

АКАДЕМИЯ НАУК СССР  
ИНСТИТУТ ПСИХОЛОГИИ

На правах рукописи

ЛАЗАРЕВ Владимир Владимирович

ОСОБЕННОСТИ МОЗГОВОЙ ОРГАНИЗАЦИИ РАЗЛИЧНЫХ  
ВИДОВ ПСИХИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
(по показателю пространственной синхронизации биопотенциалов)

Специальность 19.00.01 - общая психология

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата психологических наук

Москва - 1977

Работа выполнена в лаборатории нейропсихологии Института  
психологии АН СССР.

Научные руководители:  
доктор психологических наук,  
профессор Е.А.Хомская,  
кандидат медицинских наук  
Н.Б.Свидерская.

Официальные оппоненты: доктор психологических наук,  
профессор А.М.Матвеев,  
кандидат психологических наук  
Л.Д.Чайнова.

Ведущее учреждение: НИИ общей и педагогической психологии АН СССР.

Защита диссертации состоится "30 сентября" 1977г.  
в 14 час. на заседании специализированного совета Д.02.31.01  
по защите диссертаций на соискание ученой степени доктора психологических наук при Институте психологии АН СССР по адресу:  
107076, Москва, ул.Стромынка, 3, Институт психологии АН СССР.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института психологии АН СССР.

Автореферат разослан " " 1977 г.

Ученый секретарь специализированного совета -  
доктор психологических наук Е.А.Булилова

Согласно современной теории системной динамической локализации психических функций любая психическая деятельность обеспечивается мозгом как целостной системой, состоящей из высокодифференцированных участков, каждый из которых является особым звеном, вносящим свой специфический вклад в резуль-тат функционирования всей системы (Л.С. Выготский, 1956, 1960; А.Р. Лурия, 1962, 1973 и др.).

**АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ.** Одной из задач изучения мозговых механизмов, лежащих в основе различных видов психической деятельности, является выявление топографии и характера системного взаимодействия областей мозга, наиболее активных при их осуществлении.

Перспективным способом изучения данной проблемы является использование топографических биоэлектрических показателей, связанных с общими и локальными процессами активации мозга со стороны неспецифических активирующих систем. Высокий уровень развития временных электрофизиологических методов позволяет ставить вопрос о возможности отражения в биоэлектрической активности мозга характера протекающих у человека психических процессов, и наиболее информативными в этом плане могут быть ЭЭГ-паттерны, характеризующие топографию локальных изменений функционального состояния. Их исследование может иметь значение как для изучения мозговых механизмов психической деятельности, так и для анализа ее строения, т. е. для выявления роли определенных психологических факторов, необходимых для ее осуществления.

**ВЫБОР МЕТОДИКИ.** Одним из наиболее перспективных для психологических исследований топографических биоэлектрических

показателей является пространственная (дистантная) синхронизация биопотенциалов (ДСБ), физиологические механизмы и функциональный смысл которой наиболее фундаментально изучались в лаборатории М.Н. Диванова, а также рядом других авторов: О.М. Гриндель, Е.А. Жирмунской, Е.Б. Сологуб, Т.П. Хризмак, К.К. Монаховым и др. Была показана тесная связь ДСБ как с общими, так и с локальными изменениями функционального состояния мозга, что позволяет предполагать возможность выявления с помощью данного показателя особенностей активационных процессов, обусловленных специфичной деятельностью.

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ.** В данной работе, которая является в значительной мере методической, была сделана попытка использовать показатель ДСБ при многоканальной топоскопической регистрации ЭЭГ с целью изучения системной организации биоэлектрических процессов, протекающих во время осуществления некоторых видов двигательной и интеллектуальной деятельности. При этом ставилась задача применения известных нейрофизиологических проб, которые позволяли бы трактовать результаты с позиций теории системной динамической локализации полных функций и рассматривать получаемые ДСБ-паттерны как отражение особенностей мозговой организации соответствующих психических процессов. Поскольку, специальных работ с подобными задачами по данной методике пока не проводилось, одной из целей являлся поиск методических приемов и способов анализа данных, наиболее удобных и информативных для психологического исследования.

