

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ  
ИМ. М.В. ЛОМОНОСОВА**

**ФАКУЛЬТЕТ ПСИХОЛОГИИ**

*На правах рукописи*

**Лапшина Татьяна Николаевна**

**ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ  
ДИАГНОСТИКА ЭМОЦИЙ ЧЕЛОВЕКА  
ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ЭЭГ**

Специальность 19.00.02 - Психофизиология  
(психологические науки)

Диссертация  
на соискание ученой степени  
кандидата психологических наук

Научный руководитель-  
доктор психологических наук, профессор  
Черноризов Александр Михайлович

Москва - 2007

# Оглавление

<b>ОГЛАВЛЕНИЕ</b> .....	<b>2</b>
<b>ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СОКРАЩЕНИЯ</b> .....	<b>4</b>
<b>1. ВВЕДЕНИЕ</b> .....	<b>5</b>
1.1. Положения выносимые на защиту .....	11
1.2. Научная новизна .....	11
1.3. Теоретическая значимость.....	12
1.4. Практическая значимость .....	12
<b>2. МНОГООБРАЗИЕ ЭМОЦИОНАЛЬНЫХ ЯВЛЕНИЙ И КЛАССИФИКАЦИИ ЭМОЦИЙ</b> 13	
<b>3. НЕЙРОАТОМИЯ ЭМОЦИЙ</b> .....	<b>20</b>
3.1. Лимбическая система.....	20
3.2. Миндалины.....	22
3.3. Гиппокамп .....	24
3.4. Поясная извилина .....	25
3.5. Гипоталамус .....	25
3.6. Средний мозг .....	27
3.7. Лобные доли .....	28
3.8. Современное представление о «кругах эмоций» .....	29
<b>4. ПРОБЛЕМА ОБЪЕКТИВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭМОЦИЙ</b> .....	<b>31</b>
4.1. Объективные показатели эмоций в экспериментальной психологии .....	31
4.2. Физиологические показатели эмоций .....	35
4.2.1. Реакции вегетативной нервной системы и эмоции .....	35
4.2.2. Исследования изменений ЭЭГ при различных эмоциональных состояниях .....	39
<b>5. МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ</b> .....	<b>53</b>
<b>6. ПИЛОТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ. ПОИСК ПОЛОС СПЕКТРА ЭЭГ, НАИБОЛЕЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ К ЗНАКУ И ИНТЕНСИВНОСТИ ЭМОЦИОНАЛЬНЫХ РЕАКЦИЙ.</b> .....	<b>55</b>
6.1. Задачи пилотного исследования .....	55
6.2. Методика исследования .....	56
6.2.1. Испытуемые .....	57
6.2.2. Психофизическая серия.....	57
6.2.3. Психофизиологическая серия.....	59
6.3. Результаты исследования.....	61
6.3.1. Результаты психофизической серии.....	61
6.3.2. Результаты психофизиологической серии.....	66
6.4. Обсуждение результатов пилотного исследования.....	71

<b>7. ВЫДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭЭГ, НАИБОЛЕЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ К ЗНАКУ ЭМОЦИОНАЛЬНЫХ РЕАКЦИЙ.....</b>	<b>75</b>
7.1. ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ .....	75
7.2. МЕТОДИКА .....	76
7.2.1. <i>Испытуемые</i> .....	76
7.2.2. <i>Стимульный материал</i> .....	76
7.2.3. <i>Условия регистрации и оборудование</i> .....	77
7.2.4. <i>Экспериментальная ситуация</i> .....	77
7.2.5. <i>Обработка результатов</i> .....	78
7.3. РЕЗУЛЬТАТЫ.....	82
7.3.1. <i>Анализ показателей активности вегетативной нервной системы</i> .....	82
7.3.2. <i>Анализ мозговой активности: вызванные потенциалы</i> .....	85
7.3.3. <i>Анализ мозговой активности испытуемых во время эмоциональных реакций:</i> <i>метод дипольной локализации</i> .....	91
7.3.4. <i>Анализ мозговой активности испытуемых во время эмоциональных реакций:</i> <i>мощность спектра</i> .....	95
<b>8. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ .....</b>	<b>106</b>
<b>9. ВЫВОДЫ.....</b>	<b>111</b>
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ И ЦИТИРУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....</b>	<b>112</b>

## **Используемые сокращения**

FACS - Facial Action Coding System

FAST - Facial Affect Scoring Technique

ВТА – вентральная тегментальная область

ВНС – вегетативная нервная система

ВП – вызванный потенциал

ВР – вариативность размаха

КГР – кожно-гальваническая реакция

КД – коэффициент дипольности

ММШ – многомерное математическое шкалирование

МО – математическое ожидание

ОФК, OFC – орбито-фронтальная кора

ПЭТ – позитронно-эмиссионная томография

СКО – среднее квадратическое отклонение

фМРТ – функциональная магнитно-резонансная томография

ФПГ - фотоплетизмограмма

ЦНС – центральная нервная система

ЧСС – частота сердечных сокращений

ЭАК – электрическая активность кожи

ЭКГ - электрокардиограмма

ЭЭГ – электроэнцефалограмма

# 1. Введение

Эмоции, по определению Симонова П. В. (1981), представляют собой особый класс психических процессов и состояний, связанных с потребностями и мотивами, отражающих в форме непосредственных субъективных переживаний (удовлетворения, радости, страха и т. д.) значимость действующих на индивида явлений и ситуаций. В таком понимании эмоции сопровождают практически любые проявления жизненной активности человека, служат одним из главных механизмов внутренней регуляции психической деятельности и поведения, направленных на удовлетворение потребностей. Эмоции влияют на эффективность когнитивных процессов, физическое самочувствие и деятельность человека в целом. Поэтому изучение эмоций имеет большое практическое и научное значение.

Игнорирование психологами и физиологами проблемы эмоций в течение длительного периода, по мнению ряда авторов (Antonio S. Damasio, 1998; Richard J. Davidson, 2003), является основным препятствием на пути целостного понимания человеческой психики и делает принципиально неразрешимой психофизиологическую проблему. Подобное избегание «неоднозначной» тематики аффективных процессов в когнитивной науке берет свое начало в посткартезианской и посткантианской философии, принципиально противопоставлявшей интеллект и аффект, эмоции и познание. Сегодня ситуация сильно изменяется благодаря появлению новых фактов. В настоящий момент все больше данных (Cacioppo, J. T., Gardner, W. L., 1999) говорит в пользу взаимного влияния когнитивных и эмоциональных процессов, появляются новые понятия, такие как, например, «эмоциональный интеллект». Возрождение интереса ученых к проблемам эмоций отражается не только в росте количества работ, посвященных этой тематике, но и в появлении новых учебных курсов, касающихся «аффективной нейронауки» (термин ввёл Richard J. Davidson, 1993, 2003).

Но, несмотря на расцвет «аффективной психофизиологии», до сих пор не существует однозначных данных, позволяющих достоверно установить знак и интенсивность возникающего у человека эмоционального переживания.

В психологии для индикации и диагностики эмоций используется анализ самоотчёта испытуемых, фиксацию выразительных движений, изменения результативности деятельности. В психофизиологии традиционно эмоции изучались в связи с показателями активности вегетативной нервной системы (ВНС) такими, как кожно-гальваническая реакция (КГР), электрокардиограмма (ЭКГ), плетизмограмма. Тем не менее, вегетативные показатели имеют ряд недостатков (Cacioppo J. T., Gardner W. L., 1999; Damasio A.S., 1998; Аракелов Г. Г., Шотт Е., 1998):

1. они слишком медленно протекают, а эмоциональное реагирование может осуществляться в мгновения;
2. слишком тесно связаны с функциональным состоянием и могут изменяться неспецифично для эмоций;
3. неспецифичны в отношении стимулов и задач;
4. подвержены влиянию большого количества факторов, в том числе метаболических процессов. Поэтому в последнее время для изучения эмоций все больше исследователей обращаются к использованию электроэнцефалограммы (ЭЭГ). Применительно к динамичным эмоциональным процессам ЭЭГ имеет преимущество даже перед такими современными методами, как функциональная магнитно-резонансная томография (фМРТ) и позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ), в основном, благодаря хорошему временному разрешению (Cacioppo, J. T., Gardner, W. L., 1999). Среди этих работ, посвященных изучению эмоций и выделению показателей переживаемых эмоций в ЭЭГ, можно выделить два основных методических подхода:

1. Первый основан на анализе изменений компонентов вызванных потенциалов (ВП) при предъявлении стимулов (Herrmann M.J. et al., 2002,

Костандов Э.А., Арзуманов Ю.Л., 1985; Русалова М.Н., 1987). В качестве стимуляции в подобных исследованиях обычно используют воздействия разных модальностей. Изучение эмоций облегчилось в последние годы благодаря развитию стандартизованных стимульных материалов и процедур, вызывающих эмоции, и эта область все ещё активно разрабатывается в последние годы. Наибольшие достижения заметны в создании наборов стимулов, состоящих из картинок, фильмов, звуков, слов и рассказов, выражений и социальных ситуаций. Тем не менее, результаты проведенных исследований оказались неоднозначными и во многом определялись не фактором развития эмоциональной реакции, а условиями проведения экспериментов (Ильюченко И.Р., 1996).

2. Другим подходом к исследованию стал анализ спектральных и когерентных характеристик ЭЭГ при выполнении испытуемыми различных заданий, связанных с эмоциональными переживаниями (Aftanas L.I., Pavlov S.V., 2005; Gemignani et al., 2000; Hinrichs H., Machleidt W., 1992). Изменения этих показателей при возникновении эмоций выявлены в разных частотных диапазонах, но чаще всего в альфа-диапазоне. Как правило, это снижение мощности альфа-ритма (Ahern G.L., Schwarts G.E., 1986). Описаны как двусторонняя, так и асимметричная активация полушарий при возникновении эмоций разного знака: в некоторых исследованиях показана лишь статистическая тенденция к левополушарной активации в центральной и теменной областях в случае положительных переживаний (Collet L., Duclaux R., 1987).

Несмотря на достаточно большой объем накопленного фактического материала, касающегося изменений ЭЭГ человека при возникновении эмоций, полученные данные часто трудно интерпретировать прежде всего из-за необходимости отличать эти изменения от сходных, возникающих при неэмоциональных нагрузках. Особенно задача не проста в случае предъявления достаточно сложных эмоциогенных заданий, включающих когнитивные компоненты, играющие подчас наиболее существенную роль.

Как подчёркивалось многими авторами: как физиологами, так и общими психологами (Davidson, R.J., 2003; Ekman P., 1999; Лурия А.Р., 2002; Симонов П.В., 1981), эмоциональные проявления носят сложный комплексный характер. Лацарус Р.С. (Lazarus R.S., 1991) пишет, что эмоция – это сложный психический феномен, который включает, как минимум, три компонента:

- 1) переживаемое или даже осознаваемое чувство – это субъективная феноменология эмоций;
- 2) процессы, происходящие в эндокринной и вегетативной нервной системе организма – это висцеральная феноменология эмоций, а также экспрессия эмоций, интонация, жесты, позы – это поведенческая феноменология эмоций;
- 3) центральная феноменология эмоций – изменение работы центральной нервной системы, активности мозга.

Поиск объективных диагностических критериев предполагает анализ всех трех компонентов эмоций, что невозможно без применения методов комплексной оценки субъективных и объективных показателей. Согласно литературным данным, методы наблюдения и самоотчета недостаточно эффективны для оценки эмоционального состояния субъекта, так как подвержены влиянию многих дополнительных факторов. Методы регистрации вегетативных показателей позволяют получить объективную характеристику эмоционального состояния. Но, к сожалению, эти показатели не дают возможности оценить такой показатель как знак эмоции, некоторые из них оказываются неэффективными и при определении интенсивности эмоциональной реакции. Данные же, касающиеся проявления знака и интенсивности эмоций в ЭЭГ человека противоречивы, но, тем не менее, свободны от социальных установок (как сугубо психологические методы) и влияния физической нагрузки (как



вегетативные показатели). Основную проблему предыдущих исследований эмоций в рамках психофизиологии и neuroscience мы видим в фокусировке исследователей исключительно на исследовании центральной феноменологии эмоций, в отрыве её от субъективной психологической и висцеральной феноменологии. Поэтому *предметом* нашего исследования стали проявления эмоциональных реакций в электроэнцефалограмме (ЭЭГ) человека, при использовании психологических данных и показателей работы вегетативной нервной системы с целью облегчения интерпретации результатов исследования.

Основными целями исследования были:

1. поиск и изучение надежных электроэнцефалографических показателей в ответ на стимуляцию визуальными изображениями различной по знаку эмоциональной окраски;
2. изучение связи этих показателей с субъективным переживанием эмоции и показателями работы вегетативной нервной системы.

Необходимость нашей работы продиктована, с одной стороны, несомненной практической значимостью выделения объективных психофизиологических индикаторов знака эмоций, с другой – неопределённостью и противоречивостью полученных в этой области данных.

На их основе мы сформулировали *гипотезу*, которая состоит в том, что объективным показателем знака эмоциональной реакции человека может служить совокупный показатель, включающий характеристики вызванного потенциала в сочетании со спектральными характеристиками ЭЭГ.

В связи с данной гипотезой и литературными данными, нам был наиболее интересен компонент N170 в ВП. Ряд авторов предполагает связь ранних негативных компонентов ВП (Campanella S. et al., 2004, Соколов Е.Н., 2003) именно с эмоциональным реагированием на стимуляцию, в то время как более ранние компоненты связывают с работой сенсорных

систем, а поздние – с решением когнитивных задач. Поздние компоненты, такие как P300 отражают не столько эмоциональную реакцию, сколько участвуют в различении переживаемых или воспринимаемых эмоций (Campanella S. et al., 2000).

Среди всех ритмов ЭЭГ наиболее вероятно отражение знака эмоционального реагирования в альфа-, бета- и тета-ритме. Наличие изменений в тета-ритме мы предполагаем согласно данным, касающимся участия гиппокампального тета-ритма в формировании условной реакции страха (Бодунов М.В., 1984). Пейпом с соавторами (Pape H.C. et al., 2005) также было показано, что клетки миндалины млекопитающих способны к спайковой активности в тета-диапазоне (4-7 ГЦ). Изменения в альфа- и бета-ритме были показаны в наших ранних работах (Лапшина Т.Н., 2003; Лапшина Т.Н., 2004), а также во многих работах отечественных и зарубежных ученых (Aftanas L.I., Pavlov S.V., 2005; Gemignani et al., 2000; Hinrichs H., Machleidt W., 1992 и др.).

Особенностью нашего подхода для выделения наиболее надежных показателей знака эмоциональной реакции, является комплексное изучение показателей эмоций на трех уровнях:

- субъективном – для этого используются психофизические методы;
- на уровне вегетативных реакций – для этого исследуются реакции вегетативной нервной системы;
- на уровне деятельности центральной нервной системы – для этого используется электроэнцефалограмма.

## **1.1. Положения выносимые на защиту**

1. Для диагностики эмоциональных реакций может быть использован комплекс показателей ЭЭГ и активности вегетативной нервной системы.

2. Надежным диагностическим признаком знака переживаемой эмоции для здорового взрослого человека вне зависимости от пола является амплитуда компонента N170 в сочетании с мощностью альфа-ритма в лобных и височных отведениях.

3. При положительных эмоциях у мужчин происходит усиление бета- и депрессия тета-ритма, при отрицательных эмоциях - ослаблении бета- в сочетании с усилением тета-ритма. У женщин подобная тенденция не наблюдается.

## **1.2. Научная новизна**

1. В нашем исследовании впервые осуществлен комплексный подход к изучению эмоциональных реакций. Попытки реализовать подобный подход к изучению восприятия эмоциональных выражений лиц ранее предпринималась сотрудниками кафедры психофизиологии факультета психологии МГУ им. М.В. Ломоносова (Е.Н. Соколов, 2003). Однако, в этих работах не анализировались показатели работы ВНС. Кроме того, процесс переживания собственных эмоций и восприятия чужих эмоций, видимо, являются различными, хоть и взаимосвязанными процессами.

2. С помощью предложенного подхода выделены показатели, на которые можно опираться при определении знака переживаемой субъектом эмоции, а не только её интенсивности.

3. Впервые амплитуда компонента N170 рассматривается не столько как компонент отражающий восприятие стимуляции, её когнитивные характеристики, сколько связанный с осуществлением реакции на стимул.

### **1.3. Теоретическая значимость**

В приведённом исследовании проведен анализ экспериментальных и теоретических подходов к поиску и выявлению объективных психофизиологических показателей эмоциональных реакций и других эмоциональных процессов. Выделены основные преимущества и недостатки этих подходов и полученных в их рамках результатов.

### **1.4. Практическая значимость**

Данная работа является первым шагом к созданию системы экспресс-диагностики эмоциональных реакций на зрительную стимуляцию. Результаты исследования могут найти практическое применение при диагностике стрессовой напряженности, в области "детекции лжи", в диагностике и психокоррекции эмоциональных расстройств, объективной оценке рекламной продукции и т.д.

## **2. Многообразие эмоциональных явлений и классификации эмоций**

В самом общем смысле эмоции определяют как особый вид психических процессов, которые выражают переживание человеком его отношения к окружающему миру и самому себе (Симонов П.В., 1981). Тем не менее, в психологии до сих пор нет общепризнанного четкого определения эмоций (Хомская Е.Д., 2002).

Чтобы наиболее точно выделить предмет исследования, необходимо выяснить специфику эмоциональных явлений, а также их место среди других психологических функций, в том числе когнитивных. Е.Д. Хомская (2002) при разведении эмоциональных и когнитивных явлений предлагает опираться на следующие характеристики:

1. Эмоциональные явления инициируют и сопровождают различные поведенческие акты, отражая успешность/неуспешность их осуществления по отношению к той или иной потребности. Их назначение – регуляция и оценка наших действий и ситуаций, а не решение познавательной задачи.
2. Эмоциональные явления менее подвержены влиянию социальных факторов, в большей степени связаны с врожденными механизмами. Они в меньшей степени опосредствованы, менее осознанны, более спонтанны, хуже управляемы, чем когнитивные.
3. Эмоциональные явления характеризуются не только знаком, но и «модальностью», качеством. Радость, страх, гнев, печаль и другие базовые отрицательные эмоции – качественно разные эмоциональные состояния. Здесь важны

также сила, интенсивность, длительность и пр. параметры протекания эмоций.

4. Эмоциональные явления тесно связаны с потребностно-мотивационными процессами. С помощью эмоций организм узнает о состоянии мотивационно-потребностной сферы.
5. Эмоциональные явления тесно связаны с различными физиологическими процессами и состояниями.
6. Эмоциональные явления входят как обязательный компонент в структуру личности в качестве основных («ядерных») образований личности.

Тем не менее, несмотря на явное отличие эмоциональных и когнитивных явлений, они находятся в постоянном взаимовлиянии и дополняют друг друга. Р. Дж. Давидсон предостерегает исследователей эмоций от семи характерных методологических ошибок и заблуждений, сохранившихся в науке со времен картезианского дуализма аффекта и интеллекта (Davidson R.J., 2003).

1. В науке долгое время властвовало убеждение, что аффект и интеллект обслуживаются отдельными и независимыми нервными циклами. Теперь мы понимаем, что эмоции состоят из большого количества компонентов и лучше всего объясняются не как единый монолитный процесс, а как набор различных функциональных систем, которые включают в себя распределенную организацию корковых и подкорковых «эмоциональных кругов» (см. главу 3: «Нейроанатомия эмоций»).
2. Долгое время предполагалось, что аффект связан с работой подкорковых структур. В противовес интеллекту, который «кортикален», то есть осуществляется благодаря работе

серого вещества коры больших полушарий головного мозга. Теперь известно, что одной из важных структур, вовлеченных в эмоциональные системы, является орбитофронтальная кора (см. главу 3: «Нейроанатомия эмоций»).

3. Долгое время аффективную сферу исследовали так, будто бы эмоции целиком «расположены» в голове. На самом деле в осуществлении эмоциональных явлений принимает участие весь организм, начиная с центральной и вегетативной нервной системы, заканчивая гуморальными и мышечными эффекторами.
4. Психологи долго сохраняли «монополию» на исследование эмоций, а нейрофизиологи считали эмоции слишком сложными для исследования. Таким образом поддерживалось заблуждение, что эмоции можно изучить с чисто психологической стороны. На самом деле, как уже упоминалось, в эмоциональное реагирование включен весь организм. Эмоция – это комплекс изменений на разных уровнях (Лурия А.Р., 2002).
5. Долгое время считалось, что эмоции похожи по структуре у разных возрастов и видов. Существуют данные, касающиеся возрастных (Alberts F.L., Tocco T.C., 1980; Zink T. et al., 2006; Wright C.I., 2006), гендерных (Gurs R.S. et al., 2002; Canli T. et al., 2002; Campanella S. et al., 2002; Wrase J. et al. 2002), и видовых различий в развитии эмоциональных состояний. Сегодня количество исследований в данной области стремительно увеличивается.
6. В рамках дискретной теории эмоций, базовые эмоции связывали с работой определённых локальных структур

мозга. Современная наука далека от узкого локализационизма, в том числе, и эмоциональных явлений. На самом деле вероятно наличие двух наиболее общих функциональных систем (положительной и отрицательной), представленных на нескольких уровнях центральной нервной системы (Хомская Е.Д., 2002).

7. Ещё менее полувека назад многие учёные исследовали эмоции, будто бы они являются сознательными состояниями. Но это противоречит самой сути эмоциональных явлений. Так, показано, что человек, хоть и может в некоторой степени контролировать выражение эмоций, но ему гораздо сложнее и без особой подготовки практически невозможно изменить переживаемую эмоцию. В экспериментах Краута (Kraut R.E., 1982) было показано, что введение в ситуацию условия социального контроля снижает корреляцию эмоций с лицевыми реакциями, то есть меняет выражение эмоций, но не их качество.

Среди основных заблуждений психофизиологии эмоций, рассмотренных Р. Дж. Девидсоном (Davidson R.J., 2003), на наш взгляд, не хватает одного, не менее важного, чем все остальные. В течение долгого времени в аффективной психологии пытались исследовать аффективную сферу, как некое гомогенное образование, в то время как эмоциональные явления крайне разнообразны. Поэтому принимаясь за исследование эмоций, необходимо чётко осознавать, какой пласт аффективной сферы и какие именно её проявления станут предметом исследования.

Существует большое количество классификаций эмоций. Прежде всего, важно выделить различные уровни эмоциональных явлений.

Так, классифицируя эмоциональные явления, А.Н.Леонтьев выделяет три вида эмоциональных процессов: аффекты, собственно эмоции и



чувства (Леонтьев А.Н., 1971). *Аффекты* – это сильные и относительно кратковременные эмоциональные переживания, сопровождающиеся резко выраженными двигательными и висцеральными проявлениями. Они возникают в ответ на уже фактически сложившуюся ситуацию. *Собственно эмоции* представляют собою более длительно текущее состояние, иногда лишь слабо проявляющееся во внешнем поведении. Они носят отчетливо выраженный ситуационный характер, т.е. выражают оценочное личностное отношение к складывающимся или возможным ситуациям, к своей деятельности и своим проявлениям в них, и идеаторный характер: способность предвосхищать ситуации и события, которые реально еще не наступили, и возникают в связи с представлениями о пережитых или воображаемых ситуациях. *Предметные чувства* – третий вид процессов. Они носят предметный характер, возникающий в результате специфического обобщения эмоций, связывающегося с представлением или идеей о некотором объекте.

С.Л. Рубинштейн (Рубинштейн С.Л., 2000) предложил классифицировать эмоциональные явления по степени их осознанности и предметности. Поэтому он выделял следующие уровни эмоциональной сферы:

1. *Уровень органической аффективно-эмоциональной чувствительности.* Сюда относятся элементарные (так называемые физические) чувствования – удовольствия, неудовольствия, - связанные, по преимуществу, с органическими потребностями. Чувствования такого рода могут носить более или менее специализированный местный характер, выступая в качестве эмоциональной окраски или тона отдельного процесса ощущения. Они могут приобрести и более общий, разлитой характер; выражая общее разлитое органическое самочувствие индивида, эти эмоциональные

состояния носят неопредмеченный характер. Например, чувство беспредметной тоски, тревоги или радости.

2. *Предметные чувства* соответствуют предметному восприятию и предметному действию. Чувство является выражением в осознанном переживании отношения человека к миру. Возможна классификация этих чувств на интеллектуальные, эстетические, моральные.
3. *Мировоззренческие чувства*: чувство юмора, иронии, чувство возвышенного, трагического. Они выражают общие более или менее устойчивые мировоззренческие установки личности. Отличны от чувств, но родственны им аффекты и страсти.
  - *Аффект* - стремительно и бурно протекающий эмоциональный процесс взрывного характера, который может дать неподчиненную сознательному волевому контролю разрядку в действии. Аффективные процессы дезорганизуют деятельность в плане моторики, могут выражаться в заторможенности сознательной деятельности.
  - *Страсть* – сильное, стойкое, длительное чувство, которое, пустив корни в человеке, захватывает его и владеет им. Характерным для страсти является: сила чувства, выражающаяся в соответствующей направленности всех помыслов личности, и его устойчивость. Страсть всегда выражается в сосредоточенности, собранности помыслов и сил, их направленности на единую цель. В страсти ярко выражен волевой момент стремления; страсть представляет собой единство эмоциональных и волевых моментов; стремления в нем преобладают над чувствованиями.
  - *Настроение* – общее эмоциональное состояние личности, выражающееся в «строе» всех ее проявлений. Настроение не предметно, а личностно, это разлитое общее состояние, а не

специальное переживание, приуроченное к частному событию. Настроение рассматривается как бессознательная, эмоциональная оценка личностью того, как на данный момент складываются для нее обстоятельства.

Внутри каждого уровня эмоциональных явлений можно различать эмоции по модальности, по уровням проявления в строении психического, по психическим процессам, с которыми они связаны, по предметному содержанию, по направленности и др. Для решения наших задач были значимы следующие классификационные критерии для эмоций:

1. Длительность эмоциональных явлений (эмоциональный фон, или эмоциональное состояние, и эмоциональное реагирование). *Эмоциональное состояние* в большей степени отражает общее глобальное отношение человека к окружающей ситуации, к себе самому и связано с его личностными характеристиками. *Эмоциональное реагирование* — это кратковременный эмоциональный ответ на то или иное воздействие, имеющий ситуационный характер. Указанные два класса эмоциональных явлений подчиняются разным закономерностям (Хомская Е.Д., 2002).
2. Знак и интенсивность. Эмоции могут быть *отрицательными* и *положительными* и иметь *большую* или *меньшую интенсивность*.

Предметом нашего исследования стало именно эмоциональное реагирование, его проявления в ЭЭГ, показателях работы вегетативной нервной системы, а также субъективной феноменологии переживаемого испытуемым состояния, в зависимости от знака и интенсивности эмоций.

## 3. Нейроанатомия эмоций

### 3.1. Лимбическая система

Активное исследование физиологии эмоций началось с открытия Дж. Олдсом и П. Милнером (Olds J., 1954) эффекта самораздражения у крыс. Исследователи вживили электроды в медиальный переднемозговой пучок животного и поместили крысу в клетку, где находился рычаг, замыкающий цепь, по которой электрический ток подавался в электрод. Так как крыса с вживленным таким образом электродом всем другим видам активности (в том числе пищевому и половому поведению) предпочитала нажимать на рычаг, найденная область в гипоталамусе была названа зоной самораздражения. В результате было показано, что стимуляция зон самораздражения является наиболее сильным подкреплением. Позднее были обнаружены центры, стимуляция которых вызывала реакцию избегания. Они располагались в передневентрикулярных отделах промежуточного мозга и были названы центрами неудовольствия (в противоположность центрам удовольствия, ставшим синонимом для зон самораздражения).

Однако еще ранее в 1937 году Папец (Papez J.W., 1937, 1995), анализируя данные патологии аффективной сферы, предположил наличие «анатомического» эмоционального кольца. В него входили: гипоталамус – передневентрикулярное ядро таламуса – поясная извилина – гиппокамп – мамиллярные (сосцевидные) тела - гипоталамус. Папец считал, что любая афферентация, поступающая в таламус, разделяется на три потока: движения, мысли и чувства. Поток «чувств» циркулирует по анатомическому «эмоциональному кольцу», создавая таким образом физиологическую основу эмоциональных переживаний.

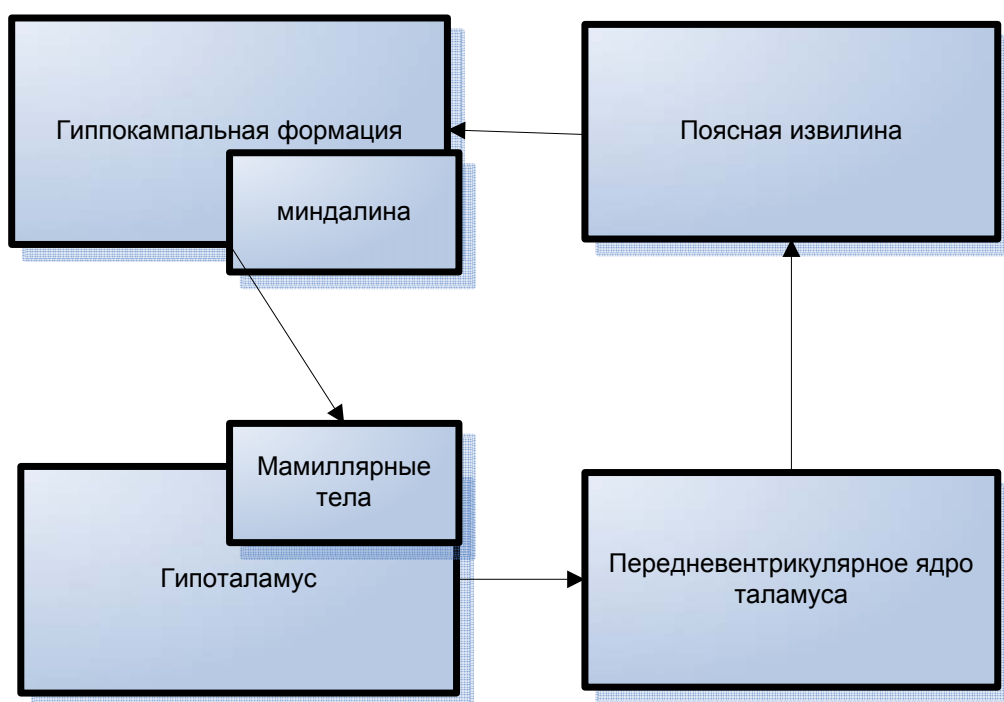
В 1952 году П. МакЛин (MacLean P., 1952) предложил понятие «лимбической системы», опираясь в том числе и на круг Папеца.

Лимбическая система — комплекс функционально связанных между собой филогенетически древних глубинных структур головного мозга, участвующих в регуляции вегетативно-висцеральных функций и поведенческих реакций организма. В своих основных частях она сходна у всех млекопитающих. В поисках анатомического субстрата эмоциональных состояний, в лимбическую систему включали все новые и новые структуры мозга. Сегодня, кроме кольца Папеца, к ней принято относить некоторые ядра гипоталамуса, миндалевидное тело или миндалину, обонятельную луковицу, тракт и бугорок, неспецифические ядра таламуса и ретикулярную формацию среднего мозга. В совокупности эти морфологические структуры образуют единую гипоталамо-лимбико-ретикулярную систему. Центральной частью лимбической системы является гиппокамп. Кроме того, существует точка зрения, что передняя лобная область является неокортикальным продолжением лимбической системы (Davidson R.J. et al., 1999).

