

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение  
«Средняя общеобразовательная школа Никольский центр образования №2»  
Тосненского района Ленинградской области

Научно-исследовательская работа на тему:  
Исследование влияния различных звуковых стимулов на активность  
человеческого мозга при помощи ЭЭГ

Выполнила:  
Михайлова Олеся Алексеевна  
Ученица 9 «А» класса  
МБОУ «СОШ Никольский ЦО №2»

Руководитель:  
Астошова Мария Александровна  
Преподаватель биологии и экологии  
МБОУ «СОШ Никольский ЦО №2»

г. Никольское  
2025 г.

## Содержание.

Введение.....	3
I. Теоретические сведения о функционировании нервной системы. ....	4
1. Как работает наш мозг?.....	4
1.1. Общие сведения о строение нервной системы. ....	4
1.2. Строение нервной ткани. Нейроны.....	4
1.3. Центральная нервная система. ....	6
1.4. Спинной мозг. ....	6
1.5. Головной мозг. ....	7
1.6. Активность головного мозга. ....	8
2. Фиксирование и анализ активности головного мозга.....	8
2.1. Общая характеристика электроэнцефалографии. ....	8
2.2. Метод ЭЭГ.....	8
2.3. Правила регистрации ЭЭГ. ....	9
II. Экспериментальная работа «Исследование влияния различных звуковых стимулов на активность человеческого мозга при помощи ЭЭГ» .....	9
1. Подготовка к эксперименту. ....	10
1.1. Условия эксперимента. ....	10
1.2. Звуковые стимулы. ....	10
1.3. Техническая настройка оборудования.....	10
1.4. Информация об испытуемом и налаживание психоэмоционального контакта.....	11
2. Проведение эксперимента.....	11
3. Обработка и анализ данных. ....	11
3.1. Обработка записей ЭЭГ. ....	12
3.2. Метод анализа записей ЭЭГ. ....	12
3.3. Сравнительный анализ топографических карт по частоте.....	12
Заключение. ....	14

## **Введение.**

**Актуальность исследования:** изучение влияния звуковых стимулов на работу головного мозга становится все более актуальным в условиях современных технологий и увеличения шумового фона в повседневной жизни. Звуки могут оказывать как положительное, так и отрицательное влияние на когнитивные процессы и эмоциональное состояние, что имеет важные практические приложения в образовании, психологии и здравоохранении.

**Предмет исследования:** активность головного мозга человека.

**Объект исследования:** влияние звуковых стимулов (шума) на активность человеческого мозга.

**Цель исследования:** изучить влияние разных звуковых стимулов на показания ЭЭГ среднестатистического человека.

**Задачи исследования:**

1. Найти и проанализировать литературу и информацию из интернета.
2. Провести экспериментальную работу с использованием электроэнцефалографа.
3. Провести статистическую обработку полученных данных.
4. Сформулировать выводы и сопоставить их с гипотезой.

**Гипотеза:** разные звуковые стимулы неодинаково влияют на активность головного мозга.

**Методы исследования:** анализ литературы и информации из интернета, экспериментальная работа с использованием ЭЭГ, обработка и анализ полученных данных.

**Практическая значимость:** понимание механизмов работы человеческого мозга необходимо для разработки стратегий по улучшению качества жизни и здоровья населения, особенно в условиях урбанизации и экологических изменений. Таким образом, данное исследование не только углубляет научные знания, но и предлагает рекомендации для оптимизации акустической среды в различных сферах.

**Место и сроки проведения:** ВДЦ «Смена»(с.Сукко, г.-к. Анапа, Краснодарский край); Ленинградская область, Тосненский р-н, г.Никольское - МБОУ «СОШ Никольский ЦО №2». Первый эксперимент: 25.04.25 - 07.04.25, исследование продолжается, планируются дальнейшие эксперименты.

**Степень изученности:** проблема актуальна, а следовательно активно исследуется. Исследования Умерова Д.Ф («Влияния шума на организм человека», 2018); В.С. Лесовика и И.Л. Першиной («Медицинский аспект архитектурной геоники – Влияние звуков на человека», 2017); Кобиловой Ё.Ч. и Хатамовой У.Т.(«Влияние звуков и шумов на человека») доказывают то, что проблема актуальна до сих пор, а результаты исследований применяются на практике.

# **I. Теоретические сведения о функционировании нервной системы.**

## **1. Как работает наш мозг?**

### **1.1. Общие сведения о строение нервной системы.**

Нервная система обеспечивает целостность организма, сохранение постоянства внутренней его среды, согласованность деятельности органов, тканей и систем, регулирует все функции организма в его постоянном взаимодействии с внешней средой. Основными функциями нервной системы являются восприятие действующих на организм раздражителей, их анализ и организация соответствующих ответных реакций через мышцы, железы, сердечно-сосудистую и другие системы, приспособляющих организм при изменении состояния окружающей среды. Нервную систему образуют головной мозг, спинной мозг, спинномозговые и другие нервы, нервные узлы, нервные окончания. По положению в теле нервную систему подразделяют на центральную и периферическую, по выполняемым функциям – на соматическую и вегетативную[1].

К центральной нервной системе относят головной и спинной мозг. Периферическая нервная система осуществляет связь головного и спинного мозга со всеми органами тела. К периферической нервной системе относят нервы, нервные сплетения, нервные узлы (ганглии) и стволы. В нервной системе выделяют афферентный и эфферентный отделы. Последний подразделяют на соматический (анимальный) и автономный (вегетативный). Соматическая (от греч. soma — тело) нервная система иннервирует кожные покровы тела, а также весь двигательный аппарат, в том числе кости, суставы и мышцы. Вегетативная (от лат. vegetatio — растительный), или автономная, нервная система иннервирует внутренние органы, кровеносные сосуды и железы, контролируя и регулируя тем самым обменные процессы в организме. Однако следует всегда помнить, что регуляция жизнедеятельности организма протекает при гармоничном сочетании работы всех отделов нервной системы[2].

### **1.2. Строение нервной ткани. Нейроны.**

Структурной и функциональной единицей нервной системы является нейрон – нервная клетка. Нервные клетки, которые равномерно распределены во всех органах и тканях организма, способны воспринимать раздражения, переходить в состояние возбуждения, вырабатывать и передавать нервные импульсы[1].

- *Сома, или тело, нейрона* является центральным образованием, обеспечивающим рост дендритов и аксонов в эмбриогенезе, а также регенерацию аксона. У самых крупных нейронов диаметр сомы достигает 100 мкм и более, у самых мелких - около 5 мкм.
- *Дендритная зона* - рецепторная мембрана, состоящая из сужающихся к концу цитоплазматических выростов (дендритов), с которыми образуются синаптические контакты других нейронов либо которые дифференцируются в структуру, трансформирующую воздействия внешней среды в электрическую активность.

