

ЛИТЕРАТУРА

1. Бирский В. Р. Обезьяний переполох в искусстве. Л., 1964.
2. Букин В. Р. Исследование способностей шимпанзе к воспроизведению графических способностей человека.— *Вопр. психологии*, 1961, № 2, с. 107—118.
3. Войтонис Н. Ю. Поведение обезьян и зарождение трудовой деятельности человека.— *Природа*, 1948, № 6, с. 34—43.
4. Войтонис Н. Ю. Предыстория человека, М.— Л., 1949.
5. Гудолл Д. В тени человека. М., 1974.
6. Дарвин Ч. Происхождение человека и половой отбор. Соч., т. 5, М., 1953.
7. Дембовский Я. Психология обезьян. М., 1963.
8. Кац А. И. «Рисование» — черканье у шимпанзе и маленьких детей.— *Вопр. антропологии*, 1978, вып. 59, с. 143—145.
9. Келер В. Исследование интеллекта человекоподобных обезьян. М., 1930.
10. Кэрригер С. Дикое население природы. М., 1969.
11. Ладыгина-Котс Н. Н. Дитя шимпанзе и дитя человека в их инстинктах, эмоциях, играх, привычках и выразительных движениях. М., 1935.
12. Лебедев А. К. Искусство в оковах. М., 1962.
13. Лебедев А. К. Против абстракционизма в искусстве. М., 1963.
14. Мухина В. С. О так называемом рисовании высших приматов.— XVIII Межд. психологический конгресс. Симпозиум 1. Экология и этология. М., 1966, с. 219—220.
15. Мухина В. С. О природе «эстетического отношения» к живописному рисованию у обезьян.— Матер. XIX Межд. психологического конгресса. М., 1969, с. 99—100.
16. Павловские среды. Т. II. М.— Л., 1949.
17. Поршнев Б. Ф. О начале человеческой истории. М., 1974.
18. Рогинский Г. З. Навыки и зачатки интеллектуальной деятельности у антропоидов (шимпанзе). Л., 1948.
19. Фабри К. Э. Основы зоопсихологии. М., 1976.
20. Шовен Р. Поведение животных. М., 1972.
21. Haves G. The Ape in our House. N. Y., 1952.
22. Gallup G. G. Jr., Boren J. L., Cagliandi G. J. et al. A mirror for the mind of man, or will the chimpanzee create, an identity crisis for Homo sapiens? — *J. Human Evol.*, 1977, v. 6, N 3, p. 303—314.
23. Kellogg L. A., Kellogg W. N. The Ape and the Child. N. Y., 1933.
24. Mervyn L. Chimpanzee painting. The roots of art. «Studio», June, 1961.
25. Morris D. The Biology of Art. L., 1962.
26. Morris D. The naked ape. L., 1967.
27. Read H. Education through art. Education and art. A symposium. N. Y., 1956.
28. Rensch B. Ästhetische Factoren bei Farb-und-Formbevorzugungen von Affen.— *Z. Tierpsychol.*, 1957, B. 14, p. 71—99.
29. Rensch B. Die Wirksamkeit für Tierpsychologie.— *Z. Tierpsychologie*, 1968, v. 15, p. 447—461.

Поступила в редакцию
12.III.1980

НОВЫЕ КНИГИ

СОЦИАЛЬНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ КЛИМАТ КОЛЛЕКТИВА. ТЕОРИЯ И МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ. Отв. ред. Е. В. Шорохова, О. И. Зотова. М., «Наука», 1979.

Ряд вопросов, стоящих в настоящее время перед советской социальной психологией, обусловлен потребностью в совершенствовании организации социалистического производства. На первый план социально-психологических исследований выдвинулись проблемы поиска оптимальных методов управления коллективами, воспитания сознательной трудовой дисциплины, эффективной стратегии стимулирования работников, средств интенсификации социалистического соревнования.

Проблемам изучения психологического климата посвящена коллективная монография, выпущенная Институтом психологии АН СССР. Это первая обобщающая рабо-

та, в которой представлены исследовательские центры Москвы, Ленинграда, Костромы, Курска, Ярославля, а также освещается история изучения социально-психологического климата в нашей стране и за рубежом. Авторский коллектив сосредоточил свои усилия на анализе этого феномена в связи с факторами, влияющими на него, и с характеристиками жизнедеятельности коллектива.

Теоретический раздел книги открывает статья В. И. Антонюка, О. И. Зотовой, Г. А. Моченова и Е. В. Шороховой, в которой рассматриваются истоки формирования (Продолжение см. стр. 99, 117, 123, 145).

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

РАЗЛИЧИЯ СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ ЗРИТЕЛЬНОЙ
ИНФОРМАЦИИ В ПРАВОМ И ЛЕВОМ ПОЛУШАРИЯХ*Леушина Л. И., Невская А. А., Павловская М. Б.*

Наличие функциональной асимметрии между полушариями головного мозга у взрослого человека (и в частности, асимметрии, проявляющейся в процессах зрительного восприятия и узнавания) является в настоящее время общепризнанным фактом. Труднее, однако, ответить на вопрос, каковы конкретно специфические особенности деятельности или специальные функции каждого из полушарий.

Клинические наблюдения и исследования больных с локальными повреждениями мозга показывают, что зрительное восприятие и опознание могут нарушаться при дефектах как в одном, так и в другом полушариях, но симптоматика расстройств зрительного гнозиса в этих случаях неодинакова [1, 8, 13, 24, 32]. Так, нарушения узнавания букв и чтения обычны для левосторонних повреждений¹, а нарушения узнавания лиц — для правосторонних. Восприятие предметных изображений страдает и при лево-, и при правосторонних дефектах, но в зависимости от стороны поражения имеет свои особенности: когда повреждено правое полушарие и работает левое, нарушается непосредственное наглядное запоминание и узнавание конкретного изображения, восприятие носит чрезмерно обобщенный характер; при повреждениях левого полушария страдает категоризация, способность обобщенно воспринимать образ предмета и называть его своими словами. Аналогичными особенностями отличаются расстройства цветового гнозиса: при очаге поражения в правом полушарии страдает непосредственное различение и узнавание цветов, при очаге слева — способность обобщать близкие оттенки одного цвета и называние цветов. Оптико-пространственная агнозия, вызванная дефектами правого полушария, проявляется в невозможности схватывать одновременно несколько объектов в их пространственных взаимоотношениях, страдает способность запоминать и узнавать пространственные ситуации, нарушается рисование и другие конструктивные действия, а левосторонние повреждения ведут к нарушению пространственного мышления: хотя конкретное расположение объектов запоминается и узнается правильно, утрачиваются обобщенные представления о пространственных взаимоотношениях и забываются обозначающие их слова.

Аналогичная картина выявлена и при исследовании больных с рассеченными комиссурами переднего мозга. При этом можно изучать зрительное восприятие в каждом полушарии по отдельности: изображения, предъявляемые в левой или правой половинах поля зрения, проецируются в зрительную кору соответственно правого или левого полушарий

¹ Здесь и в дальнейшем мы будем рассматривать специализацию полушарий, характерную для подавляющего большинства правшей и значительной части левшей; но у некоторых людей специализация полушарий может быть обратной.