Нервные сигналы, поступающие от всех органов чувств, направляясь по нервным путям ствола мозга в кору, проходят через одну или несколько лимбических структур — миндалину, гиппокамп или часть гипоталамуса. Сигналы, исходящие от коры тоже проходят через эти структуры. Различные отделы лимбической системы по-разному ответственны за формирование эмоций. Их возникновение зависит в большей степени от активности миндалевидного комплекса и поясной извилины. Однако лимбическая система принимает участие в запуске преимущественно тех эмоциональных реакций, которые уже апробированы в ходе жизненного опыта.

Существуют убедительные данные в пользу того, что ряд фундаментальных человеческих эмоций имеет эволюционную основу. Эти эмоции оказываются наследственно закрепленными в лимбической системе (Хомская Е.Д., Батова Н.Я., 1992).

Рассмотрим отдельно структуры, которые на протяжении развития знаний о мозге относили к лимбической системе.



**Рисунок 1.** Круг Дж. Папеца. По Papez J.W. “A proposed mechanism of emotion”, 1937

В круг Папеца вошли: гипоталамус – передневентрикулярное ядро таламуса – поясная извилина – гиппокамп – мамиллярные (сосцевидные) тела - гипоталамус. Попадая в эту систему, возбуждение начинало циркулировать, чему на субъективном уровне соответствовало переживание эмоции.

### 3.2. Миндалина

Одной из центральных «эмоциональных структур мозга» является миндалина (nucleus amigdalae) – парная структура мозга, расположенная в коре медиальной стенки основания височной доли (у человека) и представляющая собой комплекс из нескольких ядер (Синельников Р.Д., 1974). Сегодня миндалине уделяется особое внимание при исследовании мозговых механизмов эмоций.

Агглетон и Мишкин в 1986 г. назвали миндалину сенсорными воротами эмоций (Aggleton J.P. et al., 1986). Тем не менее, наиболее очевидна связь миндалины с «эмоциональным обучением» и «аффективной памятью».

Роль миндалины исследовалась на модели «обусловливания страха» («fear conditioning»). У животного вырабатывается реакция страха на условный сигнал, ранее страха не вызывавшего, после сочетания его с безусловным стимулом, который вызывал безусловную реакцию страха (Pezze M.A., Feldon J., 2005). В результате экспериментов на животных (крысах, кошках, приматах) подчёркивается роль латеральной, базальной, дополнительной базальной и центральной областей миндалины. (Pitkanen 1997; Pare 1995, Amaral 1992, Cassell 1999). FMRI на людях показывает также активность миндалины при обусловливании страха, согласованную с активностью в таламусе, но не в коре (Morrys, 1999).

Выше сказанное позволяет заключить, что пластичность в миндалине лежит в основе обусловливания страха. Тем не менее, некоторые авторы (Cahill, McGaugh, 1998) считают, что миндалина лишь модулирует воспоминания, формирующиеся в другой области. Такая позиция понятна, с учётом того, что эмоциональная память необходимо связана с другими системами памяти (LeDoux J.E., 2000).

При повреждении миндалины у людей наблюдаются проблемы с восприятием эмоционального значения лиц, особенно угрожающих (Adolphs et al., 1995). Схожие результаты связаны с распознаванием эмоционального тона голосов (Scott et al., 1997). FMRI исследования показывают, что миндалина активизируется сильнее при демонстрации пугающих или злых лиц, чем при счастливых (Breitter et al., 1996). Обусловливание страха рассматривается как важный фактор определённых расстройств. Например, на него опирается модель обусловливания посттравматического стресса и панических атак (Orr et al., 1998).

Миндалина, наряду с медиальной префронтальной корой и прилегающим ядром, является мишенью мезолимбической дофаминовой системы, начинающейся с вентральной тегментальной области (VTA) (Pezze M.A.; Feldon J., 2004).

### **3.3. Гиппокамп**

Гиппокамп (hippocampus) расположен в глубине височной доли и имеет развитую систему афферентно-эфферентных связей практически со всеми структурами мозга (Синельников Р.Д., 1974).

Нейропсихологи выделяют особый род патологии при поражении височных долей полушарий головного мозга, включающих амигдаларный комплекс (миндалину) и гиппокамп. Базальные и медиальные отделы коры височной доли относятся к корковому звену неспецифической системы мозга (Хомская Е.Д., Батова Н.Я., 1998). Нарушение правого гиппокампа приводит к эмоционально-аффективным нарушениям, сочетающимся с эпилептическими припадками, если затронута и миндалина (Вейн А.М., Власова П.Н., 1971). Эмоциональные нарушения проявляются в депрессивном настроении. При этом страдают более элементарные эмоции. Для левосторонних поражений височной доли более характерны постоянные эмоциональные расстройства как реакция на дефект речи, памяти. Может развиваться ипохондрический бред (Вейн А.М., Соловьева А.Д., 1973).

Наряду с миндалиной, гиппокамп включается в круги «обусловливания страха» (LeDoux J.E., 2000). Дж. Грей включает гиппокамп в свою модель эмоциональных связей мозга (Gray J.A., 1984). Он выделяет три подсистемы, участвующих в эмоциональном реагировании на:

- условные привлекательные стимулы (дофаминергическая система мозга),



- безусловные неприятные стимулы (подкорковые структуры) и
- условные отрицательные стимулы (септо-гиппокампальная система) (Gray J.A., 1982).

### **3.4. Поясная извилина**

Поясная извилина (*gyrus cinguli*) обладает связями со всеми структурами лимбического мозга, а также со зрительными путями. К поясной извилине приходят афферентные пути от маммиллярных тел. Из неё уходят эфферентные пути к гиппокампу (Синельников Р.Д., 1974). Выявлены связи поясной извилины с миндалиной, субикулумом, септумом и средним мозгом (LeDoux J.E., 2000). Структура афферентно-эфферентных связей поясной извилины позволяет говорить о ней как о центре координации зрительной и соматической систем в процессе управления выражением эмоций.

Сегодня выделяют более широкую зону ретроспленальной коры, которая включает 29 и 30 поля по Бродману, расположенные в борозде мозолистого тела и захватывающие часть поясной извилины. Использование новейших методов магнитно-резонансной и позитронно-эмиссионной томографии позволило ученым обнаружить область коры, связанную с выделением эмоционально значимых сигналов (Maddock R.J., 1999).

### **3.5. Гипоталамус**

Важной частью лимбической системы является гипоталамус (*hypothalamus*). Это отдел промежуточного мозга, являющийся центральным нейроэндокринным органом, имеющим связи с большей частью структур центральной и автономной нервной системы. Гипоталамус включает в себя сосцевидные тела (*corpora mammillaria*), внутри каждого из которых залегает скопление серого вещества – медиальное и боковое ядра сосцевидного тела. К этой же области относят

подбугорное ядро. Кроме того, в подбугорной области имеется скопление ядер в количестве 32 пар, в котором различают переднюю, среднюю и заднюю группы (Синельников Р.Д., 1974).

Е.Д. Хомская (Хомская Е.Д., Батова Н.Я., 1992) выделяет ряд нейропсихологических причин, связывающих гипофизарно-диэнцефальные отделы мозга с эмоциями. Во-первых, поражение этих областей мозга приводит к патологии эндокринных и нейрогуморальных механизмов, нарушением гормональных процессов, обеспечивающих, в том числе, и эмоции. Во-вторых, поражение этих структур ведет к нарушению неспецифических активационных процессов (в виде синдрома возбуждения, бессонницы или синдрома угнетения, сонливости), что откладывает свой отпечаток на эмоциональную сферу. В-третьих, поражение данных структур всегда связано с выраженной вегетативной патологией. Клинические проявления заболеваний зависят от ряда факторов: локализации, характера и стадии заболевания. При грубых нарушениях может наблюдаться «гипофизарная деменция» с явлениями общего психического возбуждения, эйфории или агрессивности. Описаны также эмоциональные нарушения при других поражениях гипофизарно-диэнцефальной области (опухоли гипофиза, прозрачной перегородки, зрительного бугра, III желудочка).

В 1928 году В.Р. Хесс показал, что раздражение одних зон гипоталамуса кошек вызывает у них агрессивное поведение с внешними признаками ярости, а раздражение других зон - оборонительное поведение с проявлением страха (Hess W.R., 1957). У.Б. Кеннон и Ф. Бард разрушали связи гипоталамуса с корой и базальными ганглиями кошки, после чего их подопытные становились крайне агрессивными. Эта реакция сопровождалась адекватными вегетативными изменениями, но носила некоординированный характер и не была направлена на какой-то конкретный объект (Bard P.A., 1928).

Исследуя гиппокамп, Э.Т. Роллс с соавторами (Rolls E.T. et al., 1986) обнаружил в гиппокампе нейроны, возбуждающиеся у голодных животных и связанные с положительным пищевым подкреплением (глюкозочувствительные нейроны).

Центры удовольствия, открытые Дж. Олдсом, также находятся в гипоталамусе (Olds J., 1954).

### **3.6. Средний мозг**

Папец Дж. не включал в свой круг средний мозг. Тем не менее, имеется ряд данных о включенности ядер и ретикулярной формации среднего мозга в обеспечение эмоциональных реакций. Видимо, средний мозг и нижележащие отделы непосредственно «запускают» двигательную активность, включенную в реализацию эмоциональной реакции, а гипоталамус её инициирует и координирует (Cacioppo J.T., 2000).

Важную роль в обеспечении эмоций играет ретикулярная формация всего ствола мозга. Как известно, волокна от нейронов ретикулярной формации идут в различные области коры больших полушарий (Синельников Р.Д., 1974). Большинство этих нейронов считаются «неспецифическими», то есть в отличие от нейронов первичных сенсорных зон, зрительных или слуховых, реагирующих только на один вид раздражителей, нейроны ретикулярной формации могут отвечать на многие виды стимулов. Эти нейроны передают сигналы от всех органов чувств (глаз, кожи, мышц, внутренних органов и т. д.) к структурам лимбической системы и коре больших полушарий.

Некоторые участки ретикулярной формации обладают более определенными функциями. Так, например, особый отдел ретикулярной формации моста, называемый голубым пятном (плотное скопление нейронов, отростки которых образуют широко ветвящиеся сети с одним выходом, использующие в качестве медиатора норадреналин) имеет

отношение к «пробуждению эмоций» (Хомская Е.Д., Батова Н.Я., 1998). От голубого пятна к таламусу, гипоталамусу и многим областям коры идут нервные пути, по которым эмоциональная реакция может широко распространяться по всем структурам мозга.

### **3.7. Лобные доли**

Лобные доли коры больших полушарий из всех отделов коры мозга в наибольшей степени ответственны за возникновение и осознание эмоциональных переживаний. К лобным долям идут прямые нейронные пути от таламуса, лимбической системы, ретикулярной формации (Синельников Р.Д., 1974).

Ранения людей в области лобных долей мозга показывают, что чаще всего у них наблюдаются изменения настроения от эйфории до депрессии, а также своеобразная утрата ориентировки, выражающаяся в неспособности строить планы. Иногда изменения психики напоминают депрессию: больной проявляет апатию, утрату инициативы, эмоциональную заторможенность. Иногда же изменения сходны с психопатическим поведением: утрачивается восприимчивость к социальным сигналам, появляется несдержанность в поведении и речи (Хомская Е.Д., Батова Н.Я., 1998). При этом особенности протекания лобного синдрома зависят от полушария и более локальной области поражения (Гребенникова Н.В., Квасовец С.В., 1986).

Орбито-фронтальная кора (ОФК, OFC) является частью префронтальной коры. Повреждения орбито-фронтальной коры повышает агрессивность обезьян и может запускать эйфорическое состояние у человека (Rolls et al., 1986). ОФК принимает участие в половом поведении человека (Arnow V.A. et al., 2002).

В ОФК обезьяны обнаружены все типы нейронов, необходимые и достаточные для такого рода преобразований ассоциативных связей:

1. сенсорные нейроны разных модальностей и полимодальные нейроны;
2. нейроны, реагирующие только на подкрепляемые сигналы;
3. нейроны, реагирующие в случае отсутствия ожидаемого подкрепления или изменения его знака. Поэтому Роллс предлагает рассматривать (Rolls et al., 1986) ОФК как структуру, отвечающую за оценку сформированных в миндалине ассоциаций стимула и подкрепления.

### **3.8. Современное представление о «кругах эмоций»**

Понятие лимбической системы было выдвинуто в связи с эволюционным объяснением разума и мозга. Считалось, что только млекопитающие обладают новой корой (неокортексом), которой были приписаны когнитивные функции, лучше развитые именно у млекопитающих. Напротив, древняя кора и связанные с ней подкорковые образования были отнесены к лимбической системе, которая обеспечивала эволюционно более ранние моменты психической жизни, такие как эмоции (LeDoux J.E., 2000).

Концепция лимбической системы столкнулась с проблемами уже в начале пятидесятых годов двадцатого века, когда было выяснено, что повреждение гиппокампа ведёт к серьёзным нарушениям когнитивной функции (долговременной памяти), а не эмоциональной сферы. Кроме того, в конце шестидесятых была найдена новая кора у немлекопитающих зверей.

Само понятие лимбической системы постоянно пересматривалось. В начале она рассматривалась как «старая кора», включающая подкорковые ядра переднего мозга, затем стала включать некоторые отделы среднего мозга и даже некоторые районы неокортекса. Так, Лопес да Сильва с соавторами в 1990 году (Lopes Da Silva et al., 1990) предложил новую

гопокампаально центрированную модель лимбической коры. Центральным звеном лимбической коры является гиппокампаальная формация. Периферические компоненты включают поля 27, 35 а, 48 и 49 по Бродману, энторинальную кору (28 поле), гранулярную часть поясной коры (29с), вентральную часть передней цингулярной коры (24 а-с) и инфралимбическую кору (25).

Е.Д. Хомская полагает, что проблему нейроанатомической организации эмоций удобнее решать, опираясь на понятие функциональной системы. Тогда можно говорить, что существует как минимум две большие функциональные системы – отрицательная и положительная – и их дочерние системы, каждая из которых представлена на нескольких уровнях ЦНС – начиная от ствола мозга и заканчивая корой больших полушарий.

До сих пор нет единого критерия, по которому области мозга относятся к лимбической системе. Ранее рассмотренная концепция была ценна тем, что эмоции в ней опирались на относительно примитивные круги, которые развились в результате эволюции млекопитающих (LeDoux J.E., 2000). Это позволяло, с одной стороны, выделить специфику эмоционального реагирования по сравнению с другими формами поведения, а, с другой стороны, рассматривать эмоции в контексте их филогенетического развития. В современной нейробиологии эмоций термин «лимбическая система» используется как полезное обобщение для обозначения большой совокупности отделов мозга, тем или иным образом связанных с эмоциями и образующих в трехмерной структуре мозга «распределенную систему». Эта система не имеет четких анатомических границ и значительно перекрывается другими нейронными системами в рамках обеспечения системной работы головного мозга (Cacioppo J.T., 2000).

## **4. Проблема объективных показателей эмоций**

Практически цитируя А.Н. Леонтьева, С.В. Квасовец (1986) пишет: «трудность изучения эмоций заключается в том, что, не являясь деятельностью, они не доступны для исследования с помощью анализа объективного продукта. Эмоции выполняют функцию внутренней регуляции деятельности, непосредственно отражая отношения между мотивами и реализацией, отвечающей этим мотивам деятельности». Любой исследователь эмоций человека – как психолог, так и физиолог – непременно сталкивается с проблемой стабильных показателей, которые можно было бы использовать в качестве индикаторов эмоций.

### **4.1.Объективные показатели эмоций в экспериментальной психологии**

В экспериментальной психологии основными источниками данных об эмоциях служили: самоотчёт, экспрессивные проявления, физиологические показатели и результативность деятельности.

*Самоотчёт*, опирающийся на анализ впечатлений испытуемых, нельзя назвать объективным, так как не все эмоциональные реакции осознаются человеком (Эткинд А.М., 1983). Кроме того, на словесный отчёт оказывают большое влияние социальные нормы и степень овладения вербальными навыками. Тем не менее, анализ речи в процессе отчёта может оказаться очень информативным, если анализировать скорость, грамотность, интонацию, оговорки, слова – паразиты или повторы.

Просодические особенности речи, представляющие совокупность временного, артикуляционного и интонационного компонентов, вызывают особый интерес исследователей, поскольку многие из них предполагают возможность обнаружения фактов, подтверждающих выражение не только отдельных эмоциональных состояний, но и устойчивых личностных особенностей в просодических характеристиках речи (Черепанова И. с

соавт., 2004). Каждая эмоция обладает собственным поведенческим паттерном, который отражается в движении всего тела, мимике лица и в том числе в движении артикуляционных органов и голосового источника. Например, при депрессии и печали все мускулы пассивны, движения замедлены и т.д., при этом снижается темп речи, понижается фундаментальная частота, снижается активность дыхательных мускулов, поэтому снижается подглоточное давление, отсюда низкое число обертонов (Иринина А., Алдошина И., 2003).

Просодическое, невербальное выражение эмоций часто определяется как неконвенциональное и сходное у представителей разных культур. Широкое признание получила гипотеза о том, что отдельным эмоциям соответствуют "просодические контуры", представляющие опознаваемые аудиторами паттерны выражения эмоций, сочетания воспринимаемых высоты и громкости звучания речи на оси времени. Так, Р. Фрик (Frick R. W., 1985) сопоставляет такой просодический контур с динамически развивающейся музыкальной мелодией и приводит данные других независимо проведенных исследований о значении изменений в частоте основного тона, интенсивности или длительности различных фрагментов для восприятия модальности эмоциональной окраски звучащей речи. Результаты аудиторского анализа показывают, что общее направление движения высоты звучания в просодическом контуре способствует различению эмоций положительного или отрицательного знака и разной модальности: аудиторы обычно связывают понижение высоты с приятными эмоциями, а ее повышение соотносят с удивлением и страхом. Важна взаимосвязь воспринимаемых высоты и громкости речи. Снижение громкости при одновременном возрастании или, наоборот, при резком уменьшении высоты приводит к оцениванию звучащей речи как неприятной, и большинство аудиторов отмечают в ней оттенок авторитарности.



Распознавание интонационно выраженных эмоций представляет весьма трудную задачу, даже при нормальной последовательности изменений частоты основного тона, повышений и понижений интенсивности, замедлений и ускорений темпа, а также локализации логических и эмоциональных задержек речи. Результаты экспериментальных работ В. Х. Манёрова и других показали (Манёров, 1997), что на слух лучше всего распознавалась "норма", неэмоциональное интонирование (97 %) и эмоции группы радости, а опознавание отвращения, презрения и др. происходило лишь в 53-55% случаев. Существование затруднений в распознавании эмоций по речевой интонации (и без инвертирования записи) подтверждает установленные этим же автором факты успешного опознавания дикторов, если они не имитируют эмоциональную окраску речи. Аудиторы лучше всего опознавали дикторов при прослушивании их вообще неэмоционально или печально звучащей речи: соответственно 72 и 54 %. При этом типическая для индивида радостная, тревожная или иная преобладающая модальность эмоциональной окраски речи соотносилась с индивидуальными характеристиками дикторов, их возрастом, ростом, весом: обладатели радостно звучащих голосов оценивались немного моложе их возраста; те, кто говорит с оттенком печали, в представлении аудиторов несколько старше истинного возраста. Особый интерес представляет, что эмоциональная модальность звучания речи, характерная для индивида, позволяет судить о качественной стороне эмоциональности личности говорящего.

*Экспрессивные движения* также являются информативным индикатором эмоционального состояния человека. Наиболее важным каналом эмоционального, невербального общения для человека, как и предполагал Ч. Дарвин, является зрительный, через который принимается информация, содержащаяся в выразительных жестах и экспрессивных реакциях лица. У. Хеллс с соавторами показал, что 45% информации об

эмоциях передается зрительными сигналами и 17,6 % - слуховыми. Для распознавания и измерения лицевой экспрессии используют два основных метода:

1. Идентификацию одной из основных эмоций по выражению лица человека можно производить с помощью Facial Affect Scoring Technique (FAST) – техники идентификации эмоций по выражению лица, - разработанной П. Экманом и коллегами (Ekman P., 1999). Она представляет собой фотоэталонные 6 эмоций: гнева, страха, печали, отвращения, удивления, радости – для трёх уровней лица человека: для бровей-лба, глаз-век, нижней части лица.
2. Регистрацию электрической активности мышц лица можно анализировать при помощи Facial Action Coding System (FACS) – системы кодирования активности лицевых мышц, - которая была создана П. Экманом и В.В. Фрайзенем (Ekman P., Friesen W.V., 1978). Система FACS позволяет по паттерну реакций отдельных мышц или групп мышц определить выражаемую человеком эмоцию. Тем не менее, лицевая экспрессия подвержена влиянию культурных традиций, что может затруднять подобный анализ. Р. Краут показал (Kraut R.E., 1982), как введение в экспериментальную ситуацию фактора социального влияния снижает корреляцию субъективного отчёта об эмоциях с наблюдаемыми лицевыми реакциями.

*Изменение результативности деятельности*, на наш взгляд, может оказаться эффективным способом для оценки активирующей функции эмоций. Тем не менее, для исследования других сторон эмоциональной сферы такой источник приемлем лишь в качестве дополнительного.

## **4.2. Физиологические показатели эмоций**

### ***4.2.1. Реакции вегетативной нервной системы и эмоции***

#### **Показатели работы сердца**

Изменение деятельности сердца, вне зависимости от того, идет ли речь об урежении или учащении сердечных сокращений, служат наиболее надежными объективными показателями степени эмоционального напряжения у человека по сравнению с другими вегетативными функциями при наличии двух условий: эмоциональное переживание характеризуется сильным напряжением и не сопровождается физической нагрузкой.

*Частота сердечных сокращений (ЧСС)* часто используется для идентификации состояния напряжения. Однако данная реакция неспецифична в отношении стимула, и до сих пор неясно, каким образом она изменяется в аналогичных условиях. Проблема заключается в том, что ЧСС имеет двойной контроль со стороны симпатической и парасимпатической систем. Такая многофакторная природа ЧСС затрудняет однозначную интерпретацию ее изменений (Данилова Н.Н., 1985). Тем не менее, этот показатель часто используется в целях диагностики функциональных состояний. Ряд исследований в нашей стране и за рубежом показывают, что в результате арифметической нагрузки происходит возрастание ЧСС. У переводчиков-синхронистов частота сердечных сокращений во время работы достигает иногда 160 ударов в минуту. При этом даже значительная физическая нагрузка у них же увеличивает ЧСС до 145 ударов в минуту (по Данилова Н.Н., 1985).

## **Изменения кожной проводимости**

Электрическая активность кожи (ЭАК), или кожно-гальваническая реакция (КГР), измеряемая с поверхности ладони, широко используется в качестве индикатора эмоциональных состояний человека. По величине КГР можно определить уровень эмоционального напряжения человека (причем установлен вид математической связи между силой эмоции и амплитудой КГР). В то же время по КГР практически невозможно установить качественную характеристику переживаемой эмоции, т.е. определить, какую по знаку эмоцию испытывает человек. КГР не может служить показателем однозначного определения специфичности эмоций, а является индикатором неспецифической активации (Костюнина Н. Б., Куликов В. Г., 1995).

В некоторых работах уже было показано, что КГР предположительно является наиболее чувствительным к развитию эмоциональной реакции показателем работы вегетативной нервной системы (Аракелов Г. Г., Шотт Е. К., 1998). Исходя из этого в настоящей работе мы выбрали изменение кожной проводимости в качестве показателя воздействия эмоциогенных стимулов (слайдов).

Многочисленные исследования, проведенные различными авторами, показали, что КГР отражает общую активацию человека, а также его напряженность (Аракелов Г. Г., Шотт Е. К., 1998). При повышении уровня активации или увеличении напряженности кожное сопротивление падает, в то время как при расслаблении и релаксации уровень кожного сопротивления возрастает. Предъявляя зрительные стимулы различной эмоциональной значимости – приятные, нейтральные и неприятные – с параллельной регистрацией кожной проводимости, Б. Катберт и соавт. (B. Cuthbert et al., 1996) показали, что уровень кожной проводимости связан с уровнем возбуждения, причем кожная проводимость является неспецифическим показателем и не связана со знаком вызываемой эмоции. Уровень кожной проводимости был значимо выше при предъявлении

приятных и неприятных стимулов по сравнению с реакцией на нейтральные, причем чем выше был уровень возбуждения испытуемого (то есть чем больше эмоционально окрашен стимул), тем меньше межиндивидуальный разброс данных. Исследования других авторов показали (Nikula R., 1991), что количество и амплитуда спонтанных колебаний КГР связаны с общим напряжением, а также с положительными и отрицательными эмоциями, причем более сильная связь была обнаружена именно с отрицательными эмоциями. Этот факт может объясняться тем, что отрицательные эмоции в целом более важны для выживания индивида, чем положительные, а потому в процессе эволюции на них были закреплены наиболее сильные реакции. В то же время в обзоре В. Букзайна (1994) также имеются ссылки на то, что электрическая активность кожи не обладает различительной способностью к знаку эмоции и связана, скорее, с ее силой. Связь ЭАК с эмоциями бесспорна в том смысле, что возникновение эмоциональных состояний практически всегда сопровождается КГР.

### **Изменения дыхания**

Дыхательная система состоит из дыхательных путей и легких. Основной двигательный аппарат этой системы составляют межреберные мышцы, диафрагма и мышцы живота. Воздух, поступающий в легкие во время вдоха, снабжает протекающую по легочным капиллярам кровь кислородом. Одновременно из крови выходят двуокись углерода и другие вредные продукты метаболизма, которые выводятся наружу при выдохе. Между интенсивностью мышечной работы, совершаемой человеком и потреблением кислорода существует простая линейная зависимость.

В психофизиологических экспериментах в настоящее время дыхание регистрируется относительно редко и, главным образом, для того, чтобы контролировать артефакты.

Для измерения интенсивности (амплитуды и частоты) дыхания используют специальный прибор – пневмограф. Он состоит из надувной камеры-пояса, плотно оборачиваемой вокруг грудной клетки испытуемого и отводящей трубки, соединенной с манометром и регистрирующим устройством. Возможны и другие способы регистрации дыхательных движений, но в любом случае обязательно должны присутствовать датчики натяжения, фиксирующие изменения объема грудной клетки.

Этот метод обеспечивает хорошую запись изменений частоты и амплитуды дыхания (Черепанова И. и др., 2004). По такой записи легко анализировать число вдохов в минуту; а также амплитуду дыхательных движений в разных условиях. Можно сказать, что дыхание – это один из недостаточно оцененных факторов в психофизиологических исследованиях, в том числе, и в изучении эмоциональной реакции.

Показатели работы вегетативной нервной системы имеют ряд недостатков (Cacioppo J. T., Gardner W. L., 1999; Damasio A.S., 1998; Аракелов Г. Г., Шотт Е., 1998):

1. они протекают слишком медленно по сравнению с быстро протекающими эмоциональными реакциями;
2. они слишком тесно связаны с функциональным состоянием и могут изменяться неспецифично по отношению к эмоциям (например, вследствие изменения в системе метаболических процессов);
3. неспецифичны в отношении стимулов и задач;

Можно предположить, что деятельность вегетативной нервной системы при развитии эмоциональных реакций изменяется вследствие активности структур лимбического мозга – например, гипоталамуса. Следовательно, показатели активности мозга могут дать более надёжную информацию о протекании эмоций. В этой связи в последние два десятилетия для изучения эмоций все больше исследователей обращаются к использованию новых неинвазивных методов изучения мозга - таких, как

функциональная магнитно-резонансная томография (фМРТ) и позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ). Однако, анализ электроэнцефалограммы (ЭЭГ) имеет перед ними преимущество благодаря более высокому временному разрешению (Cacioppo, J. T., Gardner, W. L, 1999).

#### ***4.2.2. Исследования изменений ЭЭГ при различных эмоциональных состояниях***

Электроэнцефалография (ЭЭГ) – это группа методов исследования головного мозга, основанных на регистрации его суммарных электрических потенциалов (Зенков Л.Р., 2002).

Существует достаточно большое число исследований, проведенных на здоровых испытуемых и в условиях патологии, посвященных анализу изменений ЭЭГ при различных эмоциональных состояниях и реакциях. В большинстве работ пытаются найти межполушарные различия биоэлектрической активности мозга при эмоциях разного знака (Костандов Э.А., Арзуманов Ю.Л., 1985; Русалова М.Н., 1990; Симонов П.В., и др., 1995 и др.)

Можно выделить два основных методических подхода к решению поставленной задачи:

1. Первый основан на анализе изменений компонентов вызванных потенциалов (ВП) при предъявлении эмоциогенных стимулов (например, Костандов Э.А., Арзуманов Ю.Л., 1985; Русалова М.Н., 1990). Однако результаты проведенных исследований оказались неоднозначными и во многом определялись не фактором развития эмоциональной реакции, а условиями проведения экспериментов (Ильюченко И.Р., 1996).

2. Другим подходом к исследованию стал анализ спектральных и когерентных характеристик ЭЭГ при выполнении испытуемыми различных заданий, связанных с эмоциональными переживаниями (Потулова Л.А., Корниевский А.В., 1986; Русалова М.Н., 1990; Collet L., Duclaux R., 1987 и др). Изменения этих показателей при возникновении эмоций выявлены в разных частотных диапазонах, но чаще всего в альфа-диапазоне. Как правило, это снижение мощности альфа-ритма (Ahern G.L., Schwarts G.E., 1985; Aftanas L.I., 2002). Описаны как двусторонняя, так и асимметричная активация полушарий при возникновении эмоций разного знака: в некоторых исследованиях показана лишь статистическая тенденция к левополушарной активации в центральной и теменной областях в случае положительных переживаний (Collet L., Duclaux R., 1987). Полученные результаты были распространены из ситуации воображения эмоций на ситуацию переживания эмоций, что, по нашему мнению, неправомерно, так как центральные механизмы как эмоций, так и воображения и представления мало изучены, а имеющиеся данные свидетельствуют о различии мозговых структур, участвующих в этих процессах. Адекватной заменой ситуации воображения может быть гипнотическое внушение той или иной эмоции (Gemignani A. et al., 2000). Тем не менее, мы не имеем достаточного количества данных, чтобы судить о том, какое изменение в ЭЭГ вызвано собственно эмоциями, а какое – измененным состоянием сознания.

В отношении когерентных характеристик ЭЭГ при различных эмоциях показано увеличение когерентности при воображаемом страхе и ее



снижение при воображаемом удовольствии (Русалова М.Н. ,1990), возрастание при агрессии, радости, сексуальном возбуждении и снижение при тревоге и печали (Hinrichs H., Machleidt W., 1992).

### **«Потенциалы, связанные с событиями» (event-related potentials) и эмоции**

На сегодняшний день в литературе по вызванным потенциалам мозга с переработкой эмоциональной информации связывают компоненты P300, N170, N250 (Herrmann M.J. et al., 2002; Quitkin F.M. et al., 2005; Jin K.H. et al. 2005).

