

**Московский Государственный Университет
им. М.В. Ломоносова
Факультет психологии
Кафедра психофизиологии**

**Дипломная работа
ЭЭГ-индикация эмоциональных реакций человека**

Студент: Лапшина Татьяна Николаевна,
54 группа, д/о

Научный руководитель: кандидат психологических наук,
доцент,
Исайчев Сергей Александрович

Москва, 2003 год

Оглавление

ОГЛАВЛЕНИЕ	2
1. ВВЕДЕНИЕ	3
2. ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ	6
3. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР	7
3.1. Классификации эмоций.....	7
3.2. Физиологические механизмы эмоций	11
3.3. Поиск объективных индикаторов эмоций.....	15
3.3.1. Проблемы объективных индикаторов эмоций	15
3.3.2. Физиологические показатели	17
3.4. Межполушарная асимметрия и эмоции.....	26
4. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ.....	30
4.1. Методика	30
4.1.1. Стимульный материал.....	31
4.1.2. Испытуемые.....	32
4.2. Психофизическая серия.....	33
4.2.1. Методика	33
4.2.2. Результаты психофизического исследования	35
4.3. Психофизиологическая серия	40
4.3.1. Методика	40
4.3.2. Результаты психофизиологического исследования.....	44
4.4. Обсуждение результатов.....	55
4.5. Выводы	60
5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ	62
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ И ЦИТИРУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	64
ПРИЛОЖЕНИЕ	67

1. Введение

Настоящая работа посвящена исследованию эмоций. По определению [4], эмоции — 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. Сопровождая практически любые проявления жизненной активности человека, эмоции служат одним из главных механизмов внутренней регуляции психической деятельности и поведения, направленных на удовлетворение потребностей. Поэтому изучение эмоций имеет большое практическое и научное значение.

Существует большое количество работ, связанных в той или иной мере с проблематикой эмоций человека, в том числе результатов психофизиологических и нейропсихологических исследований (краткий обзор их будет представлен в работе). Для психофизиологии особенно интересным представляется выделение разного рода объективных индикаторов эмоциональных состояний. Как подчёркивалось многими авторами: как физиологами, так и общими психологами, - эмоциональные проявления носят сложный комплексный характер, поэтому их рассмотрение невозможно без применения методов комплексной оценки субъективных и объективных показателей. Традиционно для объективной регистрации эмоций применялись такие физиологические методы как регистрация и анализ плейтизмограммы, кожно-

гальванической реакции (КГР), электрокардиограммы (ЭКГ), механограммы дыхания и других показателей работы периферической нервной системы. Согласно литературным данным, психофизиологические методы 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. Поэтому **предметом** нашего исследования стали проявления эмоций в электроэнцефалограмме (ЭЭГ) человека.

Основной целью настоящей работы было изучение и поиск электроэнцефалографических показателей в ответ на стимуляцию визуальными изображениями различной эмоциональной окраски. Её необходимость была продиктована, с одной стороны, несомненной практической значимостью выделения объективных индикаторов знака и интенсивности эмоций, с другой – неопределённостью и противоречивостью полученных в этой области данных. На их основе мы сформулировали **гипотезу**, которая состоит в том, что эмоциональные различия в зрительной стимуляции должны отразиться в электрической активности головного мозга, в частности, в её спектральных характеристиках.

В нашем исследовании мы постарались объединить два основных подхода к изучению ЭЭГ-индикаторов эмоциональных реакций: первый основан на анализе изменений компонентов вызванных потенциалов (ВП) при предъявлении стимулов [7], [13]; второй – на анализе спектральных и когерентных

характеристик ЭЭГ при выполнении испытуемыми различных заданий, связанных с эмоциональными переживаниями [11], [14], [19], [20]. Таким образом, мы избежали сложностей с уравниванием физических характеристик стимулов для регистрации ВП и контроля принятия задания испытуемым во втором случае.

2. Задачи исследования

1. Проверить имеющиеся литературные данные о различиях в реакции правого и левого полушария на стимуляцию, вызывающую положительные и отрицательные эмоции.

2. Выявить субъективные различия в эмоциональных ответах на предъявляемую стимуляцию психофизическими методами. Установить отношение испытуемых к стимуляции.

3. Провести анализ частотных изменений ритмики ЭЭГ при стимуляции слайдами различного эмоционального содержания.

4. Выявить источники активности, выделенной в качестве индикаторов эмоций.

5. Провести корреляционный анализ ЭЭГ. Сравнить фоновые и эмоциональные записи по количеству значимых кросс-корреляций отведений ЭЭГ.

6. Соотнести результаты психофизической и психофизиологической частей исследования. Выявить то, как связаны субъективные различия в эмоциональных ответах со спектральными и когерентными характеристиками ЭЭГ человека.

3. Литературный обзор

Проанализировав ряд источников (см. список литературы), можно прийти к следующим выводам:

1. Психофизиологические показатели периферической нервной системы позволяют диагностировать эмоциональные реакции, но не дают возможности судить об их знаке и об интенсивности.

2. Имеется ряд сообщений об отражении эмоциональных состояний человека в электроэнцефалограмме (ЭЭГ) и латерализации позитивных и негативных эмоциональных реакций в разных полушариях головного мозга.

3.1. 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 [4].

Существует большое количество классификаций эмоций.

Так, классифицируя эмоциональные явления, А.Н.Леонтьев выделяет три вида эмоциональных процессов: аффекты, собственно эмоции и чувства [12]. *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 [12] предлагал 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 (т.н. 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.

Другие авторы различают эмоции по модальности, по уровням проявления в строении психического, по психическим процессам, с которыми они связаны, по предметному содержанию, по направленности и др. Для нас 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.

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 в зависимости от знака и интенсивности эмоций.

3.2. Физиологические механизмы эмоций

Лимбическая система — комплекс функционально связанных между собой филогенетически древних глубинных структур головного мозга, участвующих в регуляции вегетативно-висцеральных функций и поведенческих реакций организма. Термин «лимбическая система» ввел в 1952 г. Мак Лин. Однако еще ранее в 1937 г. Папец предположил наличие «анатомического» эмоционального кольца. В него входили: гиппокамп — свод — мамиллярные тела — переднее ядро таламуса — поясная извилина — гиппокамп. 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.

Круг Папеца лег в основу лимбической системы. В своих основных частях она сходна у всех млекопитающих. К

лимбической системе, кроме кольца Папеца, принято относить некоторые ядра гипоталамуса, миндалевидное тело или миндалину — (клеточное скопление, величиной с орех), 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.

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 [17].

Ретикулярная формация. Важную роль в обеспечении эмоций играет ретикулярная формация ствола мозга. Как известно, волокна от нейронов ретикулярной формации идут в различные области коры больших полушарий. Большинство этих нейронов считаются «неспецифическими», т. е. 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, называемый голубым пятном (это плотное скопление нейронов, отростки которых образуют широко ветвящиеся сети с одним выходом, использующие в качестве медиатора норадреналин) имеет отношение к пробуждению эмоций [17]. От голубого пятна к таламусу, гипоталамусу и многим областям коры идут нервные пути, по которым пробудившаяся эмоциональная реакция может широко распространяться по всем структурам мозга. По некоторым данным [9], недостаток норадреналина в мозге приводит к депрессии. Положительный эффект электрошоковой терапии, в большинстве случаев устраняющей депрессию у пациента, связан с усилением синтеза и ростом концентрации норадреналина в мозге. Результаты исследования мозга больных, покончивших с собой в состоянии депрессии, показали, что он обеднен норадреналином и серотонином.

Возможно, что норадреналин играет роль в возникновении реакций, субъективно воспринимаемых как удовольствие. Во всяком случае дефицит норадреналина проявляется в появлении депрессивных состояний, связанных с тоской, а недостаток адреналина связывается с депрессиями тревоги.

Другой отдел ретикулярной формации, называемый черной субстанцией, представляет собой скопление нейронов, также образующих широко ветвящиеся сети с одним выходом, но выделяющих другой медиатор — дофамин, который способствует возникновению приятных ощущений. Не исключено, что он участвует в возникновении особого психического состояния — эйфории.

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 [3].

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.

3.3. Поиск объективных индикаторов эмоций

3.3.1. Проблемы объективных индикаторов эмоций

Любой исследователь эмоций человека – как психолог, так и физиолог – непременно сталкивается с проблемой стабильных показателей, которые можно было бы использовать в качестве индикаторов эмоций.

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. 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 [4].

Экспрессивные движения также являются информативным индикатором эмоционального состояния человека. Наиболее важным каналом эмоционального, невербального общения для человека, как и предполагал Дарвин, является зрительный, через который принимается информация, содержащаяся в выразительных жестах и экспрессивных реакциях лица [4]. 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. 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. 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.

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.

3.3.2. Физиологические показатели

Реакции вегетативной нервной системы

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 [3]. 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 [3]. 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 [9].

Электрическая активность кожи ЭАК или КГР (кожно-гальваническая реакция), 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 не возможно установить качественную характеристику переживаемой эмоции, т.е. сказать, какую именно эмоцию испытывает человек. КГР не может служить показателем однозначного определения специфичности эмоций, а является индикатором неспецифической активации [8].

В некоторых работах уже было показано, что КГР является наиболее чувствительной к развитию эмоциональной реакции [1]. 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. 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 В. Cuthbert и соавт. [21] 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 (т. е. чем больше эмоционально окрашен стимул), тем меньше межиндивидуальный разброс данных. Исследования других авторов показали (Nicula, 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 за 1994 г 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 кожногальванической реакцией.

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, главным образом, для того чтобы контролировать артефакты, как и сделано в нашей работе.

Для изменения 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 [9]. 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 эмоциональной реакции.

Ритмы ЭЭГ

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 [6],[18]. Неоднозначные данные получены при изучении эмоциональных состояний с помощью метода электроэнцефалографии. В некоторых исследованиях было установлено, что альфа-ритм подавляется при эмоциональных переживаниях [6], а смена его на дельта-ритм отражает развитие стрессовой реакции. Другие данные говорят о специфичности отражения различных эмоций в мощности альфа-ритма: подобный результат был получен Костюниной и Куликовым, которые исследовали частотные характеристики спектров ЭЭГ при воображении различных эмоций. Они получили следующий результат: при страхе и горе происходит подавление альфа-ритма, а при радости и гневе – возрастание [8]. Полученный результат был распространен с ситуации воображения на ситуацию переживания эмоций, что, по нашему мнению, неправомерно, так как центральные механизмы как различных эмоций, так и воображения и представления мало изучены, а имеющиеся данные свидетельствуют о различии мозговых структур, участвующих в этих процессах.

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 [5].

Проблема *тета-волны* (частота 4-7 Гц) остается одной из наиболее дискуссионных в электрофизиологии. Тета-ритм не является универсальным фактом и в яркой 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, т.к. одной из структур, генерирующих тета-ритм, является гиппокамп, участвующий в процессе запоминания. В гиппокампе тета-ритм имеет максимальную амплитуду и выраженность [1].

Трудно ответить на вопрос о том, что выражает тета-активность и 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». В опытах, проведенных И.И. Вайнштейн на собаках, появлением тета-волн сопровождалась только реакция пассивного страха. В экспериментах, проведенных на кошках (Унгиадзе), напротив было показано снижение тета-ритма в гиппокампе при затаивании и пассивных эффектах застывания. По некоторым данным [10] рост тета-ритма происходит при общем напряжении при решении мыслительных задач. И.Я. Подольский и В.В.Воробьев считают тета-активность «стресс-ритмом».

Дельта-ритм (0,5-4 Гц) проявляется отчетливо при тормозных состояниях коры, опухоли, 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 [18]. При сравнительном исследовании лиц с психогенной депрессией и нормой (Стрелец В.Б., Данилова Н.Н., Корнилова И.В) также было установлено, что доминирование дельта-ритма в покое связано с высокой эмоциональной напряженностью.

Таким образом, по различным данным эмоциональные реакции, состояния тревожности, напряженности, стресса, находят свое отражение во всей ритмике ЭЭГ. Поэтому одной из задач нашего исследования был подробный анализ изменений электрической активности головного мозга под влиянием эмоциогенных стимулов слабой интенсивности на всех частотных диапазонах.

Исследования изменений ЭЭГ при различных эмоциональных состояниях

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 [7], [13], [16], [19-23].

Можно выделить два методических подхода к решению поставленной задачи:

1. Первый основан на анализе изменений компонентов вызванных потенциалов (ВП) при предъявлении стимулов [7], [13]. Однако результаты проведенных исследований оказались неоднозначными и во многом определялись не фактором развития эмоциональной реакции, а условиями проведения экспериментов [5].
2. Другим подходом к исследованию стал анализ спектральных и когерентных характеристик ЭЭГ при выполнении испытуемыми различных заданий, связанных с эмоциональными переживаниями [11], [14], [19], [20], [22], [23]. Изменения этих показателей при возникновении эмоций выявлены в разных частотных диапазонах, но чаще всего в альфа-диапазоне. Как правило, это снижение мощности альфа-ритма [19], [22], [23]. 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 [20].

Существуют представления и о разнонаправленной динамике мощности альфа-ритма при разных эмоциях: усиление при агрессии и радости и ослабление при тревоге и печали [23]. В последние годы аффективные реакции каждой валентности в свою очередь разделяют на две группы: approach и nonapproach. При этом, если в случае approach-формы позитивного аффекта выявлено усиление активации левой лобной области, то при nonapproach (например просмотр клипа) фронтальная асимметрия не отличалась от фоновой [16].

Меньше работ посвящено анализу других диапазонов ЭЭГ [9], [17]. Так описано усиление мощности бета-ритма при нарастании состояния стресса или при мысленном воспроизведении положительно-эмоциональных событий по сравнению с отрицательно-эмоциональными [5]. Вместе с тем показано, что характер изменений не прямо зависит от степени эмоционального напряжения.

Разные авторы отмечали различную динамику тета-ритма при возникновении эмоций у человека. В случае мысленного представления предварительно показанных положительно-эмоциональных фильмов отмечено относительное снижение

мощности тета-ритма в височных отделах правого полушария [20]. При эмоциональном напряжении, связанном с возможностью наказания током, в группах испытуемых, различающихся качеством деятельности в этом состоянии, происходит либо только снижение тета-ритма в затылочных областях, либо дополнительно, - повышение его мощности в левой лобной области [11].

В отношении когерентных характеристик ЭЭГ при различных эмоциях показано увеличение когерентности при воображаемом страхе и ее снижение при реальном [14], возрастание при агрессии, радости, сексуальном возбуждении и снижение при тревоге и печали [23].

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.

3.4. Межполушарная асимметрия и эмоции

Есть немало фактов, говорящих о том, что в обеспечении эмоциональной сферы человека левое и правое полушария головного мозга вносят разный вклад. Более эмоциогенным является правое полушарие. Так, у здоровых людей обнаружено преимущество левой половины зрительного поля (т. е. 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. Помимо этого выявлено также более интенсивное выражение эмоций (мимические проявления) на левой половине лица. Существует также мнение, что левая половина лица в большей степени отражает отрицательные, правая — положительные эмоции [9]. По некоторым данным [9], эти различия проявляются уже у младенцев, в частности в асимметрии мимики при вкусовом восприятии сладкого и горького.

Из клиники известно [17], что эмоциональные нарушения при поражении правого полушария выражены сильнее, при этом отмечается избирательное ухудшение способности оценивать и идентифицировать эмоциональную экспрессию в мимике. При левосторонних 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. Им трудно оценить настроения и выявить эмоциональные компоненты речи других людей. Клинические 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.

Существуют различные подходы по объяснению приведенных выше фактов:

1. По некоторым представлениям, 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. Тенденция правого полушария к синтезу и объединению множества сигналов в глобальный образ играет решающую роль в выработке и стимулировании эмоционального переживания [9]. 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. По другим представлениям 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.

4. Экспериментальное исследование

Данное исследование проводилось в 1999-2003 гг. В его процессе модифицировалась схема методики и способы обработки и анализа данных. Поэтому в настоящую работу включены не все полученные данные.

4.1. Методика

Наше исследование состояло из двух серий (см. схема 1):

1. психофизической и
2. психофизиологической.

Каждый испытуемый проходил две серии с интервалом в несколько недель, причём психофизиологическая предшествовала психофизической. В обеих сериях для каждого испытуемого применялась одна и та же визуальная стимуляция. Психофизическая часть была необходима, чтобы выявить структуру субъективных различий эмоциональных ответов на зрительные стимулы. Психофизиологическая часть состояла непосредственно в регистрации ЭЭГ в ответ на зрительную стимуляцию (ту же, что и в психофизической части) и последующей обработки. Такой подход позволяет соотнести субъективные данные и объективные физиологические показатели.

Схема 1. Методическая схема проведения исследования и обработки данных.



4.1.1. Стимульный материал

Для исследования нами были подобраны 24 слайда разного эмоционального содержания (см. приложения 16 и 17): виды природы (nat), эротические фото (er), кожные нарывы (rani), ядовитые змеи и насекомые (gad), десертные блюда (eda). Специфика стимуляции вынудила нас к составлению разных стимульных наборов для мужской и женской выборки. Тематика слайдов была выбрана таким образом, чтобы вызвать разные по знаку эмоции предположительно разной интенсивности. Так, слайды «эротические» и «блюда» относятся к положительному типу стимулов, «нарывы» и «змеи» - к отрицательному. «Виды природы» были предполагаемыми

источниками эмоционально-нейтрального состояния и при анализе использовались для сравнения с эмоциональными реакциями. Предполагалось, что эротика и раны будут вызывать более сильные эмоции. Т.к. в предварительном исследовании было выяснено, что использовать виды природы в качестве эмоционально нейтральной стимуляции неправомерно, к основным стимулам психофизиологической части был добавлен серый экран, который предполагается в дальнейшем использовать как вызывающий эмоционально нейтральный ответ.