и, поскольку каллозальные связи прерваны, вся дальнейшая переработка поступившей зрительной информации происходит в пределах одного полушария. Исследования, проведенные на таких больных [30, 40, 45, 53], показали, что любое из полушарий способно узнавать разнообразное изображения — предметные рисунки, геометрические фигуры, буквы и простые слова, лица, сцены; но при поступлении зрительной информации в левое полушарие человек может назвать предъявленное изображение, в то время как репертуар ответных реакций правого полушария ограничен: изображение не называется, но человек может найти и показать идентичное (или похожее) изображение, найти наощупь соответствующий объект или выразить жестом эмоциональное отношение к показанному. Испытуемые со здоровым левым полушарием лучше опознавали буквы и слова, со здоровым правым — имели преимущества при запоминании незнакомых фигур и лиц. Кроме констатации количественных различий, исследователи настаивают, что восприятие в правом и левом полушариях имеет и качественно разный характер: «Имея дело, например, с лицами, правое полушарие, по-видимому, отвечает на все лицо в целом, воспринимая его как перцептуальную единицу, в то время как левое обращает внимание на отдельные выдающиеся признаки и детали, к которым легко могут быть приложены вербальные ярлыки, и использует их для различения и узнавания» [53, с. 14].

У здорового человека оба полушария могут принимать участие в опознании латерализованно предъявленных изображений, поскольку информация, представленная в зрительной коре одного полушария, затем может быть передана по комиссуральным связям в другое полушарие, однако вследствие неравноценности прямых и транскаллозальных путей возникает асимметрия зрительного восприятия: одни стимулы лучше опознаются, когда они предъявлены в левой половине поля зрения, т. е. имеют прямую проекцию в правое полушарие, другие — в правой половине поля зрения, т. е. в левое полушарие; различия выявляются также по времени реакции при опознании или сравнении изображений. Доказательствами, что эти различия являются следствием асимметрии мозговых полушарий (хотя выявлено и влияние других факторов, например направленного сканирования), являются, во-первых, сопоставимости данных, полученных на здоровых лицах и на больных с односторонними поражениями мозга, и во-вторых, разница в результатах, полученных в группах здоровых правшей и левшей, а правшество—левшество, как известно, коррелирует, хотя и не абсолютно, со специализацией полушарий.

Большое число исследований, проведенных на здоровых испытуемых при тахистоскопическом предъявлении изображений в левой или правой половинах поля зрения [14, 36, 47, 48, 58, 59], показывает, что левое полушарие обыкновенно имеет преимущества при восприятии вербального материала (т. е. букв, слов и легко называемых изображений), а правое имеет дело со стимулами, которые с трудом поддаются вербализации. Помимо этого, отмечается значение таких факторов, как характер познавательной задачи (требуется или не требуется для ее решения получение вербального кода изображений), степень знакомости предъявляемых изображений (чем более они знакомы наблюдателю, тем большую роль играет левое полушарие), трудность зрительно-пространственного анализа, необходимого для различения изображений (трудное различение лучше обеспечивается правым полушарием); отмечено, что, имея дело с несколькими изображениями, левое полушарие узнает или сравнивает их последовательно, а правое может это делать одновременно.

Таким образом, большое число фактов, установленных как в клинике, так и в экспериментах со здоровыми наблюдателями, убеждают в существовании различий между полушариями при зрительном восприя-

тии. Одни исследователи характеризуют эти различия, как вербальное или невербальное кодирование зрительных сигналов, таким образом связывая прямо и неразрывно сенсорные функции левого полушария с речевыми [9, 14, 35, 44]. Другие авторы подчеркивают преимущественно аналитический подход левого полушария и целостное симультанное восприятие в виде единого «гештальта» в правом полушарии [19, 39, 53]. Следует отметить, что представление, будто левое полушарие анализирует стимулы, а правое способно устанавливать прямые ассоциации между стимулом и реакцией, возникло в неврологии очень давно [33], когда под анализом понимали исключительно логический анализ со словесным описанием составных элементов стимула (что действительно является функцией левого полушария), а проблема переработки информации еще вообще не ставилась. Высказываются также предположения, что левое полушарие занимается в основном анализом временных отношений, а правое — пространственных [23, 26, 39], что левое полушарие обеспечивает обобщенное инвариантное опознание и классификацию изображений, а правое — точную их идентификацию [10, 62]. В качестве общего фактора, определяющего различия между полушариями, предполагают фокусированное представительство элементарных сенсорных и моторных функций в левом полушарии и диффузное их представительство — в правом [52]. Многие авторы подчеркивают важность сотрудничества между полушариями в едином сложном процессе восприятия, отводя каждому из них свою доминирующую роль в разных стадиях этого акта [9, 10]. Как видно, существующие взгляды на проблему асимметрии еще далеки от конкретных представлений относительно процессов, происходящих в каждом из полушарий.

Поскольку основной задачей, которую решает зрительная система (как и другие сенсорные системы), является опознание образов, нам представляется целесообразным рассмотреть проблему асимметрии полушарий с точки зрения существующих представлений о механизмах опознания зрительных образов.

В теории обучающихся распознающих систем сейчас известны два основных подхода к задаче распознавания: классификационный и структурный [15, 16]. Первым был предложен классификационный (или дискриминантный) метод, в котором задача сводится к выработке решающего правила, позволяющего системе относить каждое предъявленное ей изображение к тому или иному из ожидаемых классов. Изображение описывается набором признаков, иначе говоря, представляется в виде точки в многомерном пространстве, осями которого являются значения выделяемых признаков. При обучении системы ей показывают несколько изображений, относящихся к разным классам, и на этом основании она строит границу между классами, т. е. разделяющую гиперповерхность в многомерном пространстве описания изображений. Обученная система хранит в своей памяти не конкретные описания ранее предъявленных ей объектов, а только значения выработанных при обучении разделятельных функций; это обеспечивает наиболее экономное использование памяти: для узнавания изображений, относящихся к n классам, требуется всего $\log_2 n$ разделятельных признаков.

Многолетними работами коллектива исследователей, возглавляемого В. Д. Глезером, было установлено, что зрительная система человека и животных действительно пользуется классификационным методом [3, 5]. Опознание формы изображения производится по различительным признакам, выработанным для определенного алфавита ожидаемых в данной ситуации зрительных образов; отдельные различительные признаки проверяются последовательно, в результате чего время опознания оказывается пропорциональным логарифму числа ожидаемых образов. Было установлено, что, описывая изображения, зрительная система использует признаки, инвариантные к яркости, размеру, местоположению

изображения в поле зрения, частично к зеркальным преобразованиям и поворотам. Это означает, что пространство, в котором описываются зрительные образы, является инвариантным к этим преобразованиям, в силу чего все точки, отражающие отдельные варианты изображений одного класса, составляют в нем компактную группу. Инвариантность к указанным преобразованиям обеспечивается, по-видимому, врожденными механизмами [7] и позволяет относить к одному классу объекты одинаковой формы, независимо от яркости, размера и местоположения их изображений на сетчатке.

Вместе с тем в исследованиях В. Д. Глезера и его сотрудников было выявлено, что зрительная система не ограничивается классификацией зрительных образов, она может при необходимости дифференцировать варианты изображений, относящихся к одному образу, и выучивать новые изображения, не относящиеся ни к одному из ранее усвоенных классов, что говорит о способности зрительной системы описывать изображения поэлементно с учетом пространственных отношений между элементами. Роль разных корковых областей в составлении такого рода описания гипотетически рассмотрена в работе В. Д. Глезера [4]. В теории распознающих систем такой подход получил название структурного.

