

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

**Труды  
Института психологии РАН  
Том I**

Москва, 1995

99/220  
Труды Института психологии РАН  
Том I. Москва. Институт психологии РАН. 1995.  
ISBN-5-201-02179-4

В сборнике представлены результаты исследований сотрудников ИП РАН, доложенные на ежегодной научной сессии Института и рекомендованные к публикации. Статьи посвящены проблемам социальной психологии, психологии личности, когнитивной психологии и других направлений психологической науки. В них изложены материалы плановых и инициативных НИР, научные обзоры и методические рекомендации. Книга рассчитана на психологов, педагогов, социологов, философов, а также других специалистов, интересующихся исследованиями в области фундаментальной психологии.

Редакционная коллегия:

*А.В.Брушлинский, В.А.Бодров, В.Н.Дружинин,  
Н.В.Крылова, Е.Д.Дорофеев*

Подготовка издания:

*В.А.Бодров, А.К.Боковиков, В.Н.Дружинин, Н.В.Крылова*



ISBN-5-201-02179-4

©Институт психологии РАН, 1995.

28. Панкратов А.В. Динамика познавательных образований в ходе профессионализации руководителя // В кн. "Практическое мышление: функционирование и развитие" / отв. ред. Д.Н.Завалишина. — М., 1990. — С. 127—135.
29. Петухов В.В. Психология мышления. Учебно-методическое пособие. — М.: МГУ, 1987.
30. Пономарев Я.А. Психология творческого мышления. — М.: Изд. АПН РСФСР, 1960.
31. Пушкин В.Н. Оперативное мышление в больших системах. — М.: Энергия, 1965.
32. Ротенберг В.С. Проблемы воспитания в свете психосоматической парадигмы // Журн. "Вопр. психол.". — 1989. — № 6. — С. 22—28.
33. Рубинштейн С.Л. О мышлении и путях его исследования. — М.: Изд. АН СССР, 1958.
34. Рубинштейн С.Л. Основы общей психологии. — М.: Учпедгиз, 1946.
35. Семенов И.Н. Проблемы рефлексивной психологии решения творческих задач. — М., 1990.
36. Степанов С.Ю. Проблема концептуально-методического отображения процесса мышления // Журн. "Вопр. психол.". — 1988. — № 5. — С. 38—46.
37. Степанов С.Ю., Семенов И.Н., Зарецкий В.К. Исследование организации продуктивного мышления // В кн. "Исследование проблем психологии творчества" / отв. ред. Я.А.Пономарев. — М.: Наука, 1983. — С. 101—133.
38. Степанский В.И. Психическая саморегуляция деятельности // Автореф. ... докт. психол. наук. — М., 1991.
39. Суходольский Г.В. Основы психологической теории деятельности. — Л.: ЛГУ, 1988.
40. Темнова Л.В. Специфика мыслительного процесса решения нравственных задач // Автореф. ... канд. психол. наук. — М., 1991.
41. Теплов Б.М. Проблемы индивидуальных различий. — М.: Изд. АПН РСФСР, 1961.
42. Тихомиров О.К. Психология мышления. — М.: МГУ, 1984.
43. Холодная М.А. Структурная организация индивидуального интеллекта // Автореф. ... докт. психол. наук. — М., 1990.
44. Хусайнова Н.Р. Личностная обусловленность типов смыслообразования при решении мыслительной задачи // Автореф. ... канд. психол. наук. — М., 1989.
45. Чебышева В.В. Психология трудового обучения. — М.: Просвещение, 1969.
46. Шадриков В.Д. Проблемы системогенеза профессиональной деятельности. — М.: Наука, 1982.

## ОБРАЗ И ВНИМАНИЕ: ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ДВУХ АСПЕКТОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ С ПОЗИЦИЙ СИСТЕМНО-ЭВОЛЮЦИОННОГО ПОДХОДА\*

*Б.Н.Безденежных*

Успешность реализации любого вида деятельности зависит от субъективной модели, или образа, деятельности. Образ, как специфический феномен оережающего характера, формируется на основе инструкции или самоинструкции с учетом пред-

\* Работа выполнена при содействии Российского научного гуманитарного фонда

шествующего опыта субъекта до начала деятельности и является "идеальным представлением конечного результата деятельности" [8, с. 217]. Образ "не только является опережающим отражением действительности, но и одновременно регулятором соответствующей двигательной активности организма" [15, с. 74] и даже ведущим регулятором "всей системы действий" [8, с. 219]. Однако регуляционные процессы в деятельности не имеют жестко одностороннего направления — в начале деятельности образ тоже регулируется и уточняется в соответствии с реально текущими событиями [6, 8]. Это проявляется в совершенствовании деятельности, доступно определяемом, в частности, по внешне наблюдаемым показателям, например, сокращение времени выполнения действий и стабилизация этого времени, уменьшение количества "лишних" движений и ошибочных действий и т. п. Следует отметить, что динамику этих показателей разные исследователи в созданных ими экспериментальных ситуациях используют и для изучения других аспектов психики, например, памяти, внимания, восприятия, волевого усилия и т. п. Следовательно, с одной стороны, очевидно, что при экспериментальном изучении определенного аспекта психики постоянно существует опасность либо "приписывания" этому аспекту не свойственных ему дополнительных характеристик, или, наоборот, его полной аналитической изоляции от других "психических процессов". С другой стороны, это еще раз доказывает, что психика проявляется только в единстве всех ее аспектов.

Последнее является одним из основных положений разрабатываемого под руководством профессора В.Б.Швыркова системно-эволюционного подхода в психофизиологии. С позиции этого подхода [14, 15, 16] деятельность рассматривается как результат взаимодействия функциональных систем, сформировавшихся на разных этапах жизни организма для обеспечения поведенческих актов разной степени сложности. Внешнее (объективное) проявление деятельности — это взаимоотношение организма со средой, внутреннее (субъективное) отражение этого взаимодействия рассматривается как психика. Набор реализующихся систем определяет содержательный аспект деятельности и психики, включающий и образ, а организация взаимодействия систем является более общей формально — динамической характеристикой деятельности. Большинство авторов с формально — динамической характеристикой связывают феномен внимания [7, 9]. Причем, как считает С.Л.Рубинштейн. [12], именно во внимании, которое не имеет своего содержания, "проявляется специфическим образом взаимосвязь образа и деятельности".

В настоящей работе предпринята попытка изучить процессы формирования образа, способы его контроля за деятельностью и роль внимания в этом при выполнении традиционной для психофизиологических исследований задачи "сенсомоторного выбора". При постановке задачи психофизиологического изу-

чения образа действия мы исходили из следующих предположений: а) сформировавшись, образ становится инвариантным к текущим событиям [3], а мозговые процессы, лежащие в его основе, после трансформации во время тренировки выполнения определенной задачи остаются неизменными при последующих выполнениях этой задачи; б) при выполнении задач сенсомоторного выбора достаточно информативными и наиболее изученными показателями мозговой активности являются связанные с событиями потенциалы (ССП); в) с позиций системно-эволюционного подхода компоненты СПП отражают взаимоотношения систем, обеспечивающих текущую деятельность, а именно: позитивные компоненты СПП отражают извлечение из памяти большого набора систем, способных обеспечить выполнение задачи, причем часть систем, несоответствующих текущим событиям, вытормаживается, а реализация оставшихся систем отражается в негативных компонентах СПП [16].