4.1.2. Испытуемые

В эксперименте приняли участие 8 испытуемых женского пола, (студентки 3-4 курсов факультета психологии МГУ, средний возраст на момент участия в эксперименте 19 лет) и 6 – мужского (студенты 3-5 курсов факультета психологии МГУ, 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 четырёх человек мужской и четырёх человек женской выборки.

4.2. Психофизическая серия

Данная серия была вспомогательной. Её результаты должны были облегчить интерпретацию результатов основной, психофизиологической, серии. Основной *гипотезой* психофизического исследования было наличие незначительных различий в эмоциональных ответах на стимулы различных тематических групп. Так же, предполагалось выделить два основных признака стимулов: интенсивность вызываемой эмоциональной реакции и её знак.

4.2.1. Методика

Стимульный материал

Т.к. нашей задачей было выявить подлинное отношение испытуемых к стимуляции, стимулами в психофизической серии стали те же картинки, что и в психофизиологической. 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 ПК. Стимуляция была составлена и предъявлена с помощью программы QMaker, которая позволяла так же фиксировать

анкетные данные, регистрировать ответы и время реакции испытуемых.

Экспериментальная ситуация

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

В первой части испытуемому предлагалась следующая инструкция: «Сейчас Вам будут предъявляться пары картинок. Вам нужно будет оценить степень различия вызванных ими впечатлений в шкале от 0 до 9: 0 – не различаются, 9 – мои впечатления почти противоположны». После этого на тёмном экране перед испытуемым появлялись пары картинок и курсор для ввода ответа с кнопкой перехода к следующей паре.

Во второй части 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.

Психофизическая серия по продолжительности у разных испытуемых занимала 60-90 минут.

Обработка результатов

В результате первой серии были получены 6 матриц различий стимулов. Пример такой матрицы представлен в

приложении 1-А. Мы усреднили полученные результаты и использовали для дальнейшей обработки две матрицы:

1. матрица средних различий женской выборки;
 2. матрица средних различий мужской выборки.
- Обрабатывались так же и индивидуальные матрицы каждого испытуемого.

Результаты второй серии были призваны помочь в интерпретации метода парных сравнений. Нами также были усреднены прямые оценки стимулов отдельно мужской и женской выборок. Пример исходной таблицы представлен в Приложении 1-Б.

Для обработки усреднённых матриц мы использовали многомерное шкалирование в пакете SPSS 9.0. Нами были построены двухмерные пространства с евклидовой метрикой. Стресс рассчитывался по формуле Крускала (см. рис. 1 и 2).

Мы считаем, что рассматривать в данном случае усреднённые матрицы правомерно, т.к. отдельно построенные метрические пространства стимулов для каждого испытуемого имели очень похожую структуру.

4.2.2. Результаты психофизического исследования

В таблице 1 приведены средние и дисперсии прямых оценок во второй серии психофизической части исследования у женской выборки (данные по мужской выборке см. приложение 2). Из таблицы видно, что изображения ран и еды вызывают

наиболее сильные эмоции, выраженные по знаку. Остальные картинки имеют значение 3 или около того.

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.

Таблица 1. Прямая оценка эмоциональной силы стимулов по шкале от 1 до 5. Женская выборка. Grey – серый экран, er – эротические картинки, rani – раны, gad – змеи и насекомые, eda – пища, nat – природа.

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

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.

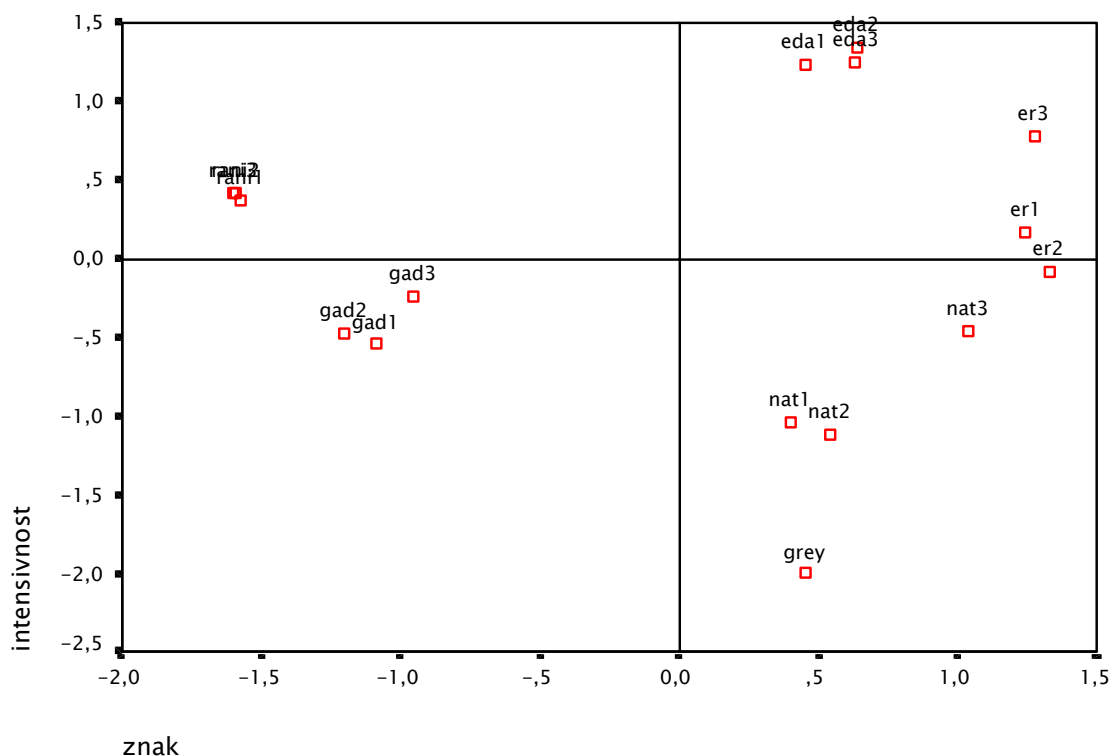
Рисунок 1. Результаты ММШ, применённого к матрице усреднённых различий по женской выборке.

Точки в пространстве соответствуют следующим стимулам: grey – серый экран, er – эротические картинки, ran1 – раны, gad – змеи и насекомые, eda – пища, nat – природа.

Iteration	S-stress	Improvement
1	,26249	
2	,22979	,03271
3	,22813	,00166

Derived Stimulus Configuration (summary)

Euclidean distance model



Высокие значения стресса вполне понятны, т.к., наверняка, признаков эмоциональных впечатлений от стимулов гораздо больше, нежели два. Тем не менее, задачи нашего исследование 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 наших испытуемых, как интенсивность и знак. Так же это согласуется с литературными данными в сочетании с психофизиологической частью исследования. Так, изначально нами предполагалось, что стимуляция «эротика» будет вызывать гораздо более сильную эмоцию, чем «еда». Тем не менее, реакция на изображения пищи гораздо интенсивнее, например, подавление альфа-ритма в затылочных отведениях (см. психофизиологическую часть).

Вторым важным моментом, являлось то, что пространства похожи у отдельных испытуемых и у двух выборок. К сожалению, у мужской выборки пространства получаются более размытыми. Это можно объяснить тем, что стимуляция большой отклик вызвала именно у женской выборки.

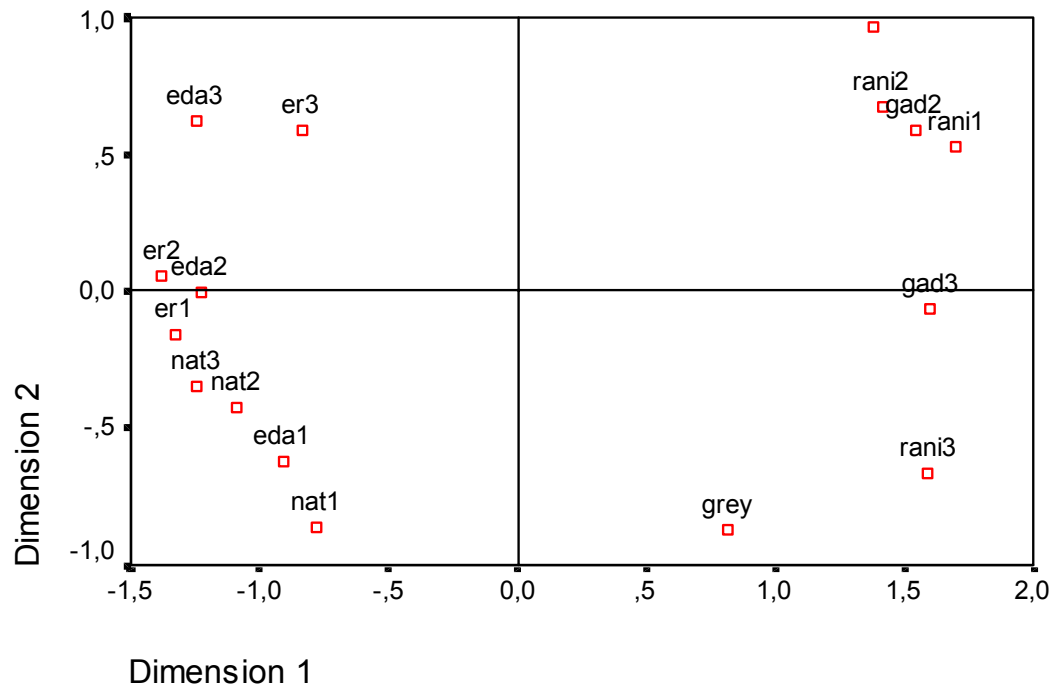
Рисунок 2. Результаты ММШ, применённого к матрице усреднённых различий по мужской выборке.

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

Iteration	S-stress	Improvement
1	,25411	
2	,21491	,03920
3	,21010	,00480

Derived Stimulus Configuration

Euclidean distance model



4.3. Психофизиологическая серия

Данные психофизической части исследования позволили классифицировать стимуляцию на 5 тематических групп, вызывающих различные эмоции. Т.к. субъективные различия между этими группами были достаточно велики, мы предполагали найти соответствующие корреляты и в физиологической активности, в частности, в показателях спектра ЭЭГ.

4.3.1. Методика

Испытуемые

В эксперименте приняли участие 4 испытуемых женского пола (студентки 3 курса факультета психологии МГУ, средний возраст на момент участия в эксперименте 19 лет) и 4 испытуемых мужского пола (студенты 3-5 курсов факультета психологии МГУ, средний возраст – 20 лет).

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 (см. приложения 16-17). 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

Для трёх испытуемых женского пола электроэнцефалограмма регистрировалась с помощью специального шлема с 16-ю электродами установленными по международной системе «10-20%». ЭЭГ регистрировалась монополярно от стандартных отведений: Fp1, Fp2, F7, F3, F4, F8, T3, C3, C4, T4, T5, P3, P4, T6, O1, O2. В качестве референтного использовался объединенный ушной электрод (A1, A2). Запись проводилась на 16 канальном компьютерном энцефалографе с частотой опроса 100 гц., полоса пропускания от 0,3 до 30 Гц. с запирающим фильтром 50гц. Регистрировались так же ЭКГ, КГР и механограмма дыхания.

Для остальных испытуемых (мужская выборка) 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 также использовался объединённый ушной электрод. Запись проводилась с помощью многоканальной исследовательской системы «Энцефалан131» 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, КГР – с указательного и безымянного пальцев левой руки.

Экспериментальная ситуация

Испытуемый сидел в удобном кресле в изолированной камере с закрытыми глазами. После 5-ти минутного 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 женской выборки обрабатывались с помощью пакета программ для регистрации и анализа ЭЭГ «CONAN» (А.П. Кулаичев). Для мужской выборки использовался пакет EEGDigitalSystem, что было продиктовано условиями регистрации записей. Единичные 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 единичные отрезки ЭЭГ длительностью 10 сек. каждый, обрабатывались методом спектрального анализа в области 3-30 Гц с использованием алгоритма быстрого преобразования Фурье в программе BrainLoc. Из трёх стимулов одинаковой тематики, брался средний, чтобы избежать влияния ориентировочной реакции и привыкания. 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 – от 18- 20 Гц. Для этого полученные данные программы BrainLoc переводились

в формат .txt и в дальнейшем обрабатывались с помощью программы MicrosoftExcel (приложение 3) – были построены гистограммы мощностей спектра для разных отведений (приложения 4-15). Выбор диапазонов и отведений был продиктован предварительным исследованием, проведённым в 2000-2001 гг.

Для поиска источников интересующей нас активности у Испытуемого К. (мужчина, 20 лет) полученные записи были отфильтрованы в диапазоне 5-6 Гц. Данный диапазон был выбран, потому что в этой полосе его ЭЭГ оказалась чувствительна к знаку эмоций, как в лобных, так и в теменных отведениях (см. рис. 3 в результатах). К отфильтрованным отрезкам ЭЭГ был применён метод дипольной локализации (1 подвижный диполь, 2 подвижных диполя).

Так же, для испытуемых Б. (женщина, 20 лет) и К. (мужчина, 20 лет) был проведён когерентный анализ 21 отведения отрезков ЭЭГ для фоновой записи и записей с тематической стимуляцией. В программе EEGDigitalSystem были построены кросс-корреляции в пределах 0,99-1 при когерентности 0,8 для диапазонов, оказавшихся наиболее чувствительными к эмоциогенной стимуляции: 5-6 и 9-10 Гц.

4.3.2. Результаты психофизиологического исследования

Полученные данные не представляют возможности использовать статистические методы сравнения интересующих нас параметров ЭЭГ, поскольку в исследовании приняли участие всего три испытуемых, а для мужской и женской выборок использовались разное оборудование и ПО. В связи с этим, основной акцент при анализе был сделан на визуальном сравнении мощностных показателей ЭЭГ и их пространственной динамике. Наиболее значимыми для анализа отведениями в передней лобной области мы считали F7-АА, F3-АА, F4-АА, F8-АА, а в теменно-затылочной – Р3-АА, Р4-АА, О1-АА, О2-АА. Так как различия между этими группами отведений незначительны, мы объединили их в группы. Последующий анализ проводится по усредненным значениям групп электродов, - левая лобная (F7, F3), правая лобная (F4, F8), левая затылочная (Р3, О1), правая затылочная (Р4, О2).

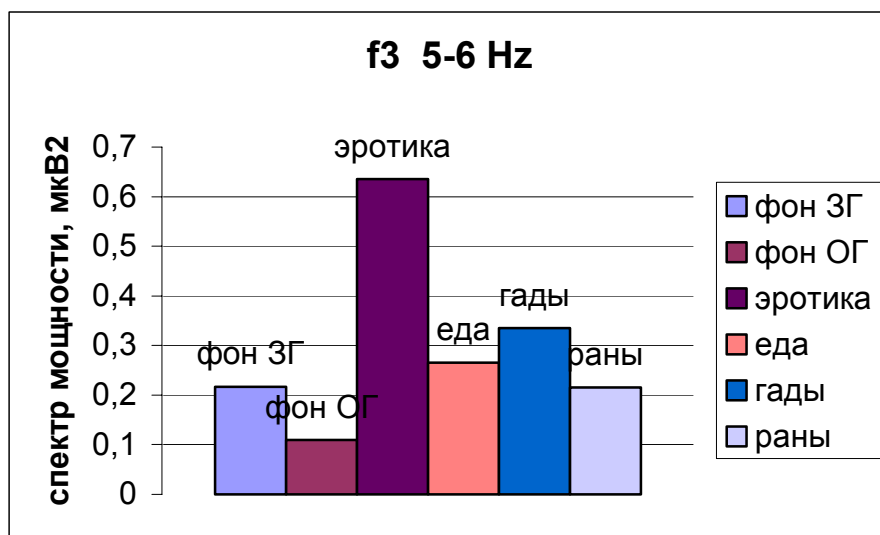
Проявление эмоциональных реакций в лобных отведениях

В приложении 4 приведены гистограммы спектральной мощности *тета-ритма* в лобных долях женской выборки: слева и справа. Слева (диаграмма 1, 2 см. ниже), во-первых, видно различие между эмоционально-нейтральным состоянием (обозначенным как природа), фоном, зарегистрированным перед началом стимуляции при открытых глазах, и ответами на стимулы, считаемые нами эмоциогенными, во-вторых, большая мощность в ответ на положительные эмоциональные стимулы (диаграмма 2). Справа картина является ещё более чёткой в отношении знака эмоций (диаграммы 3,4), ответы на