При структурном подходе описывается иерархическая структура изображения: сцена членится на образы и подобразы, последние — на составляющие элементы, такие как отрезки линий определенной длины и ориентации, углы, ветвления и т. п. Описание изображения включает обозначения составляющих элементов и указания, как эти элементы расположены в пространстве. В таком описании кодовые обозначения элементов можно уподобить «словарю», а правила, определяющие их соотношения, возможные замены и перекомпоновки — «грамматике»². Задача распознавания рассматривается, как анализ описания, представленного на таком формальном языке, и определение грамматики, порождающей данное конкретное изображение или класс изображений. Структурное описание изображения является полным, содержащим сведения о всех его конкретных особенностях. В результате обучения из полного описания могут быть выбраны те его компоненты, которые являются общими для всех изображений одного класса, т. е. формируется обобщенное описание класса изображений. Существенно, что в отличие от классификационного подхода обобщенное и инвариантное описание формируется здесь вторично, в результате обучения. Структурный метод опознания сложнее классификационного, но обладает более широкими возможностями, так как позволяет в принципе вырабатывать обобщения зрительных образов с более сложными и заранее не предусмотренными преобразованиями.

Итак, исследования зрительного опознания у человека и животных показали, что живой мозг, по-видимому, использует при решении задачи опознания зрительных образов как структурный, так и классификационный методы. Ниже мы приведем экспериментальные данные³, свидетельствующие, что применение этих двух разных подходов связано с работой разных полушарий, и проанализируем с этой точки зрения литературные данные.

ПРОВЕДЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА

Исследования проводили на здоровых взрослых испытуемых без явных признаков левшества.

Для одной группы испытуемых стимулами служили четыре контурных криволинейных фигуры, показанные на рис. 3, а. Испытуемых зна-

² Отсюда возникло другое название этого метода — структурно-лингвистический. Следует подчеркнуть, что и «словарь» и «грамматика», используемые в зрительной системе, могут существенно отличаться от словаря и грамматики естественных человеческих языков.

³ Основные результаты кратко опубликованы в [12].

комили с набором, и они выучивали условные названия фигур. Каждая из фигур была представлена в четырех (иногда в трех) размерах в пределах от 1,5 до 6° с разницей между смежными размерами в 1,4 раза. Фигуры разных форм и размеров предъявляли с помощью тахистоскопа в случайном порядке в 7° (для части испытуемых — в 5°) слева или справа от точки фиксации; наблюдение было бинокулярным.

Другая группа испытуемых опознавала простые геометрические фигуры (квадрат, треугольник, звезда и т. п.) стандартного размера, варьирующие по местоположению: каждая фигура (из набора 2—5 фигур) могла появиться в одном из четырех (или восьми) мест поля зре-

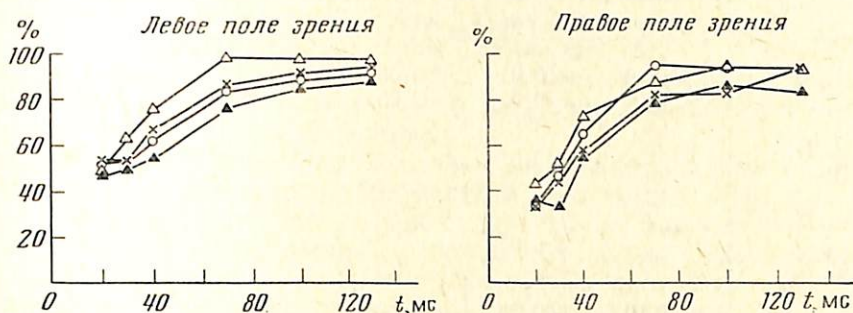


Рис. 1. Процент правильного опознавания формы изображений, варьирующих по размеру, в зависимости от длительности экспозиции, каждая точка — результат 100 проб.

Размеры изображений: \times — 2,8°, \triangle — 3,7°, \bullet — 4,8°, \triangle — 6° (испытуемый А. К.)

ния: слева, справа, сверху или снизу в 3° от точки фиксации; для оценки межполушарных различий учитывали только результаты опознавания фигур, предъявленных слева или справа. В этих опытах использовали как бинокулярное, так и монокулярное наблюдение, что не повлияло на результаты.

Тотчас вслед за тестовым стимулом предъявляли маскирующее, «стирающее» изображение. «Стирание» позволяет дозировать время извлечения зрительной информации, дальнейшая ее переработка не ограничивалась: испытуемый мог отвечать не спеша, подумав, и при затруднениях его понуждали пытаться «угадать», какое изображение было предъявлено. Длительность предъявления тестовых изображений подбирали индивидуально, так чтобы для каждого наблюдателя имелось 5—7 разных длительностей в диапазоне от безошибочного опознавания или неопознавания до уровня случайного гадания. При такой постановке опытов опознание или неопознание предъявленного изображения определяется в основном ограничениями в количестве информации, которое зрительная система успевает переработать за время предъявления стимула, а характер ответа — вербальный или невербальный — не оказывал существенного влияния: контрольные опыты, где испытуемые вместо называния предъявленных изображений показывали их на ответной карте, не дали отличающихся результатов.

Взаимоотношения между процессами опознавания разных свойств изображений. В первой серии опытов с криволинейными фигурами, варьирующими по размеру, наблюдатели должны были говорить только о форме фигур, не обращая внимания на их размер. Пример зависимости процента правильных ответов о форме фигур от длительности их предъявления в левом или в правом полях зрения дан на рис. 1; параметром кривых является размер предъявляемых фигур. Когда изображение предъявлено в левом поле зрения, т. е. адресовано правому полушарию, кривые опознавания формы для разных размеров идут раздельно: лучше всего опознается форма при самом большем размере (6°); таким обра-

зом, размер фигуры оказывает влияние на опознание ее формы. Когда те же изображения предъявлены в правом поле зрения, кривые опознания формы при разных размерах переплетаются.

Результаты статистической обработки данных, полученных по всем наблюдениям, приводятся в табл. 1. У всех испытуемых различия в опо-

Таблица 1

Зависимость опознания формы фигуры от ее размера в левом и правом полях зрения
Вероятность p отсутствия различий между опознанием формы при смежных размерах.

Испытуемый	Левое поле			Правое поле		
	p_2-p_1	p_3-p_2	p_4-p_3	p_2-p_1	p_3-p_2	p_4-p_3
А. К.	$<0,01$	$<0,01$	$<0,05$	$>0,20$	$\sim 0,01$	$\sim 0,40$
К. Пр.	$<0,05$	$\sim 0,02$	$>0,20$	$>0,80$	$>0,10$	$>0,40$
{М. Б. П. {Н. Пр.		$<0,01$			$>0,40$	
{М. Б. П. {Н. Пр. {А. А. Н.		$<0,05$			$>0,40$	
И. А.	$<0,01$	$\sim 0,05$	$>0,20$	$>0,20$	$\sim 0,05$	$>0,40$
В. Г.	$\sim 0,10$	$<0,001$	$\geq 0,80$	$\geq 0,40$	$\geq 0,40$	$\sim 0,40$
Л. И.	$<0,02$	$<0,01$	$\sim 0,40$	$>0,40$	$>0,20$	$>0,80$
П. Ф.	$>0,40$	$>0,20$	$>0,40$	$\sim 0,05$	$\sim 0,01$	$<0,05$
Н. А.	$>0,40$	$>0,10$	$>0,20$	$<0,05$	$<0,02$	$<0,02$

знании формы при разных размерах изображений оказались достоверными для одного полушария (только не всегда достигала уровня достоверности разница в опознании двух самых больших размеров). Для другого полушария при том же числе проб все различия между опозна-

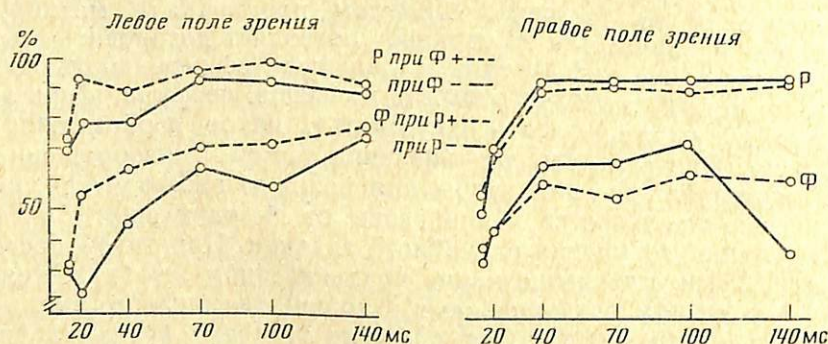


Рис. 2. Процент правильного опознания формы Φ или размера P изображения при условии опознанного (+) или неопознанного (—) второго свойства

по оси абсцисс — длительность экспозиции (испытуемый В. Г.)

