

**Автономная некоммерческая общеобразовательная
организация «Физтех-лицей»
(АНОО «Физтех-лицей» им. П. Л. Капицы)**

XX научно-практическая конференция

«Старт в инновации»

**Исследование электрической
активности коры полушарий большого мозга
человека с помощью датчика ЭЭГ
набора-конструктора
«Юный нейромоделист»**

Выполнили:
Гришин Вадим, класс 8Б
Кантор Роман, класс 8В
Плотников Никита, класс 8Б
Руководитель:
Головко С.И.

Московская область, г. Долгопрудный

2021 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	4
1.1.Строение и функции коры полушарий большого мозга.....	4
1.2. Электроэнцефалография как метод изучения электрической активности мозга.....	6
1.3. Регистрация электрической активности мозга с помощью датчика ЭЭГ набораконструктора «Юный нейромоделист».....	11
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ	14
2.1. Материалы и оборудование.....	14
2.2. Методика исследования.....	14
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ	15
3.1. Предварительный анализ данных.....	15
3.2. Результаты исследования β -ритма.....	17
ВЫВОДЫ	18
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	19

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования. Электроэнцефалография является одним из ведущих методов исследования функций мозга. Данный метод относится к неинвазивным, а следовательно, безопасен для человека. Электроэнцефалограмма отражает суммарную электрическую активность большого числа нейронов, составляющие которой называются ритмами: альфа, бета, гамма, дельта и тета. Каждый из них связан со специфической активностью или состоянием мозга.

Проблематика, на которой основано данное исследование, заключается в том, что графическая интерпретация сигналов ЭЭГ до сих пор вызывает большие затруднения у компетентных специалистов.

Объект исследования – кора полушарий большого мозга человека.

Предмет исследования – электрическая активность коры полушарий большого мозга человека.

Настоящее исследование относится к области физиологии высшей нервной деятельности и сенсорных систем.

Цель исследования – изучить электрическую активность коры полушарий большого мозга человека с помощью датчика ЭЭГ набора-конструктора «Юный нейромоделист» в связи с восприятием сенсорных сигналов и возникновением в сознании образов различной сенсорной модальности.

Достижение поставленной цели связано с решением следующих **задач**: 1) обобщить данные научной литературы о функциях коры конечного мозга; 2) изучить теоретические основы электроэнцефалографии; 3) разработать методику исследования ритмов ЭЭГ с помощью модуля волновой активности набора-конструктора «Юный нейромоделист»; 4) провести исследование электрической активности коры полушарий большого мозга человека в связи с восприятием сенсорных сигналов и возникновением в сознании образов различной сенсорной модальности.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Строение и функции коры полушарий большого мозга

Морфология. Образует плащ (pallium), покрывающий полушария. Различают древнюю, старую, среднюю и новую кору.

Древняя кора (палеокортекс) включает обонятельный бугорок и окружающая его кора, включающая участок переднего продырявленного вещества (Синельников, 1996).

Старая кора (архикортекс) включает гиппокамп и зубчатую извилину (Синельников, 1996).

Средняя, или промежуточная, кора (мезокортекс) – нижний отдел островковой доли, парагиппокампальная извилина и нижний отдел лимбической области (Синельников, 1996).

Новая кора (неокортекс) занимает 96% поверхности полушарий большого мозга. В отличие от древней и старой коры многослойная. В зависимости от числа слоёв, количества, размеров, строения и топографии нейронов в коре различают цитоархитектонические поля (рис. 1, 2), обеспечивающие реализацию специфических функций (Саркисов, 1964).

