

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЗДРАВООХРАНЕНИИ И МЕДИЦИНЕ

### КОМПЬЮТЕРНЫЙ АНАЛИЗ СПИРОГРАММЫ У БОЛЬНЫХ БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМОЙ

*П.В. Карпенко, О.Г. Берестнева, Д.Ю. Степанов*  
(г. Томск, Томский политехнический университет)

### COMPUTER ANALYSIS OF ASTHMATIC PATIENTS SPIROGRAM

*P.V. Karpenko, O.G. Berestneva, D.Y. Stepanov*  
(Tomsk, Tomsk Polytechnic University)

**Abstract.** Main goal of this research is investigating of the breathing process and detection the features of the different groups of diseases. The study is based on using of spectral analysis' methods. The research is conducted on the real data of patients with various forms of asthma.

В данной работе рассматривается вопрос, связанный с исследованием такого распространенного заболевания как бронхиальная астма. Бронхиальная астма (от греческого *asthma* – тяжелое дыхание, удушье) – это хроническое заболевание лёгких, поражающее людей всех возрастных групп. Оно может протекать в виде единичных, эпизодических приступов либо иметь тяжёлое течение с астматическим статусом и летальным исходом. По данным медицинской статистики, за последние годы заболеваемость бронхиальной астмой в большинстве стран значительно возросла. Увеличение распространенности заболевания среди лиц молодого возраста указывает на сохраняющуюся тенденцию роста частоты этого заболевания. Печальным фактом является то, что, несмотря на научные достижения в области этиологии и наличие новых лекарственных средств, заболеваемость и смертность от бронхиальной астмы постоянно возрастают. Это характерно для большинства стран мира.

Роль психосоциальных, эмоциональных факторов в развитии бронхиальной астмы оценивается различными специалистами противоречиво, и механизмы остаются неясными. Вероятно, это связано с тем, что все больные БА расцениваются ими как однородная популяция людей в плане соматического статуса, но с разными психологическими состояниями. Кроме того, клиницисты (пульмонологи, терапевты) не всегда придают значение тому факту, что разные эмоциональные состояния и психические расстройства влекут за собой различные физиологические реакции у здоровых и больных астмой. То есть многообразие психологических воздействий вызывает многообразие психологических и соматических изменений в различных группах больных БА. Поэтому необходимо изучение психологических (психических) и социальных факторов в тесной взаимосвязи с клиническими.

Исходя из этого, сотрудниками СибГМУ [2] было предложено классифицировать бронхиальную астму с учетом психологических и социальных факторов. Ими была предложена следующая классификация:

*BANP* – Бронхиальная астма не психогенная

*BASP* – Бронхиальная астма сомато-психогенная

*BAPI* – Бронхиальная астма психогенно-индуцированная

Как известно бронхиальная астма это, прежде всего заболевание дыхательных путей. И поэтому исследование ритма дыхания пациента, формы кривой дыхания, наличие апноэ, гипопноэ, продолжительности цикла вдох-выдох и т.д. несет в себе большую значимость.

Предполагается, что в дальнейшем результаты, полученные в данном исследовании, внесут основной вклад на пути доказательства предложенной классификации. В итоге на основании общей картины всех исследований и будет ставиться окончательное заключение о принятии или об опровержении предложенной классификации.

Для проведения исследования были предоставлены файлы содержащие показатели кривой дыхания пациента. Данные показатели были сняты с помощью прибора «MONITOR». Данный прибор фиксировал значения с частотой 6 раз в секунду (т.е. частота дискретизации 6Гц). Показатели снимались как у больных, так и у здоровых людей на протяжении 3 часов в ночное время суток.

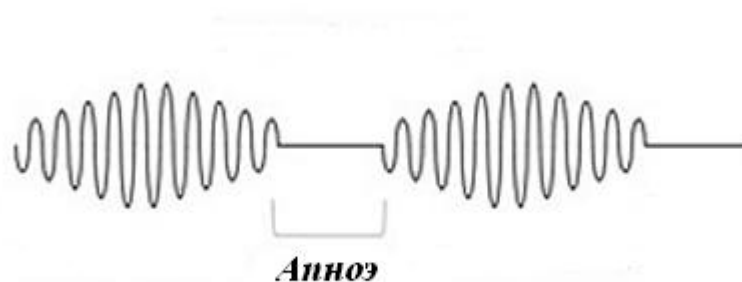


Рис.1. Эпизод приступа апноэ (полная остановка дыхательных движений во время сна более чем на 10 секунд)

В данной работе проводится исследование кривой дыхания с целью выявления общих признаков между больными и разбиения их на группы в зависимости от этих признаков.