нием фигур разных размеров оказались недостоверными. Таким образом, одно полушарие, обычно левое (у восьми испытуемых из десяти) опознает форму, игнорируя при этом размер изображения; можно предполагать, что форма описывается по признакам, инвариантным к размеру. В то же время для другого полушария размер фигур влияет на опознание их формы, т. е. признаки формы и размера взаимосвязаны.

Если в левом полушарии информация о форме и размере изображения передается и обрабатывается раздельно, в самостоятельных каналах

[5], мы можем ожидать, что опознание или неопознание одного свойства не будет влиять на опознание другого. Для правого полушария, напротив, возможна положительная корреляция между опознанием обоих свойств. Это предположение было подтверждено в следующей серии экспериментов: предъявлялись те же изображения, но от наблюдателей требовалось опознавать одновременно и форму, и размер фигур (рис. 2). Для стимулов в левом поле зрения, т. е. адресованных правому полушарию, правильное опознание размера благоприятствовало опознанию формы и, наоборот, при верно опознанной форме возрастал процент опознания размера. Для левого полушария при правильном опознании одного свойства опознание другого не только не облегчалось, но, возможно, даже ухудшалось. Это еще одно доказательство, что в левом полушарии сведения о форме и размере изображения уже на ранних этапах переработки информации разнесены по разным, независимо действующим каналам, в то время как в правом полушарии информация о форме и размере обрабатывается совместно.

Аналогичные данные были получены при исследовании опознания формы и местоположения изображений в поле зрения. Большая часть испытуемых (восемь человек из одиннадцати) при предъявлении фигур справа, т. е. левому полушарию, могли опознать форму фигуры с вероятностью выше случайной тогда, когда они ошиблись в оценке ее местоположения; в то же время для правого полушария признаки местоположения и формы оказались настолько тесно связаны, что, не опознав правильно местоположения предъявленной фигуры, испытуемые не могли узнать и ее формы. У двух испытуемых соотношение между полушариями было обратным, и у одного не удалось установить различий между полушариями.

Результаты, обсуждение которых позволяет прийти к аналогичному выводу, описаны и в литературе [49]. Наблюдатели оценивали длительность засвета или скорее (поскольку длительности не превышали критического времени суммации) субъективную яркость изображения, состоящего из нескольких хорошо различимых точек. Оказалось, что левое полушарие оценивало длительность вспышки независимо от числа вспыхивающих точек, а для правого полушария оценка длительности (или яркости) закономерно менялась в зависимости от числа точек.

Все эти факты говорят о следующем. Одно полушарие (левое у большинства наблюдателей) оценивает разные свойства зрительного стимула, такие как его местоположение, яркость, величину и форму, независимо друг от друга; по-видимому, здесь имеются самостоятельные и независимые каналы для обработки информации о каждом таком свойстве; форма изображений опознается на основе признаков, инвариантных к местоположению и величине. В правом полушарии полного разделения на каналы нет; описание изображения здесь более конкретно: по-видимому, оно включает признаки формы, яркости, размера и местоположения.

Характер описания изображений в левом и правом полушариях. Если, опознавая одни и те же изображения, левое и правое полушария используют не одни и те же признаки, это должно отразиться в ошибках смешивания изображений, допускаемых наблюдателем в условиях затрудненного их восприятия, например при коротких длительностях предъявления. Метод анализа ошибок, разработанный нами, описан подробно в [11]. Суть его заключается в разложении матрицы ответов, получаемых в эксперименте, на две: максимально возможную матрицу случайных ответов, данных наугад, и матрицу ответов, обусловленных стимулом; в последнюю входят правильные ответы и неслучайные, систематические ошибки.

На рис. 3, а дан пример распределения обусловленных стимулом ответов при опознании четырех фигур, показанных наверху; предъявляемые изображения варьировали по размеру. При предъявлении их в пра-