Задача работы — изучить СПП во фронтальных и парietальных структурах мозга при выполнении задачи сенсомоторного выбора и через анализ межсистемных отношений, отражающихся в этих СПП, определить психофизиологическое проявление образа действия и внимания.

### Методика

В экспериментах участвовали 6 мужчин и 2 женщины в возрасте от 18 до 25 лет. Перед испытуемым, сидящим в удобной позе, на расстоянии 60 см от глаз находился экран размером 10x10 см, на котором появлялась геометрическая фигура (рис. 1). Всего предъявлялось 8 фигур (в дальнейшем они будут обозначаться цифрами от "1" до "8"). Каждой фигуре (кроме "8"-й) соответствовала клавиша отчета (КО). КО находились на клавиатуре в виде полукруга, под полукругом в центре располагалась клавиша исходной позиции (КИП). В ответ на предъявление сигнала (фигуры) испытуемый должен был как можно быстрее поднять палец с КИП, нажать на соответствующую предъявленной фигуре КО и затем вернуть палец на исходную позицию, т.е. нажать КИП. Максимальное время экспозиции каждого сигнала составляло 900 мс, но сигнал исчезал с экрана в момент поднятия пальца с КИП. Сигналы предъявлялись в случайном порядке с равной вероятностью. Межстимульный интервал составлял 3 сек. Это обусловлено тем, что при более коротком интервале имеет место вероятностный эффект на компоненты СПП [20], а, кроме того, в течение 3-х сек все варианты движений могут быть одинаково хорошо подготовлены [37]. Поскольку эффективность выполнения данного класса задач оценивается не только по ВР, но и по соотношению правильных и неправильных ответов, и поскольку, как показывают эксперименты [26], при однообразной форме ответа (быстрое нажатие клавиши) количество таких ошибок, как нажатие не соответствующей сигнала

лу КО, обычно невелико, мы усложнили задачу. При предъявлении сигнала "3" в любой экспериментальной серии испытуемый должен был как можно быстрее отпустить КИП и нажать КО только после того как сигнал исчезнет с экрана, т.е. через 900 мс после его появления на экране. При предъявлении сигнала "8" испытуемый должен был быстро отпустить КИП.

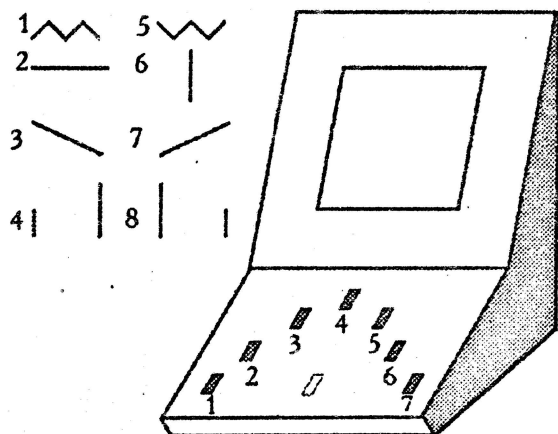


Рис. 1. Схема экспериментальной установки

Экран — квадрат (10×10 см). Под экраном расположена консоль с клавишами: заштрихованные прямоугольники — клавиши отчета (КО), незаштрихованный прямоугольник в центре — клавиша исходной позиции (КИП). Слева представлены предъявляемые на экран геометрические фигуры с цифровым обозначением.

Испытуемые участвовали в 4-х экспериментальных ситуациях. 1. Простой ответ — серия, которая проводилась в начале эксперимента. Предъявляли 40—50 раз сигнал "1", на который нужно было отвечать быстрым нажатием КО-1, затем после отдыха предъявляли сигнал "2", на который нужно было отвечать нажатием на КО-2 и т. д. 2. Серии выбора из двух альтернатив начинались без предварительной тренировки. Каждый альтернативный сигнал предъявляли от 40 до 50 раз. После завершения серии с первой парой сигналов испытуемые отвечали на вторую пару сигналов и затем — на третью. Между сериями испытуемые отдыхали. Последовательность предъявления альтернативных сигналов для испытуемых была произвольной. Экспериментальный блок заканчивался повторением одной из серий. 3—4. В сериях выбора из 4-х альтернатив в случайном порядке предъявляли сигналы "1", "2", "3" и "4". В сериях выбора из 8-ми альтернатив предъявляли весь репертуар сигналов. В каждой

ситуации было 3—4 серии, между которыми были перерывы на отдых. Каждый сигнал в серии предъявляли до 40—50 раз.

ЭЭГ регистрировали монополярно в отведениях F-3, 4 и P-3, 4 по международной системе 10—20, индифферентным электродом служил объединенный ушной электрод. Для контроля за движениями глаз регистрировали вертикальную составляющую электроокулограммы (ЭОГ). Постоянная времени регистрирующей системы — 2 сек, верхняя граница полосы пропускания — 1 кГц. Для удобства обработки результатов предъявляемый на экране сигнал регистрировали в виде прямоугольного импульса, начало отпускания КИП и начало нажатия КО отмечались импульсами, длительностью 10 мс, причем импульсные метки появления определенного сигнала и нажатия соответствующей этому сигналу КО имели определенную амплитуду и полярность.

Обработку результатов проводили на Piurimat-S (частота дискретизации — 200 Гц). Безартефактные отрезки ЭЭГ усредняли по сериям от начала предъявления сигнала, с начала отпускания КИП и от начала нажатия КО. Эпоха анализа — 2 сек, точка усреднения находилась посередине. В качестве средней линии взята средняя величина амплитуд ЭЭГ на интервале 100 мс до момента предъявления сигнала во всех выбранных в усреднение отрезках ЭЭГ. Вычислялось среднее квадратичное отклонение для каждого моментального значения (5 мс) усредненных отрезков ЭЭГ; сравнение усредненных ЭЭГ-потенциалов проводили по *t*-критерию Стьюдента. Амплитуда каждого компонента в ЭЭГ-потенциалах вычислялась как отклонение пика данного компонента от средней линии. Определяли время между началом предъявления сигнала и отпусканьем КИП, между началом отпускания КИП и началом нажатия КО. Для статистического анализа этих интервалов определяли среднее время и среднее квадратичное отклонение измеряемых интервалов.

Следует отметить, что регистрация всех показателей проводилась после того, как испытуемые нашли удобное для доминантной руки положение (все испытуемые были правши) и приобрели достаточный навык быстрого перемещения пальца с КИП на КО. После тренировки время этого движения стабилизировалось и не зависело от экспериментальной ситуации.

### Результаты

В усредненных от разных моментов потенциалах наиболее выраженные по амплитуде компоненты были выявлены при усреднении от момента появления сигнала на экране. Отпусканию КИП и нажатию КО соответствовали в основном позитивные потенциалы, причем они имели большую амплитуду при усреднении от момента предъявления сигнала. Поэтому в данной работе мы анализировали ЭЭГ-потенциалы, усредненные от момента предъявления сигнала, и проводили сопоставление этих

потенциалов с временным интервалом от момента предъявления сигнала до поднятия пальца с КИП (время реакции — ВР).