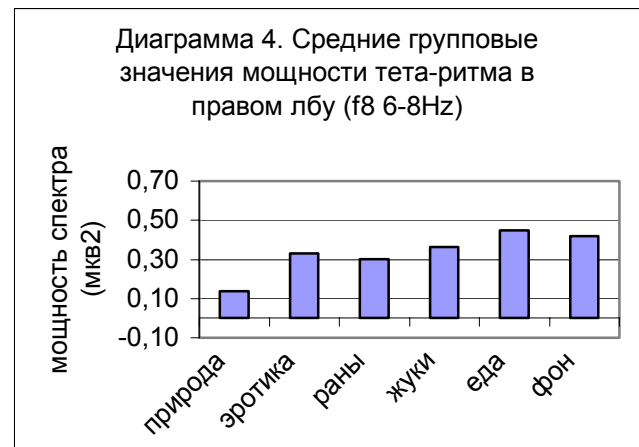
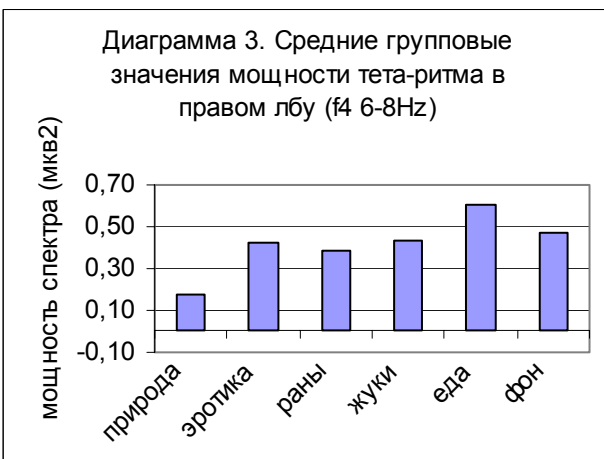
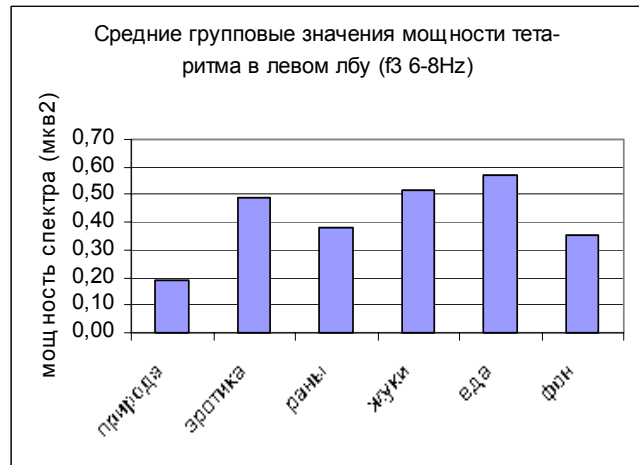
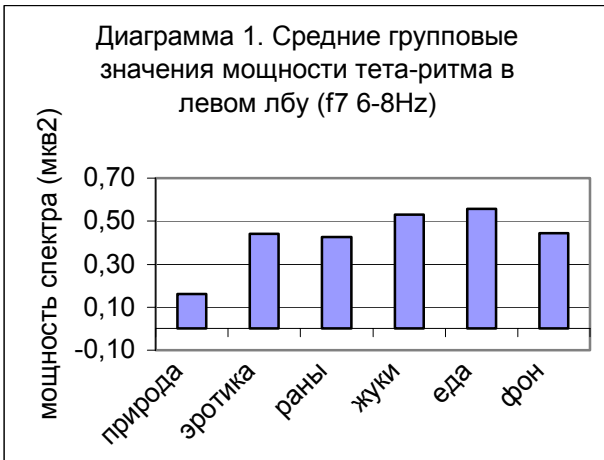
эмоциональные стимулы и отличаются от ответов на нейтральный. Ярко прослеживается тенденция усиления тета-активности при сильной положительной стимуляции и подавления при сильной отрицательной.

Последняя тенденция не проявляется столь ярко на мужской выборке (приложение 10), кроме одного испытуемого. У испытуемого К. (рисунок 3) ярко видно усиление тета-ритма (5-6 Гц) при положительной стимуляции. Причём, оно не столь сильно при отрицательной.

Рисунок 3. Спектр мощности испытуемого К. Мужчина, 20 лет. «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.



Диаграммы 1-4. Тета-ритм в лобных долях (усреднённые данные по женской выборке).

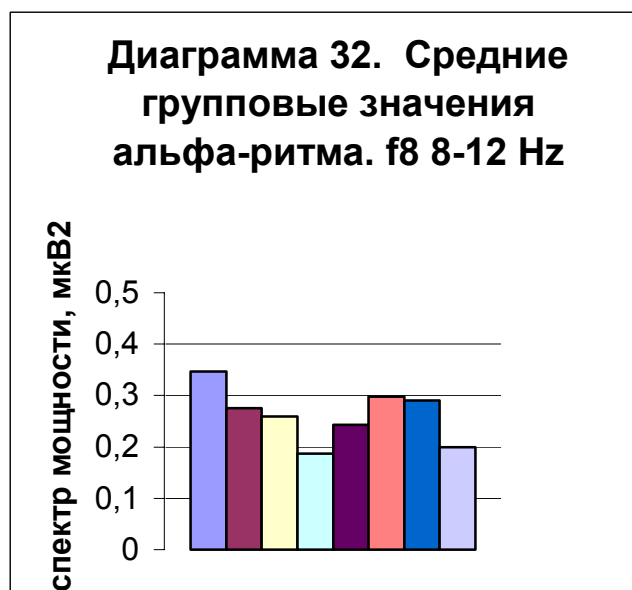
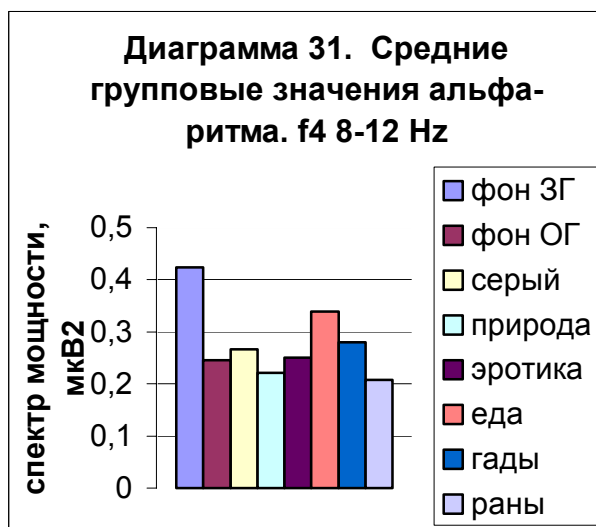
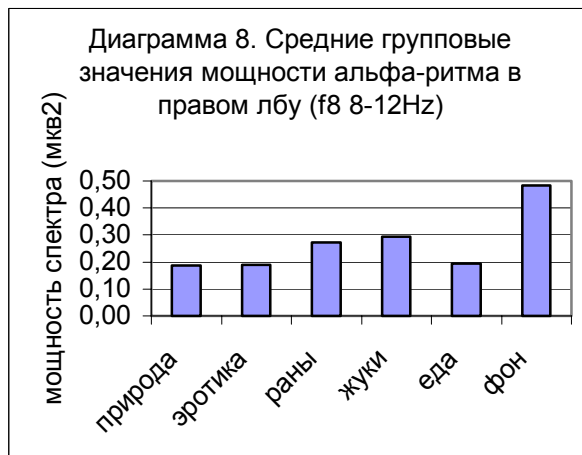
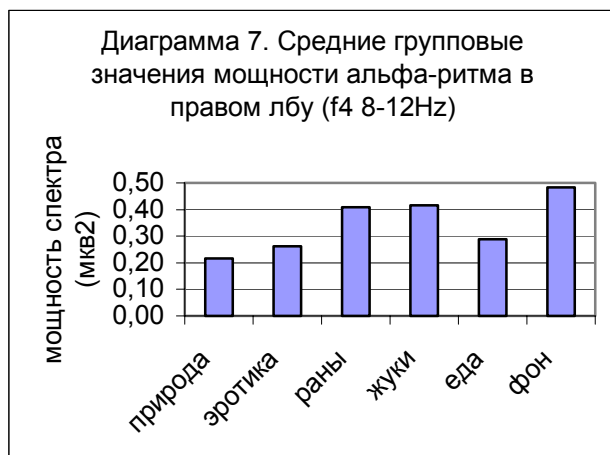


Рассматривая спектр мощности для слайда «природа» как у женской, так и у мужской выборки, мы не можем отнести эту стимуляцию к эмоционально нейтральной. В то время как, серый цвет оказывается гораздо ближе к фоновым значениям спектра.

Мощность *альфа-ритма* в лобных долях (приложения 5 и 11) не столь чётко отличается от фоновой мощности. И слева, и справа видно, что его интенсивность меньше подавляется при отрицательной эмоциональной стимуляции. Лучше данная особенность проявляется справа (диаграммы 7-8, 31-32).

Различий спектра при разной силе эмоциональной стимуляции нет.

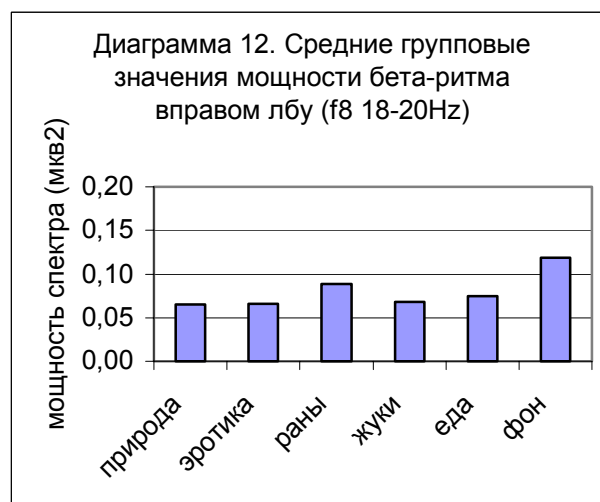
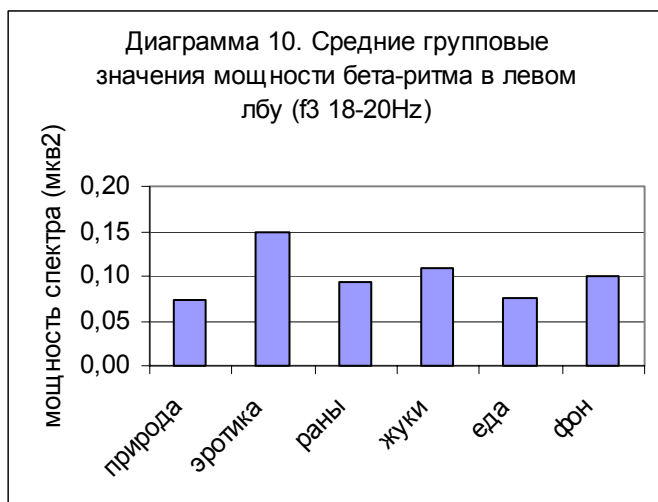
Диаграммы 7-8, 31-32. Мощность спектра 8-12 Гц (мкВ^2) в правых лобных отведениях. Усреднённые данные по женской (7-8) и мужской (31-32) выборкам.



Бета-ритм в лобных долях (приложения 6) для женской выборки слева (диаграмма 10) 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 (диаграммы 11, 12). Хорошо видна пропорциональность мощности спектра и субъективной интенсивности эмоций.

Диаграммы 10-11. Мощность бета-ритма ($\mu\text{В}^2$) средняя по женской выборке.



У мужской выборки в данной области спектра (приложение 12) заметных отличий нет ни в зависимости от «силы», ни в зависимости от «знака» эмоции.

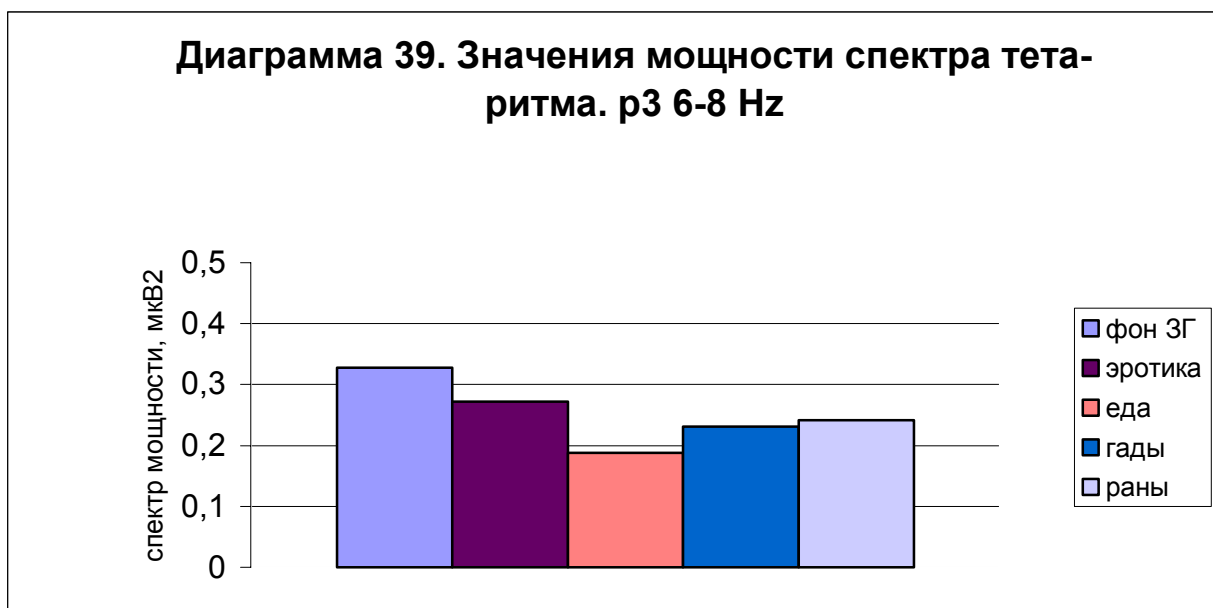
Т.о., в лобных долях наиболее чувствительным к эмоциональным изменениям оказался тета-ритм, в меньшей степени – альфа. Бета-ритм более дифференциален в области слабых эмоциональных реакций у женщин.

Проявление эмоциональных реакций в теменных и затылочных отведениях

В теменно-затылочной области картина была несколько иной. Слева ответ на эмоциональные стимулы, проявляющийся в данном случае в подавлении *тета-активности* у женщин (приложение 7), был несколько слабее (диаграмма 14), чем справа. Есть небольшая чувствительность к субъективной

интенсивности эмоций как слева, так и справа. У мужской выборки (приложение 13) наблюдалось усиление мощности спектра в области 6-8 Гц при стимулах «эротика». Депрессия тета-ритма происходила соответственно силе эмоциональной реакции. Это особенно хорошо видно слева (диаграммы 39 и 40).

Диаграмма 39. Мощность тета-ритма теменных отведений средняя по мужской выборке.

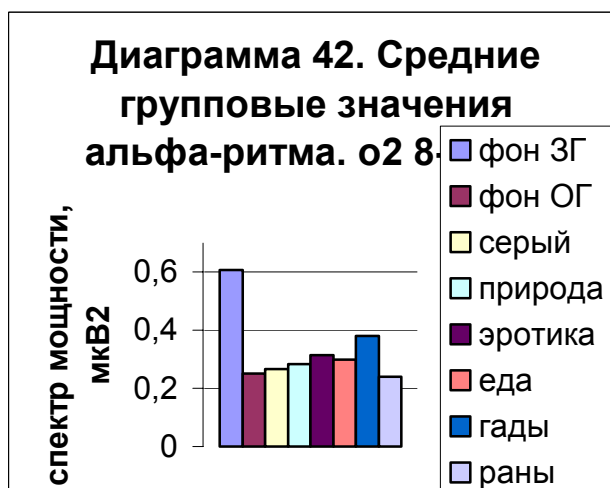
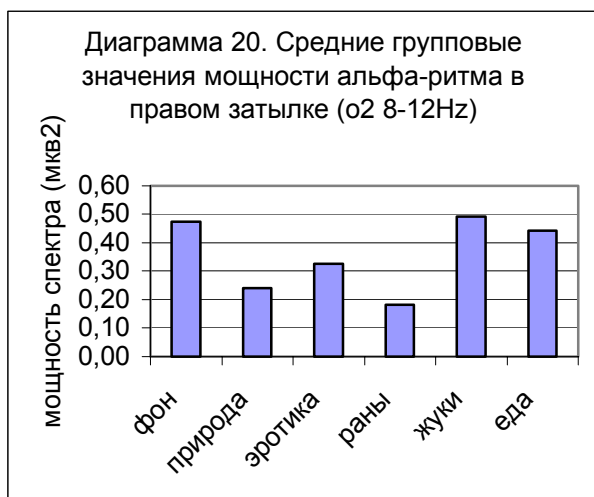


Альфа-ритм в теменных областях (диаграммы 18,19 приложения 8 и 42, 44 – приложения 14) менее всего подавляется при отрицательных эмоциональных стимулах. Справа альфа-ритм подавляется значительно сильнее, нежели слева, хотя в теменных отведениях это не так заметно, как в затылочных.

Т.о., 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 (диаграммы 20 и 42) на сильную отрицательную стимуляцию *альфа-ритм* подавляется в большей степени, нежели при положительной, как у женщин, так и у мужчин.

Диаграммы 20 и 42. Депрессия альфа-ритма у женской (слева) и мужской (справа) выборок.



Бета-ритм в затылочных областях (приложения 9 и 15), так же как и в лобных, наибольшую мощность имеет при субъективно слабых положительной и отрицательной стимуляции.

Локализация мозговых механизмов эмоций

Анализ ЭЭГ по узким полосам спектра позволил установить у испытуемого К. различия между активностью в полосе 5-6 Гц на эмоционально положительные и эмоционально отрицательные стимулы (рис. 3). Нативная ЭЭГ была отфильтрована в этой полосе и обработана компьютерной программой «Brainlock».

Полученные результаты представлены на рисунках 4 и 5. На рис. 4 представлены результаты локализации на предъявление слайдов «эротика» и «еда». Видно, что основная масса диполей, которые отражают возможные механизмы генерации ответа на положительные эмоциональные слайды, лежат в правой затылочной и левой лобно-височной области. Источники ответов на отрицательную стимуляцию (рис. 5) сосредотачиваются в базальных отделах левого полушария.

