреляция  $MZ$ , которая дается в скобках. В тех случаях, когда сходство  $MZ$  меньше сходства  $DZ$ , расчет по приведенным выше формулам производиться не может, и ставится прочерк.

КН общего интеллекта (табл. 3, Б) равен 0.60, что хорошо согласуется с мировыми данными. КН невербального интеллекта (0.75) существенно выше, чем вербального (0.50). Здесь наши данные противоречат усредненным показателям других исследований, что может быть обусловлено следующим. Возраст испытуемых (в среднем 50 лет) расценивается как поздняя зрелость, однако уже в этом возрасте проявляются первые признаки старения. По некоторым данным, старение начинается со сферы невербального интеллекта (Reuter-Lorenz, 2000), тогда как вербальные навыки (чаще используемые и упроченные) сохраняются дольше. Кроме того, показано, что процессы старения затрагивают в первую очередь правополушарные структуры, которые, по общему мнению и по нашим данным, принимают большее участие в выполнении невербальных субтестов.

Для дальнейшего психогенетического анализа был выбран только фактор программирования и контроля (фПК), поскольку он объясняет существенно больший процент дисперсии интеллекта, чем другие факторы. КН этого фактора не очень высок — 0.30 (табл. 3, А). Возможно, это связано с узкой направленностью фПК по сравнению с более интегральными показателями вербального и невербального интеллекта.



Наибольшее влияние на данный фактор оказывает индивидуальная среда (0.40).

Генетические корреляции между нейропсихологическими и интеллектуальными показателями говорят о наличии общей системы генов, которая детерминирует и *нейропсихологический фенотип*, и *некоторую латентную нейрофизиологическую переменную*, включенную в психологический фенотип (интеллект). Согласно нашим расчетам, генетическая корреляция фПК с вербальным интеллектом — 0.87, а с невербальным намного ниже — 0.36, что свидетельствует о значительной роли генотипа в фенотипических связях нейропсихологических факторов с показателями интеллекта.

**3. Заключение.** Итак, нами была теоретически обоснована и эмпирически показана целесообразность использования нейропсихологических показателей в психогенетических исследованиях интеллекта. Рассмотрев фактор программирования и контроля в качестве эндофенотипа, мы нашли различия в структурах вербального и невербального интеллекта. На основе наших данных можно говорить о большей генетической общности этого фактора с вербальным интеллектом, чем с невербальным.

Нейропсихологические показатели представляются нам наиболее подходящими кандидатами на роль эндофенотипов высших психических функций. Мы полагаем перспективным дальнейшее применение нейропсихологического анализа в контексте выявления генетических основ индивидуальных различий когнитивных функций.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Ахутина Т.В.* Нейропсихология индивидуальных различий детей как основа использования нейропсихологических методов в школе // I Международная конференция памяти А.Р. Лурия (Москва, 24—26 сентября 1997 г.): Сб. докл. / Под ред. Е.Д. Хомской, Т.В. Ахутиной. М., 1998а. С. 201—208.

*Ахутина Т.В.* Нейролингвистика нормы // I Международная конференция памяти А.Р. Лурия (Москва, 24—26 сентября 1997 г.): Сб. докл. / Под ред. Е.Д. Хомской, Т.В. Ахутиной. М., 1998б. С. 289—298.

*Ахутина Т.В., Бабаева Ю.Д., Корнеев А.А., Кричевец А.Н.* Вариативность письма у первоклассников: системный нейропсихологический анализ // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 14. Психология. 2006. № 3. С. 58—69.

*Ахутина Т.В., Игнатьева С.Ю., Максименко М.Ю. и др.* Методы нейропсихологического обследования детей 6—8 лет // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 14. Психология. 1996. № 2. С. 51—58.

*Ахутина Т.В., Полонская Н.Н., Пылаева Н.М., Максименко М.Ю.* Методики нейропсихологической диагностики детей // Нейропсихологическая диагностика, обследование письма и чтения младших школьников / Под ред. Т.В. Ахутиной, О.Б. Иншаковой. М., 2008. С. 11—75.

*Ахутина Т.В., Пылаева Н.М.* Методология нейропсихологического сопровождения детей с неравномерностью развития психических функций // А.Р. Лурия и психология XXI века: Докл. Второй Международной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения А.Р. Лурия / Под ред. Т.В. Ахутиной, Ж.М. Глозман. М., 2003. С. 181—189.

*Ахутина Т.В., Яблокова Л.В., Полонская Н.Н.* Нейропсихологический анализ индивидуальных различий у детей: параметры оценки // Нейропсихология и психофизиология индивидуальных различий / Под ред. Е.Д. Хомской, В.А. Москвина. М.; Оренбург, 2000. С. 132—152.

*Выготский Л.С.* Психология и учение о локализации функций // Выготский Л.С. Собр. соч.: В 6 т. Т. 1. М., 1982. С. 168—174.

*Егорова М.С., Зырянова Н.М., Пьянкова С.Д.* Возрастные изменения генотип-средовых соотношений в показателях интеллекта // Генетика поведения: количественный анализ психологических и психофизиологических признаков в онтогенезе / Под ред. С.Б. Малыха. М., 1995. С. 105—118.

*Егорова М.С., Зырянова О.В., Паришкова О.В. и др.* Генотип, среда, развитие. М., 2004.

*Егорова М.С., Марютина Т.М.* Развитие как предмет психогенетики // Вопр. психологии. 1992. № 5—6. С. 3—14.

*Лурия А.Р.* О природе психологических функций и ее изменчивости в свете генетического анализа // Вопр. психологии. 2002. № 4. С. 4—17.

*Лурия А.Р.* Высшие корковые функции человека. СПб., 2008.

*Лурия А.Р., Цветкова Л.С.* Нейропсихологический анализ решения задач. М., 1972.

*Малых С.Б., Егорова М.С., Мешкова Т.А.* Основы психогенетики. М., 1998.

*Малых С.Б., Егорова М.С., Пьянкова С.Д.* Детерминанты индивидуальных особенностей когнитивных характеристик и психологическая структура деятельности // Психол. журн. 1993. Т. 14. № 5. С. 62—76.

*Манелис Н.Г.* Нейропсихологические закономерности нормального развития // Школа здоровья. 1999. Т. 6. № 1. С. 8—25.

*Марютина Т.М.* Психологические факторы как регуляторы генотип-средовых соотношений // А.Р. Лурия и психология XXI века: Докл. Второй Междунар. конференции, посвященной 100-летию со дня рождения А.Р. Лурия / Под ред. Т.В. Ахутиной, Ж.М. Глозман. М., 2003. С. 331—336.

*Марютина Т.М.* Промежуточные фенотипы интеллекта в контексте генетической психофизиологии // Психология. Журнал ВШЭ. 2007. Т. 4. № 2. С. 22—47.

*Равич-Щербо И.В., Марютина Т.М., Григоренко Е.Л.* Психогенетика. М., 1999.

*Рийсдейк Ф.В., Бумсма Д.И.* Генетическая связь между проводимостью центральной и периферической нервной системы и интеллектом // Иностран. психология. 2001. Вып. 14. С. 24—34.

*Тальзина Н.Ф., Кривцова С.В., Мухаматулина Е.А.* Природа индивидуальных различий: опыт исследования близнецовым методом. М., 1991.

*Хомская Е.Д.* Нейропсихологическая школа А.Р. Лурия // Вопр. психологии. 1997. № 5. С. 79—100.

*Хомская Е.Д.* Изучение биологических и социальных основ психики с позиции нейропсихологии // Вопр. психологии. 1999. № 3. С. 27—37.

*Хомская Е.Д.* Нейропсихологический подход к изучению типологии нормы (современное состояние и перспективы) // А.Р. Лурия и психология XXI века: Доклады Второй Междунар. конференции, посвященной 100-летию со дня рождения А.Р. Лурия / Под ред. Т.В. Ахутиной, Ж.М. Глозман. М., 2003. С. 75—80.

*Хомская Е.Д., Гиндина Е.Д.* Изучение «близнецовой модели» с позиций нейропсихологии // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 14. Психология. 2002. № 4. С. 45—60.

*De Geus E.J.C., Wright M.J., Martin N.G., Boomsma D.I.* Genetics of brain function and cognition // Behavior Genetics. 2001. Vol. 31. N 6. P. 489—495.

*Diaz-Asper C.M., Schretlen D.J., Pearlson G.D.* How well does IQ predict neuropsychological test performance in normal adults? // J. of Intern. Neuropsychol. Soc. 2004. Vol. 10. N 1. P. 82—90.

*Gottesman I.I., Gould F.R.C.* The endophenotype concept in psychiatry: etymology and strategic intentions // *Amer. J. of Psychiatry*. 2003. Vol. 160, N 4. P. 636—645.

*Plomin R.* (Ed.) Behavioral genetics in the postgenomic era. Washington, DC, 2002.

*Plomin R., Kosslyn S.M.* Genes, brain and cognition // *Nature Neurosci*. 2001. Vol. 4. N. 12. P. 1153—1154.

*Posthuma D., De Geus E.J.C., Boomsma D.I.* Perceptual speed and IQ are associated through common genetic factors // *Behavior Genetics*. 2001. Vol. 31. N 6. P. 593—602.

*Reuter-Lorenz P.A.* Cognitive neuropsychology of the aging brain // *Cognitive aging: A primer* / Ed. by D.C. Park, N. Schwartz. Philadelphia, PN, 2000. P. 93—114.

*Thompson P.M., Cannon T.D., Lönngqvist J. et al.* Genetic influences on brain structure // *Nature Neurosci*. 2001. Vol. 4. N 12. P. 1253—1258.

*Schretlen D.J., Munro C.A., Anthony J.C., Pearlson G.D.* Examining the range of normal intraindividual variability in neuropsychological test performance // *J. of Intern. Neuropsychol. Soc*. 2003. N 6. P. 864—870.

*Wainwright M., Wright M.J., Geffen G.M.* Genetic and environmental sources of covariance between reading tests used in neuropsychological assessment and IQ subtests // *Behavior Genetics*. 2004. Vol. 34. N 4. P. 365—376.

*Wright M.L., Smith G.A., Geffer G.M. et al.* Genetic of cognition: Outline of a collaborative twin study // *Twin Research*. 2001. Vol. 4. P. 48—56.

Поступила в редакцию

14.12.08

**А. Б. Леонова, М. А. Багрий**

## **СИНДРОМЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО СТРЕССА У ВРАЧЕЙ РАЗНЫХ СПЕЦИАЛИЗАЦИЙ**

В статье излагаются результаты эмпирического исследования, цель которого выявление общих для врачей и специфичных для терапевтов, хирургов и реаниматологов синдромов профессионального стресса. Затрагиваются вопросы об актуальности комплексного подхода к изучению профессионального стресса у врачей и о возможности использования результатов исследования для построения эффективной программы профилактики стресса у врачей разных специализаций.

*Ключевые слова:* профессиональный стресс у врачей, диагностико-превентивная система ИДИКС, синдромы стресса у терапевтов, хирургов, реаниматологов.

The article is about doctor's occupational stress. The aim of this study was to define complex approach to doctor's occupational stress development. The outcome of the study was definition of common and specific stress manifestation for different doctors group (physicians, surgeons and resuscitation experts). There are diverse ways to treat and correct occupational stress among different doctors specializations.

*Key words:* doctor's occupational stress, managerial stress survey (MSS), physician's stress, surgeon's stress, resuscitation expert's stress.

В последние годы возрос интерес исследователей к вопросам, связанным со стрессом и механизмами формирования стрессоустойчивости человека в различных профессиях (Бодров, 2006; Качина, 2006; Леонова, 2007б, в; Мотовилина, 2003; Preventive stress management..., 1997). Деятельность врача в условиях профессионального стресса (ПС), особенности эмоционального реагирования, копинг-поведения, индивидуально-психологические особенности, присущие врачам различных специальностей, изучаются с особым вниманием. Это обусловлено тем, что социальная и экономическая «цена» последствий ПС у медицинских работников очень высока. Деперсонализация и цинизм по отношению к больным — еще одна причина для детального изучения деятельности и ПС врачей, так как, по мнению исследователей

---

**Леонова Анна Борисовна** — докт. психол. наук, профессор, зав. лабораторией психологии труда ф-та психологии МГУ. *E-mail:* ableonova@gmail.com

**Багрий Мария Андреевна** — канд. психол. наук, специалист отдела по работе с персоналом ЗАО «3М Россия». *E-mail:* bagriy@bk.ru

Работа поддержана грантом РФФИ № 08-06-00175-а.

(McManus, Winder, Gordon, 2002), посредством циничного отношения к пациентам врачи пытаются защитить свое собственное психическое благополучие.

Однако до настоящего времени проблема развития и специфики проявлений ПС у врачей не получила систематической проработки. Основное внимание исследователей сконцентрировано на изучении синдрома «выгорания» как одного из наиболее типичных и выраженных негативных последствий стресса во врачебной деятельности (Ларенцова, 2002; Козина, 1998; Ясько, 2003). В этих и других исследованиях такого типа (Водопьянова, Старченкова, 2008; Рыбина, 2005) не раскрываются многие другие особенности формирования ПС у медицинских работников разного профиля. Отсутствие четкого понимания специфики синдромов ПС у врачей разных специализаций затрудняет выбор адекватных путей профилактики и коррекции. Для изучения картины проявлений или синдромов стресса в целом необходимо применение системной стратегии анализа этого сложного феномена, что позволило бы существенно продвинуться вперед в области коррекции и профилактики ПС в конкретных видах врачебного труда.

Мы предположили, что содержание труда и особенности условий реализации деятельности определяют специфику развития синдромов ПС у врачей разных специализаций. Для проверки этого предположения нами было проведено эмпирическое исследование, цель которого состояла в выявлении выраженных форм ПС у представителей профессионального сообщества врачей и уточнении специфики синдромов его проявлений в зависимости от врачебной специальности.

## **Методика**

Для комплексного изучения ПС у врачей использовалась новая диагностико-превентивная система «Интегральная диагностика и коррекция стресса» (ИДИКС — Леонова, 2007а). Диагностическая часть этой системы имеет форму психометрического теста опросного типа. Она содержит 6 основных шкал, в каждой из которых по 4—6 субшкал:

1) Шкала TV1 — «Условия и организация труда». Субшкалы: V1.1. — «Условия труда»; V1.2. — «Интенсивность трудовых нагрузок»; V1.3. — «Особенности содержания труда»; V1.4. — «Организация трудового процесса».

2) Шкала TV2 — «Субъективная оценка трудностей в рабочей ситуации». Субшкалы: V2.1. — «Разнообразие задач»; V2.2. — «Сложность задач»; V2.3. — «Значимость задач»; V2.4. — «Автономия исполнения».

3) Шкала TV3 — «Вознаграждение за труд/социальный климат». Субшкалы: V3.1. — «Социальные конфликты»; V3.2. — «Оплата/вознаграждение за труд»; V3.3. — «Обратная связь»; V3.4. — «Контроль за исполнением».

4) Шкала TV4 — «Переживания острого стресса». Субшкалы: V4.1. — «Физиологический дискомфорт»; V4.2. — «Когнитивная напряженность»; V4.3. — «Эмоциональная напряженность»; V4.4. — «Трудности в общении»; V4.5. — «Затруднения в поведении»; V4.6. — «Общее самочувствие».

5) Шкала TV5 — «Переживания хронического стресса». Субшкалы: V5.1. — «Тревога»; V5.2. — «Агрессия»; V5.3. — «Депрессия»; V5.4. — «Астения»; V5.5. — «Психосоматические реакции»; V5.6. — «Нарушения сна».

6) Шкала TV6 — «Личностные/поведенческие деформации». Субшкалы: V6.1. — «Тип А поведения»; V6.2. — «Синдром выгорания»; V6.3. — «Невротические реакции»; V6.4. — «Поведенческие риск-факторы».

Вспомогательная шкала L0 — «Социальная желательность» позволяет оценить степень достоверности ответов обследуемых. Для нее также предусмотрены критические интервалы, соответствующие разным уровням надежности полученных при опросе данных (заниженная, достоверная или искаженная оценка).

Для сбора информации о демографическом статусе, образе жизни и состоянии здоровья респондентов использовалось стандартизированное предиагностическое интервью.

Дифференциально-оценочными показателями по данной методике являются стандартизированные индексы по всем названным шкалам и субшкалам, представленные в T-значениях. Кроме того, в качестве *обобщающего показателя* теста используется индекс TV0 — «Общий уровень стресса», представляющий собой сводную оценку по шести основным шкалам. При проведении прикладной верификации системы ИДИКС (Качина, 2006; Леонова, 2007а) были определены нормативные интервалы для T-значений по каждому из названных индексов. Всего выделено пять критериальных диапазонов, соответствующих (1) низкому, (2) умеренному, (3) выраженному, (4) высокому и (5) предельно высокому уровню стресса. Соотнесение значений с диапазонами позволяет давать качественную интерпретацию получаемым количественным оценкам по каждому из индексов.

