

## **Описание анализа ЭЭГ в программе “Синхро-С”**



**ООО «СинКор»  
Санкт-Петербург**

## Общие рекомендации

Сеансы проводятся в полузатемненном, звукоизолированном помещении. Пациент располагается в мягком, удобном кресле или на кушетке. Глаза во время сеанса рекомендуется держать закрытыми. Затем проводится визуальный анализ текущей ЭЭГ и выбираются параметры проведения сеанса: длительность, громкость звука, вид сеанса, тональность звуков (мажор, минор). Длительность сеанса может варьироваться от 1 до 30 минут. Существующие фильтры: норма 1 (вырезаются частоты ниже 1 Гц и выше 33 Гц), норма 2 (ниже 2 Гц и выше 32 Гц), норма 3 (ниже 4 Гц и выше 31 Гц), норма 4 (ниже 6 Гц и выше 30 Гц), тета (ниже 1 Гц и выше 18 Гц), альфа (ниже 4 и выше 21 Гц), бета 1 (ниже 7 и выше 27 Гц), бета 2 (ниже 10 и выше 34 Гц).

После подготовительных процедур запускается программа. В ходе сеанса состояние пациента отслеживается по текущей ЭЭГ, отображенной на экране монитора.

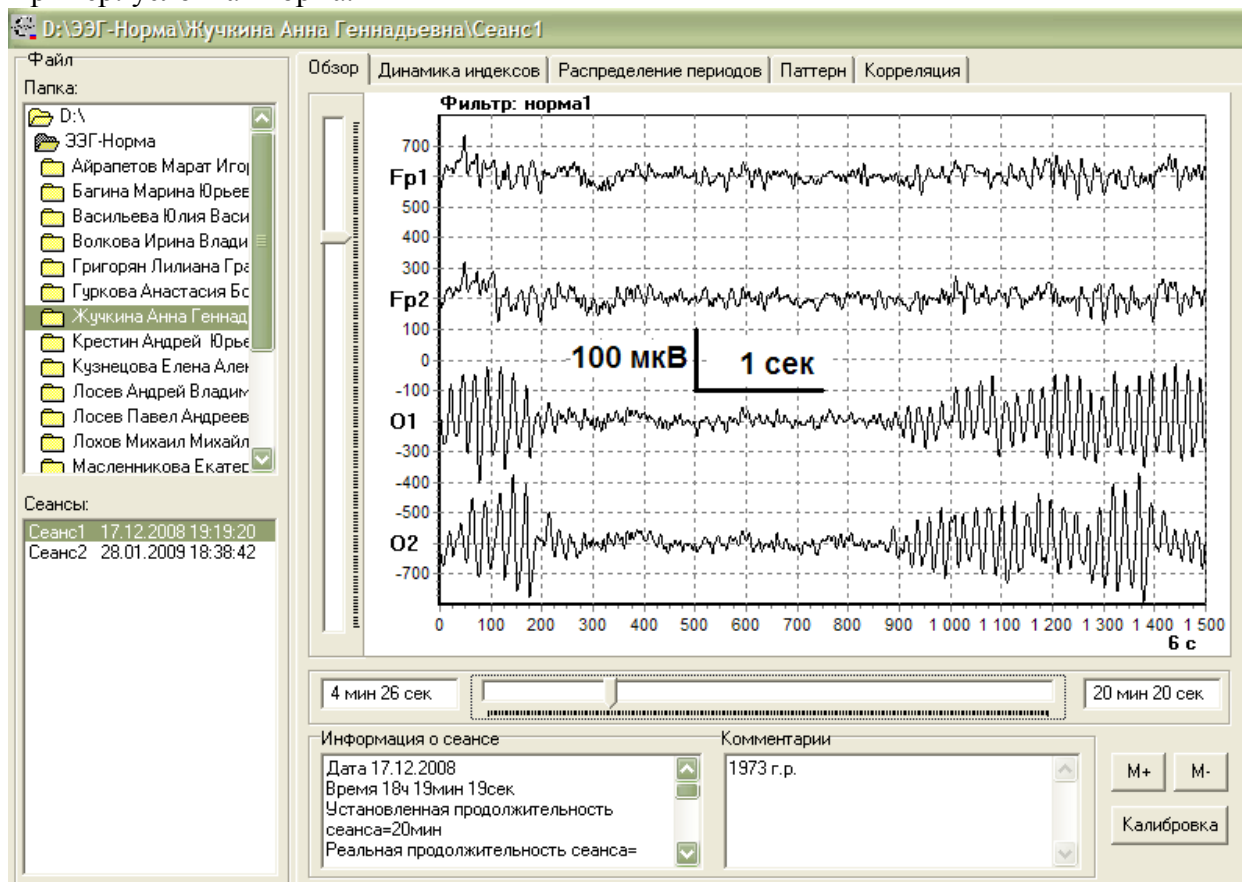
### 1. Обзор

На обзоре можно наблюдать записанную ЭЭГ по 4-м каналам.

Возможности:

1. Просмотр записи ЭЭГ за весь сеанс.
2. Изменение временного масштаба просмотра.
3. Оценка амплитудных параметров ЭЭГ по сравнению с калибровочным сигналом.
4. Грубая оценка частотных параметров ЭЭГ (подсчет количества волн ЭЭГ за 1 секунду).

Пример: условная норма.



Наблюдается хорошо выраженный (амплитуда 130-150 мкВ), правильно распределенный (преобладает в затылочных отведениях, форма веретенообразная) альфа-ритм с частотой 10-12 Гц.