Простой ответ. Среднее ВР у разных испытуемых варьировало от 200 до 350 мс, при этом величина его стандартного отклонения для каждого испытуемого не превышала 50 мс. ССП также имели индивидуальные различия, что проявлялось в разной амплитуде их компонентов. Однако ССП всех испытуемых имели и общие характеристики. Так, в париетальных отведениях обязательным компонентом ССП был негативный компонент *H-1* (латенция пика около 150 мс), у некоторых испытуемых *H-1* переходил в выраженный позитивный компонент *П-2* (латенция пика — 200 мс). Во фронтальных отведениях обязательным для всех испытуемых был позитивный компонент *П-2*, а компоненты *П-1* и *H-1* имели место у 5-ти и отсутствовали у 3-х испытуемых (рис. 2, левый столбик). При увеличении ВР наблюдались тенденции либо уменьшения крутизны заднего фронта *П-2*, либо уменьшения амплитуды *H-1* и появления негативно-позитивного комплекса *H-2* — *П-3* в париетальных ССП, тогда как во фронтальных ССП никаких существенных изменений не обнаружено (рис. 2, правый столбик).

#### Выбор из двух альтернатив

По сравнению с ВР в простом ответе среднее ВР при выборе из двух альтернатив было достоверно больше в первых сериях. В первой серии оно составляло от 400 до 530 мс для разных испытуемых. По мере тренировки ВР выбора и его разброс по реализациям сокращались как внутри серии, так и в каждой последующей серии, хотя предъявляемые пары сигналов в этих сериях были разные. В последней серии среднее ВР выбора составляло от 250 до 350 мс для разных испытуемых. У одного испытуемого не было значимого сокращения ВР в этой экспериментальной ситуации. В первой серии у испытуемых наблюдался негативный эффект последовательности — ВР ответа на сигнал было больше среднего ВР на этот сигнал, по крайней мере, на 10 мс, если перед ним был ответ на альтернативный сигнал. В последующей серии у 4-х испытуемых этот эффект исчез, а у 3-х испытуемых он изменился на положительный эффект последовательности — ВР в одиночном ответе на определенный сигнал было меньше, по крайней мере, на 10 мс среднего ВР на этот сигнал, если данному ответу предшествовал ответ на альтернативный сигнал. В последней серии эффект последовательности не наблюдался ни у одного из испытуемых. Достоверность эффектов оценивалась по критерию знаков. Необходимо отметить, что ВР на сигнал "7" в ситуации выбора, где альтернативой был отсроченный ответ на сигнал "3", было достоверно больше, чем ВР на любой из сигналов в других ситуациях выбора из



двух, а ВР на сигнал "3" у некоторых испытуемых было меньше, чем в простой ситуации.

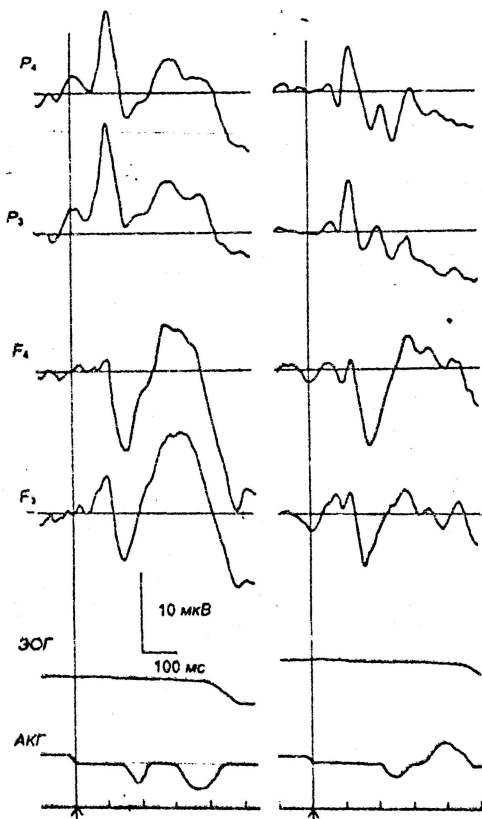


Рис. 2. СЭП в ситуации "простой ответ"

Стрелкой обозначено начало предъявления сигнала. На актограмме (АКГ) первое отклонение от прямой линии — распределение моментов отпускания КИП, второе отклонение — распределение моментов нажатия КО.

В первой серии предъявляли сигналы "1" и "5". Как видно из таблицы 1, ВР в ответах на тот и другой сигналы увеличивалось, по крайней мере, на 10 мс по сравнению со средним ВР в ответах на эти сигналы ( $p=0,05$  по критерию знаков), если предъявленному сигналу предшествовал ответ на альтернативный сигнал.

Таблица 1

Распределение количества ответов на определенный сигнал в связи с предыдущим сигналом и в зависимости от отклонений их ВР на этот сигнал

Отклонение	1 после 5	5 после 1	1 после 1	5 после 5
1. Увел-е	16*	17*	8	6
Умен-е	5	3	9	9
Не измен.	1	2	3	6
Всего	22	22	20	21
	2 после 6	6 после 2	2 после 2	6 после 6
2. Увел-е	13	4	8	6
Умен-е	7	19*	9	8
Не изм.	5	2	6	6
Всего	25	25	23	20
	1 после 5	5 после 1	1 после 1	5 после 5
3. Увел-е	10	8	6	4
Умен-е	8	9	4	10
Не изм.	6	7	7	2
Всего	24	24	17	20

Примечание: \* — изменения, достоверные по критерию знаков.

По сравнению с ССП, полученными в простой ситуации, в ССП зарегистрированных в 1-й серии выбора из двух альтернатив, произошли следующие изменения: а) увеличилась амплитуда  $H-1$  во фронтальных областях; у тех испытуемых, у которых в простой ситуации  $H-1$  отсутствовал во фронтальных ССП, он появился в этой серии; б) как во фронтальных, так и в парietальных ССП появился комплекс  $H-2$  —  $\Pi-3$ , причем во фронтальных ССП позитивный компонент  $\Pi-3$  был более выражен по амплитуде, чем в парietальных ССП. В этой серии ССП, усредненные от того и другого сигнала, были сходными между собой в одноименных областях. Различия между ССП в разных областях заключались в том, что в парietальных ССП компонент  $H-2$  был выражен по амплитуде достоверно больше, а компонент  $\Pi-3$  — достоверно меньше, чем во фронтальных ССП (рис. 3, А).

В последующих сериях при сокращении ВР в ССП происходили изменения, которые наиболее наглядно можно проиллюстрировать данными, полученными на испытуемом В.А.