К сожалению, наши данные не позволяют интерпретировать диполи, как источники мозговой активности, соответствующей эмоциональной реакции. Локализация источников в основании мозга, а также в области мозжечка может быть связана с условиями регистрации. Тем не менее, для других испытуемых нами были получены сходные картины.

Рисунок 4. Результаты дипольной локализации источников активности частоты 5-6Гц у испытуемого К. на положительные стимулы: слева – эротика, справа – еда. Модель: 1 подвижный диполь. Коэффициент дипольности 0,90.

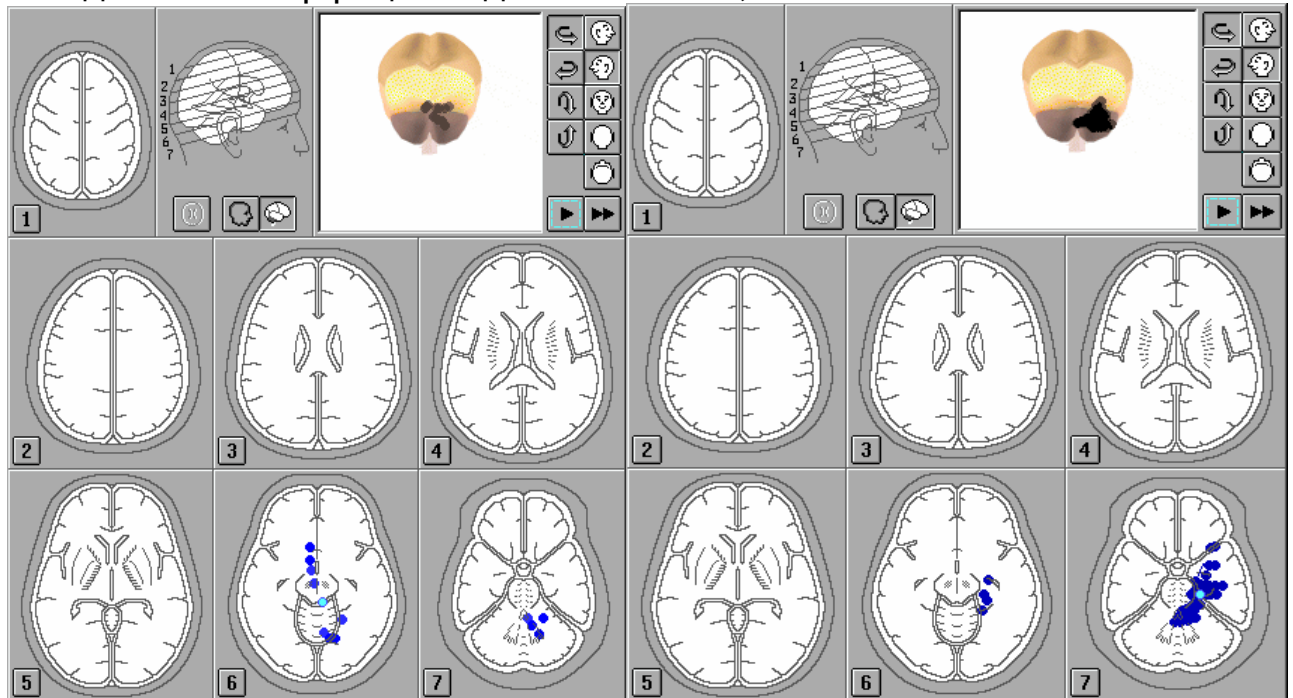
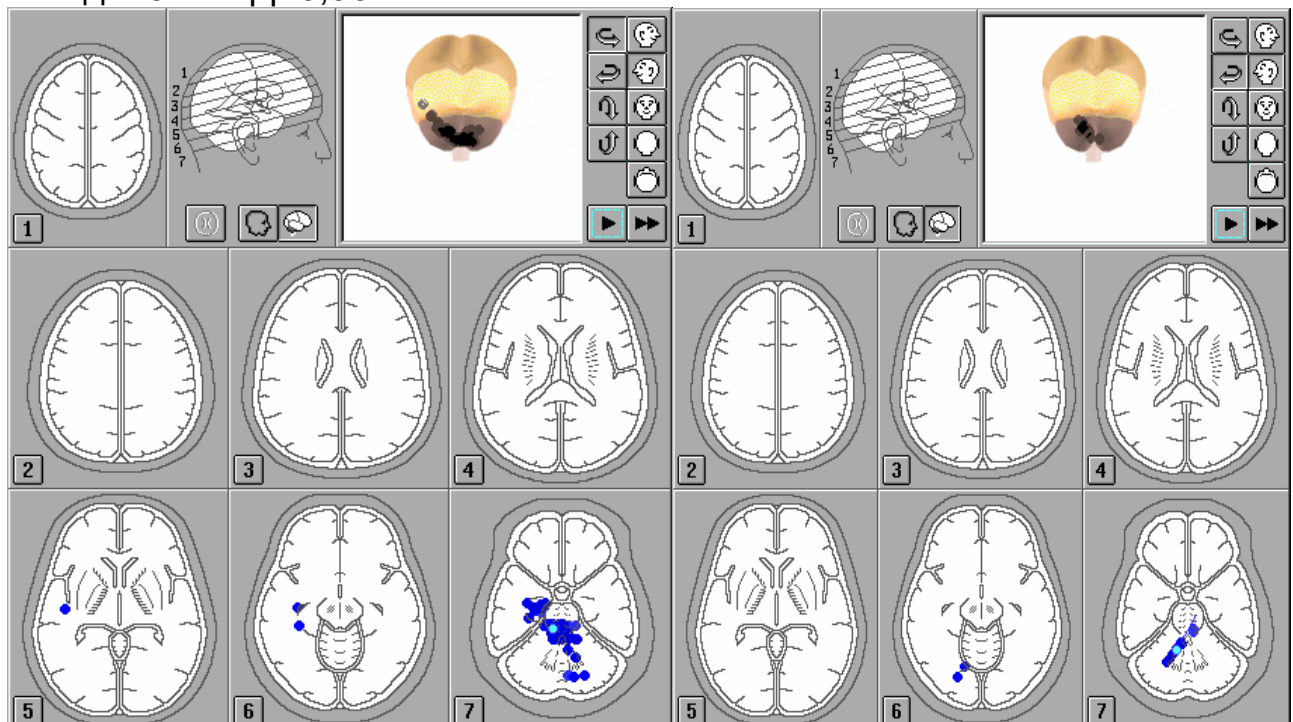


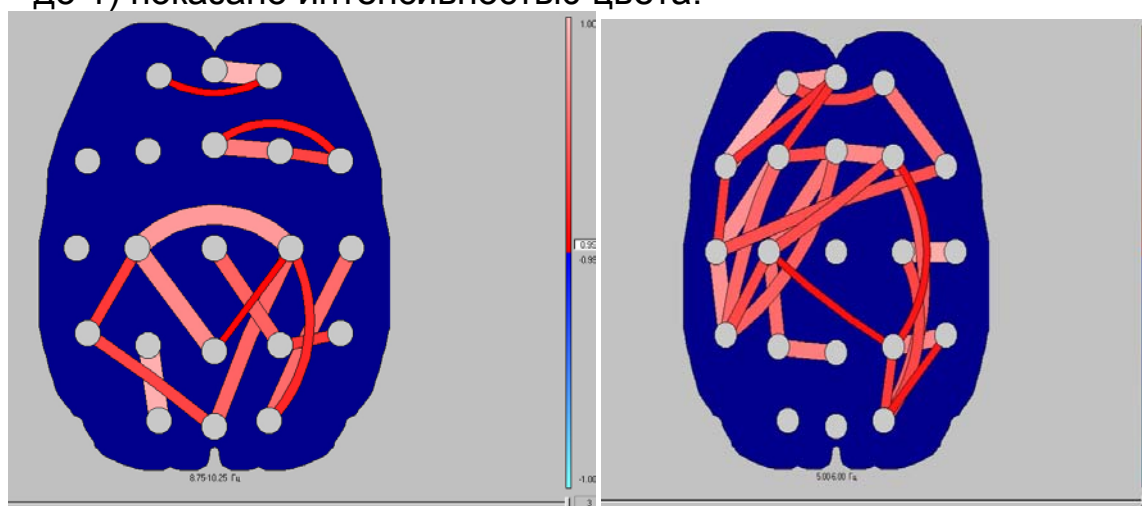
Рисунок 5. Результаты дипольной локализации источников активности частоты 5-6Гц у испытуемого К. на отрицательные стимулы: слева – раны, справа – гады. Модель: 1 подвижный диполь. КД=0,90.



Корреляционный анализ ЭЭГ

После фильтрации ЭЭГ в диапазонах 5-6 и 8,75-10,25 Гц в программе EEGDigitalSystem мы провели корреляционный анализ 21 отведения для двух испытуемых. Рассматриваемые диапазоны были выбрана исходя из данных спектрального анализа, так как оказались у испытуемых наиболее чувствительными к эмоциогенной стимуляции.

Рисунок 6. Кросс-корреляции отведений испытуемой Б. (женщина, 20 лет). Фоновая запись с открытыми глазами, 10 сек. Диапазоны 5-6 Гц (слева) и 8,75-10,25 Гц (справа). Указаны корреляции более 0,99. Значение корреляции (в пределах от -1 до 1) показано интенсивностью цвета.



На рисунке 7 представлен результат корреляционного анализа записей ЭЭГ при сильных положительных и отрицательных стимулах у испытуемой Б. (женщина, 20 лет). При отрицательной стимуляции ЭЭГ оказывается более согласованной слева, а при положительной – справа. Такая же закономерность наблюдается для слабой эмоциогенной стимуляции (рис. 8).

Рисунок 7. Кросс-корреляции отведений испытуемой Б.. Сильная положительная (справа) и сильная отрицательная (слева) стимуляции. Для диапазона 8,75-10,25 Гц. Указаны корреляции более 0,99. Значение корреляции (-1 – 1) показано интенсивностью цвета.

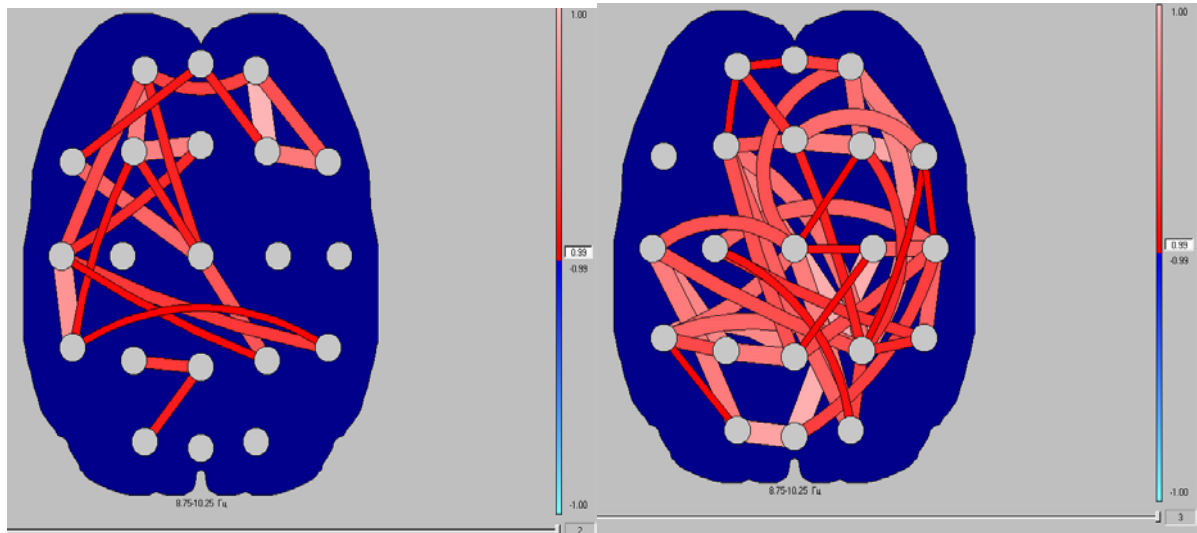
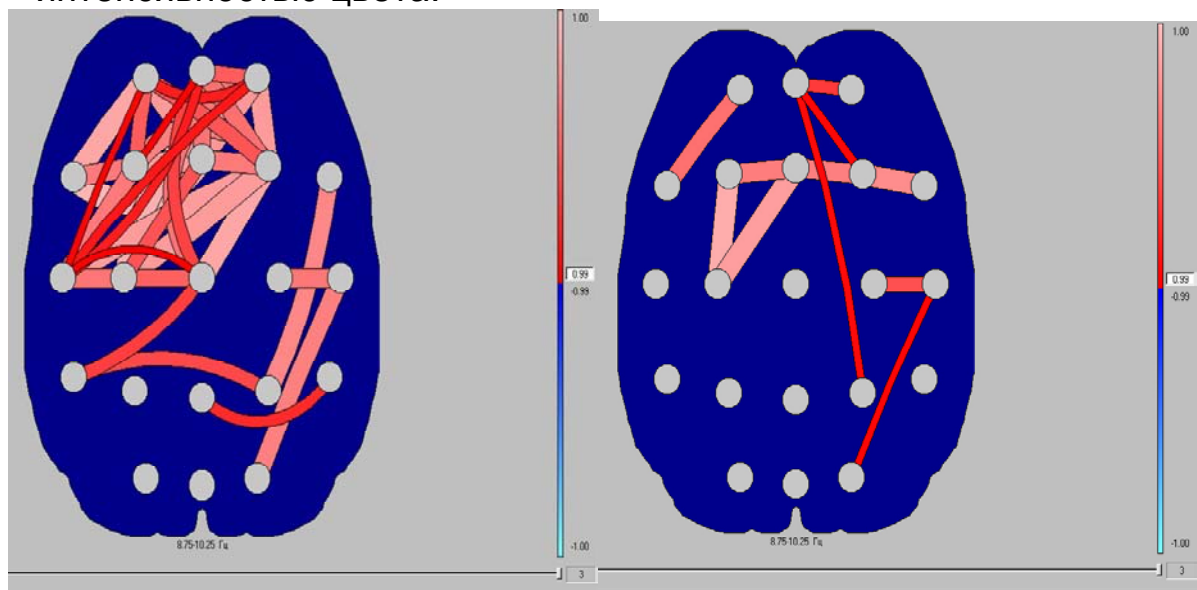


Рисунок 8. Кросс-корреляции ЭЭГ испытуемой Б.. Слабая положительная (справа) и слабая отрицательная (слева) стимуляции. Для диапазона 8,75-10,25 Гц. Указаны корреляции более 0,99. Значение корреляции (-1 – 1) показано интенсивностью цвета.



Сравнивая слабые и сильные эмоциональные ответы (рис. 7 и 8), можно отметить, что при сильной и отрицательной стимуляции обнаруживается больше значимых кросс-корреляций.

Похожие закономерности действуют и в области 6-5 Гц, а также у испытуемого К. (мужчина, 20 лет), что отражено в приложениях 18-20.

4.4. Обсуждение результатов

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 посчитали, что эмоциональные слайды не вызывали у испытуемых аффективной реакции и различия при восприятии эмоциональных слайдов отражают различия в силе 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. Поэтому, противоречивость полученных нами данных может быть результатом некорректно подобранной стимуляции.

Результаты психофизиологической серии не подтвердили данные, приводимые Davidson R.J. и др., о межполушарной асимметрии в мощности спектра тета-диапазона в лобных отведениях при положительном или отрицательном эмоциональном реагировании. Тем не менее, нами были построены дипольные модели (рис. 4-5), на которых видна асимметрия источников ЭЭГ. Отрицательные эмоции оказываются более связаны с левым полушарием. Кроме того, правая часть мозга у женской выборки оказалась более реактивной в альфа-ритмике и более чувствительной – в бета, что согласуется с данными Е.Д. Хомской и Н.Я. Башевой [17], касающиеся функциональной специализации полушарий. Данной тенденции у мужчин не наблюдалось. Что так же подтверждает идею асимметрии функций головного мозга и «эмоциональную» функцию правого полушария [17].

В пользу функциональной асимметрии мозга в отношении знака эмоциональной реакции говорят результаты корреляционного анализа ЭЭГ. Нами было выделено, что при отрицательной стимуляции большее количество кросс-корреляций отведений ЭЭГ оказывается в левом полушарии, а при положительной – в правом. Кроме того, при сильном эмоциональном реагировании ЭЭГ оказывается более согласованной, что совпадает с данными, приводимыми М.Н.Русаловой и Hinrichs H., Machleidt W. [14,23].

Примечательно, что полученные данные о латерализации эмоций разного знака, противоречат данным приведённым в наших источниках [17, 14].

Отсутствие асимметрии в спектральных характеристиках ЭЭГ может объясняться сильной вариативностью потенциалов мозга на различных отведениях, в которых теряются межполушарные различия. Возможно, при отдельном усреднении спектра для правых и левых отведений, межполушарные различия в связи со знаком эмоций были бы более выражены.

В нашем исследовании также выявлено, что 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, а при отрицательно-эмоциональных - 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 [11], [14]. Похожие результаты

приводятся в работах зарубежных учёных, например, Ahern G.L., Shwartz G.E. и Collet L., Duclaux R. [19],[20]. Изменения этих показателей при возникновении эмоций выявлены в разных частотных диапазонах, но чаще всего в альфа-диапазоне. Как показано в работах Ahern G.L., Shwartz G.E.; Davidson R.J. и др. и Hinrich H., Macheleidt W. [19], [22], [23], это ослабление мощности альфа-ритма, что и было подтверждено в нашем эксперименте. Так, в случае положительно-эмоциональных слайдов выявлено снижение относительной мощности ЭЭГ в диапазоне 8-12 Гц по сравнению с предъявлением отрицательно-эмоциональных слайдов.