*Выборка.* В исследовании участвовали врачи Военного госпиталя им. П.В. Мандрыки, Московского областного госпиталя инвалидов Великой Отечественной войны (МОГИВОВ), НИИ нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко, ГКБ № 1 им. Н.И. Пирогова, Американского медицинского центра, КБ № 3 г. Зеленограда. Всего 212 человек (105 мужчин и 107 женщин) в возрасте 21—74 лет. Средний возраст — 41 год, средний стаж работы по специальности — 18 лет.

В соответствии с основной гипотезой исследования (о возможных различиях синдромов ПС у врачей разных специальностей) выборка была поделена на три группы:

1. Реаниматологи (Р-группа): 33 мужчины и 18 женщин в возрасте 23—66 лет. Средний возраст — 42 года, средний стаж работы по специальности — 20 лет.

2. Хирурги (Х-группа): 48 мужчин и 15 женщин в возрасте 21—68 лет. Средний возраст — 35 лет, средний стаж работы по специальности — 14 лет.

3. Терапевты (Т-группа): 24 мужчины и 74 женщины в возрасте 24—74 лет. Средний возраст — 44 года, средний стаж работы по специальности — 20 лет.

*Процедура.* Обследуемые получали для ознакомления опросник по методике ИДИКС. Затем им предлагалось заполнить опросник самостоятельно в удобное для них время.

*Обработка.* Полученные сырые данные заносились в сводную матрицу и обрабатывались в соответствии с предписанными правилами подсчета показателей по системе ИДИКС. На основании этого проводилась дальнейшая статистическая обработка результатов в соответствии с основной гипотезой исследования.

### **Анализ результатов**

Анализ оценок по *индексу социальной желательности* показывает, что результатам проведенного опроса можно доверять. Значения индекса (в среднем 52 Т-балла) как в целом по выборке, так и по каждой группе находятся в пределах диапазона достоверности (42—66 Т-баллов). Это позволяет при интерпретации данных исключить два фактора — занижение оценок и искажение ответов в сторону социальной желательности.

Общий уровень стресса (TV0) во всех трех группах имеет близкие значения (52—54 Т-балла), т.е. находится на границе *выраженного* и *высокого* уровней ПС. В Р-группе TV0=55 (высокий уровень), в Х-группе TV0=54 (высокий уровень), в Т-группе TV0=53 (выраженный уровень). В индивидуальных данных этот показатель колеблется от *умеренного* до *предельно высокого* уровня (интервал разброса Т-баллов от 42 до 57). В целом можно говорить о преимущественно выраженной и высокой степени переживаний ПС у представителей всех обследованных групп, что подтверждает приводимые в литературе данные о высокой напряженности профессиональной деятельности врачей.

Для получения детального представления о специфике синдрома ПС у врачей охарактеризуем конкретные стрессовые проявления.

#### **1. Общая характеристика проявлений ПС у врачей**

Общий уровень ПС в обследованной выборке врачей оценивается как *выраженный* и находится за пределами допустимых норм. Основные составляющие синдрома ПС у врачей таковы:

1) субъективная оценка трудностей в рабочей ситуации (TV2=65): отсутствие разнообразия задач, чрезмерная сложность задач, недо-

статочная автономия при выполнении задач, необходимость четко следовать предписанным правилам;

2) вознаграждение за труд/социальный климат (TV3=52): постоянный контроль в процессе работы, наказания за любое нарушение, требование регулярной отчетности в письменной форме;

3) переживание острого стрессового состояния (TV4=52): сниженное общее самочувствие, отсутствие бодрости и уверенности в себе;

4) переживание хронического стресса (TV5=52): нарастание общей тревожности, постоянное беспокойство, раздражительность при принятии решений, нарушения сна;

5) личностные/поведенческие деформации (TV=50): появление невротических реакций, признаков синдрома «выгорания», невозможность полностью расслабиться и отдохнуть. Потенциальная опасность состоит в дальнейшем накоплении и усилении различных проявлений стресса при наличии риск-факторов в производственной среде и объективных затруднений в работе (TV1=46): повышенная интенсивность трудовых нагрузок, недостатки в организации труда и др.

Эти общие черты ПС соответствуют содержательным особенностям, присущим всем видам врачебной деятельности, которая характеризуется интенсивностью межличностных коммуникаций, повышенной интенсивностью рабочих нагрузок и жесткой регламентацией труда, высокой личностной включенностью в процесс работы и ответственностью за ее исполнение.

## **2. Сравнительный анализ проявлений ПС у врачей разных специализаций**

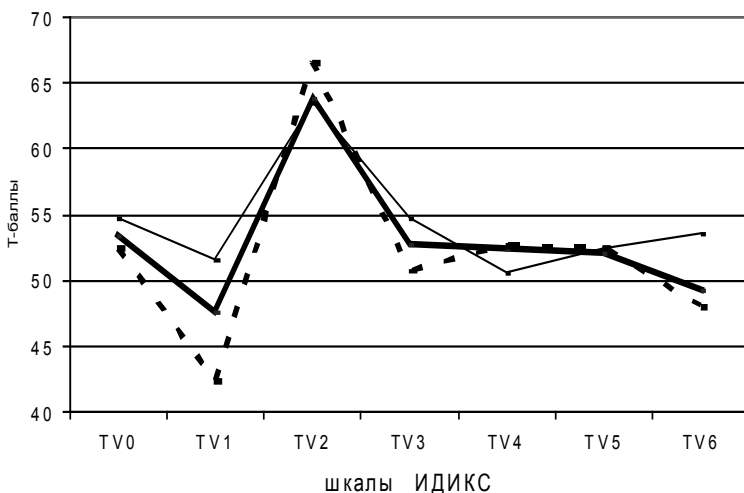
Профили синдромов ПС у врачей разных специализаций представлены на рисунке. Рассмотрим их подробнее.

### **2.1. Особенности синдрома ПС в группе реаниматологов**

В Р-группе (см. рисунок) значение общего индекса стресса (TV0=54.7) находится в диапазоне *высокого* уровня. Основные компоненты структуры ПС можно расположить по мере убывания от наиболее к наименее значимому стрессору: TV2=63 — *высокий* уровень стресса; TV3=55 — *высокий* уровень; TV6=54 — *выраженный* уровень; TV5=52 — *выраженный* уровень; TV1=52 — *выраженный* уровень; TV4=51 — *выраженный* уровень стресса.

Для того чтобы охарактеризовать специфику ПС в Р-группе, опишем наиболее значимые стрессоры. Прежде всего реаниматологи отмечают повышенную интенсивность трудовых нагрузок. Их рабочий день не нормирован. Зачастую приходится работать сверхурочно, не имея времени на отдых. В условиях жестких временных ограничений приходится принимать крайне ответственные решения. Выполнение профессиональных задач жестко регламентировано по времени, и это





Профили синдромов ПС у врачей разных специализаций. Условные обозначения: толстая сплошная — хирурги (Х-группа), тонкая сплошная — реаниматологи (Р-группа), пунктирная — терапевты (Т-группа). Шкалы ИДИКС: TV0 — «Общий уровень стресса»; TV1 — «Условия и организация труда»; TV2 — «Субъективная оценка трудностей в рабочей ситуации»; TV3 — «Вознаграждение за труд/социальный климат»; TV4 — «Переживания острого стресса»; TV5 — «Переживания хронического стресса»; TV6 — «Личностные/поведенческие деформации»

касается работы не только с неотложными больными, но и с теми, кто поступил в реабилитационную палату после операции.

Главные субъективно воспринимаемые трудности в содержании деятельности связаны с преобладанием однотипных задач, не требующих нестандартного решения. Частая повторяемость одних и тех же операций, дефицит времени и высокая ответственность за исход профессиональных действий — таково субъективное представление реаниматологов о сложности задач. Необходимость жестко следовать предписанным правилам (невозможность проявить инициативу, применить свое нововведение) также является одним из наиболее субъективно значимых профессиональных стрессоров. Это дополняется жестким контролем над исполнением трудовых задач, отслеживанием любых нарушений графика работы, а также наличием плановых и внеплановых проверок (в том числе того, как ведется документация). Такого рода факторы вызывают постоянное переживание состояния острого стресса, проявляющегося в ухудшении общего самочувствия, снижении бодрости и уверенности в себе. Впоследствии это приводит к хроническому состоянию стресса, что выражается в нарастании устойчивого чувства тревоги и появлении признаков депрессии. В качестве наиболее слож-

ных проявлений ПС выступают формирование синдрома «выгорания» и появление психосоматических реакций.

Особенности образа жизни обследованных реаниматологов способствуют усугублению характерной симптоматики ПС. Около 61% из них пережили на работе стрессовую ситуацию (смена работы, потеря работы, повышение по службе, тяжелые конфликты с начальством, серьезная профессиональная неудача, финансовые трудности в организации, реорганизация/инновации в организации). У 67% было выявлено наличие одного и более хронических заболеваний (это самый высокий показатель среди всех обследованных групп врачей).

Другими словами, представители данного врачебного сообщества подвергаются воздействию большого числа риск-факторов, усугубляющих развитие ПС. Некоторые из этих факторов (отсутствие полноценного отдыха, отказ от занятий спортом и др.) приводят к тому, что большая часть обследованных реаниматологов страдает хроническими заболеваниями, в основном психосоматического характера.

## **2.2. Особенности синдрома ПС в группе хирургов**

В X-группе (см. рисунок) значение общего индекса стресса ( $TV_0=53.5$ ) попадает в диапазон *высокого* уровня. Основные компоненты структуры ПС можно расположить по мере убывания от наиболее к наименее значимому стрессору:  $TV_2=64$  — *высокий* уровень стресса;  $TV_4=53$  — *выраженный* уровень;  $TV_3=53$  — *выраженный* уровень;  $TV_5=52$  — *выраженный* уровень;  $TV_6=49$  — *выраженный* уровень;  $TV_1=48$  — *выраженный* уровень стресса.

Наиболее существенные стрессоры: повышенная интенсивность трудовых нагрузок, необходимость осуществлять как плановые, так и экстренные хирургические вмешательства, вести больных в стационаре, обеспечивая послеоперационный уход и др. Кроме этого хирурги ощущают себя перегруженными работой по ведению медицинской документации. Также прослеживаются недостатки в организации труда: рабочий день не нормирован, часто приходится работать сверхурочно, во время работы не находится времени для принятия пищи.

Основные причины ПС у хирургов: высокая интенсивность трудовых нагрузок, плохая организация труда, отсутствие разнообразия задач, низкая сложность и автономия их выполнения, высокий внешний контроль над выполнением. Основная симптоматика ПС у хирургов включает: снижение общего самочувствия, появление тревоги и агрессии, а также признаков «выгорания». Со стороны риск-факторов, присущих образу жизни хирургов, особенно опасны следующие: 62% опрошенных хирургов курят; 45% — предпочитают не заниматься спортом. Эти показатели являются самыми высокими по сравнению с остальными группами врачей. Такое поведение является самой доступной, но неадекватной формой купирования стресса. Возможно, в X-группе наблюдает-

ся повышенная частота именно этих форм «преодоления» напряжения, поскольку больше половины данной группы — мужчины.

### 2.3. Особенности синдрома ПС в группе терапевтов

В Т-группе (см. рисунок) значение общего индекса стресса (TV0=52.5) находится в диапазоне *выраженного* уровня. Основные компоненты структуры ПС можно расположить по мере убывания от наиболее к наименее значимому стрессору: TV2=67 — *предельно высокий* уровень стресса; TV5=53 — *выраженный* уровень; TV4=53 — *выраженный* уровень; TV3=51 — *выраженный* уровень; TV6=48 — *выраженный* уровень; TV1=42 — *умеренный* уровень стресса.

Для терапевтов основной причиной развития ПС являются факторы, связанные со спецификой самой работы. Это большое количество межличностных взаимодействий, постоянное общение с пациентами и их родственниками. К субъективно значимым стрессорам, характеризующим их отношение к работе, относится необходимость жестко следовать предписанным правилам, инструкциям, выполнять график работы и дежурств. Отсутствует свобода в планировании, выборе средств решения задач, в процесс работы постоянно вмешиваются, указывают, притом, что задачи типичные и из хорошо известной области. Отсутствует своевременная обратная связь.

Вследствие воздействия названных наиболее существенных профессиональных стрессоров, у терапевтов, как и у врачей двух других групп, переживания острого стресса предельно высоки и проявляются в снижении оценок общего самочувствия (слабость, отсутствие желания действовать, работа перестает приносить радость). К устойчивым переживаниям хронического стресса относятся проявления тревоги и депрессии. Часто наблюдается раздражительность при решении тех или иных вопросов. Результат этого комплекса проявлений ПС — сформированные признаки синдрома «выгорания».

Следует отметить, что для Т-группы характерно наличие значительно меньшего, чем в двух других группах, числа дополнительных риск-факторов развития стресса, таких, как курение и употребление алкоголя; 63% опрошенных терапевтов испытывают стресс в условиях дома и по семейным причинам.

Итак, полученные нами данные свидетельствуют о том, что у врачей разных специализаций имеются неоднородные представления о профессиональных задачах и условиях труда, о субъективной значимости труда и вознаграждении за него, о социальном климате в коллективе. Существенными оказываются также различия в проявлениях отсроченных последствий стресса, особенно в степени выраженности признаков синдрома «выгорания» у разных групп врачей.

Интересен факт полного отсутствия различий по таким показателям, как переживания острого и хронического стресса. Это говорит

### Качественные различия в синдромах ПС у врачей разных специализаций

Реаниматологи	Хирурги	Терапевты
Причины ПС		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• неблагоприятные условия труда</li> <li>• отсутствие разнообразия задач</li> <li>• низкая сложность задач</li> <li>• высокий внешний контроль над выполнением</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• высокая интенсивность трудовых нагрузок</li> <li>• плохая организация труда</li> <li>• отсутствие разнообразия задач</li> <li>• низкая сложность задач</li> <li>• высокий внешний контроль над выполнением</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• плохая организация труда</li> <li>• отсутствие своевременной обратной связи</li> </ul>
Основные проявления ПС		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• появление депрессии</li> <li>• признаки синдрома «выгорания»</li> <li>• психосоматические реакции</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• появление агрессии</li> <li>• признаки синдрома «выгорания»</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• снижение общего самочувствия</li> <li>• появление депрессии</li> <li>• признаки синдрома «выгорания»</li> </ul>

о том, что специфика синдромов ПС у врачей связана прежде всего с особенностями содержательной стороны деятельности и субъективным отношением к профессиональной среде. Эти моменты обуславливают ту или иную степень полноценности адаптации специалистов к труду и в первую очередь подлежат коррекции и профилактике.

### Заключение

В исследовании выделены как общие, так и специфичные для разных групп врачей составляющие синдромов ПС. Общими для всех врачей являются следующие симптомы ПС: низкая автономия выполнения задач; стойкие проявления хронического стресса, появление тревоги; формирование устойчивых комплексов личностных и поведенческих деформаций. Качественные различия в синдромах ПС у врачей разных специализаций представлены в таблице.

Анализ полученных данных позволил выявить различия в синдромах ПС с точки зрения общего уровня стресса. Следует отметить, что у реаниматологов и хирургов общий уровень стресса соответствует *высокому* диапазону оценок, а у терапевтов — *выраженному*. В целом независимо от специализации врачей этот показатель превышает приемлемый *умеренный* уровень стресса, т.е. переводит данную категорию профессионалов в группу риска.

Полученные результаты позволяют заключить, что реализованная в исследовании комплексная стратегия изучения ПС и выбранный диагностический инструментарий (система ИДИКС) дали возможность определить специфику ПС врачей и установить отличия в зависимости от специализации внутри одного профессионального сообщества.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бодров В.А.* Психологический стресс. М., 2006.
- Водопьянова Н.Е., Старченкова Е.С.* Синдром выгорания: диагностика и профилактика. 2-е изд., доп. СПб., 2008.
- Качина А.А.* Психологическая структура профессионального стресса у менеджеров разного должностного статуса: Дис. ... канд. психол. наук. М., 2006.
- Козина Н.В.* Исследование эмпатии и ее влияния на формирование синдрома эмоционального выгорания у медработников: Дис. ... канд. психол. наук. СПб., 1998.
- Ларенцова Л.И.* Профессиональный стресс врачей-стоматологов и методы его коррекции: Дис. ... докт. мед. наук. М., 2002.
- Леонова А.Б.* Методика интегральной диагностики и коррекции профессионального стресса (ИДИКС): методическое руководство / Госстандарт России «Комплексное обеспечение психологической практики». СПб., 2007а.
- Леонова А.Б.* Структурно-интегративный подход к анализу функциональных состояний человека // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 14. Психология. 2007б. № 1. С. 87—103.
- Леонова А.Б.* Психическая надежность профессионала и современные технологии управления стрессом // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 14. Психология. 2007в. № 3. С. 69—81.
- Мотовилина И.А.* Профессиональный стресс в условиях организационных изменений: Дис. ... канд. психол. наук. М., 2003.
- Рыбина О.В.* Психологические характеристики врачей в состоянии профессионального стресса: Дис. ... канд. психол. наук. СПб., 2005.
- Соложенкин В.В.* Психологические основы врачебной деятельности. М., 1997.
- Ясько Б.А.* Психология медицинского труда: Учеб. пособие. Краснодар, 2003.
- McManus I.C., Winder B.C., Gordon D.* The causal links between stress and burnout in a longitudinal study of UK doctors. Lancet, UK, 2002.
- Preventive stress management in organizations / Ed. by J.C. Quick, J.D. Quick, D.L. Nelson, J.J. Hurrell. Washington, DC, 1997.