При предъявлении испытуемому следующей пары сигналов "2" и "6" наблюдалось достоверное уменьшение ВР на сигнал "6" по сравнению со средним ВР на этот сигнал только в тех случаях, когда предъявлению сигнала "6" предшествовал ответ на сигнал "2" (таблицы 1, 2). В этой серии ССП, усредненные от разных сигналов, были достоверно сходными только во фронтальных отведениях (рис. 3, Б). Причем, в отличие от фронтальных ССП, представленных на рисунке 3, А, у данных ССП отмечалась тенденция увеличения амплитуды  $H-1$  и произошло достоверное уменьшение амплитуды  $H-2$  и увеличение амплитуды  $\Pi-3$ . Между парietальными ССП, усредненными от сигналов "2" и "6", отмечены достоверные различия. ССП, усредненные

от сигнала "2", не претерпели никаких изменений при сравнении их с одноименными ССП, полученными в первой серии, тогда как в ССП, усредненных от сигнала "6", увеличилась амплитуда компонентов  $H-1$  и  $L-3$ , а компоненты  $L-2$  и  $H-2$  трансформировались в позитивацию между пиками компонентов  $H-1$  и  $L-3$ . Более того, парietальные ССП, усредненные от сигнала "6", имели сходство с фронтальными ССП, усредненными от сигналов "2" и "6" (недостоверность сходства отмечена в интервале 120—220 мс). Следует отметить, что эти потенциалы развивались на более негативных отклонениях ЭЭГ, чем потенциалы, связанные с ответом на сигнал "2"; причем эти негативные отклонения начинались за 600—700 мс до появления сигнала.

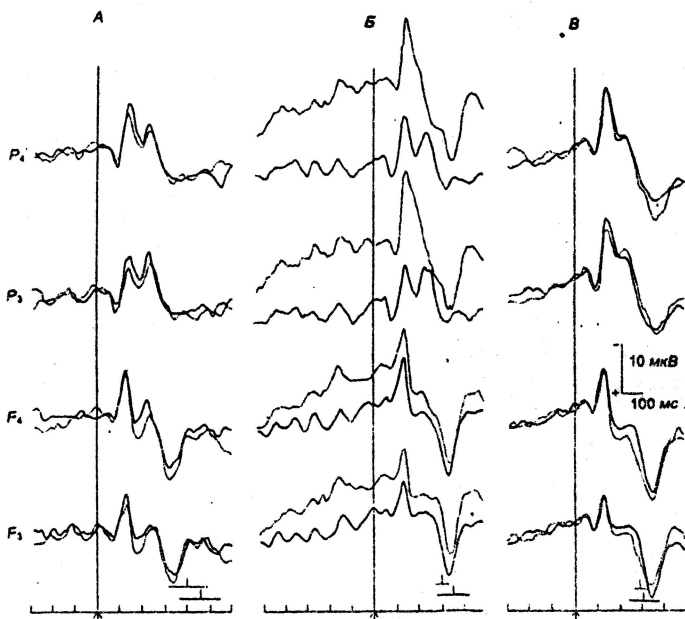


Рис. 3. Трансформация ССП при совершенствовании навыка выбора из двух альтернатив (исп. В.А.).

Сплошной линией обозначены ССП, усредненные от сигналов "1" (А), "2" (Б) и "1" (В), пунктирной линией — ОСП, усредненные от сигналов "5" (А), "6" (Б) и "1" (В). В усреднения взято по 40 реализаций. Среднее ВР (короткая вертикальная линия) и его дисперсия (горизонтальная линия) в ответах на эти сигналы, как и соответствующие им ССП, обозначены сплошными и пунктирными линиями. Стрелки и вертикальные линии через все ССП — соответствуют началу предъявления сигнала.

В повторной серии (предъявляли сигналы "1" и "5") ВР на сигнал не зависело от предшествовавшего ответа (таблицы 1, 3). В этой серии ССП, усредненные от разных сигналов, были сходными между собой во всех отведениях (рис. 3, В). Более того, эти ССП имели достоверное сходство с фронтальными ССП, полученными во второй серии (рис. 3, Б) при предъявлении сигналов "2" и "6".

Следует отметить, что ни в одной из серий конфигурации ССП не зависели от конфигурации предъявленного сигнала.

#### Выбор из четырех и из восьми альтернатив

С увеличением числа альтернатив среднее ВР на каждый сигнал возрастает. Как показывают результаты, полученные в данных исследованиях, с практикой это ВР сокращается при любом числе альтернатив. Сокращению ВР соответствуют значимые изменения ССП.

В первой серии выбора из 4-х и в первой серии выбора из 8-ми альтернатив фронтальные и париетальные ССП были сходны с ССП, полученными в первой серии выбора из 2-х альтернатив, т.е. они были представлены компонентами  $H-1$  —  $P-2$  —  $H-2$  —  $P-3$ , причем позитивный компонент  $P-3$  был наиболее выражен во фронтальных ССП (рис. 4, А и 5, I). По мере сокращения ВР комплекс  $P-2$  —  $H-2$  во фронтальных ССП трансформировался в позитивацию между пиками компонентов  $H-1$  и  $P-3$ , а амплитуда  $P-3$  увеличилась (рис. 4, Б и 5, II). При дальнейшем сокращении ВР эти изменения произошли и с париетальными ССП (рис. 4, В и 5, III). Следует отметить, что в отличие от фронтальных ССП, у которых крутой задний фронт позитивного компонента  $P-3$  не менял угла своего наклона в течение всех экспериментальных серий, компонент  $P-3$  в париетальных ССП имел медленно возрастающий задний фронт. Причем отмечалась следующая тенденция: чем больше ВР, тем меньший угол позитивации этого фронта был в париетальных ССП, связанных с данным ответом.

#### Анализ серий, содержащих большое количество ошибочных ответов

Ошибочными считались следующие ответы: а) нажатие КС, не соответствующей предъявленному сигналу; б) поднятие пальца с КМП раньше, чем сигнал "3" исчезнет с экрана. У шести испытуемых максимальное количество таких ошибок составляло не более 2% в серии и потенциалы, связанные с ошибочными ответами, у них не отличались от потенциалов, связанных с правильными ответами. У двух испытуемых количество ошибок в серии составляло не менее 19%, а у одного из них в серии выбора из 8-ми альтернатив это количество составляло 45%. Кроме большого количества ошибок у этих испытуемых был большой

разброс ВР в пределах одной серии даже после длительной тренировки. Характерным для данных испытуемых была неустойчивость конфигурации фронтальных ССП в течение всего эксперимента. На рисунке 6 представлены усредненные ССП, полученные у одного из этих испытуемых в 3-й серии выбора из 8-ми альтернатив. Большой разброс ВР позволил разделить ответы по группам, достоверно отличающимся по ВР ( $p=0,001$ ). ССП не имели стабильной конфигурации не только в париетальных, но и во фронтальных отведениях, а именно: в одних случаях (при самом коротком ВР; см. крайний левый столбик) комплекс П-2 — Н-2 трансформировался в позитивацию между пиками компонентов Н-1 и П-3; в других случаях компоненты П-2 и Н-2 имели выраженный характер (второй столбик слева); а при максимальном ВР фронтальные ССП были сходны с одноименными ССП, наблюдаемыми в простой ситуации (третий столбик слева); при ошибках во фронтальных ССП пик компонента П-2 переходил в медленно нарастающую негативацию.