- *Аксон* - одиночный, нередко ветвящийся и удлинённый вырост цитоплазмы, структурно и функционально приспособленный для проведения нервных импульсов от дендритной зоны. У позвоночных животных он может иметь миелиновую оболочку, образованную клетками глии.
- *Телодендрии аксона* - разветвленные и различно дифференцированные окончания аксонов, которым присуща мембранная и цитоплазматическая специализация, связанная с синаптической передачей или нейросекреторной активностью[3].

Погибшие нейроны не возмещаются. В случае их гибели после рождения число нейронов не может быть восполнено. Тем не менее при повреждении аксона его восстановление возможно путем роста отростка и воссоздания утраченных им в результате повреждения связей. Это наблюдается в периферической нервной системе при повреждении нервов. Наиболее характерной чертой строения нейронов является наличие у них отростков, с помощью которых они соединяются между собой и с иннервируемыми структурами (мышечными волокнами, кровеносными сосудами и т. п.). Длина отростков очень различна; в отдельных случаях она может достигать от 1 до 1,5 м. По числу отростков принято выделять униполярные нейроны, имеющие один отросток; биполярные нейроны — клетки с двумя отростками и мультиполярные нейроны, имеющие множество отростков. Наиболее распространены мультиполярные нейроны. Истинных униполярных нейронов у человека нет. Имеются так называемые псевдоуниполярные (ложноуниполярные) нейроны, которые образуются из биполярных нервных клеток путем слияния их отростков в один. Псевдоуниполярными являются чувствительные нервные клетки, расположенные в спинномозговых узлах и чувствительных узлах черепных нервов[2].

Нейроглия (глиоциты, или глиальные клетки) выполняют многочисленные вспомогательные функции в нервной системе. Они происходят из общего нейробластического зачатка. В отличие от нервных клеток глиоциты сохраняют способность к митотическому делению во взрослом организме, иными словами, они могут размножаться. Различают четыре типа нейроглии: астроглия, олигодендроглия, микроглия и эпендима[2].

Синапс – специализированный контакт между нервными клетками (или нервными и другими возбудимыми клетками), обеспечивающий передачу возбуждения с сохранением его информационной значимости. С помощью синапсов нервные клетки объединяются в нервные сети, которые осуществляют обработку информации. Взаимосвязь между нервной системой и периферическими органами и тканями также осуществляется при помощи синапсов[14].

Синапсы могут возникнуть между аксоном и телом нервной клетки, аксоном и дендритом, аксоном и аксоном[13].

Синапсы:

- ✓ возбуждающие: усиливают нервный импульс;

✓ тормозные: ослабляют нервный импульс.

Вдоль нервного волокна нервные импульсы распространяются в виде волн электрических потенциалов[13].

Передача информации в химических синапсах происходит при помощи нейротрансмиттеров. В настоящее время известно о существовании большого числа нейротрансмиттеров, опосредующих взаимодействие нейронов. Нейротрансмиттеры подразделяются на две большие группы: нейромедиаторы (глутамат, ГАМК, ацетилхолин и др.) и нейромодуляторы (норадреналин, дофамин, серотонин и др.) [5].

### **1.3. Центральная нервная система.**

Центральная нервная система (ЦНС) построена из клеток и волокон, которые развились из дорсально расположенной нервной трубки. Периферическая нервная система - нервные волокна, соединяющие ЦНС и тело, а также группы клеток, которые лежат за пределами ЦНС и называются ганглиями. ЦНС делится на две основные части: спинной мозг, лежащий внутри позвоночного столба, и головной мозг, находящийся внутри черепной коробки и состоящий из 5 отделов. Спинномозговые нервы образуются дорсальными и вентральными корешками спинного мозга. Черепномозговые нервы (у высших позвоночных их 12 пар) начинаются в полости черепа, а их ядра (кроме ядер I и II нервов) лежат в стволе. Вегетативная нервная система образует систему моторной иннервации внутренних органов. Нейроэндокринная система осуществляет связь между нервной системой и телом с помощью гормонов, ее основная часть - гипофиз[3]. Деятельность нервной системы строится по определенным принципам, основной из которых - рефлекторный. Рефлекторная дуга, которая образована всего двумя нервными клетками (рецепторной и эффекторной, между которыми имеется один синапс) называется моносинаптической. Полисинаптическая рефлекторная дуга включает большее число нейронов: рецепторный, вставочный (один или несколько) и эффекторный[5].

### **1.4. Спинной мозг.**

В спинном мозге сосредоточены нервные клетки, аксоны которых дают начало нервам, идущим к поперечнополосатым мышцам тела. Эти и другие нейроны образуют серое вещество спинного мозга, расположенное вокруг его центрального канала. В нем различают передние и задние рога, а также разделяющую их промежуточную часть[3].

Вверху спинной мозг переходит в продолговатый мозг, а внизу заканчивается на уровне двух 12 первых поясничных позвонков. Средняя длина спинного мозга у мужчин – 45 см, у женщин 41 – 42 см, масса 34 – 38 г[1]. Но даже при выполнении таких стандартных реакций спинной мозг находится под постоянным контролем головного мозга. Ему спинной мозг поставляет сенсорную информацию, а от него получает большинство двигательных программ и указания по части вегетативной регуляции [7].

## 1.5. Головной мозг.

В головном мозге принято выделять три основные части: парные полушария, занимающие основной объем черепа и являющиеся высшими интегративными центрами; мозжечок, располагающийся в боковых углублениях основания черепа (задние черепные ямки), обеспечивающий координацию мышечной системы и ее коррекцию при произвольных целенаправленных действиях; ствол, образующий центральную внутреннюю часть, состоящий из отделов (бульбус, мост, перешеек) [4].

Головной мозг (encephalon) – это высший отдел центральной нервной системы, который контролирует все процессы, происходящие в организме, и обеспечивает всю высшую и низшую нервную деятельность. Он развивается в связи с развитием трех основных анализаторов (обонятельного, зрительного и равновесно-слухового) [8].

Кора больших полушарий представляет собой высший уровень нервной регуляции физиологических функций и главный отдел головного мозга, обеспечивающий полноценную психическую деятельность и целенаправленное поведение, основанное на обеспечении адекватного взаимодействия организма с внешним миром. Различия поведенческих реакций человека и животных определяются особенностями структурнофункциональной организации головного мозга, в первую очередь, развитием и связями коры больших полушарий, соотношением в ней нео- и палеокортикальных областей [9].

Поверхность полушарий делится на четыре больших доли, которые называются так же, как и кости черепа, под которыми они расположены. Кроме того, выделяют еще две доли, которых не видно с поверхности: островковая доля лежит в глубине латеральной борозды, отделяющей височную долю от лобной, а лимбическая доля включает в себя поясную извилину на медиальной поверхности мозга и области коры вокруг гиппокампа (парагиппокампульная борозда и зубчатая извилина) на нижней поверхности больших полушарий [15].