Многие авторы описывают специфичный для распознавания эмоциональных выражений лиц потенциал латентностью порядка 160 мс. Херманн М. с соавторами (Herrmann M.J. et al., 2002) предъявляла испытуемым лица с печальным, счастливым и нейтральным выражением. Ею был выделен негативный потенциал со средней латентностью 160,2 мс, но ни его амплитуда, ни латентность не определялись знаком лицевой экспрессии.

Квиткин (Quitkin F.M. et al., 2005) в своих исследованиях изучал зависимость P300 и N200 от знака эмоциональной окраски стимулов. В качестве стимулов использовались фотографии пациентов с дерматологическими заболеваниями лица до лечения (отрицательная стимуляция) и после (нейтральная стимуляция). В результате анализа полученных ЭЭГ данных были выделены 3 фактора, связанных с переживаемой эмоциональной реакцией: N1 (N170), N2 (N200), ранний P3 (P330), поздний P3 (P460). Значимый сдвиг на эмоциональное содержание был найден в амплитуде раннего и позднего P3. У здоровых испытуемых в проявлении этого компонента проявлялась явная асимметрия (в четных отведениях амплитуда была больше). У больных депрессией поздний P3 оказался нечувствительным к эмоциональным различиям в стимуляции и его латентность оказалась больше, чем в контрольной группе. В

противовес этому амплитуда раннего P3 была значительно выше при негативной стимуляции, нежели при нейтральной. Также у здоровых испытуемых во фронтальных отведениях была показана большая амплитуда N2 при отрицательной стимуляции. Тем не менее, этот сдвиг проявлялся меньше, чем в P3 (это может быть связано с тем, что N2 в целом низкоамплитудный компонент).

Тем не менее, Кампанелла (Campanella S. et al., 2004) связывает поздний P3 в большей степени с поздней когнитивной обработкой информации, в том числе и эмоциональной, а поздний N2 с процессами непроизвольного внимания. Отмечается меньшая латентность у этого компонента при восприятии отрицательных лиц, чем нейтральных. Примечательно, что у женщин латентность на хорошие стимулы такая же маленькая, как и на плохие. Это может быть связано с тем, что женщины в целом лучше различают эмоциональные выражения лиц.

### **Ритмы ЭЭГ и эмоции**

Проведенные исследования электрической активности разных областей коры показали, что в каждой из них имеются ритмы всех диапазонов. В экспериментах с использованием регистрации ЭЭГ не были получены однозначные данные относительно коррелятов тех или иных психофизиологических функций. Что касается *альфа-ритма* (частота 8-13 Гц), есть мнение, что он генетически обусловлен и высоко индивидуализирован. Считается, что он отражает состояние спокойного бодрствования с закрытыми глазами, и наиболее выражен в затылочных отделах мозга. Угнетение альфа-активности происходит при научении (умственной деятельности), ориентировочной реакции или фармакологическом возбуждении нервной системы (Коган В.Н., 1983; Яковенко И.А., Черемушкин Е.А., 1996). Неоднозначные данные получены при изучении эмоциональных состояний с помощью метода электроэнцефалографии. В некоторых исследованиях было установлено,

что альфа-ритм подавляется при эмоциональных переживаниях (Коган В.Н., 1983), а смена его на дельта-ритм отражает развитие стрессовой реакции. Другие данные свидетельствуют о специфичности отражения различных эмоций в мощности альфа-ритма. Например, такой результат был получен Костюниной и Куликовым, которые исследовали частотные характеристики спектров ЭЭГ при воображении испытуемым различных эмоций. Они получили следующие данные: при «страхе» и «горе» происходит подавление альфа-ритма, а при «радости» и «гневе» – возрастание (Костюнина Н. Б. , Куликов В. Г. , 1995).

*Бета-ритм (частота 18-30 Гц)* значительно усиливается при различных видах деятельности, связанных с активацией рабочих механизмов мозга. Есть мнение, что наиболее сильное увеличение мощности бета-ритма происходит при стрессе (Ильюченко И.Р., 1996). В работах Афтанаса с соавторами (Aftanas L.I., 2006) было показано, что некоторые особенно интенсивные эмоции – отвращение и страх - вызывают соответственно десинхронизацию в полосе альфа-2 (10-12 Гц) и бета-1 (12-18 Гц) ритмики и изолированно бета-1 ритмики в височно-теменных областях правого полушария. Видимо, таким образом отражается роль неспецифической активации в осуществлении эмоциональной реакции. Также было зафиксировано усиление бета-активности при предъявлении больным объекта фобии (Gemignani A. et al., 2000).

Проблема *тета-волн (частота 4-7 Гц)* остается одной из наиболее дискуссионных в электрофизиологии. Тета-ритм не является универсальным ритмом ЭЭГ и в ярко выраженной форме свойственен лишь ряду животных определенного уровня эволюции. У этих животных (грызуны, хищники) тета-ритм отчетливо проявляется при повышенном уровне активности мозга. В ходе эволюции регулярность, частота и выраженность тета-ритма снижаются. При усложнении или усилении

воздействующего афферентного потока происходит повышение частоты колебаний тета-ритма. Отмечена связь тета-ритма с ориентировочным рефлексом при анализе поведения крыс в новой обстановке, при этом скорость угашения тета-ритма полностью коррелировала с индивидуальной скоростью угашения ориентировочного рефлекса. Угашенный тета-ритм восстанавливается на первых этапах выработки условного рефлекса, когда ранее индифферентный стимул приобретает сигнальное значение.

Тета-ритм особенным образом связан с процессом запоминания, так как одной из структур, генерирующих тета-ритм, является гиппокамп, участвующий в процессе формирования следов долговременной памяти. В гиппокампе тета-ритм имеет максимальную амплитуду и выраженность (Бодунов М.В., 1984).

Трудно ответить на вопросы о том, что (1) выражает тета-активность и (2) с какими состояниями она связана. Ряд авторов рассматривают тета-ритм гиппокампа как показатель эмоционального либо мотивационного состояния. П.К. Анохин рассматривал тета-ритм как ритм «напряжения». Как было показано Пейпом с соавторами (Pape H.C. et al., 2005), миндалина млекопитающих способна к спайковой активности в тета-диапазоне. Фактически, в экспериментах по «обуславливанию страха» тета-активность (4-7 Гц) охватывает амигдаллярно-гиппокампальные пути. Тем не менее, эта активность совпадает во времени исключительно с образованием условного рефлекса, а не при актуализации аффективной памяти или поведенческом проявлении страха. В опытах, проведенных И.И. Вайнштейн на собаках, появлением тета-волн сопровождалась только реакция пассивного страха. В экспериментах, проведенных на кошках, напротив было показано снижение тета-ритма в гиппокампе при затаивании и пассивных эффектах застывания. По некоторым данным

(Николаев А.Р., и др., 1996) рост тета-ритма происходит при общем напряжении при решении мыслительных задач.

*Дельта-ритм (0,5-4 Гц)* проявляется отчетливо при тормозных состояниях коры и опухолях мозга. Существует мнение, что данный ритм так же может служить показателем стрессового состояния: при решении сложных интеллектуальных задач наблюдается преобладание широко распространенного по коре диффузного дельта-ритма (Яковенко И.А., Черемушкин Е.А., 1996).

Существуют также данные об изменении *гамма-ритма (30-90 Гц)* под влиянием эмоциональных реакций. Так было показано асимметричное изменение в гамма-ритме при предъявлении положительной, отрицательной и нейтральной эмоциогенной стимуляции (Muller M.M., 1999). Мощность ритмики 30-50 Гц была максимальной в теменных отведениях при отрицательной стимуляции. При эмоционально положительной стимуляции было показано усиление гамма-активности в правых отведениях. Также отмечено усиление гамма-ритма в лобных отведениях при эмоциональной стимуляции безотносительно знака. Тем не менее, гамма-ритм, обычно связывают в большей степени с произвольной когнитивной деятельностью. Например, была показано связь частоты и интенсивности гамма-ритма с эмоциональным интеллектом (Jausovec N.; Jausovec K., 2005). Усиление гамма-ритма в левой лобной доли при предъявлении испытуемым объекта фобии (Gemignani A. et al., 2000) может объясняться общим изменением уровня активации, с дополнительным участием таламуса.

Таким образом, по данным разных авторов эмоциональные реакции, состояния тревожности, напряженности и стресса находят свое отражение во всем частотном диапазоне ЭЭГ. Как отмечает Русалова (1998), можно говорить об определенных паттернах ритмики ЭЭГ, специфичных для различных эмоций. Поэтому одной из задач нашего исследования был

подробный анализ изменений электрической активности головного мозга под влиянием эмоциогенных стимулов слабой интенсивности во всех частотных диапазонах ЭЭГ.

### **Межполушарная асимметрия и эмоции**

Отдельную группу показателей ЭЭГ, на основе которых можно судить о знаке переживаемой эмоции, составляют показатели асимметрии активности головного мозга.

Есть немало фактов, говорящих о том, что в обеспечении эмоциональной сферы человека левое и правое полушария головного мозга вносят разный вклад. Е.Д. Хомская и Н.Я. Батова выделяют две основные группы источников информации о соотношении эмоций и особенностей работы полушарий головного мозга (Хомская Е.Д., Батова Н.Я. , 1998):

1. изучение специфики эмоциональной сферы у здоровых лиц, в том числе и с различными профилями функциональной асимметрии;
2. исследование особенностей нарушения эмоционально-личностной сферы у больных с локальными поражениями левого или правого полушарий головного мозга. На самом деле для анализа заданной проблемы может использоваться информация о собственно эмоциональных расстройствах, связанных с широким спектром нарушений работы мозга (например, депрессии, шизофрении и т.д.).

Особую группу данных по проблеме отношения функциональной асимметрии и эмоционально-личностной сферы составляют данные о разной способности к различению эмоциональных стимулов левым и правым полушариями головного мозга, а также о разной способности двух половин лица к проявлению эмоций. Даймондом С. (Dimond S. et al., 1976) с помощью демонстрации фильмов отдельно в левое или правое полушарие было показано, что полушария по-разному включаются в

переработку информации об эмоциональном содержании стимула. Правое полушарие связано преимущественно с оценкой неприятного или ужасного, а левое – приятного и смешного. Если стимулы для полушарий «перепутать», то есть демонстрировать смешной фильм для правого полушария, то редуцируется и субъективная и висцеральная компоненты эмоциональной реакции, в том числе, не изменяется частота сердечных сокращений, как она могла бы измениться при предъявлении положительной эмоциональной стимуляции в левое полушарие. Более того, одно и то же содержание утверждений вызывает неприятие у людей с преимущественной активацией правого полушария и положительное отношение к нему – с преимущественной активацией левого (J. Casiorro et al., 1979). Согласно этим данным, более эмоциогенным является правое полушарие. Так, у здоровых людей обнаружено преимущество левой половины зрительного поля (то есть правого полушария) при оценке выражения лица, а также левого уха (тоже правое полушарие) — при оценке эмоционального тона голоса и других звуковых проявлений человеческих чувств (смеха, плача), при восприятии музыкальных фрагментов (Strauss E., 1983). Помимо этого выявлено также более интенсивное выражение эмоций (мимические проявления) на левой половине лица (Dodson V. et al., 1984). Существует также мнение, что левая половина лица в большей степени отражает отрицательные, правая — положительные эмоции. Эти различия проявляются уже у младенцев, в частности в асимметрии мимики при вкусовом восприятии сладкого и горького.

В работах В.А. Москвина (Москвин В.А., 1988) была показана связь между типом межполушарной организации, определяемой по схеме «рука-глаз-ухо», и результатами психодиагностических методик (в том числе и ММРІ, Спилбергера-Ханина, Айзенка и Люшера). С сильным проявлением леволатеральных признаков оказались связаны шкалы нейротизма, депрессии и психотизма. Наибольшая выраженность этих черт наблюдалась у праворуки лиц с ведущим левым ухом и глазом. На основе

этих и других данных А.П. Чуприков (Чуприков А.П., 1975) предложил модель латеральной мозговой организации эмоциогенных систем. Левополушарным мозговым эмоциогенным системам он приписывал осуществление «гиперстенических» эмоций (эйфория, мания, гнев, тревога), а правополушарным – «астенических» (печаль, тоска, апатия, страх).

Изучая работы, посвященные связи «эмоционально-личностных характеристик» с профилем левшества-правшества, важно отметить, что оба понятия - «профиль асимметрии» и «эмоционально-личностные характеристики» - сложно определимы как теоретически, так и операционально. Для оценки профиля разные авторы используют разные методики, равно как и подбирают различные тесты для оценки личностной сферы. Для использования этих данных с целью выявления мозговых механизмов (например, эмоциогенных систем, о которых говорил в своих работах А.П. Чуприков) сложно, потому что профиль латерализации не всегда совпадает с доминированием активности соответствующего полушария (Доброхотова Т.А., Брагина Н.Н., 1994; Sakano H., 1982).

По данным клинических наблюдений (Хомская Е.Д., Батова Н.Я. , 1998), эмоциональные нарушения при поражении правого полушария выражены сильнее, при этом отмечается избирательное ухудшение способности оценивать и идентифицировать эмоциональную экспрессию в мимике (Белый Б.И., 1987; Гребенникова Н.В. и Квасовец С.В., 1986). При левополушарных поражениях у больных часто возникают приступы тревоги, беспокойства и страха, усиливается интенсивность отрицательных эмоциональных переживаний. Больным с поражениями правого полушария более свойственны состояния благодушия, веселости, а также безразличия к окружающим (Московичюте Л.И., Кадин А.Л., 1975). Им трудно оценить настроения и выявить эмоциональные компоненты речи других людей. Наблюдения за больными с патологическим навязчивым смехом или плачем



показывают, что патологический смех часто связан с правосторонними поражениями, а патологический плач — с левосторонними.

Функция восприятия эмоций по выражению лица у больных с поврежденным правым полушарием страдает больше, чем у людей с поврежденным левым полушарием. При этом знак эмоций не имеет значения, однако когнитивная оценка значимости эмоциональных слов оказывается у таких больных адекватной. Иными словами, у них страдает только восприятие эмоций. Право- и левосторонние поражения по-разному влияют и на временные аспекты эмоциональных явлений: с поражением правого полушария чаще связаны внезапные аффективные изменения, а с поражением левого — долговременные эмоциональные переживания. В работе Гребенниковой Н.В. (Гребенникова Н.В., Квасовец С.В., 1986) была показана связь правой лобной доли с регуляцией эмоционально-личностных процессов, а левой - с регуляцией динамических характеристик личности.

Существуют различные подходы по объяснению приведенных выше фактов (Davidson R.J., 1993):

1. По мнению большей группы авторов, левое полушарие ответственно за восприятие и экспрессию положительных эмоций, а правое — отрицательных. Депрессивные переживания, возникающие при поражении левого полушария, рассматриваются как результат растормаживания правого, а эйфория, нередко сопровождающая поражение правого полушария, — как результат растормаживания левого.
2. Имеется точка зрения, согласно которой тенденция правого полушария к синтезу и объединению множества сигналов в глобальный образ играет решающую роль в выработке и стимулировании эмоционального переживания. В то же время преимущество левого полушария в анализе отдельных

упорядоченных во времени и четко определенных деталей используется для видоизменения и ослабления эмоциональных реакций. Таким образом, когнитивные и эмоциональные функции обоих полушарий тесно связаны и в когнитивной сфере, и в регуляции эмоций.

3. Ряд авторов утверждает, что каждое из полушарий обладает собственным эмоциональным «видением» мира. При этом правое полушарие, которое рассматривается как источник бессознательной мотивации, в отличие от левого, воспринимает окружающий мир в неприятном, угрожающем свете, но именно левое полушарие доминирует в организации целостного эмоционального переживания на сознательном уровне. Таким образом, корковая регуляция эмоций осуществляется в норме при взаимодействии обоих полушарий головного мозга.

Какая бы из этих версий ни оказалась верна, ясно, что при восприятии эмоциогенной стимуляции левое и правое полушария работают по-разному. Это проявляется и в суммарной электрической активности головного мозга. Следовательно, асимметрия суммарной активности мозга может быть использована в качестве диагностического признака.

Известно, что дети матерей, страдающих депрессией, при взаимодействии с мамой демонстрируют большую мощность ЭЭГ в правых фронтальных отведениях, по сравнению с контрольной группой (Jones N.A. et al., 2006). У детей, пренатально подверженных воздействию кокаина и имеющих вследствие этого проблемы с эмпатическим контактом мать-ребёнок, также имеется более выраженная правая асимметрия активности мозга.

В. Хеллер предложила оценивать знак переживаемой эмоции по соотношению активности левой фронтальной коры и правой фронтальной коры (Heller W. Et al., 1995). Таким образом, были сформулированы два

неравенства («правила Хеллер»): если активация левой фронтальной коры превышает активацию правой – субъект переживает положительную эмоцию; если же активность левой фронтальной коры меньше активности правой – субъект переживает отрицательную эмоцию.

Особый интерес представляют исследования асимметрии мощности ЭЭГ в определенных частотных диапазонах. Так, Русалова М.Н. и Костюнина М.Б. (Rusalova M.N. , Kostyunina M.B., 2006), изучая дельта-ритм при переживании различных эмоций, связали его мощность с активностью (стеничностью) эмоции. Увеличение в ЭЭГ медленных волн при отрицательных эмоциях начинается в левом полушарии: в височных отделах (злость), а потом распространяется на другие отделы (страх) и покрывает всю кору. Положительные эмоции характеризуются понижением амплитуды медленноволновой активности и повышением быстроволновой активности в обоих полушариях. Примечательно, что схожие паттерны ЭЭГ выделяются у людей с предрасположенностью к гомицидному поведению. Для больных, совершивших гомицид, характерно увеличение средней мощности дельта и тета-диапазонов в орбито-фронтально-височных областях левого полушария, достоверное по отношению к группе нормы в отведениях Fp1, F7, F3. снижение средней частоты тета-диапазона в лобно-височно-центральных областях ; снижение средней мощности тета-ритма в лобно-центрально-париетальных областях (при сравнении с группой нормы) и, особенно значительно, по сравнению с контрольной группой больных при значимых различиях в отведениях левого полушария (F3, C3, P3) (Киренская-Берус А.В. и др., 2002).

Мюллер М.М. с соавторами выделил полосу частот 30-50 Гц, наиболее чувствительную к знаку эмоциональной реакции (Muller M.M., et al, 1990). Другие диапазоны, включая альфа и бета, не обнаруживали больших изменений. Мощность спектра в диапазоне 30—50 Гц была больше при отрицательной стимуляции в левых теменных отведениях. Для стимулов, вызывающих положительные эмоции, - в правых височных. Вне

зависимости от знака эмоций, наличие эмоциональной реакции было связано с повышением гамма-ритма в правых фронтальных отведениях.

В литературе большое внимание уделяется асимметрии ответов в лобных отведениях при различной эмоциогенной стимуляции. При этом утверждается, что относительно большая активность в левой фронтальной коре физиологически и физически более здорова, нежели активность справа (Aftanas L.I. and Pavlov S.V. (2005).; Davidson R.J. et al, 1986; Santesso D.L., 2005). Тем не менее, повышение активности слева вовсе не всегда выгодно. Последние исследования связывали такую активность с положительными эмоциями. Но это происходило из-за смешения понятия положительной эмоции и мотивации приближения (approach). Но approach-мотивация далеко не всегда ведет к переживанию положительных эмоций.

Наряду с классической моделью знака, объясняющей асимметрию активности в лобных отведениях при эмоциях напрямую: лево-фронтальная активность включена в переживание и выражение положительных эмоций, а правая – отрицательных. Э. Гармон-Джонс предлагает обратить внимание на все более популярную в последнее время мотивационную модель. Согласно ее точке зрения, лево-фронтальная активность связана в наибольшей степени с мотивацией приближения, а право-фронтальная – с мотивацией избегания. Видимо, изменения, регистрируемые с височных и теменных отведений, действительно, связаны со знаком эмоции и поэтому наиболее удачно описываются теорией знака. Мотивационная же модель лучше всего действует для описания активности лобных отведений. Именно поэтому злость не всегда вызывает фронтальную левостороннюю активность (Harmon-Jones E., 2003).

## 5. Методология исследования

Несмотря на достаточно большой объем накопленного фактического материала, касающегося изменений ЭЭГ человека при возникновении эмоций, полученные данные часто трудно интерпретировать прежде всего из-за необходимости отличать эти изменения от сходных, возникающих при неэмоциональных нагрузках. Особенно задача не проста в случае предъявления достаточно сложных эмоциогенных заданий, включающих когнитивные компоненты, играющие подчас наиболее существенную роль. Поэтому в нашем исследовании мы решили объединить два подхода. Мы использовали однократно предъявляемую эмоциогенную стимуляцию (картинки разного эмоционального содержания), анализируя как спектр суммарной ЭЭГ-активности, так и компоненты вызванных потенциалов. Для дополнительного контроля «эмоционального эффекта» стимуляции нами использовался анализ показателей работы вегетативной нервной системы, а также психофизические методы.

Таким образом, можно выделить, как минимум, три отличия и преимущества нашей работы от работ предшественников:

1. В наших экспериментах испытуемые не решали когнитивных задач. Им необходимо было просто воспринимать картинки. Таким образом, мы можем считать экспериментальную ситуацию наиболее приближенной с одной стороны к эмоциональному реагированию непосредственно на стимул в естественных условиях, с другой стороны к ближайшей сфере практического приложения наших результатов, например, восприятию рекламы или созданию шаблонов для тренингов биологической обратной связи.

2. Сочетанием трех уровней анализа эмоциональных реакций мы надеялись избежать сложившейся тенденции к «мозг-центрированному» исследованию эмоций в рамках нейронаук. Здесь мы опираемся на работы, проводившиеся рядом авторов в 80х-90х годах XX века (Симонов П.В.,

1981; Lazarus R.S., 1991), в которых отмечалась необходимость целостного психофизиологического исследования эмоций с учетом их интегративной функции.

3. Кроме того, комбинируя данные психологии эмоций с данными нейроанатомии и электрофизиологии мозга, мы стремились реализовать комплексный, интегративный подход к изучению психофизиологических функций - «Человек-Нейрон-Модель», предложенный проф. Е.Н.Соколовым и развиваемый в настоящее время на кафедре психофизиологии факультета психологии МГУ им. Ломоносова.

Прежде чем искать показатели для диагностики знака эмоции в комплексе показателей ЭЭГ (спектре мощности, ВП), мы решили сконцентрировать наше внимание на определенных ритмах мозга, так как данные в этой области наиболее противоречивы. Опираясь на современную литературу (см. раздел 3.2.2), касающуюся изменений ЭЭГ при переживании эмоций, мы выделили три наиболее интересных нам диапазона спектра мощности ЭЭГ: альфа-, бета- и тета-ритм, которые, тем не менее, требовали более детального исследования. Поэтому с целью сокращения области поиска полос спектра, чувствительных к изменению эмоциональной составляющей стимуляции, мы провели *пилотное исследование*, основной целью которого было выявить участки спектра мощности ЭЭГ, изменяющиеся согласно знаку и интенсивности переживаемой эмоции. Поиск диагностических признаков для выяснения интенсивности эмоций, не входило в основные задачи диссертационного исследования, основной целью которого является выделение индикаторов знака переживаемой эмоции. Однако, мы сочли необходимым рассмотреть также и этого параметра в пилотном исследовании, чтобы иметь в дальнейшем возможность оценить вклад различий по интенсивности эмоциональной реакции в изменении ЭЭГ.

## **6. Пилотное исследование. Поиск полос спектра ЭЭГ, наиболее чувствительных к знаку и интенсивности эмоциональных реакций.**

Поскольку эмоции – это сложный системный процесс, мы решили в поисках индикаторов и диагностических признаков обратиться, прежде всего, к показателям суммарной активности мозга, а именно – к спектру мощности ЭЭГ. Основная рабочая гипотеза пилотного исследования состояла в том, что эмоциональные различия в зрительной стимуляции должны находить отражение в электрической активности головного мозга, и, в частности, - в её спектральных характеристиках. *Целью* этой части работы было выявление полос спектра, наиболее чувствительных к интенсивности и знаку эмоциональной реакции.

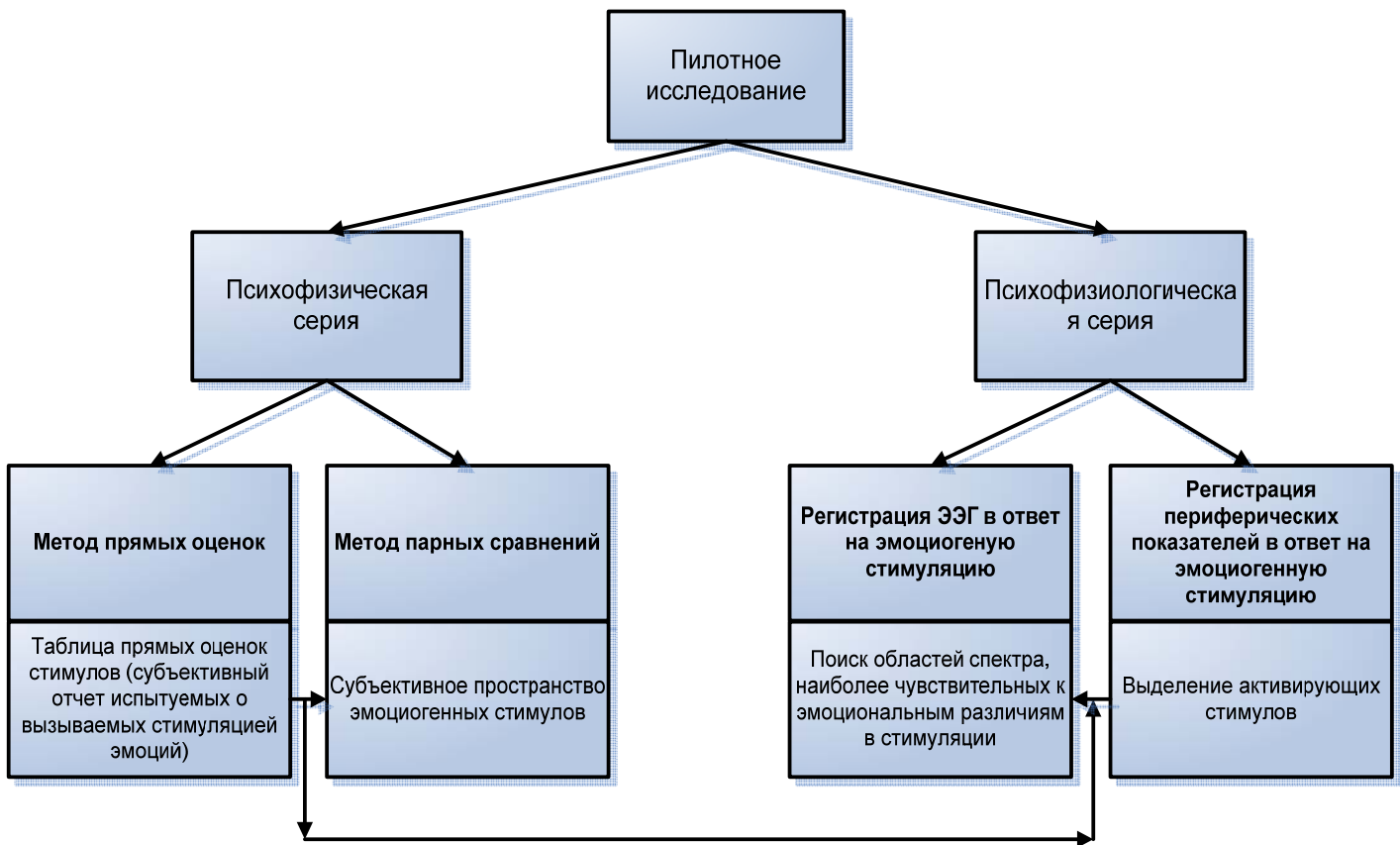
### **6.1. Задачи пилотного исследования**

Для достижения цели исследования необходимо было решить следующие задачи:

1. Выяснить субъективные различия в эмоциональных ответах на предъявляемую стимуляцию психофизическими методами.
2. Провести анализ частотных изменений ритмики ЭЭГ при стимуляции слайдами различного эмоционального содержания.
3. Соотнести результаты психофизической и психофизиологической частей исследования. Выявить то, как связаны субъективные различия в эмоциональных ответах со спектральными характеристиками ЭЭГ человека.

## 6.2. Методика исследования

Наше исследование состояло из двух серий (см. схему на рис. 2): психофизической и психофизиологической. Каждый испытуемый проходил две серии с интервалом в несколько недель, порядок участия варьировался. В обеих сериях для каждого испытуемого применялась одна и та же визуальная стимуляция.



**Рисунок 2.** Схема пилотного исследования

Пилотное исследование состояло из психофизической и психофизиологической серий, в которых использовались одни и те же стимулы и принимали участие одни и те же испытуемые.

Психофизическая серия была необходима, чтобы выявить структуру субъективных различий эмоциональных ответов на зрительные стимулы. Результаты психофизической серии должны были облегчить интерпретацию результатов психофизиологической серии. Основной гипотезой психофизического исследования было наличие различий в



эмоциональных ответах на стимулы различных тематических групп. Опираясь на литературные данные (Osgood S.E., 1996; Измайлов Ч.А.; Коршунова С.Г.; Соколов Е.Н., 1999; Аргайл М., 2003), мы надеялись выделить два основных признака стимулов: интенсивность вызываемой эмоциональной реакции и её знак.

Психофизиологическая серия состояла непосредственно в регистрации ЭЭГ в ответ на зрительную стимуляцию и последующей обработке. Такой подход позволяет соотнести субъективные данные и объективные физиологические показатели.

Особенностью нашего исследования было то, что и в психофизической и в психофизиологической части использовались одни и те же стимулы, в них участвовали одни и те же испытуемые. Это позволило нам в дальнейшем сопоставить результаты, полученные в различных сериях пилотного исследования.

### ***6.2.1. Испытуемые***

В эксперименте приняли участие 8 испытуемых женского пола (средний возраст на момент участия в эксперименте 19 лет) и 6 испытуемых мужского пола (средний возраст 20 лет). Испытуемые не знали о целях и гипотезах исследования.

Ввиду проводившихся доработок методики и качества полученных данных, в настоящей работе приводятся результаты по 4 представителям мужской и 4 представителям женской выборок.

### ***6.2.2. Психофизическая серия***

#### **Стимульный материал**

Для исследования нами были подобраны 16 слайдов разного эмоционального содержания: виды природы (nat), эротические фото (er), кожные нарывы (rani), ядовитые змеи и насекомые (gad), десертные блюда (eda). Мы предполагали, что слайды «эротические» и «блюда» относятся к

стимулам, вызывающим положительную эмоциональную реакцию, «нарывы» и «змеи» - к стимулам, вызывающим отрицательную эмоциональную реакцию. «Виды природы» рассматривались как источники эмоционально-нейтрального состояния и при анализе использовались для сравнения с эмоциональными реакциями. Также в качестве эмоционально-нейтрального стимула использовался серый экран (grey). Предполагалось, что эротика и раны будут вызывать более сильные эмоции. Для психофизической серии нами были составлены все возможные пары из шестнадцати стимулов. Каждая из них предъявлялась пять раз максимум на 0,5 секунды. Пары чередовались в случайном порядке. Испытуемый должен был оценить различие в своих эмоциональных впечатлениях. Кроме метода парных сравнений, мы использовали и прямую оценку стимулов.