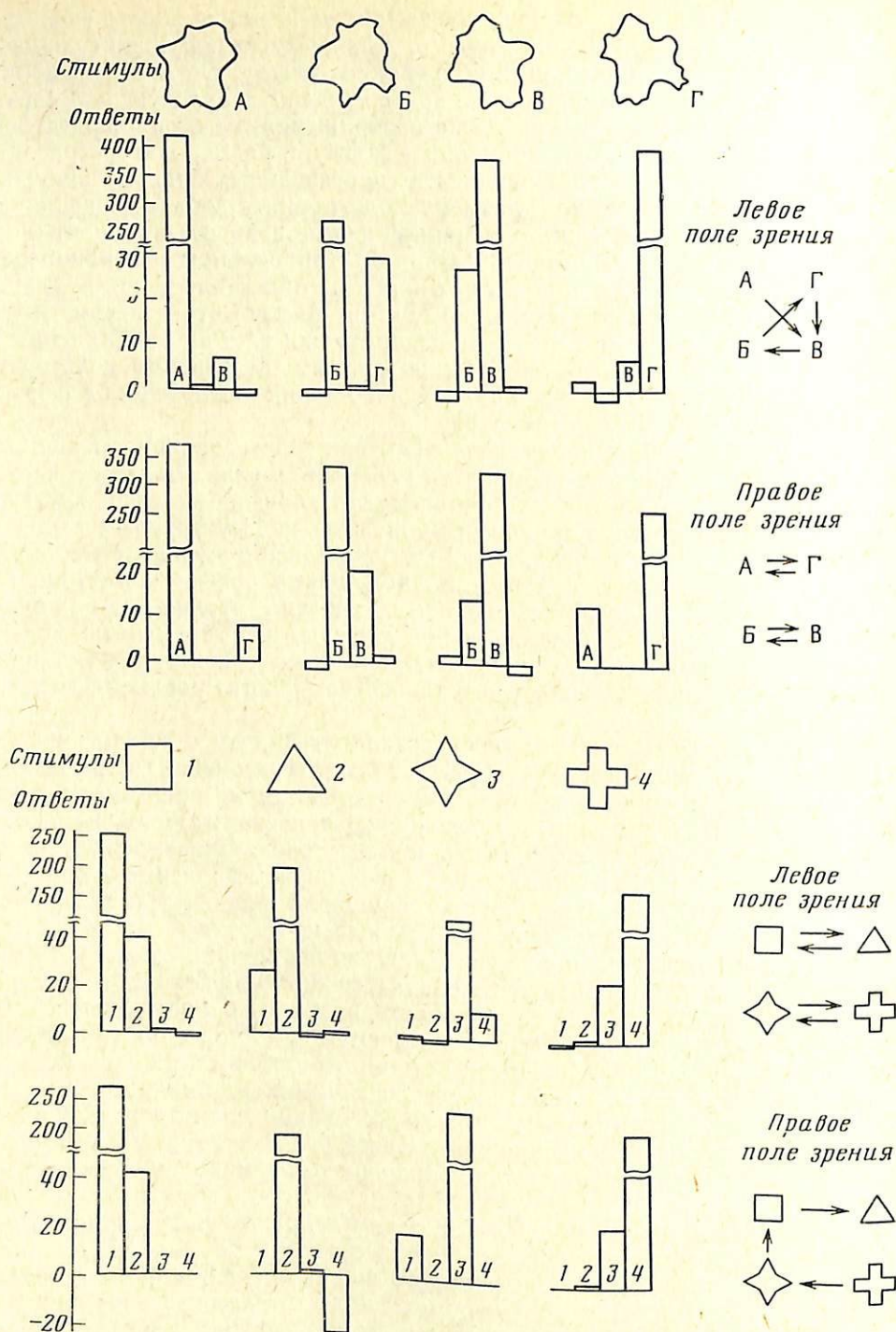


Рис. 3. Распределения ответов, обусловленных стимулом, при вариации изображений по размеру (а), по местоположению (б)

по горизонтали — классы ответов о каждом стимуле; по вертикали — число неслучайных ответов данного класса. (Отрицательные значения числа неслучайных ответов в некоторых классах обусловлены тем, что разложение экспериментальных матриц выполняется с точностью до отклонения $\pm \Delta \times$, так что по всей матрице эти отклонения не превышают допустимого уровня ($p \leq 0,95$), по критерию χ^2 [11].) Справа — схемы систематических ошибок для правого и левого полей зрения; стрелка указывает, с каким изображением смешивается стимул. Испытуемые А. Н. (а) и Л. Ц. (б)

вой половине поля зрения, т. е. левому полушарию, систематические ошибки оказались взаимно симметричны: фигуру Б испытуемый чаще всего смешивал с В, и наоборот — фигуру В называл Б; так же взаимно смешиваются фигуры А и Г. Для правого полушария ошибки несимметричны: В часто называется, как Б, но нет ошибок противоположных.

Другой пример (рис. 3, а) — распределения ответов, обусловленных стимулом, при опознании геометрических фигур, предъявляемых в восьми местах поля зрения. В данном случае наблюдатель принадлежал к той, более редкой группе испытуемых, которые опознавали форму независимо от местоположения правым, но не левым полушарием, и систематические ошибки оказались взаимно симметричны в правом полушарии и несимметричны — в левом. В этом случае различия в ошибках нельзя объяснить и тем, что наблюдатель при предъявлении фигур слева и справа лучше видит какую-то одну (например, ближайшую к центру) часть фигуры.

Таким образом, изображения в левом и правом полушариях описываются так, что в одном из них при опознании формы возникают симметричные, в другом — несимметричные ошибки.

Выделение систематических ошибок требует большого экспериментального материала — несколько сотен проб на каждый стимул. Поэтому для оценки степени симметричности ошибок был использован еще один метод — вычисление коэффициента корреляции между симметричными ошибками. Для каждого класса ошибок брали отношение их числа в эксперименте к числу, ожидаемому при случайном распределении, и по этим значениям вычисляли коэффициент корреляции r между парами ошибок противоположного направления. При симметричных ошибках r должно быть положительно, при преобладании несимметричных ошибок — отрицательно. Значения вычисленных таким образом коэффициентов симметричности ошибок для левого и правого полушарий приведены в табл. 2.

Различия в симметричности ошибок оказались неслучайны. У всех восьми испытуемых, которые форму опознавали инвариантно к размеру в левом полушарии, ошибки в этом полушарии оказались симметричны: значения r положительны; для правого полушария коэффициенты симметричности отрицательны, или близки к нулю, или, даже если они имеют положительные значения, меньше, чем для левого полушария. Обратная картина у двух испытуемых, которые форму опознавали независимо от размера в правом, а не в левом полушарии. Аналогичные результаты были получены и для опознания правильных геометрических фигур при вариациях их местоположения в поле зрения.

Все экспериментальные данные говорят о том, что ошибки в левом и правом полушариях неодинаковы и, следовательно, описания одних и тех же изображений разные.

В табл. 2 суммированы все результаты экспериментов по опознанию бессмысленных криволинейных фигур, варьирующих по размеру (для некоторых испытуемых приведены также данные по опознанию фигур при одном стандартном размере). У основной группы испытуемых опознание формы не зависит от размера в левом полушарии, т. е. форма здесь описывается признаками, инвариантными к размеру; в этом же полушарии ошибки при опознании формы фигур взаимно симметричны. Последнее, очевидно, свидетельствует о том, что пары часто смешиваемых фигур, во-первых, похожи, т. е. близки друг к другу и, во-вторых, эта близость может быть представлена, как расстояние в пространстве описания изображений (фигура А, например, находится от Г на таком же расстоянии, что и Г от А, но дальше, чем А от Б или В). Следовательно, можно говорить о существовании в левом полушарии метрического пространства зрительных образов, оси которого инвариантны к размеру изображения (и к его местоположению, поскольку при вариациях фигур по местоположению были получены аналогичные результаты).

Описание формы Φ при вариациях по размеру P Таблица 2

Исследуемый	Алфавит изображения, условия наблюдения	Зависимость опознания Φ от P		Систематические ошибки		Симметричность ошибок, r	
		левое полушарие	правое полушарие	левое полушарие	правое полушарие	левое полушарие	правое полушарие
М. П.	4Ф. 3Р бинок. 4Ф. 4Р »	Нет ¹ —	Есть ² —	$A \rightleftharpoons \Gamma \quad B \rightleftharpoons B$ $A \rightleftharpoons \Gamma \quad B \rightleftharpoons B$	$\overbrace{A \rightarrow B \rightarrow B \rightarrow \Gamma}^{\text{»}}$ »	0,998 0,80	0,66 —0,50
И. А.	4Ф. 4Р »	Нет	?	$A \rightleftharpoons \Gamma \quad B \rightleftharpoons B$	$\overbrace{A \rightarrow B \leftarrow B}^{\text{»}}$ »	0,77	0,08
А. Н.	4Ф. 3Р » 4Ф. 4Р »	Нет —	Есть —	$A \rightleftharpoons \Gamma \quad B \rightleftharpoons B$ »	$A \rightarrow B \rightarrow B \rightarrow \Gamma$ »	0,63 0,61	—0,51 —0,52
В. Г.	4Ф. 4Р »	Нет	Есть	$A \rightleftharpoons \Gamma \quad B \rightleftharpoons B$	$\overbrace{A \rightarrow B \rightleftharpoons B}^{\text{»}}$ »	0,70	—0,33
Е. П.	»	Нет	Есть	?	$\overbrace{A \rightarrow B}^{\text{»}}$ »	0,35	0,07
А. К.	»	Нет	Есть	?	?	0,30	—0,99
В. Я.	»	Нет	Есть	$A \rightleftharpoons \Gamma \quad B \rightleftharpoons B$	$\overbrace{A \rightleftharpoons B}^{\text{»}}$ »	0,69	0,28
К. Я.	» монок.	Нет	Есть	$A \rightleftharpoons \Gamma \quad B \rightleftharpoons B$	$\overbrace{A \rightarrow B}^{\text{»}}$ »	0,78	—0,29
П. Ф.	4Ф. 4Р бинок.	Есть	Нет	$A \rightarrow B \rightarrow B \rightarrow \Gamma$	$A \rightleftharpoons \Gamma \quad B \rightleftharpoons B$	—0,89	0,78
Н. А.	»	Есть	Нет	$A \leftarrow B \leftarrow \Gamma \leftarrow B$	$A \rightleftharpoons B \quad B \rightleftharpoons \Gamma$	0,44	0,73
И. Ч.	4Ф. 4Р »	—	—	$\overbrace{A \rightarrow B \rightarrow B \rightarrow \Gamma}^{\text{»}}$ »	$A \rightleftharpoons B \quad B \rightleftharpoons \Gamma$	0,47	0,96

¹ $p > 0,1$.
² $p < 0,05$.

