

## НейроЛаб ООО, РФ

### Техника контроля состояния здоровья человека Био Мышью

#### Аннотация

Ниже представлена методология по раннему обнаружению заболеваний человека на основе спектрального анализа фотоплетизмограммы (ФПГ) или пульсовой волны первого порядка и статистических показателей стандарта измерения variability сердечного ритма (ВСР). На спектрограммах Фурье ФПГ обнаружены явления согласования частот (для здорового человека) и рассогласования частот (для лиц с признаками заболевания) на фоне существенно меняющихся статистических данных математического анализа ВСР. Указанные маркеры стандарта измерения ВСР и спектральная особенность сигнала ФПГ могут оказаться полезными для диагностики заболеваний на ранних стадиях.

Подробнее <https://cloud.mail.ru/public/4ezZ/z1YxF3QQz>

#### 1. Норма в показателях здоровья человека

На рисунке 1 представлена ФПГ практически здорового человека или типовой вид ФПГ сигнала.

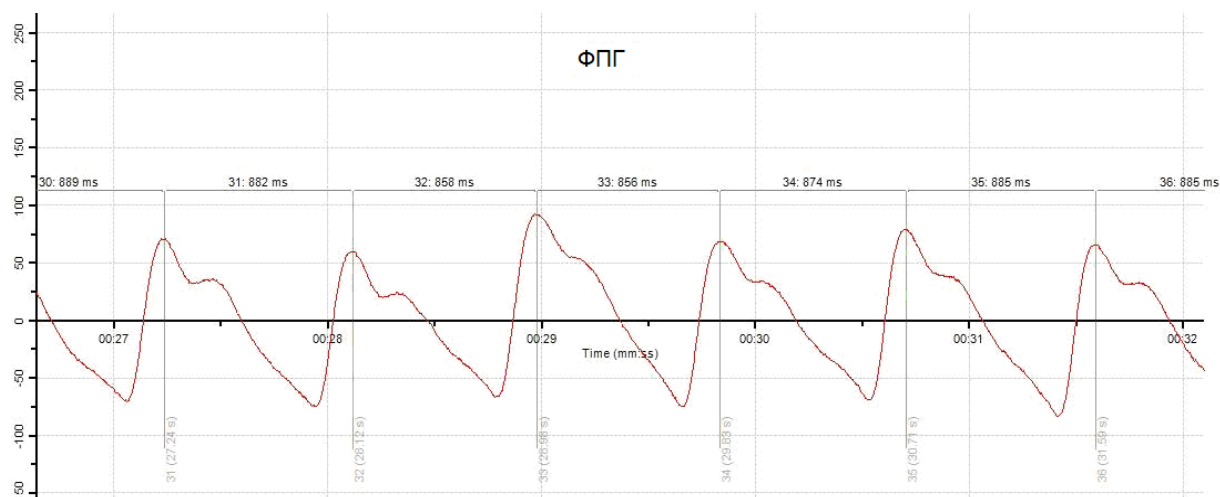


Рисунок 1. Типовой ФПГ сигнал.

На рисунке 2 представлен Фурье спектр ФПГ здорового человека, который был получен из обычного вида ФПГ сигнала (рисунок 1) и который также можно назвать типовым или нормальным. Как видно, спектр представляет собой вполне упорядоченную структуру и состоит из отдельных гармоник в диапазоне 1-10 Гц. (их количество может достигать 7 – 8 и более) с частотами, **кратными** основной частоте сердечного ритма (~ 1 Гц). (Кратным А считается целое число, которое делится на А без остатка ).