### **Условия регистрации и оборудование**

Для предъявления стимулов использовался монитор персонального компьютера. Стимульный материал был подготовлен и демонстрировался с помощью программы составления интерактивных опросников QMaker, которая фиксировала анкетные данные и ответы испытуемых.<sup>1</sup>

### **Экспериментальная ситуация**

Мы старались создать условия максимально приближенные к тем, в которых производилась регистрация физиологических показателей.

В методике парного сравнения стимулов испытуемому предлагалась следующая инструкция: «Сейчас Вам будут предъявляться пары картинок. Вам нужно будет оценить степень различия вызванных ими впечатлений по шкале от 0 до 9». После этого на тёмном экране перед испытуемым

---

<sup>1</sup> Программа разработана на кафедре психофизиологии факультета психологии МГУ при участии Нилопца М.Н.

появлялись пары картинок и курсор для ввода ответа с кнопкой перехода к следующей паре.

Во второй методике (прямых оценок) испытуемому предлагалось оценить степень эмоционального впечатления от картинки в шкале от 1 до 5, причём оценка «1» означала сильное отрицательное впечатление, а «5» – сильное положительное. Каждый стимул демонстрировался всего один раз. Но испытуемый имел возможность исправлять свои ответы, возвращаясь к предыдущим стимулам.

### **Обработка результатов**

Примеры полученных данных для одного испытуемого приведены в приложении 1.

В результате методики парного сравнения были получены 6 матриц различий стимулов. Мы усреднили полученные результаты и использовали для дальнейшей обработки две матрицы: матрицу средних различий женской выборки и матрицу средних различий мужской выборки. Обработывались так же и индивидуальные матрицы каждого испытуемого. Для обработки всех полученных матриц мы использовали метод многомерного шкалирования (ММШ) в пакете SPSS 9.0. «Стресс» – мера степени воспроизведения исходной матрицы сходств – рассчитывался по формуле Крускала (Терехина А. Ю., 1983) в стандартном алгоритме SPSS 9.0. Нами были построены двухмерные пространства с Евклидовой метрикой (рис. 3-4). Также были усреднены прямые оценки стимулов отдельно мужской и женской выборок (таблица 1).

### ***6.2.3. Психофизиологическая серия***

#### **Стимульный материал**

Испытуемым предъявлялись на экране монитора 24 слайда разного эмоционального содержания (те же, что и в психофизической части): виды природы, эротические фото, кожные нарывы, ядовитые змеи и насекомые,

десертные блюда. Время экспозиции каждого слайда составляло 10 секунд. Слайды были организованы в тематические группы по 3 слайда в каждой. Эмоциогенные группы перемежались серым экраном на 30 секунд.

### **Условия регистрации и оборудование**

Электроэнцефалограмма регистрировалась монополярно в следующих стандартных отведениях: Fp1, Fpz, Fp2, F7, Fz, F3, F4, F8, T3, C3, Cz, C4, T4, T5, P3, Pz, P4, T6, O1, Oz, O2. В качестве референтного использовался объединенный ушной электрод (A1, A2). Запись проводилась с помощью многоканальной исследовательской системы «Энцефалан-131-03» (Medicom MTD, Таганрог) с частотой опроса 100 Гц, полоса пропускания от 0,3 до 30 Гц. Также регистрировались ЭКГ и КГР. ЭКГ регистрировалась в обоих случаях с двух рук, а КГР – с указательного и безымянного пальцев левой руки.

### **Экспериментальная ситуация**

Испытуемый сидел в удобном кресле в изолированной камере с закрытыми глазами. После пятиминутного периода адаптации к экспериментальной обстановке в течении минуты регистрировалась фоновая активность ЭЭГ, сначала с открытыми, потом с закрытыми глазами. После регистрации фона испытуемому давалась следующая инструкция: «Сейчас мы Вам покажем разные картинки. Сидите спокойно. Старайтесь не двигаться и не моргать».

### **Обработка результатов**

Первичные данные записи ЭЭГ обрабатывались с помощью пакета EEG Digital System (Версия «Элитная-М» 5.4-1.0-2.0) – стандартной программы, поставляемой вместе с установкой «Энцефалан-131-03». После удаления артефактов (артефактом считалось отклонение волны от нулевой линии 50 мкВ) единичные отрезки ЭЭГ, 10 секунд каждый, обрабатывались методом спектрального анализа в области 3-30 Гц с

использованием алгоритма быстрого преобразования Фурье в программе BrainLoc. Для сглаживания спектра использовалось прямоугольное окно Хеннинга. Величина мощности спектра вычислялась с дискретным шагом в 1 Гц. Для последующего анализа данные спектральной мощности суммировались по следующим частотным диапазонам: тета - 6-8 Гц, альфа – 8 –12 Гц, бета – от 18-20 Гц. Для этого полученные данные программы BrainLoc переводились в формат .txt и в дальнейшем обрабатывались с помощью программы MS Excell, где строились гистограммы мощностей спектра для разных отведений.

### **6.3. Результаты исследования**

#### ***6.3.1. Результаты психофизической серии***

В таблице 1 приведены средние и дисперсии прямых оценок у женской выборки. Из таблицы видно, что изображения ран и еды вызывают наиболее сильные эмоции, выраженные по знаку. Остальные картинки имеют значение, ближе к среднему баллу, соответствовавшему оценке «эмоциональное впечатление нейтрально». Эти данные облегчили нам задачи интерпретации полученных пространств.

Кроме того, уже по ним видно, что интерпретировать реакцию на образы природы как нейтральную недопустимо. В то время как, серый экран вполне может заменить подобного рода стимуляцию.

Изначально нами предполагалось, что стимуляция «эротика» будет вызывать гораздо более сильную эмоцию, чем «еда». Но, согласно результатам метода прямой оценки стимулов, выяснилось, что реакция на изображения пищи гораздо интенсивнее. Это же подтверждается и данными физиологической серии. Например, подавление альфа-ритма в затылочных отведениях (см. результаты психофизиологической серии).

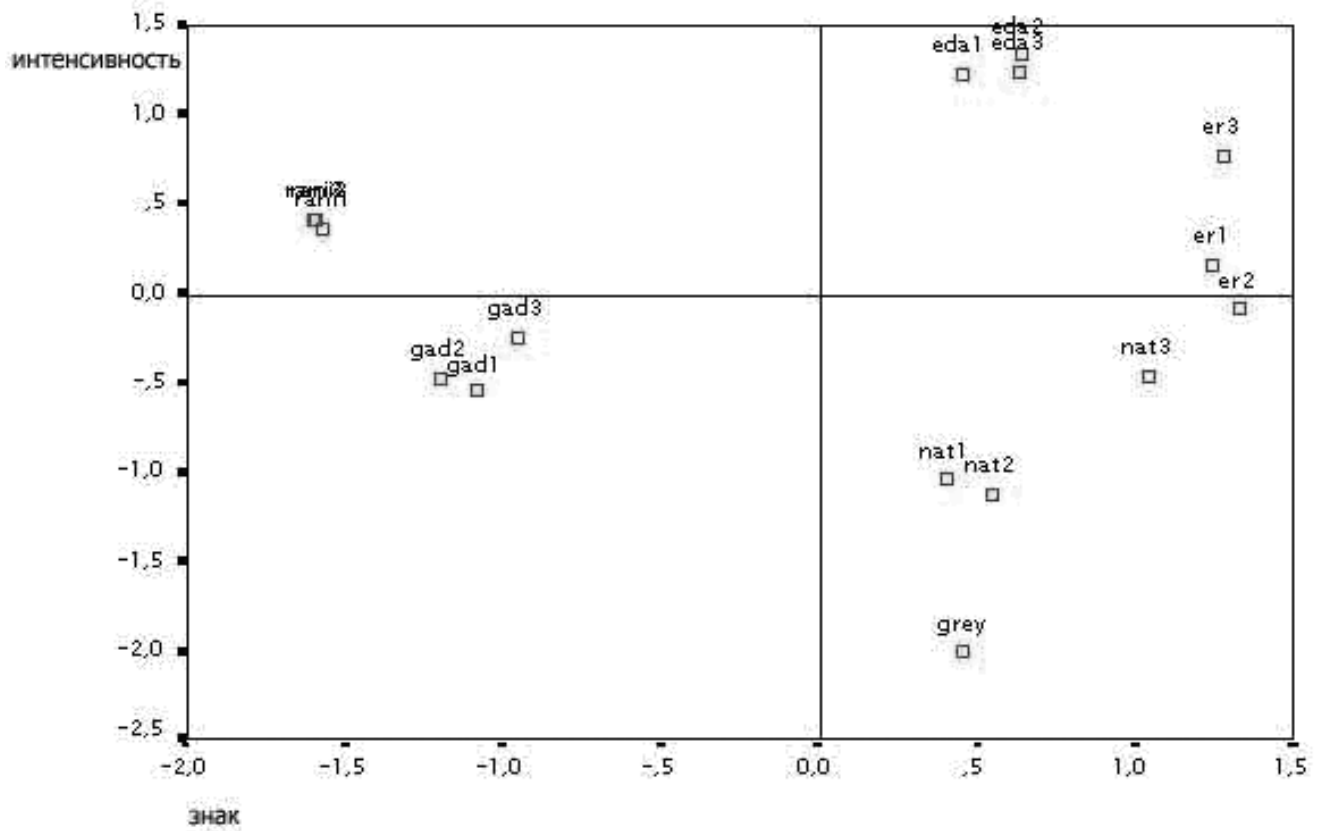
Как упоминалось выше, нами было построено два пространства стимулов для двух выборок. На рисунке 1 представлено пространство,

построенное по данным от женской выборки, на рисунке 2 – по данным мужской.

Стимулы		Среднее оценок	Среднее по группам стимулов	Дисперсия
«нейтральный»	grey	3,17	3,17	0,17
"эротика"	er1	3,67	3,94	0,27
	er2	4,00		0,80
	er3	4,17		0,57
"раны"	rani1	1,17	1,28	0,17
	rani2	1,17		0,17
	rani3	1,50		0,30
"жуки"	gad1	2,67	2,67	1,47
	gad2	2,17		0,57
	gad3	3,17		2,17
"еда"	eda1	4,33	4,22	0,67
	eda2	4,33		0,67
	eda3	4,00		0,80
"природа"	nat1	3,67	4,33	0,67
	nat2	4,50		0,70
	nat3	4,83		0,17

**Таблица 1.** Результаты психофизической серии. Прямая оценка эмоциональной силы стимулов по шкале от 1 до 5. Женская выборка

Изображения ран и еды вызывают наиболее сильные эмоции, выраженные по знаку. Остальные стимулы имеют значение, ближе к среднему баллу, соответствовавшему оценке «эмоциональное впечатление нейтрально».

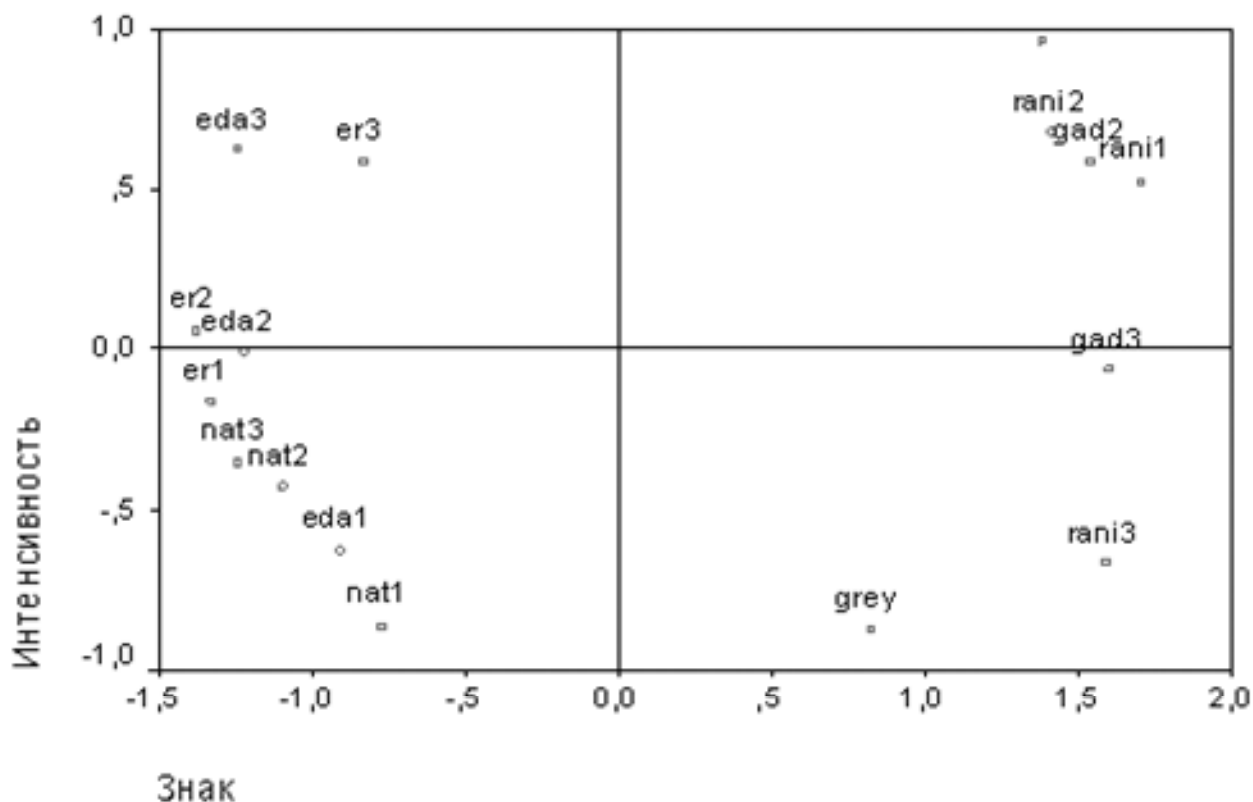


**Рисунок 3.** Двумерное пространство эмоций, полученное по данным многомерного шкалирования матрицы усреднённых различий в женской выборке.

Точки в пространстве соответствуют следующим стимулам: grey – серый экран, er – эротические картинки, ran – раны, gad – змеи и насекомые, eda – пища, nat – природа.

Итерация	Стресс	Улучшение
1	0,26249	
2	0,22979	0,03271
3	0,22813	0,00166





**Рисунок 4.** Двумерное пространство эмоций, полученное по результатам многомерного шкалирования матрицы усреднённых различий в мужской выборке.

Точки в пространстве соответствуют следующим стимулам: grey – серый экран, er – эротические картинки, rani – раны, gad – змеи и насекомые, eda – пища, nat – природа.

Итерация	Стресс	Улучшение
1	0,25411	
2	0,21491	0,03920
3	0,21010	0,00480

Высокие значения стресса (см. рис 3 и рис. 4) вполне понятны, так как признаков эмоциональных впечатлений от стимулов гораздо больше, нежели два. Тем не менее, задачи нашего исследования диктовали именно такой подход.

Первым и существенным результатом является то, что стимулы в пространстве расположены группами, соответствующими тематической группировке слайдов. Это значит, что различия в ответах на стимуляцию одной тематики незначительны и ими можно пренебречь. Кроме того, между стимулами разной тематики различия гораздо более значительны.

Опираясь на результаты прямой оценки стимулов, мы предположили, что выделенные нами признаки описывают такие характеристики эмоциональной реакции испытуемых, как интенсивность и знак. Полученное пространство соотносится с двухмерной моделью эмоционального опыта, полученной Расселом в 1980 году на материале субъективных различий эмоций, представленных вербально (Аргайл М., 2003). Интерпретируемые нами как интенсивность и знак признаки, соотносятся со шкалами оценки и силы в работе Осгуда (Osgood S.E., 1996).

Вторым важным моментом, являлось то, что пространства похожи у отдельных испытуемых и у двух выборок (рис. 3 и 4). У мужской выборки пространства получаются более размытыми. Это можно объяснить тем, что стимуляция большой отклик вызвала именно у женской выборки. Сделать такое предположение позволяют данные самоотчета испытуемых.

Данные психофизической серии позволили классифицировать стимуляцию на 5 тематических групп, вызывающих различные эмоции и соответствующие изначальное разделение: «эротика», «еда», «виды природы», «раны», «гады». Так как субъективные различия между этими группами были достаточно велики, мы предполагали найти соответствующие корреляты и в физиологической активности, в частности, в показателях спектра ЭЭГ.

### ***6.3.2. Результаты психофизиологической серии***

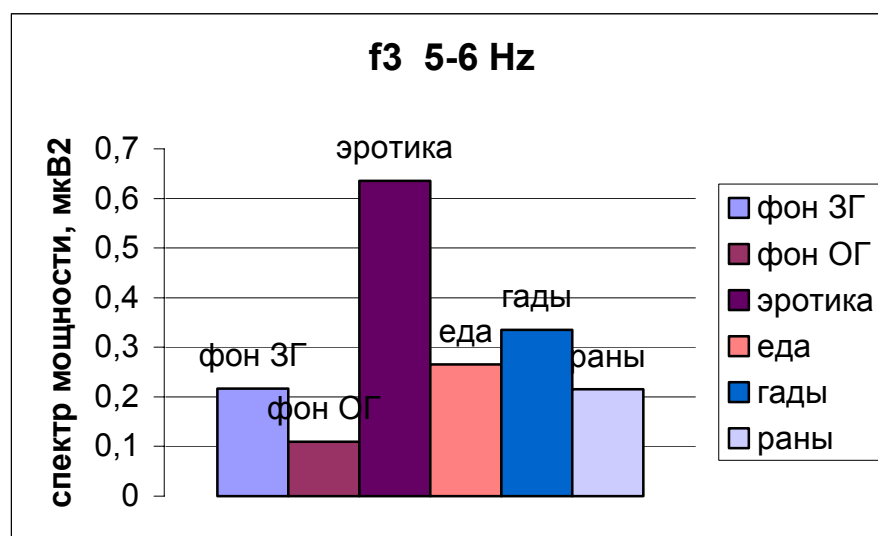
Так как главной задачей пилотного исследования было сужение круга поисков показателей объективной диагностики эмоциональных реакций, то основной акцент при обработке данных был сделан на визуальном сравнении показателей мощности ЭЭГ и анализе их пространственной динамики. Опираясь на литературные данные (Sutton S. K., Davidson R. J., 2000; Ильюченко И.Р., 1996; Костюнина Н. Б., 1995), наиболее значимыми для анализа отведениями в передней лобной области

были выбраны F7, F3, F4, F8, а в теменно-затылочной – P3, P4, O1, O2. Так как различия между этими группами отведений незначительны, то мы объединили их в группы. Последующий анализ проводился по усредненным значениям для групп электродов - левая лобная (F7, F3), правая лобная (F4, F8), левая затылочная (P3, O1), правая затылочная (P4, O2). Все полученные данные приведены в приложении 3-14.

### **Изменение спектра мощности ЭЭГ в лобных отведениях (F7, F3, F4, F8)**

В результате анализа гистограммы спектральной мощности *тета-ритма* в *лобных отведениях* у представителей женской выборки (приложение 3), были выявлены следующие факты. Во-первых, было обнаружено различие между эмоционально-нейтральным состоянием, фоном (зарегистрированным перед началом стимуляции при открытых глазах) и ответами на эмоциогенные стимулы. Во-вторых, оказалось, что мощность тета-ритма в ответ на положительные эмоциональные стимулы превышала таковую на отрицательные. В четных (правосторонних) отведениях картина является ещё более чёткой в отношении знака эмоций, ответы на эмоциональные стимулы и отличаются от ответов на нейтральный. Ярко прослеживается тенденция усиления тета-активности при сильной положительной стимуляции и подавления при сильной отрицательной.

Последняя тенденция не проявляется столь ярко на мужской выборке, кроме одного испытуемого. У испытуемого К. (рис. 5) ярко видно усиление тета-ритма (5-6 Гц) при положительной стимуляции. Причём, оно не столь сильно при отрицательной.



**Рисунок 5.** Спектр мощности ЭЭГ для испытуемого К. (мужчина, 20 лет) в ответ на эмоциогенную стимуляцию

Лобное отведение F3 (слева). Полоса спектра 5-6 Гц. «Фон ЗГ» - усреднённые данные фона, записанного с закрытыми глазами, до и после эксперимента. «Фон ОГ» - усреднённые данные фона с открытыми глазами (чёрный экран), до и после эксперимента. «Эротика» и «еда» - эмоционально положительные стимулы различной интенсивности. «Гады» и «раны» - эмоционально отрицательные стимулы различной интенсивности.

Рассматривая спектр мощности для слайда «природа» как у женской, так и у мужской выборки, мы не можем отнести эту стимуляцию к эмоционально нейтральной. В то время как, серый цвет оказывается гораздо ближе к фоновым значениям спектра.

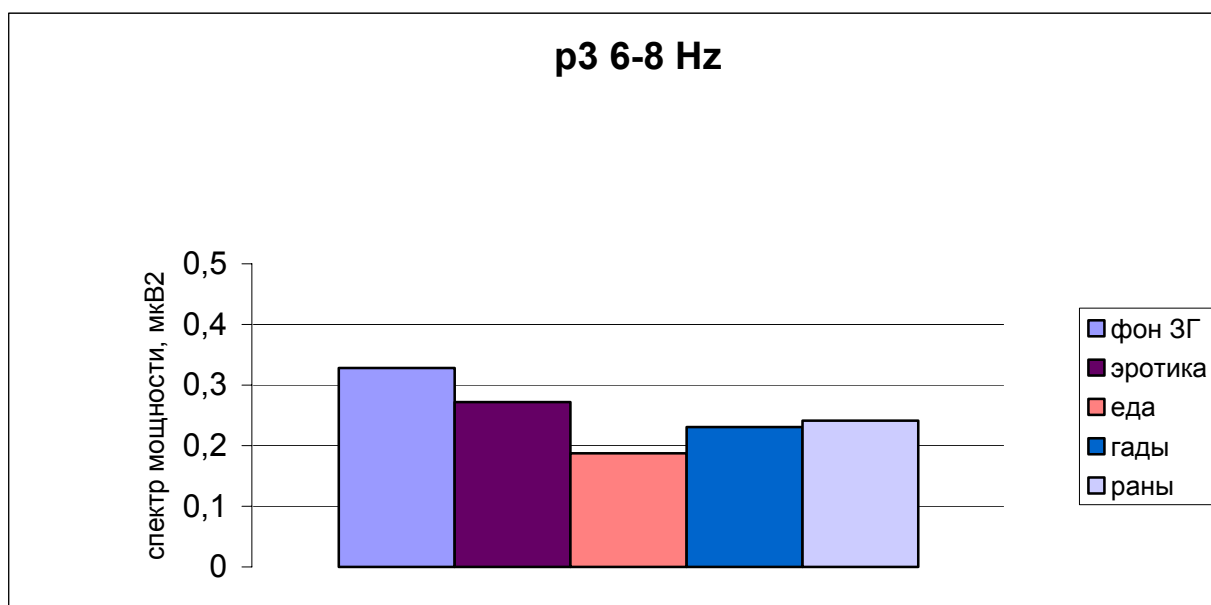
Мощность *альфа-ритма* в лобных долях не столь чётко отличается от мощности фоновой ЭЭГ (приложения 4, 10). И в левых, и в правых отведениях видно, что интенсивность альфа-ритма меньше подавляется при отрицательной эмоциональной стимуляции. Различий спектра при разной силе эмоциональной стимуляции нет.

*Бета-ритм* в лобных долях для женской выборки (приложение 5) слева оказывается наиболее мощным при эротической стимуляции. В отведении F3 он даже превышает фоновые показатели. Остальные же картинки вызвали достаточно равномерное подавление бета-активности по сравнению с фоном. Справа самым мощным ритм был при демонстрации картинок с ранами и эротикой, которые имели наибольшие

значения по интенсивности эмоционального впечатления по результатам психофизической серии. Таким образом, мощность бета-ритма отражает и субъективную интенсивность эмоций.

У мужской выборки в данной области спектра (приложение 11) заметных отличий нет ни в зависимости от «силы», ни в зависимости от «знака» эмоции.

Таким образом, в лобных долях наиболее чувствительным к эмоциональным изменениям оказался тета-ритм, и, в меньшей степени, – альфа. У женщин бета-ритм более дифференцирован в области слабых эмоциональных реакций.



**Рисунок 6.** Мощность тета-ритма в теменных отведениях (средние значения по мужской выборке).

Теменное отведение P3 (слева). Полоса спектра 6-8 Гц. «Фон ЗГ» - усреднённые данные фона, записанного с закрытыми глазами, до и после эксперимента. «Эротика» и «еда» - эмоционально положительные стимулы различной интенсивности. «Гады» и «раны» - эмоционально отрицательные стимулы различной интенсивности.

## **Изменение спектра мощности ЭЭГ в теменных и затылочных отведениях (P3, P4, O1, O2)**

В *теменно-затылочной* области картина была несколько иной (приложение 6). Слева ответ на эмоциональные стимулы, проявляющийся в данном случае в подавлении *тета-активности* у женщин, был несколько слабее, чем справа. Есть небольшая чувствительность к субъективной интенсивности эмоций как слева, так и справа. У мужской выборки (приложение 12) наблюдалось усиление мощности спектра в области 6-8 Гц при стимулах «эротика». Депрессия тета-ритма происходила соответственно силе эмоциональной реакции. Это особенно хорошо видно в нечетных отведениях (рис. 6).

*Альфа-ритм* в теменных областях менее всего подавляется при отрицательных эмоциональных стимулах (приложения 7, 13). Справа альфа-ритм подавляется значительно сильнее, нежели слева, хотя в теменных отведениях это не так заметно, как в затылочных.

Таким образом, в динамике тета- и альфа-ритмики в теменных областях наиболее ярко проявляется асимметрия ответов на эмоциогенную стимуляцию. Более сильно реагирует правая часть головного мозга.

В затылочных областях справа на сильную отрицательную стимуляцию *альфа-ритм* подавляется в большей степени, нежели при положительной, как у женщин, так и у мужчин.

*Бета-ритм* в *затылочных областях*, так же как и в лобных, наибольшую мощность имеет при субъективно слабой положительной и отрицательной стимуляции.

## 6.4. Обсуждение результатов пилотного исследования

В проведенном исследовании предъявляемые стимулы были одинаковы для всех испытуемых. Их выбор не был основан на знании каких-либо значимых эпизодов личной жизни, связанных с сильными эмоциональными переживаниями. Поэтому мы были уверены, что эмоциональные слайды не должны вызывать у испытуемых личностной аффективной реакции, и, таким образом, различия при восприятии эмоциональных слайдов отражают различия в силе наличного субъективного эмоционального возбуждения.

Проверяя это, мы провели психофизический эксперимент, результаты которого подтвердили нашу гипотезу. Действительно, оказалось, что, сравнивая эмоциональные впечатления от картинок разной тематики, испытуемые выделяют четыре группы эмоциональных реакций, соответствующие темам изображений. Но важно помнить, что мы не можем исключить из оценок наших испытуемых когнитивный компонент. Во-первых, на момент проведения психофизической серии испытуемые уже были знакомы со стимуляцией из психофизиологического эксперимента. Во-вторых, не все испытуемые могли принять инструкцию оценивать именно эмоциональное впечатление от картинок, а не сами картинки.

В отдельных частотных полосах наблюдается выраженная тенденция в динамике ЭЭГ-активности, отражающая субъективное ощущение силы эмоционального возбуждения. Реакции на слайды «еда» превосходит реакцию на «эротические» слайды, а среди негативных эмоций реакции на «раны» более выражена, чем на слайды «змеи». Это согласуется и с данными психофизической части, где по признаку, интерпретируемому как интенсивность вызываемой реакции, «раны» и «еда» имеют большее значение.

При восприятии положительно-эмоциональных слайдов в лобных отведениях обнаружено увеличение относительной мощности ЭЭГ в диапазоне 6-8 Гц. Эти данные явились для нас неожиданностью. Тета-ритм сегодня связывается с работой структур миндалины и путей, связанных со страхом и отрицательными эмоциями. Тем не менее, существуют данные о нарушении общей эмоциональной сферы (и положительных, и отрицательных эмоций) при правостороннем поражении гиппокампаально-амигдаллярного комплекса (Хомская Е.Д.; Батова Н.Я., 1998).

При восприятии отрицательно-эмоциональных слайдов в лобных отведениях наблюдалось увеличение относительной мощности ЭЭГ в диапазоне 8-12 Гц. Это согласуется с данными, полученными Русаловой в исследованиях по изучению спектральных и когерентных характеристик ЭЭГ при выполнении испытуемыми различных заданий, связанных с эмоциональными переживаниями (Русалова М.Н., 1990). Похожие результаты приводятся в работах зарубежных авторов, например, Ahern G.L., Shwartz G.E. (1985) и Collet L., Duclaux R. (1987). Изменения этих показателей при возникновении эмоций выявлены в разных частотных диапазонах, но чаще всего в альфа-диапазоне (Ahern G.L., Shwartz G.E., 1985; Davidson R.J. et al., 1986; Hinrich H., Macheleidt W., 1992). Такое ослабление мощности альфа-ритма было обнаружено и в наших экспериментах. Так, в случае положительно-эмоциональных слайдов выявлено снижение относительной мощности ЭЭГ в диапазоне 8-12 Гц по сравнению с предъявлением отрицательно-эмоциональных слайдов.

В целом, обнаружена связь между субъективными различиями в оценке эмоциональных впечатлений от слайдов и изменениями электрической активности мозга, как по поверхности головы, так и в спектральной мощности.

В результате пилотного исследования мы убедились в том, что динамические изменения корковой активности при восприятии эмоциональных изображений довольно сложны и неоднозначны. Тем не



менее, она находится в зависимости от субъективной эмоциональной окраски предъявляемого стимульного материала. Практически по всем изученным частотным диапазонам находятся те или иные области скальпа в которых достаточно отчетливо выявляются различия как на знак, так и на интенсивность эмоциогенного воздействия. Таким образом, были сделаны следующие **выводы**:

1. В результате психофизического эксперимента были выявлены субъективные различия эмоциональной реакции на предъявляемые зрительные стимулы. Данные различия соответствуют изначальному тематическому разделению слайдов. Построенное субъективное пространство стимулов в сочетании с интерпретацией признаков и данными по прямой оценке позволяет выделить такие признаки стимуляции как интенсивность и знак.

2. В результате психофизиологического эксперимента было выяснено, что динамика показателей мощности ЭЭГ вполне соответствует выделенным субъективным различиям в эмоциональном впечатлении от слайдов и отражает эмоциональное состояние человека, вызванное различными типами визуальной стимуляции.

3. При восприятии положительно-эмоциональных слайдов обнаружено усиление относительной мощности ЭЭГ в диапазоне 6-8 Гц в лобных отведениях, а также подавление 8-12-герцовой активности в затылочных и теменных.

4. В отдельных частотных полосах (бета-ритм) наблюдается выраженная тенденция в динамике ЭЭГ-активности, отражающая субъективное ощущение силы эмоционального возбуждения.