Поступила в редакцию  
27.06.08

**Н. Г. Артемцева, И. И. Ильясов**

## **ОСОБЕННОСТИ ВОСПРИЯТИЯ ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЧЕЛОВЕКА ПО ЕГО ЛИЦУ: ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ ПОДХОД**

В статье излагаются результаты исследования влияния лицевой асимметрии на восприятие ряда личностных характеристик человека, в том числе рациональности и иррациональности в познании. Показано, что при восприятии вертикально разделенных (по линии носа) изображений лица воспринимаемые психологические характеристики по каждой из половин частично различаются. При этом рациональность или иррациональность в познании воспринимается по любой половине лица — правой или левой.

*Ключевые слова:* познание, восприятие, психологические типы, дифференциальный подход, рациональность, иррациональность, асимметрия лица.

The results of a research of the obverse asymmetry influence on the perception of a number of personal characteristics of man including rationality and irrationality in cognition are described in the article. It has been shown that in perception of vertically divided (along the nose line) face pictures the psychological characteristics perceived by each half of the face is partially different. However, the rationality or irrationality in cognition is perceived by any half of the face — right or left — equally well.

*Key words:* cognition, perception, psychological types, the differential approach, rationality, irrationality, asymmetry of the face.

Диагностика психологических характеристик человека по структуре его лица была начата еще в работах по физиогномике (Кречмер, 1930; Ледо, 1895). Позже тематика человеческого лица глубоко прорабатывалась в рамках общей психологии в связи с исследованием механизмов восприятия (Барабаншиков, 2006; Гибсон, 1988; Логвиненко, 1985; Найссер, 1981) и характерных особенностей распознавания людей (Кондратьева, 1976; Лабунская, 1999; Панферов, 1969). Проблемы формирования первого впечатления изучены в контексте восприятия человека человеком (Бодалев, 1983; Иванская, 1981; Изард, 2000; Bruce, Green, Georgeson, 1997; Bruce, Young, 2000; Shepherd, Davies, Ellis, 1978).

Известно, что правая и левая половины лица различаются размером, формой, особенностями кожи и т.д. Отличаются друг от друга

---

**Артемцева Наталия Георгиевна** — канд. психол. наук, науч. сотр. лаборатории системных исследований психики ИП РАН. *E-mail:* natulya2797@post.ru

**Ильясов Ислам Имранович** — докт. психол. наук, профессор кафедры психологии образования и педагогики ф-та психологии МГУ.

и профили одного и того же лица (Bruce, Young, 2000). Однако анализ работ (Артемова, 2003) показывает, что вопрос о влиянии асимметрии лица на восприятие индивидуально-личностных и типологических характеристик его обладателя остается пока открытым. В данной статье мы кратко изложим результаты двух исследований, проведенных нами в русле этой тематики.

Исследование особенностей оценки индивидуально-личностных характеристик человека по правой и левой половине лица

Цель данного исследования, состоящего из двух серий, заключалась в выявлении и сравнении психологических характеристик, даваемых человеку на основе восприятия правой и левой половин его лица.

**В первой серии** использовался метод свободных ассоциаций. Участвовали 23 испытуемых в возрасте 20—62 лет, студенты психологических вузов и лица с высшим техническим и гуманитарным образованием, мужчины и женщины.

*Стимульный материал и процедура.* Стимульный материал был изготовлен путем вертикального (по линии носа) разделения фотопортретов известных деятелей искусства, культуры, политики (Ф. Достоевский, С. Есенин, А. Блок, А. Эйнштейн, В. Ульянов (Ленин), В. Маяковский, Т. Драйзер, М. Бернес, С. Михалков, А. Таиров); на исходных портретах все лица повернуты в фас, взгляд направлен на зрителя, спокойное состояние, компьютерное качество изображения.

Данные полупортреты последовательно предъявлялись испытуемому с инструкцией: «Напишите первые пришедшие на ум слова (три-пять), характеризующие этого человека». Время не ограничивалось. Предлагался протокол в свободной форме.

*Обработка.* У каждого испытуемого сопоставлялись описания левого и правого полупортретов. Из соответствующих слов образовывались лексико-семантические ряды, из которых выделялись одинаковые характеристики, что и давало некую обобщенную по всем испытуемым характеристику человека, изображенного на исходном портрете. Таким образом было получено 10 таблиц (по всем портретам), где в правом столбике помещен лексико-семантический ряд слов, относящийся только к характеристике правой половины изображения, в левом — только к левой и в среднем столбике — характеристики, встречающиеся при описании обеих половин (см., напр., табл. 1).

**В результате** было показано, что оценки психологических характеристик по левой и правой половинам фотопортретов различаются частично, так как находятся в одних и тех же семантических полях; встречаются случаи совпадения психологических характеристик (они не противоположны, а различны по семантике).

Однако относительные ограничения при сравнении психологических характеристик требовали проверки полученных результатов

## Сводные психологические портреты А. Блока по «разделенному лицу»

По левой половине	Общие характеристики	По правой половине
бесхарактерный	безразличный	глубокий
боязливый	болезненный	гнев
бунтарь	грустный	гордость
волевой	доброта	добродушность
глубина мысли	кудрявый	доверчивый
декабрист	меланхоличность	думающий
депрессия	переживание	ждущий от жизни многого
жалость	пессимист	заинтересованность
задумчивый	печальный	закрытый
занудный	робость	замкнутость
интеллектуальность	романтичный	интровертированный
искренность	серьезный	коварство
лирический		логическое мышление
мазохизм		лопоухий
мягкость		любящий
надеющийся		математический склад ума
нежный		мечтатель
некоторая неискренность		молодость
непрактичный		молчаливый
неприступность		наивность
обиженный		нелогичный
образность		немного озабоченный
озабоченный будущим		неуверенность
плачущий		одинокий
подавленный		откровенность
понимание		открытость
проницательный		отстраненный от людей
пустота		подозрительный
разочарованность		простота
ранимость		потерянность
рассуждающий		поэт
самовлюбленный		романтик
свой внутренний мир		с болью в душе



Таблица 1 (окончание)

скорбный		сдержанный
старомодный		сомнение
страстный		сосредоточенный на осмыслении бытия
страх		справедливость
тоска		сострадающий
трусливый		страдалец
тусклый		сухость
удрученный		толстокожий
усталый		тревожный
фантазер		умный
философ		упертость
хитрый		упорство
эгоцентризм		устремленность
		фанатичный
		честный
		эмоциональный
		чувство эмпатии

объективными методами, поэтому во **второй серии** использовался метод шкалирования.

*Стимульный материал.* С целью создания шкал, по которым испытуемые могли бы оценить тот же стимульный материал, лексические ряды были подвергнуты процедуре контент-анализа, за единицу которого брались лексемы. «Лексема — одна из системных единиц плана содержания языка... совокупность форм и значений, свойственных одному и тому же слову во всех его употреблениях и реализациях. В значениях словоформ лексема выражает то, что остается неизменным при всех грамматических видоизменениях, и отражает идею тождества слова самому себе» (Русский язык..., 1979, с. 123). Наиболее часто испытуемые использовали следующие оппозиции: «веселый/грустный», «добрый/злой», «сильный/слабый» и «общительный/замкнутый». Особо отметим следующее. Характеристика «жесткий» не встретилась в исследуемом материале ни разу, а «жестокий» — 15 раз, поэтому мы сочли возможным представить ее как оппозицию характеристике «мягкий», что дало нам шкалу «мягкий/жестокий». Самой распространенной характеристикой оказался «ум» («умный человек», «умный взгляд»), однако характеристики «дурной», «неумный» отсутствовали; в то же время встречались характеристики «безумный», «безумный взгляд»,

## ПРОТОКОЛ

Ф.И.О. \_\_\_\_\_  
 Возраст \_\_\_\_\_  
 Пол \_\_\_\_\_  
 Профессия (образование) \_\_\_\_\_

**Инструкция:** «Вам будут предъявлены карточки с изображением половинок лиц, разделенных вертикально. Оцените их по каждой из приведенных ниже шкал. Знаком «Х» обозначьте место вашей оценки. Укажите № карточки \_\_\_\_ — \_\_\_\_».

Веселый			Грустный
Добрый			Злой
Умный			Безумный
Сильный			Слабый
Мягкий			Жестокий
Задумчивый			Легкомысленный
Целеустремленный			Бесцельный
Терпимый			Нетерпимый
Нежный			Грубый
Общительный			Замкнутый
Экстравертированный			Интровертированный
Чувственный			Рациональный

так что мы создали шкалу «умный/безумный». Эти пары («мягкий/жестокий», «умный/безумный») также являются антонимичными, так как «антонимы выражают предельное отрицание противоположного значения, вскрываемое путем семантического анализа: сильный — слабый (= предельно не+сильный). Психологическую основу антонимии образуют ассоциации представлений по контрасту, логическую — противоположные видовые понятия внутри родового понятия» (там же, с. 21). В данном случае характеристика «безумный» понимается нами исходя из исследуемого контекста как «без ума», т.е. предельно не+умный. В результате было создано 12 шкал. Протокол для испытуемых см. в табл. 2. Заметим, что мы намеренно предоставили испытуемым возможность решать задачу в неградуированной шкале, чтобы никак не стеснять их свободу. При обработке для перевода полученных данных в числовой бит применялась процедура деления каждой шкалы на 4 части, при этом за 0 бралась середина. Влево от середины располагались оценки –1, –1.5, –2; вправо от середины — 1, 1.5, 2.

Во второй серии участвовали 64 человека в возрасте 20—62 лет, студенты психологических вузов и лица с высшим техническим и гуманитарным образованием, мужчины и женщины. Оценки по 12 заданным

Оценки по заданным шкалам левой (x1) и правой (x2) половин портрета Т. Драйзера и абсолютные различия оценок (исп. 23)

№	Шкалы	Т. Драйзер		Различия  x1-x2
		x1	x2	
1	Веселый — Грустный	2	2	0
2	Добрый — Злой	-2	1	3
3	Умный — Безумный	-1.5	1	2.5
4	Сильный — Слабый	-1	2	3
5	Мягкий — Жестокий	-1	1	2
6	Задумчивый — Легкомысленный	-2	-1	1
7	Целеустремленный — Бесцельный	-2	2	4
8	Терпимый — Нетерпимый	2	-1	3
9	Нежный — Грубый	-1	1	2
10	Общительный — Замкнутый	-1	1	2
11	Экстравертированный — Интроверти- рованный	-1	1	2
12	Чувственный — Рациональный	-1	-1	0
	Итого			24.5

шкалам обеих половин портрета, а также абсолютные различия этих оценок сводились в таблицы (см., напр., табл. 3).

В результате были выявлены испытуемые, у которых оценки левых и правых полупортретов совпали полностью, и те, у которых они полностью не совпали (были диаметрально противоположными). У большинства испытуемых (69%) оценки полупортретов одного человека частично совпали и распределились следующим образом: 9 различий из 12 показали 12%, 8 — 17%, 7 — 16%, 6 — 13% и 5 различий — 11%; у другой группы (14%) различаются все оценки, кроме одной-двух шкал; совсем незначительные различия (одно-два) выявились в 3% протоколов; 2% протоколов содержат абсолютно разные оценки двух половин одного и того же лица; полное совпадение оценок обнаружено только у 1% испытуемых.

Проведенное исследование позволило сделать вывод, что при восприятии разделенных (по линии носа) изображений лица психологические характеристики каждой из половин имеют различия.

Исследование особенностей оценки типологических характеристик человека по правой и левой половине лица

Анализ существующих исследований показал, что ученые склонны связывать лицевую асимметрию с рациональностью и иррациональностью человека. Однако эти выводы не выглядят достаточно убедительными в силу отсутствия каких-либо конкретных экспериментальных данных. С целью проверки гипотезы, что правая половина лица вос-

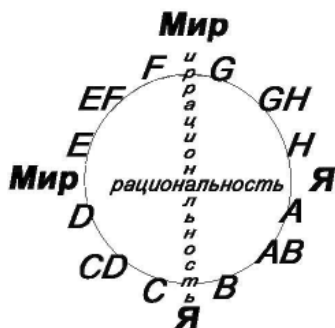


Рис. 1. Модель системы психологических типов

принимается как рациональная, а левая — как иррациональная, нами было проведено эмпирическое исследование. В связи со сложностью понимания сути рациональности и иррациональности, возникает проблема метода исследования этой реальности. К сожалению, в данный момент развития науки выбор валидных тестов на определение рациональности и иррациональности крайне ограничен. Многолетние исследования показали, что самые прямые вопросы о рациональности/иррациональности себя или другого — самые верные. Именно такой подход к тесту на определение рациональности/иррациональности в рамках своей системы психологических типов (психотипов) предлагает Н.Л. Нагибина (2000, 2002; см. также: Нагибина, Артемцева, Грекова, 2005; Нагибина, Артемцева, 2007).

Модель системы психологических типов (рис. 1) имеет в качестве основы две оси: рациональное познание (рациональность) и иррациональное познание (иррациональность). Каждая ось имеет два полюса (направленность познания). Направленность — это предрасположенность к акцентам в познании. Акцент в каждом виде познания (рациональном или иррациональном) может быть поставлен либо на Я и на всем, что связано с Я, либо на чем-то с Я не связанном — с какими-то людьми, делами, проблемами. Процедура определения положения типа в системе содержит три шага.

Первый шаг — определение *соотношения рационального и иррационального* компонентов в познании: 1) у человека может доминировать иррациональное познание, т.е. *неосознаваемый* синтез и анализ; 2) может быть равновесие между рациональным и иррациональным познанием; 3) может доминировать *осознаваемый* синтез и анализ.

Второй шаг — определение направленности *иррационального* познания. Неосознаваемый синтез и анализ может быть направлен в первую очередь: 1) на познание своих внутренних импульсов и ощущений (тип

человека с таким познанием надо искать в нижней части окружности); 2) на «схватывание» ситуации в целом (тип человека с таким познанием надо искать в верхней части окружности).

Третий шаг — определение направленности *рационального* познания. Осознаваемый синтез и анализ может быть направлен главным образом: 1) на познание себя и своих возможностей, а также преобразование себя и своего окружения (тип человека с таким познанием надо искать в правой части окружности); 2) на познание объективного и субъективного мира, законов его функционирования и возможностей его преобразования (тип человека с таким познанием надо искать в левой части окружности).

Таким образом, используя тест на определение психотипа по данной системе, мы смогли провести исследование с целью установить, действительно ли правая половина лица отражает рациональность, а левая — иррациональность.

*Испытуемые:* 145 мужчин и женщин в возрасте 19—65 лет, в основном студенты психологического факультета Московского гуманитарного университета, Института психоанализа (Москва) и различных факультетов Нижегородского университета, а также лица с высшим техническим и гуманитарным образованием.

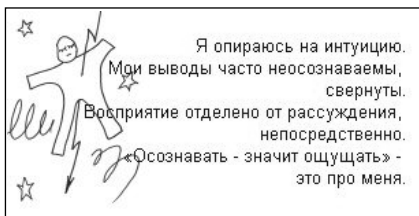
*Стимульный материал и процедура.* В качестве стимулов использовались изображения 12 естественных и 24 «химерных» лиц. Последние составлялись путем отзеркаливания левых или правых половин естественных лиц. Среди исходных персонажей было 4 — с доминирующей рациональной функцией, 4 — с иррациональной и 4 — смешанных типа.

С помощью программы «n-types», созданной специально для данного исследования сотрудником лаборатории системных исследований психики ИП РАН А.В. Жегалло, испытуемому на мониторе компьютера предъявлялись карточки теста, по которым он определял свой психотип. Затем на мониторе появлялось лицо — либо «химерное», либо естественное. Программа предполагает предъявление изображений в произвольном порядке, заранее никому неизвестном. Рядом с лицом на мониторе высвечивались сначала карточки 1, 2 и 3, потом 4 и 5 и затем карточки 6 и 7 (рис. 2). Испытуемый должен был с помощью компьютерной мышки выбрать одну картинку. Выбор одной из первых трех карточек соответствует первому шагу определения психотипа, выбор одной из двух следующих карточек — второму шагу, выбор из последних двух карточек — третьему. Задания выполнялись строго индивидуально. Время не ограничивалось.