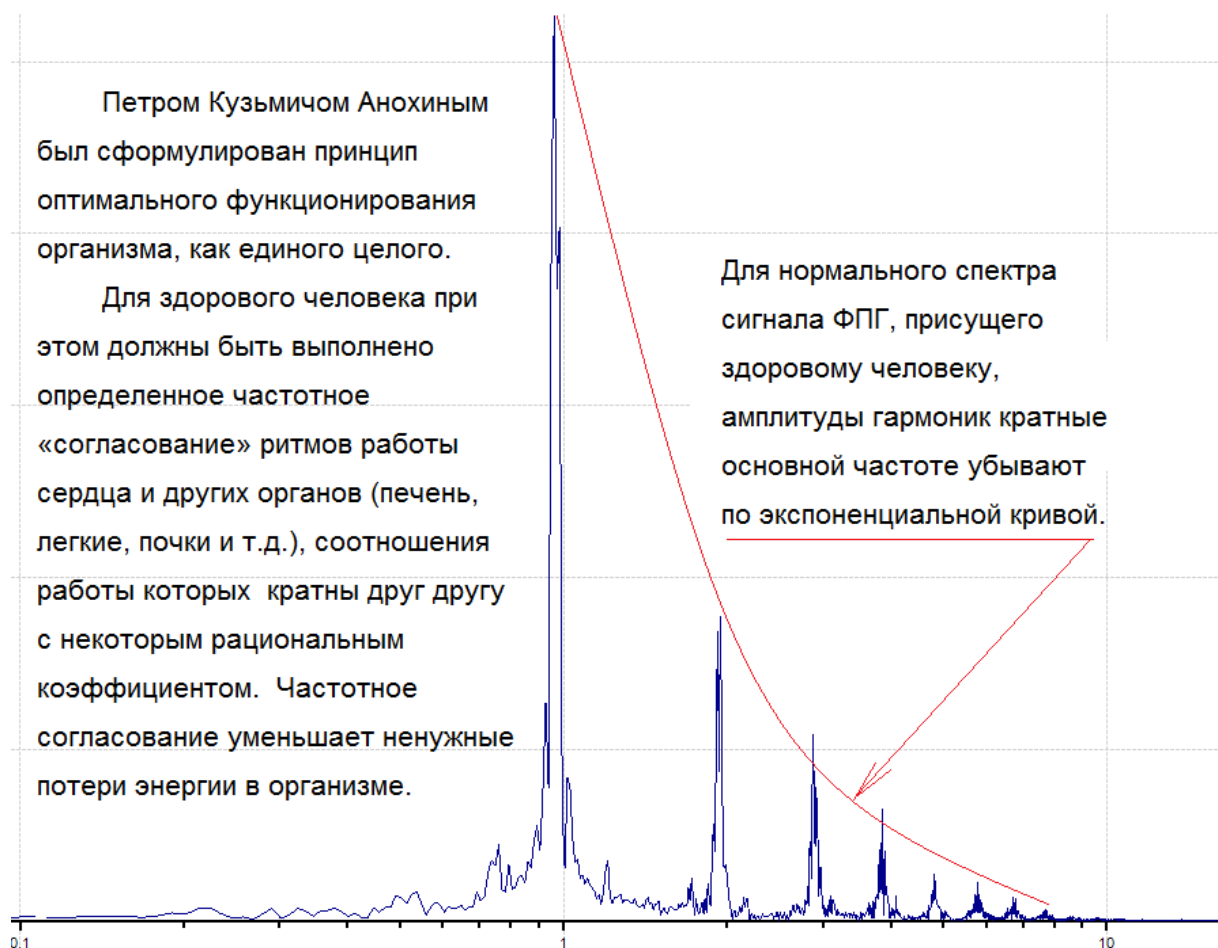


Рисунок 2. Фурье спектр сигнала ФПГ человека без патологических отклонений.

## 2. Не норма в здоровье человека

### Пример первый.

Явления психоэмоционального напряжения, обусловленные стрессом, могут вызвать устойчивые нарушения циклов жизнедеятельности некоторых важных органов, и соответственно вызвать частотное рассогласование их работы. Поэтому основным показателем начальной стадии функциональных или иных нарушений состояния здоровья человека является отклонение от нормы характеристик типовой ФПГ (Рисунок 3).

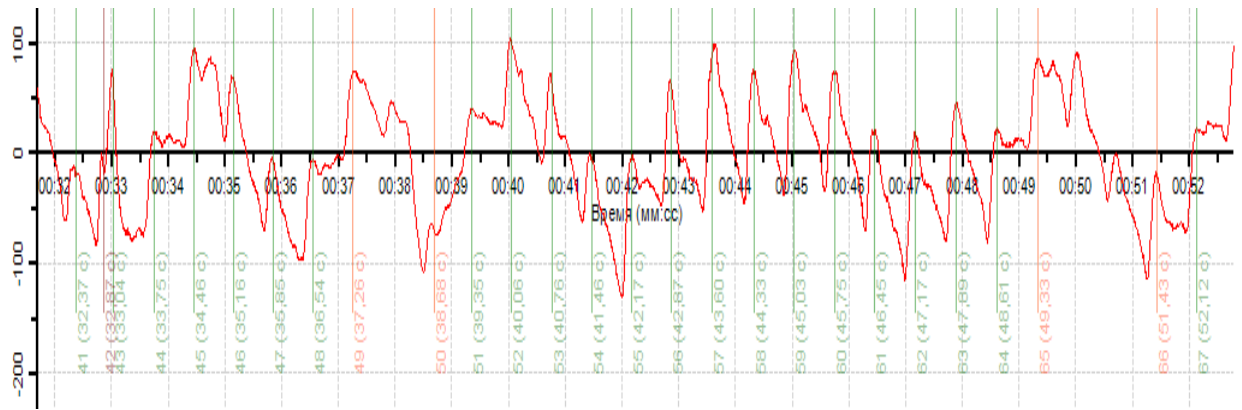


Рисунок 3. Нетиповой сигнал ФПГ 1.