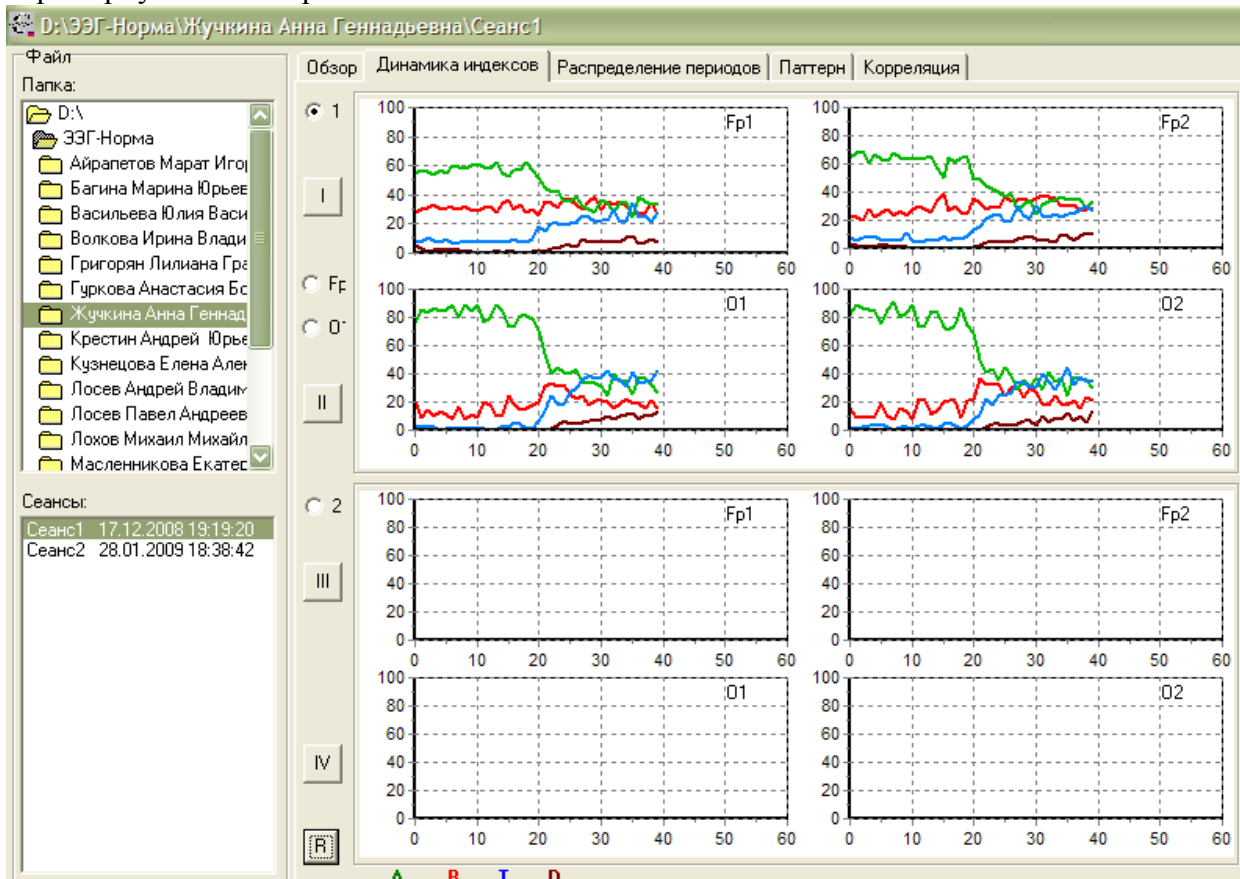
## 2. Индексометрический анализ (динамика индексов).

Данный анализ отображает изменение индексов ритмов ЭЭГ (альфа, бета, тета и дельта) по 4-м каналам за весь сеанс. В данном анализе индекс ритма вычисляется как процент количества волн ЭЭГ принадлежащих альфа, бета, тета или дельта диапазону за 30 секунд записи. По оси "X": номера 30-секундных отсчетов (цифре 10 соответствует промежуток времени в 5 минут). По оси "Y": величина индекса в процентах. Зеленый – альфа индекс, красный – бета индекс, синий – тета индекс, коричневый – дельта индекс.

Возможности:

1. Оценка величин и соотношений индексов.
2. Оценка изменений состояния пациента (по крайней мере, в континууме сон – бодрствование).
3. Визуальная оценка симметрии индексов.

Пример: условная норма.



Исходно преобладает альфа-индекс (норма: 55-80%). В затылочных отведениях альфа-индекс (80%) больше, чем в лобных(60%) (**норма**). Наблюдается симметрия индексов справа и слева (**норма**). В течение сеанса наблюдается изменение состояния пациента: приблизительно с 10-й минуты пациент засыпает. Наблюдается последовательное прохождение стадий засыпания: 1- падение альфа-ритма, 2 – небольшой всплеск бета-ритма с последующим падением, 3 – рост тета-ритма, 4 – рост дельта-ритма. Динамика индексов разворачивается симметрично (**норма**).

Нормальные соотношения индексов в состоянии спокойного бодрствования у взрослых (глаза закрыты): лобные отведения – альфа (30-60), бета (20-40), тета (10-25), дельта (0-7); затылочные отведения – альфа (50-80), бета (10-25), тета (5-25), (0-5).

Справочно для детей (средний возраст 9,5

лет):

(результаты клинических исследований группы здоровых детей):

Средние значения ритмической структуры ЭЭГ у практически здоровых детей

	Затылочные отведения	Лобные отведения
Индекс альфа ритма	59,67±4,37	41,68±1,79
Индекс бета ритма	24,01±2,71	24,45±2,03
Индекс тета ритма	20,38±2,06	19,23±1,29
Индекс дельта ритма	1,89±0,73	3,63±0,81
Значение показателя межполушарной асимметрии	7,98±1,96	9,9±2,04

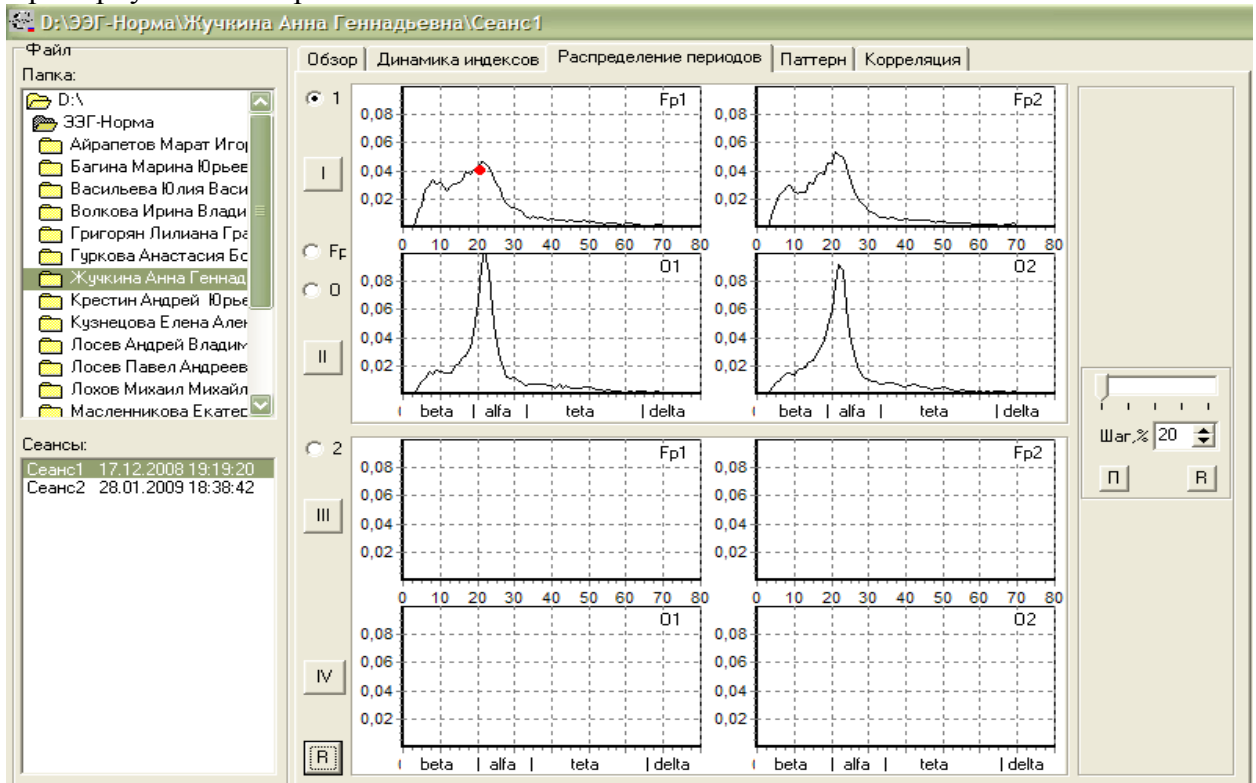
### 3. Периодометрический анализ.