**НОВИЗНА РАБОТЫ.** Предложены новые методические приемы использования показателя ДСБ в условиях многоканальной регистрации ЭЭГ для целей психологического исследования системной мозговой организации психических процессов. С их помощью удалось выявить ряд закономерностей в изменениях ДСБ, связанных с особенностями протекания активационных процессов при разных видах деятельности и показавших принципиальную возможность отражения в топографических паттернах биоэлектрической активности характера протекающих у человека психических процессов. Таким образом удалось найти еще одно электрофизиологическое подтверждение теории системной динамической локализации психических функций.

Были выявлены общие медленные и краткосрочные изменения функционального состояния, характеризующие мозг как целое, и локальные медленные и краткосрочные изменения, которые отражают особенности системной мозговой организации и психологической структуры изучавшихся видов деятельности. Общие изменения состоят в повышении уровня активации всего мозга. Медленные локальные изменения функционального состояния заключаются в длительной тонической активации передних областей мозга и особенно их левых "речевых" отделов в экспериментах с интеллектуальными, а также с двигательными заданиями, тренирующими активное произвольное внимание. Это является еще одним электрофизиологическим свидетельством важнейшей роли лобных долей мозга в организации активного целенаправленного поведения и опосредованности по своей психологической структуре интеллектуальной деятельности и произвольного внимания внутренними речевыми процессами.

Локальные характеристики краткосрочных активационных процессов проявляются в относительно большей активации центральных отделов контрольного рабочего руки голушария; в первую очередь активации лобно-височных отделов - выполнения вербальных заданий и теменно-затылочных отделов - во время арифметического счета, причем подобная специализация мозговых зон имеет место не только в левом, но и в правом полушарии, роль которого в реализации интеллектуальной деятельности до последнего времени отрицалась.

**ПРАКТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ РАБОТЫ.** Разработаны методические приемы, позволяющие использовать показатель ДСБ для исследования мозговой организации, психологического строения и нейродинамических механизмов различных видов деятельности, что может внести вклад в дальнейшее развитие теории системной динамической локализации высших психических функций. Они могут также применяться для диагностики функциональных состояний, что имеет в настоящее время большое значение для целого ряда практических задач, встающих перед инженерной, педагогической психологией, психологией спорта и др. Кроме того, данная методика может быть использована в медицине для диагностики очаговых поражений мозга, особенно его неспецифических структур.

ет о связи показателя ДСБ с общими процессами активации мозга. Данный показатель прямо коррелирует также с известным индикатором функционального состояния - временем реакции (Я.А. Васильев, В.Д. Труш, 1975).

Исследования выработка условных рефлексов у животных (Т.М. Ефремова с соавт., 1971, 1973; М.Н. Диванов, 1972, 1973 и др.) и различных видов деятельности у человека (Н.А. Гаврилова, 1973; Е.Б. Сологуб, 1973; Т.П. Хризма, 1973) выявили региональную неоднородность изменений показателя ДСБ, что, по-видимому, связано с пространственной избирательностью активационных процессов.

Анализ кросскорреляционных функций между биопотенциалами различных областей мозга показал, что случайная составляющая УК, изменения которой более непосредственно коррелируют с психологическими и поведенческими феноменами (Е.А. Жиргунская, 1974) обусловлена приток м активирующей импульсации со стороны подкорковых неспецифических структур (О.М. Гринцель, 1966, 1973).

Данные, полученные на больших с локальными поражениями мозга, также свидетельствуют о зависимости пространственной синхронизации биопотенциалов коры от влияния со стороны входящих активирующих механизмов. Поражение подкорковых структур, обеспечивающих такое влияние, приводит к наиболее существенному снижению и нарушению ДСБ в конвексительной коре. Причем, наиболее сильно страдают при поражении соответствующих им структур лобные отделы, наиболее тесно связанные с неспецифическими активирующими системами мозга (В.С. Русинов с соавт., 1972; О.М. Гринцель, 1973; В.В. Лазарев с соавт., 1977 и др.).

В целом анализ литературных данных позволяет сделать вывод о том, что показатель ДСБ является одним из наиболее точных электрофизиологических индикаторов общих и локальных процессов активации мозга и может быть использован для изучения топографич эких особенностей системной мозговой организации различных видов психической деятельности.

АПРОВАЦИЯ РАБОТЫ. Материалы диссертации были доложены на конференции молодых ученых Института психологии АН СССР (Москва, декабрь, 1975 г.) и на международном симпозиуме "Функциональные состояния" (Москва, октябрь, 1976 г.).

Диссертация была апробирована на совместном расширенном заседании лабораторий нейропсихологии и дифференциальной психологии Института психологии АН СССР.