В проведенном эксперименте наибольшее изменение альфа-ритма выявлены в отведениях правого полушария при предъявлении положительно-эмоциональных слайдов. Похожие результаты, в которых предпочтение отдается правому полушарию в организации положительных эмоций приводятся в работе Ильюченков И.Р. [5]. Хотя это противоречит данным Симонова П.В., Русаловой М.Н. и др. [16].

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.

Резюмируя результаты проведенного исследования можно отметить, что в целом, динамические изменения корковой активности при восприятии эмоциональных изображений довольно сложна и неоднозначна. 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. Несмотря на то, что мы не обладаем достаточным объёмом данных для проведения статистического анализа и установления достоверности выделенных в нашем исследовании различий, можно сделать следующие выводы.

4.5. 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 мощностных показателей ЭЭГ вполне соответствует выделенным субъективным различиям в эмоциональном впечатлении от слайдов и отражает эмоциональное состояние человека, вызванное различными типами визуальной стимуляции.
3. Гипотеза об асимметрии эмоционального ответа в тета-диапазоне в лобных долях не подтвердилась. Тем не менее, были построены дипольные модели локализации источников ЭЭГ в области 5-6 Гц для одного испытуемого и проведён корреляционный анализ в области 5-6 и 8,75-10,25 Гц для двух испытуемых. Эти данные свидетельствуют в пользу существования асимметрии в реакции на эмоциогенную стимуляцию. Левое полушарие оказывается в большей степени вовлечено в отрицательные ответы, а правое – в положительные.
4. 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. К сожалению, выделенные нами компоненты оказываются неустойчивыми в отношении пола испытуемых.

5. В отдельных частотных полосах (бета-ритм) наблюдается выраженная тенденция в динамике ЭЭГ активности, отражающая субъективное ощущение силы эмоционального возбуждения. Правда, интенсивность эмоциональной реакции слабо отражается в субъективных оценках испытуемых.

5. Заключение

Основной целью настоящей работы было изучение и поиск энцефалографических показателей в ответ на стимуляцию визуальными изображениями различной эмоциональной окраски.

В процессе работы нами были решены следующие задачи:

- Проведен литературный обзор научных публикаций и анализ имеющихся данных в области эмоциональных состояний и реакций, его мозговых и нейрогуморальных механизмов, полученных в России и за рубежом.
- Обобщены результаты, полученные в экспериментальных исследованиях, что позволяет получить наиболее полное представление о механизмах и протекании эмоциональной реакции.
- Спланирован психофизический эксперимент с целью стандартизации и классификации стимуляции адекватно задачам.
- Спланированы и проведены экспериментальные исследования с регистрацией психофизиологических показателей.
- Проведена обработка полученных в результате экспериментов данных, для чего выбраны наиболее адекватные поставленным задачам методы и способы.
- Определена возможная локализация генерации эмоциональной реакции на положительные и отрицательные стимулы.

Настоящая работа является попыткой построения комплексного психологического и физиологического исследования такой важной психологической темы, как эмоции. В целом, выбранный подход, состоящий в сочетании и соотнесении субъективных и объективных показателей эмоционального реагирования на зрительную стимуляцию, кажется нам весьма эффективным в научных целях и полезным в практических, в частности, для создания методики экспресс-диагностики эмоциональной реакции на зрительную стимуляцию. Результаты исследования могут найти практическое применение при диагностике стрессовой напряженности, "детекции лжи", диагностике и психокоррекции эмоциональных расстройств, объективной оценки рекламной продукции и т.д.

От создания практической методики нас отделяет прежде всего недостаточность данных. Но, принимая во внимание значимость проблемы, планируется продолжить исследований в данной области.

Список используемой и цитируемой литературы

1. Аракелов Г. Г., Шотт Е. К. КГР при эмоциональных, ориентировочных и двигательных реакциях. Психологический журнал. N 4. 1998.
2. Бодунов М.В. Типы динамики пространственной синхронизации ЭЭГ и умственное напряжение / Мозг и психическая деятельность. Под ред. В. Б. Швыркова и др. М.:Наука, 1984.
3. Данилова Н.Н., Крылова А.Л. Физиология высшей нервной деятельности. М.: МГУ 1989.
4. Данилова Н.Н. Психофизиология. М.: «Аспект-пресс» 1998.
5. Ильюченко И.Р. Различия частотных характеристиках ЭЭГ при восприятии положительно-эмоциональных, отрицательно-эмоциональных и нейтральных слов//Журнал ВНД. 1996. Т.46. №3.
6. Коган В. Н. Электрические проявления деятельности коры головного мозга / Частная физиология нервной системы. Под ред. П. Г. Костюка и др. Л.: Наука, 1983.
7. Костандов Э.А., Арзуманов Ю.Л. Межполушарные функциональные отношения при отрицательных эмоциях у человека// Журнал ВНД. 1985. Т.30. № 2. С. 327.
8. Костюнина Н. Б. , Куликов В. Г. Частотные характеристики спектров ЭЭГ при эмоциях. Ж-л ВНД. Вып.3. 1995.
9. Марютина Т.М. Ермолаев О.Ю. Учебное пособие. Введение в психфизиологию. М.: Московский психолого-социальный институт 1997.

10. 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. ВНД Вып.5 1996.
11. Потулова Л.А. Корниевский А.В. Влияние эмоционального напряжения на пространственно-временную организацию предстимульных потенциалов неокортекса человека-оператора при опознании значимого светового стимула// Журнал ВНД. 1986. Т.36. № 5. С. 840.
12. Психология эмоций. Тексты. М., 1984. С. 152-185
13. Русалова М.Н. К вопросу о межполушарной организации эмоций// Физиология человека. 1987. Т. 13. № 6. С. 940.
14. Русалова М.Н. Отражение эмоционального напряжения в пространственной синхронизации биопотенциалов головного мозга человека// Журнал ВНД. 1990. Т. 40. № 2. С. 254.
15. Симонов П.В. Эмоциональный мозг. М.: Наука, 1981.
16. Симонов П.В., Русалова М.Н., Преображенская Л.А., Ванециан Г.л. Фактор новизны и асимметрия деятельности мозга// Журнал ВНД. 1995. Т.45. №1. С. 13.
17. Хомская Е.Д. Башова Н.Я. Мозг и эмоции. М.: 1992.
18. 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. ВНД Вып.3 1996.
19. Ahern G.L., Schwarts G.E. Differentia lateralisation for positive and negative emotion in a human brain:EEG spectral

analysis//Neurophysiol. 1985. V. 17. No. 6.

20. Collet L., Duclaux R. Hemispheric Lateralization of emotions: Absence of electrophysiological arguments// *Physiol. Snd Behav.* 1987. V. 40. 2.
21. Cuthbert B., Bradley M., Lang P. Probing picture perception: activation and emotion. *Psychophysiology*. Vol. 33. 1996.
22. 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//*Psychophysiol.* 1986. V. 22. No.3.
23. Hinrichs H., Machleidt W. Basic emotions reflected in EEG-coherences//*Int. J. Psychophysiol.* 1992. V. 13.
24. Hugdahl K. Hemispheric asymmetry and bilateral electrodermal recordings: A review of the evidence. *Psychophysiology*, 21. 1984.

Приложение

1. Пример данных, полученных в результате психофизической серии.

А. Усреднённая матрица сравнений испытуемого К. (мужчина, 20 лет). Каждая пара предъявлялась пять раз. Округление до целых.

Стимульные картинки: Grey – серый экран, er – эротические картинки, rani – раны, gad – змеи и насекомые, eda – пища, nat – природа - в матрице обозначены номерами (N).

Б. Прямая оценка испытуемым К. эмоционального впечатления от стимульных картинок. в шкале от 1 до 5.

А.																		Б.	Прямые оценки по шкале 1-5	Номер стимула	Содержание стимула
	N	0	4	6	7	10	11	12	16	17	18	22	23	24	28	29	30				
grey	0	0	8	7	7	8	7	7	6	5	5	6	5	5	4	5	4	3	0	grey	
er1	4	7	0	0	1	9	9	9	9	9	9	7	6	7	7	6	5	5	4	er1	
er2	6	7	1	0	0	9	9	9	9	9	9	7	7	6	7	7	7	5	5	er2	
er3	7	8	0	1	0	9	9	9	9	9	9	7	7	7	6	6	6	5	6	er3	
rani1	10	6	9	9	9	0	1	1	3	4	3	9	9	9	9	9	9	1	10	rani1	
rani2	11	8	9	9	9	1	0	1	3	3	3	8	8	9	9	9	9	5	11	rani2	
rani3	12	7	9	9	9	1	1	0	4	3	3	9	9	9	9	9	9	1	12	rani3	
gad1	16	5	9	9	9	4	4	4	0	1	1	9	8	9	6	8	5	2	16	gad1	
gad2	17	7	9	9	9	3	3	4	1	0	1	9	9	9	8	7	8	4	17	gad2	
gad3	18	5	9	9	9	3	4	4	1	2	0	8	9	8	7	6	6	2	18	gad3	
eda1	22	5	6	6	6	9	9	9	8	9	8	0	1	1	6	6	7	4	22	eda1	
eda2	23	5	7	7	7	9	8	9	9	9	8	1	0	1	6	6	5	4	23	eda2	
eda3	24	6	7	7	7	9	8	9	8	9	8	1	1	0	6	6	6	3	24	eda3	
nat1	28	6	6	7	6	9	9	9	7	8	6	6	6	6	0	1	0	5	28	nat1	
nat2	29	4	7	6	6	9	9	9	7	8	7	6	6	5	1	0	1	5	29	nat2	
nat3	30	5	7	6	6	9	9	8	8	8	7	6	6	6	0	1	0	5	30	nat3	

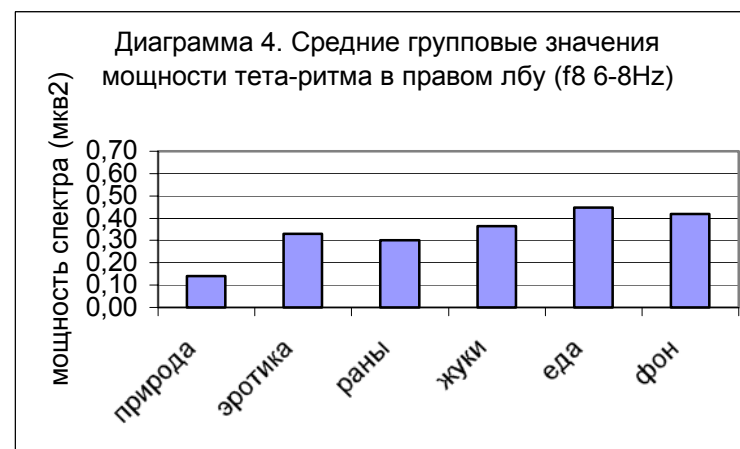
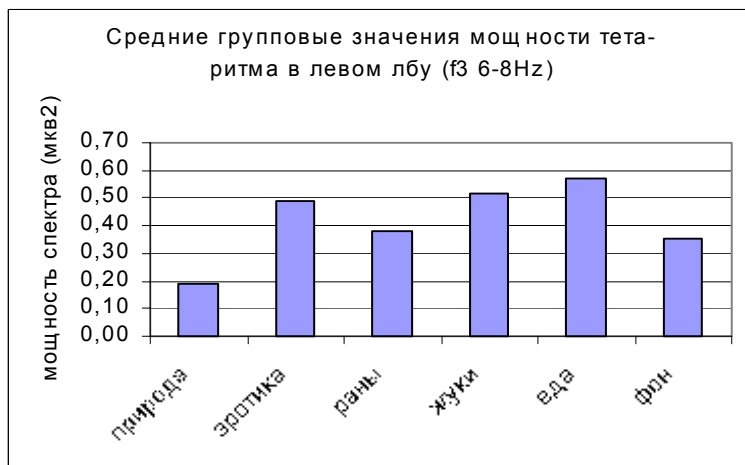
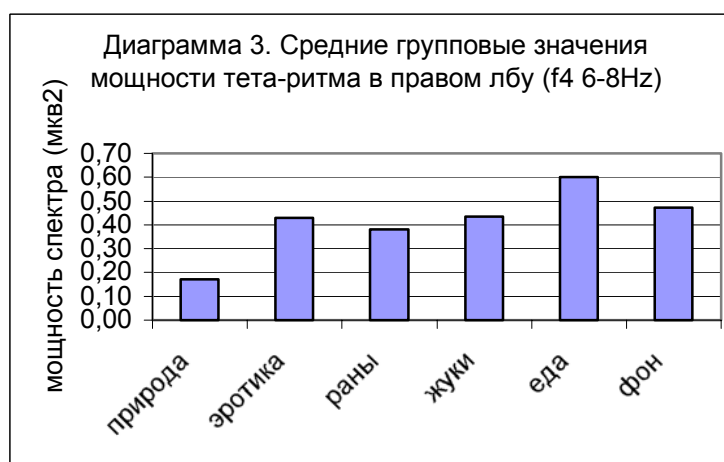
2. Среднее прямых оценок эмоциональной силы стимулов по шкале от 1 до 5. Мужская выборка.
 Grey – серый экран, er – эротические картинки, rani – раны, gad – змеи и насекомые, eda – пища, nat – природа.

	стимулы	среднее оценок	среднее по группам стимулов	дисперсия
"нейтральный"	grey	3	3,00	0,00
"эротика"	er1	5	4,83	0,00
	er2	5		0,00
	er3	4,5		0,00
"раны"	rani1	1	2,33	0,71
	rani2	4,5		0,00
	rani3	1,5		0,71
"жуки"	gad1	1,5	2,17	0,71
	gad2	3		0,71
	gad3	2		1,41
"еда"	eda1	4	3,33	0,00
	eda2	3,5		0,00
	eda3	2,5		0,71
"природа"	nat1	4,5	4,17	0,71
	nat2	4		0,71
	nat3	4		1,41

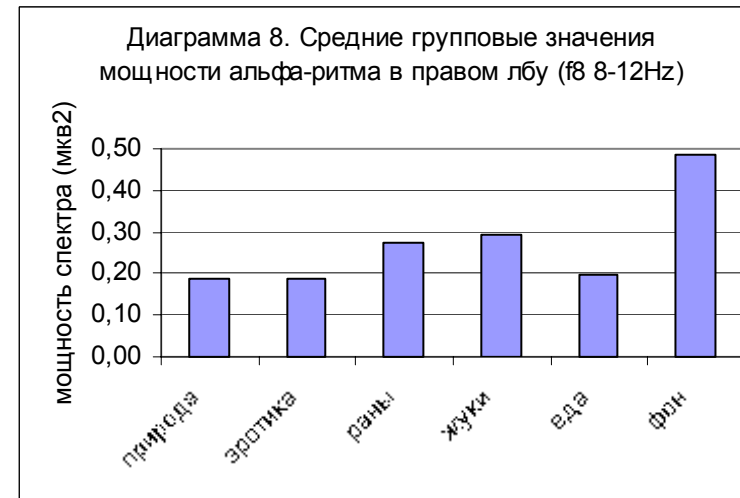
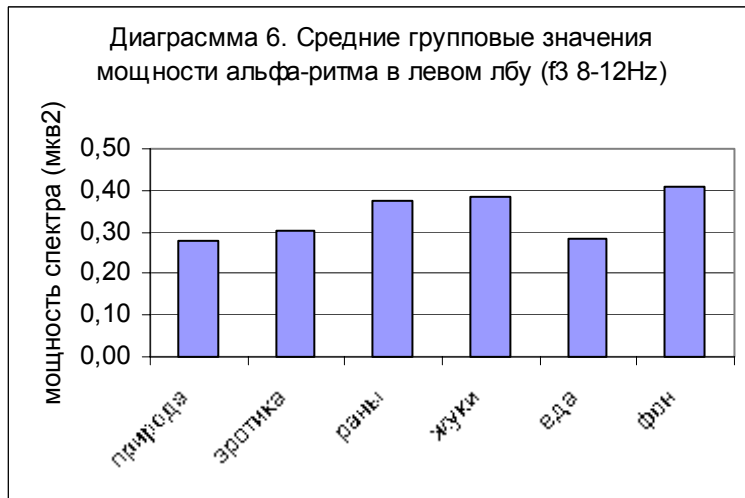
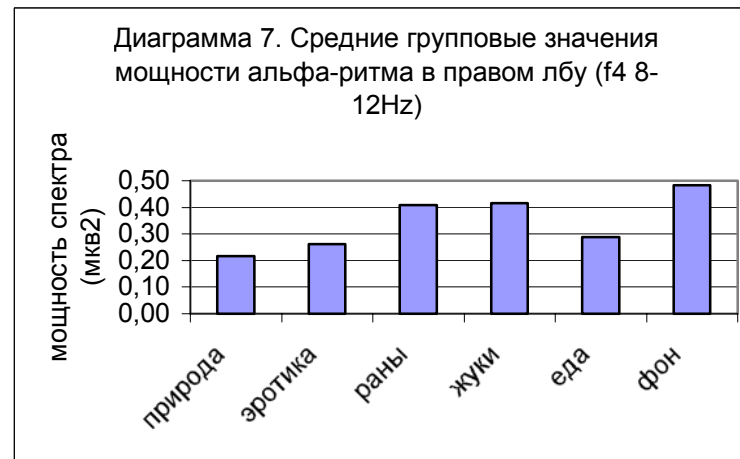
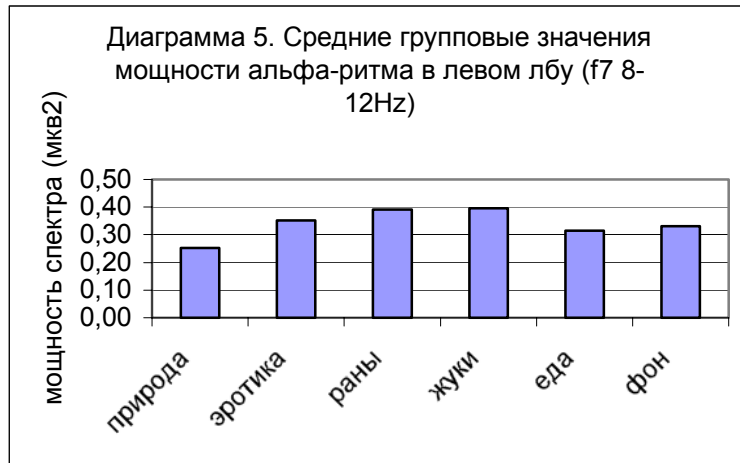
3. Спектр мощности для испытуемого К. Слайд nat2. 21 отведение. Шаг 1 Гц. Сглаживание – окно Хеннинга.