**Обработка и обсуждение результатов.** В специальной директории сохранялась информация о выборах каждого испытуемого на каждом из трех этапов теста и по каждому предъявленному лицу. Далее подсчитывалось общее количество отнесений каждого персонажа к каж-



карточка 1



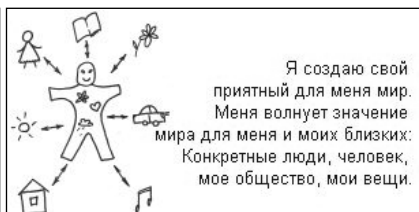
карточка 2



карточка 3



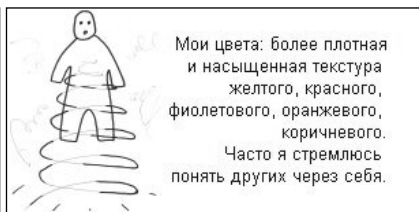
карточка 4



карточка 5



карточка 6



карточка 7

Рис. 2. Карточки теста на определение психологического типа

дому из 12 типов. Например, персонаж «kris» был исходно отнесен к типу G — иррациональному, с позицией «Я в МИРЕ» и объективным способом познания мира, с очень развитой интуицией. Как видно на рис. 3, большинство испытуемых отнесли «kris» именно к этому типу по всем вариантам изображений (одно обычное, два «химерных»). При этом значительная часть испытуемых отнесла тот же персонаж к типу В.

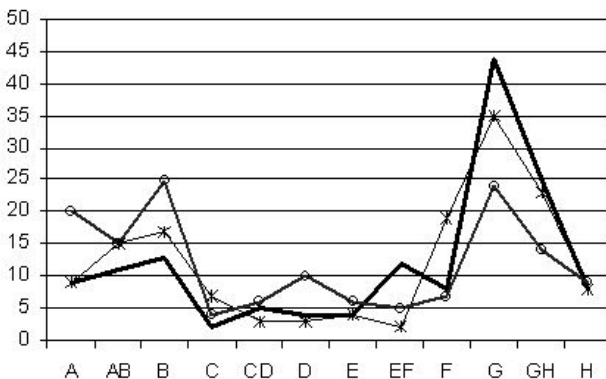


Рис. 3. Общее количество отнесений персонажа «kris» к каждому типу. Условные обозначения: толстая сплошная линия — нормальное лицо, линия со звездочкой — «химерное» лицо из левых половин, линия с кругом — «химерное» лицо из правых половин

Поскольку в данном исследовании речь идет о диагностических возможностях распознавания рациональности/иррациональности человека по его лицу, то отнесение к типу В тоже можно считать адекватным, так как этот тип также иррациональный, с позицией «Я в МИРЕ», только познание мира происходит субъективно, непосредственно через себя. Другими словами, типы G и В зеркальны относительно оси рациональности.

Для проверки статистической значимости различий отнесения к рациональному или иррациональному типу по всем трем вариантам лиц был использован критерий  $\chi^2$ , рассчитанный с помощью компьютерной программы «Статистика 6.0». Для этого было посчитано общее количество соотношений к рациональному типу и к иррациональному типу по всем трем вариантам предъявляемого лица. В результате получен  $\chi^2=197.0600$  при  $df=2$  и уровне значимости  $p<0.000000$ , что значительно превышает критическое значение при таких условиях, взятое из таблицы критических значений  $\chi^2$ .

Такой результат говорит о том, что на самом деле для определения рациональной/иррациональной направленности человека по его лицу не имеет значения, что предъявлено зрителю — правая половина, левая половина лица или целое лицо. Как показывает проведенное исследование, гипотеза об асимметрии лица с позиции рациональности/иррациональности не подтвердилась.

Однако не все лица оценивались с одинаковой точностью. Так, из 12 персонажей всего 6 были адекватно отнесены к психотипу преимущественным большинством испытуемых по всем трем вариантам предъявляемых изображений. У остальных 6 с высокой вероятностью

угадывалась *направленность* рациональной или иррациональной функции. Смешанные типы воспринимались труднее всего. Вероятно, они оказываются самыми сложными для диагностики рациональности/ иррациональности именно в силу своей смешанности.

Таким образом, результаты наших эмпирических исследований показали следующее.

1. Закон целостности восприятия адекватно действует и при восприятии половины человеческого лица. При этом испытуемые, во-первых, не ощущают искусственности предъявляемого стимула (половина фото-портрета или «химерное» изображение) и, во-вторых, без затруднений дают характеристику целостной личности.

2. При восприятии вертикально разделенных (по линии носа) изображений лица психологические характеристики каждой из половин частично различаются.

3. Асимметрия лица человека не несет достаточной для восприятия информации о рациональности или иррациональности, т.е. правая половина лица человека любого психотипа не воспринимается как рациональная, а левая — как иррациональная.

Проблематика дифференциального анализа восприятия личности человека по изображению его лица актуальна и нуждается в дальнейшей разработке.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Артемова Н.Г.* Восприятие психологических характеристик человека по «разделенному лицу»: Автореф. дис. ... канд. психол. наук. М., 2003.
- Артемова Н.Г., Ильясов И.И., Миронычева А.В. и др.* Познание и личность: типологический подход / Науч. ред. И.И. Ильясов. М., 2004.
- Барбанищikov В.А.* Психология восприятия: организация и развитие перцептивного процесса. М., 2006.
- Бодалев А.А.* Восприятие и понимание человека человеком. М., 1983.
- Гибсон Дж.* Экологический подход к зрительному восприятию. М., 1988.
- Иванская Л.Н.* Психологические особенности идентификации лица человека по фотографии: Дис. ... канд. психол. наук. Л., 1981.
- Изард И.* Психология эмоций. СПб., 2000.
- Кондратьева С.В.* Межличностное понимание и его роль в общении: Автореф. дис. ... докт. психол. наук. Л., 1976.
- Кречмер Э.* Строение тела и характер / Пер. с нем. М., 1930.
- Лабунская В.А.* Экспрессия человека: общение и межличностное познание. Ростов н/Д, 1999.
- Ледо Э.* Трактат о человеческой физиономии / Пер. с франц. М., 1895.
- Логвиненко А.Д.* Чувственные основы восприятия пространства. М., 1985.
- Нагибина Н.Л.* Психология типов. Системный подход. Психологические методики. Ч. 1. М., 2000.
- Нагибина Н.Л.* Психологические типы личности: влияние на музыкальную деятельность и обучение музыке: Дис. ... докт. психол. наук. М., 2002.



*Нагибина Н.Л., Артемцева Н.Г.* Познание, детерминированное психологическим типом личности // Общение и познание / Под ред. В.А. Барабанщикова, Е.С. Самойленко. М., 2007.

*Нагибина Н.Л., Артемцева Н.Г., Грекова Т.Н.* Психология искусства: типологический подход. М., 2005.

*Найссер У.* Познание и реальность. М., 1981.

*Панферов В.Н.* Опознание людей по фотографии // Человек и общество. Вып. 4. Л., 1969.

Русский язык: Энциклопедия. М., 1979.

*Юнг К.Г.* Психологические типы / Под общ. ред. В. Зеленского. СПб.; М., 1995.

*Bruce V., Green P., Georgeson M.A.* Visual perception: Physiology, psychology and ecology. East Sussex, UK, 1997.

*Bruce V., Young A.* In the eye of the beholder: The science of face perception. Oxford, NY; Tokyo, 2000.

*Shepherd J., Davies G., Ellis H.* Face recognition accuracy as a function of mode of representation // J. of Appl. Psychol. 1978. Vol. 63. P. 180—187.

Поступила в редакцию  
01.11.07

**И. В. Едренкин**

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗАДАЧИ ЗРИТЕЛЬНОГО ПОИСКА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СУБЪЕКТИВНЫХ РАЗЛИЧИЙ МЕЖДУ СТИМУЛАМИ**

В статье обсуждаются ограничения метода прямого оценивания различий при построении субъективных пространств различения стимулов. Предлагается новый метод, основанный на использовании «эффекта выскакивания» в зрительном поиске. Приводятся результаты его апробации и валидизации. В экспериментальном исследовании выявлено, что показатели эффективности зрительного поиска (время реакции и относительная частота ошибок) являются адекватными мерами различия между стимулами, монотонно связанными с субъективными оценками. Также обнаружено, что в задаче зрительного поиска ориентационные полоски различаются в трехмерном сферическом пространстве.

*Ключевые слова:* психофизика, зрительный поиск, эффект выскакивания, многомерное шкалирование, векторное кодирование.

Limitations of subjective estimation of differences method, which is used in modeling stimuli discrimination spaces, are discussed in the article. A new approach is suggested, that is based on using «pop-out effect» in visual search. The suggested method of measuring differences among stimuli is validated. The experiment shows that the efficiency of visual search (measured on its time and accuracy) is an adequate measure of differences among stimuli, which is correlated with subjective estimation of difference. It is shown that at visual search task oriented lines are discriminated in a three-dimensional spherical space.

*Key words:* psychophysics, visual search, pop-out effect, multidimensional scaling, vector encoding.

### **1. Проблема**

На возможности измерения различий между стимулами (межстимульных различий, МР) основаны многие методы современной психофизики (Гусев, Измайлов, Михалевская, 1997). Так, получение матрицы различий для некоторого множества стимулов и последующий ее анализ методом многомерного шкалирования (ММШ; *multidimensional scaling*) приводят к построению *n*-мерного субъективного пространства, в котором расстояния между стимулами соответствуют различиям в

---

**Едренкин Илья Владимирович** — студент 4-го курса ф-та психологии МГУ. *E-mail:* ilya.edrenkin@gmail.com

Работа выполнена под руководством докт. психол. наук Ч.А. Измайлова.

исходной матрице (Терехина, 1983, 1986). Содержательная интерпретация осей этого пространства позволяет реконструировать возможные нейрофизиологические механизмы, обеспечивающие различие. Пример результатов, полученных таким образом, — четырехмерная сферическая модель цветового зрения, предложенная Ч.А. Измайловым и Е.Н. Соколовым (Измайлов, 1980; Измайлов, Соколов, Черноризов, 1989; Измайлов и др., 1998; Соколов, Измайлов, 1984, 1988; Izmailov, Sokolov, 1991).

Субъективные различия между стимулами могут быть измерены разными методами. В настоящее время наиболее разработанным и широко применяемым является метод прямых оценок, в котором испытуемый сравнивает пары стимулов и оценивает их сходство по некоторой числовой шкале (например, от 1 до 9). При всей своей эффективности этот метод все же имеет недостатки. На результат влияют стратегии оценивания, которых придерживается испытуемый. Искажения вносит также уровень адаптации, зависящий от конкретного набора стимулов (стимульного контекста) (Хелсон, 1999).

Степень влияния этих ограничивающих факторов возрастает по мере увеличения сложности стимулов. Например, такой стимул, как яркость, определяется небольшим количеством физических параметров и является достаточно простым для наблюдателя. То же можно сказать и о часто используемых в нейрофизиологических исследованиях полосах разного наклона (ориентационных полосках). Однако сочетание этих двух признаков (яркости и ориентации полоски) приводит к вмешательству эффектов высокого уровня — субъективных стратегий испытуемых. Такой стимул уже с очевидностью многомерен, и испытуемому приходится решать, на какой из признаков и в какой мере следует ориентироваться.

По Р.Н. Шепарду, при шкалировании стимулов с большим числом признаков в субъективном пространстве возникает переход от евклидовой метрики к метрике city-block (Shepard, 1964), однако механизмы, стоящие за таким предполагаемым переходом, неясны. Многие данные прямого шкалирования, примененного к достаточно сложным стимулам, могут содержать значительный артефакт измерения.

Основной принцип альтернативных методов измерения состоит в том, что те или иные регистрируемые показатели связаны с МР, хотя перед испытуемым не стоит задача их оценивания. К подобным методам относится регистрация вызванного потенциала на замену стимула (Соколов, 2003). Для реализации альтернативного подхода МР должно быть определенным образом «встроено» в задачу, чтобы определять какие-либо параметры ее выполнения. В этом случае мера МР будет косвенной, однако при условии корректного проведения процедуры измерения результат в меньшей степени подвергнется искажающим влияниям со стороны нисходящих процессов переработки информации

(Андерсон, 2003), чем при прямом оценивании. Здесь задействуются автоматические процессы переработки информации, происходящие при минимальном контроле со стороны субъекта.

В зрительной модальности этим условиям соответствуют задачи зрительного поиска, в которых возникает «эффект выскакивания» («*pop-out effect*») (Schneider, Shiffrin, 1977), заключающийся в следующем: целевой стимул, отличный от множества одинаковых (дистракторов), субъективно «выскакивает» в феноменальном поле, что обеспечивает быструю его локализацию испытуемым. Дж. Дункан и Г.В. Хамфрис предположили, что этот эффект возникает только в случае достаточно больших различий между целевым стимулом и дистракторами (Duncan, Humphreys, 1989). Проверка этого предположения проводилась в рамках теории интеграции признаков (Quinlan, 2003; Treisman, 1991). Вместе с тем в настоящее время исследователи пытаются систематически управлять эффективностью зрительного поиска, варьируя степень сходства между целевым стимулом и дистракторами (Avraham, Yeshurun, Lindenbaum, 2008). В ряде исследований особенности выполнения задачи зрительного поиска использовались при выявлении механизмов, ответственных за различение ориентационных полос (Foster, Ward, 1991 a, b; Wolfe, Friedmann-Hill, 1992), однако систематическое варьирование различий между целевым стимулом и дистрактором в них не проводилось.

## **2. Обоснование методики**

Целью нашей работы было создание методики измерения различий между стимулами, основанной на использовании показателей эффективности зрительного поиска.

Теоретической основой нашего исследования является модель векторного кодирования в нервной системе, предложенная Е.Н. Соколовым (2003).

Различение стимулов зрительной системой описывается сферической моделью. Процессы передачи информации в звеньях концептуальной рефлекторной дуги в сферической модели различения сигналов нервной системой осуществляются по принципу векторного кодирования. Сферическая модель различения доказала свою эффективность для описания механизмов детекции различных простых сенсорных признаков — ориентации линий, углов, цветов и пр. (Зимачев и др., 1986; Измайлов, Исайчев, Шехтер, 1998; Измайлов и др., 2004; Izmailov, 1997; Izmailov, Sokolov, 1990).

Пространство различения ориентации линий будет использоваться нами для обоснования методики построения субъективных пространств, базирующейся на анализе параметров ЭЗП для ориентационных полосок. Восприятие последних достаточно хорошо изучено в нейрофизиологии зрения, наличие клеток-детекторов ориентации установлено

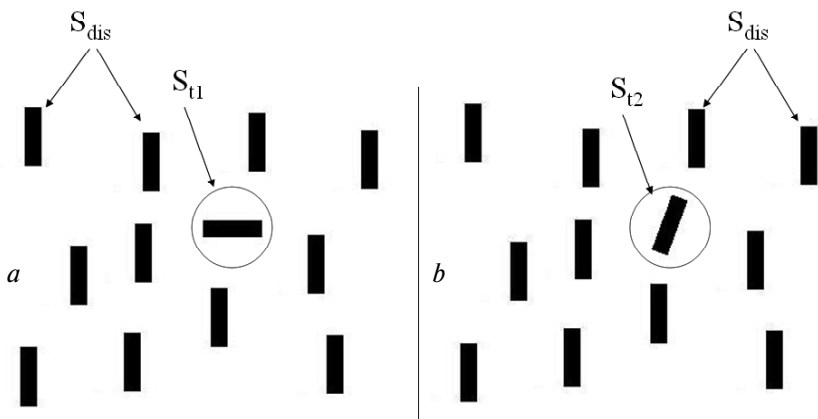


Рис. 1. «Эффект выскакивания».  $S_{dis}$  — стимулы-дистракторы,  $S_{t1}$  — первый целевой стимул,  $S_{t2}$  — второй целевой стимул

эмпирически в классических опытах Хьюбела и Визела (Хьюбел, 1990). В векторной психофизиологии детектирование ориентации линий описывается с помощью сферической модели различения и векторного принципа кодирования информации (Измайлов и др., 1988, 2004). Данный процесс моделируется с помощью окружности в двухмерном пространстве. Детекция ориентации осуществляется с помощью двухканального модуля. Первый канал данной нейронной сети максимально возбуждается при вертикальной ориентации стимулов, а при горизонтальной — в наибольшей степени подавляет свою активность. Второй канал максимально активизируется при ориентации стимула в  $45^\circ$  по отношению к горизонтали, а при  $135^\circ$  максимально тормозится.