ЦИТИРОВАНИЕ. Основное содержание диссертации опубликовано в 4 печатных работах общим объемом около 2,5 п.л.

СТРУКТУРА ДИССЕРТАЦИИ. Диссертация состоит из краткого введения, пяти глав, заключений, выводов и библиографии, иллюстрирована 38 рисунками.

#### КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Г л а в а I. Пространственная синхронизация биопотенциалов как показатель общих и локальных процессов активации (литературное введение).

В главе на основании анализа литературного материала проводится обоснование выбора показателя ДСБ как наиболее адекватного психологическим задачам исследования. Явление пространственной синхронизации биопотенциалов заключается во взаимосвязанности биоэлектрических процессов, протекающих в пространственно удаленных друг от друга участках мозга. Количественной мерой степени такой взаимосвязанности является коэффициент корреляции (КК).

В лаборатории М.Н. Диванова (1966, 1972) в так называемом "управляемом" эксперименте на животных и человеке было показано, что при высоких значениях КК создаются условия для распространения возбуждения по коре головного мозга. Таким образом, возрастание взаимосвязанности биоэлектрических процессов связано с повышением активации мозга.

Ряд исследований, проведенных на человеке, показал, что при арифметическом счете (М.Н. Диванов с соавт., 1964, 1966), при оптико-гностической, ассоциативной речевой (Е.А. Жиргунская с соавт., 1974) и мнестической деятельности (В.В. Лазарев с соавт., 1977), при выполнении автоматизированных ритмических движений (Е.Б. Сологуб, 1973; Т.П. Хризма, 1973) наблюдается закономерное возрастание значений КК, что свидетельствует

Г л а в а II. Методика.

Глава посвящена подробно изложению методики экспериментов, обоснованию и описанию предлагаемых методов обработки данных.

В работе изучалась пространственная синхронизация биопотенциалов 48 участков мозга при различных видах двигательной и интеллектуальной деятельности. В экспериментах участвовало 53 человека, на которых было поставлено 67 экспериментов.

Условия экспериментов. Электрическая активность мозга регистрировалась монополярно с помощью 50-канального электроэнцефалоскопа конструкции М.Н. Диванова и В.М. Ананьева (1960). На голове испытуемого электроды располагались равномерно от лобного полюса к затылочному восемью дугами по шесть электродов в каждой. Индифферентный электрод помещался на подбородке. Биоселективные данные от 48 пунктов мозга через аналого-цифровой преобразователь вводились непосредственно в ходе эксперимента в цифровую электронно-вычислительную машину "Электроника-100", которая в течение 2-х минут рассчитывала КК между биопотенциалами всех возможных пар отведений за эпоху анализа в 4,5 секунды при частоте опроса 57 Гц (всего  $\frac{48 \times 47}{2} = 1128$  значений КК за одну эпоху анализа) и набивала полученную первичную информацию на перфоленту, которая по окончании эксперимента подвергалась специальной вторичной машинной обработке.

Для контроля за состоянием испытуемого и предотвращения ввода в ЭЭМ артефактных отрезков ЭЭГ велась параллельная запись энцефалограммы от 16 пунктов мозга на чернильнопопущем электроэнцефалографе "ЭЭГУ-16-02".

Длительность одного эксперимента составляла около 1 часа, в течение которого анализировалось до 30 (обычно 20-27) 4,5-секундных отрезков энцефалограммы.

Процедура экспериментов. Было проведено три серии экспериментов. Две - с двигательными заданиями, одна - с интеллектуальными.

В первой "двигательной" серии задания заключались в ритмическом сжимании кисти одной из рук. Задания давались поочередно для разных рук. ЭЭГ регистрировалась во время работы и в отсутствие деятельности в промежутках между выполнением нескольких заданий.

Всего в данной серии было проведено 20 экспериментов на 17 здоровых испытуемых.

Во второй "двигательной" серии испытуемые должны были сжимать кисти рук в ответ на звуковой сигнал с как можно более коротким латентным периодом двигательной реакции. Ввод в ЭЭМ одного 4,5-секундного отрезка ЭЭГ начинался в момент подачи звукового стимула. Фоновая ЭЭГ как и в первой серии регистрировалась в промежутках между группами заданий. До начала выношенных заданий записывалась энцефалограмма при ориентировочной реакции на звуковой стимул до придания ему индуктивной сигнального значения. В данной серии эксперименты проводились на 13 здоровых испытуемых.