Поскольку, в литературе имеются данные об успешном определении интенсивности реакции по показателям активности вегетативной нервной системы (Аракелов Г.Г.; Шотт Е.К., 1998; Lazarus R.S., 1991), в дальнейшем мы решили сосредоточиться на выделении диагностических признаков знака эмоциональной реакции. В этом мы опирались на

полученные данные об изменении активности в диапазонах 6-8 и 8-12 Гц. Для более комплексного исследования ЭЭГ-индикаторов, было решено использовать также метод вызванных потенциалов (ВП), позволяющий выделить из активности ЭЭГ собственно вызванный стимуляцией компонент (Гнездицкий В.В., 1997).

## **7. Выделение показателей ЭЭГ, наиболее чувствительных к знаку эмоциональных реакций**

### **7.1. Задачи исследования**

Для достижения цели исследования необходимо было решить следующие задачи:

1. Оценить различия в интенсивности и распределении выделенных альфа (8-12 Гц), бета (18-20 Гц) и тета-диапазонов (6-8 Гц) в зависимости от знака эмоциональной реакции.
2. Оценить различия в амплитуде и латентности ранних негативных пиков (до 200 мс) в зависимости от знака эмоциональной реакции.
3. Оценить применимость показателей работы вегетативной нервной системы в качестве диагностических признаков знака эмоциональной реакции.
4. Произвести локализацию показателей ЭЭГ, значимо изменяющихся в зависимости от знака эмоциональной реакции.

## **7.2.Методика**

### ***7.2.1.Испытуемые***

В эксперименте приняли участие 12 испытуемых женского пола (студентки 2 курса факультета психологии МГУ, средний возраст на момент участия в эксперименте 21 год) и 3 испытуемых мужского пола (студенты 2 курса факультета психологии МГУ, средний возраст – 19 лет). Они не были знакомы со стимуляцией и не участвовали в пилотном исследовании.

### ***7.2.2.Стимульный материал***

Для выделения показателей знака эмоциональной реакции мы перегруппировали стимулы из пилотного исследования (см.раздел 6.2). Они были объединены согласно первому фактору, выделенному в психофизической серии пилотного исследования (знаку вызываемой реакции), в три группы: нейтральные, положительные, отрицательные. Группа положительных и отрицательных эмоциогенных стимулов была дополнена таким образом, чтобы в каждая группа насчитывала 10 стимулов. В качестве нейтрального стимула использовался только серый экран. Таким образом, стимуляция представляла собой 21цветное изображение<sup>2</sup>: 10 эмоционально положительных стимулов, 10 эмоционально отрицательных стимулов и серый экран в качестве эмоционально нейтрального стимула. Из стимулов были составлены псевдослучайные сочетания: по одному предъявлению эмоциогенных стимулов и 10 предъявлений серого экрана. Каждый стимул предъявлялся испытуемому на экране монитора в течение 1000 мс (1 с). Задержки между последовательными экспозициями не было. Для создания сценария

---

<sup>2</sup> Индексирование цвета согласно требованиям оборудования 640\*480\*256 245 цветов производилось в программе Adobe Photoshop 7.0

эксперимента использовался пакет EEDigitalSystem и ПО Slider (© Medicom MTD, Таганрог).

### ***7.2.3. Условия регистрации и оборудование***

Параллельно предъявлению стимулов и в течение одной минуты до и после эксперимента производилась монополярная регистрация 21 отведения: Fp1, Fpz, Fp2, F7, Fz, F3, F4, F8, T3, C3, Cz, C4, T4, T5, P3, Pz, P4, T6, O1, Oz, O2. В качестве референтного использовался объединённый ушной электрод. Запись проводилась с помощью многоканальной исследовательской системы ЭЭГА-21/26 «Энцефалан-131-03» с частотой опроса 100 Гц, полоса пропускания от 0,3 до 30 Гц. Также регистрировались ЭКГ, КГР и ФПГ. ЭКГ регистрировалась в обоих случаях с двух рук, КГР – с указательного и безымянного пальцев левой руки, ФПГ – со средних пальцев обеих рук.

### ***7.2.4. Экспериментальная ситуация***

Испытуемый сидел в удобном кресле в изолированной камере с закрытыми глазами. После 5-ти минутного периода адаптации к экспериментальной обстановке в течение минуты регистрировалась фоновая активность ЭЭГ - сначала с открытыми, а потом с закрытыми глазами. После регистрации фона испытуемому давалась следующая инструкция: «Сейчас мы Вам покажем разные картинки. Сидите спокойно. Старайтесь не двигаться». Из инструкции было решено убрать фразу «старайтесь не моргать», так как испытуемые в пилотном исследовании жаловались, что из-за заданной таким образом установки «напрягаются глаза».

### **7.2.5. Обработка результатов**

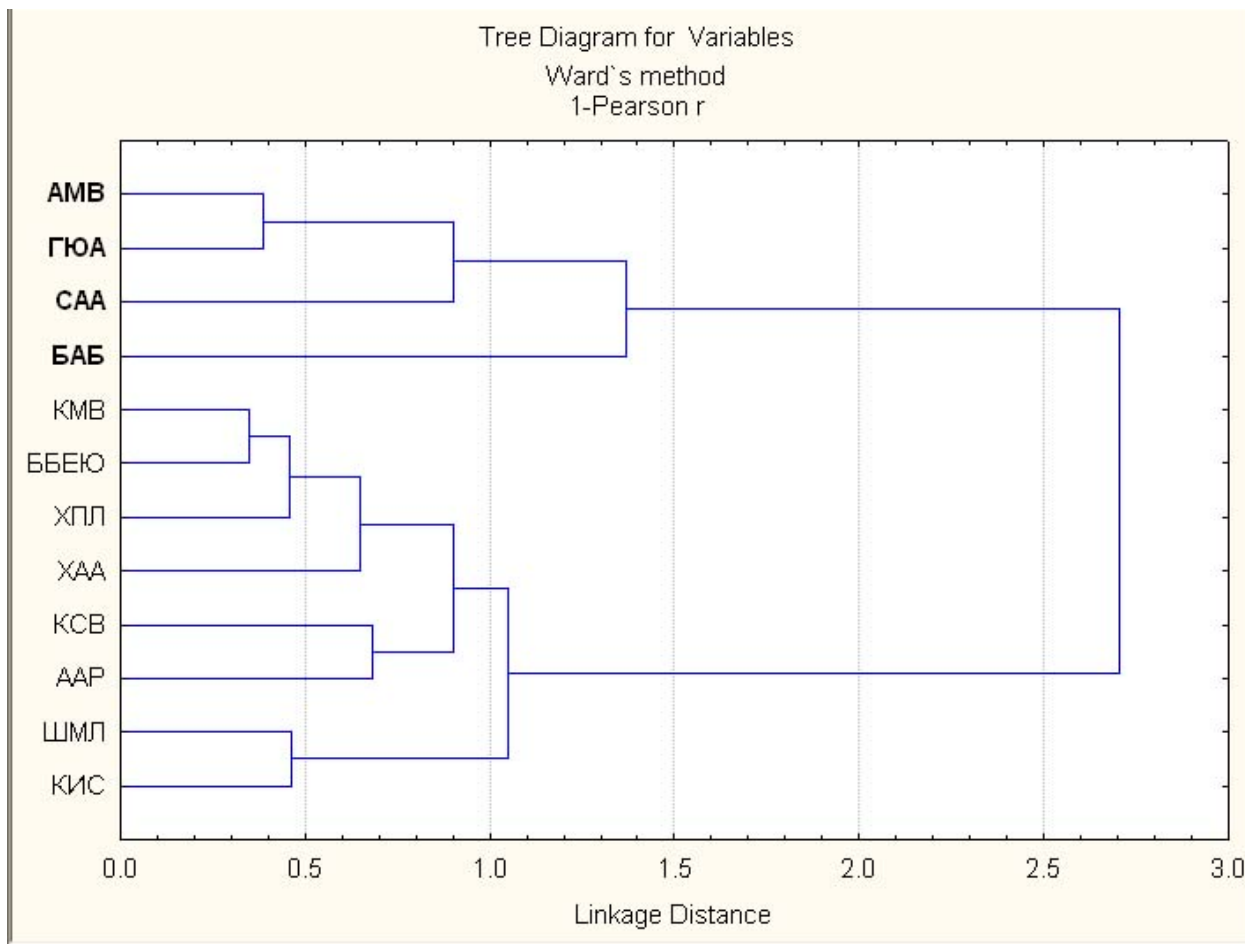
Первичные данные записи ЭЭГ обрабатывались с помощью пакета EEG Digital System (Версия «Элитная-М» 5.4-1.0-2.0, Medicom MTD, Таганрог), что было продиктовано условиями регистрации записей. Исходные записи ЭЭГ, сделанные во время демонстрации каждого слайда, подвергались визуальному анализу на предмет выявления артефактов (артефактом считалось отклонение волны от нулевой линии +/- 50 мкв.).

После удаления артефактов для усреднения ВП были приемлемы записи 14 испытуемых. Для усреднения использовался программный модуль EEG Digital System – 5-ВП-10.1.0. Единичные отрезки ЭЭГ длительностью 1 секунда каждый, усредняли по каждому из трех условий: нейтральная эмоциональная реакция, положительная эмоциональная реакция, отрицательная эмоциональная реакция. Полученные кривые были конвертированы в текстовый формат и в дальнейшем обрабатывались в программе Microsoft Excell 2003 SP1. Были построены графики ВП по всем отведениям для 14 испытуемых (см. Приложение 15), а также усредненный график для всех испытуемых (см. Приложение 19).

После визуального анализа компонентов ВП, было выделено, что амплитуда негативного компонента с латентностью 150-250 мс изменяется согласно трем условиям стимуляции. Амплитуда данного компонента, вычисляемая как максимум на данном отрезке, была подвержена статистической обработке. Для оценки сдвига между тремя условиями (нейтральная эмоциональная реакция, положительная эмоциональная реакция, отрицательная эмоциональная реакция) рассчитывался Хи-квадрат Фридмана. Условия наличия не менее двух испытуемых и не менее трех замеров были выполнены (Сидоренко Е., 2002), поэтому данный критерий был применим. Для расчета статистик использовался пакет SPSS 9.0. Так как статистически значимых сдвигов выявлено не было, но при визуальном анализе было ясно, что испытуемые явно разделяются на две

подгруппы, к матрице амплитуд выделенного компонента (см. приложение 24) был применен кластерный анализ (статистический пакет Statistica 6.0). Методом Варда с использованием метрики "1 Pearson-r" было выделено две основные группы испытуемых (рис. 7). Лакуны заполнялись средним по всем отведениям.

Чтобы выделить возможные причины такого разделения на группы, было произведено сравнение по критерию Манна-Уитни между показателями активности ВНС и показателями ЭЭГ у представителей первой и второй выборок. Также было произведено сравнение по результатам теста на реактивную и личностную тревожность Спилбергера в адаптации Ханина (см. Ханин Ю.Л., 1983).



**Рисунок 7.** Результаты кластерного анализа выборки по амплитуде компонента N170

Обработка осуществлялась с помощью статистического пакета Statistica 6.0. Метод Варда. Метрика "1 Pearson-r". Лакуны заполнялись среднеарифметическим по всем отведениям. Ось ординат – испытуемые. Ось абсцисс – расстояние между кластерами в метрике "1 Pearson-r". Видно разделение двух подгрупп испытуемых

Далее обработка производилась отдельно по каждой выборке. Снова был произведен расчет критерия Фридмана. Так как количество испытуемых (12 человек) удовлетворяло условиям применения Т-критерия Вилкоксона (Сидоренко Е., 2002): два замера на выборке от 5 до 50 человек - в случаях, когда сдвиг оказывался значимым по критерию Фридмана, проводилось попарное сравнение между всеми условиями по критерию Вилкоксона. Этот критерий был выбран, т.к. позволяет не только установить значимость сдвига, но и его направление.



Для одного испытуемого из каждой выборки было осуществлено дипольное моделирование источников ВП. Для этого также использовался пакет Brainloc 6.0 (сборка 8). Сначала использовалась модель с двумя свободными диполями. Затем была произведена попытка построить более удачную модель источников генерации ВП на основе литературных данных с применением метода фиксированных диполей.

Из 10 отрезков ЭЭГ по 1 секунде в ответ на каждый тип стимуляции были сформированы файлы .h3d, которые обрабатывались методом спектрального анализа в области 3-30 Гц с использованием алгоритма быстрого преобразования Фурье в программе BrainLoc 6.0 (сборка 8). Для сглаживания спектра использовалось прямоугольное окно Хеннинга. Величина мощности спектра вычислялась с дискретным шагом 1 Гц. Для последующего анализа данные спектральной мощности суммировались по следующим частотным диапазонам: тета - 6-8 Гц, альфа – 8-12 Гц, бета – 18-20 Гц. Для этого полученные данные программы BrainLoc переводились в формат .txt и в дальнейшем обрабатывались с помощью программы Microsoft Excell – были построены гистограммы мощностей спектра для разных отведений (Приложение 33-41). Выбор диапазонов и отведений был продиктован результатами пилотного исследования (см. раздел 6, а также Лапшина Т.Н., 2004).

Далее был произведен визуальный анализ спектра мощности ЭЭГ для каждого испытуемого и среднего по всей выборке. Далее значения мощности спектра испытуемых подвергались статистической обработке. Для оценки сдвига между тремя условиями (нейтральная эмоциональная реакция, положительная эмоциональная реакция, отрицательная эмоциональная реакция) рассчитывался Хи-квардрат Фридмана. Условия наличия не менее двух испытуемых и не менее трех замеров были выполнены (Сидоренко Е., 2002), поэтому данный критерий был применим. Так как количество испытуемых (14 человек) удовлетворяло условиям применения Т-критерия Вилкоксона (Сидоренко Е., 2002): два

замера на выборке от 5 до 50 человек - в случаях, когда сдвиг оказывался значимым по критерию Фридмана, проводилось сравнение попарно между всеми условиями по критерию Вилкоксона.

Для анализа показателей активности ВНС использовался программный пакет «Совокупный анализ ЭЭГ, РЭГ, ПОЛИ» на базе электроэнцефалографа ЭЭГА-21.26 «Энцефалан-131-03». Рассматривались следующие показатели: математическое ожидание количество ударов в минуту (ЭКГ), среднее квадратичное отклонение количества ударов в минуту (ЭКГ), математическое ожидание ФПГ, среднее квадратичное отклонение ФПГ, а также математическое ожидание, среднее квадратичное отклонение и вариабельность размаха КГР (мВ). Все показатели программа рассчитывает автоматически. Для каждого испытуемого было вычислено значение критерия Вилкоксона (см. выше) сдвига между нейтральными и эмоциогенными стимулами (вне зависимости от знака). Та же процедура была проведена для среднегрупповых значений.

### **7.3. Результаты**

#### ***7.3.1. Анализ показателей активности вегетативной нервной системы***

В результате статистического анализа для каждого испытуемого, у всех испытуемых был обнаружен значимый сдвиг по критерию Вилкоксона (уровень значимости  $\leq 0,02$ ) между эмоциогенными и нейтральными условиями хотя бы по одному из вегетативных показателей: среднее количество ударов сердца в минуту (МО ЭКГ), среднее квадратичное отклонение количества ударов в минуту (СКО ЭКГ), средняя амплитуда фотоплетизмограммы (МО ФПГ), среднее квадратическое отклонение амплитуды ФПГ (СКО ФПГ), средняя амплитуда КГР (МО КГР), среднее квадратическое отклонение амплитуды КГР (СКО КГР), вариабельность размаха амплитуды КГР (ВР КГР). Это

позволяет судить о том, что предъявлявшиеся стимулы изменяли, по крайней мере, уровень активации испытуемых. Считать вызванную активацию эмоциональной мы можем лишь на основании субъективных отчетов испытуемых и психофизического исследования, описанного в предыдущей главе.

Примечательно, что чувствительнее других к эмоциогенной стимуляции оказались показатели ВР КГР и СКО ЭКГ: по ним чаще наблюдается сдвиг между эмоционально нейтральной и эмоциогенной стимуляцией. Этот же результат был показан на всей выборке. Как видно из таблицы 2, существует значимый сдвиг вариативности размаха КГР: в ответ на эмоциогенную ситуацию она увеличивается. При этом наиболее значимый сдвиг происходит между нейтральным и положительным эмоциональным условиями.

В таблице 3 также приведены уровни значимости критериев Фридмана и Вилкоксона для среднего количества ударов сердца в минуту. Для этого показателя происходят значимые изменения между всеми тремя условиями (уровень значимости 0,004). Частота сердечных сокращений также возрастает при эмоциогенной стимуляции в сравнение с эмоционально нейтральной. Интересно также, что по критерию Вилкоксона выявлен значимый сдвиг (уровень значимости 0,003) между отрицательной и положительной стимуляцией. Изменения работы сердца наиболее тесно связаны с активированностью организма (видимо, в том числе и с эмоциональной). Так как в СКО ЭКГ наблюдается значимый сдвиг между каждым типом эмоциональной стимуляции и нейтральным стимулом, можно в дальнейшем рассматривать как наиболее достоверный показатель изменения состояния испытуемого.

N	14			
Chi-Square	10,886			
Asymp. Sig.	,012			
	KGRVREM - KGRVRN	KGRVRN - KGRVRAV	KGRVRAT - KGRVRAV	KGRVRN - KGRVRAT
Z	-2,291	-1,664	-,973	-2,919
Asymp. Sig. (2-tailed)	,022	,096	,331	,004

**Таблица 2.** Результаты статистического анализа вариативности размаха амплитуды КГР.

N – число испытуемых. Chi-square – значение Хи-квадрат Фридмана. Asymp. Sig. – уровень значимости. KGRVREM – среднее значение ВР КГР по двум типам эмоциогенной стимуляции. KGRVRN – ВР КГР на нейтральную стимуляцию. KGRVRAT – ВР КГР на положительную эмоциогенную стимуляцию. KGRVRAV – ВР КГР на отрицательную эмоциогенную стимуляцию. Z – величина критерия Вилкоксона. Asymp. Sig. (2-tailed) – уровень значимости. Для расчетов использована программа SPSS 9.0.

N	14			
Chi-Square	13,114			
Asymp. Sig.	,004			
	ECGMOEM - ECGMON	ECGMON - ECGMOAV	ECGMON - ECGMOAT	ECGMOAT - ECGMOAV
Z	-2,668	-2,668	-1,601	-2,982
Asymp. Sig. (2-tailed)	,008	,008	,109	,003

**Таблица 3.** Статистический анализ математического ожидания частоты сердцебиений (число ударов сердца в минуту) (по ЭКГ)

N – число испытуемых. Chi-square – значение Хи-квадрат Фридмана. Asymp. Sig. – уровень значимости. ECGMOEM – среднее значение МО ЭКГ по двум типам эмоциогенной стимуляции. ECGMON – МО ЭКГ на нейтральную стимуляцию. ECGMOAT – МО ЭКГ на положительную эмоциогенную стимуляцию. ECGMOAV – МО ЭКГ на отрицательную эмоциогенную стимуляцию. Z – величина критерия Вилкоксона. Asymp. Sig. (2-tailed) – уровень значимости. Для расчетов использована программа SPSS 9.0.

N	14			
Chi-Square	11,029			
df	3			
Asymp. Sig.	,012			
	ECGSKOEM - ECGSKON	ECGSKON - ECGSKOAV	ECGSKON - ECGSKOAT	ECGSKOAT - ECGSKOAV
Z	-2,919	-2,605	-2,763	-1,852
Asymp. Sig. (2-tailed)	,004	,009	,006	,064

**Таблица 4.** Статистический анализ среднего квадратического отклонения количества ударов в минуту (по ЭКГ)

N – число испытуемых. Chi-square – значение Хи-квадрат Фридмана. Asymp. Sig. – уровень значимости. ECGSKOEM – среднее значение СКО ЭКГ по двум типам эмоциогенной стимуляции. ECGSKON – СКО ЭКГ на нейтральную стимуляцию. ECGSKOAT – СКО ЭКГ на положительную эмоциогенную стимуляцию. ECGSKOAV – СКО ЭКГ на отрицательную эмоциогенную стимуляцию. Z – величина критерия Вилкоксона. Asymp. Sig. (2-tailed) – уровень значимости. Для расчетов использована программа SPSS 9.0.

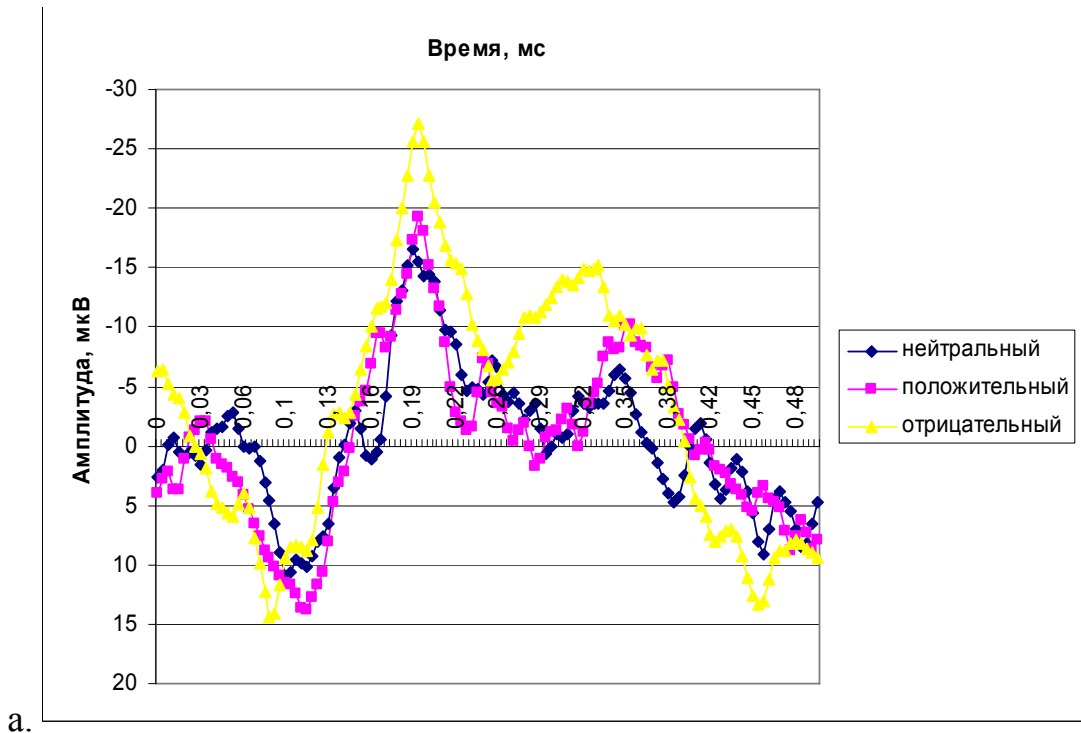
Остальные показатели работы вегетативной нервной системы (см. приложение 42) не показали значимых изменений при рассмотрении всех трех вариантов воздействия (по критерию Фридмана). Тем не мене, СКО КГР демонстрирует сдвиг между эмоциогенным и нейтральным стимулом, а также положительным и нейтральным.

### ***7.3.2. Анализ мозговой активности: вызванные потенциалы***

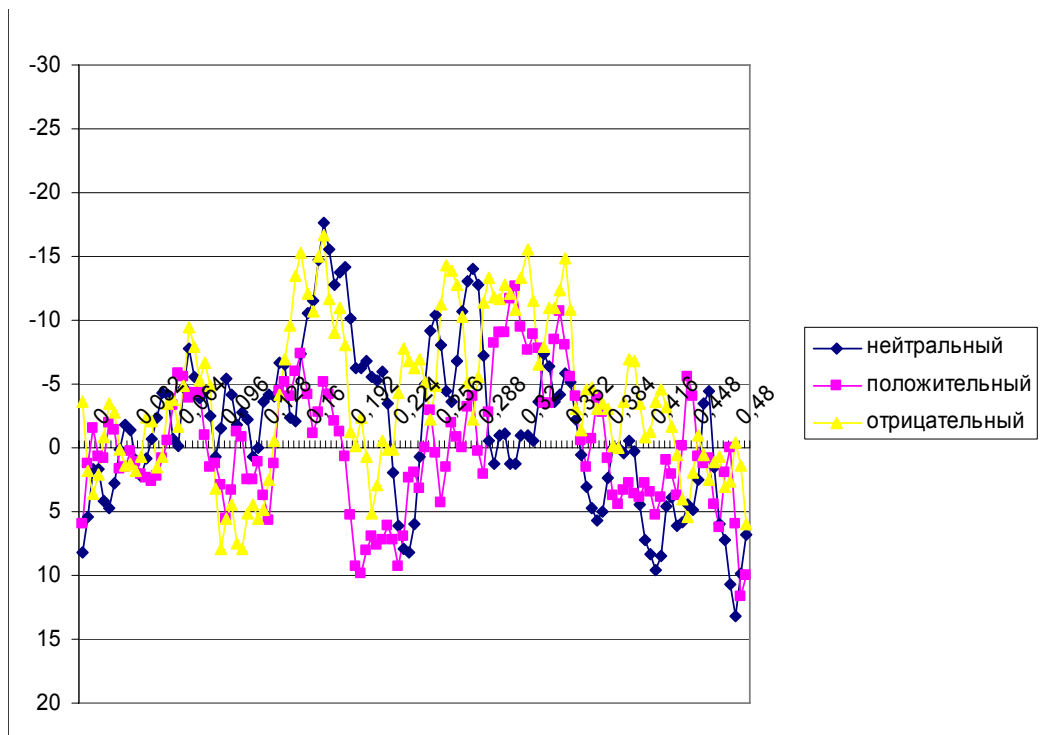
В результате эксперимента были усреднены ВП по каждой группе стимулов для всех испытуемых. То есть, для каждого условия было произведено 10 усреднений (ответ на все 10 положительных стимулов, ответ на все 10 отрицательных стимулов, ответ на 10 нейтральных стимулов). Произведенные усреднения для разных стимулов общего эмоционального содержания мы сочли приемлемым с учетом задачи исследования. Это позволяет выделить ответ, специфичный именно к эмоциональной составляющей восприятия стимулов.

Пример полученного ВП для одного из испытуемых можно видеть на рисунке 8 (а,б). В результате визуального анализа ВП всех испытуемых по всем отведениям, было отмечено изменение амплитуды компонента N170 в зависимости от знака вызываемой эмоции. В отведениях Т, Р, С и F эта особенность наблюдается наиболее ярко. ВП в затылочных отведениях имеет зашумленную форму, которая может быть вызвана тем, что 10 усреднений мало для зрительного ВП.

Та же картина наблюдается на ВП, усредненном по групповым данным (рис. 9). Форма ВП выглядит тут более гладкой, что понятно с учетом увеличения количества усреднений. Поэтому было решено провести статистический анализ поведения амплитуды компонента N170. За амплитуду N170 принимался локальный максимум на отрезке 150-250 мс. Изначально при расчете критерия Фридмана по всем отведениям, амплитуда N170 не показала значимого сдвига. При вычислении критерия знаков Вилкоксона попарно для всех условий было выяснено, что в лобных, теменных и височных отведениях есть значимый сдвиг (уровень значимости  $\leq 0,02$ ) между отрицательными и положительными стимулами. Это нас натолкнуло на мысль о том, что динамика N170 зависит от эмоционального знака стимуляции, но изменяется по-разному у испытуемых. Поэтому был проведен кластерный анализ (рис. 7), который позволил выделить две группы испытуемых. Данные две группы испытуемых выделяются исключительно кластерным анализом данных амплитуды выделенного компонента ВП, но не мощности спектра.



а.

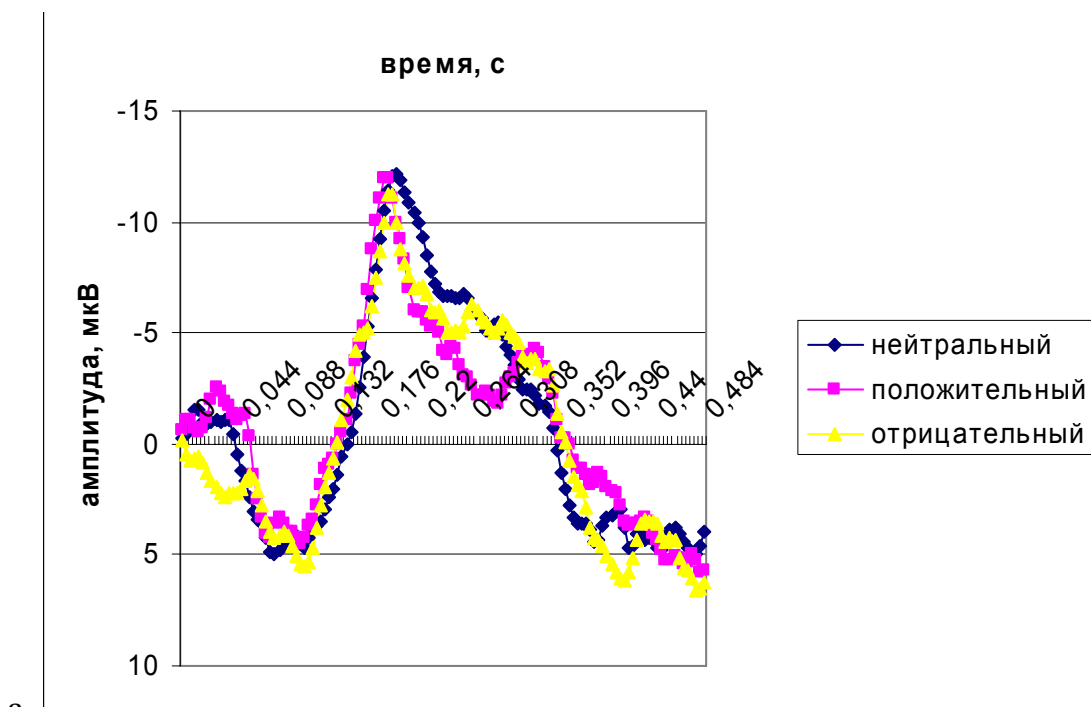


б.

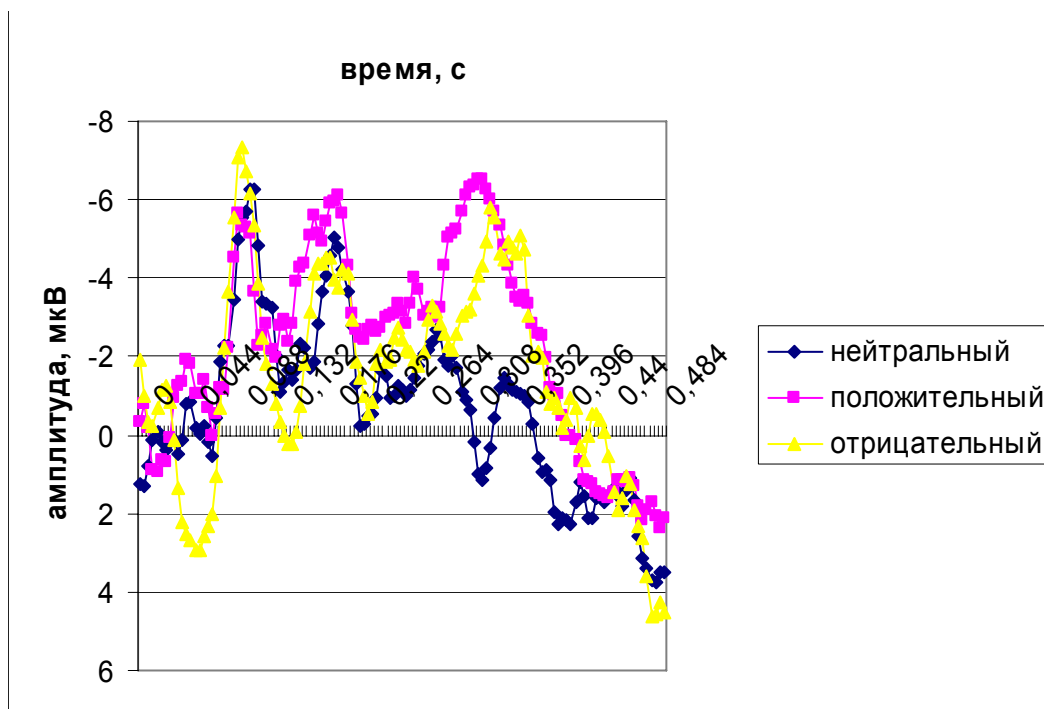
**Рисунок 8.** ВП на эмоциогенные стимулы

Испытуемый ББЕЮ, женщина, 19 лет.