частота, Hz	fp1	fpz	fp2	f7	f3	fz	f4	f8	t3	c3	cz	c4	t4	t5	p3	pz	p4	t6	o1	0z	o2
2	0,07	0,095	0,075	0,035	0,045	0,035	0,045	0,055	0,045	0,045	0,06	0,065	0,045	0,035	0,025	0,045	0,035	0,035	0,035	0,035	0,02
4	0,135	0,185	0,11	0,105	0,125	0,105	0,105	0,09	0,09	0,095	0,15	0,12	0,085	0,075	0,09	0,095	0,075	0,05	0,095	0,065	0,04
6	0,245	0,415	0,22	0,17	0,2	0,25	0,155	0,125	0,17	0,13	0,27	0,205	0,1	0,2	0,255	0,16	0,14	0,03	0,275	0,105	0,085
8	0,245	0,145	0,09	0,23	0,205	0,24	0,205	0,155	0,13	0,255	0,205	0,355	0,3	0,15	0,16	0,39	0,32	0,3	0,195	0,305	0,325
10	0,205	0,425	0,25	0,195	0,225	0,395	0,275	0,135	0,18	0,325	0,38	0,4	0,42	0,175	0,18	0,405	0,395	0,34	0,16	0,24	0,34
12	0,13	0,215	0,11	0,295	0,285	0,265	0,22	0,195	0,395	0,555	0,49	0,455	0,41	0,285	0,32	0,375	0,295	0,305	0,145	0,205	0,34
14	0,145	0,26	0,18	0,16	0,19	0,12	0,1	0,19	0,145	0,19	0,255	0,23	0,135	0,05	0,13	0,185	0,26	0,16	0,055	0,225	0,2
16	0,135	0,315	0,285	0,16	0,185	0,125	0,225	0,355	0,145	0,075	0,235	0,19	0,145	0,065	0,115	0,08	0,215	0,17	0,13	0,25	0,18
18	0,105	0,135	0,08	0,135	0,12	0,1	0,095	0,17	0,2	0,14	0,11	0,12	0,14	0,105	0,19	0,18	0,155	0,155	0,12	0,155	0,2
20	0,15	0,23	0,12	0,13	0,22	0,195	0,135	0,085	0,165	0,065	0,18	0,165	0,1	0,045	0,085	0,13	0,095	0,1	0,115	0,13	0,095
22	0,205	0,215	0,105	0,11	0,21	0,155	0,16	0,095	0,075	0,055	0,1	0,1	0,07	0,15	0,035	0,13	0,075	0,08	0,285	0,135	0,085
24	0,085	0,09	0,08	0,105	0,17	0,13	0,05	0,05	0,17	0,135	0,15	0,06	0,14	0,075	0,125	0,22	0,1	0,13	0,055	0,175	0,235
26	0,05	0,155	0,035	0,115	0,1	0,11	0,11	0,125	0,085	0,08	0,03	0,075	0,11	0,12	0,11	0,115	0,075	0,14	0,155	0,19	0,23
28	0,09	0,085	0,1	0,08	0,125	0,16	0,105	0,105	0,09	0,075	0,06	0,065	0,125	0,12	0,105	0,035	0,09	0,13	0,13	0,05	0,105
30	0,095	0,29	0,28	0,07	0,13	0,16	0,25	0,21	0,06	0,08	0,175	0,195	0,185	0,095	0,12	0,05	0,145	0,175	0,135	0,09	0,115

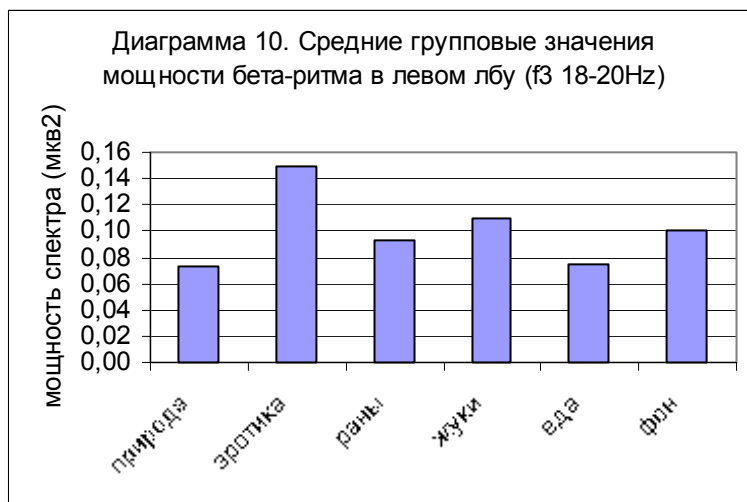
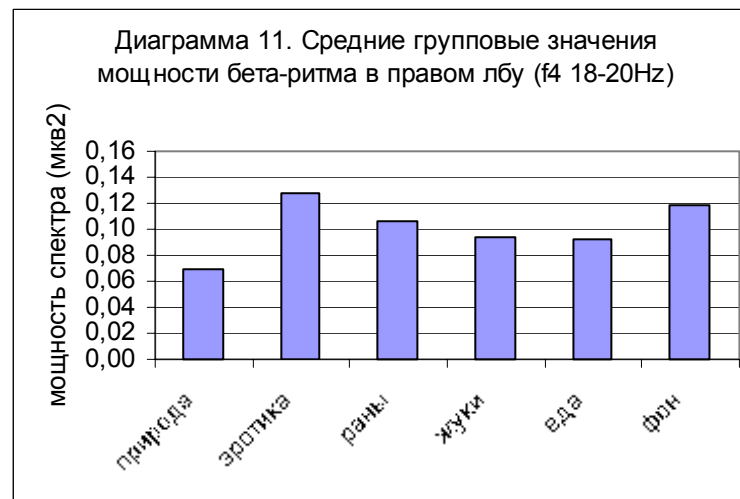
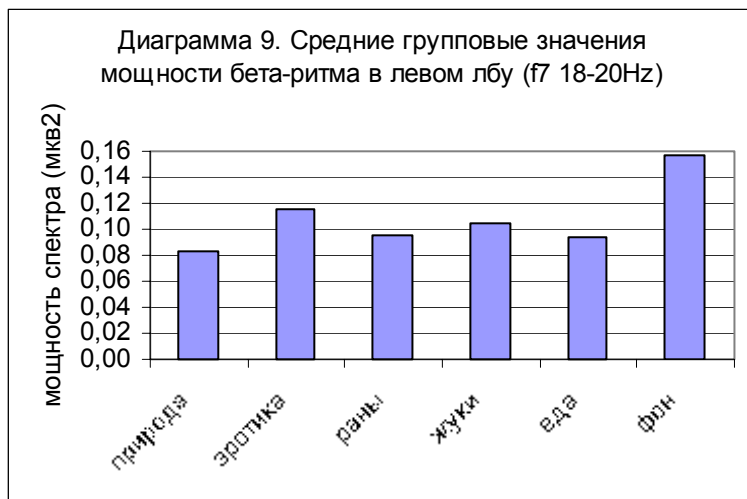
4. Тета-ритм в лобных долях (женская выборка).



5. Альфа-ритм в лобных долях (женская выборка).



6. Бета-ритм в лобных долях (женская выборка).



7. Тета-ритм в затылочных долях (женская выборка).

Диаграмма 13. Средние групповые значения мощности тета-ритма в левом затылке (o1 6-8Hz)

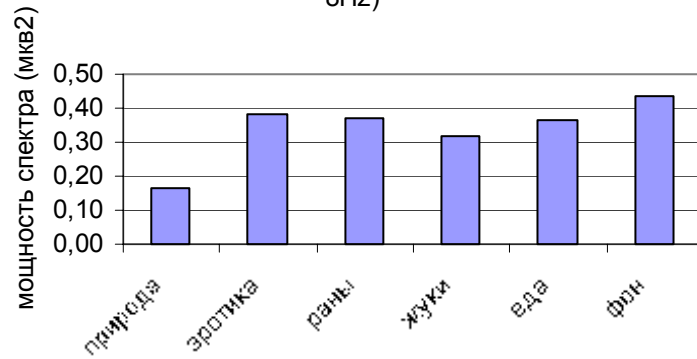


Диаграмма 15. Средние групповые значения мощности тета-ритма в правом затылке (p4 6-8Hz)

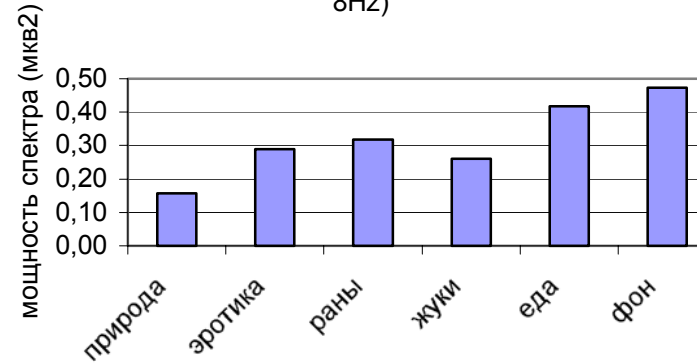


Диаграмма 14. Средние групповые значения мощности тета-ритма в левом затылке (p3 6-8Hz)

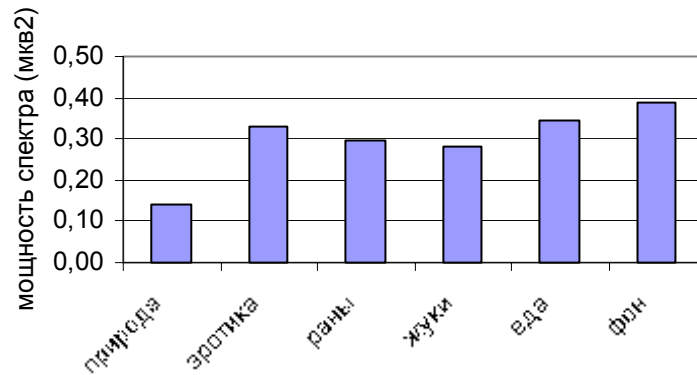
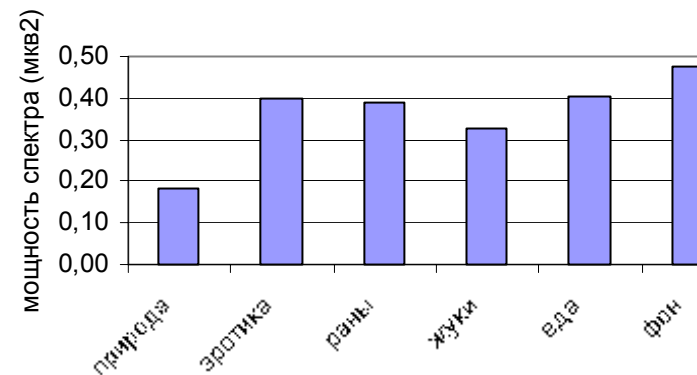
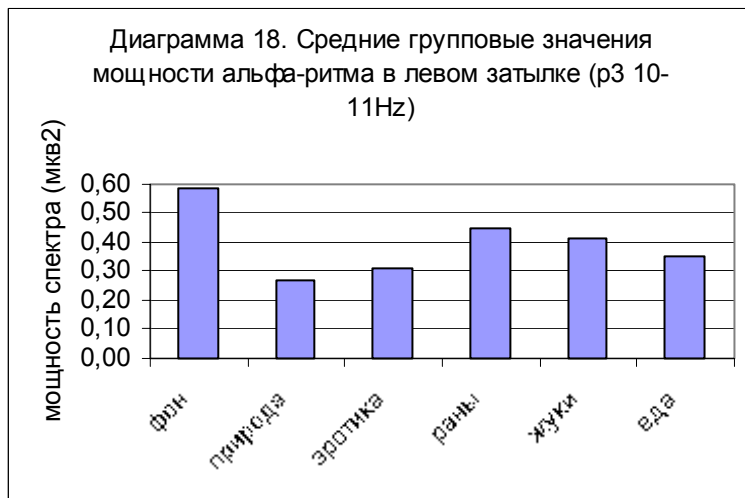
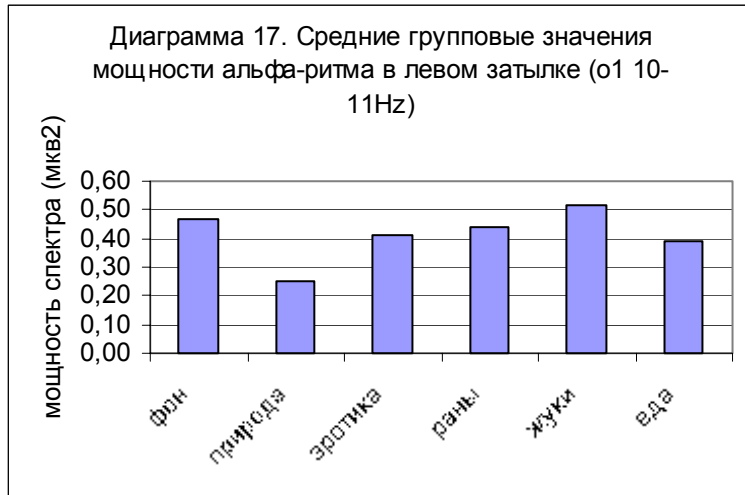


Диаграмма 16. Средние групповые значения мощности тета-ритма в правом затылке (o2 6-8Hz)



8. Альфа-ритм в затылочных долях (женская выборка).



9. Бета-ритм в затылочных долях (женская выборка).



10. Тета-ритм в лобных долях (мужская выборка).