Из табл. 2 явствует еще одна особенность пространства зрительных образов левого полушария. Систематические ошибки во всех случаях, где удалось их выделить, оказались совершенно идентичны у всех испытуемых (хотя некоторые должны были опознавать те же фигуры зеркально повернутыми): смешивались попарно фигуры А и Г, Б и В. Если механизмы, обеспечивающие инвариантное описание формы по отношению к размеру, являются врожденными⁴, то пространство, в котором отображены инвариантные описания фигур, должно быть одинаково у разных лиц, а следовательно, одинакова будет и близость в этом пространстве. В этом случае все обучение сводится к тому, чтобы построить разделяющие гиперплоскости в этом пространстве и соотнести разделенные области с определенными ответами. Как было рассмотрено выше, это — опознание путем классификации.

Для правого полушария размер фигур (а также местоположение) влияет на опознание их формы; здесь нет, по крайней мере на начальных этапах обработки информации, разделения каналов формы, размера и местоположения, нет инвариантных признаков. Ошибки, во-первых, несимметричны (фигура А похожа на Б, но Б непохожа на А). Следовательно, представления о близости между описаниями изображений и о метричном пространстве зрительных образов неприменимы. Во-вторых, ошибки не совпадают у разных лиц, что говорит об использовании неодинаковых признаков для описания одного и того же изображения. Отсюда следует вывод, что опознание изображений в правом полушарии может быть основано только на структурном подходе.

Таким образом, нам представляется правомерной гипотеза о том, что две разные опознающие системы, одна из которых работает по принципу классификации алфавита ожидаемых изображений, другая использует структурный метод описания и распознавания изображений, связаны с разными полушариями мозга. Можно считать, что эти системы дублируют друг друга по конечному результату: обе они определяют распознавание зрительных образов, но решают эту задачу разными способами.

Не противоречит ли наша гипотеза литературным данным об асимметрии полушарий?

В нормальных условиях обе опознающие системы работают, по-видимому, одновременно, помогая друг другу, и в зависимости от конкретных стимулов и задачи, преимущество может иметь либо один, либо другой из методов опознания и соответственно одно, либо другое полушарие.

Когда изображения незнакомы наблюдателю, классификация их еще не выработана, но человек может описать их структуру и, сравнив два структурных описания, установить, идентичны ли изображения, — эту задачу должно решать правое полушарие. Действительно, преобладание правого полушария установлено при опознании (опознание в данном случае заключается в подборе идентичного изображения) бессмысленных фигур типа неправильных многоугольников, закорючек, клеточных матриц, точечных узоров [28, 34—36, 40, 43, 48, 51]. Когда изображения становятся знакомы наблюдателю, уже нет необходимости подробно их описывать, и все, что обычно требуется, — определить класс, к которому принадлежит данное изображение. Так называемые вербальные стимулы — это изображения, классификация которых выработана и закреплена в практической деятельности настолько, что каждый класс получил свой ярлык в виде слова. Естественно, что именно левое полушарие, осуществляя классификацию, имеет преимущества при опознавании таких изображений, как рисунки знакомых предметов, обычные геометрические фигуры [22, 34, 61], буквы, цифры [9, 14, 17, 22, 36, 47, 48, 51, 58, 59 и др.]. Однако правое полушарие сохраняет ведущую роль при опознании даже хорошо знакомых и легко вербализуемых изображений в тех случаях, когда требуется различение отдельных деталей, например обнаружить разрыв в контуре или дифференцировать похожие и потому трудно различимые изображения [20, 36, 55]. Сравнение деталей удобнее осуществить на основе полного поэлементного описания изображений.

Правое полушарие обычно преобладает при решении таких задач, как различение ориентации линий [41], кривизны дуг [56], тонких цветовых оттенков [46], местополо-

⁴ В опытах на щенках установлено, что инвариантность к размеру не требует обучения [7].

жения точки внутри фигуры [36], стереоскопической глубины [25], или скорости движения объекта [18], поскольку речь идет об оценке непрерывно варьирующих свойств, когда требуется возможно более полное, аналоговое описание, а не классификация. Разделение на классы, установление разделительных границ в континууме вариаций подобных свойств также может иметь место, например, если становится практически важным выделить несколько «основных» градаций — вертикаль, горизонталь и наклонные линии, — и в этом случае ориентация лучше оценивалась левым полушарием [17, 56].

По-видимому, одним из основных факторов, определяющих, какое из полушарий окажется ведущим при опознании тех или иных зрительных стимулов, является характер их варибельности. Левое полушарие, как мы полагаем, имеет готовые механизмы для выделения инвариантных признаков изображений, но только для наиболее часто встречающихся их преобразований, таких, например, как изменение местоположения изображения на сетчатке, его размера, яркости, контраста. Правое полушарие нуждается в обучении, чтобы выработать обобщение вариантов, которые первоначально воспринимаются им, как различные; однако оно оказывается способным вырабатывать обобщенные описания для таких классов изображений, которые могут изменяться очень сложно. В опытах на больных с комиссуротомией было установлено, что некоторые сложные обобщения, например объединение геометрической фигур в классы, описываемые в терминах аффинных, проективных или топологических преобразований, более доступны для правого, чем для левого полушария [29]. Трудно, по-видимому, найти стандартные инвариантные признаки, пригодные для опознания рукописных букв, написанных разными почерками, или для опознания индивидуальных лиц, где смена выражений может менять и формы, и взаимное расположение элементов. Более подходящим для решения таких задач оказывается, видимо, структурный метод: на основе полного описания структуры изображений может выработаться система правил, определяющих, какие преобразования являются допустимыми, а какие выводят изображение за пределы класса.

Таким образом, две опознающие системы, решая одновременно одну и ту же задачу, но разными методами, могут обеспечить более надежное распознавание разных типов изображений и лучшее приспособление к меняющимся требованиям. Участие обоих полушарий в опознании делает понятным и значительную варибельность результатов, получаемых при исследовании асимметрии, и тот факт, что преимущество левой или правой половины поля зрения зависит не только от предъявляемых стимулов, но и от предшествующей настройки наблюдателя [37].

Правое полушарие дает вначале полное описание изображения и лишь затем может перейти к описанию обобщенному. В левом полушарии, напротив, процесс опознания направлен от общего к частностям: сначала производится самая грубая классификация, затем она может уточняться по мере построения новых разделительных признаков. Вследствие такой противоположной направленности процессов при сравнении двух изображений левое полушарие быстрее устанавливает их сходство, а правое — различия [27, 41].

Предлагаемая гипотеза о том, что левое полушарие решает задачу зрительного опознания методом последовательной классификации, а правое — структурным методом, согласуется с основными фактами, имеющимися в литературе.