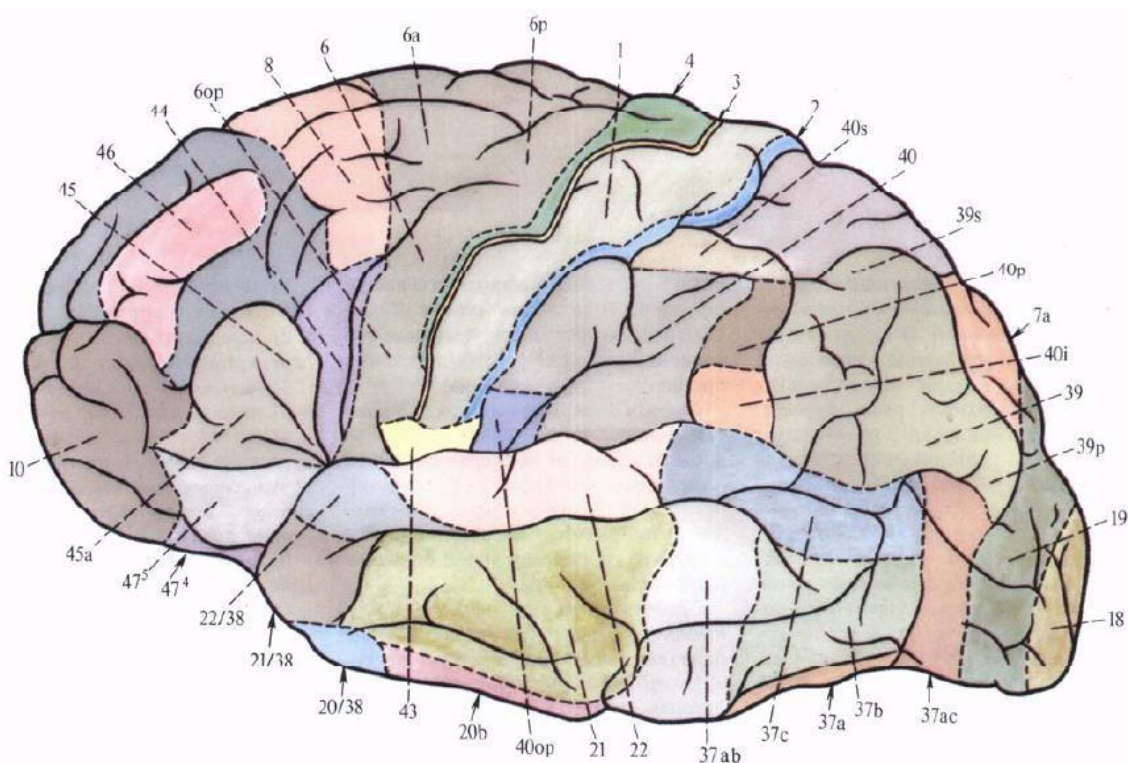


Рис. 1. Цитоархитектонические поля коры полушарий большого мозга (верхнелатеральная поверхность) (из Синельников, 1996).

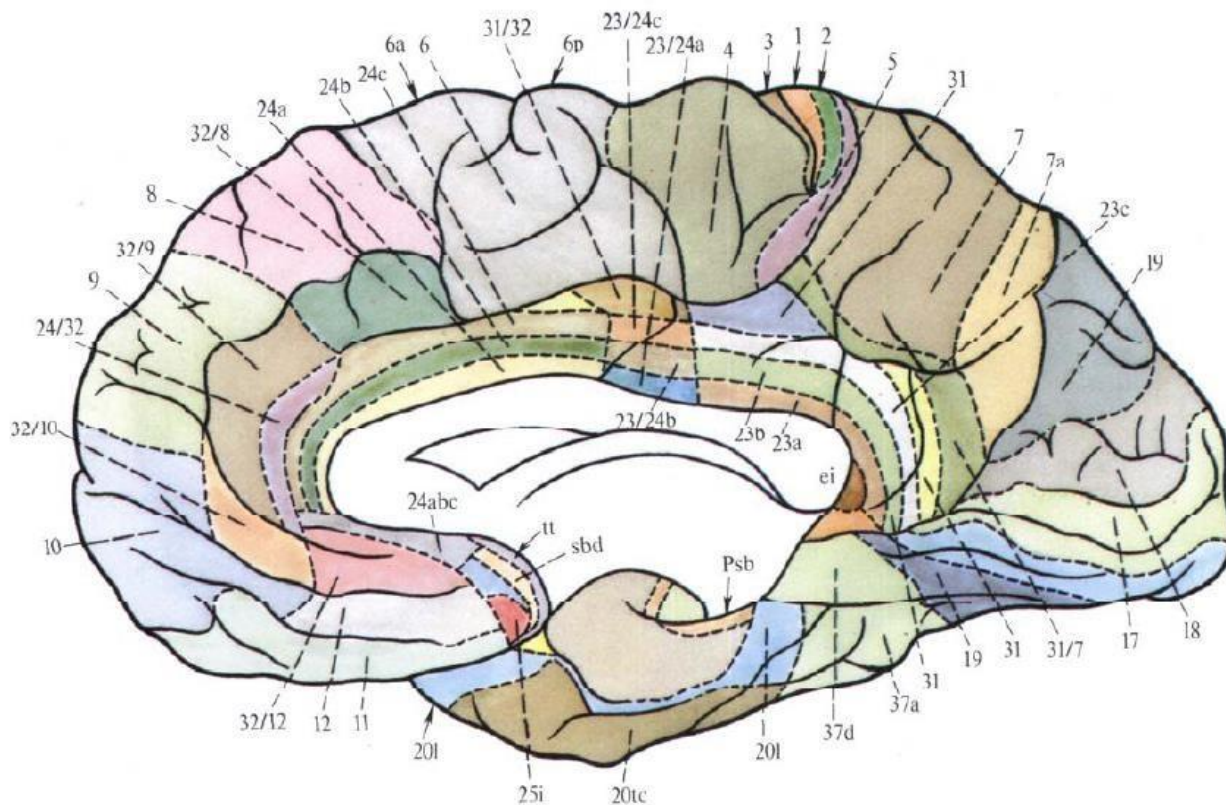


Рис. 2. Цитоархитектонические поля коры полушарий большого мозга (медиальная поверхность) (из Синельников, 1996).