Периодометрический анализ отображает распределение (спектр) периодов (длин) колебаний ЭЭГ по 4-м каналам. По оси “Y” – вероятность (доля) появления колебания за весь сеанс. По оси “X” – длины или величины периодов колебаний (в периодах частоты дискретизации). Таким образом, данный анализ показывает, сколько и каких колебаний появилось в ЭЭГ за весь сеанс. На нижнем графике ось “X” разбита на традиционные диапазоны ритмов ЭЭГ. Если, например, на Fp1 точке “20” на оси “X” соответствует точка 0,04 на оси “Y” (отмечено красной точкой), это означает, что колебаний с периодом 20 было 4 на 100. Период 20 при частоте дискретизации 250 Гц соответствует промежутку времени 80 мс, т.е. соответствует диапазону альфа-ритма. Следовательно, данных волн принадлежащих диапазону альфа-ритма за весь сеанс появилось, в среднем, 4 штуки на 100.

Возможности анализа:

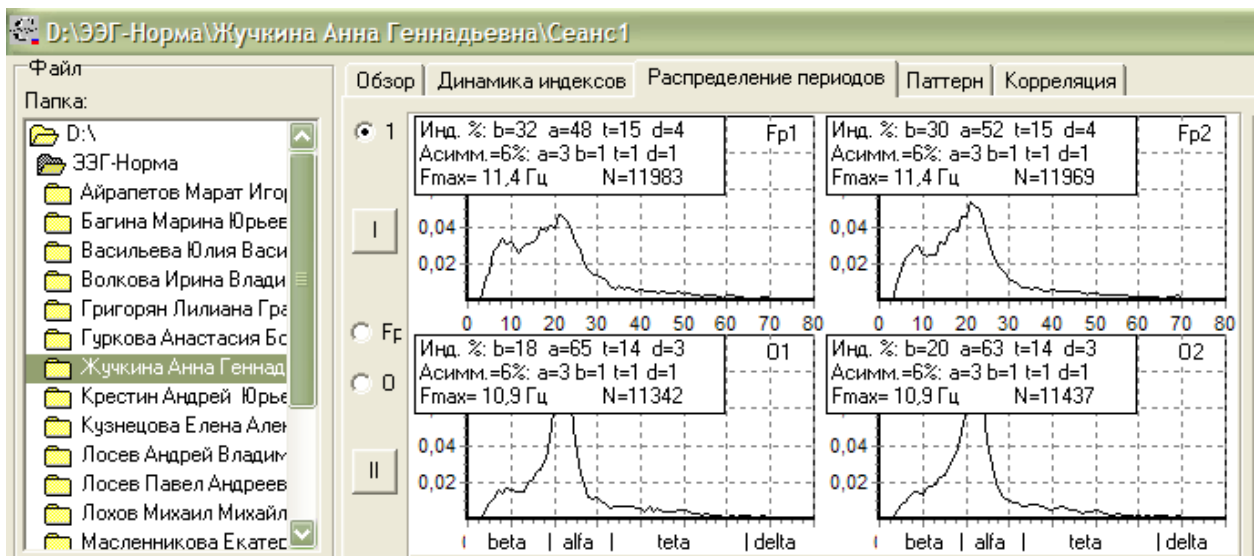
1. Показывает конфигурацию распределения периодов колебаний ЭЭГ. В норме в затылочных отведениях должен наблюдаться выраженный пик в диапазоне альфа-ритма. В лобных отведениях – умеренный пик альфа-ритма.
2. Показывает симметрию распределений периодов ЭЭГ справа и слева. В норме пики справа и слева должны быть симметричны.

Пример: условная норма.



Приведенная форма распределений соответствует норме. Форма распределений гладкая. На распределениях наблюдаются выраженные пики. В лобных отведениях в области бета и альфа-ритмов. В затылочном отведении – в области альфа-ритма. Наблюдается доминирование альфа-ритма в затылочных отведениях. Пики альфа-ритма симметричны.

Значения индексов ритмов, показателей асимметрии и частоты доминирующего ритма отображены в окнах, которые появляются при клике левой кнопки мыши в поле картинки распределений.



Индексы ритмов ЭЭГ за весь сеанс соответствуют **норме**. Асимметрия: 6% (**норма** до 15%).  $F_{max}$  (доминирующая частота) соответствует норме (**норма**:  $10 \pm 2$  Гц). Разница  $F_{max}$  справа и слева отсутствует (**норма**: не более 1 Гц).

#### 4. Паттерновый анализ

Паттерновый анализ отображает усредненный рисунок ЭЭГ (во временной области) по 4-м каналам в диапазонах альфа-, бета-, тета- и дельта-ритмов.

**Методология анализа.** Производится накопление (суммирование) участков ЭЭГ длительностью  $\pm 1$  секунда от моментов времени появления колебания альфа-, бета-, тета- или дельта-диапазона. Накопленные паттерны усредняются по количеству колебаний данного диапазона. По оси «X» – время в периодах частоты дискретизации (цифре 100 соответствует промежуток времени в 400 миллисекунд). Нулю по оси «X» соответствует момент времени появления колебания данного диапазона. Справа от «0» – участок ЭЭГ следующий за данным колебанием. Слева от «0» – участок ЭЭГ предшествующий данному колебанию. Первое колебание справа от «0» отображает усредненную амплитуду, длительность и форму колебаний данного диапазона. Рисунок справа и слева от этого колебания отображает усредненный рисунок ЭЭГ в пределах  $\pm 1$  секунды следующий за данным колебанием и предшествующий данному колебанию.

Возможности анализа:

**1.** Позволяет оценить усредненный рисунок ЭЭГ по 4-м каналам в области альфа-, бета-, тета- и дельта-ритмов.

В норме в области **альфа-диапазона** (зеленый цвет) по всем каналам должны наблюдаться симметричные «веретена». В затылочных отведениях веретена должны быть более выражены, чем в лобных. Период волн в веретене должен соответствовать диапазону альфа-ритма (20-30 отсчетов). В каждой ветви веретена должно быть 5 – 10 колебаний. Меньшее количество волн может свидетельствовать о неустойчивости альфа-ритма, что может быть выражением, например, астеничного состояния или, напротив, повышенной активации коры головного мозга и возбужденного состояния. Большее количество волн может быть выражением слабой модуляции альфа-ритма, что (по трактовке И.А. Святогор) может свидетельствовать о преобладании подкорковых процессов и слабой активации коры головного мозга. Веретена не должны быть искажены какими-либо дополнительными модуляциями, как медленно-волновыми, так и высокочастотными.