Эффект, положенный в основу предлагаемой методики, представлен на рис. 1, *a*, *b*. Мы видим, что левая (*a*) и правая (*b*) его части отличаются только целевым стимулом, однако на рис. 1, *a* «эффект выскакивания» возникает быстрее. Обозначим субъективное различие между стимулами  $S_i$  и  $S_j$  как  $d(S_i, S_j)$ . Так как субъективное различие между целевым стимулом и дистракторами на рис. 1, *a* больше, чем на рис. 1, *b*, можно записать, что  $d(S_{t1}, S_{dis}) > d(S_{t2}, S_{dis})$ . Вместе с тем сложность задачи зрительного поиска отличающегося стимула значительно ниже в случае 1, *a*, чем в случае 1, *b*. В соответствии с этим наблюдением представляется достаточно очевидной связь субъективной «легкости» зрительного поиска в описанных условиях со степенью различия между целевым стимулом и дистракторами. Субъективная «легкость» задачи может выразиться в уменьшении времени ее выполнения и снижении вероятности ошибки по сравнению с более сложной задачей. Это по-

зволяет выдвинуть предположение о наличии монотонной связи между параметрами *эффективности зрительного поиска* (ЭЗП) и величиной МР. Если такого рода взаимосвязь на самом деле наблюдается, параметры ЭЗП могут быть использованы как объективная мера МР.

### **3. Предварительное исследование: установление эффекта**

*Гипотеза:* время и эффективность зрительного поиска целевого стимула в условиях возникновения «эффекта выскакивания» монотонно связаны с различием между этим стимулом и дистракторами.

#### **Методика**

*Стимуляция.* Испытуемый располагался на расстоянии 140 см перед CRT-монитором с диагональю 38.1 см, на котором предъявлялись стимулы. Угловой размер области стимуляции составил  $12.4^\circ$ . Три стимула равного размера ( $3^\circ$ ), расположенные в ряд по горизонтали, были отделены друг от друга двумя небольшими промежутками ( $1.1^\circ$ ) и отстояли от левой и правой границ экрана на  $0.6^\circ$ . По вертикали все три стимула имели среднее положение. Отличающийся (целевой) стимул находился либо в левой, либо в правой части ряда, два оставшихся стимула (дистракторы) были идентичны.

Исследование проводилось в условиях темновой адаптации. Яркость всех стимулов была уравнена и являлась максимальной для данного монитора (около  $100 \text{ кд/м}^2$ ), использовался черный фон.

*Инструкция* испытуемому: «Вам будут предъявляться тройки полосок. Эти полоски различаются только по одному параметру — наклону. Две полоски имеют одинаковый наклон. Третья от них отличается. Степень различия может быть очень разной — от явной до подпороговой. Та полоска, которая отличается, находится либо в левой, либо в правой части экрана, но никогда не посередине. Ваша задача: как можно быстрее определить положение отличающейся полоски. Если вы увидите отличающуюся полоску слева, нажмите на левую кнопку мыши; если вы увидите отличающуюся полоску справа, нажмите на правую кнопку мыши. Изображения будут предъявляться на короткое время и быстро сменяться следующими, поэтому старайтесь отвечать как можно быстрее и не обращать внимания на возможные ошибки».

*Процедура.* Испытуемые выполняли задачу поиска, в которой полоска с наклоном  $45^\circ$  по часовой стрелке по отношению к горизонтали являлась эталонным стимулом, т.е. присутствовала во всех отдельных предъявлениях (попеременно в роли цели или дистрактора). Использовались 6 переменных стимулов (полоски с наклоном  $0^\circ$ ,  $15^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $75^\circ$  и  $90^\circ$  по часовой стрелке относительно горизонтали). Время предъявления одной «тройки» стимулов — 500 мс. Далее следовал черный фон вплоть до ответа испытуемого (нажатия им на левую или правую клавишу мыши). Через 1000 мс после ответа испытуемого предъявлялась

новая «тройка». Каждое возможное сочетание повторялось по 25 раз для повышения надежности результата. Таким образом, всего в данном эксперименте осуществлялось  $2 \times 6 \times 25 = 300$  измерений.

*Показатели ЭЗП:* 1) время реакции (ВР) — интервал от момента предъявления до нажатия испытуемым кнопки мыши; 2) относительная частота правильных ответов для каждой предъявленной пары «цель—дистрактор». Будем считать, что ЭЗП тем выше, чем меньше ВР и больше относительная частота правильных ответов.

*Испытуемые:* 10 человек с нормальным или скорректированным зрением.

**Результаты.** Сопоставление МР с показателями ЭЗП подтвердило гипотезу о монотонности их взаимосвязи. Оказалось, что время зрительного поиска и число ошибок уменьшаются по мере роста различия в наклоне между эталонным стимулом (полоской с наклоном  $45^\circ$ ) и переменным (полоской с наклоном  $0^\circ$ ,  $15^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $75^\circ$  или  $90^\circ$ ).

Установление эффекта сделало возможным построение методики измерения МР, основанной на измерении параметров ЭЗП.

#### **4. Апробация и валидизация методики оценки величины различия между стимулами по параметрам эффективности зрительного поиска**

*Гипотеза:* данные, получаемые с помощью предлагаемой методики, соответствуют данным прямого шкалирования: субъективные пространства различения ориентационных полос совпадают.

Исследование включало три серии. В серии 1 проводилась апробация предлагаемой методики с целью построения субъективного пространства различения ориентационных полос. В серии 2 вводился дополнительный фактор — затруднение условий восприятия за счет снижения контраста сцены и времени экспозиции при сохранении тех же ориентаций линий. В серии 3 (контрольной) испытуемые оценивали различия между отличающимися стимулами в тройках классическим методом прямого шкалирования.

##### **4.1. Серии 1 и 2 Методика**

Построение троек стимулов, параметры предъявления, измеряемые показатели и инструкция испытуемому были идентичны указанным в описании предварительного исследования, за исключением нескольких особенностей. Стимулы варьировались по ориентации (наклону) в полном диапазоне (от  $0^\circ$  до  $180^\circ$ ) с шагом  $15^\circ$ . Таким образом, «алфавит стимулов» состоял из 12 различно ориентированных полосок. Каждый из 12 стимулов мог быть целью или дистрактором. Цель всегда располагалась в левой или правой части экрана. Из каждой пары стимулов можно было создать четыре принципиально различных изображения. Число возможных уникальных комбинаций стимулов с полным варьи-

рованием по локализации целевого стимула равнялось  $12 \times 12 \times 2 = 288$ . Для повышения надежности измерения каждая комбинация предъявлялась по два раза. Таким образом, общее число предъявлений каждому испытуемому составило 576.

В серии 1 («нейтральной») в течение 500 мс предъявлялись белые полосы на черном фоне, после чего следовал черный фон. В серии 2 (с затруднением условий восприятия) в течение 250 мс предъявлялись черные полосы на темно-сером фоне, после чего следовал черный фон. Таким образом, затруднение условий восприятия достигалось не только снижением вдвое времени экспозиции, но также резким понижением контраста и невозможностью ориентироваться на послеобразы (так как черные полосы маскировались черным фоном).

*Испытуемые:* 40 практически здоровых людей (по 20 в каждой серии).

#### *Обработка*

1. Каждой уникальной паре стимулов, определяемой позицией целевого стимула, его номером и номером стимула-дистрактора, ставятся в соответствие ВР и правильность ответа для каждого из 40 испытуемых.

2. Для каждой пары проводится расчет медианного ВР по всем испытуемым.

3. Для каждой пары рассчитывается общее число ошибок по всем испытуемым. Это число делится на общее число предъявлений, превращаясь в оценку вероятности ошибки. Для тех пар стимулов, где цель и дистрактор совпадают, вероятность ошибки приравнивается 0.5 (случайное угадывание).

4. Полученные данные сводятся в две матрицы различий — по ВР и по вероятности ошибки поиска. Столбцам матрицы соответствует целевой стимул, строкам — дистрактор.

5. Полученные матрицы анализируются неметрическим ММШ по отдельности или вместе, при условии учета различия в масштабах (трансформации применяются к каждой матрице отдельно).

6. Полученные многомерные пространства подвергаются ортогональному вращению для улучшения возможностей интерпретации.

#### **Результаты**

Для того чтобы принять решение о размерности субъективного пространства различения, мы использовали графики зависимости показателя «stress» от размерности пространства. По данным серий 1 и 2 размерность пространства различения ориентаций равна трем.

В обеих сериях пространства стимулов оказались практически идентичными, поэтому мы приняли решение не рассматривать их отдельно, а представить одно трехмерное пространство, полученное в серии 2 (рис. 2). Сходство результатов двух серий свидетельствует в пользу надежности предлагаемой нами методики: затруднение условий



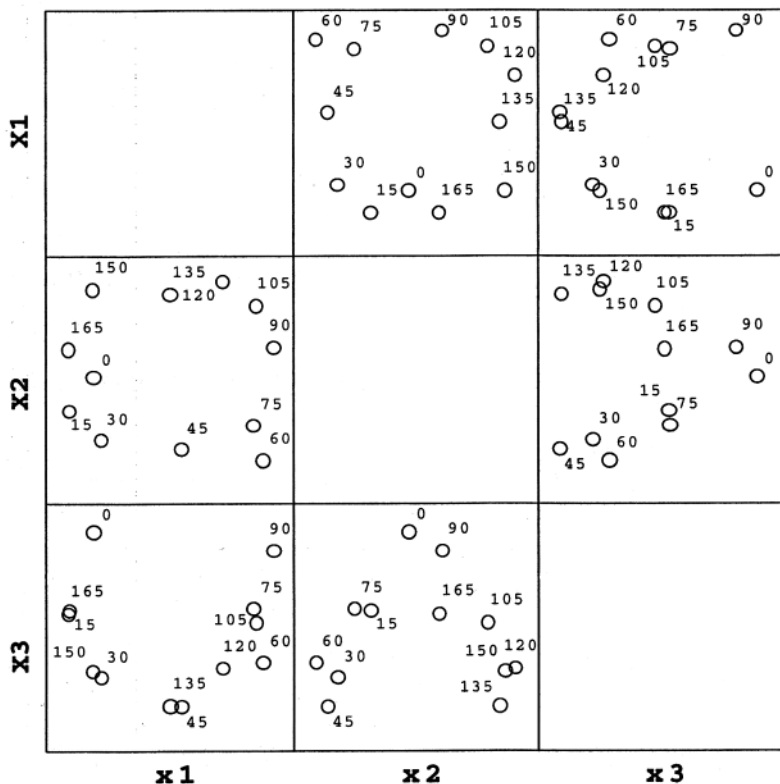


Рис. 2. Серия 2 (зрительный поиск с затруднением условий восприятия): субъективное пространство различения ориентационных полос. Числа на графике обозначают угол наклона ориентационной полоски по отношению к горизонтали

восприятия не влияет на итоговый вид субъективного пространства, реконструированного на основании показателей ЭЗП.

На рис. 2 видно, что полученное пространство сферично. Коэффициент вариабельности радиуса сферы невысок — 9.73% (для серии 1 он несколько выше — около 14%). Сферичность пространств согласуется с моделью векторного кодирования Е.Н. Соколова.

Оси X1 и X2 являются оппонентными для стимулов 0—90° и 45—135°. Это соответствует классическим данным. Однако ось X3, видимо, также выполняет важную различительную функцию. Она упорядочивает стимулы как близкие к полюсу «косых» (45 и 135°) или к полюсу «прямых» (0 и 90°). Оказывается, X3 — также оппонентная ось, отражающая переходы между прямизной и наклонностью.

Здесь возникает противоречие. Несмотря на частичную сходимость данных, различные методы дают расходящиеся результаты. Видно, что

предлагаемый нами метод показывает наличие дополнительного по сравнению с классическим механизма различения ориентационных полосок, формально представленного в виде третьей оси пространства. Можно предположить, например, что этот механизм не действует при прямом сравнении сходства полосок, но включается в задачах, где необходимо тонкое их различие.

По-видимому, ХЗ отражает не само по себе отклонение линии от вертикали и горизонтали, а субъективную оценку «места», занимаемого стимулом на экране. В самом деле, если рассматривать воображаемые прямоугольники, описывающие «прямые» и «наклонные» стимулы, мы обнаружим, что площадь таких прямоугольников минимальна для полосок 0 и 90° и максимальна для полосок 45 и 135°. Площадь такого воображаемого прямоугольника может быть связана с субъективной «заметностью» стимула, т.е. с доступностью его для зрительного поиска. Возможно, процедура прямого оценивания различия в наклоне полоски не обращается к этому механизму, поскольку с ним не связаны наши навыки визуального измерения ориентации линии. Вместе с тем этот механизм реально существует, однако он включается тогда, когда зрительной системе требуется эффективно производить различие, а не когда ей необходимо подготовить к вербализации информацию о различии.

Таким образом, новая методика оценки величины различия между зрительными стимулами была апробирована на ориентационных полосках и дала осмысленные результаты. Согласно данным, полученным с помощью этой методики, в различении ориентационных полосок участвуют три оппонентных механизма. Первые два соответствуют механизмам, выделяемым с помощью прямого шкалирования, и представляют собой оппонентные оси 0—90°, 45—145°. Третий механизм — также оппонентная ось, отражающая переходы между прямизной и наклонностью.

#### **4.2. Серия 3 (контрольная)**

Испытуемые оценивали классическим методом субъективную величину различия внутри тех же троек стимулов, что использовались в серии 2. Контрольная серия проводилась для того, чтобы исключить влияние способа предъявления стимулов (тройками, а не парами, как в классических экспериментах) на конечный результат (итоговый вид субъективного пространства).

##### **Методика**

*Стимуляция.* Параметры предъявления стимулов совпадали с описанными для серии 2.

*Инструкция:* «Вам будут предъявляться тройки полосок. Эти полоски различаются только по одному параметру — наклону. Две по-

лоски имеют одинаковый наклон. Третья от них отличается. Степень различия может быть очень разной — от явной до подпороговой. Та полоска, которая отличается, находится либо в левой, либо в правой части экрана, но никогда не посередине. Ваша задача: оценить различие между отличающейся полоской и одинаковыми по шкале от 1 до 9. Если различие кажется вам минимальным, нажимайте клавишу «1», если очень большим — «9». Вы можете использовать все промежуточные значения от 1 до 9».

В качестве измеряемого показателя выступила числовая оценка различия для каждой пары стимулов — целые числа от 1 до 9, вводимые с клавиатуры.

В контрольной серии приняли участие 5 практически здоровых испытуемых.

*Обработка.* Матрицы субъективных оценок различий между стимулами обрабатывались классическим методом. Данные всех пяти испытуемых проверялись на согласованность, после чего обрабатывались с помощью ММШ.

**Результаты.** Размерность полученного пространства (рис. 3) равна двум, что полностью соответствует классическим данным. Оси X1 и X2 являются оппонентными для стимулов 0—90° и 45—135°. Таким

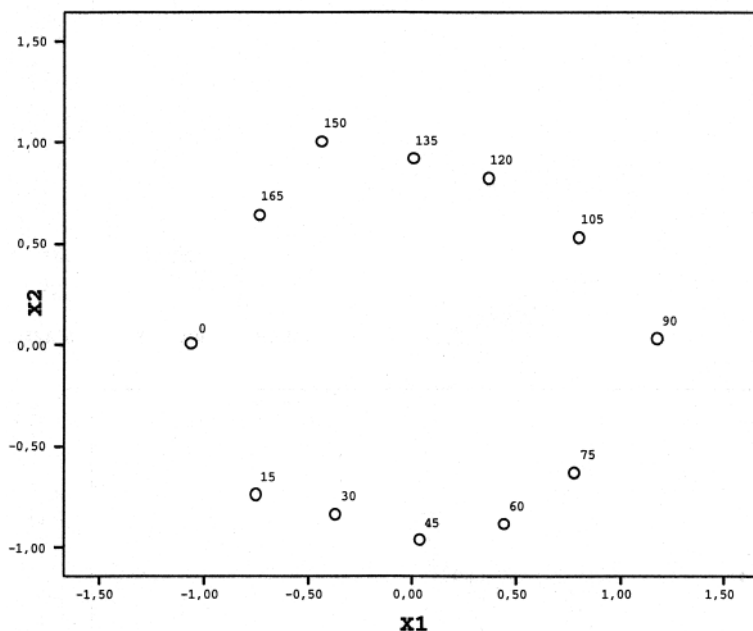


Рис. 3. Серия 3 (контрольная): субъективное пространство различения ориентационных полос. Числа на графике обозначают угол наклона ориентационной полоски по отношению к горизонтали

образом, предъявление стимулов тройками, а не парами, не влияет на итоговый вид субъективного пространства при прямом шкалировании различий.

## 5. Выводы

1. Предложенный метод позволяет измерять субъективные различия между стимулами, при этом результат измерения не зависит от стратегий оценивания испытуемого и его уровня адаптации.

2. Такие показатели эффективности зрительного поиска, как время реакции и относительная частота ошибок, являются адекватными мерами различия между стимулами, монотонно связанными с субъективными оценками.

3. Пространство различения ориентационных полосок в задаче зрительного поиска является трехмерным. Подтверждено существование двух оппонентных осей ( $0-90^\circ$ ,  $45-135^\circ$ ). Выявлена третья оппонентная ось «прямизна—наклонность».