В серии экспериментов с интеллектуальной деятельностью испытуемым давались два вида заданий: вербальные и арифметические. Вербальные задания заключались в подборе слов по определенному правилу. Предлагалось придумывать 5-7 слов, имеющих на определенном месте определенную букву или подбирать по три рифмующихся слова к заданному слову-стимулу. Арифметические задания заключались в перемножении в уме двузначных чисел.

Предъявлялось 5-7 заданий одного вида, и при выполнении трех из них в ЭЭМ вводились три 4,5-секундных отрезка ЭЭГ. Затем записывался один отрезок фоновой ЭЭГ в отсутствие деятельности, после чего аналогичным образом регистрировалась энцефалограмма при выполнении заданий другого вида. В течение одного эксперимента такие чередования выполнения двух групп заданий с промежутками спокойного бодрствования между ними повторялись трижды. Всего в "интеллектуальной" серии было проведено 34 эксперимента на 24 здоровых испытуемых.

Способы анализа первичной информации. В течение одного эксперимента на ЭЭМ подсчитывалось порядка 20-30 тысяч значе- ний КК. Подобный объем информации нуждался в разработке специальных достаточно простых методов вторичного анализа, которые могли бы представить данные в более удобном для симуль- тантного обозрения виде, и в то же время сохранить наиболее важную информацию о специфике поведения показателя в разных участках мозга в зависимости от характера деятельности.

Рассмотрение работ других авторов и предварительный анализ собственного материала показал, что для каждого отдельно-

Более стабильный характер имеет пространственное распределение корреляционных связей. Здесь на первый план выступает обратная зависимость значений КК от межэлектродного расстояния. Наибольшее число высоких корреляций приходится на центральные области мозга. При этом полюс максимальных значений показателя сдвинут в большинстве случаев в заднелобную область. Можно предположить, что подобное преобладание передне-центральных областей в значительной мере обусловлено тесными связями лобных и центральных отделов мозга с восходящими активизирующими механизмами (О.М.Гриндель, 1966 и др.).

Известно, что изменения функционального состояния во время деятельности выражаются в медленных глобальных сдвигах общего уровня активации мозга и в более краткосрочных, в большей степени связанных с конкретным характером выполняемой работы и отражающих более тонкую топографическую специфику мозговой организации соответствующих психических процессов. Кроме того, существуют исходные функциональные состояния, на фоне которых развиваются и медленные, и краткосрочные изменения (Е.Д.Хомская, 1972, 1976).

В данной работе, благодаря регистрации фоновой ЭЭГ в промежутках между выполнением заданий, удалось в какой-то мере отделить эти два типа изменений друг от друга. Выяснилось, что как те, так и другие наряду с общемозговыми имеют локальные характеристики, обусловленные особенностями деятельности.

Упомянутое выше преобладание по показателю ДСБ передних отделов мозга над задними наиболее четко выражено при интеллектуальной деятельности, как и посредственно в момент выполнения заданий, так и в промежутках между ними. Хорошо выражено такое доминирование и во второй "двигательной" серии, где выполнение заданий требовало от испытуемых активного произвольного внимания.

Отмеченная картина обусловлена, по-видимому, особой ролью "обных долей" мозга в обеспечении целенаправленного характера деятельности, ее программирования, регуляции и контроля (А.Р.Дурин, 1962, 1966, 1973). Полученные результаты показывают, что активация не только отделов мозга в связи с деятельностью носит длительный тонический характер и связана с поддержанием высокого уровня активности испытуемого.

го пункта мозга одной из наиболее информативных характеристик уровня локальной активации может служить количество отведений, с которыми данное отведение дает КК биопотенциалов равные или выше 0,7. Такое число "высоких" парных корреляций выразилось в процентах от всех возможных для одного отведения (от 47) и принималось за показатель степени территориальной вовлеченности его биоэлектрической активности в синхронную деятельность его биоэлектрическими окружающими пунктами мозга. Получаемые таким образом цифры затем усреднились в пределах одного эксперимента по всем 4,5-секундным отрезкам отведений для фоновой ЭЭГ и для всех отрезков ЭЭГ, соответствующих выполнению одного из видов заданий. Для выявления региональных закономерностей вычислялся также средний процент высоких корреляций для отдельных "полушар" -- трех отведений, приходящих в каждой электродной дуге на одно полушарие.