В области **бета-ритма** (красный цвет) в норме могут наблюдаться альфа-веретена (однако колебание в точке «0» должно соответствовать бета-диапазону: 10-15 отсчетов) или «ровная линия», или небольшой амплитуды медленная волна. Отклонением от нормы являются «веретена» или следующие друг за другом несколько колебаний бета-диапазона. Обращаем внимание: длина первого колебания (в точке «0») должна быть 10 – 15 отсчетов, но следующие за ним или предшествующие ему должны быть длиннее: 20 и более отсчетов.

В области **тета-ритма** (синий цвет) в норме в точке «0» должны наблюдаться колебания длительностью 35 – 60 отсчетов, окруженные либо «ровной линией», либо альфа-веретенами. В затылочных отведениях альфа-веретена должны быть более выражены, чем в лобных. Обращаем внимание: альфа-веретена должны быть асимметричными относительно точки «0». Ветвь слева (предшествующая тета-колебанию) должна быть более выражена, чем справа. Симметричность альфа-веретена относительно тета-колебания может свидетельствовать об упорядоченности тета-ритма (**не норма**), что может свидетельствовать, например, о незрелости ЭЭГ.

В области **дельта-ритма** (коричневый цвет) в норме в точке «0» должны наблюдаться колебания длительностью 70 – 100 отсчетов, окруженные либо «ровной линией», либо альфа-веретенами, либо хаотичной кривой. Отклонением от нормы являются ярко-выраженные, синусообразные медленные волны, окружающие дельта-колебание.

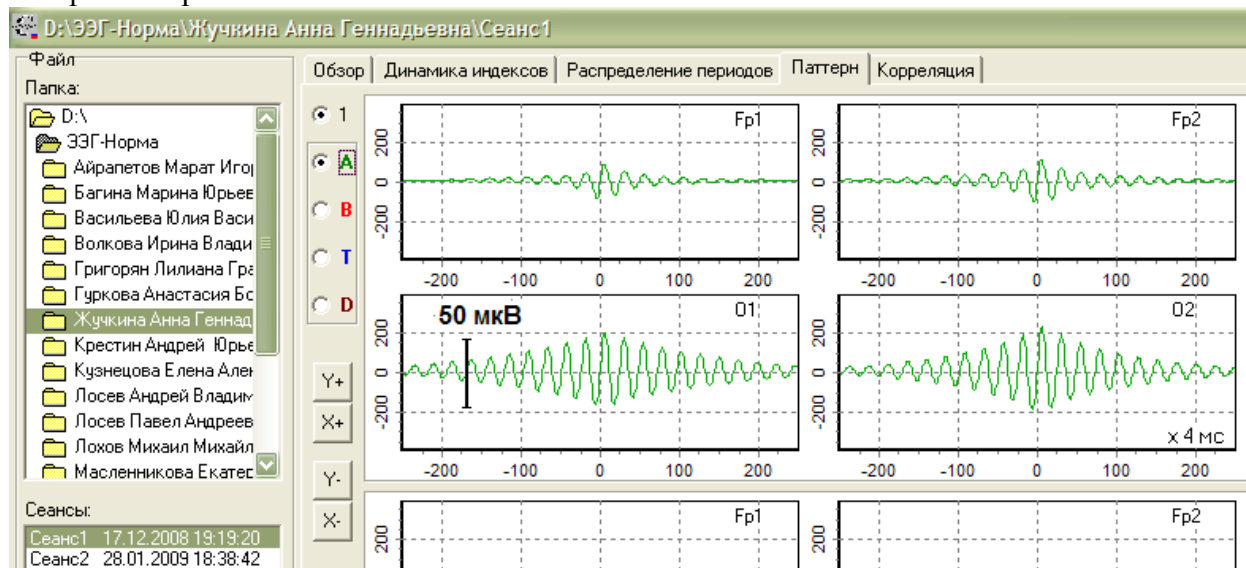
2. Позволяет оценить среднюю амплитуду колебаний разных диапазонов по сравнению с калибровочным сигналом, а также относительно друг друга. Норма (глаза закрыты, спокойное бодрствование): альфа 50-150 мкВ, бета 5 – 20 мкВ, тета 5 – 30 мкВ, дельта 5 – 20 мкВ. Амплитуда альфа-колебания должна быть больше амплитуд колебаний других диапазонов.

3. Позволяет оценить форму колебаний. В норме форма альфа- и бета-колебаний близка к синусоидальной. Форма тета- и дельта-колебаний ближе к пилообразной.

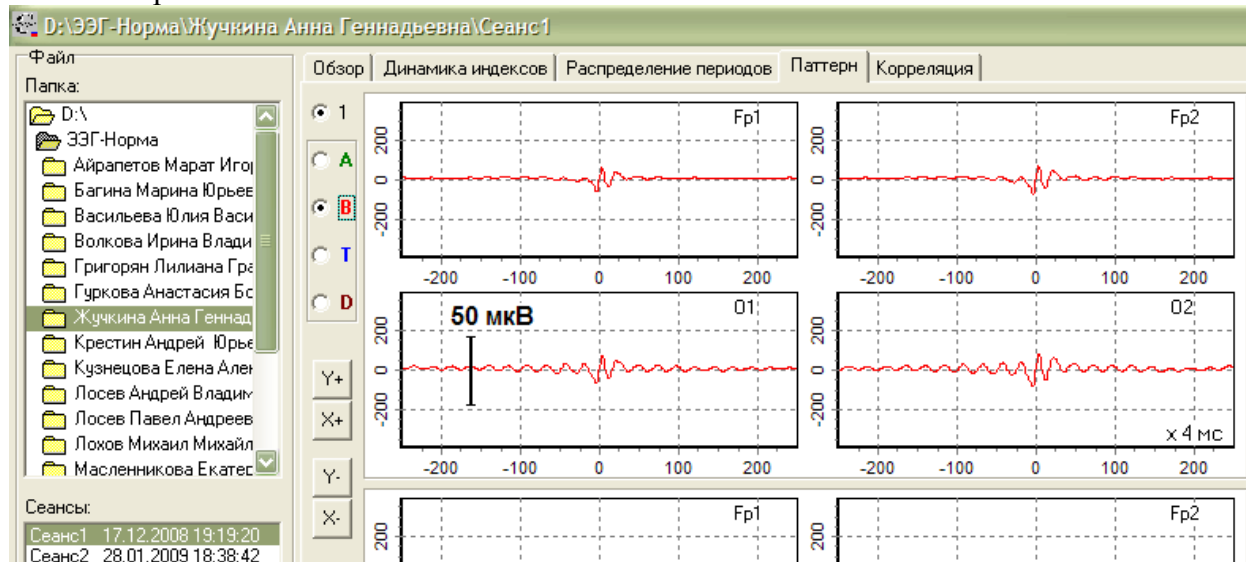
Примечание: во время анализа пользуйтесь кнопками масштабирования (Y+, Y-, X+,X-) и калибровки (K).