Отведения: а) Cz и б) Oz. В отведении Cz ярко видно изменение амплитуды отрицательного пика латентностью 170-200 мс в зависимости от трех типов стимуляции: нейтральный, положительный, отрицательный.



а.

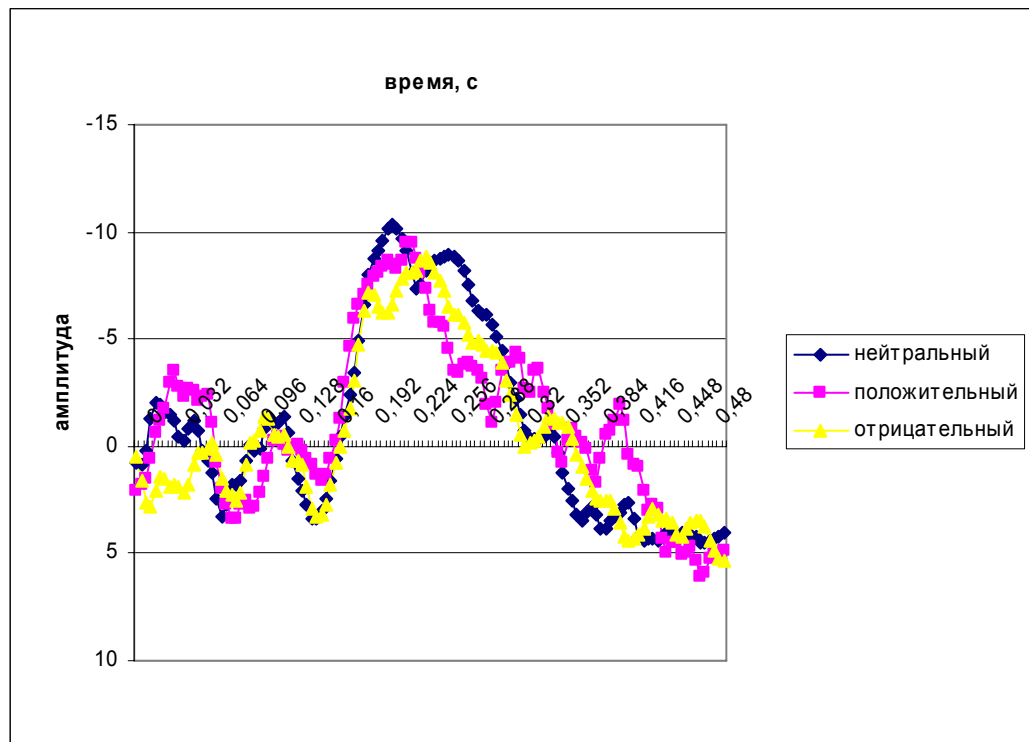


б.

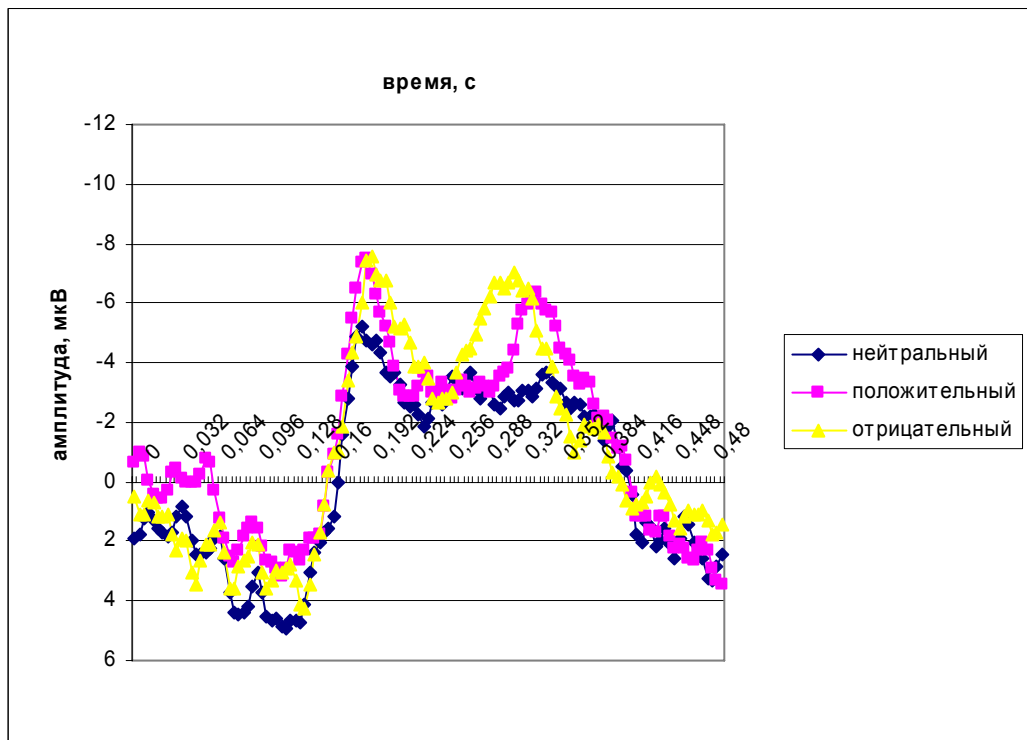
**Рисунок 9.** ВП на эмоциогенные и эмоционально нейтральные стимулы, усредненный по всей женской выборке (12 человек).

Отведения: а – Cz, б – Oz. В отведении Cz ярко видно изменение амплитуды отрицательного пика латентностью 170-200 мс в зависимости от трех типов стимуляции: нейтральный, положительный, отрицательный.





а.



б.

**Рисунок 10.** ВП, усреднённый по центральным отведениям для двух выборок, выделенных кластерным анализом.

а. Выборка 1 – 4 человека. Эмоциогенные стимулы приводят к уменьшению амплитуды ВП.

б. Выборка 2 – 8 человек. Эмоциогенные стимулы приводят к увеличению амплитуды ВП.

В приложении 25-32 приведены ВП, средние для двух полученных подгрупп, которые далее будем называть «выборка 1» и «выборка 2». На рисунке 10 видно, что у двух выборок поведение амплитуды N170 строго противоположно. В выборке 1 (рис. 10.а) эмоциональные стимулы приводят к уменьшению амплитуды ВП, а в выборке 2 – к её увеличению. При этом в обоих случаях меньше всего от нейтрального отличается ответ на положительные стимулы, чем на отрицательные. Во второй выборке ВП не такой высокоамплитудный. И наблюдается дополнительный пик с латентностью около 300 мс.

В поисках других различий между выделенными группами выборка 1 и выборка 2 были сравнены при помощи U-критерия Манна-Уитни (SPSS9.0) по всем анализируемым нами показателям: МО ЭКГ, СКО ЭКГ, МО ФПГ, СКО ФПГ, МО КГР, СКО КГР, ВР КГР, мощности альфа-, бета- и тета-ритмов, а также общей мощности ЭЭГ. Значимых различий между выборками по общей мощности ЭЭГ не выявлено (уровень значимости 0,072). Однако в некоторых отведениях (Т3, Т5, Fz, F7) замечено значимое различие (уровень значимости 0,014) в мощности тета-ритма. У выборки 1 она больше. Также есть определенная статистическая тенденция (уровень значимости 0,024) большей ЧСС (по МО ЭКГ) у выборки 1, в сравнении с выборкой 2. По остальным показателям активности ВНС значимых различий не выявлено. Также не было выявлено различий по уровню реактивной и личностной тревожности.

Тем не менее, в обеих группах надежным диагностическим признаком знака переживаемой эмоции для здорового взрослого человека является амплитуда компонента N170 (особенно в лобных и височных отведениях).

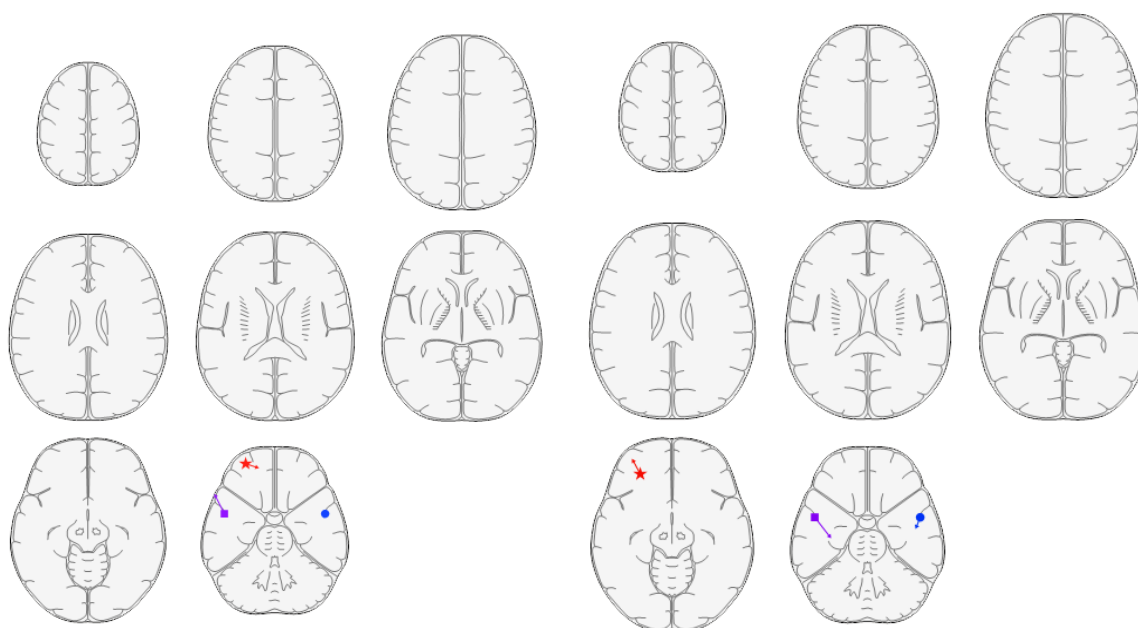
### ***7.3.3. Анализ мозговой активности испытуемых во время эмоциональных реакций: метод дипольной локализации***

Так как, по-видимому, механизм эмоциональной реакции у представителей выборки 1 и выборки 2 различаются, мы провели локализацию дипольных источников ВП для одного представителя каждой из них (см. приложение 43-44). Для этого мы исследовали ВП испытуемой АМВ и испытуемой ББЕЮ. И в том, и в другом случае, используя метод подвижных диполей, невозможно добиться модели с высоким коэффициентом дипольности. У испытуемой АМВ из выборки 1 (приложение 43) при отрицательной стимуляции выделены структуры левого стриатума, правого мозжечка и мозолистого тела; при положительной: правого мозжечка, правого стриатума и мозолистого тела; при нейтральной стимуляции – правый и левый таламус (КД=0,83-0,89). У испытуемой ББЕЮ из выборки 2 (приложение 44) при отрицательной стимуляции вычисляются диполи в области моста; при положительной стимуляции в правом мозжечке, при нейтральной – в левом (КД=0,92-0,93).

Исходя из данных, касающихся нейроанатомии эмоций (см. Нейроанатомия эмоций), мы постарались построить модели с лучшей описательной способностью. Для этого использовался метод фиксированных диполей. Его результаты также изложены в приложении 43-44. Для описания ВП на эмоциогенные слайды наибольшего коэффициента дипольности удалось достичь, используя модели с четырьмя диполями (рис. 11-12).

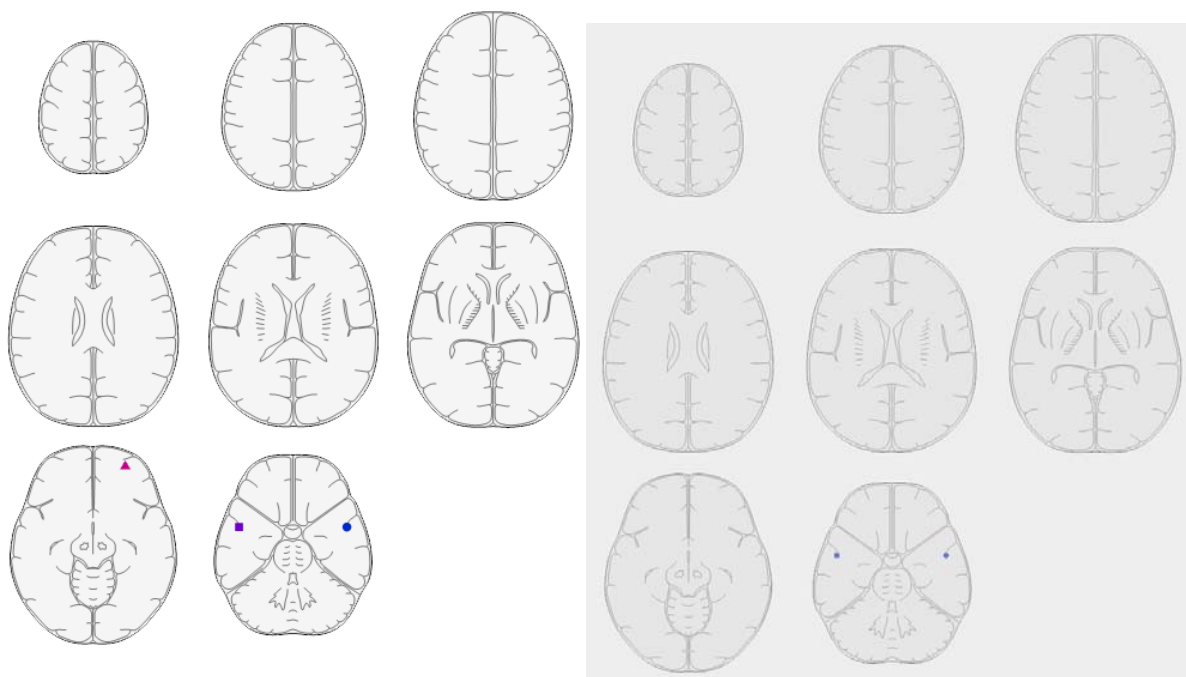
Для испытуемой из выборки 1 удалось достичь КД, равного 0,93, расположив диполи в области миндалины и фронтальной коры, как при отрицательной, так и при положительной стимуляции. Для испытуемой ББЕЮ максимальной КД (0,96) достигается той же моделью для эмоционально отрицательных стимулов. При реакции на эмоционально

положительные стимулы наилучшей описательной способностью обладает модель с двумя диполями (в обеих миндалинах). При нейтральной стимуляции для обоих испытуемых четыре диполя, расположенных попарно в затылочных и теменно-височных областях коры, позволили получить  $KD=0,95$ .



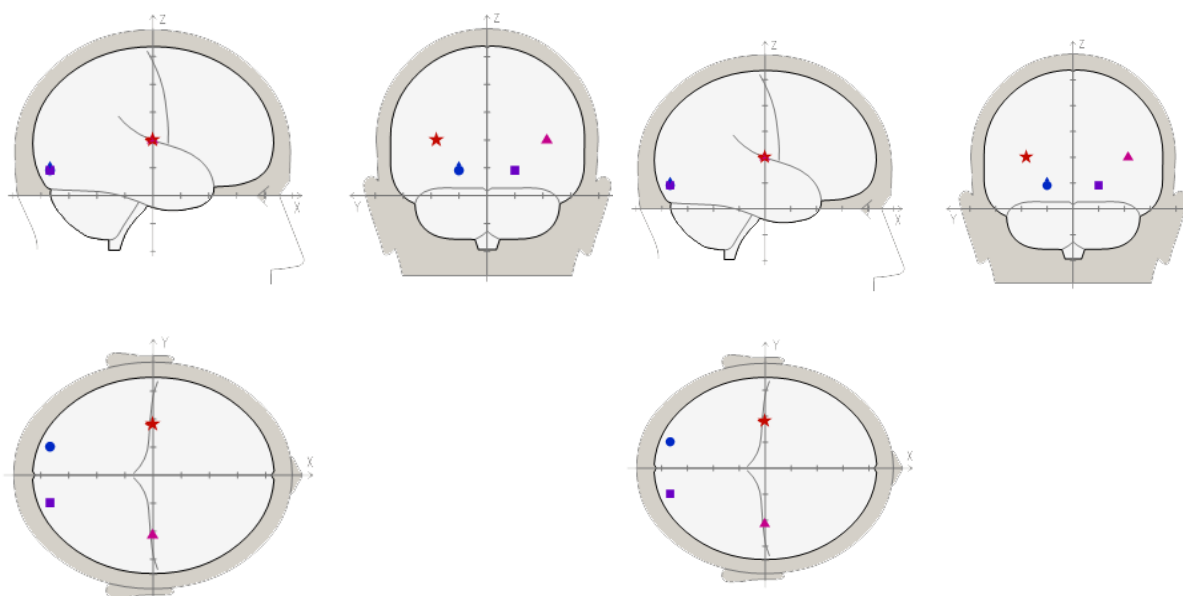
**Рисунок 11.** Модель фиксированных диполей для ВП на эмоциогенные слайды.

Испытуемый – АМВ (выборка 1). Шесть стандартных срезов мозга (Brainloc 6.0). Слева – ВП на эмоционально отрицательные стимулы. Справа – ВП на эмоционально положительные стимулы. Фиксированные диполи, расположенные в лобной коре левого полушария и обеих миндалинах дают наилучшую модель с  $KD=0,93$ .



**Рисунок 12.** Модель фиксированных диполей для ВП на эмоциогенные слайды.

Испытуемый – ББЕЮ (выборка 2). Слева – ВП на эмоционально отрицательные стимулы. Справа – ВП на эмоционально положительные стимулы. Фиксированные диполи, расположенные в лобной коре правого полушария и обеих миндалинах дают наилучшую модель  $KD=0,96$ .



**Рисунок 13.** Модель фиксированных диполей для ВП на эмоционально нейтральную стимуляцию.

Слева – испытуемый АМВ (выборка 1). Справа – испытуемый ББЕЮ (выборка 2).

Наилучшей моделью оказывается расположение диполей в области верхней париетальной и затылочной коры.

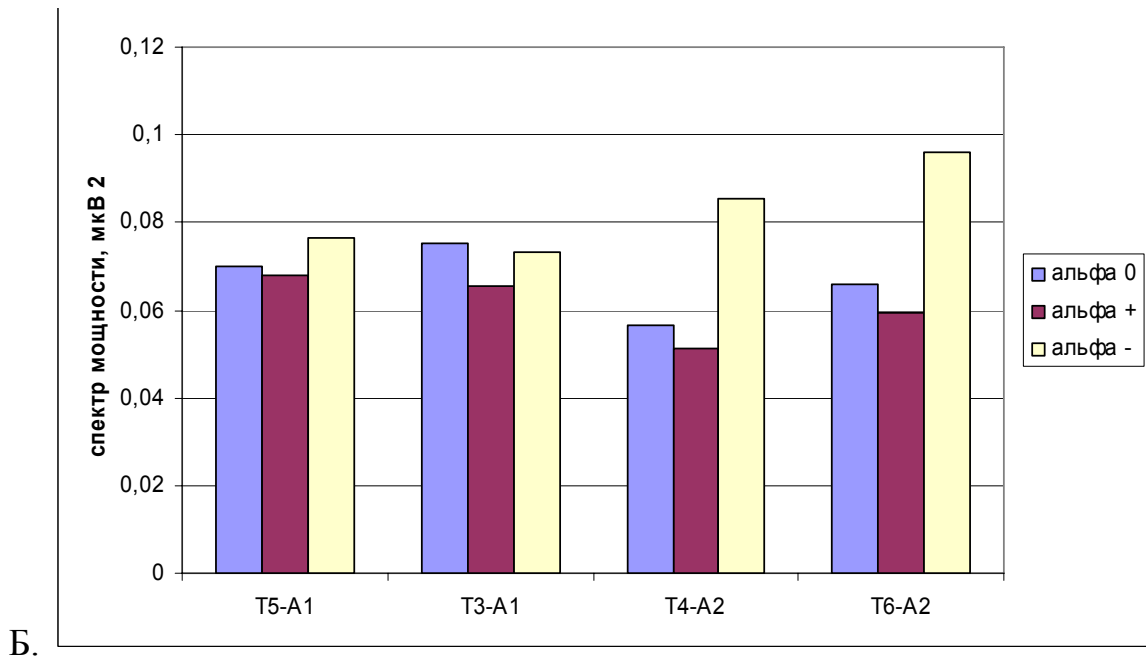
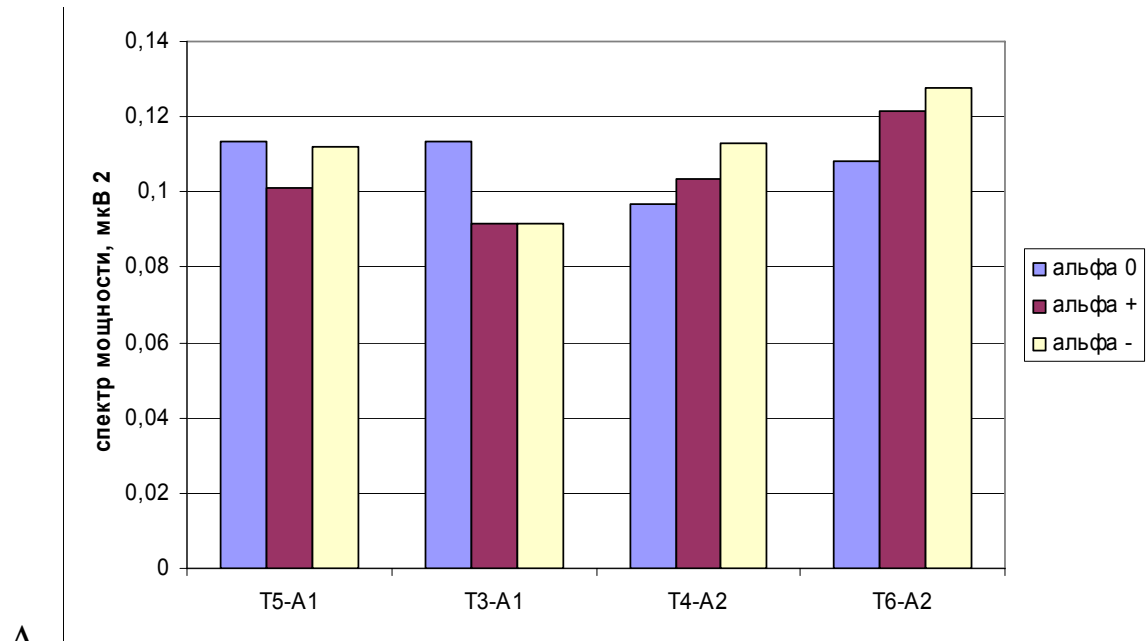
### ***7.3.4. Анализ мозговой активности испытуемых во время эмоциональных реакций: мощность спектра***

В приложении (33-41) приведены диаграммы мощности спектра по трем диапазонам: альфа – 8 –12 Гц, бета – от 18- 20 Гц, тета - 6-8 Гц – в лобных, височных и затылочных отведениях отдельно для мужской и женской выборки.

#### **Динамика альфа-ритма**

Альфа ритм (8-12 Гц) обнаруживает сходную динамику во всех отведениях и в мужской, и в женской выборке (рис. 14). У мужчин мощность альфа-ритма больше всего в височных и затылочных отведениях, в лобных же она не достигает  $0,1 \text{ мкВ}^2$ . Как и в пилотном исследовании (см. Главу 6), в височных и теменных отведениях альфа-ритм максимально подавляется при положительной стимуляции. При отрицательной стимуляции в некоторых отведениях мощность альфа-ритма даже увеличивается.

В височных отведениях наиболее ярко видна асимметрия в изменении альфа-ритма в зависимости от стимуляции. Разница между ответами на положительные и отрицательные стимулы максимальна в четных (правосторонних) отведениях. При этом у мужской выборки наблюдается противоположная динамика в соответствии со знаком эмоции: при отрицательной стимуляции мощность спектра увеличивается, при положительной – уменьшается.



**Рисунок 14.** Изменение альфа-ритма в височных отведениях  
 Мощность спектра ( $\text{мкВ}^2$ ) в полосе 8-12 Гц.

А. – женская выборка (12 человек), Б. – мужская (3 человека).

«0» – нейтральная стимуляция, «+» - положительная стимуляция, «-» - отрицательная стимуляция.

Группы столбиков соответствуют отведениям: T5, T3, T4, T6 соответственно. Подавление альфа-ритма наиболее выражено в отведениях T5, T3, T6 при положительной стимуляции.

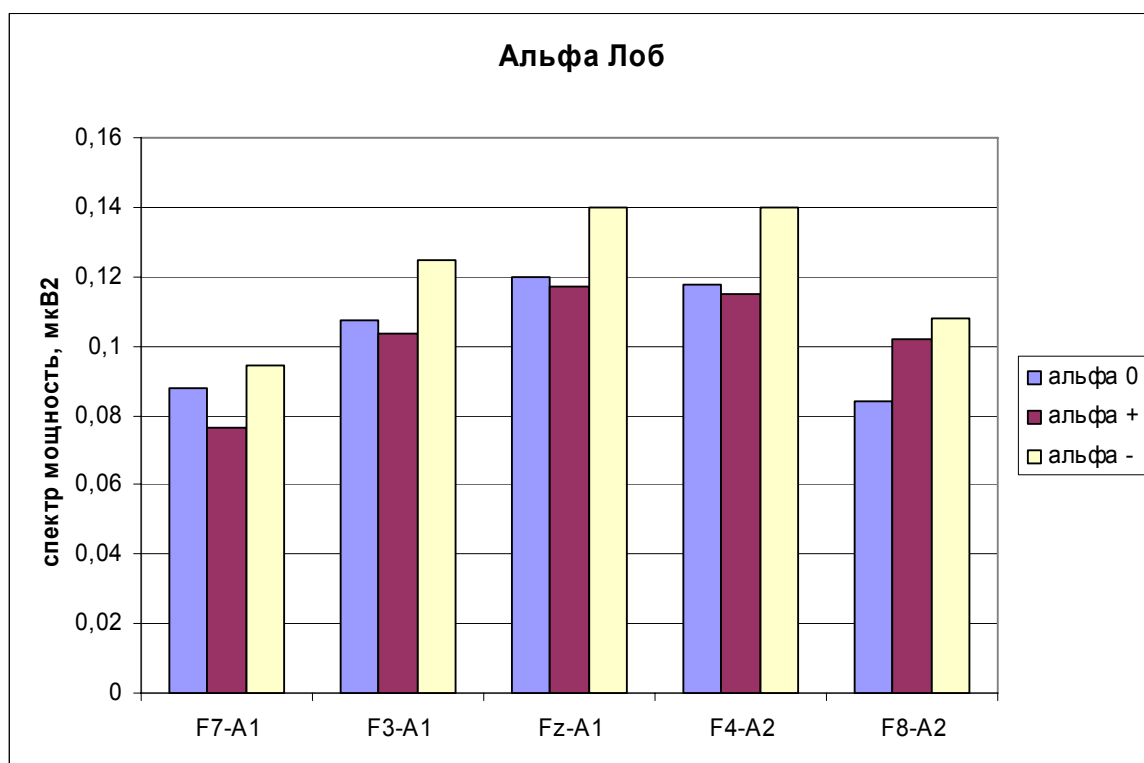


Полученные в результате визуального анализа данные требовали подтверждения статистическими методами. Ни в одном отведении не было обнаружено значимого сдвига по критерию Фридмана между всеми тремя условиями. Но в отведении F7 (см. таблица 5) было найдено статистически значимое различие (уровень значимости=0,007). Изменение мощности альфа-ритма, усредненного по всем испытуемым, можно видеть на рисунке 15. В отведении F7 наблюдается депрессия альфа-ритма при эмоционально положительной стимуляции, и увеличение при эмоционально отрицательной.

N	15		
Chi-Square	5,920		
df	2		
Asymp. Sig.	,052		
	NE - AV	AT - AV	NE - AT
Z	-,385	-2,691	-1,692
Asymp. Sig. (2-tailed)	,701	,007	,091

**Таблица 5.** Результаты статистического анализа мощности альфа-ритма при различной эмоциогенной стимуляции в отведении F7

Сравнение между тремя условиями по критерию Хи-квадрат Фридмана и попарное сравнение каждого из условий по критерию Вилкоксона. N – число испытуемых. Chi-square – значение Хи-квадрат Фридмана. Asymp. Sig. – уровень значимости. NE – эмоционально нейтральная стимуляция. AT – эмоционально положительная стимуляция. AV – эмоционально отрицательная стимуляция. Z – величина критерия Вилкоксона. Asymp. Sig. (2-tailed) – уровень значимости. Для расчетов использована программа SPSS 9.0.



**Рисунок 15.** Изменение альфа-ритма в лобных отведениях.

Мощность спектра (мкВ<sup>2</sup>) в полосе 8-12 Гц. Усредненные данные по всем испытуемым (15 человек, мужчины и женщины). «0» – нейтральная стимуляция, «+» - положительная стимуляция, «-» - отрицательная стимуляция. Группы столбиков соответствуют отведениям: F7, F3, Fz, F4, F8. Значимыми являются различия между ответом на эмоционально отрицательные и эмоционально положительные стимулы в отведении F7 (см. табл. 5).