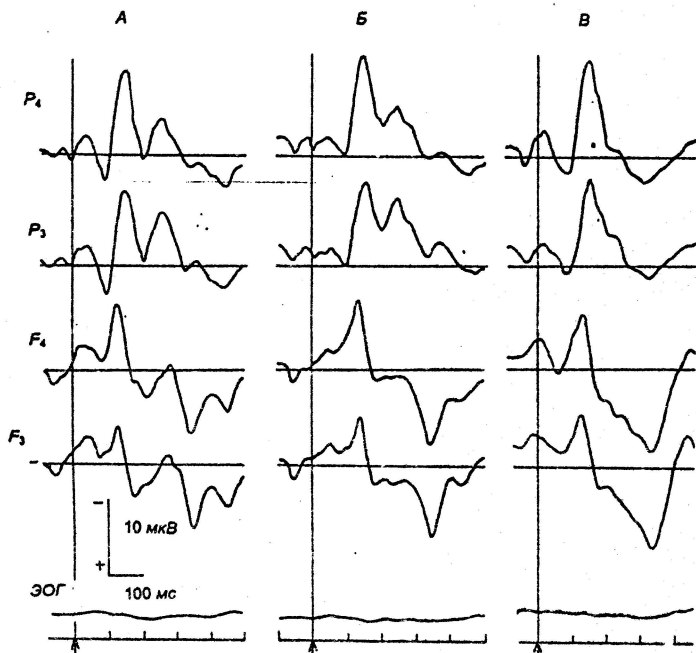


Рис. 4. Трансформация ССП при совершенствовании навыка выбора из четырех альтернатив в трех последовательных сериях (1-я — А, 2-я — Б и 3-я — В) Обозначения см. рис. 3.

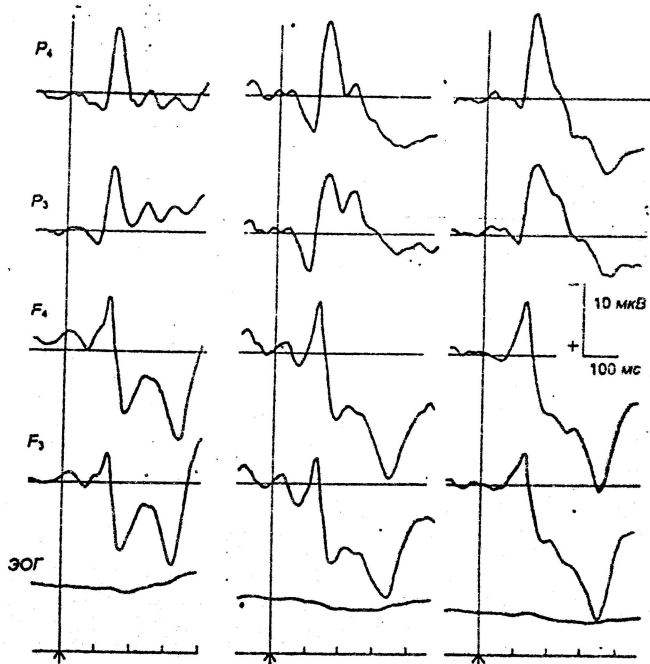


Рис. 5. Трансформация ССП при совершенствовании навыка выбора из восьми альтернатив в трех последовательных сериях

Обозначения см. рис. 3.

### Обсуждение

Итак, в задачах сенсомоторного выбора ВР прямо зависит от числа альтернатив. Этот феномен известен, по крайней мере, со времен Меркел (1885 г.) [40]. В процессе тренировки ВР сокращается и становится более стабильным, количество ошибочных ответов уменьшается. Одновременно с совершенствованием этих поведенческих показателей происходят изменения в ССП: увеличивается амплитуда компонентов  $H-1$  и  $P-3$ , а выраженность по амплитуде компонентов  $P-2$  и  $H-2$  уменьшается вплоть до полной трансформации этих компонентов в сглаженный фронт позитивации между пиками компонентов  $H-1$  и  $P-3$ . Причем, окончательная конфигурация ССП во фронтальных областях стабилизируется на более ранних этапах каждой новой серии, чем в париетальных областях. Следует отметить, что изменения в париетальных ССП более тесно связаны с изменением ВР, чем фронтальные ССП, но в процессе тренировки, сопровож-

дающейся сокращением ВР, конфигурация париетальных ССП становится сходной с конфигурацией фронтальных ССП. Эти факты дают основание предположить, что при выполнении данного класса задач фронтальные и париетальные структуры играют разную роль.

Вывод о различной роли фронтальных и париетальных структур в несомоторных задачах, основанный на анализе конфигурации потенциалов был сделан сотрудниками В.Б.Швыркова ранее [10]. В настоящее время накопилось большое количество данных о том, что фронтальные структуры контролируют временное развитие поведения, т.е. последовательность реализаций поведенческих актов, инициируя начало каждого поведенческого акта [19, 22, 29, 38]. Так, у обезьян в префронтальной коре были зарегистрированы нейроны, активность которых тесно связана с определенными событиями, имевшими место при задержанном ответе [21, 26]. Нейроны с характерной структурированной timing — активностью были обнаружены во фронтальных структурах у обезьян при выполнении ими последовательных действий [32]. По данным Fuster J.M. [21], в некоторых областях фронтальных структур около половины нейронов имеют такую активность. Эксперименты на животных с разрушением коры головного мозга и данные нейропсихологических исследований показали, что поражение фронтальных структур сопровождается нарушением способности выполнять отороченные действия, особенно в ситуации выбора [33, 34], нарушением временного контроля за деятельностью, что приводит, в частности, к нарушению правильно построенной последовательности движений [29, 36]. Париетальные области более тесно связаны с внешней средой и исполнительными процессами [18, 19, 36]. Поражение париетальных областей сопровождается комплексом симптомов, описываемым как “сенсорное невнимание” и проявляющимся в виде неспособности оценить значение предъявленных сигналов (агнозия) и начать простой двигательный акт (апраксия). Такие больные не могут дать отчет в виде двигательного акта при предъявлении сигналов. Эти и многочисленные другие данные позволили сделать вывод о том, что по функциональным признакам можно выделить переднюю и заднюю (построландическую) области мозга [19]. Задняя область мозга ответственна за “тактику” ответа (действия) в соответствии с текущей сенсорной информацией в экстраперсональном пространстве, тогда как передняя (фронтальная) область коры ответственна за планирование, антиципацию, координацию временной последовательности действий и общую “стратегию” деятельности [19, 38, стр. 458].

Если это так, то изменения париетальных ССП, которые следуют за изменениями фронтальных ССП в процессе приобретения навыка выбора ответа из нескольких возможных альтернатив, можно объяснить тем, что мозговые процессы, проявляю-

щиеся во фронтальных ЭЭГ-потенциалах, осуществляют существенный контроль за мозговыми процессами, проявляющимися в парietальных ЭЭГ-потенциалах, для достижения и стабилизации высокоэффективной деятельности. В пользу этого вывода говорит и тот факт, что нестабильность потенциалов во фронтальных отведениях, которую мы наблюдали у испытуемого У.В. (рис. 6), сопровождается даже после длительной тренировки низкоэффективной и нестабильной деятельностью, т.е. большим количеством ошибочных ответов, большим средним ВР и большой дисперсией ВР.