В моем исследовании я исследовала активность мозга при звуковых стимулов. Проекционная слуховая зона мозговой коры включает первичную и ассоциативную слуховые коры. Первичная слуховая кора возбуждается проекциями от медиального коленчатого тела. Ассоциативная слуховая кора возбуждается импульсами из первичной слуховой коры и таламических ассоциативных зон. В слуховой коре обнаружены тонотопические карты, которые анализируют различные свойства звука. Базальная мембрана улитки и улитковые ядра стимулируются звуками всех частот, но слуховая кора реагирует на узкий диапазон частот. Обострение реакции на частоту звука может быть связано с феноменом латерального торможения. Многие нейроны слуховой коры связывают звуковые частоты друг с другом и с информацией от других сенсорных областей коры [17].

## **1.6. Активность головного мозга.**

Для коры больших полушарий характерно огромное количество биопотенциалов, формирующихся в ее нейронах. Изменения функционального состояния коры отражаются на характере ее биопотенциалов. Выделяют следующие типы корковой электрической активности: спонтанная ритмическая электроактивность, вызванные потенциалы, сверхмедленные потенциалы[9].

Электроэнцефалограмма(ЭЭГ) складывается из возбуждающих и тормозных постсинаптических потенциалов нейронов не только коры, но и ближайшей подкорки, например, таламуса. У здорового человека, в зависимости от условий регистрации, на ЭЭГ записываются несколько ритмов, в том числе четыре основных (альфа, бета, тета и дельта), различающихся по амплитуде и частоте волн[9].

ЭЭГ активность, представляющая собой волны приблизительно одной постоянной частоты, называется ритмом. Наиболее выраженный в ЭЭГ ритм называют доминирующим[10].

В состоянии относительного покоя у здорового человека регистрируется альфа-ритм, который особенно хорошо выражен в затылочных долях. При световых и звуковых раздражениях, умственной работе происходит уменьшение амплитуды альфа-ритма. Возбужденное состояние мозга и активная ментальная деятельность обычно характеризуются появлением на ЭЭГ бета-ритма и гамма-ритма (с частотой более 35 Гц), при этом бета-ритм лучше выражен в лобных долях. Дельта- и тета-ритмы наблюдаются во время естественного и искусственного сна, при различных тормозных состояниях центральной нервной системы, при утомлении и психоэмоциональном напряжении[9].

## **2. Фиксирование и анализ активности головного мозга.**

### **2.1. Общая характеристика электроэнцефалографии.**

Электроэнцефалография (ЭЭГ) — метод исследования головного мозга, основанный на регистрации его электрических потенциалов. Для понимания физиологии ЭЭГ следует последовательно проследить, как электрофизиологические свойства отдельного нейрона формируют электроэнцефалограмму, а далее — оценить вклад различных структур мозга в суммарную активность[16].

### **2.2. Метод ЭЭГ.**

ЭЭГ регистрируют с помощью наложенных на поверхность кожи головы электродов, которые при помощи проводников скоммутированы с панелью усилителя биопотенциалов – электроэнцефалографа. Электроды, которые накладываются на кожу, должны иметь низкое переходное сопротивление (не более 3-5 кОм), малую степень поляризации и высокую устойчивость к коррозии. Наиболее часто используют электроды, покрытые хлорированным серебром. Для крепления электродов применяют специальный шлем-сетку или используют готовые наборы электродов, смонтированных в шлемы. В настоящее время приняты два способа регистрации ЭЭГ – монополярный и биполярный. При биполярном отведении разность потенциалов измеряют между

двумя электрически активными участками головного мозга (оба электрода находятся на коже головы). При монополярном отведении регистрируют разность потенциалов между электрически активной и электрически нейтральной (мочка уха) точками [10].

По типу контакта с кожей электроэнцефалографические электроды могут быть разделены на две группы: неинвазивные и инвазивные. В подавляющем большинстве исследований используются неинвазивные скальповые ЭЭГ электроды, которые размещают на конвекситальной поверхности головы. Инвазивные игольчатые электроды используют в реанимационных и интраоперационных исследованиях биоэлектрической активности [16].

Отводящие электроды можно накладывать на различные участки поверхности головы с учетом проекции на них областей головного мозга. Наибольшее распространение в настоящее время получили международные системы расположения электродов 10–20% и 10-10% [11].

В своем исследовании я использовала метод монополярного неинвазивного ЭЭГ со схемой монтажа «10-20» (Приложение №3).

Лобные отведения (frontalis) обозначают буквой F, центральные (centralis) – С, теменные (parietalis) - Р, височные (temporalis) -Т и затылочные (occipitalis) – О. Буквой Z — обозначается отведение от верхушки черепа (вертекс). На мочки ушей помещают электроды, обозначаемые соответственно А1 и А2. Нечетные цифровые индексы соответствуют электродам над левым полушарием, а четные – над правым [11].

Во время записи сигнал ЭЭГ может быть подвержен влиянию внешних помех, называемых артефактами. По своей природе артефакты бывают физиологические и технические. Артефакты, все же оказавшиеся в электроэнцефалограмме, удаляют с помощью специальных опций программного обеспечения при последующей обработке полученной записи [10].

### **2.3. Правила регистрации ЭЭГ.**

Пациент во время исследования сидит в удобном кресле с закрытыми глазами. В настоящее время в современной компьютерной ЭЭГ не обязательно нахождение в свето- и звукоизолированном помещении — камере, больной сидит в удобном кресле непосредственно рядом с прибором. Наблюдение за исследуемым ведут непосредственно или с помощью видеокамеры. В ходе записи маркерами отмечают значимые события и функциональные пробы. Для выявления реагирования мозга на внешние воздействия применяют одиночные стимулы в виде короткой вспышки света, звукового сигнала [12].

## **II. Экспериментальная работа «Исследование влияния различных звуковых стимулов на активность человеческого мозга при помощи ЭЭГ»**

Интерес к нейрофизиологии и психофизиологии появился задолго до создания этого исследования. На базе нашей школы МБОУ «СОШ Никольский ЦО №2» организуется проект «Точка Роста - Биология», в ходе которого педагог Астошова М.А. знакомит любознательных учащихся с разными сферами биологии, проводятся лабораторные работы по микроскопированию, а также

лекционные занятия. В этом проекте участвую и я. Тогда после занятия о строении человеческого мозга, мне стало интересно углубиться в данную тему и задуматься над вопросом: «Как мы думаем?». Изучив большое количество литературы я решила провести собственный эксперимент, узнать как работает мозг, когда на него воздействуют какие-либо стимулы, как изменяется активность мозга в таких случаях. К сожалению, на базе школы этого сделать бы не получилось, так как нет соответствующего оборудования. Но для проведения эксперимента и углубления знаний в области нейробиологии я выбрала тематического партнера НИЦ «Курчатовский Институт», который организовал научную смену в ВДЦ «Смена». Соответственно, сам эксперимент проводился на базе ВДЦ «Смена» с оборудованием и под руководством сотрудников НИЦ «Курчатовский Институт». Обработка данных и написание исследовательской работы же проходило по возвращению на базе школы. Так экспериментальную работу вы можете увидеть далее.

### **1. Подготовка к эксперименту.**

Перед самым экспериментом проводился курс лекционных занятий (98 часов), которые были мной успешно освоены. И вот, перед началом эксперимента, нужно было тщательно подготовить все условия, технику и наладить контакт с испытуемым.