Функции зрительной коры. Зрительная кора делится на несколько областей, каждая из которых выполняет схожие функции, связанные со зрением. Например, макула или жёлтое пятно отвечает за остроту зрения. Или, например, поле Бродмана 18, отвечающее за анализ зрительного образа. Также зрительная кора содержит в себе т.н. Х-клетки, передающие точные зрительные сигналы и частично отвечающие за цветное зрение. Существуют и т.н. ганглиозные У-клетки, от которых по крупным волокнам зрительного нерва передаётся сигнал о положении тела в пространстве.

Помимо этого, в первичной и частично во вторичной зрительной коре содержатся т.н. цветные шарики, отвечающие за декодирование цвета.

Вообще, зрительную кору можно разделить на 6 отделов, каждый из которых так же будет выполнять функции, связанные со зрением. Например, 4-ый отдел зрительной коры отвечает за корреляцию изображений, полученных с обоих глаз, а также помогает человеку определять примерное расстояние до наблюдаемых объектов. Также, зрительная кора определяет не только существование линий и границ в разных областях изображения на сетчатке, но также и ориентацию каждой линии или границы, т.е. расположены ли они

вертикально, горизонтально или под определенным углом. К тому же, зрительная кора способна, за счёт взаимодействия некоторых нервных клеток, интерпретировать цвета и оттенки.

Функции слуховой коры. Слуховую кору принято подразделять на первичную слуховую кору и ассоциативную слуховую кору. И в первичной, и в ассоциативной слуховой коре были обнаружены 6 тонотопических карт (скопление нервных клеток, «связывающие» обработанный слуховыми рецепторами звуковой сигнал с другими нервными клетками). Каждая карта настроена на восприятие звукового сигнала с определённой частотой; также карты отвечают за возможное направление исходного звука, физическое ощущение высоты звуков и т. п.

Полагают, что ассоциативная слуховая кора, подобно тонотопическим картам, может «связывать» разные звуковые частоты друг с другом или звуковую информацию с информацией от других сенсорных областей коры.

Также слуховая кора особенно важна для распознавания тональных и последовательных звуковых образов.

Функции ассоциативной коры. Ассоциативная кора имеет такое название в связи с тем, что она получает и анализирует сигналы от разных регионов моторной и сенсорной областей, а также подкорковых структур. Ассоциативная кора делится на несколько областей, каждая из которых отвечает за анализ смыслового значения деятельности. Например, теменно-затылочно-височная область, отвечающая за анализ смыслового значения сигналов от всех окружающих сенсорных областей. Или область Брока, отвечающая за формирование членораздельных слов. Или область Вернике, отвечающая на анализ и понимание речи, а также за интеллектуальное развитие.

1.2. Электроэнцефалография как метод изучения электрической активности мозга

Даже при быстром развитии технологий нейровизуализации наиболее прямые данные о работе живого мозга до сих пор получают во время внутричерепной регистрации электрической активности. Тем не менее, ЭЭГ является одним из передовых методов нейровизуализации сенсорных сигналов. Единственный недостаток метода ЭЭГ заключается в том, что сигналам приходится преодолевать барьер из черепа и тканей и капилляров, находящихся около головного мозга. В связи с этим в процессе нейровизуализации сигналов могут обнаруживаться артефакты.

Легче всего регистрировать ЭЭГ от поверхности кожи головы, однако иногда электрическую активность можно записать от электродов, расположенных прямо на коре

головного мозга. Так же как и при регистрации одиночных клеток, ЭЭГ является в определенной степени прямым методом измерения электрической активности мозга. Но когда десятки миллиардов корковых нейронов разряжаются с частотой 10 Гц, получается несколько триллионов событий в секунду. Именно поэтому необработанные записи ЭЭГ очень трудно понимать, и до разработки мощного компьютерного анализа их было невероятно сложно интерпретировать.