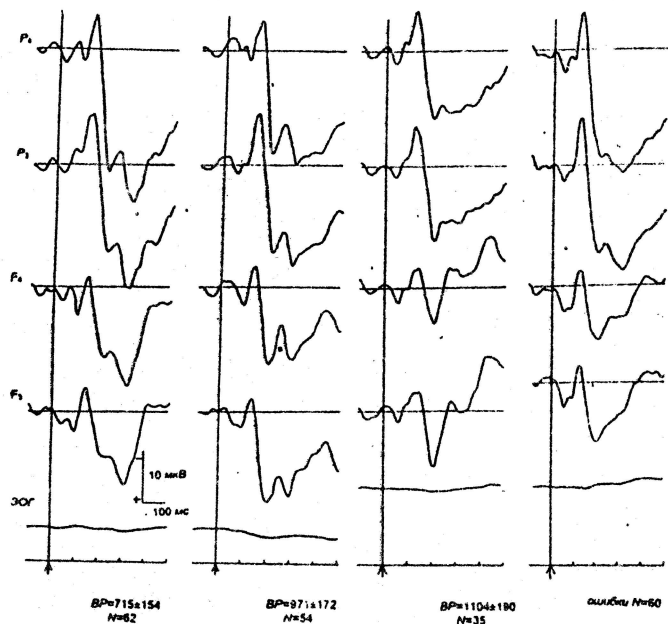


Рис. 6. Выборочно усредненные ССП в зависимости от степени эффективности акта отчета при низкоэффективной деятельности (исп. У.В.)

Объяснения в тексте. Обозначения см. рис. 3.

Возникает вопрос, в чем конкретно проявляется этот контроль? Рассмотрим компонентный состав ССП и динамику изменений компонентов в процессе формирования навыка. Общепринято считать, что ССП позволяет сегментировать временной интервал между предъявлением сигнала и отчетом испытуемого на определенные процессы в соответствии с его компонентами [35]. В зависимости от методологического подхода, которого придерживается тот или иной исследователь, и даже экспериментальной задачи, при которой получены ССП, функциональное значение



ние этих компонентов, т.е. корреляция их с теми или иными психическими процессами, разными авторами определяется по-разному. Естественно, что это создает значительные трудности при обзоре литературы, когда приходится решать вопрос — “являются ли определенные волны ЭЭГ, полученные авторами, поддерживающимися разными парадигм, одним и тем же компонентом ССП” [23, стр. 100].

С позиций системно-эволюционного подхода сама возможность корреляции психических процессов с компонентами ССП не отрицается, но утверждается, что любой экспериментально выделяемый психический процесс является лишь одним из аспектов межсистемных отношений. Поэтому более перспективным, на наш взгляд, является сопоставление ЭЭГ-потенциалов с состоянием систем, обеспечивающих поведенческий акт на определенном отрезке поведенческого континуума [2, 10, 16].

Как показывают исследования, проведенные в рамках системно-эволюционного подхода, позитивные потенциалы отражают извлечение из памяти и активацию большого набора систем, связанных с текущим событием, тогда как развитие негативных потенциалов отражает уменьшение числа активированных систем за счет вытормаживания из этого набора “лишних” систем, не соответствующих конкретной ситуации [10, 16].

Поскольку компоненты *H-1* и *H-2* не только разнесены по времени, но и их амплитуды по-разному зависят от стадии обучения и, как показывают другие авторы, амплитудно-временные характеристики этих компонентов имеют разную зависимость и от других экспериментальных ситуаций [24, 25, 31, 33], постольку можно утверждать, что эти негативные потенциалы отражают конкретизацию двух разных наборов активных систем [см. также 10]. По-видимому, в этих двух наборах представлены системы оппонентных поведенческих актов отчета. Это предположение подтверждается, во-первых, тем, что компоненты *H-1* и *H-2* обязательно имеют место в потенциалах, связанных с ответами в начале альтернативных серий, и в редких случаях эти два компонента одновременно появляются в париетальных ССП в сериях с простым ответом. Во-вторых, оно подтверждается появлением в начальной серии выбора отрицательного эффекта последовательности (особенно это выражено при выборе из 2-х альтернатив). Третьим подтверждением может служить тот факт, что при предъявлении альтернативных пар сигналов “3” и “7” ВР на сигнал “7” значительно больше, чем ВР на другие сигналы в ситуации выбора из 2-х альтернатив, где нет задержанного ответа. Прямая зависимость среднего ВР от числа альтернатив в начале каждой новой серии может быть косвенным показателем того, что в этом временном интервале развиваются отношения между системами, представляющими все оппонентные акты отчета в серии.

Трансформация компонентов *П-2* и *Н-2* в позитивацию между пиками компонентов *Н-1* и *П-3* и увеличение амплитуды *Н-1*, по-видимому, объясняются тем, что некоторые системы, которые активировались во втором наборе и соответствовали развитию компонента *Н-2*, стали активироваться в первом наборе, проявляясь в развитии компонента *Н-1*. Возможно, что некоторые из систем этих двух наборов начинают активироваться до предъявления сигнала, проявляя себя в виде волны ожидания или потенциала готовности (см. рис. 3, Б и [25, рис. 1]). Сокращение в процессе тренировки латенции активации мозговых процессов, связанных с ответом на один из альтернативных сигналов и проявляющихся в негативации ССП, описано в ряде работ [24]. Описаны факты "переноса" активации некоторых систем на более ранние этапы поведенческого континуума в процессе обучения. Так, нейроны систем, связанные с установкой позы, в начале формирования нового двигательного навыка активируются во время движения; при сформированном двигательном навыке эти нейроны начинают активироваться перед движением [36]. При изучении психофизиологической структуры такой деятельности, как печатание предложения, было выявлено, что в процессе тренировки система, связанная с напечатанием первой буквы слова, начинает активироваться вместе с системами напечатания букв предшествующего слова [2]. Ярким примером "переноса" активации целого набора систем на более ранние стадии поведенческого континуума является феноменология условного рефлекса.

Итак, мы считаем, что в процессе многократного выбора ответа из нескольких альтернатив изменяется последовательность активаций систем, что ведет к более совершенным межсистемным отношениям, внешне проявляющимися в более эффективной деятельности. Причем, как видно из рисунка 3, Б, первоначально эти новые межсистемные отношения сформировались во фронтальных и в париетальных структурах одновременно, т.е. имели генерализованный характер, только на тех отрезках поведенческого континуума, где имел место ответ на сигнал "6" после ответа на сигнал "2". В других же случаях (ответ на сигнал "2" и ответ на повторные предъявления сигнала "6"), когда ВР еще оставалось относительно большим и имело тенденцию к сокращению, усовершенствованные межсистемные отношения воспроизводились только во фронтальных отделах. Таким образом, формирование усовершенствованных межсистемных отношений имело генерализованный характер, но инвариантными к ответам на все сигналы стали взаимоотношения только тех систем, активность которых регистрировалась во фронтальных отделах.