#### **1.1. Условия эксперимента.**

Для проведения достоверного эксперимента с правильными результатами соблюдался ряд условий, который изолировал испытуемого от воздействия остальных факторов на организм, сосредотачивая внимание на звуковых стимулах:

1. В месте проведения эксперимента соблюдалась тишина, свет выключен.
2. Глаза испытуемого на протяжении всего эксперимента закрыты, исключено моргание (артефакт в ЭЭГ).
3. Мышцы расслаблены.
4. Звуковые стимулы подавались с интервалами 5 сек.
5. Соблюдался цикл звуковых стимулов: «звук 1 - тишина после звука 1 - звук 2 - тишина после звука 2».

#### **1.2. Звуковые стимулы.**

Для эксперимента я выбрала 2 звуковых стимула, противоположные по звучанию.

Звук 1 - «шум моря» - успокаивающий звук, некоторые отмечают данный звук как медитативный и даже лечебный.

Звук 2 - ультразвук - раздражающий звук

#### **1.3. Техническая настройка оборудования.**

Эксперимент проводился с использованием оборудования ЭЭГ, в которое входят:

- Шлем тканевый с вставными электродами
- Устройство, подключенное к шлему, для передачи информации к ПК по системе Bluetooth

- Electrodes cup-shaped
- Gel for reduction of resistance
- Computer with installed software

Before the start of the experiment, the electrodes were inserted into special leads and fixed to the head of the subject. Then the helmet was put on the head of the subject, the electrodes were filled with gel for reduction of resistance of the air and closer contact with the skin of the head, the settings were made through the program on the PC. The first electrodes were A1 and A2, and also the electrode GRND, which are reference. For the introduction of a new EEG recording, the subject was registered with a «passport».

#### **1.4. Information about the subject and adjustment of psychophysiological contact.**

The experiment was conducted with a 24-year-old man, who has no history of psychiatric diseases.

To conduct the experiment, excluding artifacts related to movement or excessive brain activity, adjustment of psychophysiological contact with the subject was carried out. Before the experiment, the subject was explained all the actions that will be performed on him. The actions were carried out for the purpose of the subject not experiencing stress during the experiment and understanding how the experiment is conducted.

#### **2. Conducting the experiment.**

The essence of the experiment is in the study of the reaction to various sound stimuli. This reaction can be tracked by brain activity.

The subject wears a helmet with attached electrodes, all electrodes are adjusted and fit tightly to the skin. The experiment begins. The subject is given headphones with sound stimulation, a sound stimulus «sound 1», a recording of brain activity is made at this time. Then there is an interval of silence, during which a certain activity is observed, and then a sound stimulus «sound 2». EEG recordings during silence after a sound stimulus «sound 2» differ from recordings during silence after a sound stimulus «sound 1».

Sound stimuli are played sequentially to the subject with a given time interval - 5 sec. During the playback of stimuli, a recording of electrical brain activity is made with the help of a PC.

This cycle is repeated 5 times. At the end of the experiment, 20 EEG recordings with different rhythms were obtained, which during the analysis helped to make the conclusion of this research work.

#### **3. Processing and analysis of data.**

The results obtained during the experiment were processed and analyzed. This stage is necessary for the systematization of the obtained data and statistical processing of the data.

### **3.1. Обработка записей ЭЭГ.**

Полученные записи ЭЭГ не являлись готовыми и нуждались в специальной обработке. Обработка заключалась в удалении артефактов, которые могли быть вызваны случайными сокращениями мышц, глотаниями, дыханием и тд., а также сведении каждого интервала и звукового стимула к нужному состоянию. Такие действия проводились с каждым фрагментом записи эксперимента, а затем все полученные готовые «чистые» фрагменты были объединены в четыре группы: «звук 1», «звук 2», «тишина после звука 1», «тишина после звука 2», в которых оказалось по 5 фрагментов с соответствующими данными.

### **3.2. Метод анализа записей ЭЭГ.**

Полученные в ходе обработки данных записи использовались для анализа. Для удобства анализ проводился по топографическим картам черепа, которые были сгенерированы в программе по результатам ЭЭГ каждого фрагмента (Приложение №1). В топографических картах представлена следующая информация.

Первые четыре карты характеризуют амплитуду фрагмента: по левому маркеру(начало фрагмента), по правому маркеру(конец фрагмента), их разность и максимальные-минимальные значения.

Последняя карта характеризует частоту фрагмента, то есть исходя из нее можно судить о преобладающих ритмах, которые преобладали в данном фрагменте. Частота измеряется в Гц. Именно эта величина и была взята мной для сравнительного анализа фрагментов одной группы и между группами.

### **3.3. Сравнительный анализ топографических карт по частоте.**

По топографическим картам можно сделать достаточно много выводов, сравнивая как фрагменты одной группы, так и разные группы в целом.

Видно, что при первом прослушивании шума моря испытуемый значительно напрягся и преобладает гамма-ритм (с частотой около 90Гц). Значит, при первом прослушивании испытуемый максимально сосредоточился и анализировал звук, предоставляемый ему. Далее частота снизилась, однако преобладание гамма-ритмов осталось.

При прослушивании ультразвука на первых картах видно, что звук действительно является раздражающим, и мозговая активность увеличилась до 80-90 Гц. Однако, при четвертом прослушивании снизилась до 57 Гц, но данная частота также является особенностью гамма-ритма, а значит можно утверждать, что при прослушивании ультразвука мозг все также напряжен.

Если сравнивать активность мозга при прослушивании успокаивающего шума моря и раздражающего ультразвука, можно заметить следующие отличия и сходства. Отличия: при прослушивании шума моря активность более-менее стабильна и остается на уровне примерно 90 Гц, а затем снижается из-за привыкания к данному стимулу. В то время как ультразвук вызывает разные активности в разные прослушивания (фрагменты), а привыкании и снижение ритма происходит на 4 фрагмент. Сходство: и ультразвук и шум моря вызывают гамма-ритм и довольно схожую высокую активность до 92 Гц. Из этого следует,

что при прослушивании любого звукового стимула, мозг начинает анализировать данный ему стимул и поэтому повышается активность, что видно при появлении гамма-ритма.

При просмотре карт «тишины» возникают совсем иная картина.

Во-первых, после обработки записей ЭЭГ пришлось разделить тишину на две группы: тишина после прослушивания моря и тишина после прослушивания ультразвука. Такое различие вызвано разной мозговой активностью и, соответственно, разными показателями, что важно для результативности данной работы.

Во-вторых, мозговая активность при тишине значительно ниже, чем при прослушивании звуковых стимулов.

Прослушивание шума моря сказалось на тишине, которая шла в интервале между подачей звуковых стимулов. Здесь мозговая активность остается на высоких частотах 70-90 Гц, то есть испытуемый не расслабляется и ждет следующий стимул. Такая частота наблюдается во всех фрагментах, поэтому можно сказать, что она была практически постоянной.