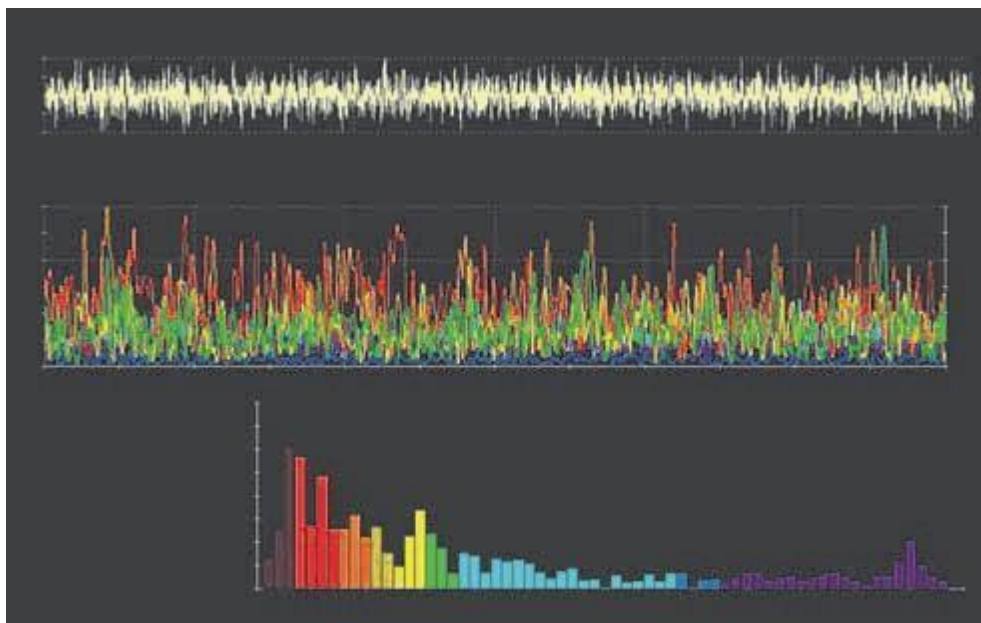


Рис.3 Регулярные ритмы в разных областях мозга.

Анализ Фурье — метод, позволяющий разлагать на составные части плотность (или мощность) регулярных волн, которые не видны в шумных записях ЭЭГ. Графики демонстрируют результирующие кривые мощности. Согласно данному источнику, наибольшая мощность альфа-активности сосредоточена в затылочной коре, тогда как наибольшая мощность тета-ритма наблюдается в лобной коре. Считается, что тета-активность отражает фронтально-гиппокампальные взаимодействия во время извлечения информации из долговременной памяти. Гамма-активность распространена повсеместно в мозге и отражает функциональные взаимодействия между различными регионами мозга во время активного бодрствования. Цвета отражают различные частотные диапазоны.

Вообще, частотные диапазоны ЭЭГ подразделяют на 5 основных ритмов: альфа, бета, тета, гамма и дельта.

Дельта-ритм — медленноволновая активность, характерная для глубокого, бессознательного сна.



Рис.4 Графическая интерпретация дельта-ритма.

Тета-ритм наблюдается во время некоторых стадий сна и в состояниях спокойной концентрации, например медитации. Также отмечено его появление при выполнении некоторых задач на кратковременную память и во время извлечения информации из памяти.



Рис.5 Графическая интерпретация тета-ритма.

Альфа-активность преимущественно возникает в затылочных областях мозга во время спокойного бодрствования с закрытыми глазами. И наоборот, альфа-активность подавляется при открывании глаз, а также при дремотных состояниях и сне.



Рис.6 Графическая интерпретация альфа-ритма.

Бета-волны, как правило, ассоциируют с нормальным сознательным бодрствованием, часто активным, работающим состоянием или усиленным мышлением и активной концентрацией внимания.



Рис.7 Графическая интерпретация бета-ритма.

Гамма-волны характеризуют наиболее активную деятельность мозга.

Наблюдаются во время семантического (мыслительного) процесса или во время осознания какого-либо явления. Также заметны при БДГ-сне (сне с быстрым движением глаз).



Рис.8 Графическая интерпретация гамма-ритма.

Природа электрической активности мозга. Электрическая активность обусловлена передачей определённых электрических сигналов через аксоны нервных клеток (нейронов). В состоянии покоя внутренняя часть нейрона – протоплазма – имеет т.н. потенциал покоя (ПП), характеризующийся напряжением в -70 мВ. Он обусловлен разностью концентраций ионов Na^+ во внешней среде и ионов K^+ и Cl^- в протоплазме нейрона. Если мембрана нейрона деполяризуется в диапазоне от -70 до -40 мВ, то по достижении определённого порога нейрон отвечает коротким по длительности импульсом длительностью в 1 мс; как следствие, возникает потенциал действия (ПД). ПД является основным механизмом передачи информации на большие расстояния между нейронами.

Распространение нервного импульса между нейронами осуществляется следующим образом: ПД, возникающий на каком-то участке нервного волокна одного нейрона за счёт энергии клетки деполяризует другие нейроны, за счёт чего распространяется по нервному волокну. Согласно теории о распространении нервных импульсов, эта деполяризация

локальных токов является основным фактором, ответственным за распространение нервного импульса. Собственно, передача по нейронам потенциала действия и является причиной возникновения спонтанных сигналов ЭЭГ.