При анализе соотношения образа действия и действия в реализующейся деятельности Н.Д.Гордеева и В.П.Зинченко [3] отметили, что образ, сформировавшийся на основе конкретных

действий, обладает известной мерой абстрактности, что позволяет ему быть относительно инвариантным к текущим событиям и более эффективно выполнять роль регулятора по отношению к действию. Отсюда мы предполагаем, что сформировавшиеся при тренировке новые межсистемные отношения, приведшие однажды к эффективной деятельности, фиксируются во взаимодействии систем, активность которых по ЭЭГ показателям наиболее выражено проявляется во фронтальных структурах. Эти межсистемные отношения стали независимыми от многих сформировавшихся их текущих событий и могут рассматриваться как внутреннее отражение заданной инструкции, или ее образ.

Поскольку электроэнцефалографическое проявление образа наиболее выражено во фронтальных областях, мы считаем необходимым еще раз остановиться на феноменологии, связанной с активностью этих областей. С позиций системно-эволюционного подхода фронтальные области в связи с их более поздним фило- и онтогенетическим развитием в значительно большей степени представлены элементами (нейронами) новых систем, по сравнению с другими областями [1]. Доказательством этого положения могут служить следующие факты. Обезьяны с повреждением фронтальных структур в задачах на различение сигналов начинают выполнять только "старые", хорошо заученные в прошлом, поведенческие акты [28, 30]. Известно, что ребенок, у которого фронтальные области еще не достаточно развиты, обладает довольно примитивным вниманием. Он легко отвлекается на любые изменения внешней среды и, как отмечает Джеймс [5], он в большей степени принадлежит внешнему миру, чем себе. С развитием фронтальных областей формируется такая сложная форма внимания, как аперцепция. Поражение фронтальных структур у взрослых сопровождается патологическим усилением произвольных (примитивных) форм внимания [9, 13]. На основании этих данных можно заключить, что активность элементов новых систем в значительно меньшей степени зависит от событий во внешней среде, чем активность элементов старых систем. Если допустить, что во фронтальных структурах преобладают элементы новых систем, которые менее тесно связаны с внешней средой и исполнительными механизмами, чем системы, элементы которых преобладают в париетальных структурах, то можно сделать вывод, что материальным носителем образа являются новые системы в их взаимодействии. Поскольку элементы новых систем локализованы не только во фронтальных структурах, но и во многих других областях мозга [1, 4] то, следовательно, образ имеет обширное представительство по разным мозговым структурам.

На основании наших данных о генерализованном характере формирования тех межсистемных отношений, которые в последующем становятся образом действия, мы можем сказать, что образ формируется не как надстройка над исполнительными

процессами, а он является результатом перестройки взаимоотношения всех систем, вовлеченных в реализацию изучаемой деятельности. Это утверждение полностью согласуется с представлением Я.А. Пономарева о фило- и онотогенезе психического и физиологического [11]. Остается неясным вопрос о том, по каким критериям субъект идентифицирует определенные межсистемные отношения как наиболее совершенные. Возможно, они оцениваются по результатам собственных отчетных действий, но возможно критерием являются сами межсистемные отношения, внутренняя непротиворечивость которых достигается эволюционно выработанным способом. Конечным этапом совершенствования межсистемных отношений можно считать автоматизм, при котором, по-видимому, существует только один вариант реализации действия. Однако, в ситуации выбора действия в зависимости от вероятностных изменений внешней среды автоматизм не наступает. Иными словами, в нашей экспериментальной ситуации образ представлен несколькими вариантами межсистемных отношений, которые сформировались в процессе тренировки. Особенно четко это видно у испытуемого У.В., у которого в ситуации выбора из восьми альтернатив в качестве образа могли развиваться межсистемные отношения, характерные для простых ситуаций и отношения, характерные для первой или для последней серий в альтернативных ситуациях у испытуемых со сформировавшимся навыком. Роль внимания, таким образом, заключается в выборе (селекции) из извлеченного из памяти набора образов только одного образа. Выбранный образ начинает выступать в функции регулятора последовательности активирования систем, которые непосредственно отражают внешние события и прямо связаны с исполнительными механизмами. Нейрофизиологический базис для такой регуляции существует. Так, например, показано, что во фронтальной коре имеются нейроны, активность которых модулирует проведение импульсов в кору через таламические ядра [39]. Высказанное нами предположение находит подтверждение и в других современных психофизиологических исследованиях. Например, Р.Наатанен [33] считает, что значительную роль в поддержании "фокуса селективного внимания" играют фронтальные структуры.

Таким образом, внимание проявляется как способность субъекта выбирать из набора образов, воспроизведенных из памяти при выполнении определенной деятельности такой образ или такие межсистемные отношения, которые однажды обеспечили ему эффективное выполнение этой деятельности.

### Выводы

1. При многократном выполнении проб в задаче на внимание (сенсомоторные ответы в ситуации выбора) данный вид деятельности совершенствуется, т.е. сокращаются ВР в разных ответах и уменьшается количество ошибочных ответов.

2. Совершенствование деятельности всегда наблюдается в тех случаях, когда конфигурация фронтальных ССП, сформировавшаяся при быстром и точном ответе, сохраняется при всех последующих ответах на предъявляемые сигналы.

3. При сопоставлении фронтальных и парietальных ССП наблюдается следующая закономерность: конфигурация, характерная для потенциалов, связанных с быстрым и точным ответом (высокоамплитудный компонент  $H-1$  переходит в высокоамплитудный компонент  $I-3$ ), появляется три первых же таких ответа в серии как во фронтальных, так и в парietальных ССП; в дальнейшем эта конфигурация сохраняется во фронтальных ССП, а в парietальных ССП она варьирует в зависимости от эффективности ответа, но с совершенствованием навыка парietальные ССП становятся снова сходными с фронтальными ССП.

4. Предполагается, что межсистемные отношения, обеспечившие однажды эффективную деятельность, фиксируются во взаимоотношениях новых систем, которые не связаны непосредственно с внешней средой и с исполнительными механизмами, но которые при извлечении из памяти начинают контролировать отношения между системами, непосредственно связанными с внешней средой и с исполнительными механизмами.

#### Литература

1. Александров Ю. И. Психофизиологическое значение активности центральных и периферических нейронов в поведении. — М.: Наука, 1989.
2. Безденежных В. Н., Пашина А. К. Структура ЭЭГ-активности при печатании предложения на пишущей машинке // ЭЭГ и нейрональная активность в психофизиологических исследованиях. — М.: Наука, 1987. — С. 185—197.
3. Гордеева Н. Д., Зинченко В. П. Функциональная структура действия. — М., 1982.
4. Горкин А. Г. Специализация нейронов в обучении // Автореф. ... канд. диссертации. — М., 1988.
5. Джеймс У. Психология. — М.: Педагогика, 1991.
6. Конопкин О. А. Психологические механизмы регуляции деятельности. — М.: Наука, 1980.
7. Линдेल Д. Б. Внимание, сознание, сон и бодрствование // Нейрофизиологические механизмы внимания. — М., 1979. — С. 15—50.
8. Ломов Б. Ф. Методологические и теоретические проблемы психологии. — М.: Наука, 1984.
9. Лурия А. Р. Основы нейропсихологии. — М., 1973.
10. Максимова Н. Е., Александров И. О. Типология медленных потенциалов мозга, нейрональная активность и динамика системной организации поведения // ЭЭГ и нейрональная активность в психофизиологических исследованиях. — М.: Наука, 1987. — С. 44—72.
11. Пономарев Я. А. Психологическое и физиологическое в системе комплексного исследования // Системный подход к психофизиологической проблеме. — М.: Наука, 1982. — С. 5—10.
12. Рубинштейн С. Л. Основы общей психологии. — М., 1948.
13. Хомская Е. Д. Мозг и активация. — М., 1972.