Тишина после ультразвука отличается своим разнообразием ритмов и частот. Точно также как влияет шум моря на тишину после него, так и ультразвук влияет на тишину. Как мы помним, ультразвук характеризовался частотой в 80-90 Гц, соответственно, и тишина после него была в таком же диапазоне частот. Однако, на третьем интервале частота резко упала до диапазона в 10-20 Гц, что соответствует альфа-ритму, т.е. почти полному расслаблению испытуемого. Это могло произойти из-за привыкания к звуковому стимулу и эксперименту в целом. Далее частота возвращается на частоту до 80 Гц. И при пятом, заключительном, интервале испытуемый окончательно и полностью расслабился, а доминировали альфа- и бета-ритмы.

Так можно сделать вывод, что при прослушивании любого незнакомого звукового стимула человек сначала анализирует его и поэтому напрягается, но так как звуковые стимулы подавались интервалом по 5 сек времени на анализ одного фрагмента было мало, и поэтому такое состояние затягивалось на несколько фрагментов, чему свидетельствует высокая активность мозга на протяжении нескольких фрагментов подачи звуковых стимулов и тишины между ними.

По результатам эксперимента были созданы диаграммы, которые наглядно показывают средние и преобладающие значения показателей активности мозга каждого фрагмента (Приложение №2). В диаграммах записан порядковый номер фрагмента и его средний показатель частоты, а цветом в диаграмме показан преобладающий цвет (показатель частоты) на топографических картах записей ЭЭГ. Чем ближе к желтому цвет в топографических картах и на диаграмме соответственно, тем выше его преобладающий показатель. Далее идет плавный переход от желтого к красному, затем синему, и, наконец, чем ближе цвет показателя к голубому, тем ниже его показатель в диапазоне.

### **Заключение.**

Проведя данное исследование, я смогла сделать выводы о работе нашего мозга и его реакции на различные стимулы. Мной были исследованы звуковые стимулы и их влияние на активность человеческого мозга.

Гипотеза, поставленная в начале исследования подтвердилась. Различные звуковые стимулы неодинаково влияют на активность мозга.

При подаче звуковых стимулов человек напрягается и преобладают гамма-ритмы, которые характеризуют активную работу мозга. Это означает то, что любой незнакомый звуковой стимул является раздражителем для человека, однако при повторных прослушиваниях человек привыкает и его активность мозга снижается, но остается постоянной после достижения определенного диапазона частот. Сравнивая шум моря и ультразвук, можно сказать, что при ультразвуке гамма-ритм был более стабилен, хоть и немного ниже по частоте, повышенная активность мозга не прекращалась. В то время как шум моря быстрее вызвал привыкание и мозг быстрее адаптировался к этому раздражителю.

Тишина же часто вызывает альфа- и бета-ритмы, которые отвечают за спокойной бодрствование без повышенной активности мозга. Данный факт можно интерпретировать как способность тишины понижать активность головного мозга. Такую способность тишины можно использовать в терапевтических целях для быстрого расслабления человека.

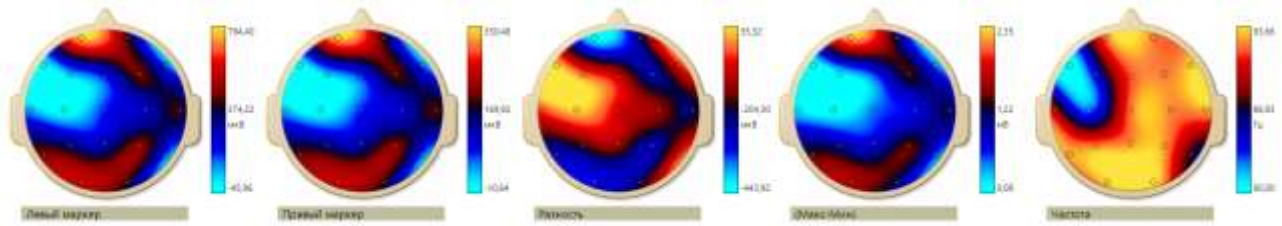
Звуковые стимулы активизируют мозг, поэтому важно минимизировать шум и фоновые звуки при необходимости концентрации на определенной задаче или сне.

Данное исследование продолжается. В перспективе исследование влияния шума на подростков и их уровень стресса.

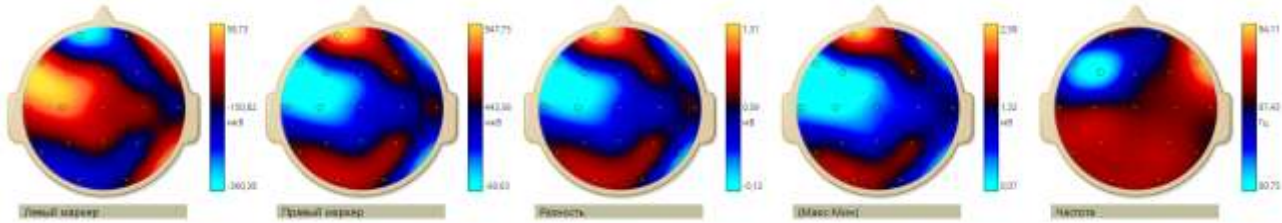
## Приложение №1.

### Топографические карты записей ЭЭГ при подаче звукового стимула «шум моря»

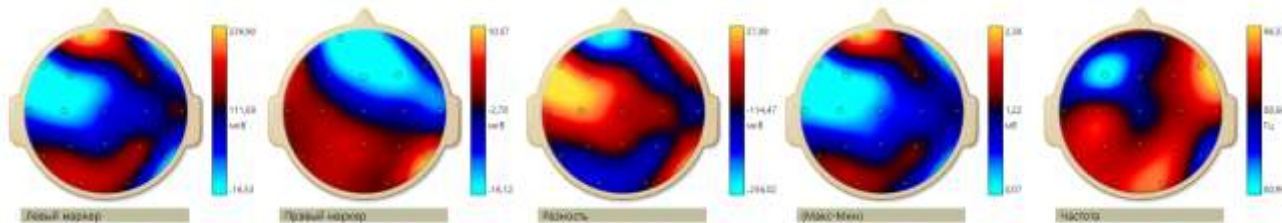
Исходные Топографические карты Исходный график Интервал 5.72 с [5.472 - 11.196]



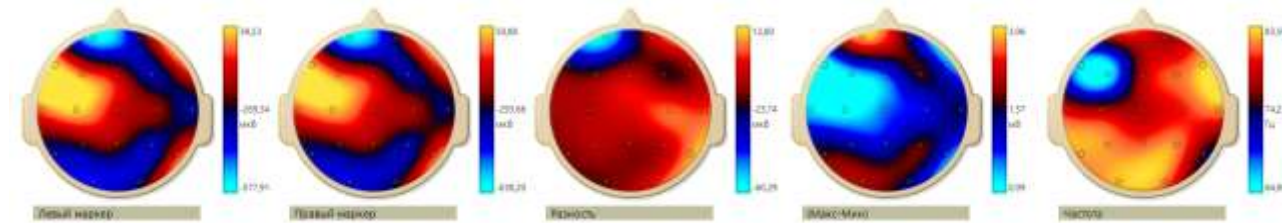
Исходные Топографические карты Исходный график Интервал 6.37 с [5.596 - 45.688]