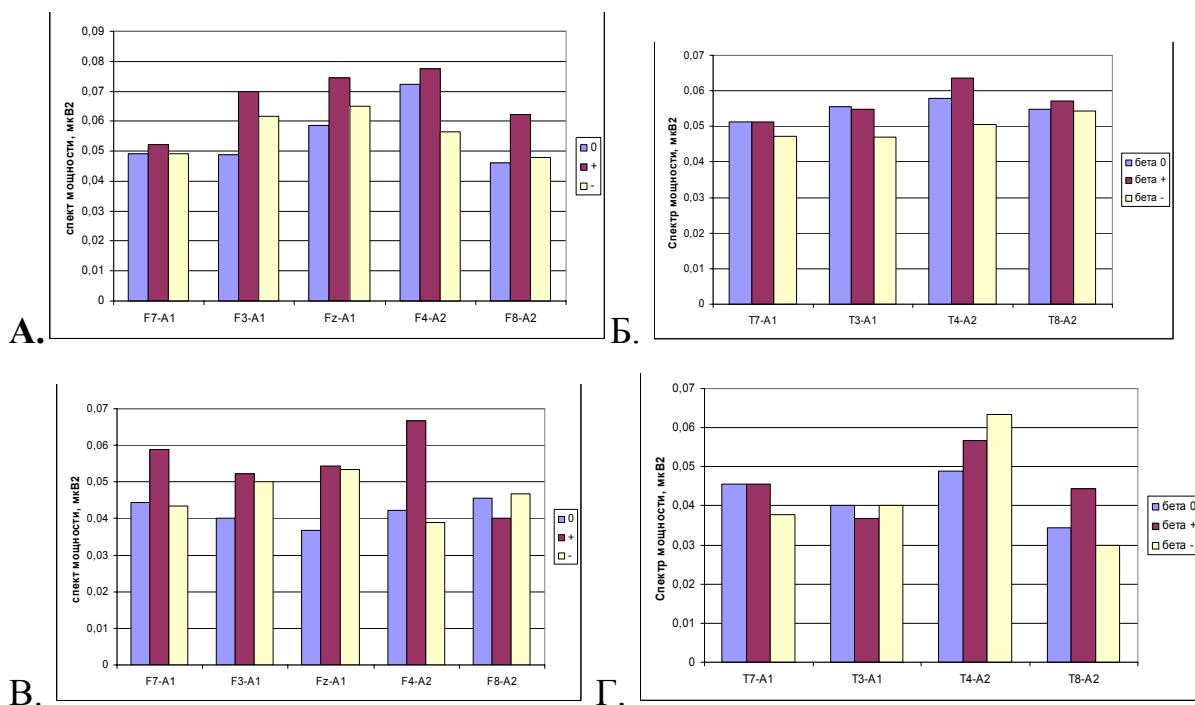
### Динамика бета-ритма

Ещё большие различия между мужской и женской выборками обнаруживаются в полосе бета-ритма (см. рис. 16). В лобных отведениях и у мужчин, и у женщин мощность бета-ритма (18-20 Гц) максимальна при положительной стимуляции и минимальна или же просто близка к нейтральному условию при отрицательной стимуляции. И у мужчин, и у женщин проявляется асимметрия ответов, выражающаяся в большей разнице мощности бета-ритма при эмоционально отрицательной и положительной стимуляции в четных (правых) отведениях.

В височных отведениях (см. рис. 16) изменения бета-ритма при эмоциогенной стимуляции противоположны. У женщин при положительной стимуляции происходит депрессия бета-ритма в сравнении

с нейтральным и отрицательным условием, в то время как у мужчин – в отведениях Т3 и Т4 мощность бета-ритма при эмоционально положительной стимуляции увеличивается. Асимметрия ответов бета-ритма в височных отведениях и у мужчин и у женщин заключается в том, что в правом полушарии при отрицательной стимуляции бета-ритм усиливается, в то время как в левом в сравнении с нейтральным условием бета-ритм не меняется или даже уменьшает свою мощность. Наиболее ярко эта особенность видна на данных, усредненных по всей выборке (см. рис. 17).

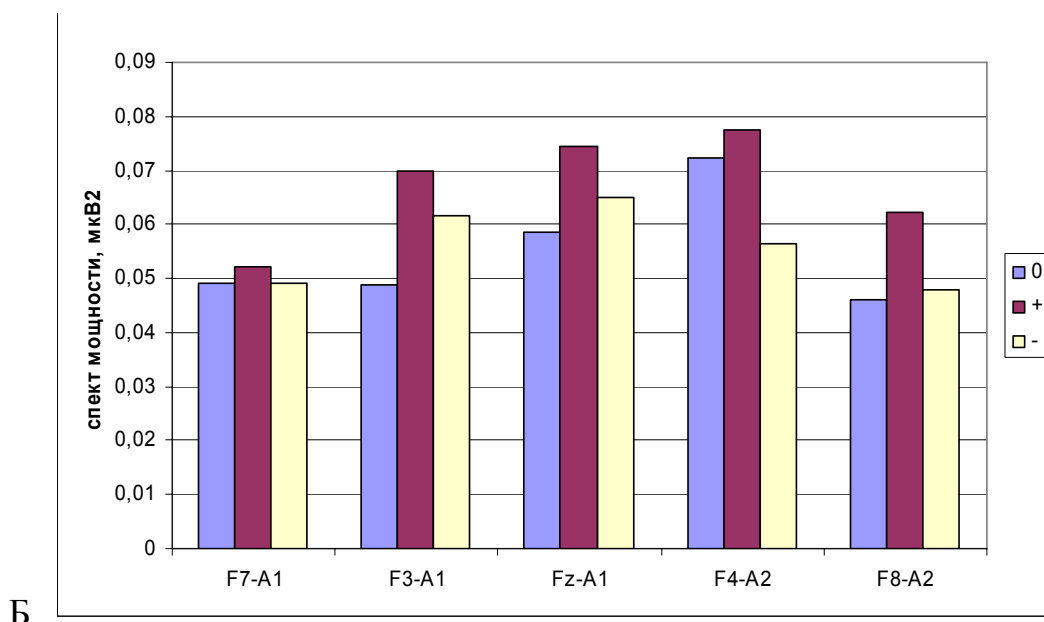
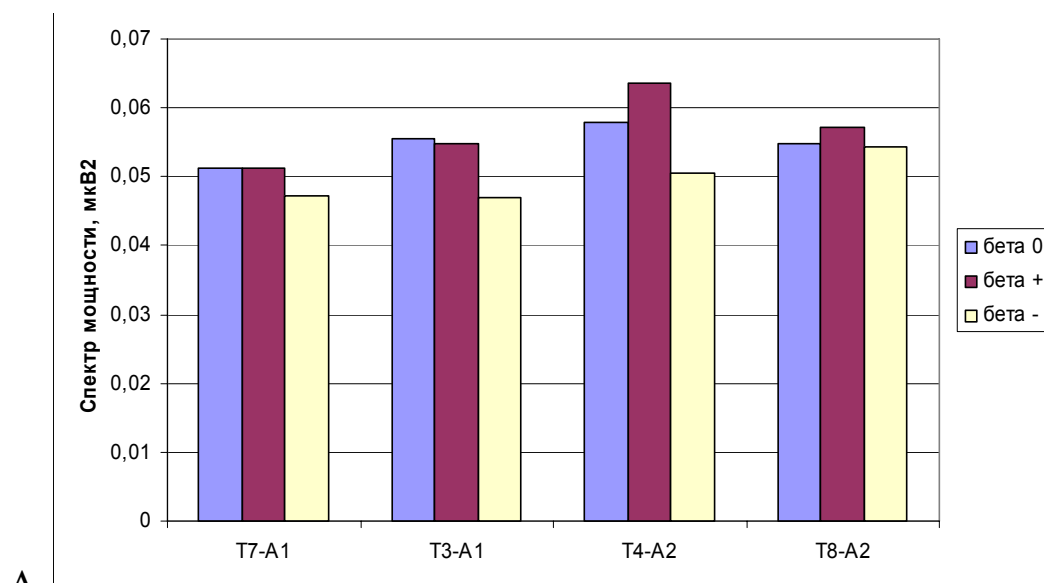
Как и в случае с альфа-ритмом, визуальный анализ спектра мощности ЭЭГ был дополнен статистическим анализом. С помощью Хи-квадрата Фридмена удалось найти значимые различия между тремя условиями только в отведениях Т3 и F7 (см. приложение 45). При этом в отведении Т3 значимо различаются эмоционально нейтральный стимул от эмоциогенных, а в отведении F7 найдены различия между эмоционально отрицательной и положительной реакцией (см. рис. 17).



**Рисунок 16.** Изменение бета-ритма в лобных и височных отведениях. Мощность спектра ( $\mu\text{V}^2$ ) в полосе 18-20 Гц. Женская выборка (12 человек): А – лобные отведения, Б – височные отведения. Мужская выборка (3 человека): В – лобные отведения, Г – височные отведения. Группы столбиков соответствуют отведениям: F7, F3, Fz, F4, F8, T7, T3, T4, T8.

«0» – нейтральная стимуляция, «+» - положительная стимуляция, «-» - отрицательная стимуляция.

В лобных отведениях и у мужчин, и у женщин мощность бета-ритма (18-20 Гц) максимальна при положительной стимуляции и минимальна или же просто близка к нейтральному условию при отрицательной стимуляции. В височных отведениях у женщин при положительной стимуляции происходит депрессия бета-ритма в сравнении с нейтральным и отрицательным условием, в то время как у мужчин – в отведениях T3 и T4 мощность бета-ритм при эмоционально положительной стимуляции увеличивается.

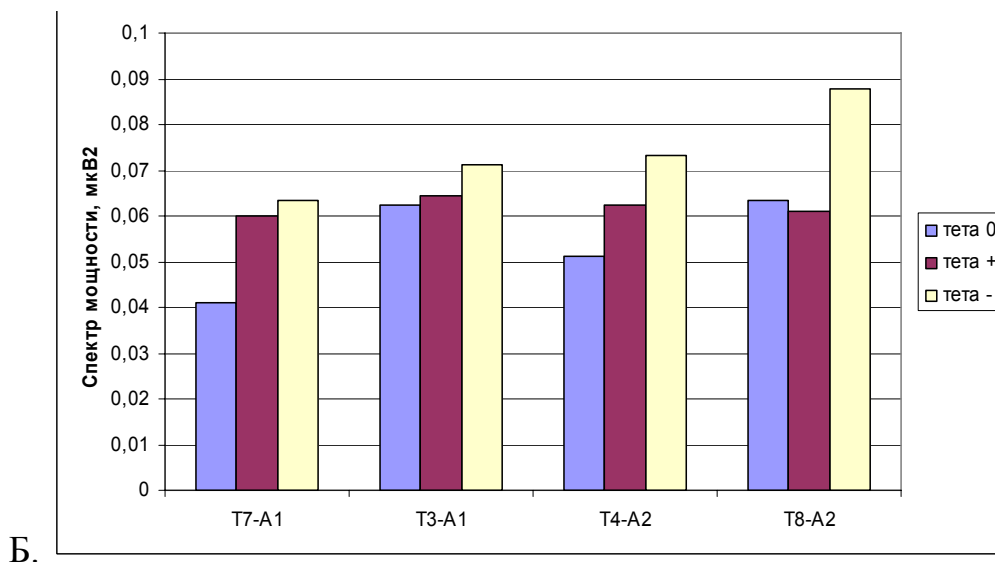
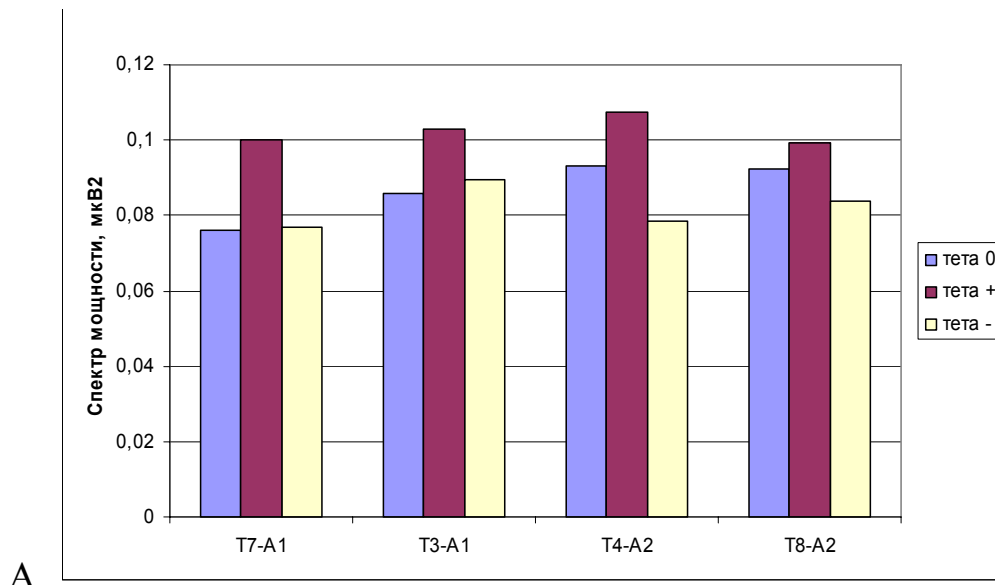


**Рисунок 17.** Изменение бета-ритма в лобных и височных долях  
 Мощность спектра ( $\text{мкВ}^2$ ) в полосе 18-20 Гц. Данные, усредненные по всем испытуемым (15 человек, мужчины и женщины).  
 А – височные отведения. Б – лобные отведения. Группы столбиков соответствуют отведениям: F7, F3, Fz, F4, F8, T7, T3, T4, T8.  
 «0» – нейтральная стимуляция, «+» - положительная стимуляция, «-» - отрицательная стимуляция. Значимые различия найдены между ответом на нейтральную и эмоциогенную стимуляцию в отведении T3 и между ответом на эмоционально отрицательную и эмоционально положительную стимуляцию в отведении F7.

## Динамика тета-ритма

Тета-ритм (6-8 Гц) также по-разному изменяется у представителей мужской и женской выборок (рис. 18). У мужчин мощность тета-ритма больше при эмоционально отрицательной стимуляции, а у женщин – при эмоционально положительной. Наиболее ярко это видно в височных отведениях. Тут же ярко выражена асимметрия, которая и у женщин и у мужчин выражается в большем различии между ответами на эмоционально отрицательную и положительную стимуляцию в правом полушарии. У мужчин в правом полушарии наиболее сильно выражено увеличение мощности тета-ритма в ответ на отрицательную стимуляцию, у женщин же в правом полушарии наблюдается депрессия тета-ритма в ответ на отрицательный стимул по сравнению с нейтральным.

В приложении 46 приведены таблицы результатов статистической обработки данных мощности тета-ритма. Не было найдено ни одного отведения, в котором бы наблюдалось значимое изменение с учетом всех трех условий по критерию Хи-квадрат Фридмана. Зато при попарном сравнении ответов на эмоционально положительные и отрицательные стимулы найдены значимые различия в мощности тета-ритма в отведениях F4 и F8.



**Рисунок 18.** Изменение тета-ритма в височных отведениях  
 Мощность спектра (мкВ<sup>2</sup>) в полосе 6-8 Гц. А – женская выборка (12 человек), Б – мужская выборка (3 человека).  
 Группы столбцов соответствуют отведениям Т7, Т3, Т4, Т8.  
 «0» – нейтральная стимуляция, «+» - положительная стимуляция, «-» - отрицательная стимуляция.  
 У мужчин мощность тета-ритма больше при эмоционально отрицательной стимуляции, а у женщин – при эмоционально положительной.

## **Различия в мощности спектра ЭЭГ у мужчин и у женщин при положительной и отрицательной эмоциональной реакции**

Общую картину изменения мощности спектра в обозначенных диапазонах и для мужской, и для женской выборки, можно видеть в таблице 6. Опираясь на полученные данные, можно заключить, что при определении знака эмоциональной реакции можно опираться на изменения мощности альфа-ритма и бета-ритма в лобных и височных отведениях. При положительных эмоциях наблюдается сильная депрессия альфа ритма в сравнении с нейтральным условием, а также увеличение мощности бета-ритма.

Дополнительным диагностическим признаком отрицательной эмоциональной реакции у мужчин может быть сочетание снижения мощности бета-ритма в лобных отведениях и увеличение тета-ритма в лобных и височных отведениях. Для положительной эмоциональной реакции у мужчин, напротив, характерно увеличение мощности бета-ритма как в лобных, так и в височных отведениях с одновременным снижением мощности тета-ритма в них же. Таким образом, у мужчин динамика тета- и бета-ритмов при переживании различных эмоциональных реакций изменяется противоположным образом.

У женщин дополнительным признаком положительных эмоций является увеличение мощности тета-ритма в лобных и височных отведениях, а отрицательных – напротив снижение. Таким образом, у женщин динамика бета- и тета-ритмов при переживании различных эмоциональных реакций повторяет друг друга.



Показатель		Положительные эмоции		Отрицательные эмоции	
		Мужчины	Женщины	Мужчины	Женщины
Показатели мощности спектра ЭЭГ (см. раздел 7.3.4)	амплитуда альфа-ритма	более выраженная депрессия альфа-ритма в сравнении с нейтральным условием в лобных и височных отведениях		мощность альфа ритма больше или равна мощности альфа-ритма при нейтральном условии в лобных и височных отведениях	
	амплитуда бета-ритма	увеличение мощности бета-ритма в сравнении с нейтральным условием в лобных и височных отведениях		уменьшение мощности бета-ритма или его неизменность в сравнении с нейтральным условием в лобных отведениях, в височных - увеличение или равенство	снижение амплитуды в сравнении с нейтральным условием в височных и лобных отведениях
	амплитуда тета-ритма	снижение мощности тета-ритма в лобных и височных отведениях в сравнение с нейтральным условием	увеличение мощности тета-ритма в сравнении с нейтральным условием в лобных и височных отведениях	увеличение мощности тета-ритма в сравнении с нейтральным условием в лобных и височных отведениях	снижение амплитуды тета-ритма в лобных и височных отведениях в сравнение с нейтральным условием
ВП (раздел 7.3.2)	амплитуда компонента N170			разница между амплитудой N170 на отрицательные и нейтральные стимулы максимальна	
Показатели работы ВНС (раздел 7.3.1)	ЧСС	ЭКГ МО меньше, чем при нейтральной стимуляции		ЭКГ МО больше, чем при нейтральной стимуляции	

**Таблица 6.** Сводная таблица результатов экспериментального исследования

В таблице представлены различия в поведении мощности спектра, амплитуды компонента N170 ВП и в количестве сердечных ударов в минуту (по ЭКГ МО) при положительных и отрицательных эмоциях.

## 8. Обсуждение результатов

В результате нашего исследования были выделены вызванные потенциалы на эмоциогенные стимулы (приложение 15-32). Поскольку предъявляемые стимулы были одинаковы для всех испытуемых, их выбор не был основан на знании каких-либо значимых эпизодов личной жизни, связанных с сильными эмоциональными переживаниями, мы посчитали, что эмоциональные слайды не вызывали у испытуемых личностной аффективной реакции и различия при восприятии стимулов отражают различия в субъективной эмоциональной реакции на них. В пользу этого говорят также результаты самоотчетов испытуемых и психофизической серии пилотного исследования (см. раздел 6.3.1): в результате многомерного шкалирования были получены субъективные пространства эмоциогенных стимулов, похожие у разных испытуемых.

Поскольку усреднение производилось между ответами на различные стимулы одного знака эмоциональной реакции (выявленного в психофизической серии пилотного исследования), можно утверждать, что выделенный ВП наиболее точно отражает именно эмоциональное реагирование на стимулы.

Форма полученного нами ВП (приложение 15-32) повторяет форму ВП на эмоциогенные стимулы в исследовании Quitkin F.M. с соавторами (Quitkin F.M. et al., 2005). Смещение латентности пиков ВП от 50 до 70 мс (в зависимости от отведения) в сравнении с литературными данными, может быть связано с более длительным временем предъявления в нашем эксперименте (1 с). В отличие от Quitkin F.M. с соавторами наше внимание привлёк не пик P300, а наиболее ярко отражающий эмоциональную реакцию на стимулы негативный компонент с латентностью 150-250 мс. Его амплитуда изменяется в соответствии со знаком эмоциональной реакции на стимул, что совпадает с субъективными оценками стимуляции. В литературе существуют данные об изменении компонентов N170 и N180 при восприятии и сравнении схематических эмоциональных выражений

лиц (Измайлов Ч.А.; Коршунова С.Г.; Соколов Е.Н., 1999), при восприятии эмоциональных лиц – фотографий из набора FAST (Hermann M.J. et al., 2002). Тем не менее, наша задача была наиболее близка к условиям в исследовании Льюиса с соавторами (Lewis et al., 2006). В его работе были показаны изменения амплитуды компонента N2 при переживании отрицательных эмоций, причем, как утверждают авторы, эта тенденция усиливается с возрастом. Наличие общего компонента, в котором отражаются как восприятие эмоциональных выражений лиц, так и переживаемая эмоция, может свидетельствовать о родстве этих процессов и схожести нейрональных механизмов, лежащих в их основе.

Значительные различия в латентности выделенного компонента объяснимы, хотя и не меняются значимо в зависимости от стимуляции. Как было показано в работах Campanella и соавторов и Quitkin F.M. с соавторами (Quitkin F.M. et al., 2005; Campanella S. et al., 2004), латентность компонента N2 может изменяться в зависимости от знака эмоции и общего эмоционального фона испытуемого.

С помощью кластерного анализа вызванного потенциала по всем отведениям нами были выделены две подгруппы испытуемых: выборка 1 и выборка 2. Амплитуда компонента N170 в двух выборках изменяется по-разному. В выборке 1 эмоциональные стимулы приводят к уменьшению амплитуды ВП, а в выборке 2 – к её увеличению. При этом в обоих случаях меньше всего от нейтрального отличается ответ на положительные стимулы, чем на отрицательные. Во второй выборке ВП не такой высокоамплитудный. И наблюдается дополнительный пик с латентностью около 300 мс.

В поисках дополнительных различий между найденными выборками и возможно их причин, было обнаружено, что значимо они различаются только по мощности тета-ритма в левых лобных и височных отведениях. По психологическим показателям – реактивной и личностной тревожности – значимых различий найдено не было. Тем не менее, возвращаясь к работе

Квиткина с соавторами (Quitkin F.M. et al., 2005), можно утверждать, что представители выборки 2 демонстрируют ВП, который по форме напоминает ВП у представителей нормальной выборки, а испытуемые из выборки 1 обнаруживают ВП, близкий по форме ВП, наблюдаемый у депрессивных пациентов. Как уже было сказано выше в главе, посвященной ритмам ЭЭГ в их связи с эмоциями, в литературе имеются данные, свидетельствующие о связи тета-ритма с реакцией пассивного страха у млекопитающих. Усиление тета-активности происходит в задачах «обусловливания страха». Также сегодня имеются данные об изменениях тета-ритма у депрессивных больных – увеличение амплитуды с понижением корреляции в лобных долях (Linkenkaer-Hansen K. et al., 2005). Следовательно, можно предположить, что полученные нами выборки по амплитуде N170 ВП на эмоциогенную ситуацию были вызваны особым состоянием 4 человек, попавших в выборку 1.

Поскольку в выборку 2 попало больше испытуемых, что сохраняло возможность для статистического анализа, было выяснено, что компонент N170 отражает различия между нейтральной и эмоциогенной стимуляцией в отведениях Fp1, Fpz, Fp2, F3, F4, T4, T5 и между положительными и отрицательными эмоциогенными слайдами - в отведениях Fp2 и F4. Наилучшее различие эмоционально положительных и эмоционально отрицательных стимулов в правых отведениях соотносится с гипотезой о большей различительной эмоциональной способности правого полушария (Хомская Е.Д., Батова Н.Я., 1998). В пользу этого утверждения свидетельствуют также полученные нами ранее данные (Лапшина Т.Н., 2004) и зафиксированные в данной работе изменения спектра мощности ЭЭГ в диапазоне альфа и бета ритма в височных и лобных отведениях. Наибольшие различия между положительной и отрицательной стимуляцией возникают в четных (правосторонних) отведениях.

Используя выделенный в нашей работе ВП и литературные данные, касающиеся нейроанатомии эмоций, мы попытались построить дипольные

модели, наилучшим образом описывающие изменения активности при отрицательной, положительной и нейтральной эмоциональной стимуляции. Для двух испытуемых (представителей выборки 1 и выборки 2) модель с наилучшим коэффициентом дипольности для ответа как на положительные, так и на отрицательные стимулы удавалось построить, расположив диполи в области миндалины и лобной коры. При этом наиболее эффективным было сочетание обеих миндалин и диполя в левой лобной коре. Что может быть объяснено тем, что лобная кора, берёт на себя функцию не столько переживания, сколько контроля эмоциональной реакции, как это подчеркивалось неоднократно в работах Davidson R.J. с соавторами (Davidson R.J. et al., 1999, Davidson R.J.; Irwin W., 1999). Ответ на нейтральную стимуляцию описывается наилучшим образом с привлечение диполей в затылочной коре. Таким образом, можно заключить, что при отсутствии интенсивной эмоциональной реакции, большее значение имеет анализ именно физических и конфигурационных параметров зрительной стимуляции.

Дипольное моделирование показало, что выделенный нами ВП наилучшим способом описывается при помещении диполей в области, традиционно связываемые с обеспечением эмоций (см. раздел 3): миндалины и ОФК. При этом показатели активности ВНС демонстрировали наличие активированности субъекта. Таким образом, результаты дипольного моделирования в сочетании с изменениями в вегетативных показателях и субъективными различиями между стимулами, дизайн исследования, включающий усреднение ответов на разные стимулы, но со схожей эмоциональной окраской, позволяют нам утверждать, что выделенный ответ связан непосредственно с эмоциональным реагированием.

При анализе спектральных характеристик ЭЭГ было отмечено, что различия между эмоционально положительными и отрицательными

стимулами значимо проявляются в диапазонах 9-12 Гц и 18-20 Гц в отведении F7, а также 6-8 Гц в отведениях F4 и F8.

Различия между мужской и женской выборками максимально выражены в области тета- и бета-ритмов. Но, учитывая меньшее количество испытуемых в мужской выборке и, в общем, меньшую мощность бета-ритма, вряд ли возможно связать его противоположную динамику у мужчин и женщин с межполовыми различиями. Тем не менее, учитывая данные Campanella с соавторами (Campanella S. et al., 2004), а также результаты других авторов (Canli T. et al., 2002; Gur R.C. et al., 2002; Wrase J., 2002), необходимо помнить, что половые различия должны приниматься во внимание при любом исследовании аффективной сферы; различия в нервных путях, лежащих в основе эмоциональной модуляции у мужчин и женщин, могут привести к поведенческим различиям в переработке эмоциональной информации. В нашем исследовании на основе визуального анализа мощности спектра ЭЭГ у мужчин наиболее четко проявилась функциональные различия между бета- и тета-ритмами. Мощность бета-ритма увеличивается при положительной стимуляции, а тета-ритма – при отрицательной. Возможно, мы имеем дело с проявлением работы двух функциональных систем, находящихся в реципрокных отношениях. Но, учитывая то, что данная особенность проявляется исключительно у мужчин, она не может быть взята за основу для построения универсального объективного критерия знака переживаемой эмоции.

## 9. Выводы

На основе анализа и обсуждения результатов проведенного исследования, были сделаны следующие выводы:

1. Для диагностики знака эмоциональных реакций необходимо и достаточно использовать комплекс показателей суммарной активности мозга (ЭЭГ) и активности вегетативной нервной системы (ЭКГ).

2. Надежным диагностическим признаком знака переживаемой эмоции для здорового взрослого человека (мужчины или женщины) является амплитуда компонента N170 ВП в лобных и центральных отведениях в сочетании с мощностью альфа-ритма в лобных и височных отведениях.

3. Существуют половые различия в изменении ЭЭГ в ответ на эмоциогенную стимуляцию. У мужчин при положительных эмоциональных реакциях наблюдается усиление бета- и депрессия тета-ритма, а при отрицательных эмоциональных реакциях происходит ослабление бета- в сочетании с усилением тета-ритма. У женщин данная тенденция не наблюдается.

## Список используемой и цитируемой литературы

1. Аракелов Г.Г., Шотт Е.К. КГР при эмоциональных, ориентировочных и двигательных реакциях. // Психологический журнал. – 1998. - №4.
2. Аргайл М. Психология счастья. – Москва, Санкт-Петербург, ....: Издательство «Питер». – 2003. – 272 С.
3. Батова Н.Я. Запоминание и воспроизведение позитивного и негативного материала как метод изучения эмоциональной сферы. // «Нейропсихологический анализ межполушарной асимметрии мозга» под ред. Хомской Е.Д. – Москва: «Наука». – 1986. – СС. 139-149.
4. Белый Б.И. Психические нарушения при опухолях лобных долей мозга. – Москва. – 1987.
5. Бодунов М.В. Типы динамики пространственной синхронизации ЭЭГ и умственное напряжение // «Мозг и психическая деятельность» под ред. В.Б.Швыркова и др. – Москва: Наука.- 1984.
6. Букзайн В. Использование электрической активности кожи в качестве индикатора эмоций. // Иностранная психология. – 1994 - №2(4). – СС. 57-66.
7. Бююль А., Цефель П. SPSS: искусство обработки информации. Анализ статистических данных и восстановление скрытых закономерностей. – Москва - Санкт-Петербург - Киев: DiaSoft. – 2002. – 601 С.
8. Вартанов А.В., Вартанова И.И. Онтогенез восприятия и категоризации эмоций. // Вестник РГНФ. – 2004 - №3. – СС. 197-207.
9. Вартанова И.И. , Вартанов А.В. Что такое эмоции? 4-х мерная сферическая модель аспектов переживания, выражения, восприятия и



- обозначения эмоций. // «Культурно исторический подход и проблема творчества: Материалы вторых чтений памяти Л.С.Выготского» под ред.Е.Е.Кравцовой. – Москва: РГГУ, фонд им. Л.С.Выготского. – 2003. – СС. 13-29.
- 10.Вейн А.М., Власова П.Н. Эмоциональные нарушения при поражении височно-гипоталамо-стволовых структур мозга. // «Физиология и патофизиология лимбико-ретикулярной системы». – Москва. – 1971.
- 11.Вейн А.М., Соловьева А.Д. Лимбико-ретикулярный комплекс и вегетативная регуляция. – Москва. – 1973. – 268 С.
- 12.Виденеева Н.М., Хлудова О.О., Вартанов А.В. Эмоциональные характеристики звучащего слова. // Журнал Высшей Нервной Деятельности им.И.П.Павлова. – 2000 – Т. 50. – СС. 29-43.
- 13.Гнездицкий В.В. Вызванные потенциалы головного мозга в клинической практике. Издательство Тагарогского государственного радиотехнического университета. – 1997. – 252 С.
- 14.Гребенникова Н.В. , Квасовец С.В. Особенности нарушения и восстановления высших психических функций при тяжелой черепно-мозговой травме лобных долей. // «Нейропсихологический анализ межполушарной асимметрии мозга» под ред. Хомской Е.Д. – Москва: Наука. – 1986.
- 15.Данилова Н.Н. Функциональные состояния: механизмы и диагностика. – Москва: Издательство МГУ. – 1985. – 285 С.
- 16.Данилова Н.Н., Коршунова С.Г., Соколов Е.Н., Чернышенко Е.Н. Зависимость сердечного ритма от тревожности как устойчивой индивидуальной характеристики. // Журнал Высшей Нервной Деятельности им. И.П. Павлова. – 1995. – Т. 45. – СС. 647-660.