В заключение остановимся на вопросе о взаимосвязи между латерализацией механизмов зрительного опознания и речью. Поскольку асимметрия мозга была впервые установлена для речевых функций и проявляется для них наиболее демонстративно, ее долгое время считали исключительно человеческой особенностью, связанной с развитием у человека речи. Традиционная точка зрения утверждает, что по мере специализации одного полушария для выполнения речевых функций зрительно-пространственные функции должны быть вытеснены в другое полушарие, так как аналитический сукцессивный способ действий, необходимый для речи, оказывается несовместим с синтетическим, целостным и симультанным подходом, который считали обязательным для восприятия пространства [19, 39, 44]. Однако в последних исследованиях утверждается, что асимметрия является врожденным свойством, полушария функционируют неодинаково уже задолго до появления речи, и нет убедительных свидетельств о становлении их специализации в процессе онтогенеза ребенка по мере того, как он овладевает речью [38, 60]. Обнаружены проявления асимметрии в сенсорных функциях различных животных [2, 31, 50, 57]. Тогда правомерно поставить вопрос: если асимметрия полушарий предшествует возникновению речи, то какие именно функциональные особенности создают предпосылки для локализации речи в левом полушарии?

Мы предполагаем, что различия между полушариями заключаются

в разных способах обработки сенсорной информации и опознания образов. В своей работе мы рассматривали только зрительное опознание, однако ряд весьма схожих фактов установлен и для слуховой, и для тактильной систем. Можно думать, что способ переработки информации — зрительной и других модальностей — является определяющим для развития речевых функций в одном из полушарий, а именно: классификация образов в левом полушарии, давая более обобщенное и абстрактное отражение объектов окружающего мира, создает базис для формирования речи как высшей формы абстракции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белый Б. И. Нарушения психических процессов при поражении правого полушария. — *Вопр. психологии*, 1973, № 6, с. 124—134.
2. Бианки В. Л. Латеральная специализация мозга животных. — *Физиол. ж. СССР*, 1980, т. 6, № 11, с. 1593—1607.
3. Глезер В. Д. Механизмы опознания зрительных образов. М. — Л., 1966.
4. Глезер В. Д. Кусочный Фурье-анализ изображений и роль затылочной, височной и теменной коры в зрительном восприятии. — *Физиол. ж. СССР*, 1978, т. 64, с. 1719—1730.
5. Глезер В. Д., Дудкин К. Н., Куперман А. М. и др. Зрительное опознание и его нейрофизиологические механизмы. Л., 1975.
6. Глезер В. Д., Невская А. А. Об одновременной и последовательной обработке информации в зрительной системе. — *Докл. АН СССР*, 1964, т. 155, с. 711—714.
7. Глезер В. Д., Образцова Г. В., Праздникова Н. В. Об инвариантности опознания зрительных изображений в онтогенезе у собак. — *Ж. эвол. биохим. и физиол.*, 1970, т. 6, с. 453—460.
8. Кок Е. П. Зрительные агнозии. Л., 1967.
9. Костандов Э. А., Редникова Т. Н., Шостакович Г. С., Генжина С. А. Асимметрия зрительного восприятия. — *Ж. высш. нервн. деят.*, 1977, т. 27, с. 545—552.
10. Левашов О. В. О различии в принципах переработки зрительной информации в правом и левом полушариях головного мозга человека. — В кн.: *Проблемы управления в технике, экономике и биологии*. М., 1976, с. 207—212.
11. Леушина Л. И., Невская А. А. Анализ экспериментального распределения ответов. — Выделение ответов, обусловленных стимулом. — В кн.: *Леушина Л. И. Зрительное пространственное восприятие*. Л., 1978, с. 143—151.
12. Леушина Л. И., Невская А. А., Павловская М. Б. О различиях в опознании изображений, предъявляемых в правом и левом полушариях зрения. — В кн.: *III нац. конгресс по физиол. наукам*. Пловдив, 30 мая — 1 июня 1980 г., резюме.
13. Лурия А. Р. Основы нейропсихологии. М., 1973.
14. Симерницкая Э. Г., Доминантность полушарий. Нейропсихологические исследования, вып. 10. М., 1978.
15. Фу К. Структурные методы в распознавании образов. М., 1977.
16. Хант Э. Искусственный интеллект. М., 1978.
17. Berlucchi G. Cerebral dominance and interhemispheric communication in normal man. — In: *The Neurosciences. Third Study Program*. Cambridge Mass., London, 1974, p. 65—69.
18. Bertoloni G., Anzola G. P., Buchtel H. A., Rizzolatti G. Hemispheric differences in the discrimination of the velocity and duration of a simple visual stimulus. — *Neurophysiol.*, 1978, v. 16, p. 213—220.
19. Bever T. G. Cerebral asymmetries in humans are due to the differentiation of two incompatible processes: Holistic and analytic. — *Annals of the New York Acad. of Sci.*, 1975, v. 263, p. 251—262.
20. Bradshaw J. L., Gates A., Patterson K. Hemispheric differences in processing visual patterns. — *Quart. J. exper. Psychol.*, 1976, v. 28, p. 667—681.
21. Bryden M. P., Allard F. Visual hemifield differences depend on typeface. — *Brain a. Language*, 1976, v. 3, p. 191—200.
22. Bryden M. P., Rainey C. A. Left — right differences in tachistoscopic recognition. — *J. experim. Psychol.*, 1963, v. 66, p. 568—571.
23. Cohen G. Hemispheric differences in serial versus parallel processing. — *J. experim. Psychol.*, 1973, v. 97, p. 349—356.
24. De Renzi E., Scotti G., Springer H. Perceptual and associative disorders of visual recognition. — *Neurol.*, 1969, v. 19, p. 634—642.
25. Durnford M., Kimura D. Right hemisphere specialization for depth perception reflected in visual field differences. — *Nature*, 1971, v. 231, p. 394—395.
26. Efron R. Temporal perception, aphasia and déjà vu. — *Brain*, 1965, v. 86, p. 403—434.
27. Eggh H., Epstein J. Differential specialization of the cerebral hemispheres for the perception of sameness and differences. — *Percept. a. Psychophys.*, 1972, v. 12, p. 218—220.
28. Fontenot D. J. Visual field differences in the recognition of verbal and nonverbal stimuli in man. — *J. Compar. a. Physiol. Psychol.*, 1973, v. 85, p. 564—569.
29. Franco L., Sperry R. W. Hemisphere lateralization for cognitive processing of geometry. — *Neuropsychol.*, 1977, v. 15, p. 107—114.