Примеры: условная норма.

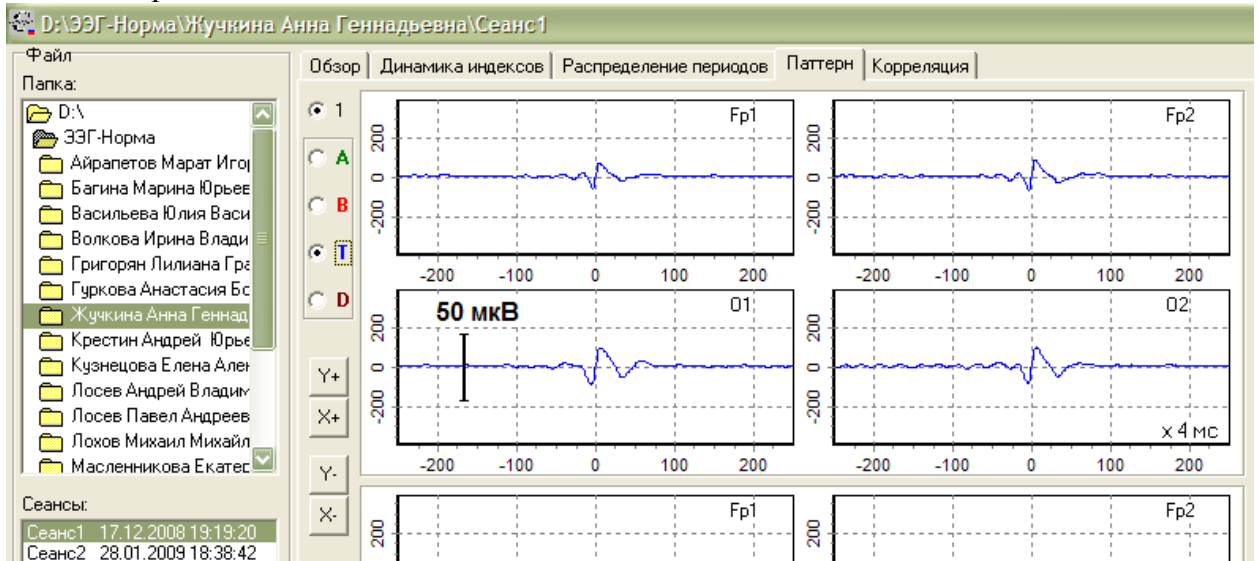
Альфа-паттерн



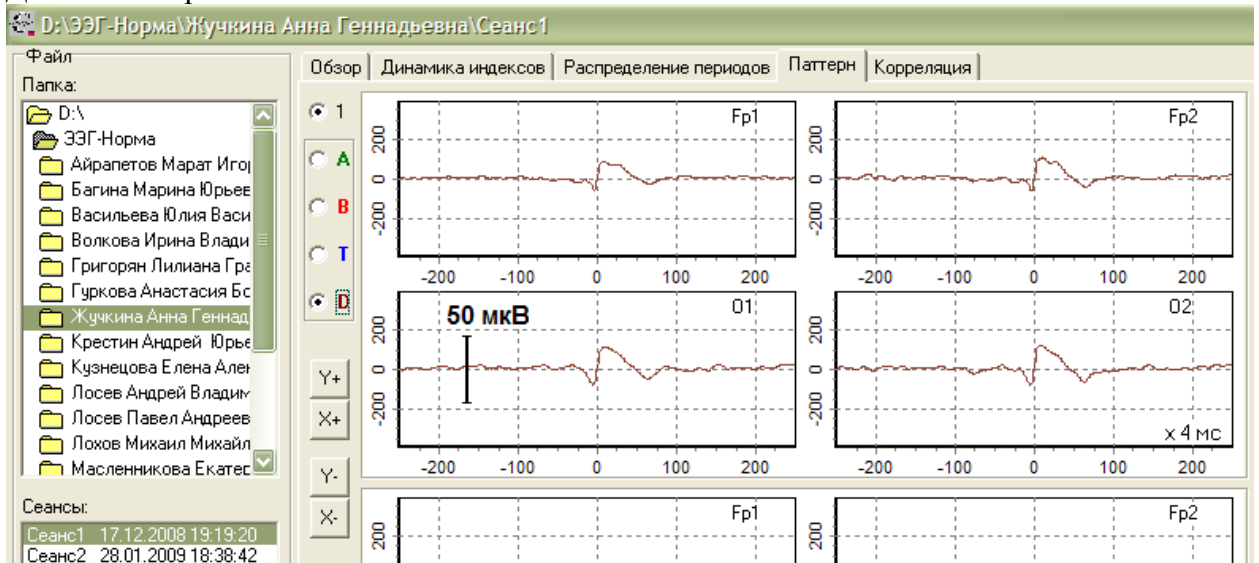
Бета-паттерн



## Тета-паттерн

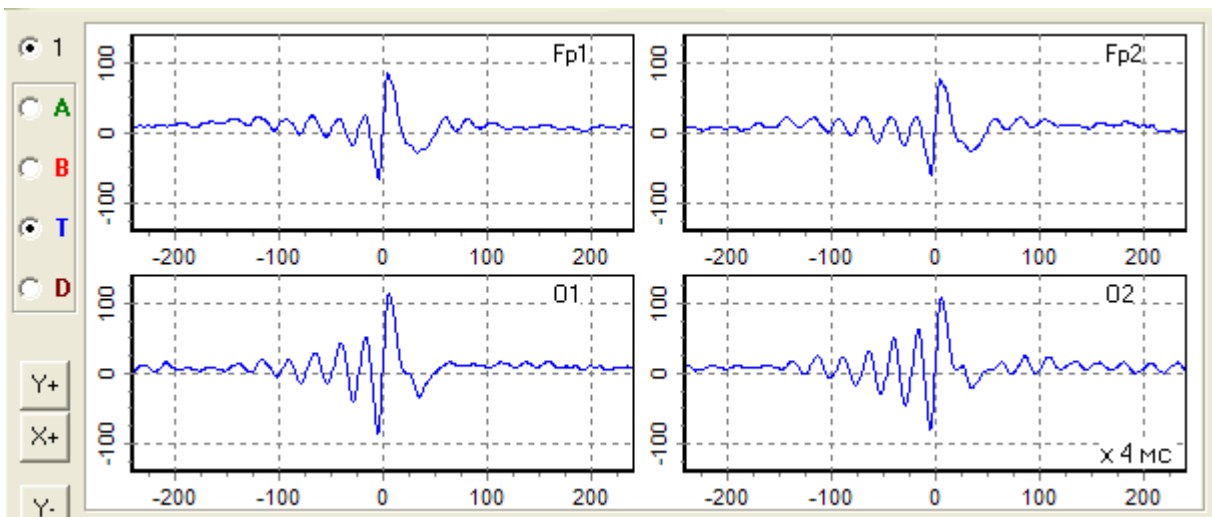


## Дельта-паттерн



Пример2: условная норма  
Ассиметричное веретено в тета-диапазоне





## 5. Корреляционный анализ

Корреляционный анализ отображает характер пространственно-временных взаимодействий между четырьмя точками регистрации ЭЭГ за весь сеанс. В данном варианте анализа характер пространственно-временных взаимодействий определяется как сила связи процессов (точек регистрации ЭЭГ) и их временных соотношений (опережающий – ведущий, отстающий – ведомый, одновременный - синхронный). Итак, данный анализ отображает динамику силы связи (от 0 до 1) и временные соотношения связи между четырьмя точками регистрации ЭЭГ.