17. Доброхотова Т.А., Брагина Н.Н. Левши. – Москва: "Книга". – 1994. – 232 С.
18. Зенков Л.Р. Клиническая электроэнцефалография с элементами эпилептологии. – Москва: "МЕДпресс-информ". – 2002. – 368 С.
19. Изард К.Э. Эмоции человека. – Москва: Издательство МГУ. – 1980. – 440 С.
20. Измайлов Ч.А., Коршунова С.Г., Соколов Е.Н. Сферическая модель различения эмоциональных выражений схематического лица человека // Журнал Высшей Нервной Деятельности им.И.П.Павлова. – 1999. – Выпуск 2. – СС. 186-199.
21. Ильюченко И.Р. Различия частотных характеристиках ЭЭГ при восприятии положительно-эмоциональных, отрицательно-эмоциональных и нейтральных слов // Журнал Высшей Нервной Деятельности им.И.П.Павлова. – 1996. - Т. 46. - №3.
22. Иринагина А., Алдошина И. Связь акустических параметров с эмоциональной выразительностью речи и пения. // Звукорежиссер. – 2003. - Т. 33. - №2.
23. Квасовец С.В. ЭЭГ-корреляты функционального взаимодействия полушарий мозга при эмоциях в норме и у больных с локальными поражениями мозга. // «Нейропсихологический анализ межполушарной асимметрии мозга» под ред. Хомской Е.Д. – Москва: Наука. – 1986. – СС. 153-162.
24. Киренская-Берус А.В., Гавриленко А.Я., Журавлев А.Б., Лаврова Т.Н., Максимова Н.В., Мямлин В.В. и др. ЭЭГ-исследование нейрофизиологических механизмов predisпозиции к гомицидному поведению у лиц с органическими психическими расстройствами. //

- Агрессия и психическое здоровье. – Санкт-Петербург: Юридический центр Пресс. – 2002.
25. Кляйн В.Я., Москвин В.А., Чуприков А.П. Функциональная асимметрия мозга и толерантность к эмоциональному стрессу. // Неврология и психиатрия. – 1986. – Вып. 15.
26. Коган В.Н. Электрические проявления деятельности коры головного мозга // «Частная физиология нервной системы» под ред. П.Г.Костюка и др. – Ленинград: Наука. – 1983.
27. Костандов Э.А., Арзуманов Ю.Л. Межполушарные функциональные отношения при отрицательных эмоциях у человека. // Журнал Высшей Нервной Деятельности им. И.П.Павлова. – 1985. – Т. 30. - №2. – СС. 320-327.
28. Костюнина Н.Б., Куликов В.Г. Частотные характеристики спектров ЭЭГ при эмоциях. // Журнал Высшей Нервной Деятельности им.И.П.Павлова. – 1995 – Выпуск 3.
29. Лапшина Т.Н. ЭЭГ-индикация эмоциональных реакций. // Материалы X международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых "Ломоносов". Часть I. – Москва: Издательство Московского Университета. – 2003. – СС. 367-368.
30. Лапшина Т.Н. ЭЭГ–индикация эмоциональных состояний человека. // Вестник МГУ, сер.14 "ПСИХОЛОГИЯ". – 2004. - №2. – СС. 101-102.
31. Лапшина Т.Н. Биологическая обратная связь как психофизиологическое воплощение позитивной психотерапии. // «Прикладная психология как ресурс социально-экономического развития России». – Москва. – 2005. – СС. 245-247.

32. Лапшина Т.Н. Психофизиологическая диагностика эмоций человека по показателям ЭЭГ // Материалы Международной научно-практической конференции "Развитие научного наследия Бориса Михайловича Теплова в отечественной и мировой науке (к 110-летию со дня рождения)". 15-16 ноября 2006 года. Научный сборник. – Москва: БФ "Твердислов". – 2006. – с. 160-165.
33. Леонтьев А.Н. Потребности, мотивы, эмоции. – Москва: Наука. – 1971. – 396 С.
34. Лурия А.Р. Природа человеческих конфликтов. - Москва: Cogito centre. - 2002. – 527 С.
35. Москвин В.А. Межполушарная асимметрия и индивидуальные стили эмоционального реагирования. // Вопросы психологии. – 1988. - №6. – СС. 116-120.
36. Московичюте Л.И., Кадин А.Л. К вопросу о латерализации психических функций на уровне подкорковых образований (по материалам стереотаксических операций). // Журнал невропатологии и психиатрии. - 1975. – Т. 75. – вып. 11.
37. Николаев А.Р., Анохин А.П., Иваницкий Г.А., Кошеварова О.Д., Иваницкий А.М. Спектральные перестройки ЭЭГ и организация корковых связей при пространственном и вербальном мышлении. // Журнал Высшей Нервной Деятельности им. И.П.Павлова. – 1996. – Т. 46. – Вып. 5. – СС. 831-847.
38. Писаренко В.М. (1986). Инструментальная обратная связь и повышение качества управления эмоциональным состоянием. // Психологический журнал. – 1986. – Т. 7. - №5. – СС. 119-125.

- 39.Потулова Л.А., Корниевский А.В. Влияние эмоционального напряжения на пространственно-временную организацию предстимульных потенциалов неокортекса человека-оператора при опознании значимого светового стимула. // Журнал Высшей Нервной Деятельности им.И.П.Павлова. – 1986. – Т. 36 - №5. – СС . 840-849
- 40.Рубинштейн С.Л. Основы общей психологии. Санкт-Петербург, Издательство Питер. – 2000. – 712 С.
- 41.Русалова М.Н. К вопросу о межполушарной организации эмоций. // Физиология человека. – 1987. – Т. 13 - №6. – СС. 940-947.
- 42.Русалова М.Н. Отражение эмоционального напряжения в пространственной синхронизации биопотенциалов головного мозга человека. // Журнал Высшей Нервной Деятельности им.И.П.Павлова. – 1990. – Т.40 - №2.
- 43.Симонов П.В. Эмоциональный мозг. – Москва: Наука. – 1981. – 216 С.
- 44.Симонов П.В., Русалова М.Н., Преображенская Л.А., Ванециан Г.Л. Фактор новизны и асимметрия деятельности мозга. // Журнал Высшей Нервной Деятельности им.И.П.Павлова. – 1995. – Т. 45. - №1. – СС. 13-17.
- 45.Синельников Р.Д. Атлас анатомии человека. Том III. Учение о нервной системе, органах чувств и органах внутренней секреции. – Москва: Издательство "Медицина". – 1974.
- 46.Соколов Е.Н. Восприятие и условный рефлекс. Новый взгляд. – Москва: УМК "Психология", Московский психолого-социальный институт. – 2003. – 287 С.

47. Терехина А.Ю. Многомерное шкалирование в психологии. // Психологический журнал. – 1983 – Т. 4 - №1. – СС. 76-88.
48. Фролов М.В., Сидорова О. А. Куликов М. А. Моделирование формулы эмоций: субъективные и количественные показатели. // Журнал Высшей Нервной Деятельности им. И.П.Павлова. – 2000. – Т. 50. – СС. 410-420.
49. Хомская Е.Д. , Батова Н.Я. Мозг и эмоции. Нейропсихологическое исследование. – Москва: Издательство Московского Университета. – 1998. – 268 С.
50. Хомская Е.Д. Нейропсихология эмоций: гипотезы и факты. // Вопросы психологии. – 2002. - №4. – СС. 50-61.
51. Цветкова Л.С., Сидорова О.А., Куликов М.А. Локализация поражения коры головного мозга человека и особенности распознавания эмоциональной экспрессии. // Журнал Высшей Нервной Деятельности им. И.П.Павлова. – 1984. – Т . 34 – Вып. 3. – 1984. – СС. 573-577.
52. Черепанова И., Петров А., Мягких С. Детектор правды. Суггестивные технологии в творчестве полиграфолога-профессионала. – Москва: КСП+. – 2004. – 336 С.
53. Шмакова Л.А. , Волошенко С.Е. Некоторые показатели структуры личности во взаимосвязи с тестом на аплодирование. // Проблемы нейрокибернетики. – Ростов-на-Дону. – 1983.
54. Эткинд А.М. Эмоциональные компоненты самоотчетов и межличностных суждений. // Вопросы психологии. – 1983. - №2. – СС. 106-113.

55. Яковенко И.А., Черемушкин Е.А. Сопоставление перестроек пространственно-временной организации потенциалов коры больших полушарий мозга человека с частотными характеристиками ЭЭГ при решении когнитивной задачи. // Журнал Высшей Нервной Деятельности им. И.П.Павлова. – 1996. – Вып. 3.
56. Стресс и тревога в спорте. Под ред. Ю. Л. Ханина. – Москва: Физкультура и спорт. – 1983. – 287 С.

57. Adolphs R., Tranel D., Damasio A.S., Damasio H. Fear and the human amygdala. // *The Journal of Neuroscience*. – 1995. – Vol. 15 (9). – PP. 5879-5891.
58. Aftanas L.I. Time-dependent cortical asymmetries induced by emotional arousal EEG analysis of event-related synchronization and desynchronization in individually defined frequency bands. // *International Journal of Psychophysiology*. – 2002. – Vol. 44. - PP.67-82.
59. Aftanas L.I., Pavlov S.V. Trait anxiety impact on posterior activation asymmetries at rest and during evoked negative emotions: EEG investigation. // *International Journal of Psychophysiology*. – 2005. – Vol. 55. – PP. 85-94.
60. Aftanas L.I. and Golosheykin S. Impact of regular meditation practice on EEG activity at rest and during evoked negative emotions. // *International Journal of Neuroscience*. – 2005. – Vol. 115 (6). – PP. 893-909.
61. Aftanas L.I., Reva N.V., Savotina L.N., Maknev V.P. Neurophysiological correlates of induced discrete emotions in humans: an individually oriented analysis. // *Neuroscience and Behavioral Physiology*. – 2006. – Vol. 36(2). – PP. 119-130.
62. Aggleton J.P., Desimone R., Mishkin M. The origin, course, and termination of the hippocampo-thalamic projections in the macaque. // *Journal of Comparative Neurology*. – 1986. – Vol. 243. – PP. 409-431.
63. Ahern G.L., Schwartz G.E. Differential lateralization for positive and negative emotion. // *Neuropsychologia*. – 1979. – Vol. 17. - №6. – PP. 745-755.



64. Ahern G.L., Schwartz G.E. Different lateralisation for positive and negative emotion in a human brain: EEG spectral analysis. // *Neuropsychology*. – 1985. – Vol. 17. – PP. 745-756.
65. Alberts F.L., Tocco T.C. Torque lateral dominance and handedness in normal, disturbed and learning disabled children. // *Clinical neuropsychology*. – 1980. – Vol. 2.
66. Arnow B.A., Desmond J.E., Banner L.L., Glover G.H., Solomon A., Polan M.L. et al. Brain activation and sexual arousal in healthy, heterosexual males. // *Brain*. – 2002. – Vol. 125. – PP. 1014-1023.
67. Aron A., Fisher H.E., Mashek D., Strong G., Li H., Brown L.L.. Reward, motivation, and emotion systems associated with early-stage intense romantic love. // *Journal of neurophysiology*. – 2005. – Vol. 94 (1). – PP. 327-337.
68. Bard P.A. A diencephalic mechanism for the expression of rage, with special reference to the sympathetic nervous system. // *American Journal of Physiology*. – 1928. – Vol. 84. – PP. 490-515.
69. Breiter H.C., Etcoff N.L., Whalen P.J., Kennedy W.A., Rauch S.L., Buckner R.L. et al. Response and habituation of the human amygdala during visual processing of facial expression. // *Neuron*. – 1996. – Vol. 17(5). – PP. 875-887.
70. Brezinka V., Kittel F. Psychosocial factors of coronary heart disease in women: a review. // *Social science & medicine*. – 1996. – Vol. 42. – PP. 1351-1365.
71. Cacioppo J.T., Gardner W.L. Emotion. // *Annual review of psychology*. – 1999. – Vol. 50. – PP. 191-214.

72. Cacioppo J.T. Emotion Circuits in the Brain. // *Annual Review of Neuroscience*. – 2000. – Vol. 23. – PP. 155-184.
73. Cacioppo J.T. Feelings and emotions: role for electrophysiological markers. // *Biological Psychology*. – 2004. – Vol. 67. – PP. 235-243.
74. Cacioppo J.T. et al. Cognitive and affective response as a function of relative hemispheric involvement // *International Journal of Neuroscience*. – 1979. – Vol. 9, №2, 1979. PP. 81-89.
75. Cahill L.F., McGaugh J.L. Mechanisms of emotional arousal and lasting declarative memory. // *Trends of Neuroscience*. – 1998. – Vol. 21. – PP. 294-299.
76. Campanella S., Rossignol M., Mejias S., Joassin F., Maurage P., D. Debatisse et al. Human gender differences in an emotional visual addball task: an event-related potentials study. // *Neuroscience Letters*. – 2004. – Vol. 367. – PP. 14-18.
77. Canli T., Desmond J.E., Zhao Z., Gabrieli J.D.E. Sex differences in the neural basis of emotional memories. // *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. – 2002. – Vol. 99. – PP. 10789-10794.
78. Cardinal R.N., Parkinson J.A., Hall J., Everit B.J. Emotion and motivation: the role of the amygdale, ventral striatum, and prefrontal cortex. // *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*. – 2002. – Vol. 26:3. – PP. 321-352.
79. Collet L., Duclaux R. Hemispheric Lateralization of emotions: Absence of electrophysiological arguments. // *Physiology & behavior*. – 1997. – Vol. 40.2. – PP. 215-220.

80. Cuthbert B., Bradley M., Lang P. Probing picture perception: activation and emotion. // *Psychophysiology*, Vol. 33, 1996. PP. 103-111.
81. Damasio A.S. Emotions in the perspective of an integrated nervous system. // *Brain Research Reviews*. – 1998. – Vol. 26. – PP. 83-86.
82. Davidson R.J., Schaffer C.E., Soron C. Effects of lateralized presentation of faces on self-reports of emotion and EEG asymmetry in depressed and non-depressed subjects. // *Psychophysiology*. – 1986. – Vol. 22. - № 3. – PP. 416-425.
83. Davidson R.J. Cerebral asymmetry and emotion: conceptual and methodological conundrums. // *Cognition and Emotion*. – 1993. - Vol. 7 (1). – PP. 115-138.
84. Davidson R.J., Irwin W. The functional neuroanatomy of emotion and affective style. // *Trends in Cognitive Science*. – 1999. – Vol. 3. - №1. – PP. 11-21.
85. Davidson R.J., Abercrombie H., Nitschke J.B., Putman K. Regional brain function, emotion and disorders of emotion. // *Current opinion in neurobiology*. – 1999. – Vol. 9 (2). – PP. 228-234.
86. Davidson R.J. Affective neuroscience and psychophysiology: Toward a synthesis. // *Psychophysiology*. – 2003. – Vol. 40. – PP. 655-665.
87. Davidson R.J. Seven sins in the study of emotions: Correctives from affective neuroscience. // *Brain and Cognition*. – 2003. – Vol. 5. – PP. 129-132.
88. Dimond S.J. et al. Differing emotional hemispheric response from right and left hemispheric. // *Nature*. – 1976. – Vol. 261. – PP. 690-702.

89. Dimond S.J. and Farrington L. Emotional response to films shown to the right or left hemisphere of the brain. // *Acta Psychologica*. – 1977. - №41. – PP. 255-260.
90. Dopson W.G., Beckwith B.E. et al. (1984). Asymmetry of facial expression in spontaneous emotions. // *Cortex*. – 1984. – Vol. 20. - №2. – PP. 243-251.
91. Ekman P., Friesen W.V. Investigator's guide to the Facial Action Coding System. – Palo Alto: California. – 1978.
92. Ekman P. Basic emotions. // “Handbook of Cognition and Emotions” под ред. T. Dalgleish, M. Power. – John Wiley, Sons Ltd. – 1999.
93. Esslen M., Baumgartner Th., Ja"ncke L. From emotion perception to emotion experience: Emotions evoked by pictures and classical music. // *International Journal of Psychophysiology*. – 2005. - Vol. 60. - Issue 1. – PP. 234-243.
94. Feldman Barrett L. Discrete emotions or dimensions? The role of valence focus and arousal focus. // *Cognition and Emotion*. – 1998. – Vol. 12 (4). – PP. 579-599.
95. Feldman Barrett L., Lane R., Sechrest L., Schwartz G. Sex differences in emotional awareness. // *Personality and Social Psychology Bulletin*. – 1998. – Vol. 26. – PP. 1027-1034.
96. Fisher H.E., Aron A., Mashek D., Li H., Strong G., Brown L.L. The Neural Mechanisms of Mate Choice: A Hypothesis. // *NEUROENDOCRINOLOGY LETTERS*. – 2002. – Vol. 23. – PP. 92-97.
97. Frick R.W. Communicating emotion: The role of prosodic features. // *Psychological Bulletin*. – 1985. – Vol. 97. – PP. 419-429.

98. Gardner H., Ling P.K., Flamm L., Silverman J. (1975). Comprehension and appreciation of humorous material following brain damage. // *Brain* – 1975. – Vol. 98 (3). – PP. 399-412.
99. Gemignani A., Santarcangelo E., Sebastiani L., Marchese C., Mammoliti R., Simoni A. et al. Changes in autonomic and EEG patterns induced by hypnotic imagination of aversive stimuli in man. // *Brain Research Bulletin*. – 2000. – Vol. 53. - №1. – PP. 105-111.
100. Gravis R., Landis T., Godglass H. Laterality and sex differences for visual recognition of emotional and nonemotional words. // *Neuropsychologia*. – 1981. – Vol.19 - №1. – PP. 95-102.
101. Gray J.A. *The neurophysiology of anxiety*. – New York: Oxford University Press. – 1982.
102. Gray J.A. (1984). The hippocampus as an interface between cognition and emotion. // *Animal Cognition* edited by Roitblat H.L., Bever T.G., Terrace H.S. – New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates. – 1984.
103. Gur R.C., Gunning-Dixon F., Bilker W.B., Gur R.E. Sex Differences in Temporo-limbic and Frontal Brain Volumes of Healthy Adults. // *Cerebral Cortex*. – 2002. – Vol. 12. – PP. 998-1003
104. Hamman B.S., Ely T.D., Grafton S.T., and Kilts C.D. Amygdala activity related to enhanced memory for pleasant and aversive stimuli. // *Nature neuroscience*. – 1999. – Vol. 2. – PP. 289-293.
105. Harmon-Jones E. Clarifying the emotive functions of asymmetrical frontal cortical activity. // *Psychophysiology*. – 2003. – Vol. 40. – PP. 838-848.

106. Heller W., Etienne M.A., Miller G.A. Patterns of perceptual asymmetry in depression and anxiety: Implication for neuropsychological models of emotion and psychopathology. // *Journal of Abnormal Psychology*. – 1995. – Vol. 104. – PP. 327-333.
107. Hells U., Karras A., Scherer K.R. (1988). Multichannel communication of emotion: synthetic signal production. // *Facets of Emotion. Recent research*. Edited by K.P.Scherer. – New-York: Hillsdate. – 1988.
108. Herrmann M.J., Aranda D., Ellgring H., Mueller T.J., Strik W.K., Heidrich A. et al. Face-specific event-related potential in humans is independent from facial expression. // *International Journal of Psychophysiology*. – 2002. – Vol. 45. – PP. 241-244.
109. Hess W.R. *The functional organization of the diencephalon*. – New-York: Grune and Stratton. – 1957.
110. Hinrichs H., Machleidt W. Basic emotions reflected in EEG-coherences. // *International Journal of Psychophysiology*. – 1992. – Vol.3. – PP. 225-232.
111. Hugdahl K. Hemispheric asymmetry and bilateral electrodermal recordings: A review of the evidence. // *Psychophysiology*. – 1984. – Vol.21. – PP. 371-393.
112. Isotani T., Tanaka H., Lehmann D., Pasqual-Marqui R.D., Kochi K., Saito N. et al. Source localization of EEG activity during hypnotically induced anxiety and relaxation. // *International Journal of Psychophysiology*. – 2001. – Vol . 41. – PP. 143-153.
113. Isotani T., Lthmann D., Pasqual-Marqui R.D., Fukushima M., Saito N., Yagyu T. et al. Source localization of brain electric activity during

- positive, neutral and negative emotional states. // International Congress Series. – 2002. – Vol. 1232. – PP. 165-173.
114. Jackson D.C., Malmstadt J.R., Larson Ch.L., Davidson R.J. Suppression and enhancement of emotional responses to unpleasant pictures. // Psychophysiology. – 2000. – Vol. 37. – PP. 512-522.
115. Jackson D.C., Muller C.J., Isa Dolski, Dalton K.M., Nitschke J.B., Urry H.L. et al. Now you feel, now you don't: Frontal Brain Aelectrical Asymmetry and Individual Differences in Emotional Regulation. // Psychological science. – 2003. – Vol. 14. – PP. 612-617
116. Jausovec N., Jausovec K. Differences in induced gamma and upper alpha oscillations in the human brain related to verbal/performance and emotional intelligence. // International Journal of Psychophysiology. – 2005. – Vol. 56. – PP. 223-235.
117. Jin K.H., Shi H., Zhao L., Luo Y.J., Peng M. Effects of switching between neutral and emotional stimuli: an ERP study on "switch cost". // Hang tian yi xue yu yi xue gong cheng = Space medicine & medical engineering (Beijing). – 2005. – Vol. 18(3). – PP. 227-229.
118. Jones N.A., Field T., Davalos M., and Hart S. Greater right frontal EEG asymmetry and nonemphathic behavior are observed in children prenatally exposed to cocaine. // International Journal of Neuroscience. – 2004. – Vol. 114 (4). – PP. 459-480.
119. Jones N.A., McFall B.A., Diego M.A. Patterns of brain electrical activity in infants of depressed mothers who breastfeed and bottle feed: the mediating role of infant temperament. // Biological Psychology. – 2004. – Vol. 67(1-2). – PP.103-124.

120. Kraut R.E. Social presence, facial feedback and emotion. // JOURNAL OF SOCIAL PSYCHOLOGY. – 1982. – Vol. 42. – PP. 853-263.
121. Lapshina T.N. EEG correlates of emotion // International Journal of Psychophysiology. – 2006. – Vol. 61. - № 3. – P. 328
122. Lazarus R.S. Cognition and motivation. // American Psychology. – 1991. – Vol. 46. – PP. 352-367.
123. Lazarus R.S. Emotion and adaptation. – New-York: Oxford University Press. – 1991.
124. LeDoux J.E. Emotion Circuits in the Brain // Annual Review of Neuroscience. – 2000. – Vol.23. – PP. 155-183.
125. Lewis M.D., Lamm C., Segalowitz S.J., Stieben J., Zelazo P.D. Neurophysiological correlates of emotion regulation in children and adolescents. // Journal of cognitive neuroscience. – 2006. – Vol. 18 (3). – PP. 430-443.
126. Linkenkaer-Hansen K., Monto S., Ryttsä"la" H., Suominen K., Isometsä" E., and Ka"hko"nen S. Breakdown of Long-Range Temporal Correlations in Theta Oscillations in Patients with Major Depressive Disorder . // The Journal of Neuroscience. – 2005. – 25 (44). – PP. 10131-10137.
127. Lopes da Silva F.H., Witter M.P., Boeijinga P.H., Lohman A.H.M. Anatomic organization and physiology of the limbic cortex. // Physiological reviews. – 1990. – Vol. 70(2). – PP. 453-511.
128. Maddock R.J. The retrosplenial cortex and emotion: new insights from functional neuroimaging of the human brain. // Trends in neurosciences. – 1999. – Vol. 22(7). – PP. 310-406.



129. McClean P. Some psychiatric implications of physiological studies on frontotemporal portion of limbic system (Visceral brain). // *Electro clin Neurophysiology*. – 1952. – Vol.4. – PP. 407-418.
130. Montgomery W., Jones G. Laterality, emotionality and heartbeat perception. // *Psychophysiology*. – 1984. – Vol. 21. – PP. 459-465.
131. Morris J.S., Friston K.J., Buchel C., Frith C.D., Young A.W., Calder A.J. et al. A neuromodulatory role for the human amygdala in processing emotional facial expressions. // *Brain*. – 1998. – Vol. 121. – PP.47-57.
132. Morris J.S., Ohman A., and Dolan R.J. A subcortical pathway to the right amygdale mediating "unseen" fear // *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. – 1999. – Vol.96. - PP.1680-1685.
133. Muller M.M., Keil A., Gruber Th., Elbert Th. Processing of affective pictures modulates right-hemispheric gamma band EEG activity. // *Clinical Neurophysiology*. – 1999. – Vol. 110(11). – PP.1913-1920.
134. Murray I.R., Arnott J.L. Toward the Simulation of Emotion in Synthetic Speech: A Review of the Literature on Human Vocal Emotion. // *Journal of the Acoustical Society of America*. – 1993. – Vol. 93 (2). – PP. 1097-1108.
135. Nieuwenhuis S., Slagter H.A., von Geusau N.J., Heslenfeld D.J., and Holroyd C.B. (2005). Knowing good from bad: differential activation of human cortical areas by positive and negative outcomes. // *European Journal of Neuroscience*. – 2005. – Vol. 21. – PP.3161-3169.
136. Nikula R. Psychological correlates of nonspecific skin conductance responses. // *Psychophysiology*. – 1991. – Vol. 28 (1). – PP. 86-90.

137. Olds J., Milner P. (1954). Positive reinforcement produced by electrical stimulation of septal area and other regions of rat brain. // *Journal of Comparative and Physiological Psychology*. – 1954. – Vol.47. – PP. 419-427.
138. Orr S.P., Pitman R.K., Edwards J.W., Meyerhoff J.L. Heart rate and blood pressure resting levels and responses to generic stressors in Vietnam veterans with posttraumatic stress disorder. // *Journal of traumatic stress*, – 1998. – Vol. 11(1). – PP. 155-164.
139. Osgood S.E. Dimensionality of the semantic space of communication via facial expression. // *Scandinavian Journal of Psychology*. – 1996. – Vol.7. – PP. 1-30.
140. Pape H.C., Narayanan R.T., Smid J., Stork O., Seidenbecher T. Theta activity in neurons and networks of the amygdala related to long-term fear memory. // *Hippocampus*. – 2005. – Vol. 15 (7). – PP. 874-880.
141. Papez J.W. A proposed mechanism of emotion. 1937. // *The Journal of neuropsychiatry and clinical neurosciences*. – 1995. – Vol.7. – PP. 103-112.
142. Pezze M.A. and Feldon J. Mesolimbic dopaminergic pathways in fear conditioning. // *Progress in Neurobiology*. – 2004. – Vol. 74. – PP. 301-320.
143. Quitkin F.M., Stewart J.E., Tenke C.E., Bruder G.E., Kayser J. Eventrelated potentials (ERPs) to hemifield presentations of emotional stimuli: differences between depressed patients and healthy adults in P3 amplitude and asymmetry. // *International Journal of Psychophysiology*. – 2005. – Vol. 36. – PP. 211-236.

144. Reuter-Lorenz P. and Davidson R.J. Differential contributions of the two cerebral hemispheres to the perception of happy and sad faces. // *Neuropsychologia*. – 1981. – Vol. 19. - №4. – PP. 609-613.
145. Rolls E.T., Murzi E., Yaxley S., Thorpe S.J., Simpson S.J. Sensory-specific satiety: food-specific reduction in responsiveness of ventral forebrain neurons after feeding in the monkey. // *Brain Research*. – 1986. – Vol.368. – PP. 79-86.
146. Rosen Howard J., Perry Richard J., Murphy J., Kramer Joel H., Mychack Paula, Schuff Norbert et al. (2002). Emotion comprehension in the temporal variant of frontotemporal dimension. // *Brain*. – 2002. – Vol. 125. – PP. 2286-2295.
147. Royet J.-P., Zald D., Versace R., Costes N., Lavenne F., Koenig O. et al. (2000). Emotional Responses to Pleasant and Unpleasant Olfactory, Visual, and Auditory Stimuli: a Positron Emission Tomography Study. // *The Journal of Neuroscience*. – 2000. – Vol. 20(20). – PP.7752-7759.
148. Rusalova M.N. and Kostyunina M.B. (1998). EEG asymmetry with positive and negative emotions. // *International Journal of Psychophysiology*. – 1998. – Vol. 30. – P.104.
149. Russell J.A. A circumflex model of affect. // *Journal of Personality and Social Psychology*. – 1980. – Vol. 39. – PP.1161-1178.
150. Sackeim H.A., Gur R.S. (1978). Lateral asymmetry in intensity of emotional expression. // *Neuropsychologia*. – 1978. – Vol. 16. – PP. 473-81.
151. Sackeim H.A., Greenberg M. Hemispheric asymmetry in the expression of positive and negative emotions. // *Archives of Neurology*. – 1982. – Vol. 39. - №4. – PP. 210-218.

152. Sakano H. Latent left-handedness, its relation to hemispheric and psychological functions. – Jena: Gustav Fischer Verlag. – 1982. – 122 P.
153. Santesso D.L., Reker Dana L., Schmidt L.A., Segalowitz S.J. Frontal Electroencephalogram Activation Asymmetry, Emotional Intelligence, and Externalizing Behaviors in 10-Year-Old Children. // Child Psychiatry and Human Development. – 2005. - Vol. 20 (Dec). – PP. 1-18.
154. Schlossberg H.S. A scale for the judgment of facial expressions. // Journal of experimental psychology. – 1941. – Vol. 29. – PP. 497-510.
155. Scott S.K., Young A.W., Calder A.J., Aggleton J.P., and Johnson M. Impaired auditory recognition of fear and anger following bilateral amygdala lesions. // Nature. – 1997. – Vol. 385(6613). – PP.254-257.
156. Spreckelmeyer K.N., Kutas M., Urbach T.P., Altenmuller E., Munte T.F. Combined perception of emotion in pictures and musical sounds. // Brain Research. – 2006. – Vol. 1070(1). – PP. 160-170.
157. Strauss E. Perception of emotional words. // Neuropsychologia. – 1983. – Vol. 21 - №1. – PP . 99-103.
158. Sutton S.K. and Davidson R.J. Prefrontal brain electrical asymmetry predicts the evaluation of affective stimuli. // Neuropsychologia. – 2000. Vol. 38. – PP. 1723-1733.
159. Suzuki Shin-ichi, Hiroaki Kumano, Uji Sakano. Effects of effort and distress coping processes on psychophysiological and psychological stress responses. // International Journal of Psychophysiology. – 2003. – Vol. 47. – PP. 117-128.
160. Takahashi T., Murata T., Hamada T., Omori M., Kosaka H., Kikuchi M. et al. Changes in EEG and autonomic nervous activity during

- meditation and their association with personality traits. // *International Journal of Psychophysiology*. – 2005. – Vol. 55. – PP. 199-207.
161. Vanderwolf C.H., Kelly M.E., Kraemer P., Streather A. (1988). Are emotion and motivation localized in the limbic system and nucleus accumbens? // *Behavioural Brain Research*. – 1998. – Vol. 27. – PP.45-58.
162. Wrase J., Klein S., Gruesser S.M., Hermann D., Flor H., Mann K. et al. Gender differences in the processing of standardized emotional visual stimuli in humans: a functional magnetic resonance imaging study. // *Neuroscience Letters*. – 2002. – Vol. 348. – PP. 41-45.
163. Wright C.I., Wedig M.M., Williams D., Rauch S.L., Albert M.S. Novel fearful faces activate the amygdala in healthy young and elderly adults. // *Neurobiology of aging*. – 2006. – Vol. 27(2). – PP. 361-374.
164. Yerkes R.M., Dodson J.D. THE RELATION OF STRENGTH OF STIMULUS TO RAPIDITY OF HABIT-FORMATION.  
<http://psychclassics.yorku.ca/Yerkes/Law/> [On-line]. First published in *Journal of Comparative Neurology and Psychology*, Vol.18, PP. 459-482.
165. Zink T., Jacobson C.J.Jr., Pabst S., Regan S., and Fisher B.S. A lifetime of intimate partner violence: coping strategies of older women. // *Journal of interpersonal violence*. – 2006. – Vol. 21(5). – PP. 634-651.