Диаграмма 25. Средние групповые значения мощности спектра тета-ритма. f7 6-8 Hz

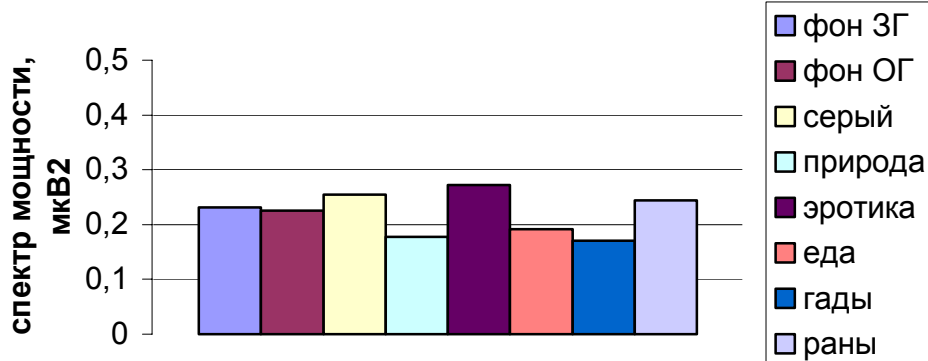


Диаграмма 28. Средние групповые значения тета-ритма. f8 6-8 Hz

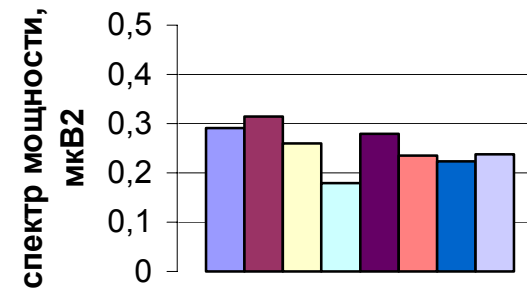


Диаграмма 26. Средние групповые значения тета-ритма. f3 6-8 Hz

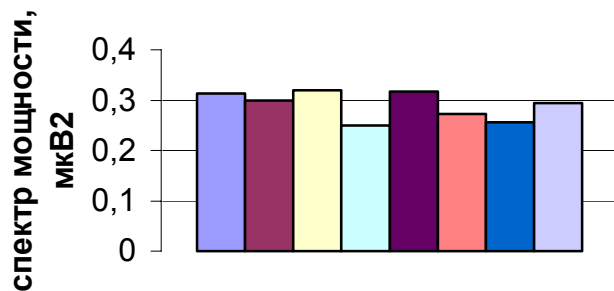
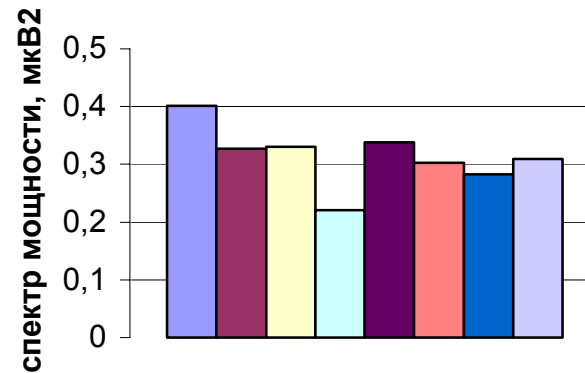
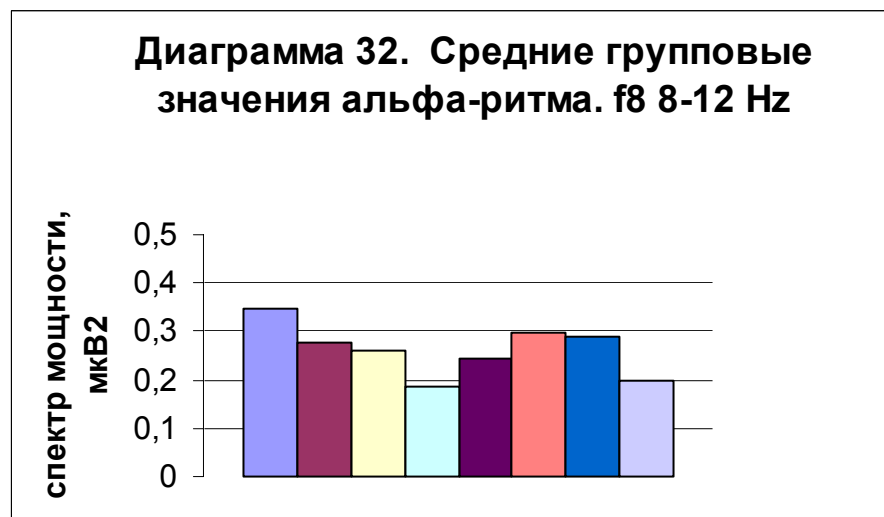
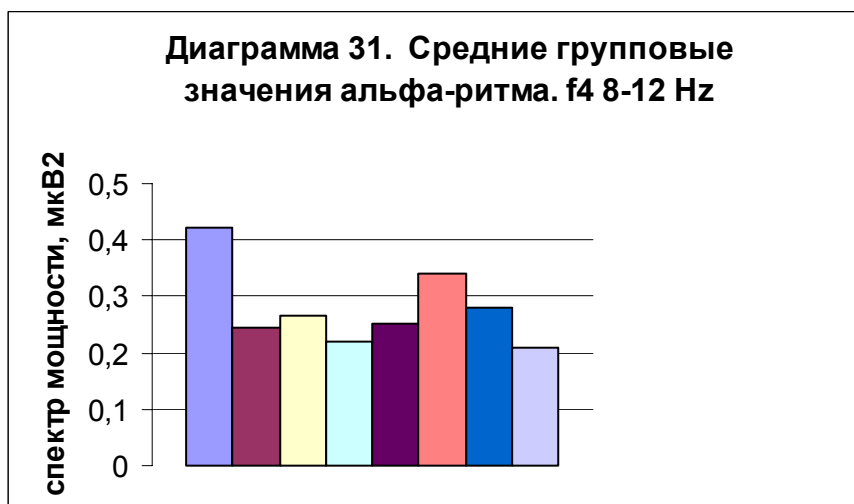
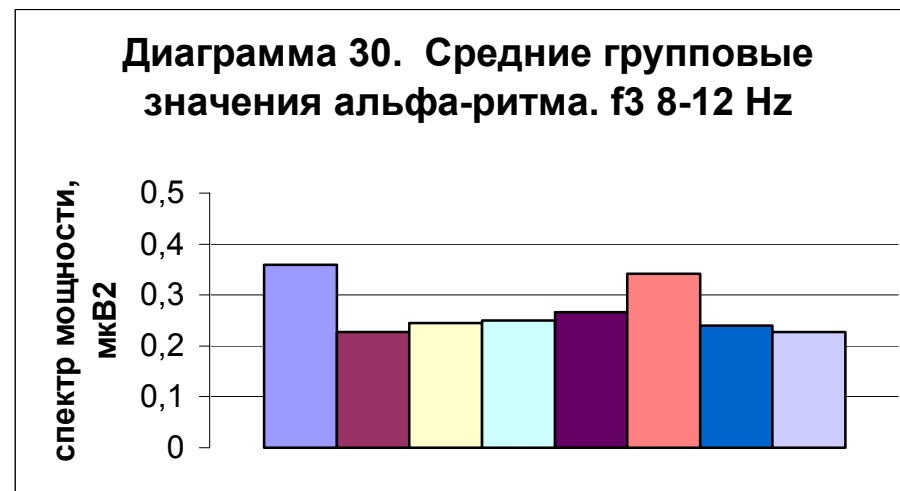
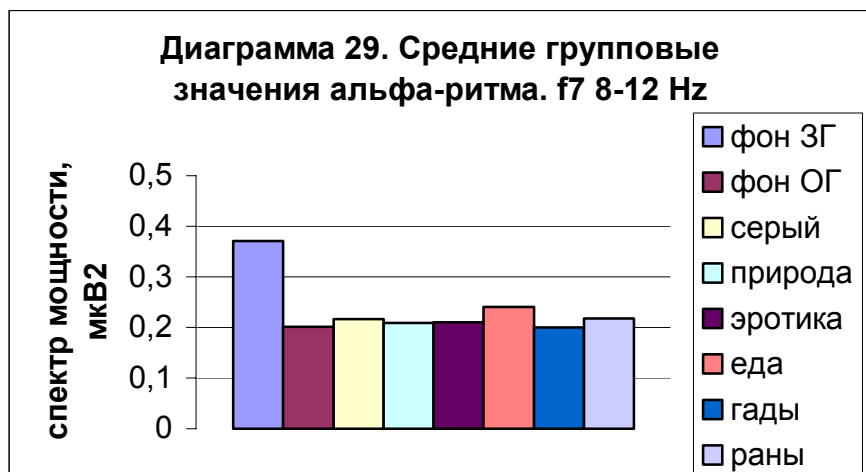


Диаграмма 27. Средние групповые значения тета-ритма. f4 6-8 Hz



11. Альфа-ритм в лобных долях (мужская выборка).



12. Бета-ритм в лобных долях (мужская выборка).

Диаграмма 33. Средние групповые значения бета-ритма. f7 18-20 Hz

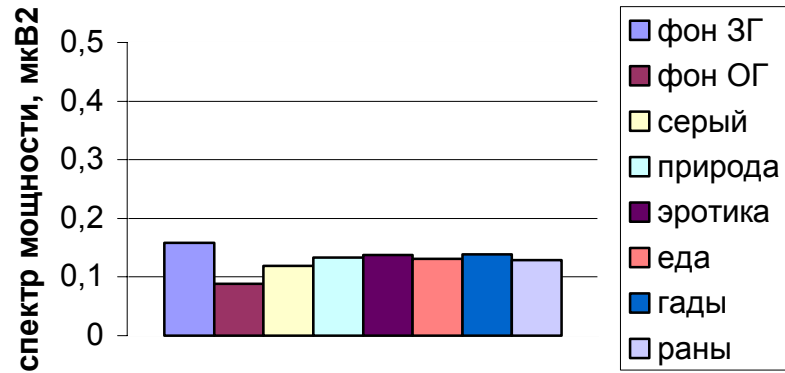


Диаграмма 34. Средние групповые значения бета-ритма. f3 18-20 Hz

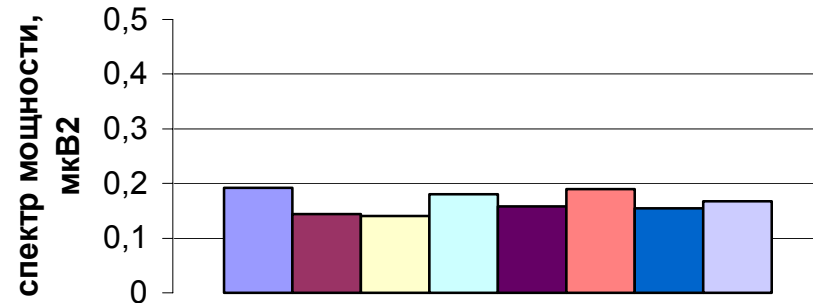


Диаграмма 35. Средние групповые значения бета-ритма. f4 18-20 Hz

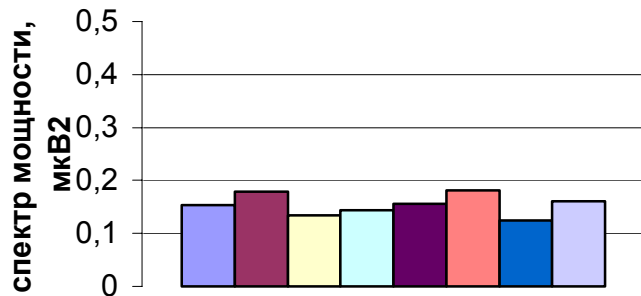
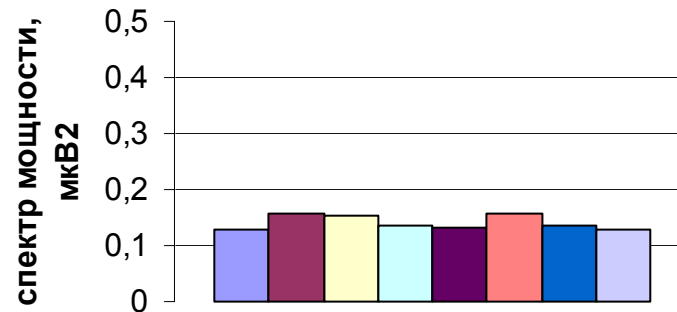
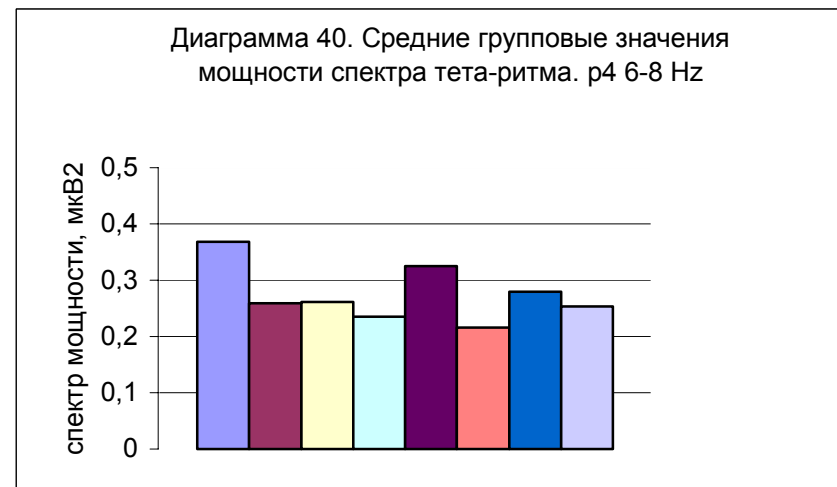
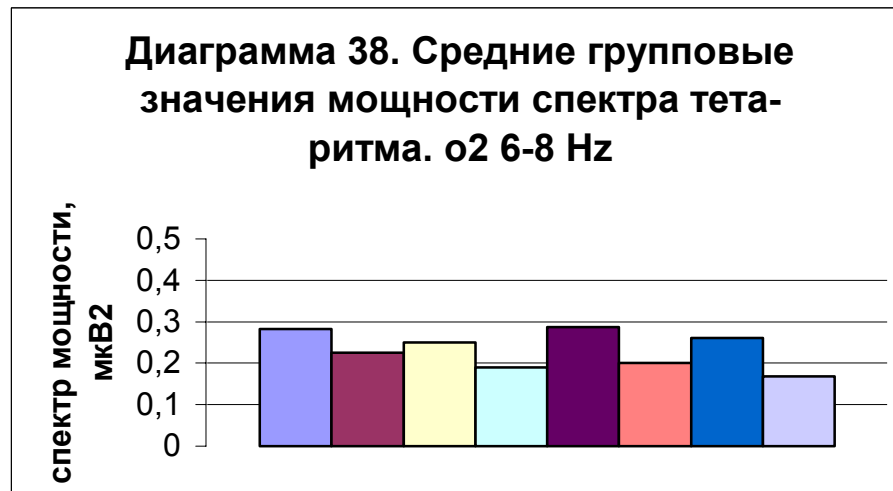
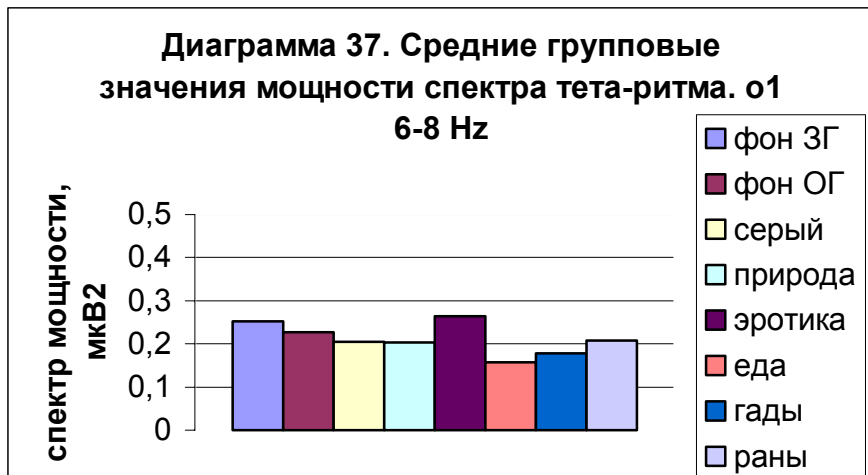


Диаграмма 36. Средние групповые значения бета-ритма. f8 18-20 Hz



13. Тета-ритм в затылочных и теменных долях (мужская выборка).



14. Альфа-ритм в затылочных и теменных долях (мужская выборка).

Диаграмма 41. Средние групповые значения альфа-ритма. о1 8-12 Hz

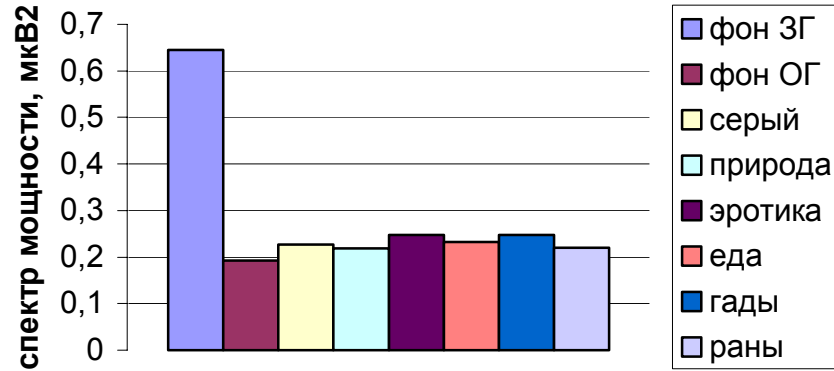


Диаграмма 42. Средние групповые значения альфа-ритма. о2 8-12 Hz

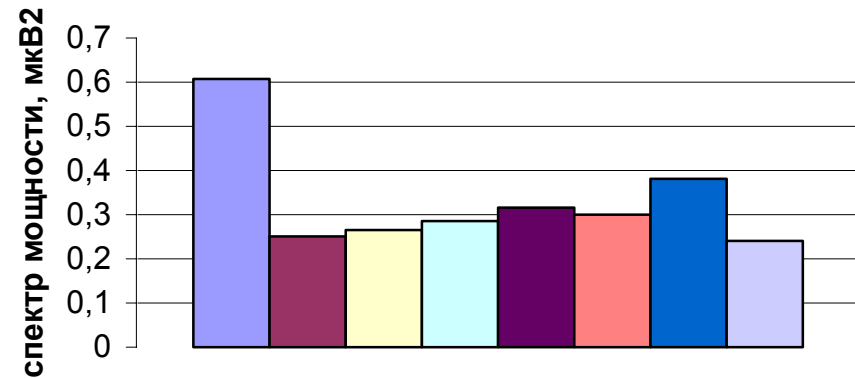


Диаграмма 43. Средние групповые значения альфа-ритма. р3 8-12 Hz

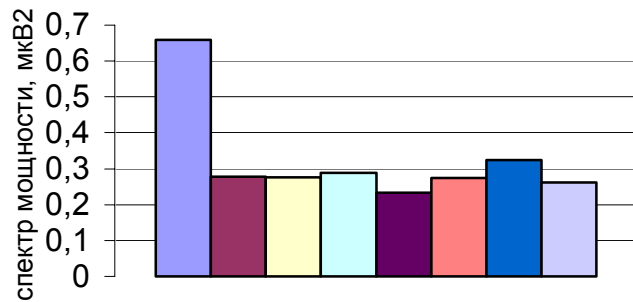
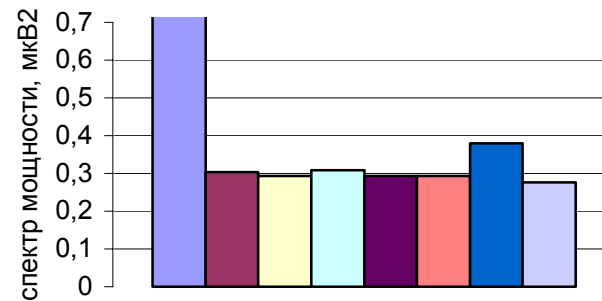


Диаграмма 44. Средние групповые значения альфа-ритма. р4 8-12 Hz



15. Бета-ритм в затылочных и теменных долях (мужская выборка).