"Специфические" для разных видов деятельности путем вычитания из значений показателя при одном из видов деятельности значения при другом. Отведения, которым соответствовали максимальные из полученных чисел считались "специфическими" для первого вида деятельности, минимальные -- для второго.

Полученные результаты в разных сериях экспериментов разбивались на группы на основании выделенных общих закономерностей, а по группам проводилось усреднение данных. Стыкочная достоверность полученных качественных различий проверялась по критерию Вилкоксона (Е.Ю.Артемьева, Е.М.Мартынов, 1975).

Г л а в а III. Медленные изменения функционального состояния мозга (ДСБ фоновой ЭЭГ).

В фоне обнаруживаются значительные вариации общего уровня ДСБ у разных испытуемых и даже у одних и тех же испытуемых в разные экспериментальные дни. Процент высоких корреляций от всех возможных пар отведений колеблется в разных экспериментах от 5,3% до 44,5% в фоновых ЭЭГ первой "двигательной" серии, от 6% до 40% во второй "двигательной" серии и от 6,7% до 55,8% в серии экспериментов с интеллектуальными заданиями. Соответственно в среднем для всех экспериментов разных серий эти цифры составляют 24,1% в первой "двигательной", 22,6% во второй "двигательной" и 25,6% в "интеллектуальной" серии.

ческой активацией зон, наиболее важных для реализации соответствующих выполняемых заданий психических процессов.

Г л а в а IV. Особенности изменений функционального состояния мозга во время произвольной двигательной деятельности.

При простом ритмическом сжимании в произвольном темпе кистей рук в целом наблюдается некоторое возрастание общего уровня ДСБ в среднем по всем экспериментам от 24,1% высоких корреляций в фазе до 25,2% при сжимании правой и до 26,4% при сжимании левой руки. Невысокий прирост числа высоких корреляций видимо обусловлен тем, что такие достаточно простые задания, как ритмическое сжимание кистей рук не требуют от испытуемых высокого напряжения, и их выполнение протекает на достаточно высоком уровне функционального состояния. При этом в большей части случаев повышение количества высоких корреляций наблюдается не во всех областях, а чаще всего в центральных отделах мозга (имеются в виду обширные области от заднебоковых до переднебоковых отделов), включающих в себя сенсомоторную кору коркового представительства двигательного анализатора. При этом в пределах указанных областей проявляется контрлатеральный характер организации двигательных актов: "активные" зоны преимущественно располагаются в центральных отделах контрлатерального работающей руке полушария. Таким образом, на фоне часто значительных общих изменений ДСБ при ритмической работе руками показатель отражает локальные процессы активации мозга, связанные с мозговой организацией двигательных актов.

По-разному изменяется общий уровень ДСБ при работе разными руками. В большей части экспериментов (в 13 из 20) более существенное возрастание числа высоких корреляций наблюдается при работе левой рукой. По-видимому, показатель ДСБ в данном случае улавливает такие тонкие градации функционального состояния, которые зависят от степени привичности или автоматизированности двигательных актов: меньшая привичность для правой работы левой рукой даже при выполнении самых простых ритмических заданий, видимо, требует от испытуемых больших усилий, чем работа правой рукой.

В целом, основные топографические соотношения значений показателя, происходящие в промежутках между выполнением заданий, сохраняются и в момент деятельности, и уже на их фоне ра-

Влияние характера деятельности на картину распределения наиболее активных по показателю ДСБ зон мозга особенно хорошо выявляется при рассмотрении межполушарных соотношений. Здесь видна более высокая тоническая активация областей, принимающих наиболее важное участие в реализации соответствующих видов деятельности.

В большинстве экспериментов с выполнением интеллектуальных заданий в пределах зон кпереди от центральной борозды наблюдается четкое преобладание по показателю ДСБ левого полушария над правым. Это может быть обусловлено важнейшей ролью внутренней речи в интеллектуальной деятельности (Л.С. Выготский, 1956, 1960; А.Р. Лурия, 1962; А.Н. Соколов, 1963 и др.), поскольку лобно-височные отделы левого полушария, как известно, являются у правшей мозговым субстратом речевых функций (А.Р. Лурия, 1947, 1962 и др.).