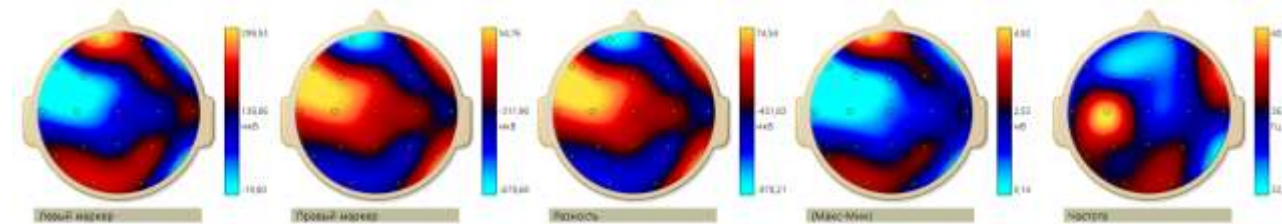
Исходные Топографические карты Исходный график Интервал 2.40 с [57.590 - 130.016]



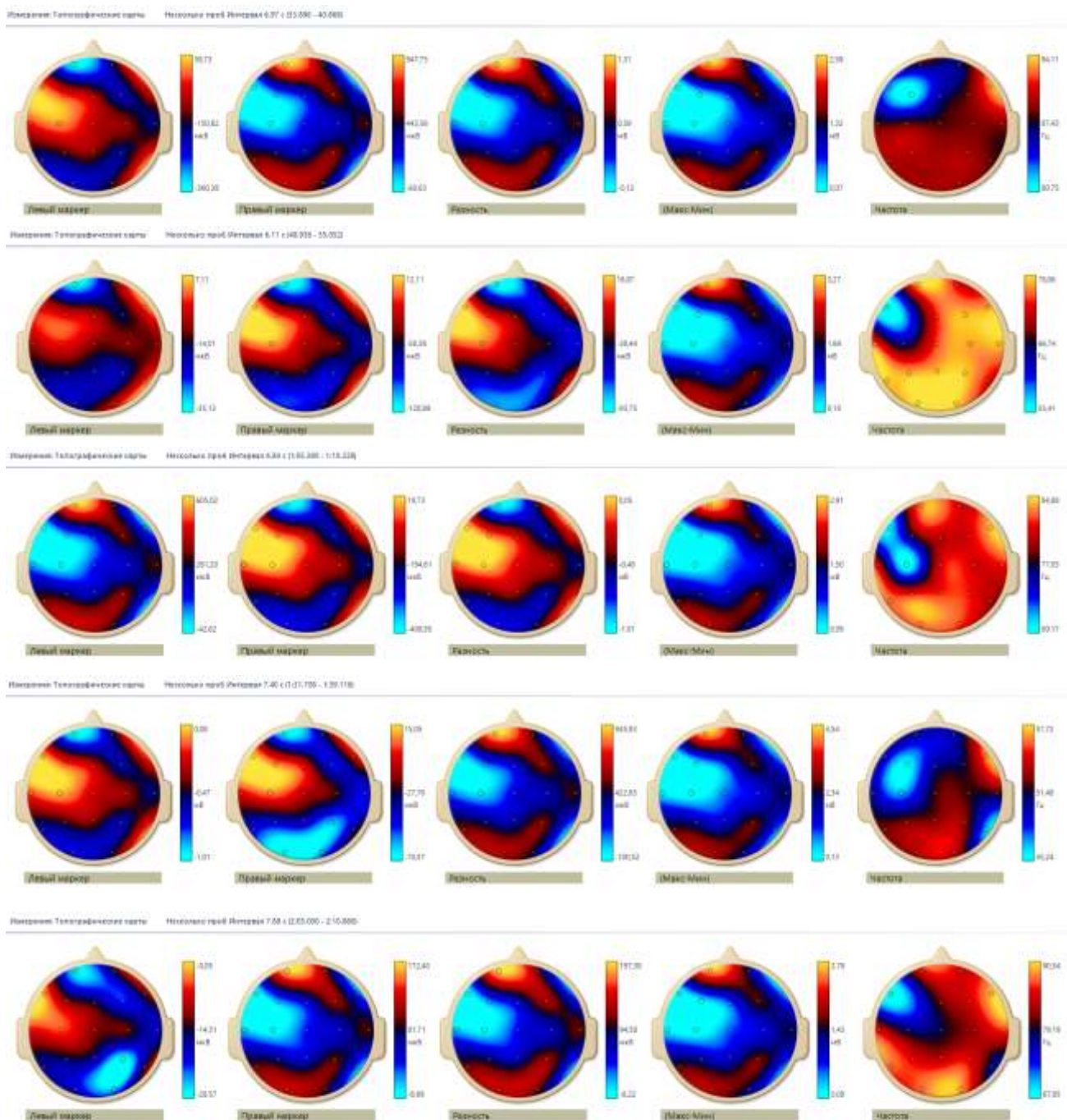
Исходные Топографические карты Исходный график Интервал 9.14 с [1.3530 - 1.25.536]