Система наложения электродов. Для более точного измерения электрической активности головного мозга была придумана международная система наложения электродов «10-20%».

При наложении электродов используют декартову систему координат: по осям X, Y, Z. Ось X проходит от выступающей костной точки затылочного бугра до переносицы; Ось Y – параллельно линии, соединяющей слуховые проходы; Ось Z – от базиса к вертексу (темени). Т.к. в данном исследовании использовался непрофессиональный датчик ЭЭГ, то координаты электродов не соответствовали международным стандартам и являлись лишь приблизительными.

1.3. Регистрация электрической активности мозга с помощью датчика ЭЭГ и набора-конструктора «Юный нейромоделист»

Нейровизуализация сенсорных сигналов осуществлялась с помощью программы визуализатора Vitronics-studio, которая позволяла получать данные об уже обработанных ритмах ЭЭГ головного мозга.

В каждое окно графиков посылаются определенные данные, например, значения получаемые с датчика. При получении данных в каждом окне графика происходит последовательность вычислений. Для изменения настроек этих вычислений каждый тип вычисления имеет своё представление в окне – «элемент обработки». Элемент в окне графика показывается с помощью иконки в верхнем левом углу, а иногда еще и на самом окне графика. Выглядит это, например, так:

Вкладка «ЭЭГ» (рис. 28) - представляет данные с датчика ЭМГ (1) и фурье спектр данных (2).

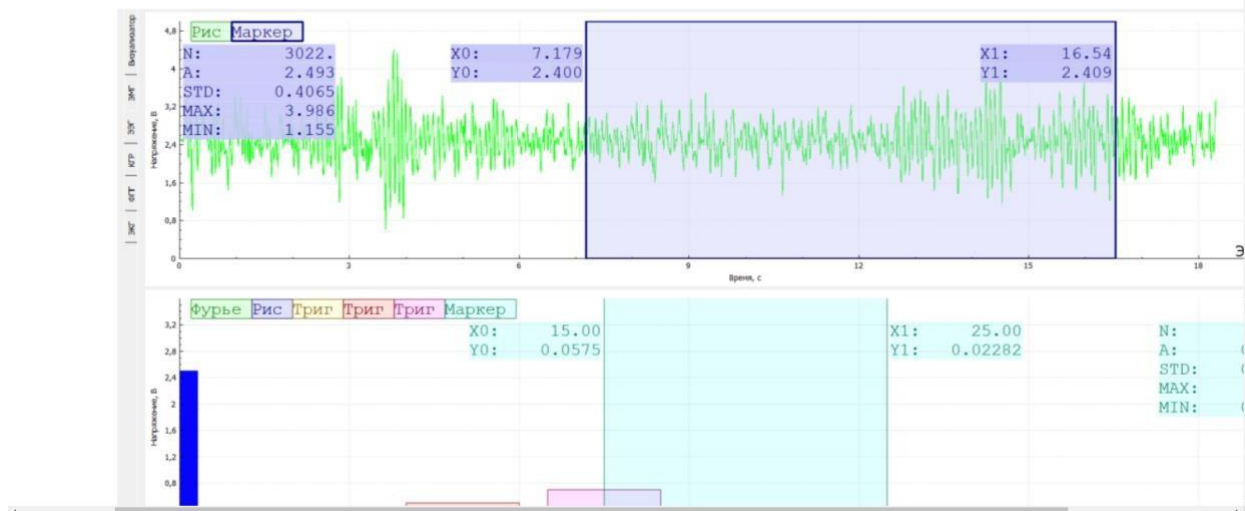


Рис.9.Графическая интерпретация сигналов ЭЭГ головного мозга.

ит это например так:

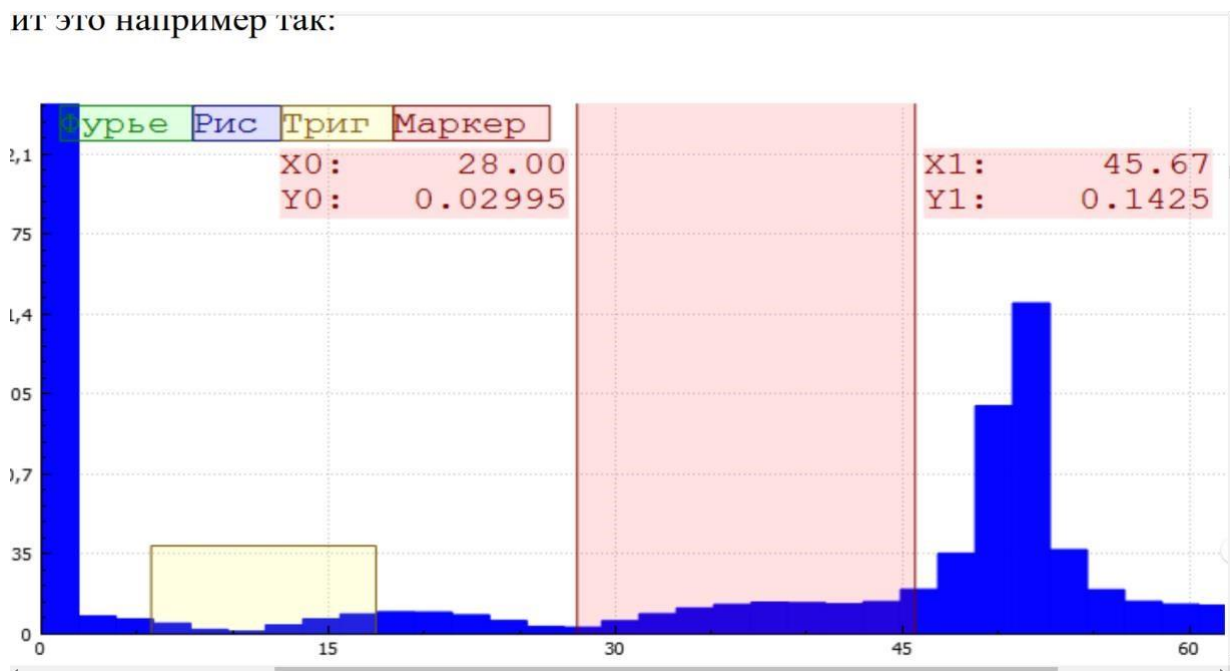


Рис.10 Фурье-спектр.

В данном окне есть следующие объекты:

- элемент «Фурье», который делает Фурье-преобразование данных (показывает спектр сигнала);

- элемент «Рис», который отрисовывает полученный Фурье-спектр в окне графика;
- элемент «Триггер», который включается при превышении интенсивности на ограниченном отрезке;
- элемент «Маркер», который представляет собой две вертикальные линии (маркеры); и производит расчеты на участке графика между ними.

Элементы «Фурье» и «Рис» показаны только иконкой, а элементы «Триггер» и «Маркер» имеют дополнительное представление в виде прямоугольной области, которая показывает на какую часть графика действует этот элемент. Все эти элементы в порядке очереди обрабатывают привязанные к графику данные. Как вы могли заметить, элементы обработки могут не только производить расчеты, но и выполнять некоторые действия, например, отправлять команды на COM порт. При получении новых данных в этом окне графика по порядку происходит следующее: - элемент «Фурье» первый получает данные, преобразует их в Фурье-спектр частот и передает его в элемент «Рис» - элемент «Рис» рисует этот спектр в окне графика и передает данные следующему элементу - элемент «Триг» проверяет, не выходит ли график за пределы его прямоугольника; если выходит – то он посылает предупреждение - элемент «Маркер» берет часть графика между своими границами и считает на этой части различные статистические показатели: число точек, среднее значение и т.п. и показывает пользователю эти числа в окне графика.

С помощью набора-конструктора «Юный нейромоделист» был собран сам датчик ЭЭГ, представляющий собой: гальваническую развязку; плату, на которой находился модуль ЭЭГ, соединённый с платой Arduino и, собственно, датчик ЭЭГ, представляющий собой ремешок с двумя электродами.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Материалы и оборудование

Как уже говорилось ранее, основным оборудованием служил набор-конструктор «Юный нейромоделист», а также устройство, на котором была установлена программа визуализатор Bitronics-studio.

В набор-конструктор «Юный нейромоделист» входит:

- Гальваническая развязка
- Две батарейки
- Ремешок с электродами (датчик ЭЭГ)
- Плата Arduino
- Провода, транзисторы, электроды
- Модуль ЭЭГ

Из данных компонентов была собрана система передачи сенсорных сигналов в программу-визуализатор Bitronics-studio.

2.2 Методика исследования

Датчик ЭЭГ (ремешок с электродами) предлагалось надеть 4-ём испытуемым, после чего осуществлялся перенос данных с Фурье-спектора в таблицу для анализа данных.

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

3.1. Предварительный анализ данных

Данные электрической активности коры полушарий большого мозга исследуемого №1 представлены в таблице 1. Большое среднее квадратическое отклонение не позволяет получить надёжный доверительный интервал для α -, θ - и δ -ритмов (то же характерно для всех исследуемых; см. табл. 2, 3, 4). Однако, для β -ритма доверительный интервал оказался достаточным для проведения сравнений.

Для первого испытуемого были выявлены достоверные сдвиги β -ритма в височной коре как левого, так и правого полушария: в левом полушарии амплитуда уменьшилась, а в правом увеличилась. В других областях коры сдвигов не наблюдалось.

Таблица 1.