Для достижения поставленной цели необходимо перейти к рассмотрению кривых дыхания.

Кривые дыхания можно представить как дискретный сигнал, состоящий из последовательности значений, взятых в дискретные моменты времени  $t_i$  (где  $i$  — индекс). Промежутки времени между последовательными отсчётами ( $\Delta t_i = t_i - t_{i-1}$ ) постоянны и в нашем случае эта величина равна  $\frac{1000 \cdot \tilde{n}}{6}$ ; в таком случае,  $\Delta t$  называется интервалом дискретизации. Сами же значения сигнала  $x(t)$  в моменты измерения, то есть  $x_i = x(t_i)$ , называются отсчётами.

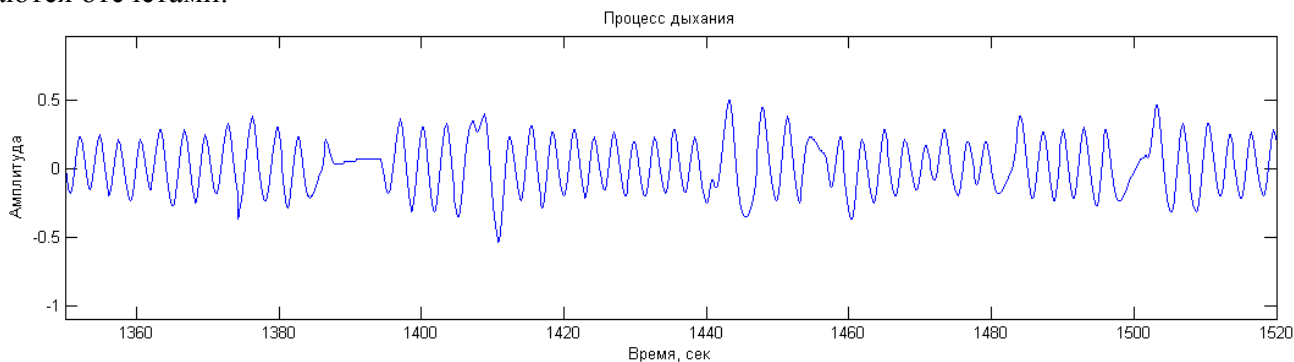


Рис.2. Пример кривой дыхания

Ставится задача провести исследование кривых дыхания (пневмотахограммы) пациентов, выявить характерные закономерности, для соответствующих групп заболеваний бронхиальной астмы и на основе полученных результатов сделать соответствующие выводы.

Для решения поставленной задачи исходные сигналы были отфильтрованы по частотам. Для фильтрации использовался треугольный фильтр. Ниже представлен разработанный алгоритм, реализованный в среде *MatLab*, для фильтрации и построения графических результатов.

```
clear;
filename_open = 'path/to/file.txt';
fo = fopen(filename_open);
signal = fscanf(fo, '%f');
fclose(fo);
count = 20000; % Длина сигнала
count_start = 0; % Отступ от начала
fs = 6; % Частота
dt = 1/fs;
df = 1/(dt*count); % Герцы
x=0:dt:(count-1)*dt;
row_count = 200; % Количество фильтров
signal_cut = zeros(count, 1); % Обрезанный сигнал
new_signal_cut = zeros(count, 1); % Обрезанный сигнал, нормированный по амплитуде
for c = 1:count
    signal_cut(c) = signal(count_start+c);
end
% Нормировка амплитуды дыхания
max_value=abs(max(signal_cut));
min_value=abs(min(signal_cut));
if max_value<min_value
    max_value=min_value;
end
for c = 1:count
    new_signal_cut(c) = signal_cut(c)/max_value;
end
signal_fft = fft(new_signal_cut);
a1 = 4 ;
a2 = 8 ;
a3 = 16 ;
k1 = 0:a1:a1*(row_count-1);
k2 = a1:a2:(a2*(row_count-1)+a1);
k3 = a2:a3:(a3*(row_count-1)+a2);
M = zeros(row_count, 1);
signal_out = zeros(row_count, 1);
i = 0;
for i = 1:1:row_count
    for j = 1:1:count
        signal_out(j) = signal_fft(j)* my_filter(j, k1(i), k2(i), k3(i),count);
    end
    T = ifft(signal_out);
    [siz_resp, row] = size(T);
    for r = 1:siz_resp
```

```

        M(i, r) = abs(T(r));
    end
end
y=k2*df;
figure;
subplot(2,1,1);
imagesc(x,y,M)
colormap(bone);
title('Спектральный образ')
xlabel('Время, сек')
ylabel('Частота, Гц')
subplot(2,1,2);
plot(x,new_signal_cut);
title('Процесс дыхания')
xlabel('Время, сек')
ylabel('Амплитуда')