30. Gazzaniga M. S., Bogen J. E., Sperry R. W. Observations on visual perception after disconnection of the cerebral hemispheres in man.— *Brain*, 1965, v. 88, p. 221—236.
31. Hamilton C. R. Investigations of perceptual and mnemonic lateralization in monkeys.— In: *Lateralization in the nervous system*. Ed. by Harhads et al. N. Y., San-Francisco, London, 1977, p. 45—62.
32. Hécaen H. Clinical symptomatology in right and left hemisphere lesions.— In: *Inter-hemispheric relations and cerebral dominance*. Ed. by V. B. Mountcastle. Baltimore, 1962, p. 215—243.
33. Jackson J. H. On the nature of the duality of the brain (1874).— In: *Selected writings of John Hughlings Jackson*. Ed. by J. Taylor. London, 1932, v. 2.
34. Kimura D. Right temporal lobe damage. Perception of unfamiliar stimuli after damage.— *Arch. Neurol.*, 1963, v. 8, p. 264—271.
35. Kimura D. Dual functional asymmetry of the brain in visual perception.— *Neuropsychol.*, 1966, v. 4, p. 275—285.
36. Kimura D., Durnford M. Normal studies on the function of the right hemisphere in vision.— In: *Hemisphere Function in the Human Brain*. Ed. by S. J. Dimond, J. G. Beaumont. London, 1974, p. 25—47.
37. Kinsbourne M. The cerebral basis of lateral asymmetries in attention.— *Acta Psychol.*, 1970, v. 33, p. 193—201.
38. Kinsbourne M. The ontogeny of cerebral dominance.— *Annals of the New York Acad. Sci.*, 1975, v. 263, p. 244—250.
39. Levy J. Cerebral lateralization and spatial ability.— *Behav. Genet.*, 1976, v. 6, p. 171—188.
40. Levy J., Trevarthen C., Sperry R. W. Perception of bilateral chimeric figures following hemispheric deconnection.— *Brain*, 1972, v. 95, p. 61—78.
41. Longden K., Ellis C., Iversen S. D. Hemispheric differences in the discrimination of curvature.— *Neuropsychol.*, 1976, v. 14, p. 195—202.
42. Marzi C. A., Berlucchi G. Right visual field superiority for accuracy of recognition of famous faces in normals.— *Neuropsychol.*, 1977, v. 15, p. 75—76.
43. McKeever W. F., Huling M. D. Right hemispheric superiority in graphic reproduction of briefly viewed dot figures.— *Percept. a. Mot. Skills*, 1970, v. 31, p. 201—202.
44. Milner B. Hemispheric specialization: Scope and limits.— In: *The Neurosciences. Third Study Programm*. Ed by F. O. Schmitt, F. G. Worden. Cambridge, 1974, p. 75—88.
45. Nebes R. D. Hemispheric specialization in commissurotomed man.— *Psychol. Bull.*, 1974, v. 81, p. 1—14.
46. Pennal B. E. Human cerebral asymmetry in colour discrimination.— *Neuropsychol.*, 1977, v. 15, p. 563—568.
47. Pirozzolo F. J. Lateral asymmetries in visual perception: a review of tachistoscopic visual half-field studies.— *Percept. a. Mot. Skills*, 1977, v. 45, p. 695—701.
48. Polich J. M. Hemispheric differences in stimulus identification.— *Percept. a. Psychophys.*, 1978, v. 24, p. 49—57.
49. Polzella D. J., DuPolito F., Hinsman M. C. Cerebral asymmetry in time perception.— *Percept. a. Psychophys.*, 1977, v. 21, p. 187—192.
50. Robinson J. S., Voneida T. J. Hemisphere differences in cognitive capacity in the spilt — brain cat.— *Exper. Neurol.*, 1973, v. 38, p. 123—134.
51. Rubino C. A. Hemispheric lateralization of visual perception.— *Cortex*, 1970, v. 6, p. 102—120.
52. Semmes J. Hemispheric specialization: a possible clue to mechanism.— *Neuropsychol.*, 1968, v. 6, p. 11—26.
53. Sperry R. W. Lateral specialization in the surgically separated hemispheres.— In: *The Neurosciences. Third Study Program*. Cambridge Mass., London, 1974, p. 5—19.
54. Suberi M., McKeever W. F. Differential right hemisphere memory storage of emotional and non — emotional faces.— *Neuropsychol.*, 1977, v. 15, p. 757—768.
55. Umilta C., Bagnara S., Simion F. Laterality effects for simple and complex geometrical figures and nonsense patterns.— *Neuropsychol.*, 1978, v. 16, p. 43—49.
56. Umilta C., Rizzolatti G., Marzi C. A. et al. Hemispheric differences in the discrimination of line orientation.— *Neuropsychol.*, 1974, v. 12, p. 165—174.
57. Webster W. Functional asymmetry between the cerebral hemispheres of the cat.— *Neuropsychol.*, 1972, v. 10, p. 75—87.
58. White M. J. Laterality differences in perception: a review.— *Psychol. Bull.* 1969, v. 72, p. 387—405.
59. White M. J. Hemispheric asymmetries in tachistoscopic information — processing.— *Brit. J. Psychol.*, 1972, v. 63, p. 497—508.
60. Witelson S. F. Early hemisphere specialization and interhemisphere plasticity: An empirical and theoretical review.— In: *Language Development and Neurological Theory*. Ed. by S. Segalowitz, F. Gruber. N. Y., 1977, p. 213—287.
61. Wyke M., Eitlinger G. Efficiency of recognition in left and right visual fields.— *Arch. Neurol.*, 1961, v. 5, p. 659—665.
62. Young J. Z. Why do we have two brains? — In: *Interhemispheric Relations and Cerebral Dominance*. Ed. by V. B. Mountcastle. Johns Hopkins Press, 1962, p. 7—24.

Поступила в редакцию
10.VI.1980

О МЕХАНИЗМЕ КРАТКОВРЕМЕННОЙ ПАМЯТИ

Греченко Т. Н., Кондратьева С. И.

В одной из наиболее распространенных гипотез памяти — гипотезе консолидации следа памяти — ведущая роль в фиксации энграммы отводится явлению реверберации. Предполагают, что после обучения продолжается циркуляция электрической импульсной активности по замкнутым цепям нейронов. В результате развиваются морфофункциональные изменения синапсов, в которых закрепляется энграмма [5]. Хотя в более поздних исследованиях было показано, что предотвращение реверберации с помощью амнестических агентов не препятствует фиксации следа, ее все же продолжают рассматривать как основной механизм кратковременной памяти [7]. Предполагаемая функция реверберации — длительное поддержание определенных нейронов в активном состоянии, обеспечивающем генерирование потенциалов действия (ПД). В данной работе мы хотим показать, что для длительного сохранения активности нейрона, вызванной предыдущей стимуляцией, реверберация не нужна.

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

При поляризации областей мозга или отдельных нервных элементов в течение нескольких секунд анодным током выключение стимула вызывает эффект последствия. Последствие выражено повышением или понижением фоновой активности нейронов, сохраняющимся в течение длительного времени — от нескольких минут до нескольких часов [1, 4, 6]. Для объяснения наблюдаемого феномена привлекают идею о реверберации импульсов по замкнутым цепям. Длительность последствия, возникшего после прекращения стимуляции, — это время циркуляции ПД по определенной замкнутой последовательности нейронов.

В электрофизиологическом эксперименте на полностью изолированных нейронах были проведены опыты, условия которых позволили получить длительное последствие, возникавшее после выключения стимула. Изолированные нейроны полностью исключают возможность формирования последствия за счет циркуляции нервной активности — они физически и функционально лишены возможности контактировать с другими элементами центральной нервной системы (ЦНС) и образовывать какие-либо функциональные структуры.

Препарат изготавливался по ранее использованному методу предварительной трипсинизации подглоточного комплекса ганглиев виноградной улитки [2]. В описываемых в данном сообщении опытах в изолированный нейрон вводили два микроэлектрода, заполненных цитратом калия. Через один из них осуществлялась стимуляция нейрона деполяризационным и гиперполяризационным электрическим током, а второй использовался для регистрации внутриклеточной электрической активности нейрона. Для электрических раздражений применяли ток силой 0,1—4,0 нА, длительностью от 50 мс до 10 с. Результаты получены на 20 нейронах и в 20 опытах. Часть материала получена на идентифицированных нейронах висцерального ганглия В7 и В6 по классификации Сахарова.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТА

Действие гиперполяризационного тока длительностью 10 с. В нескольких опытах использовался гиперполяризационный электрический ток длительностью 10 с. Эффект, вызываемый применением такого стимула, заключается в том, что после его выключения возникает последствие, выраженное генерацией спайков у ранее спонтанно неактив-