При этом возникает структурное рассогласование частот в спектре сигнала ФПГ, рис.4. Нарушается кратность гармоник и экспоненциальная кривая.

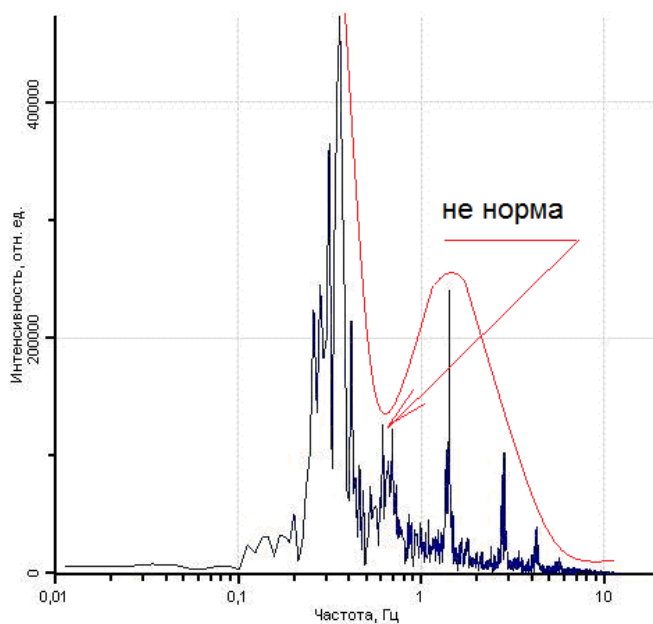
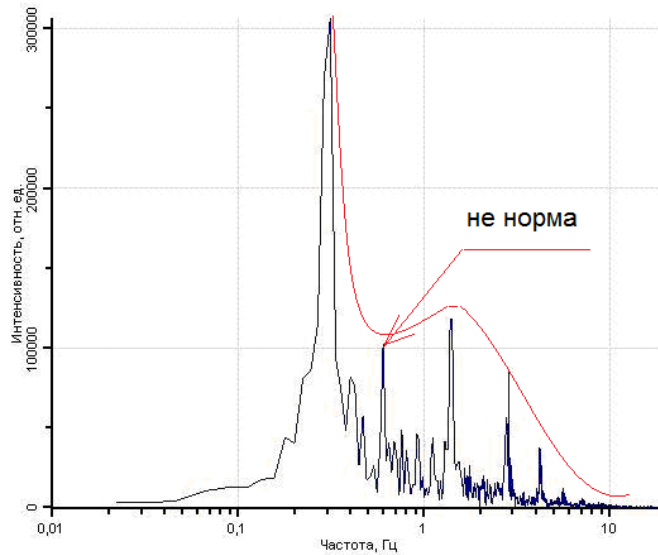


Рисунок 4. Спектрограммы пульсовой волны (ПВ) пациента 1 с патологией, записанные с интервалом 6 минут, пациент не чувствовал болевых симптомов.

Подробнее <https://cloud.mail.ru/public/AP2p/reYK6o5E6>

Нетиповой спектр Фурье сигнала ФПГ может возникать у пациентов, не испытывающих субъективных ощущений, что затрудняет диагностику заболевания традиционными методами для сопоставления полученных результатов. Именно такой пример спектров Фурье был представлен выше (рис.4), полученный из сигнала рис. 3. Частотные спектры ФПГ устойчивы, хаос там не выражен, но возникает структурная неупорядоченность, и вторая гармоника спектра указывает на признаки отклонения от нормы в состоянии здоровья пациента. Только это изменение спектра Фурье сигнала ФПГ во времени отражает начавшиеся изменения на субклеточном уровне органа.

### Пример второй.

На следующем рисунке 5 наблюдаются более существенные отклонения от стандартного вида ФПГ сигнала.