Подобная же картина доминирования передних отделов левого полушария, хотя и менее ярко выраженная, имеет место и при двигательной деятельности, требующей активного произвольного внимания. Это еще раз свидетельствует о важном вкладе речевых зон мозга в поддержание активного произвольного внимания, об опосредованности по своей психологической структуре произвольного внимания процессами внутренней речи (Л.С. Выготский, 1956, 1960; А.Р. Лурия, 1962, 1973; Е.Д. Жомская, 1956, 1972 и др.).

В то же время при простых ритмических движениях, не требующих от испытуемых высокой произвольной активности, выраженного доминирования левого полушария не наблюдается. Напротив, имеется тенденция к более высокой активации правого полушария. В отличие от областей, расположенных кпереди от центральной борозды, в задних отделах мозга закономерным является доминирование правого полушария в постцентрально-теменных областях, что требует специального экспериментального исследования.

Таким образом, в фоновой картине ДСБ в промежутках между выполнением заданий отражаются медленные сдвиги уровня функционального состояния мозга. Они включают в себя общемозговые и локальные процессы активации, связанные с избирательной тони-

I) все испытуемые отнесли себя к правшам.

Обнаруживается разница между уровнем ДСБ в левом и правом полушариях при работе разными руками. Если в левом полушарии он приблизительно один и тот же, то в правом полушарии сжатие левой руки вызывает большее повышение числа высокочастотных корреляций, чем сжатие правой руки. Это означает, что при работе одной рукой относительно в большей степени активируется контралатеральное полушарие.

В целом сравнение результатов двух серий "двигательных" экспериментов показывает, что различия между ними в основном заключаются в количественных характеристиках общего уровня ДСБ и топографических характеристиках медленных глобальных сдвигов функционального состояния, что, по-видимому, обусловлено необходимостью поддержания активного произвольного внимания испытуемых во второй серии.

Г л а в а У. Особенности изменений функционального состояния мозга во время интеллектуальной деятельности.

Интеллектуальная деятельность ведет в целом к возрастанию общего уровня взаимосвязанности биоэлектрических процессов.

При выполнении вербальных заданий в среднем по всем экспериментам количество высокочастотных корреляций увеличивается с 25,6% в фоне до 28,7% в момент деятельности. Однако, возрастание имеет место не во всех, а в 21 случае, где уровень ДСБ повышается в среднем с 27% высокочастотных корреляций в фоне до 33,7% при выполнении вербальных заданий. В 13 экспериментах наблюдается снижение числа высокочастотных корреляций с 24,5% до 21,8%.

Возрастание значений используемого показателя в большинстве экспериментов отражает повышение функционального состояния мозга во время деятельности, протекающее за счет краткосрочных активационных процессов.

При счете пространственная синхронизация возрастает в среднем в большей степени, чем при выполнении вербальных заданий, до 31,3%. Увеличение уровня ДСБ наблюдается как в группе с повышением значений показателя при вербальной деятельности, так и в группе с их снижением. В первой группе высокочастотных корреляций при выполнении арифметических заданий доходит до 34,8%, во второй - 26,7%. Однако, и при этом виде заданий встречаются случаи (8 экспериментов), в которых уровень

стимулируются более специфические краткосрочные процессы активности. Сохранение таких соотношений свидетельствует в пользу того, что медленные изменения функционального состояния мозга обусловлены характером деятельности. Это ярко проявляется в том, что в фоне и при деятельности относительно преобладающим по усредненным для всех отведений целых полушарий показателям оказывается полушарие, контралатеральное руке, работа которой связана с более высоким общим уровнем ДСБ по всему мозгу. Так, если в экспериментах, где такой рукой оказывается левая, отчетливо и повсеместно доминирует правое полушарие, то в меньшей частоте экспериментов, в которых более высокий уровень ДСБ наблюдается при работе правой рукой, доминирование правого полушария выражено слабо и не во всех областях.

Наиболее тонко характерные особенности топографической организации двигательных актов выявляются при выделении "специфических" частей мозга (см. главу II). Такие поля концентрируются в полушарии, контралатеральном рабочей руке. При этом подобная картина четко проявляется практически в каждом отдельном эксперименте. Таким образом, результаты первой "двигательной" серии показывают, что применение показателя ДСБ при специальных методах вторичного анализа материала может выявлять особенности мозговой организации конкретных видов деятельности.

Во второй "двигательной" серии экспериментов, где испытуемые должны были быстро реагировать сжатием руки в ответ на звуковой стимул, наблюдается существенный рост количества высокочастотных корреляций с 22,6% в фоне до 36% при сжатии правой и до 38% при сжатии левой руки, гораздо более значительный, чем при действии тех же звуковых раздражителей, не имеющих сигнального значения до 26%. И здесь левая рука вызывает более значительное возрастание ДСБ.