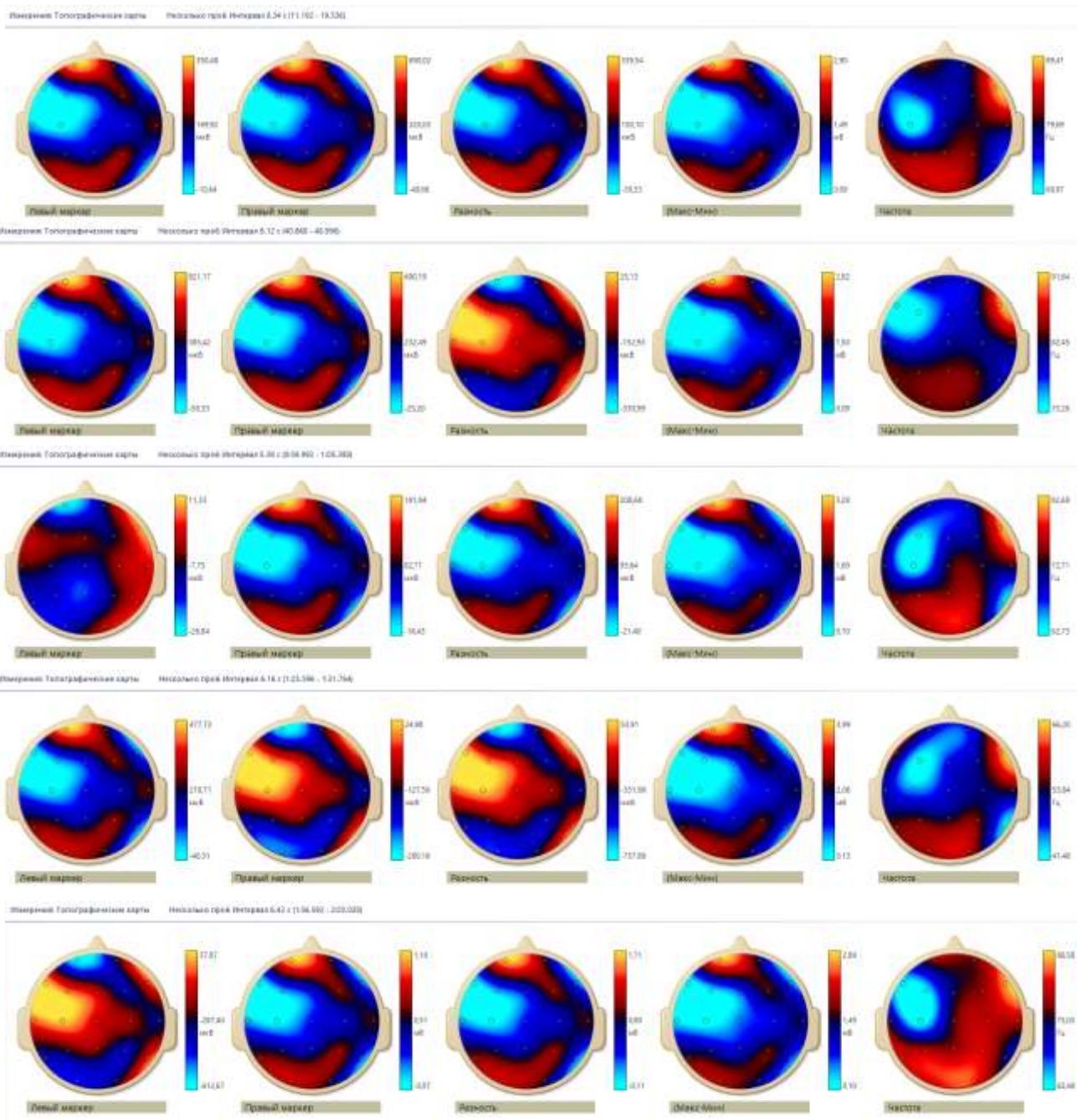
Исходные Топографические карты Исходный график Интервал 11.02 с [1.05.276 - 1.36.588]



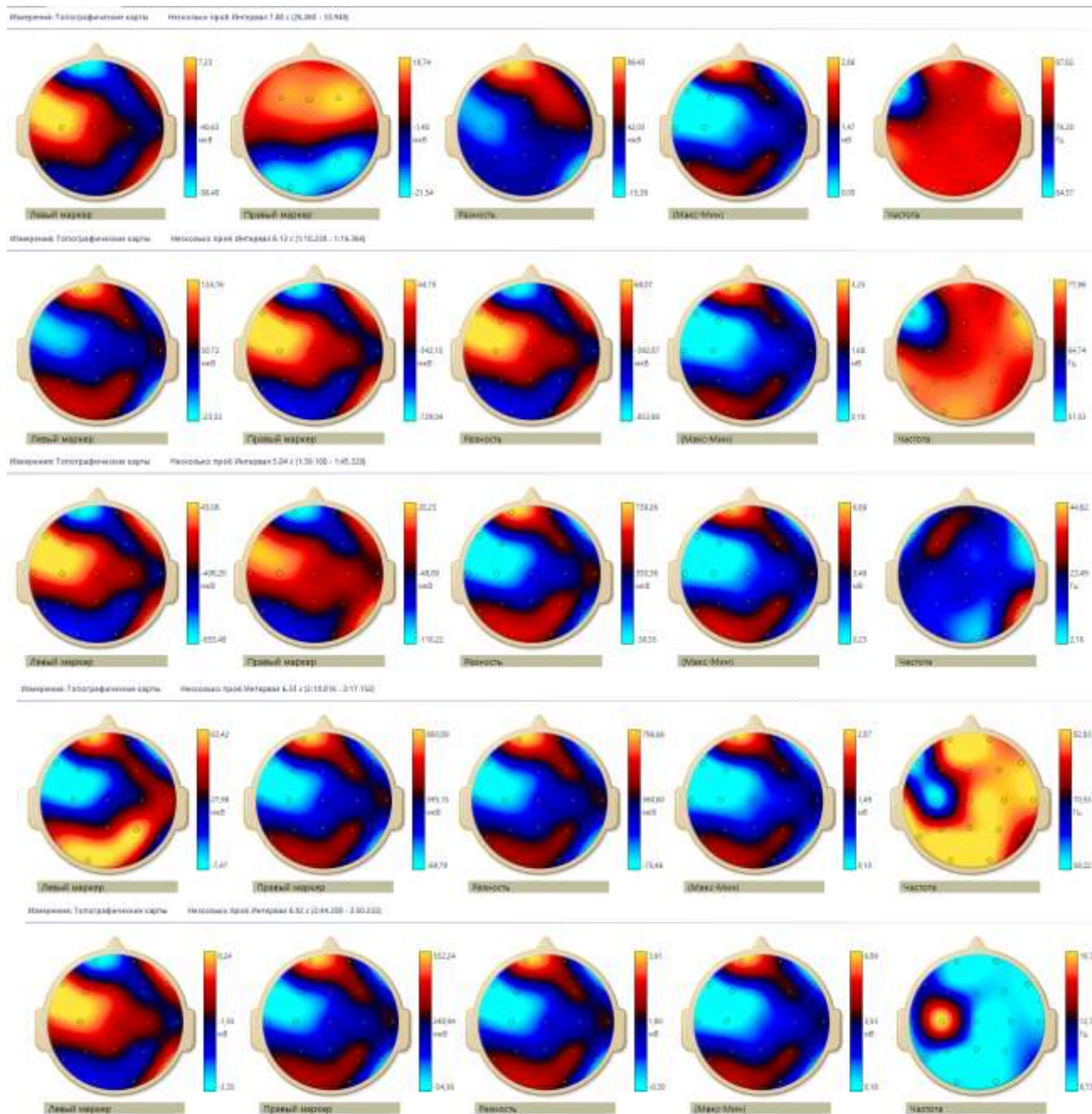
# Топографические карты записей ЭЭГ при подаче звукового стимула «ультразвук»