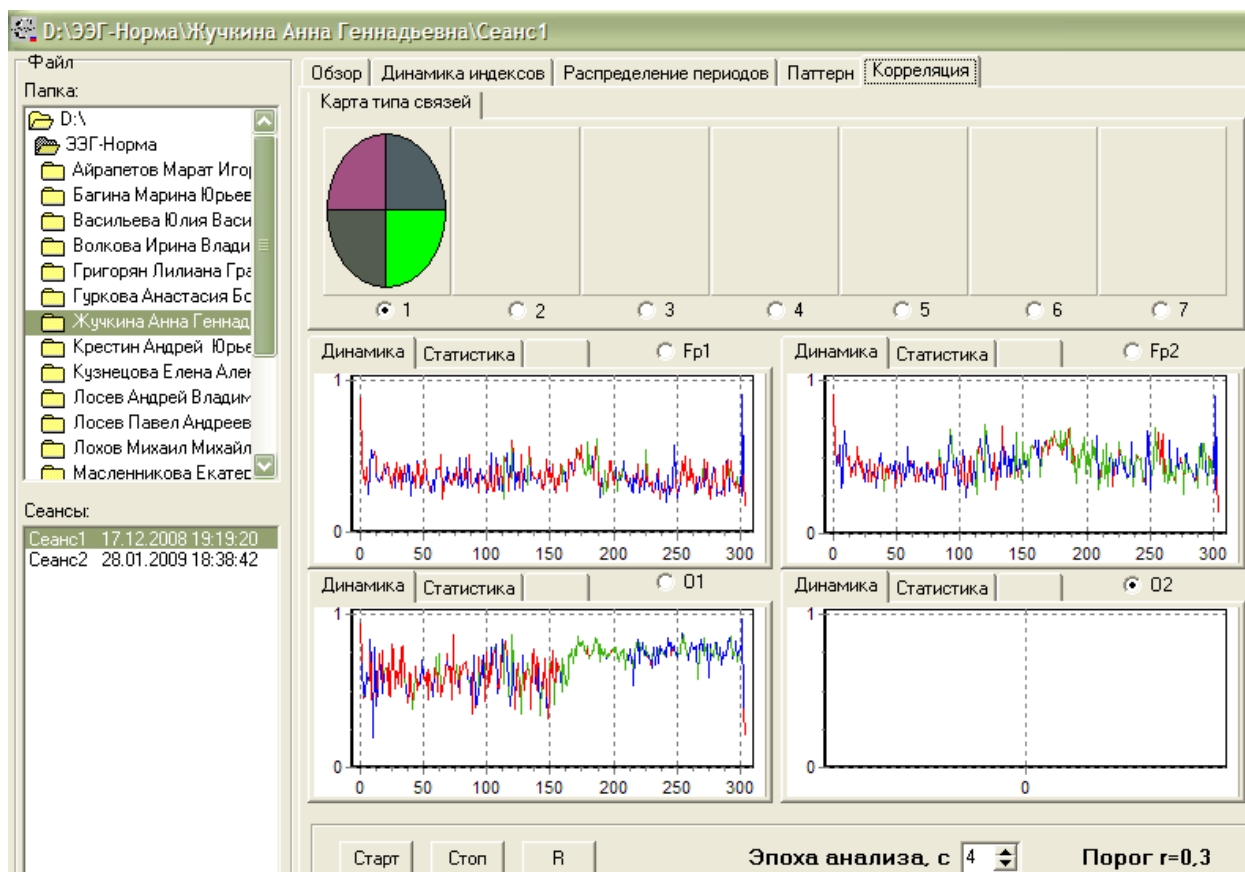
**Методология анализа.** Производится последовательное вычисление кросскорреляционных функций между парами отрезков ЭЭГ (например, O2-Fp1; O2-Fp2, O2-O1) длительностью 4 секунды (если выбрана эпоха анализа 4 секунды) за весь сеанс. По параметрам кросскорреляционных функций (определяется максимальное по модулю значение и временной сдвиг этого значения) производится отображение динамики пространственно-временных взаимодействий между точками регистрации ЭЭГ за весь сеанс. Таким образом, одной точке на графике соответствует результат анализа пар ЭЭГ длительностью 4 секунды. Следовательно, по оси «X» - номера 4-х секундных отрезков ЭЭГ. По оси «Y» - модуль коэффициента кросскорреляции, где цветом обозначен характер временных соотношений. **Синий** – процесс **ведущий** относительно опорного процесса; **красный** – процесс **ведомый** относительно опорного процесса; **зеленый** – процесс **синхронен** опорному процессу. Опорный процесс (по отношению к которому производится измерение характера взаимодействий) определяется точкой в соответствующем окне. График опорного процесса не отображается, так как он всегда зеленого цвета на уровне «1», что означает: данный процесс всегда синхронен самому себе с максимальной силой – 1.

Возможности анализа:

1. Позволяет оценить динамику и абсолютные значения силы связи между опорным и наблюдаемыми процессами. В окне статистика дается среднее значение модуля коэффициента корреляции и среднее квадратичное отклонение модуля коэффициента корреляции за весь сеанс.