Электрическая активность коры, мкВ ($M \pm \Delta$) (исследуемый №1)

	Ритм при открытых глазах				Ритм при закрытых глазах			
	α	β	θ	δ	α	β	θ	δ
Затылочная кора	0,070± 0,036	0,060± 0,009	0,050± 0,200	0,030± 0,013	0,111± 0,052	0,045± 0,008	0,040± 0,012	0,520± 1,000
Лобная кора	0,020± 0,060	0,018± 0,004	0,080± 0,022	0,020± 0,013	0,009± 0,009	0,006± 0,016	0,060± 0,028	0,200± 0,176
Височная кора (левое полушарие)	0,030± 0,020	0,070± 0,022	0,170± 0,030	0,120± 0,054	0,050± 0,030	0,020± 0,022	0,220± 0,068	0,080± 0,044
Височная кора (правое полушарие)	0,100± 0,034	0,030± 0,006	0,060± 0,045	0,150± 0,120	0,240± 0,045	0,200± 0,005	0,130± 0,072	0,240± 0,108
Теменная кора	0,040± 0,013	0,030± 0,009	0,040± 0,060	0,030± 0,018	0,090± 0,032	0,030± 0,010	0,060± 0,022	0,024± 0,013

Таблица 2.

Электрическая активность коры, мкВ (M±Δ) (исследуемый №2)

	Ритм при открытых глазах				Ритм при закрытых глазах			
	α	β	θ	δ	α	β	θ	δ
Затылочная кора	0,090± 0,012	0,020± 0,003	0,090± 0,012	0,030± 0,018	0,200± 0,094	0,030± 0,006	0,100± 0,032	0,070± 0,045
Лобная кора	0,030± 0,014	0,020± 0,006	0,470± 0,800	0,080± 0,022	0,040± 0,014	0,018± 0,006	0,050± 0,016	0,050± 0,016
Височная кора (левое полушарие)	0,050± 0,019	0,050± 0,009	0,100± 0,040	0,050± 0,062	0,140± 0,032	0,040± 0,092	0,030± 0,024	0,070± 0,045
Височная кора (правое полушарие)	0,060± 0,026	0,020± 0,003	0,100± 0,036	0,050± 0,072	0,080± 0,026	0,020± 0,006	0,400± 0,045	0,090± 0,054
Теменная кора	0,080± 0,026	0,020± 0,006	0,070± 0,020	0,100± 0,026	0,150± 0,044	0,030± 0,006	0,120± 0,040	0,080± 0,036

Для второго испытуемого (таблица 2) также были выявлены достоверные сдвиги β -ритма в затылочной коре; амплитуда немного увеличилась при закрытых глазах. В других областях коры сдвигов не наблюдалось.

Таблица 3.

Электрическая активность коры, мкВ (M±Δ) (исследуемый №3)

	Ритм при открытых глазах				Ритм при закрытых глазах			
	α	β	θ	δ	α	β	θ	δ
Затылочная кора	0,050± 0,014	0,025± 0,005	0,040± 0,016	0,070± 0,026	0,050± 0,014	0,025± 0,004	0,030± 0,008	0,030± 0,018
Лобная кора	0,040± 0,010	0,035± 0,005	0,100± 0,045	0,100± 0,045	0,060± 0,002	0,050± 0,010	0,050± 0,026	0,040± 0,036
Височная кора (левое полушарие)	0,030± 0,013	0,040± 0,009	0,080± 0,030	0,080± 0,036	0,030± 0,006	0,040± 0,009	0,050± 0,038	0,100± 0,036
Височная кора (правое полушарие)	0,030± 0,012	0,025± 0,004	0,080± 0,038	0,300± 0,080	0,030± 0,009	0,025± 0,004	0,090± 0,030	0,070± 0,036
Теменная кора	0,020± 0,009	0,006± 0,002	0,040± 0,016	0,040± 0,018	0,030± 0,009	0,007± 0,002	0,030± 0,016	0,040± 0,018

У третьего испытуемого (таблица 3) также были обнаружены достоверные сдвиги β -ритма в лобной коре; амплитуда увеличилась. В других областях коры сдвигов не наблюдалось.

Таблица 4.