14. Швырков В.Б. О системных основах психофизиологии // Системный подход к психофизиологической проблеме. — М.: Наука, 1982. — С. 10—23.

15. Швырков В.Б. На пути к психофизиологической теории поведения // Психологический журнал. — 1982. — Т. 3, № 2. — С. 70—86.

16. Швырков В.Б. Что такое нейрональная активность и ЭЭГ с позиции системно-эволюционного подхода // ЭЭГ и нейрональная активность в психофизиологических исследованиях. — М.: Наука, 1987. — С. 5—23.

17. Cohen J.D., Dunder K., McClelland J.L. On the control of automatic processes: a parallel distributed processing of the Stroop effect // *Psychological Review*. — 1990. — V. 97, № 3. — P. 332—361.

18. Critchey M. The parietal lobes. London. Edward Arnold. — 1953. — 256 p.

19. Deecke L., Kornhuber H.H., Lang W., Lang M., Schreiber H. Timing function of the frontal cortex in sequential motor and learning tasks // *Human Neurobiology*. — 1985. — V. 4, № 3. — P. 143—154.

20. Donchin E. Surprise.... Surprise? // *Psychophysiology*. — 1981. — V. 18, № 5. — P. 493—513.

21. Fuster J.M. Unit activity in prefrontal cortex during delayed-response performance: neuronal correlates of transient monkey // *Journal of Neurophysiology*. — 1973. — V. 36. — P. 61—78.

22. Fuster J.M. The prefrontal cortex, mediator of cross-temporal contingencies // *Human Neurobiology*. — 1985. — V. 4, № 3. — P. 169—179.

23. Gaillard A.W.K. Problems and paradigms in ERP research // *Biological Psychology*. — 1988. — V. 26. — P. 91—109.

24. Hansen J.C., Hillyard S.A. Temporal dynamics of human auditory selective attention // *Psychophysiology*. — 1988. — V. 25, № 25. — P. 316—329.

25. Ikeda J. Reaction time and early negative components of evoked potentials // *Folia psychiatrica et neurologica Japonica*. — 1973. — V. 27, № 3. — P. 241—256.

26. Jensen A.R. Methodological and statistical techniques for the chronometric study of mental abilities // *Methodological and statistical advances in the study of individual differences* (Eds. Reynolds C.R., Willson V.L.). N.-Y. Plenum. — 1986. P. 51—116.

27. Kojima S., Goldman-Rakic P.S. Delay-related activity of prefrontal neurons in rhesus monkeys performing delayed response // *Brain Research*. — 1982. — V. 248. — P. 43—49.

28. Konorski J. Some hypotheses concerning the functional organization of prefrontal cortex // *Acta Neurobiol. Exp.* — 1972. — V. 32. — P. 595—613.

29. Milner B., Petrides M., Smith M.L. Frontal lobes and the temporal organization of memory // *Human Neurobiology*. — 1985. — V. 4, № 3. — P. 137—142.

30. Mishkin M. Perseveration of central sets after frontal lesions in monkeys // In: *The frontal granular cortex and behavior*. (Eds. Warren J.M. and Akert K). McGraw-Hill. — N.-Y., 1964. — P. 219—241.

31. Naatanen R. Event-related brain potentials in research of cognitive processes — a classification of components // *Knowledge aided information processing* (Eds. E. Van der Meer, J. Hoffman). Elsevier Science Publishers B.V. — 1987. — P. 241—273.

32. Niki H., Watanabe M. Prefrontal and cingulate unit activity during timing behavior in the monkey. // *Brain Research*. — 1979. — V. 171. — P. 213—224.

33. Picton T.W., Campbell K.B., Baribeau-Braun J., Proulx G.B. The neurophysiology of human attention: a tutorial review // *Attention and Performance VII* (Ed. J. Requin). Lawrence Erlbaum associates, Publishers. — Hillsdale; New Jersey, 1978. — P. 429—467.

Posner M.I. Chronometric exploration of mind. Lawrence Erlbaum Assoc. — Hillsdale, 1978.

34. Pribram K.H., Ahumada A., Hartog J., Roos L. A progress report on the neurological processes disturbed by frontal lesion in primates // The frontal granular cortex and behavior. (Eds. Warren J.M., K. Akert). McGraw — Hill Book Company. — N.-Y.; San-Francisco; Toronto; London, 1964. — P. 28—55.

35. Renault B., Fiori N., Giambi S. Latencies of event related potentials as a tool for studying motor processing organization // Biological Psychology. — 1988. — V. 28, № 1, 2, 3. — P. 217—230.

36. Requin J. Toward a psychobiology of preparation for action // Tutorials in Motor Behavior (Eds. Stelmach G.E., J. Requin). — North Holland Publishing Company, 1980. — P. 373—398.

37. Reeve G.T., Proctor R.W. On the advance preparation of discrete response // J. Exp. Psychol. — 1934. — V. 10, № 4. — P. 541—553.

38. Keland P.E. Cortical organization of voluntary behavior in man // Human Neurobiology. — 1985. — V. 4, № 3. — P. 155—167.

Shiffrin R.M., Schneider W. Controlled and automatic human information processing: II. Perceptual learning, automatic attending, and a general theory // Psychological Review. — 1977. — V. 84, № 1. — P. 127—190.

39. Skinner J.E., Yingling C.D. Central gating mechanisms that regulate event — related potentials and behavior // Progress in clinical neurophysiology. V.1. Attention, voluntary contraction and event — related potentials. (Ed. Desmedt I.E.). Basel. — 1977. — P. 70—93.

40. Teichner W.H., Krebs M.J. Laws of visual choice reaction time // Psychological Review. — 1974. — V. 81, № 1. — P. 75—98.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ РАЗВИТИЯ КОГНИТИВНЫХ ФУНКЦИЙ В ОНТОГЕНЕЗЕ

*Т.С.Князева*

Одна из задач диагностики умственного развития состоит в разработке нетрудоемких экспресс-методик, которые были бы чувствительны к динамике такого развития. Как отмечается некоторыми авторами, используемые в практике тесты часто не связаны с содержанием учебного процесса [2]. Возрастающие требования практики в смысле сравнимых наблюдений за развитием и усовершенствованием психодиагностических методов приводят к тому, что в психологическую диагностику включаются методы, являющиеся обычными в лабораторной практике при исследовании познавательных процессов. Любой учебный процесс включает задачи на запоминание, концентрацию внимания, способность к скоростной, точностной и смысловой переработке информации. Поэтому к таким методам могут быть отнесены измерения объема кратковременной памяти, скорость зрительного поиска, скорость логических операций и др. Все эти показатели определяют существенные особенности интеллектуальной деятельности.

Другой важной задачей является накопление эмпирических данных, отражающих динамику процессов переработки информации для разных возрастных групп. Такие данные позволят создать единую картину интеллектуального становления личности. При этом одной из нерешенных проблем является воз-