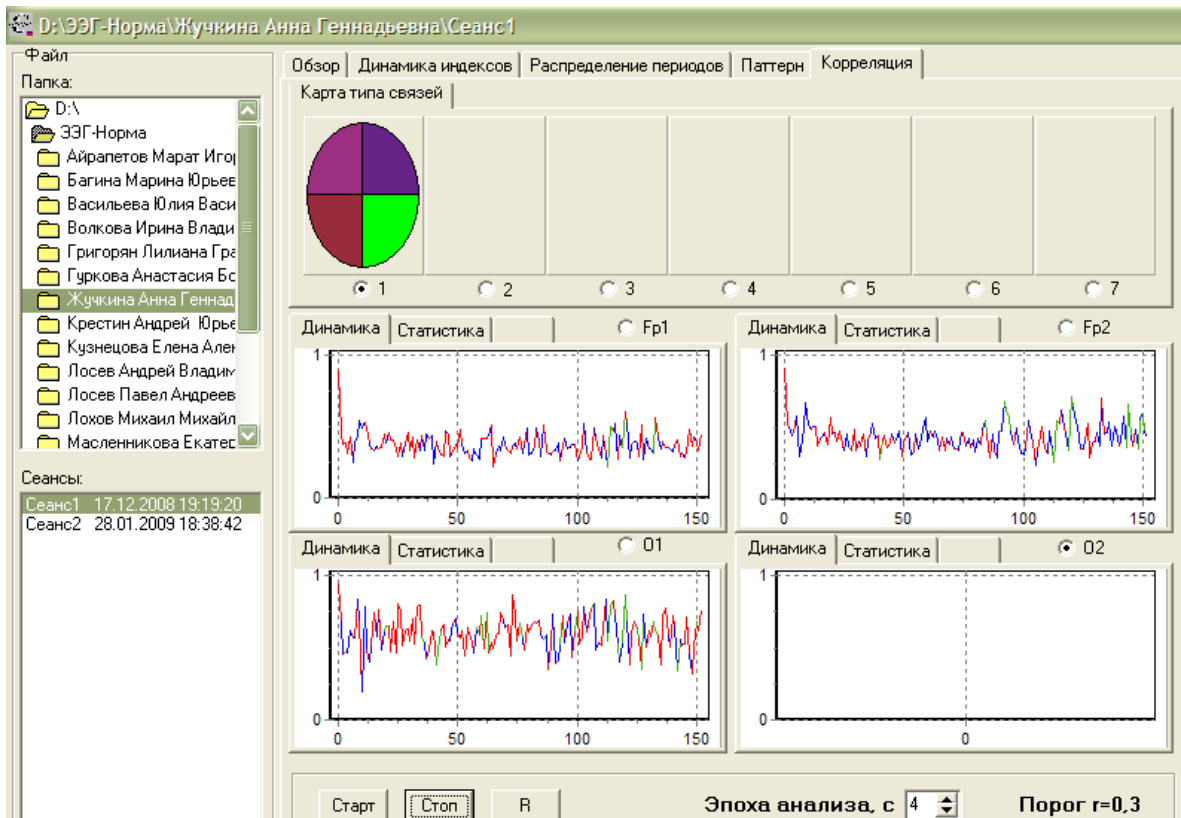
2. Позволяет оценить динамику и профиль временных взаимодействий. В окне статистика даются процентные величины ведущих, ведомых, синхронных и моментов отсутствия связи за весь сеанс. Связь между процессами считается отсутствующей, если сила связи (коэффициент корреляции) меньше 0,3.

Пример: условная норма.

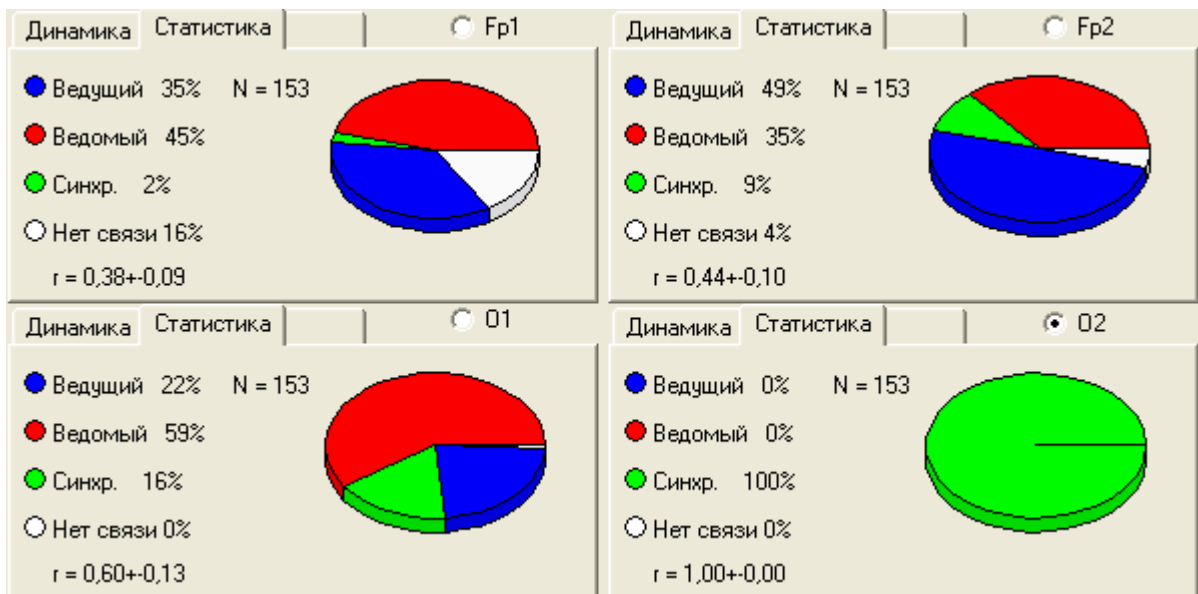


На тетраграмме сверху показан усредненный профиль временных взаимодействий (средний цвет). Опорный процесс всегда отображается зеленым цветом.

Можно видеть, что приблизительно с 150 отсчета (что соответствует промежутку времени в 600 секунд) происходит изменение состояния пациента (характер динамики индексов указывает на засыпание). Следовательно, для более корректных измерений необходимо прервать анализ на 150-м отсчете (воспользуйтесь кнопкой «Стоп»).