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Андерсон Дж.* Когнитивная психология. СПб., 2003.
- Гусев А.Н., Измайлов Ч.А., Михалева М.Б.* Измерение в психологии. Общий психологический практикум. М., 1997.
- Зимачев М.М., Шехтер Е.Д., Соколов Е.Н., Измайлов Ч.А.* Хроматическая составляющая электроретинограммы лягушки // Журн. ВНД им. И.П. Павлова. 1986. Т. 36. № 6. С. 1100—1107.
- Измайлов Ч.А.* Сферическая модель цветоразличения. М., 1980.
- Измайлов Ч.А., Исайчев С.А., Коршунова С.Г., Соколов Е.Н.* Цветовой и яркостный компоненты зрительных вызванных потенциалов у человека // Журн. ВНД им. И.П. Павлова. 1998. Т. 48. № 5. С. 777—787.
- Измайлов Ч.А., Исайчев С.А., Шехтер Е.Д.* Двухканальная модель различения сигналов в сенсорных системах // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 14. Психология. 1998. № 3. С. 29—40.
- Измайлов, Ч.А., Ласточкина М.Н., Полянская Г.Н., Соколов Е.Н.* Различение линий и углов зрительной системой // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 14. Психология. 1988. № 1. С. 41—50.
- Измайлов Ч.А., Соколов Е.Н., Коршунова С.Г., Чудина Ю.* Геометрическая модель различения ориентаций линии, основанная на субъективных оценках и зрительных вызванных потенциалах // Журн. ВНД им. И.П. Павлова. 2004. Т. 54. № 2. С. 267—279.
- Измайлов Ч.А., Соколов Е.Н., Черноризов А.М.* Психофизиология цветового зрения. М., 1989.
- Соколов Е.Н.* Восприятие и условный рефлекс: новый взгляд. М., 2003.
- Соколов Е.Н., Измайлов Ч.А.* Цветовое зрение. М., 1984.
- Соколов Е.Н., Измайлов Ч.А.* Трехстадийная модель цветового зрения // Сенсорные системы. 1988. Т. 2. № 4. С. 400—407.
- Терехина А.Ю.* Многомерное шкалирование в психологии // Психол. журн. 1983. Т. 4. № 1. С. 76—88.
- Терехина А.Ю.* Анализ данных методом многомерного шкалирования. М., 1986.

Хелсон Х. Уровень адаптации // Хрестоматия по психологии ощущений и восприятия / Под ред. Ю.Б. Гиппенрейтер, В.В. Любимова, М.Б. Михалевской. М., 1999.

Хьюбел Д. Глаз, мозг, зрение. М., 1990.

*Avraham T., Yeshurun Y., Lindenbaum M.* Predicting visual search performance by quantifying stimuli similarities // *J. of Vision.* 2008. Vol. 8. N 4. P. 1—22.

*Duncan J., Humphreys G.W.* Visual search and stimulus similarity // *Psychol. Review.* 1989. Vol. 96. P. 433—458.

*Foster D.H., Ward P.A.* Asymmetries in oriented-line detection indicate two orthogonal filters in early vision // *Proc. of the Royal Society (London B).* 1991a. Vol. 243. P. 75—81.

*Foster D.H., Ward P.A.* Horizontal-vertical filters in early vision predict anomalous line-orientation frequencies // *Proc. of the Royal Society (London B).* 1991b. Vol. 243. P. 83—86.

*Izmailov Ch.A.* Dual-channel sensory mechanism of stimuli discrimination // *Proc. of XII Triennial congress of the International ergonomics association (Tampere, Finland).* 1997. Vol. 5. P. 347—349.

*Izmailov Ch.A., Sokolov E.N.* Multidimensional scaling of lines and angles discrimination // *Psychophysical explorations of mental structures / Ed. by H.G. Geissler.* Toronto; Bern; Stuttgart, 1990. P. 181—189.

*Izmailov Ch.A., Sokolov E.N.* Spherical model of color and brightness discrimination // *Psychol. Sci.* 1991. Vol. 2. P. 249—259.

*Quinlan P.T.* Visual feature integration theory: past, present, and future // *Psychol. Bull.* 2003. Vol. 129. N 5 (Sep.). P. 643—673.

*Schneider W., Shiffrin R.M.* Controlled and automatic human information processing: 1. Detection, search and attention // *Psychol. Review.* 1977. Vol. 84. N 1. P. 1—66.

*Shepard R.N.* Attention and the metric structure of the stimulus space // *J. of Mathemat. Psychol.* 1964. Vol. 1. P. 54—87.

*Treisman A.* Search, similarity, and integration of features between and within dimensions // *J. Exp. Psychol.: Human Perception and Performance.* 1991. Vol. 17. N 3. P. 652—676.

*Wolfe J.M., Friedman-Hill S.R.* Visual search for orientation: The role of angular relations between targets and distractors // *Spatial Vision.* 1992. Vol. 6. N 3. P. 199—208.

Поступила в редакцию  
13.05.08

## ПСИХОЛОГИЯ ЗА РУБЕЖОМ

**М. С. Воропаева**

### **ЗАРУБЕЖНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГИПНОЗА: ТЕОРИИ И ЭКСПЕРИМЕНТЫ**

Статья посвящена обзору и сопоставлению двух зарубежных подходов к исследованию гипноза: традиционного и социокогнитивного. Приведены основные теоретические положения рассматриваемых подходов и представлены результаты экспериментов, говорящих в пользу каждого из них. Систематизированы ключевые вопросы гипнологии, по которым позиции ученых расходятся.

*Ключевые слова:* гипноз, традиционный подход к гипнозу, социокогнитивный подход к гипнозу, теория недиссоциации, гипнабельность, симуляция, измененные состояния сознания.

The purpose of this article is to review and compare two influential approaches to hypnosis, namely the traditional and the social-cognitive ones. The author describes general theoretical foundations of both approaches and systematizes their views on the key controversial issues of hypnology. Along with a thorough theoretical analysis the results of interesting experiments supporting either theses are discussed, which helps to integrate the approaches and formulate a unified view of the nature and phenomenology of hypnosis.

*Key words:* hypnosis, traditional view of hypnosis, social-cognitive view of hypnosis, neodissociation theory, hypnotizability, simulation, altered states of consciousness.

С середины XX в. наблюдается значительное возрастание интереса к гипнозу и его научному исследованию. Это связано как с повышением внимания психологов к проблематике измененных состояний сознания, так и с высокой эффективностью гипноза как метода психотерапии. Отечественных ученых в первую очередь интересовала феноменология гипноза (Гримак, 1978; Овчинникова, Насиновская, Иткин, 1989), тогда как для западных исследователей ключевым стал вопрос о его природе и механизмах действия (Farthing, 1992; Tart, 1979). Ответ на этот вопрос важен для понимания принципов работы базовых структур сознания и самосознания человека.

---

**Воропаева Марианна Сергеевна** — психолог ООО «Руза Девелопмент», соискатель кафедры общей психологии ф-та психологии МГУ. *E-mail:* liana\_09@mail.ru

В настоящее время на Западе существуют два основных теоретических взгляда на гипноз — **традиционный** и альтернативный ему **социокогнитивный**. В рамках первого подхода гипноз рассматривается как измененное состояние сознания (ИСС), в котором психические процессы функционируют не так, как в обычном состоянии; согласно второму подходу, в гипнозе обычные мыслительные или поведенческие процессы реализуются в необычной социальной ситуации. Оба подхода опираются на большое количество исследований и убедительные экспериментальные данные. Между сторонниками этих подходов имеются серьезные разногласия в описании и интерпретации гипнотических феноменов.

В настоящей статье мы рассмотрим указанные теоретические позиции и подтверждающие их экспериментальные данные.

### **Традиционный подход к гипнозу**

Представителями традиционного подхода являются М. Орн, Э. Хилгард, Ч. Тарт, М. Эриксон, Эрика Фромм, Р. Шор и многие другие (Fromm, Shor, 1979; Hilgard, 1991; Orn, 1979; Tart, 1979).

Рассмотрение гипноза как ИСС было связано с тем, что у загипнотизированных людей наблюдались феномены, нехарактерные для обычного состояния сознания (ОСС): положительные и отрицательные галлюцинации, возрастная регрессия, постгипнотические внушения и многие другие эффекты. Однако постепенно стала накапливаться информация о том, что многие гипнотические феномены могут быть повторены так называемыми «симулянтами» — низкогипнабельными испытуемыми, желающими ввести гипнотизера в заблуждение. Например, в экспериментах М. Орна и его коллег многие критерии, которые считались надежными для различения высокогипнабельных испытуемых (ВГи) и симулянтов, не работали. Последние могли оставаться в подвешенном состоянии между двумя стульями, выдерживать болевые стимулы, не вздрагивая, воспроизводить материал, предположительно выходящий за границы их кругозора (Orn, 1979). Результаты этих и других экспериментов заставили усомниться в существовании гипноза как особого ИСС и послужили основой для разработки альтернативного подхода. Но для сторонников традиционного подхода способность симулянтов воспроизводить многие реакции ВГи свидетельствует лишь о наличии у них определенных представлений о гипнозе, существующих в нашей культуре. Таким образом, решающим критерием наличия/отсутствия гипнотического состояния представители данного подхода стали считать субъективные переживания гипнотизируемого.

Одной из наиболее разработанных в рамках традиционного подхода является теория неадиссоциации Э. Хилгарда, которая объясняет гипноз в терминах рассогласования между когнитивными подсистемами и системой контроля, осуществляющей сознательное управление по-

ведением (Hilgard, 1991). Под руководством Хилгарда в начале 1970-х гг. проводились многочисленные эксперименты, в которых испытуемые подвергались болевой стимуляции. Перед тем как они погружали руку в ледяную воду, им внушалась гипнотическая аналгезия. ВГи утверждали, что не чувствуют боли или чувствуют очень слабую боль (средняя интенсивность — 2 балла из 12). Это было намного ниже среднего значения уровня боли, о котором они сообщали в ОСС, без внушения аналгезии (около 12 баллов). Однако когда гипнотизер «напрямую» контактировал с их бессознательным с помощью так называемого «гипнотического ключа», они сообщали, что уровень боли составляет в среднем 8 баллов. Для объяснения этого феномена Хилгард ввел понятие «скрытый наблюдатель», называя так некую часть психики, которая в гипнозе «отщепляется» от сознательной, гипнотизируемой части и продолжает объективно воспринимать окружающую действительность (там же).

Согласно Хилгарду, в психике можно выделить множество когнитивных подсистем, каждая из которых обладает определенной степенью согласованности, устойчивости и автономности. Эти подсистемы иерархически упорядочены и постоянно взаимодействуют между собой, однако иногда, в особых условиях (например, в гипнозе), они могут становиться частично изолированными друг от друга. Для управления всеми остальными подсистемами должна существовать особая контролирующая структура — «исполнительное эго». Внушение может изменить иерархический порядок подструктур, что и обусловит нарушение двигательного контроля, искажение восприятия и памяти, возникновение положительных и отрицательных галлюцинаций (там же).

### **Позиции традиционного подхода по базовым вопросам гипнологии**

1. В качестве одной из основных характеристик, отличающих гипнотическое состояние от ОСС, сторонники традиционного подхода рассматривают *непроизвольность гипнотических реакций*, т.е. потерю чувства контроля над произвольными в норме реакциями (Hilgard, 1991). Испытуемые часто сообщают, что их реакции на внушения были автоматическими и возникали сами по себе. Например, при внушении «руки сближаются» у ВГи возникнет ощущение, что его руки начинают сближаться под действием какой-то силы (субъективные ощущения), и при этом расстояние между его руками действительно начнет уменьшаться (внешне выраженная реакция) (Farthing, 1992).

2. Большинство сторонников традиционного подхода убеждены, что *гипнабельность — это устойчивая черта*, которая не может быть изменена с помощью специального обучения. В качестве аргумента они приводят факты относительной стабильности гипнотической чувствительности в течение длительного промежутка времени (Farthing, 1992; Hilgard, 1991).



Так, например, Э. Хилгард провел лонгитюдный эксперимент, в котором 50 студентов Стэндфордского университета тестировались на гипнабельность, затем тестирование повторялось через 10 и 15 лет. Коэффициент стабильности, отражающий значимую корреляцию в оценках гипнабельности, составил 0.64 — через 10 лет и 0.82 — через 15 лет; для общего промежутка в 25 лет — 0.71 (Hilgard, 1991). Другим аргументом в поддержку представления о гипнабельности как стабильной личностной черте стало нахождение ее коррелятов. Например, Джозефина Хилгард с помощью метода клинического интервью показала, что испытуемые, хорошо поддающиеся гипнозу, всегда имеют высоко развитое воображение (Farthing, 1992).

3. Сторонники традиционного подхода считают наиболее убедительным доказательством реальности гипноза такие реакции испытуемых, которые не могут быть воспроизведены в ОСС и, следовательно, не могут быть повторены симулянтами. На данный момент описано три таких феномена (Orn, 1979).

3.1. «Трансовая логика». Феномен получен в экспериментах, проведенных под руководством М. Орна. Испытуемому внушалась яркая галлюцинация известного ему человека (например, доктора Икс), затем экспериментатор указывал на реального доктора Икс, ранее находившегося вне поля зрения испытуемого, и спрашивал: «Кто это?» ВГи обычно отвечали, что «это еще один доктор Икс». В ответ на просьбу объяснить, как это возможно, они говорили: «Наверное, зеркало», «Он может иметь брата-близнеца» или что-либо в этом роде. Напротив, симулянты были склонны давать такие ответы, как «Я не знаю», «Мистер Игрек» или «Здесь никого нет». Их сообщения были основаны на осознании того факта, что один и тот же человек не может быть в двух разных местах одновременно; они не знали, как должны отреагировать ВГи.

Таким образом, загипнотизированные люди демонстрировали эффект нечувствительности к противоречиям, который Орн назвал «трансовой логикой». Этот феномен обычно возникает на глубоких стадиях гипноза и не может быть воспроизведен симулянтами (Orn, 1979).

3.2. «Амнезия источника». Феномен получен в экспериментах Эванса и Торна. Испытуемым во время гипноза сообщали несколько малоизвестных фактов (например, что аметист при нагревании становится желтым), затем выводили их из гипнотического состояния с внушением амнезии и давали тест на общую эрудицию, включавший вопросы на знание тех фактов, информацию о которых они получили под гипнозом. ВГи, неспособные вспомнить, что происходило в гипнозе, отвечали правильно, но не могли указать *источник* этих знаний. Напротив, симулянты не воспроизводили данный феномен, поскольку неверно предполагали, что при амнезии невозможно вспомнить *содержание* информации, полученной в гипнозе (Orn, 1979).

**3.3. Реакция на прерванный гипноз.** Орн и Эванс провели следующий оригинальный эксперимент. Во время гипноза все внушения производились с аудиокассеты, а затем моделировалась ситуация падения напряжения в сети, в связи с чем экспериментатор выходил из комнаты. Были исключены малейшие намеки на то, что падение напряжения могло быть запланированной частью эксперимента: в комнате и в коридоре гасли все лампы, останавливалась не только кассета, но и полиграф, измеряющий физиологические реакции. Было обнаружено, что четверо из шести симулянтов прекратили симуляцию; их поведение ясно демонстрировало, что они перестали чувствовать себя под наблюдением. Напротив, пятерым из шести ВГи потребовалось определенное время, чтобы выйти из гипнотического состояния; очнувшись, они выглядели дезориентированными и растерянными (Orn, 1979).

Таким образом, традиционный подход основывается на фактах необычного поведения человека в состоянии гипноза. Многие из этих реакций, как оказалось, могут быть повторены симулянтами, но некоторые феномены наблюдаются только у загипнотизированных людей. Более того, субъективные переживания ВГи сильно отличаются от ощущений симулянтов; в данном подходе именно субъективный опыт является одним из основных критериев наличия/отсутствия гипнотического состояния.

### **Социокогнитивный подход к гипнозу**

Представителями социокогнитивного подхода являются Н. Спэнос (основатель), Дж. Барбер, Т. Сарбин, С. Линн, Дж. Ру, Дж. Чейвз и ряд других (Farthing, 1992; Lynn, Rhue, 1991; Spanos, 1991).

Согласно центральному положению данного подхода, гипноз является одним из видов обычной социальной активности, а не особым психологическим состоянием или процессом. Спэнос утверждает, что испытуемые в гипнозе ведут себя активно и целенаправленно, руководствуясь своим пониманием требований, предъявляемых к ним гипнотизером и необычной ситуацией (Farthing, 1992; Spanos, 1991). В ситуации гипноза они принимают особую роль «испытуемого под гипнозом» и стараются максимально ей соответствовать в зависимости от своих способностей, установок и представлений о действии гипноза на психику и поведение человека.

При разработке своей концепции Спэнос опирался на результаты других исследователей. В конце 1950-х гг. при изучении возрастной регрессии, анальгезии, амнезии и ряда других феноменов Барбер одним из первых обнаружил, что симулянты с высокой мотивацией могут повторить многие реакции ВГи (Farthing, 1992). Основываясь на результатах этих экспериментов, Спэнос предположил, что выбранная испытуемым роль будет сильно влиять на его поведение: испытуемый, получивший высокий балл гипнабельности, будет в дальнейшем склонен к искаже-

нию и преувеличению своих переживаний в соответствии с собственным пониманием «высокой гипнабельности» (Spanos, 1991).