# Топографические карты записей ЭЭГ при интервале тишины после прослушивания звукового стимула «шум моря»

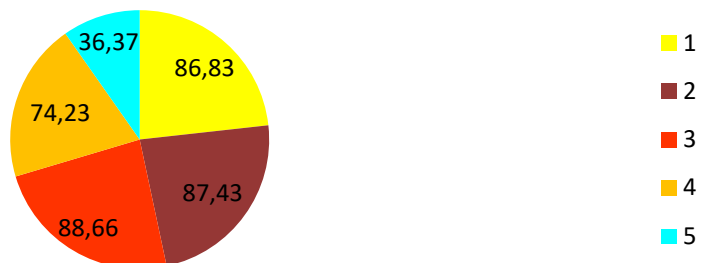


# Топографические карты записей ЭЭГ при интервале тишины после прослушивания звукового стимула «ультразвук»

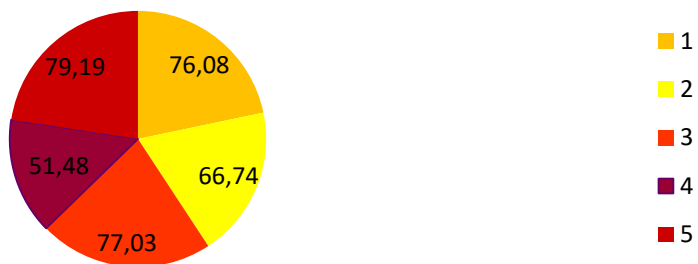


Диаграммы среднего показателя топографических карт

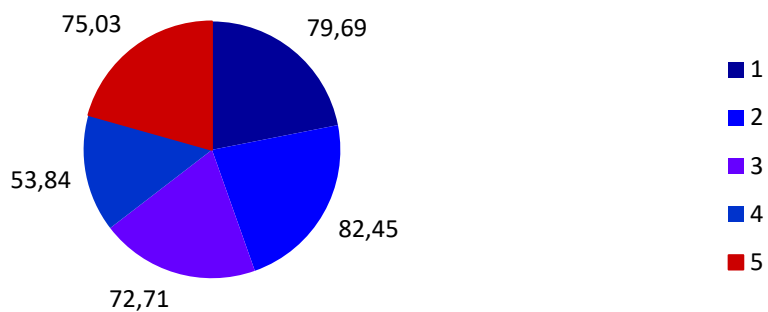
**Шум моря**



**Ультразвук**



**Тишина 1**



**Тишина 2**

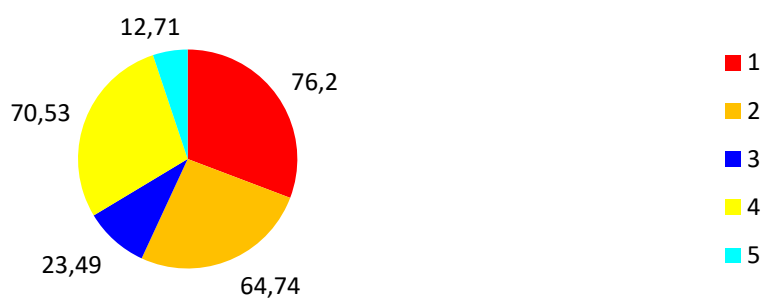
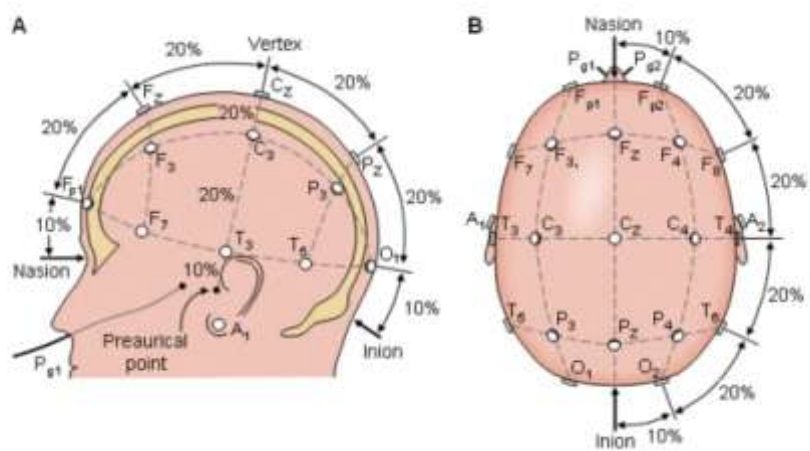


Схема монтажа международной системы «10-20»



## Список литературы.

1. Физиологические основы охраны труда: Учебное пособие./ Колосов Ю.В., Красильщикова С.В. — СПб, СПбГУИТМО, 2006. 56 с.
2. Анатомия нервной системы : учебное пособие для студентов / В. И. Козлов, Т. А. Цехмистренко. — 3-е изд., электрон. — М. : Лаборатория знаний, 2022. — 216 с.
3. Анатомия нервной системы: Учебное пособие / В.В. Жуков, Е.В. Пономарева. Калинингр. ун-т. - Калининград, 1998. - 68 с.
4. Психофизиология: Учебник для вузов. 5-е издание./ Под ред. Александрова Ю. И. — СПб.: Питер, 2022. — 528 с.: ил. — (Серия «Учебник для вузов»).
5. Основы физиологии нейротрансмиттерных систем: учеб. пособие / В.И. Беляков; Федеральное агентство по образованию. — Самара: Изд-во «Самарский университет», 2008. - 80 с.
6. Общая физиология центральной нервной системы: учеб. пособие/ сост.: А.Ф. Каюмова, А.Р. Шамратова, И.Р. Габдулхакова, О.С. Киселева. – Уфа: Изд-во ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, 2017. – 61 с.
7. Физиология центральной нервной системы. Учебник для студентов высших учебных заведений/ Недоспасов В. О. –М.:ООО УМК «Психология», 2002. 377 с.
8. Нейрохирургическая анатомия головного мозга : учеб. пособие / В. Н. Горчаков, И. Г. Сергеева, А. А. Тулупов ; Новосиб. гос. ун-т. – Новосибирск : РИЦ НГУ, 2015. – 124 с.
9. Физиология центральной нервной системы и высшей нервной деятельности : учеб. пособие / О. А. Ведясова, И. Д. Романова, Р. А. Зайнулин. – Самара : Изд-во Самарского университета, 2017. – 128 с.
10. Исследование электрической активности головного мозга / Н.В.Звёздочкина. – Казань: Казан. ун-т, 2014. – 59 с.
11. Электроэнцефалография: учебно-методическое пособие /сост. Л. К. Будук-оол, Ш. В. Куулар, А. М. Ховалыг – Кызыл : Изд-во ТувГУ, 2020. – 48 с.
12. Неврология : национальное руководство : в 2-х т. / под ред. Е. И. Гусева, А. Н. Коновалова, В. И. Скворцовой. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2022. - Т. 1. - 880 с.
13. Нервная система. Общие сведения [Электронный ресурс]: онлайн-школа «Фоксфорд» - URL: <https://foxford.ru/wiki/biologiya/nervnaya-sistema-obshchie-svedeniya?>
14. Синаптическая передача [Электронный ресурс]: Физиология online | Тематический план - URL: [https://bsu.bio/phha/05/05\\_text.html](https://bsu.bio/phha/05/05_text.html)
15. Ликбез по ЦНС[Электронный ресурс]: Биомолекула - URL: <https://biomolecula.ru/articles/likbez-po-tsns>
16. Электроэнцефалография (ЭЭГ) [Электронный ресурс]: СMI Brain Research- URL: <https://cmi.to/электроэнцефалография-ээг/>
17. Слуховая кора. Слуховая функция коры головного мозга [Электронный ресурс]: МедУнивер - URL: <https://meduniver.com/Medical/Physiology/1003.html>