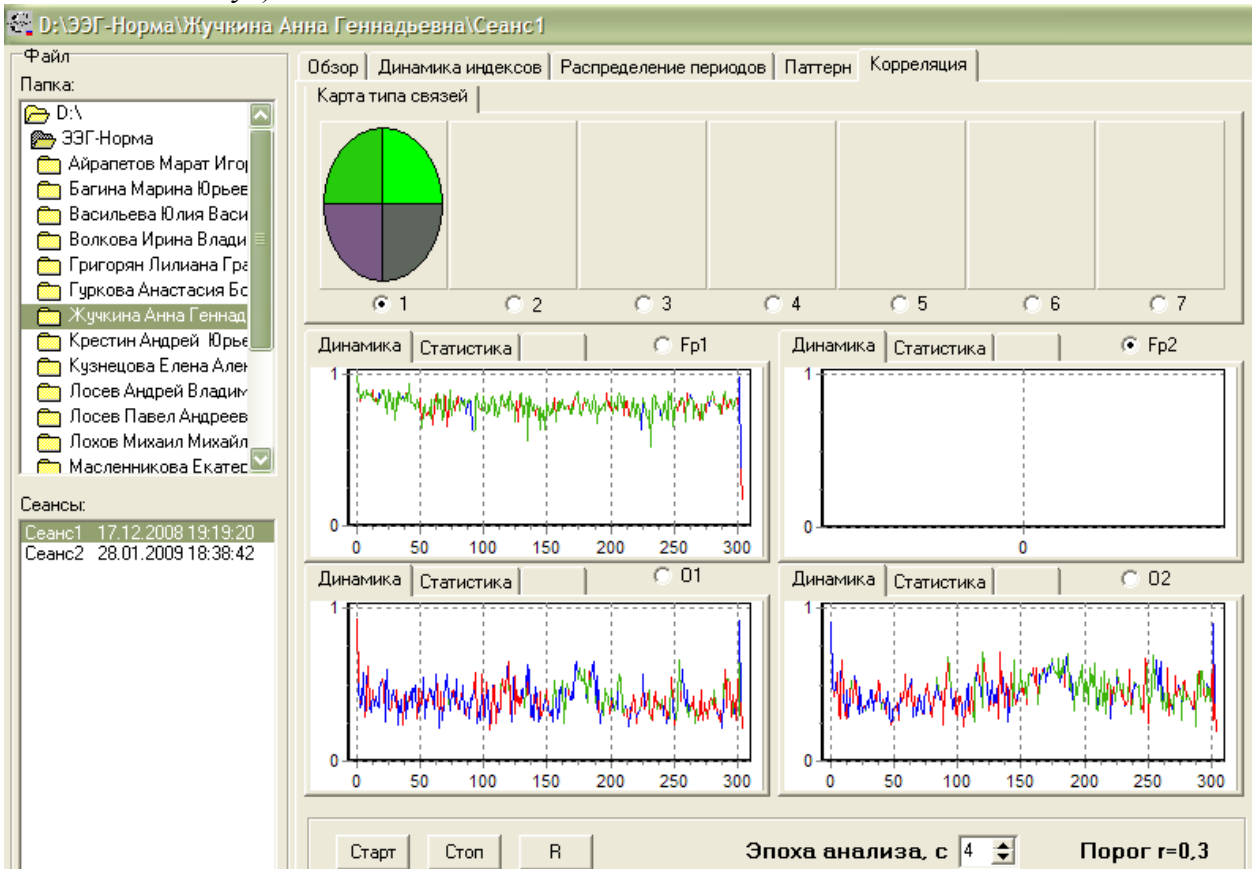


Этой динамике соответствует следующая статистика:

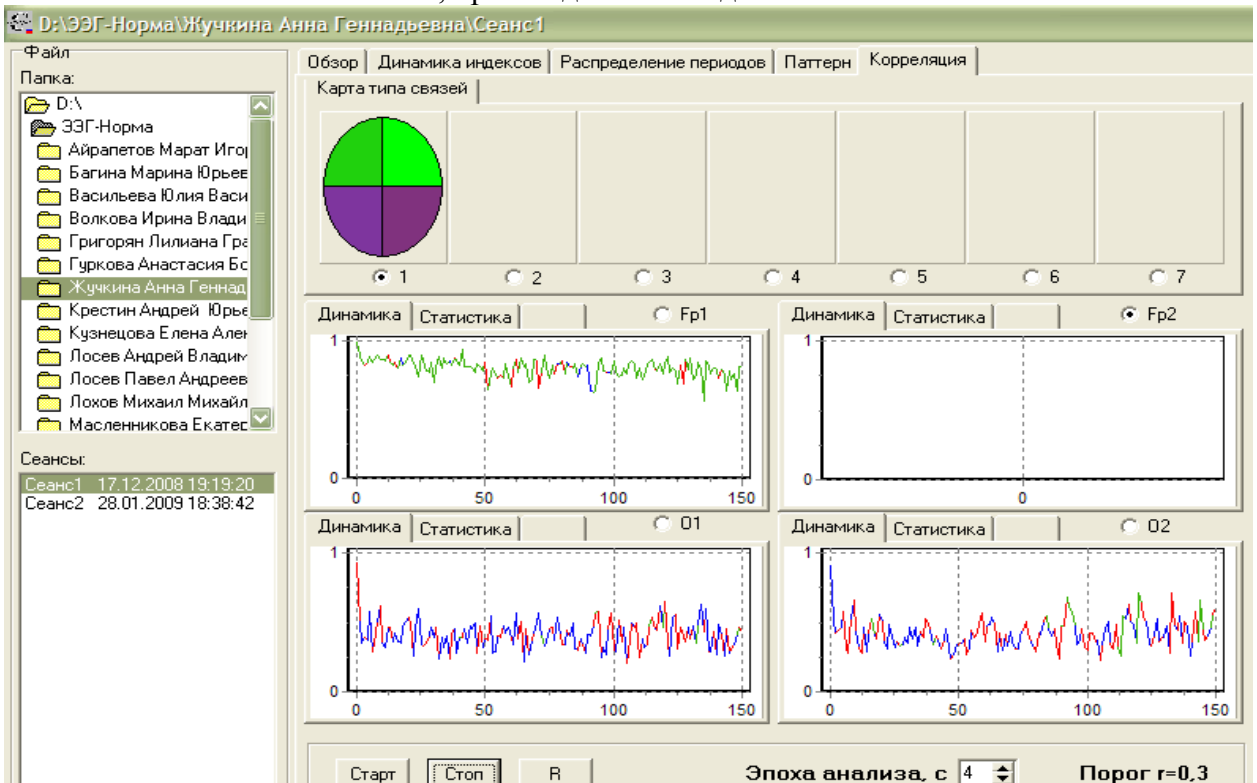


Обращаем внимание: сила связи O2-O1 должна быть больше, чем O2-Fp1 и O2-Fp2. Количество синхронных связей во всех парах должно быть минимальным. В парах O2-Fp1 и O2-Fp2 соотношение ведущих и ведомых связей должно быть примерно одинаковым, но лучше преобладание ведомых связей. В паре O2-O1 должно быть преобладание какого-либо типа связей (но не синхронных), лучше ведомых (по М.И. Лохову)

Рассмотрим ЭЭГ данного пациента с опорной точкой Fp2. (Имеет смысл из всех вариантов в первую очередь рассматривать характер пространственно-временных взаимодействий от точек O2 и Fp2, остальные варианты будут почти зеркальными копиями этих двух).



Учитывая изменение состояния, произведем анализ до 150 отсчета.



Рассмотрим статистику.



Обращаем внимание: в паре Fp2-Fp1 должно быть существенное преобладание синхронных связей – 90 и более % (данный пример не самый лучший). Сила связи не меньше 0,7, девиация не более 0,10. Другими словами, между лобными отведениями должна наблюдаться сильная, стабильная и синхронная связь. Характер взаимодействия между другими парами является почти зеркальным отображением анализа с опорной точкой O2.

Основные моменты характерные для нормы: 1) лобные взаимодействия: сильные (0,7 – 0,9), стабильные(+0,10), синхронные (более 90%); 2) затылочные: средние (0,5-0,7), умеренно динамичные(+0,15), несинхронные; 3) лобно-затылочные взаимодействия: средне-слабые (но не отсутствие связи) (0,3 – 0,55), умеренно динамичные, несинхронные.