Для проверки этой гипотезы Спэнос с коллегами провели следующий эксперимент. ВГи внушалась отрицательная галлюцинация: открыв глаза, они должны увидеть чистый лист бумаги. На самом деле на этом листе была изображена четкая цифра 8. Открыв глаза, 15 из 45 ВГи сообщили, что видят чистый лист. Однако после эксперимента им сказали: только симулянты утверждают, что видят чистый лист бумаги, а высокогипнабельные люди могут воспроизвести изображенное на листе. Тогда 14 из 15 испытуемых сообщили, что видели цифру 8, хотя интервьюер ни разу не называл эту цифру. Согласно Спэносу, сообщение испытуемых о том, что они ничего не видели на бумаге, соответствовало их пониманию роли «высокогипнабельных испытуемых». Когда же такое сообщение было приравнено к обману, они изменили свои ответы, т.е. адаптировали свое поведение под новое требование ситуации (Spanos, 1991).

### **Позиции социокогнитивного подхода по базовым вопросам гипнологии**

1. Большинство сторонников социокогнитивного подхода убеждены, что *реакции испытуемых в гипнозе не являются произвольными* (Farthing, 1992). Так, например, Спэнос утверждает, что в процессе гипноза даже ВГи сохраняют контроль над своими реакциями, но склонны интерпретировать свои активные целенаправленные действия как автоматические. Одной из важнейших причин возникновения данного феномена он считает вербальные формулировки гипнотических внушений. Чаще всего внушения формулируются в пассивной форме, испытуемым сообщается, что что-то должно случиться с ними «само по себе». Результаты нескольких экспериментов показали, что и загипнотизированные, и незагипнотизированные испытуемые одинаково высоко оценивают произвольность своих реакций после прямой инструкции и одинаково низко после косвенного внушения (Spanos, 1991).

2. Представители данного подхода понимают *гипнабельность* не как устойчивую черту, а как *развиваемый навык*. Они предполагают, что гипнабельность зависит от определенных установок, убеждений и когнитивных навыков, которые могут быть улучшены специальными методами обучения.

Основываясь на ранних результатах Диамонда, Спэнос и его коллеги из Карлетонского университета разработали «Карлетонскую программу тренинга умений» (*the Carleton Skills Training Program — CSTP*), направленную на повышение гипнабельности (Farthing, 1992; Spanos, 1991). *CSTP* состоит из трех четких компонентов, которые в более ранних исследованиях определялись как важные аспекты гипнотической чувствительности.

А. *Создание положительного отношения к гипнозу* — устранение дезинформации о гипнозе, уменьшение тревоги и создание положительных установок к переживанию гипнотического состояния.

Б. *Общая информация, способствующая погружению в гипноз*. В *CSTP* подчеркивается важность полной концентрации внимания на воображаемых ситуациях и внушениях гипнотизера. Например, если внушается, что рука стала легкой и начинает всплывать, то испытуемые должны представить, что их рука стала подобна воздушному шару, наполненному гелием.

В. *Подробная информация о том, как интерпретировать внушения*. На примере нескольких видов внушений объясняется, как интерпретировать содержание внушения, как управлять своим вниманием и как создавать образы, соответствующие направленности внушения.

Результаты экспериментов показали, что обучение с помощью *CSTP* может привести к значительному увеличению чувствительности к гипнозу. Около 70% испытуемых, обучение которых включало все три указанных компонента, продемонстрировали при повторном тестировании значительное повышение гипнабельности (5 и более баллов по 7-балльной шкале) и при этом сообщили, что большинство их поведенческих реакций были произвольными (Farthing, 1992; Spanos, 1991). Похожие результаты впоследствии воспроизводились в ряде других исследований.

3. Социокогнитивный подход *отрицает наличие специфических для гипноза реакций (феноменов)* и утверждает, что испытуемые, обладающие высокой мотивацией, могут, находясь в ОСС, повторить любые реакции испытуемых в глубоком гипнозе. Для доказательства этого положения Спэнос (Spanos, 1991) анализирует три феномена, которые возникают на самых глубоких стадиях гипноза и считаются наиболее характерными для гипнотического ИСС.

3.1. *Гипнотическая амнезия*. Согласно Спэносу (Spanos, 1991), после внушения амнезии испытуемые продолжают сохранять контроль над своей памятью, хотя утверждают, что не могут вспомнить ничего из того, что происходило в гипнозе. Для подтверждения этой идеи он с коллегами провел эксперимент с 8 ВГи, которые сообщили о невозможности воспроизвести требуемый материал даже при большом желании это сделать. Испытуемым давалась стандартная инструкция Хилгарда, что «скрытая часть» их психики продолжит осознавать все происходящее в гипнозе, в то время как «сознательная часть» обо всем забудет. При этом одной группе сообщалось, что «скрытая часть» будет контролировать все, за что отвечает правое полушарие, второй группе — что контроль будет касаться левого полушария. Предлагался список, состоящий из абстрактных и конкретных слов. Половине испытуемых говорили, что абстрактные слова воспринимаются правым полушарием мозга, а конкретные — левым; другой половине — наоборот.

рот. После внушения «забыть слова» все испытуемые показали высокий уровень амнезии. Однако затем гипнотизер устанавливал контакт с их правой и левой «скрытыми частями». При контакте с «правой скрытой частью» все испытуемые воспроизвели «правополушарные» слова, но никто не вспомнил слова «левополушарные». При контакте с «левой скрытой частью» наблюдалась противоположная тенденция. Спэнос утверждает, что каждый из испытуемых легко сохраняет информацию в памяти, несмотря на амнезию, так как это не противоречит его «высокогипнабельной» роли.

**3.2. Постгипнотические реакции.** Странники социокогнитивного подхода утверждают, что постгипнотические реакции не возникают автоматически, но являются целенаправленной активностью испытуемых, пытающихся соответствовать требованиям ситуации (Farthing, 1992; Spanos, 1991).

В часто цитируемом эксперименте М. Орна (Orn, 1979) было показано, что у ВГи постгипнотические внушения наблюдаются даже вне экспериментального контекста, а симулянты, напротив, реагируют только на ключ, даваемый экспериментатором. Спэнос (Spanos, 1991) объясняет эти результаты тем, что те и другие руководствовались разными требованиями, так как симулянтам давалась инструкция пытаться ввести в заблуждение именно экспериментатора. Он провел похожий эксперимент, в котором ВГи получали постгипнотическое внушение закашлять, услышав слово «психология», и демонстрировать эту реакцию до отмены данного внушения во втором эксперименте через неделю. В день повторного эксперимента им предъявляли три проверочных теста вне экспериментального контекста (первые два раза ключевое слово «психология» произносилось неизвестными «провокаторами», третий раз — гипнотизером). В эксперимент также была включена группа симулянтов, половине из которых давалась классическая инструкция Орна вводить в заблуждение гипнотизера, других же просили пытаться обмануть всех, кто примет участие в эксперименте.

Было обнаружено, что никто из ВГи и никто из симулянтов не демонстрировал постгипнотических реакций на ключ первого «провокатора», никто из ВГи и только один симулянт из второй группы прореагировали на ключ второго «провокатора», около половины испытуемых в каждой группе дали реакцию на ключ в третьем контрольном тесте. Спэнос утверждает: результаты этих экспериментов убедительно показывают, что постгипнотические реакции испытуемых соответствуют их роли «быть загипнотизированными».

**3.3. Гипнотическая аналгезия и феномен «скрытого наблюдателя».** Спэнос не согласен с утверждением Хилгарда, что часть психики, реагирующая на внушения в гипнозе, отщепляется от «сознательной части», причем, чем больше это расщепление, тем глубже наблюдаемое гипнотическое состояние.

Для доказательства своей позиции Спэнос провел два эксперимента, в которых во время болевой стимуляции всем испытуемым внушалась аналгезия. В 1-м эксперименте одной группе ВГи давалась стандартная инструкция Хилгарда, что «скрытая часть» будет воспринимать реальный уровень боли, а «сознательная часть» не будет чувствовать ничего. Второй группе ВГи сообщали, что «скрытая часть» спрятана настолько глубоко, что будет чувствовать еще меньше, чем «сознательная часть». Результаты в этих группах значительно различались: в первой группе уровень боли «скрытой части» был выше уровня боли «сознательной части», во второй группе — ниже. Во 2-м эксперименте ВГи также же сообщалось о наличии у них «скрытой части» психики, которая может воспринимать свой уровень боли, однако они не знали, должен ли этот уровень быть ниже, выше или равен уровню боли «сознательной части». Спэнос утверждает, что если бы была верна теория Хилгарда, и эта «скрытая часть» автоматически воспринимала бы реальный уровень боли, то специальная предварительная инструкция была бы не нужна. Однако данный эксперимент показал, что в ситуации неопределенности уровень боли «скрытой части» существенно не отличается от уровня боли «сознательной части» (Spanos, 1991).

### **Заключение**

Итак, в современной западной психологии можно выделить два ведущих подхода к гипнозу: традиционный, в котором гипноз рассматривается как ИСС, и социокогнитивный, где гипнотическое поведение считается активной, целенаправленной деятельностью испытуемых. В пользу каждого из них получены убедительные экспериментальные данные.

Между тем, на наш взгляд, гипотеза Э. Хилгарда о диссоциативных процессах, возникающих в глубоких стадиях гипноза, не противоречит идеям Н. Спэноса о важной роли установок и ожиданий испытуемых. Представление об этих двух подходах как взаимодополняющих хорошо согласуется с позицией О.В. Гордеевой (2002), которая предложила выделять два вида ИСС: «низшие» — случайные, нецеленаправленные изменения состояний сознания и «высшие» — социально обусловленные, стабильно организованные. Гипнотическое состояние, безусловно, является «высшим», культурно обусловленным видом ИСС, что объясняет многие результаты, полученные сторонниками социокогнитивного подхода. Так, например, наличие у человека определенной «модели» гипнотического ИСС влияет на его поведение в гипнозе и одновременно обуславливает возможность симуляции этого состояния.

Таким образом, целесообразным представляется рассмотрение указанных подходов как взаимодополняющих, поскольку традиционная точка зрения на гипноз позволяет изучить специфические характеристики и особенности гипнотического ИСС, а социокогнитивный подход

продуктивен для разработки проблемы социальной обусловленности гипнотического ИСС и изучения лежащих в основе данного состояния моделей.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Гордеева О.В.* Культурно-историческая теория Л.С. Выготского как методологическая основа изучения измененных состояний сознания (ИСС) // Уч. зап. кафедры общей психологии МГУ им. М.В. Ломоносова. Вып. 1 / Под ред. Б.С. Братуся, Д.А. Леонтьева. М., 2002.

*Гримак Л.П.* Моделирование состояний человека в гипнозе. М., 1978.

*Овчинникова О.В., Насиновская Е.Е., Иткин Н.Г.* Гипноз в экспериментальном исследовании личности. М., 1989.

*Farthing G.W.* The psychology of consciousness. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1992.

*Fromm E., Shor R.E.* Underlying theoretical issues: An introduction // Hypnosis: Developments in research and new perspectives / Ed. by E. Fromm, R.E. Shor. N.Y., 1979. P. 3—13.

*Hilgard E.R.* A neodissociation interpretation of hypnosis // Theories of hypnosis: Current models and perspectives / Ed. by S.J. Lynn, J.W. Rhue. N.Y., 1991. P. 83—101.

*Lynn S.J., Rhue J.W.* Theories of hypnosis: An introduction // Theories of hypnosis: Current models and perspectives / Ed. by S.J. Lynn, J.W. Rhue. N.Y., 1991. P. 1—15.

*Orn M.T.* On the simulating subject as a quasi-control group in hypnosis research: What, why, and how // Hypnosis: Developments in research and new perspectives / Ed. by E. Fromm, R.E. Shor. N.Y., 1979. P. 518—565.

*Spanos N.P.* A sociocognitive approach to hypnosis // Theories of hypnosis. Current models and perspectives / Ed. by S.J. Lynn, J.W. Rhue. N.Y., 1991. P. 324—361.

*Tart C.* Measuring the depth of an ASC with particular reference to Self-Report Scales of Hypnotic Depth // Hypnosis: Developments in research and new perspectives / Ed. by E. Fromm, R.E. Shor. N.Y., 1979. P. 567—601.

Поступила в редакцию  
23.06.09

## КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

**Е. В. Созинова, Ж. М. Глозман**

### **КАЧЕСТВО ЖИЗНИ РОДСТВЕННИКОВ ПАЦИЕНТОВ, НАХОДЯЩИХСЯ НА РАННИХ СТАДИЯХ БОЛЕЗНИ ПАРКИНСОНА**

В статье рассматривается структура изменения качества жизни родственников пациентов с болезнью Паркинсона на ранних стадиях заболевания по сравнению с родственниками пациентов с продвинутой стадией. С помощью контент-анализа сочинений исследовано восприятие пациентов своими родственниками. Выделены факторы снижения качества жизни родственников: 1) инвалидизация пациента — развитие моторных и когнитивных симптомов заболевания и 2) психологические проблемы родственников — сниженное настроение, нарушение внутрисемейного общения и взаимодействия.

*Ключевые слова:* болезнь Паркинсона, когнитивные, моторные и эмоциональные нарушения, ухаживающие родственники, качество жизни.

In our study we compared structures of changes in quality of life in caregivers of patients with Parkinson's disease at the early and advanced stages. The perception of patients by their relatives is revealed through a content analysis of their descriptions of patients. We found out 2 factors that influence the caregiver's adaptation: 1) severity of patient's motor and cognitive disturbances, and 2) caregiver's psychological problems (bad mood, difficulties in family communication and interaction).

*Key words:* Parkinson disease, cognitive, motor and emotional disturbances, caregivers, quality of life.

**Проблема и задача исследования.** Уже на начальных стадиях болезнь Паркинсона (БП) проявляется тремя основными симптомами — ригидностью, гипокинезией и тремором. По мере прогрессирования заболевания присоединяется четвертый симптом — постуральная неустойчивость. На продвинутых стадиях двигательные нарушения настолько выражены, что пациенты постоянно нуждаются в посторонней помощи.

---

**Созинова Елена Владимировна** — клинический нейропсихолог Федерального медико-биологического центра им. А.И. Бурназяна, соискатель ф-та психологии МГУ. *E-mail:* arachnoidea@rambler.ru

**Глозман Жанна Марковна** — докт. психол. наук, профессор, вед. науч. сотр. лаборатории нейропсихологии ф-та психологии МГУ. *E-mail:* glo-janna@yandex.ru

Работа поддержана грантом РФФИ № 07-06-00039.



Для поздних стадий характерно нарастание не только моторных, но и вегетативных и психических (когнитивных, эмоциональных, психотических) нарушений. В связи с этим родственники, ухаживающие за пациентами с БП, испытывают сильное дезадаптирующее воздействие ряда психологических, физиологических и социально-экономических факторов, таких как перестройка структуры семейных ролей и необходимость эмоционального донорства, переутомление и стресс, конфликт между требованиями собственной профессиональной деятельности и необходимостью ухода за больным, снижение материального благополучия, ограничение социальных контактов и др. (Тома, Карруа, Глозман, 2008; Glozman, 2004). Всем этим объясняется большое внимание к исследованию качества жизни ухаживающих родственников (*caregivers*) (Berry, Murphy, 1995; Chio et al., 2005; Clarke, Zobkiw, Gullaksen, 1995; Ellgring et al., 1993; Gallo, 1990; Gauthier et al., 2007; Goy, Carter, Ganzini, 2007; O'Reilly et al., 1996). Для повышения качества жизни и улучшения их адаптации к наличной ситуации создаются специальные пособия и проводятся психологические тренинги (Aarsland et al., 2007; Duvoisin, 1984; Pasqualini, Simons, 2006; Secker, Brown, 2005). Кроме того, улучшение качества жизни родственников больных с БП стало считаться важным критерием комплексной мультидисциплинарной реабилитации самих этих больных (Playford, 2003; Wade et al., 2003).

В нашем исследовании сделан акцент на родственников пациентов, находящихся на ранних стадиях БП (2 и 2.5 по Хен—Яру — см.: Hoehn, Yahr, 1967). Для этих стадий характерны двусторонние проявления указанных выше симптомов без постуральной неустойчивости (стадия 2) и с постуральной неустойчивостью, которую больной может преодолеть сам (стадия 2.5). Больные на этих стадиях либо еще не нуждаются в помощи родственников, либо нуждаются в ней эпизодически и только начинают сталкиваться с психологическими и социальными последствиями хронического прогрессирующего и инвалидизирующего заболевания. Однако выраженность симптомов уже такова, что вызывает внутриличностные и внутрисемейные перестройки для приспособления к заболеванию, адаптации к труду, отдыху.