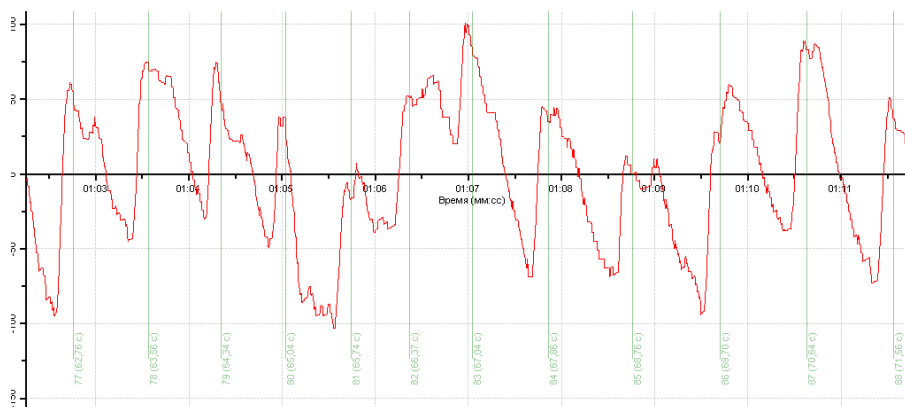


Рисунок 5. Нетиповой сигнал 2 ФПГ

В случае развития патологии, динамика во времени Фурье спектра ФПГ, полученного из нетипового сигнала, носит достаточно хаотический характер. Причем, данный характер относится как к положению отдельных спектральных компонент на шкале частот, так и к их интенсивностям, представленным ниже. Таким образом, нарушаются корреляционные отношения ритмов деятельности организма.

На следующем рисунке 6 представлен нетиповой спектр Фурье ФПГ, полученный из сигнала на рисунке 5. Как видно, данный спектр уже не является той упорядоченной структурой, какую мы видели ранее. Данную картину можно назвать «рассогласованием частот». Таким образом, основной составляющей предлагаемого метода диагностики заболевания является анализ сигнала и спектра ФПГ, который в норме имеет типовой вид (рисунок 1 и 2), а в случае возникновения не нормы (включая патологию) вид сигнала и спектра ФПГ не выглядит таковым, при этом проявляются структурная неупорядоченность, хаотичность и зашумленность последнего.

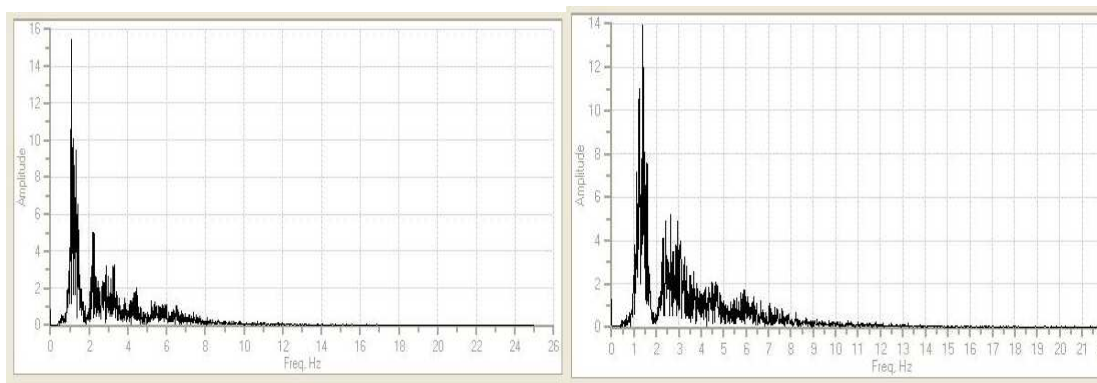


Рисунок 6. Спектрограммы ПВ пациента 2 с патологией (интервал между спектрограммами составляет 6 минут), пациент чувствует заболевание.

О приведенных в работе примерах диагностики пациентов известно, что в первом случае пациент (с частично удаленной щитовидной железой) не испытывал болевых ощущений, которые обычно являются поводом обращения к врачам. Во втором случае у пациента постоянно возникали кисты в разных местах, пациент чувствовал заболевание, причину которого традиционная медицина установить не смогла.

Отметим, что результаты диагностики пациентов воспроизводятся при повторных исследованиях.

В случае заболевания могут существенно меняться и статистические показатели стандартного исследования ВСП:

- дисперсия (в норме 600-900 мс<sup>2</sup>) выходит за пределы 2-х, 3-х тысяч и может достигать десятков тысяч;
- коэффициент вариации (норма 3-5 %) может увеличиться до 10 раз;
- индекс напряжения (норма до 150-250) может уменьшиться до 10 раз;
- индекс функционального состояния может увеличиться от единицы до нескольких десятков и выше;
- психофизиологическая цена уменьшается в несколько раз, и стремится от тысяч к сотням.

Таким образом, выдвигается гипотеза, которая заключается в следующем: нарушение стандартного вида ФПГ сигнала, вызвавшее структурную неупорядоченность в спектре ФПГ и существенно изменившиеся перечисленные статистические параметры стандарта исследования ВСП позволяют диагностировать начальные признаки заболевания человека без болевых симптомов вначале.

[info@neurolab.ru](mailto:info@neurolab.ru)

Бережной В. Н. 31.01.2018