Электрическая активность коры, мкВ ($M \pm \Delta$) (исследуемый №4)

	Ритм при открытых глазах				Ритм при закрытых глазах			
	α	β	θ	δ	α	β	θ	δ
Затылочная кора	0,050± 0,014	0,015± 0,005	0,080± 0,030	0,080± 0,045	0,200± 0,140	0,040± 0,009	0,080± 0,038	0,050± 0,026
Лобная кора	0,040± 0,014	0,017± 0,003	0,040± 0,038	0,500± 0,480	0,030± 0,014	0,015± 0,005	0,050± 0,015	0,500± 0,480
Височная кора (левое полушарие)	0,050± 0,020	0,020± 0,006	0,080± 0,032	0,400± 0,072	0,060± 0,020	0,020± 0,002	0,150± 0,032	0,100± 0,045
Височная кора (правое полушарие)	0,030± 0,020	0,014± 0,006	0,050± 0,024	0,050± 0,036	0,070± 0,034	0,015± 0,005	0,050± 0,020	0,050± 0,060
Теменная кора	0,060± 0,034	0,018± 0,004	0,040± 0,030	0,500± 0,974	0,110± 0,046	0,015± 0,005	0,050± 0,022	0,530± 0,980

Для четвертого испытуемого (таблица 4) были выявлены достоверные сдвиги β -ритма в затылочной коре; амплитуда возросла. В остальных областях сдвигов не наблюдалось.

Таким образом в условиях данного исследования не обнаружено закономерностей в электрической активности коры.

3.2. Результаты исследования β -ритма

При открытых глазах электрическая активность височной коры левого полушария относительно других областей у всех испытуемых показала максимальное значение (таблица 5).

Электрическая активность затылочной коры при закрытых глазах у 2-х из 4-х испытуемых относительно других областей так же показывала максимальное значение. А у второго и третьего в височной коре левого полушария и лобной коре, соответственно.

Таблица 5.

β-ритм коры исследуемых, мкВ (M±Δ)

	Ритм при открытых глазах				Ритм при закрытых глазах			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Затылочная кора	0,060± 0,009	0,020± 0,003	0,025± 0,005	0,015± 0,005	0,045± 0,008	0,030± 0,006	0,025± 0,004	0,040± 0,009
Лобная кора	0,018± 0,004	0,020± 0,006	0,035± 0,005	0,017± 0,003	0,006± 0,016	0,018± 0,006	0,050± 0,010	0,015± 0,005
Височная кора (левое полушарие)	0,070± 0,022	0,050± 0,009	0,040± 0,009	0,020± 0,006	0,020± 0,022	0,040± 0,092	0,040± 0,009	0,020± 0,002
Височная кора (правое полушарие)	0,030± 0,006	0,020± 0,003	0,025± 0,004	0,014± 0,006	0,200± 0,005	0,020± 0,006	0,025± 0,004	0,015± 0,005
Теменная кора	0,030± 0,009	0,020± 0,006	0,006± 0,002	0,018± 0,004	0,030± 0,010	0,030± 0,006	0,007± 0,002	0,015± 0,005

Данные результаты указывают на различия β-активности при закрытых и открытых глазах.

ВЫВОДЫ

1) Кора конечного мозга выполняет сенсорные, ассоциативные и моторные функции. Зрительная кора, выполняющая первичную и вторичную обработку зрительных сенсорных сигналов, локализована в затылочных долях полушарий конечного мозга. Слуховая кора, выполняющая первичную и вторичную обработку слуховых сенсорных сигналов, локализована в височных долях коры полушарий большого мозга. Ассоциативная кора отвечает за анализ и обработку сигналов, поступающих от разных регионов сенсорных и моторных областей, а также подкорковых структур; локализована в лобной и теменно-височно-затылочной областях.

2) Электрическая активность коры полушарий большого мозга связана с возникновением и распространением ПД (потенциала действия) между нейронами. Основами электроэнцефалографии являются обработка, графическая интерпретация и анализ ритмов ЭЭГ. Всего выделяют 5 основных ритмов ЭЭГ: альфа (8 – 13 Гц), бета (14 – 40 Гц), тета (4 – 8 Гц), гамма (40 – 70 Гц) и дельта (0,5 – 3 Гц).

3) Согласно международной системе наложения электродов «10 – 20%» на соответствующие области полушарий большого мозга испытуемых накладывался датчик ЭЭГ (ремешок с электродами), после чего осуществлялся перенос данных с Фурье-спектора в таблицу для анализа данных.

4) Были проведены исследования 4-х ритмов ЭЭГ: альфа, бета, тета и дельта. Однако по причине большой погрешности измерений не удалось провести достоверного анализа между альфа, тета и дельта ритмами. Зато бета-ритм показал наименьшую погрешность измерений, в связи с чем удалось провести достоверный анализ этого ритма в соответствующих областях коры полушарий большого мозга испытуемых.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Саркисов С.А. Очерки по структуре и функции мозга. – М.: Медицина, 1964. – 308 стр.
2. Синельников Р.Д., Синельников Я.Р. Атлас анатомии человека: учеб. пособие. – 2-е изд., стереотипное. – В 4томах. Т. 4. – М.: Медицина, 1996. – 320 стр.
3. Гнездицкий В.В. Обратная задача ЭЭГ и клиническая электроэнцефалография (картирование и локализация источников электрической активности мозга). – М.: МЕДпресс-информ, 2004. – 624 стр.