Мы поставили перед собой *задачу*: исследовать степень и структуру изменения качества жизни *родственников пациентов с БП* (РпБП) на ранних стадиях заболевания по сравнению с родственниками больных на более поздней третьей стадии.

*Испытуемые.* В исследовании приняли участие 28 РпБП (25 супругов и 3 детей) в возрасте 29—83 лет. Из них: 8 — родственники пациентов, находящихся на стадии 2 (средний возраст пациентов — 55 лет, средняя продолжительность заболевания — 4 года); 10 — родственники пациентов на стадии 2.5 (средний возраст пациентов — 67 лет, средняя продолжительность заболевания — 5 лет); 10 — родственники пациен-

тов, находящихся на стадии 3 (средний возраст пациентов — 62 года, средняя продолжительность заболевания — 8 лет). Последние 10 испытуемых составили группу сравнения для родственников пациентов, находящихся на двух более ранних стадиях БП.

*Методы.* Испытуемым предлагался вариант шкалы социальной адаптации родственников нетрудоспособных пациентов с БП (Глозман, Бичева, Федорова, 1998). Шкала включала 5 разделов: 4 сферы жизнедеятельности (трудовая, семейно-бытовая, досуговая активность, вовлеченность в помощь больному в самообслуживании и бытовой активности) и оценку ухаживающим лицом собственного эмоционального состояния.

10 испытуемых согласились написать о своих болеющих родственниках сочинение в свободной форме, что является проективным методом выяснения отношения к больному. Эти сочинения были подвергнуты контент-анализу (Столин, 1983).

Все пациенты с БП прошли комплексное неврологическое и нейропсихологическое (по: Лурия, 1969) обследования.

## **Результаты**

**1.** В табл. 1 представлены количественные изменения социально-бытовой активности родственников пациентов с БП. Анализ этих данных показывает следующее.

**А.** Среди всех групп наиболее выраженные изменения своей трудовой деятельности отмечали РпБП-2.5: они чаще других групп родственников оставляли трудовую деятельность, меняли место работы и были вынуждены подрабатывать дополнительно в связи с возросшими расходами на лечение больного. РпБП-2 чаще других отмечали, что с трудом справляются с работой. Это позволяет предположить, что впоследствии, когда больной перейдет на стадию 2.5, у них возникнет необходимость оставить или сменить работу и зарабатывать дополнительно. Большинство РпБП-3 находились на момент исследования на пенсии, поэтому они реже, чем родственники двух других групп, отмечали изменения трудовой активности.

**Б.** Большинство РпБП-2 не изменили свою досуговую активность и их настроение не ухудшилось. Это связано с тем, что стадия 2 еще не требует дополнительного ухода за больными. Но все же двое из них отметили снижение досуговой активности, связанное больше со снижением настроения, вызванным наличием в семье хронического больного, чем с деятельностью по уходу за ним. РпБП-2.5 и РпБП-3 отмечают, что у них стало оставаться меньше (либо совсем не остается) времени для досуга (посещения театров, кинотеатров, музеев, походов в гости, разговоров по телефону, занятий спортом и т.д.) и снизился фон настроения вплоть до появления нарушений сна.

**Количество (%) родственников пациентов с БП на стадиях 2 (РпБП-2),  
2.5 (РпБП-2.5) и 3 (РпБП-3), отмечающих изменения по каждому пункту шкалы,  
и средний балл их адаптации по каждой сфере жизнедеятельности**

Изменения социально-бытовой активности	РпБП-2 N=8	РпБП-2.5 N=10	РпБП-3 N=10
<b>Трудовая активность</b>			
Оставили трудовую деятельность	0	20	0
Сменили место работы	12.5	20	20
С трудом справляются с работой	25	10	10
Вынуждены дополнительно подрабатывать	0	60	10
Изменений в сфере трудовой активности не произошло	62.5	40	80
<i>Средний балл адаптации по этой сфере (max = 25)</i>	24	21	24
<b>Досуговая активность и настроение</b>			
Не находят времени для досуга	0	20	20
Досугу уделяют совсем мало времени	25	20	20
Не изменили свою активность	75	60	60
Отмечают выраженное снижение настроения с нарушением сна	0	20	20
Отмечают снижение настроения в течение длительного времени	12.5	30	20
Изменений настроения не отмечают	87.5	50	60
<i>Средний балл адаптации по этой сфере (max = 16)</i>	15	11	12
<b>Семейно-бытовая активность</b>			
Чаше выполняют работу по дому	50	30	40
Имеют меньше возможности помогать другим требующим ухода родственникам	25	20	50
Стали проводить меньше времени с детьми и внуками	0	0	60
Стали реже общаться с больным родственником	25	20	20
<i>Средний балл адаптации по этой сфере (max = 44)</i>	35	36	27
<b>Занятость помощью больному в самообслуживании и бытовой активности</b>			
Помогают в повседневных делах (одевании, еде и т.д.)	0	0	80
Сопровождают в транспорте	0	30	90
Сопровождают на прогулке или при передвижениях в квартире	0	10	60
Контролируют прием лекарств и визитов к врачу в случае необходимости	12.5	0	50
Оказывают помощь в проведении гигиенических процедур	0	0	30
<i>Средний балл адаптации по этой сфере (max = 45)</i>	45	44	33

В. Независимо от стадии заболевания пациента испытуемые отмечали изменение объема работы, связанной с ведением домашнего хозяйства (покупкой продуктов, стиркой, уборкой, приготовлением еды). Со слов РпБП, количество работы по дому либо увеличилось, так как все эти обязанности теперь легли на них, либо уменьшилось, так как стало меньше на это времени и сил. Некоторым опрашиваемым уход за родственником с БП ограничивал возможность помощи другим нуждающимся в ней болеющим родственникам. Также снизилась интенсивность (а вероятно, и качество) общения в семейных парах в связи с болезнью одного из супругов, независимо от стадии заболевания, т.е. внутрисемейные отношения перестроились в связи с появлением нового обстоятельства — ситуации болезни, что отразилось на супружеской коммуникации. Большинство родственников пациентов со стадией 3 стали меньше проводить времени со своими внуками, вследствие их занятости уходом за больным супругом.

Г. РПБП-3 вынуждены оказывать больным родственникам постоянную помощь в повседневной активности (одевании, еде, проведении гигиенических процедур и т.д.), а сопровождение при передвижениях в транспорте или даже по квартире или при прогулке по привычному маршруту может уже требоваться начиная со стадии 2.5. Это связано с тем, что по мере прогрессирования заболевания у пациентов нарастает двигательная недостаточность, ухудшается равновесие, появляются когнитивные и эмоциональные нарушения, страхи и неуверенность в себе (больные стесняются в случае необходимости звонить по телефону из-за изменившегося голоса, боятся самостоятельно ездить в транспорте из-за возможности падений и т.д.). Половина РпБП-3 также вынуждены были контролировать своевременный прием пациентами лекарств из-за когнитивных и мотивационных нарушений, характерных для пациентов на продвинутой стадии.

2. Контент-анализ сочинений, написанных РпБП, состоял в определении вектора тяготения содержания к одному из полюсов: симпатия/антипатия, уважение/неуважение и близость/отдаленность. Из табл. 2 видно, что большая часть авторов сочинений испытывают к своим болеющим родственникам (вне зависимости от степени выраженности заболевания) скорее симпатию и уважение, чем обратные чувства. Однако большинство из них характеризуется скорее отстраненностью от родственников с БП, чем близостью. Эти результаты могут отражать как отсутствие эмоциональной близости в отношениях родственников до заболевания, так и неприятие заболевания здоровым родственником, отдаление от больного, психологическое исключение его из своей жизни в прежней роли. Вот, например, отрывки из сочинений, отражающие негативные отношения: «Муж сильно раздражителен без особых причин, отвергает всякие советы, часто жалуется

**Процент родственников, испытывающих то или иное отношение к пациенту с БП  
(по результатам контент-анализа сочинений)**

Доминирующее отношение	РпБП-2 N=3	РпБП-2.5 N=3	РпБП-3 N=4
Симпатия	66.6	33.3	75
Антипатия	33.3	66.6	25
Уважение	66.6	66.6	50
Неуважение	33.3	33.3	50
Близость	33.3	33.3	50
Отдаленность	66.6	66.6	50

на очень плохое самочувствие»; «Мама очень постарела. С памятью стало плохо. Заторможенная реакция. Если звонит, то с первого раза не все рассказывает. Сразу перезванивает потом и дорассказывает. Не сразу понимает, что от нее хотят. Надо по два-три раза говорить. Если она что-то не поняла, сразу паника»; «После начала заболевания возникла необходимость гораздо больше времени уделять больному (мужу), поддерживать его морально, отвлекать от мыслей о болезни, помогать ему во всем (следить за приемом лекарства вовремя, занятиями физическими упражнениями и т.д.), а самое главное — следить за его настроением, которое постоянно меняется. Сам теперь ничего не может сделать».

А вот примеры позитивного отношения: «Мама старается вести активный образ жизни, не хандрить, не поддаваться депрессии, самостоятельно следит за приемом лекарств»; «Мой дорогой муж, будучи тяжелобольным, не позволяет себе лениться, обладая огромной силой воли, начатое дело всегда доводит до конца»; «Мы видим, что моя жена очень и очень устает, но, тем не менее, работает, чтобы как можно дольше быть в физическом и социальном тонусе, а я ей стараюсь во всем помогать».

При этом эмоциональное отношение испытуемых существенно не различается по группам, что говорит о влиянии на него скорее субъективных факторов, чем фактора тяжести заболевания и обремененности уходом за больным.

**Заключение.** Качество жизни родственников пациентов с БП начинает изменяться уже на ранних стадиях заболевания, что в большей степени связано с психологическими факторами, чем с объективными проявлениями болезни. Родственники больных, находящихся на стадии 2 (еще не нуждающихся в особой помощи и уходе и зачастую работающих), уже претерпевают изменения во многих сферах своей

жизни — трудовой, досуговой, семейно-бытовой. В связи с заболеванием родственника у них снижается настроение, изменяется поведение, обедняется общение, нарушаются внутрисемейные отношения. Часто на начальных стадиях БП заболевание «замалчивается» и самими пациентами, и их родственниками. Последние отмечают, что предпочитают не говорить о болезни и не обсуждать изменения, возникшие в совместной жизни. Примечательно, что большинство родственников больных, находящихся на ранних стадиях заболевания, отказывались писать свободное сочинение о пациенте, так как не знали, о чем писать. А некоторые пациенты, в свою очередь, отказывались давать родственникам наши шкалы, так как не хотели выглядеть в их глазах неполноценными и больными.

Таким образом, уже на ранних стадиях заболевания целесообразно проводить психологическую работу с семьями, где есть хронический больной (например, с БП). На наш взгляд, формирование адекватной внутренней картины болезни у пациента и его ближайшего родственника, помощь в налаживании коммуникации между ними, проведении адекватных перестроек во внутрисемейном взаимодействии и в приспособлении к навязанным болезнью обстоятельствам (продуктивной организации жизни, совместного отдыха и досуга) может значительно улучшить социальную адаптацию и качество жизни как родственников, так и самих пациентов, страдающих БП.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Глоzman Ж.М., Бичева К.Г., Федорова Н.В.* Исследование качества жизни родственников, ухаживающих за хроническими больными (на модели болезни Паркинсона) // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 14. Психология. 1998. № 3. С. 63—71.
- Лурия А.Р.* Высшие корковые функции человека и их нарушения при локальных поражениях мозга. М., 1969.
- Столин В.В.* Самосознание личности. М., 1983.
- Тома Ф., Карруа Ф., Глоzman Ж.М.* Новый подход к болезни Паркинсона // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 14. Психология. 2008. № 4. С. 90—98.
- Aarsland D., Bronnick K., Ehrt U. et al.* Neuropsychiatric symptoms in patients with Parkinson's disease and dementia: frequency, profile and associated caregiver stress // JNNP. 2007. Vol. 78. P. 36—42.
- Berry R.A., Murphy J.F.* Well-being of caregivers of spouses with Parkinson's disease // Clin. Nurs. Res. 1995. Vol. 4, N 4. P. 373—386.
- Chio A., Gauthier A., Calvo A. et al.* Caregiver burden and patients' perception of being a burden in ALS // Neurology. 2005. Vol. 64. P. 1780—1782.
- Clarke C.E., Zobkiw R.M., Gullaksen E.* Quality of life and care in Parkinson's disease // Br. J. Clin. Pract. 1995. Vol. 49, N 6. P. 288—293.
- Duvoisin R.C.* Parkinson's disease: a guide for patient and family. N.Y., 1984.
- Ellgring H., Seiler S., Perleth B. et al.* Psychosocial aspects of Parkinson's disease // Neurology. 1993. Vol. 43 (suppl.). P. 41—44.
- Gallo J.J.* Depression in caregivers // J. of Family Practice, 1990. Vol. 30, N 4. P. 437—440.

*Gauthier A., Vignola A., Calvo A. et al.* A longitudinal study of quality of life and depression in ALS patient-caregiver couples // *Neurology*. 2007. Vol. 68. P. 923—926.

*Glozman J.M.* Quality of life of caregivers // *Neuropsychol. Rev.* 2004. Vol. 14. N 4. P. 183—196.

*Goy E.R., Carter J.H., Ganzini L.* Parkinson disease at the end of life: caregiver perspectives // *Neurology*. 2007. Vol. 69. N 6. P. 611—612.

*Hoehn M., Yahr M.* Parkinsonism: onset, progression and mortality // *Neurology*. 1967. Vol. 17. P. 427—442.

*O'Reilly F., Finnan F., Allwright S. et al.* The effects of caring for a spouse with Parkinson's disease on social, psychological and physical well-being // *Br. J. Gen. Pract.* 1996. Vol. 46, N 410. P. 507—512.

*Pasqualini M., Simons G.* Patient education for people with Parkinson's disease and their carers. Chichester, 2006.

*Playford E.D.* Multidisciplinary rehabilitation for people with Parkinson's disease // *JNNP*. 2003. Vol. 74. P. 148—149.

*Secker D.L., Brown R.G.* Cognitive behavioral therapy (CBT) for carers of patients with Parkinson's disease: a preliminary randomized controlled trial // *JNNP*. 2005. Vol. 76. P. 491—497.

*Wade D.T., Gage H., Owen C. et al.* Multidisciplinary rehabilitation for people with Parkinson's disease: a randomized controlled study // *JNNP*. 2003. Vol. 74. P. 158—162.

Поступила в редакцию  
19.12.08

## ЮБИЛЕИ

### К 70-ЛЕТИЮ ГЕННАДИЯ ГУРГЕНОВИЧА АРАКЕЛОВА

15 июля 2009 г. исполнилось 70 лет *Геннадию Гургеновичу Аракелову* — доктору психологических наук, профессору кафедры психофизиологии ф-та психологии МГУ им. М.В. Ломоносова.

Г.Г. Аракелов работает на ф-те психологии с 1965 г. Он получил образование на биолого-почвенном ф-те МГУ, там же учился в аспирантуре, прошел годичную научную стажировку в Парижском университете (Сорбонне). В 1969 г. стал кандидатом биологических наук, а в 1984 г. — доктором психологических наук, защитив диссертацию на тему «Нейронные механизмы двигательного акта (на примере простых биологических систем)».

Уже много лет Г.Г. Аракелов работает в области психофизиологии стресса: его механизмов, диагностики и коррекции. Прикладным аспектом его научной деятельности явилась разработка оригинального объективного метода оценки и коррекции стрессового состояния с использованием полиграфической регистрации (получен патент на изобретение); в сферу его исследовательских интересов входит также экпсихология. Г.Г. Аракелов — автор более 100 публикаций. Под его руководством защищено 8 кандидатских диссертаций.

Можно было бы продолжить перечень научных достижений Г.Г. Аракелова, но не менее важно рассказать о нем как об учителе. Его лекции и спецпрактикумы часто длятся гораздо дольше, чем полагается, так как студентам хочется продлить контакт с преподавателем, и не только из-за его эрудиции, но и из-за того, что Геннадий Гургенович — очень отзывчивый человек. Когда он появляется на кафедре или в аудитории, к нему со всех сторон стекаются абитуриенты, студенты и молодые ученые. Вдохновленные его лекциями и жаждущие знаний, они находят в лице Геннадия Гургеновича замечательного наставника и учителя.

Г.Г. Аракелов — один из лучших преподавателей факультета, а его личные качества, главное из которых человечность, делают его поистине незаменимым. Студенты говорят об этом так: «К Геннадию Гургеновичу можно всегда обратиться за советом и поговорить. А иногда и поспорить, и не только о науке. С ним можно обсудить разные жизненные вопросы, потому что все в мире взаимосвязано. Он всегда дает возможность высказаться. Говорят, что настоящий преподаватель обязательно должен быть хорошим человеком... Мы это знаем наверняка. Геннадий Гургенович — самый лучший и наглядный тому пример».

С юбилеем Вас, глубокоуважаемый и дорогой Геннадий Гургенович!

*Коллеги, друзья, ученики*