Пространственное распределение высокочастотных корреляций, характерное для фона, во время выполнения заданий в целом не меняется - сохраняется доминирование передне-центральных отделов мозга и левого полушария над правым в областях кпереди от центральной борозды. Тем не менее на фоне общего подъема уровня ДСБ заметен некоторый преимущественный рост значений показателя в центральных отделах мозга.



участием в ее реализации речевых зон левого полушария, особо связана с функционированием задних ассоциативных теменно-затылочных зон левого полушария, участвующих в осуществлении различных пространственных и квазипространственных синтезов (А.Р.Лурия, 1962, 1973, А.Р.Лурия, П.С.Цветкова, 1966). О роли симметричных отделов правого полушария в нейропсихологии известно очень мало, но нельзя отрицать и их участие в изучавшихся видах интеллектуальной деятельности (А.Р.Лурия, Э.Г. Смирницкая, 1975; Н.Н.Трауготт, 1976 и др.).

Выявленное распределение "специфических" полей, по-видимому, связано с преимущественной активацией указанных областей мозга при выполнении соответствующих видов заданий. Таким образом, полученные результаты согласуются с нейропсихологическими представлениями, электрофизиологически подтверждают их и выявляют новые особенности специализации передних и задних отделов правого полушария при реализации вербальной и арифметической деятельности, подобные специализации симметричных отделов левого полушария. Это еще раз свидетельствует об определенной роли правого полушария в обеспечении процессов связанных с интеллектуальной деятельностью.

Если в сагитальном направлении наблюдается четкое разграничение полей, "специфических" для выполнения вербальных и арифметических заданий, то в межполушарном их распределении таких закономерностей выявить не удается. Однако здесь выявляется другая тенденция: левое полушарие в большей степени активизируется тем видом деятельности, который вызывает более значительное общее повышение уровня ДСБ. Подобная зависимость, по-видимому, отражает то, что оба вида заданий, требующих интеллектуальной, опосредованной речевыми процессами деятельности, адресуются преимущественно к левому, "речевому" полушарию; и те из них, которые связаны с более высоким интеллектуальным напряжением, в большей степени активизируют это полушарие.

#### В ы в о д ы

1. Разработаны новые методические приемы использования показателя ДСБ для целей психологического исследования системной мозговой организации различных видов деятельности (оценка числа "высоких" коррелирующий как показателя уровня ло-

ДСБ при счете ниже фонового, причем в 6 случаях такое понижение совпадает с понижением значений показателя и при вербальной деятельности.

Более значительное возрастание числа высоких коррелирующей при счете по сравнению с вербальной деятельностью наблюдается в 17 экспериментах (в то время как обратное соотношение наблюдается лишь в 7 случаях) и обычно сочетается с более длительным временем выполнения арифметических заданий. По-видимому, это связано с большей субъективной трудностью арифметического счета, требующей более высокого функционального состояния мозга.

Как и при выполнении двигательных заданий, основные топграфические соотношения, наблюдающиеся в фоне, сохраняются и непосредственно во время интеллектуальной деятельности. По уровню ДСБ в большей части экспериментов продолжают доминировать передне-центральные области и в пределах этих областей - левое полушарие над правым. Это еще раз говорит, что повышенная тоническая активация лобных долей мозга и речевых зон левого полушария при выполнении вербальных и арифметических заданий обусловлена произвольным характером деятельности, требующим повышения функционального состояния этих отделов мозга.

Дополно описанных выше изменений функционального состояния, общих для выполненных и вербальных и арифметических заданий, удалось выявить некоторые локальные изменения, отражающие преимущественную активацию зон мозга, принимающих особенно активное участие в реализации одного из видов интеллектуальной деятельности. Сравнение значений показателя при выполнении разных видов заданий между собой (см. главу II) позволило выделить "специфические" поля мозга, которые для вербальной деятельности сосредоточиваются преимущественно кпереди от центральной борозды, а для счета - кзади от нее. Видимо в этом отражаются топографические особенности мозговой организации соответствующих психических процессов.