Диаграмма 45. Средние групповые значения бета-ритма. о1 18-20 Hz

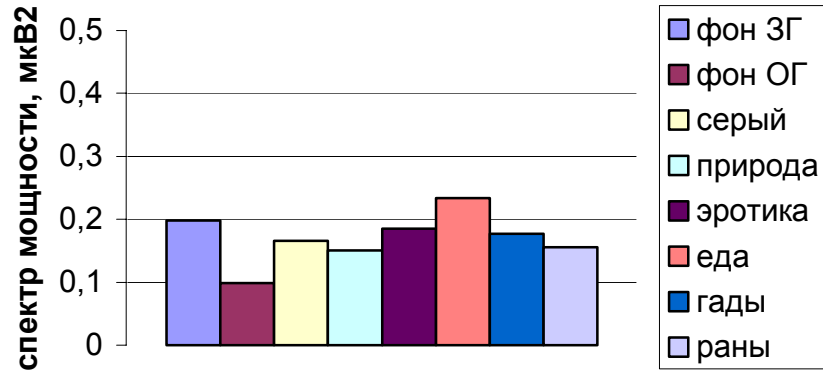


Диаграмма 46. Средние групповые значения бета-ритма. о2 18-20 Hz

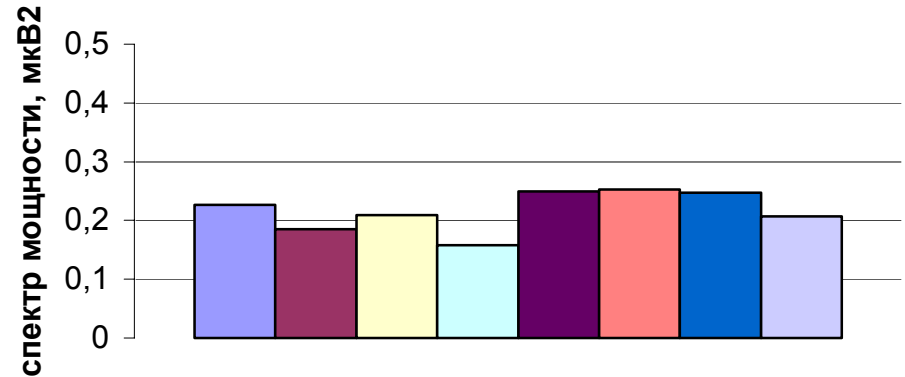


Диаграмма 47. Средние групповые значения бета-ритма. р3 18-20 Hz

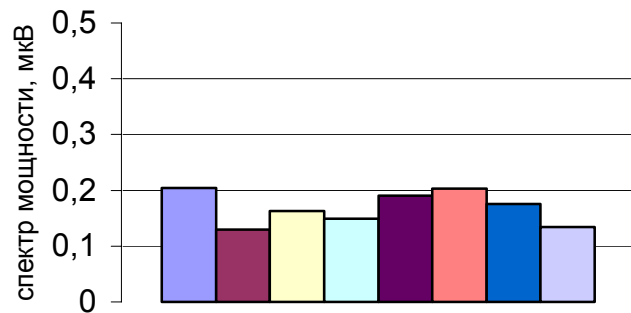
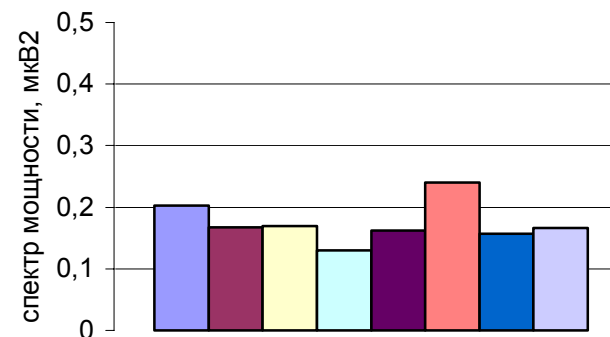
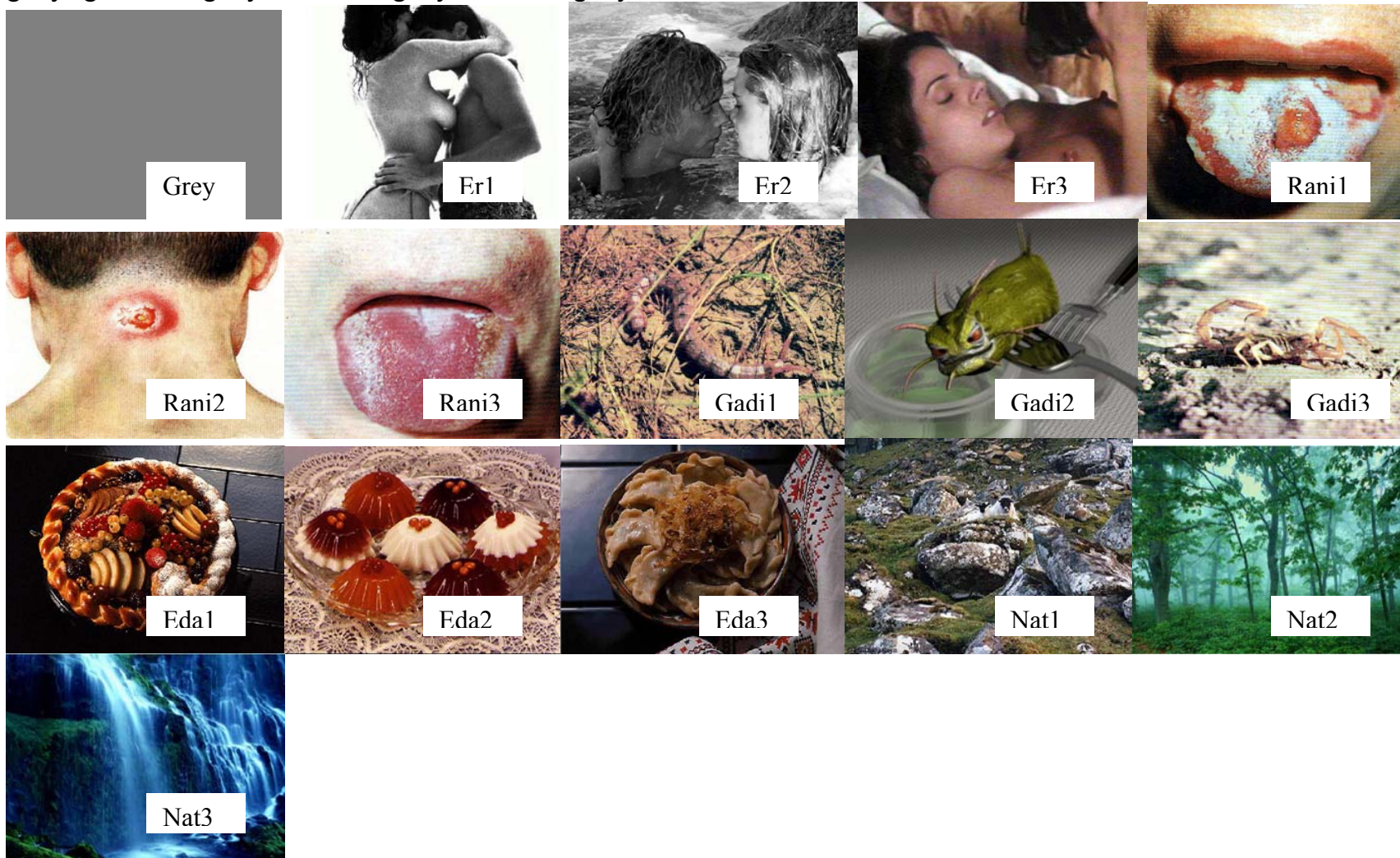


Диаграмма 48. Средние групповые значения бета-ритма. р4 18-20 Hz



16. Слайды эмоциогенного содержания. Набор стимулов для испытуемых женского пола. Последовательность стимулов в психофизиологической части была следующей: grey; er1-3; grey; rani1-3; grey; gadi1-3; grey; eda1-3; grey; nat1-3; grey.

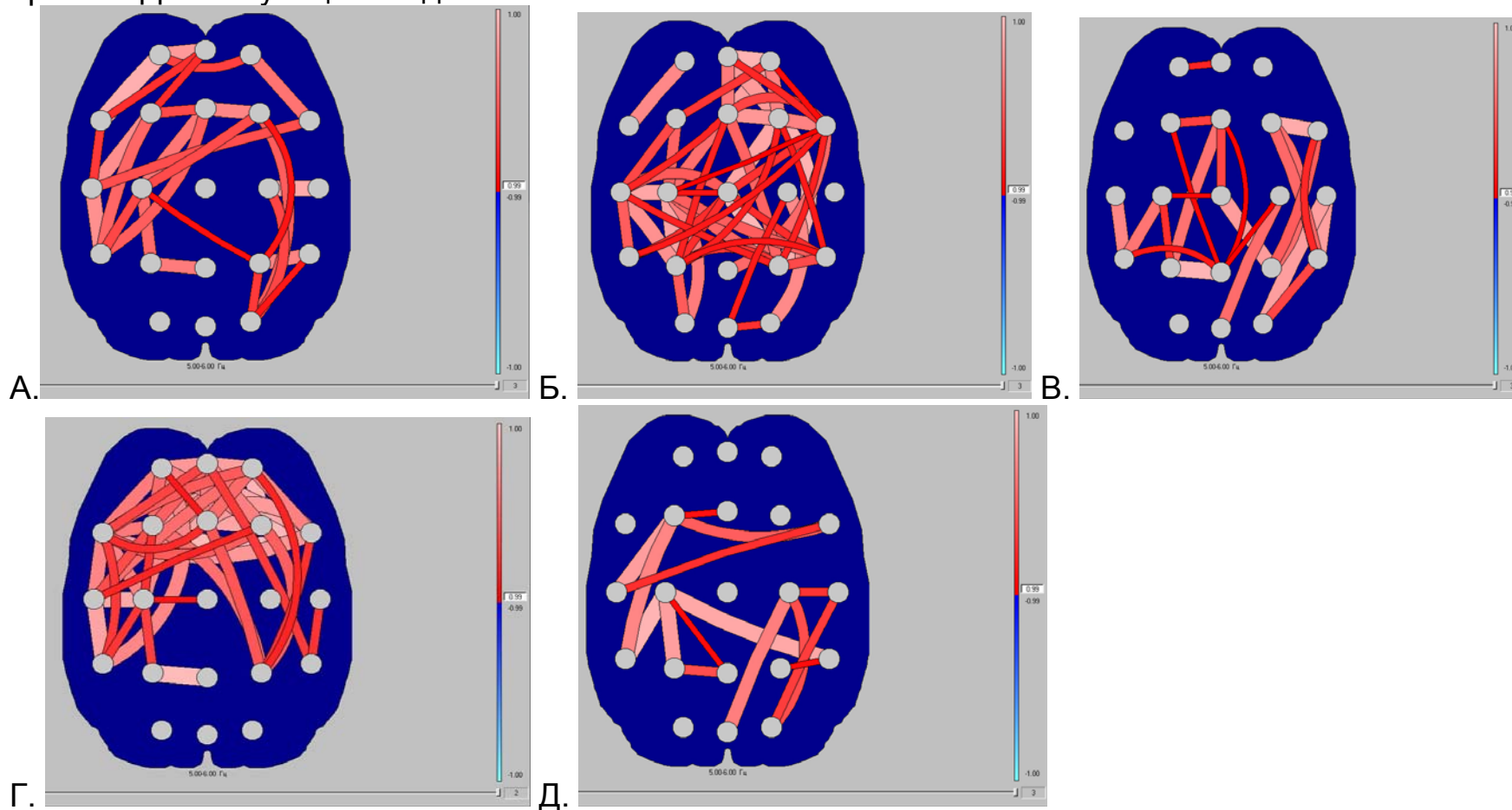


17. Слайды эмоциогенного содержания. Набор стимулов для испытуемых мужского пола. Последовательность стимулов в психофизиологической части была следующей: grey; er1-3; grey; rani1-3; grey; gadi1-3; grey; eda1-3; grey; nat1-3; grey.



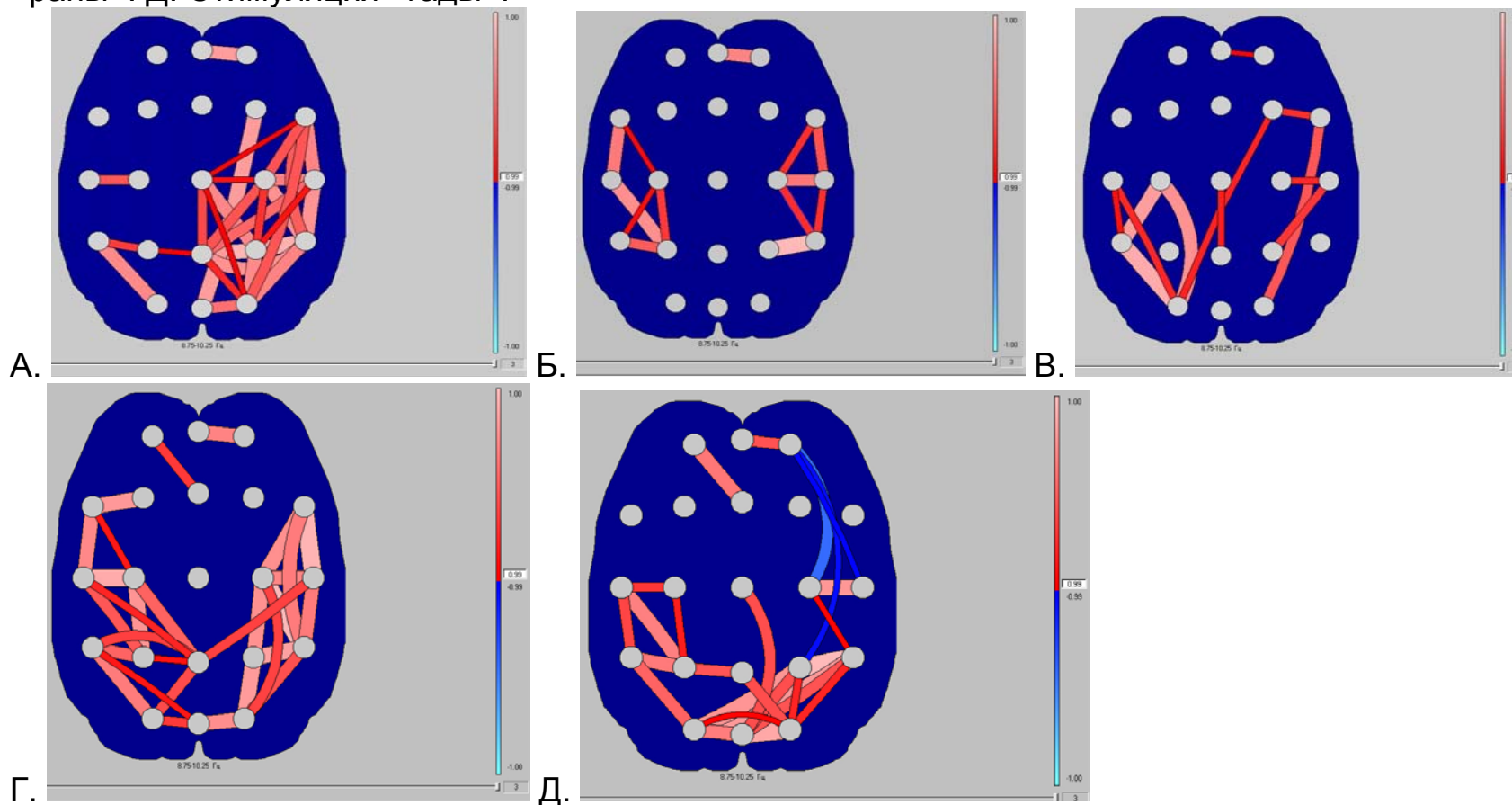
18. Корреляционный анализ ЭЭГ. Кросс-корреляции отведений испытуемой Б. (женщина, 20 лет). Диапазон 5-6 Гц. Указаны корреляции более 0,99. Значение корреляции в пределах от -1 до 1 показано интенсивностью цвета.

А. Фоновая запись с открытыми глазами. Б. Стимуляция «эротика». В. Стимуляция «еда». Г. Стимуляция «раны». Д. Стимуляция «гады».



19. Корреляционный анализ ЭЭГ. Кросс-корреляции отведений испытуемого К. (мужчина, 20 лет). Диапазон 8,75-10,25 Гц. Указаны корреляции более 0,99. Значение корреляции в пределах от -1 до 1 показано интенсивностью цвета.

А. Фоновая запись с открытыми глазами. Б. Стимуляция «эротика». В. Стимуляция «еда». Г. Стимуляция «раны». Д. Стимуляция «гады».



20. Корреляционный анализ ЭЭГ. Кросс-корреляции отведений испытуемого К. (мужчина, 20 лет). Для диапазона 5-6 Гц. Указаны корреляции более 0,99. Значение корреляции в пределах от -1 до 1 показано интенсивностью цвета.

А. Фоновая запись с открытыми глазами. Б. Стимуляция «эротика». В. Стимуляция «еда». Г. Стимуляция «раны». Д. Стимуляция «гады».