Согласно нейропсихологическим данным, полученным на клиническом материале, задания на анализ звукового состава словесного материала, подобные предлагаемым в данной работе, адресуются преимущественно к лобно-височным отделам левого доминантного полушария (А.Р.Лурия, 1947, 1962, 1973). С другой стороны, арифметическая деятельность, наряду с активным

А. При двигательной деятельности в большей мере активируются центральные области полушария, контрлатерального рабочей руки.

Б. При вербальной интеллектуальной деятельности наблюдается относительно более высокая активация областей мозга, расположенных впереди от центральной борозды, а при арифметической деятельности -зади от нее.

6. Повышенная активация "речевых" зон левого полушария при осуществлении интеллектуальной деятельности является одним из электрофизиологических свидетельств опосредованности интеллектуальных процессов внутренней речью.

Активация "речевых" зон при выполнении движений в ответ на сигнальный стимул говорит об участии речевых процессов в регуляции произвольной двигательной деятельности, требующей постоянного напряжения произвольного внимания.

Таким образом, использование показателя ЛСБ при изучении интеллектуальной и двигательной деятельности позволяет уточнить их психологическую структуру.

Солеги зние диссертации отражено в следующих работах.

1. Изменения пространственной синхронизации биопотенциалов при различных видах интеллектуальной деятельности. Физиология человека, том 3, № 2, 1977 (совместно с Н.Е.Свидерской и Е.Д.Хомской).

2. Дистантная синхронизация биопотенциалов при выполнении произвольных движений. В сб. "Психологические исследования вып.7". М., Изд-во МГУ, 1977 (совместно с Н.Е.Свидерской и Е.Д.Хомско..).

3. Пространственная синхронизация корковых биопотенциалов при интеллектуальном напряжении в ноге и у больных с локальными поражениями мозга. В сб. "Проблемы нейропсихологии". М., "Наука", 1977 (совместно с Н.Е.Свидерской и Е.Д.Хомской).

4. Изменения пространственной синхронизации биопотенциалов при выполнении вербальных и арифметических операций. Материалы У съезда Общества психологов СССР. М., 1977 (совместно с Н.Е.Свидерской и Е.Д.Хомской).

5. Особенности изменений функционального состояния мозга

альной активации, выделение полей мозга, "специфических" для выполнения разных видов заданий).

2. Все изучавшиеся виды деятельности сопровождаются, как правило, общим повышением функционального состояния мозга как целого, которое заключается в медленных сдвигах уровня его активации и в краткосрочных активационных процессах.

3. Оба вида процессов активации имеют локальные характеристики, обусловленные особенностями мозговой организации и психологической структурой деятельности.

4. Локальные характеристики медленных изменений функционального состояния мозга отражают длительную тоническую активацию областей, наиболее важных для реализации соответствующих видов деятельности.

А. При интеллектуальной деятельности, а также при произвольных движениях, требующих активного произвольного внимания, преимущественно активируются передне-центральные отделы мозга, а в их пределах - левое, доминирующее у правшей по речевой функции полушарие.

Б. При простых ритмических произвольных движениях, не требующих постоянного напряжения внимания, имеется тенденция к более высокой активации правого полушария.

В. Во всех сферах экспериментов как в фоне, так и во время деятельности в постцентральном-переднетеменном областях доминирует по уровню активации правое полушарие.

5. Краткосрочные изменения функционального состояния, протекающие непосредственно во время деятельности, заключаются в тонких градации уровня активации мозга: выполнение более трудных арифметических заданий приводит в среднем к более существенному повышению функционального состояния по сравнению с более легкими вербальными заданиями. Аналогичным образом менее правичная и автоматизированная у правшей работа левой рукой сопровождается более значительной активацией мозга, чем работа правой рукой.

Локальные характеристики краткосрочных процессов активации обнаруживают более тонкую специфику мозговой организации конкретных видов деятельности.

при различных видах деятельности (по показателю дистантной синхронизации биопотенциалов). В сб. "Психофизиология функциональных состояний". Будапешт, Изд-во Венгерской Академии наук, в печати (на английском языке).

6. Дистантная синхронизация биопотенциалов при различных видах деятельности. Материалы IX международного конгресса по электроэнцефалографии и клинической нейрофизиологии. Амстердам, сентябрь 1977, в печати (совместно с Н.Е. Свидерской и Е.Д. Хомской) (на английском языке).

7. Изменения функционального состояния мозга при двигательной и интеллектуальной деятельности по показателю пространственной синхронизации биопотенциалов. В уч. пособии "Психологические аспекты деятельности человека". М., в печати.