```

Функция реализации треугольного фильтра:

```

function m = my_filter(k, k1, k2, k3,N)
if k < N/2
    n = k ;
else
    n = N-k-1 ;
end
if n < k1
    z = 0;
else
    if (n > k3)
        z = 0;
    else
        if n < k2
            z = (n - k1)/(k2 - k1);
        else
            z = (n - k3)/(k2 - k3);
        end
    end
end
end
m=z;
end

```

После выполнения данного алгоритма получили следующие результаты:

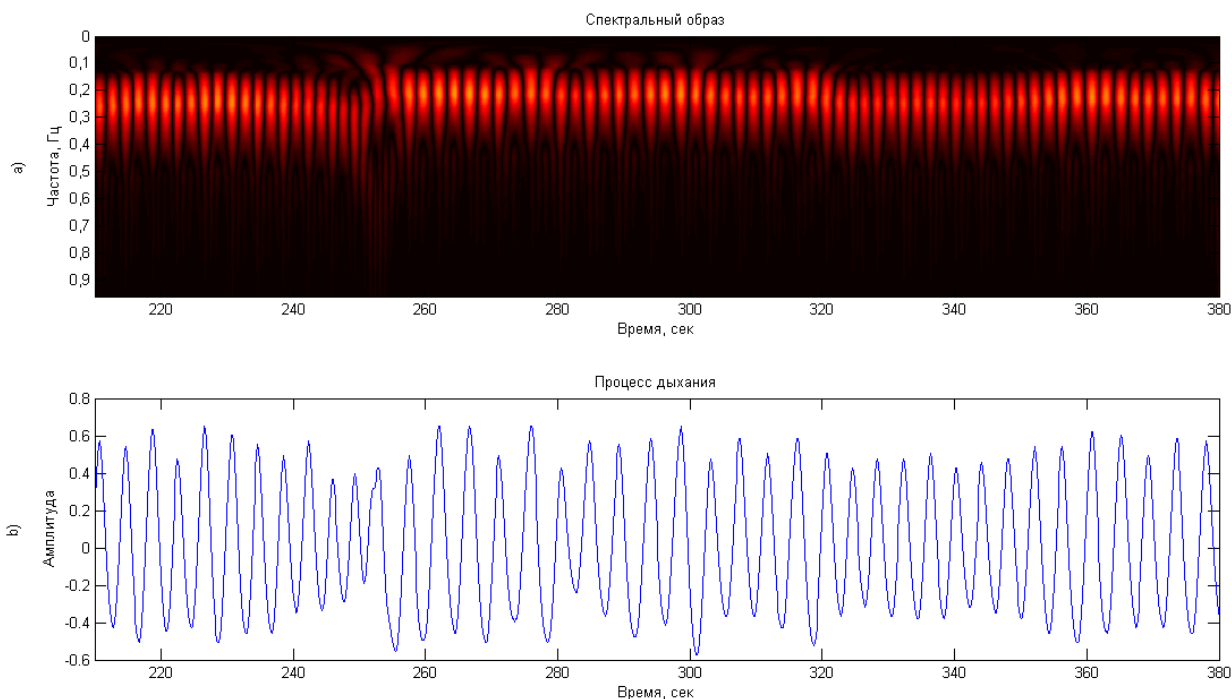


Рис.3. б) Эпизод процесса дыхания здорового человека; а) Спектральный образ, соответствующий процессу дыхания.

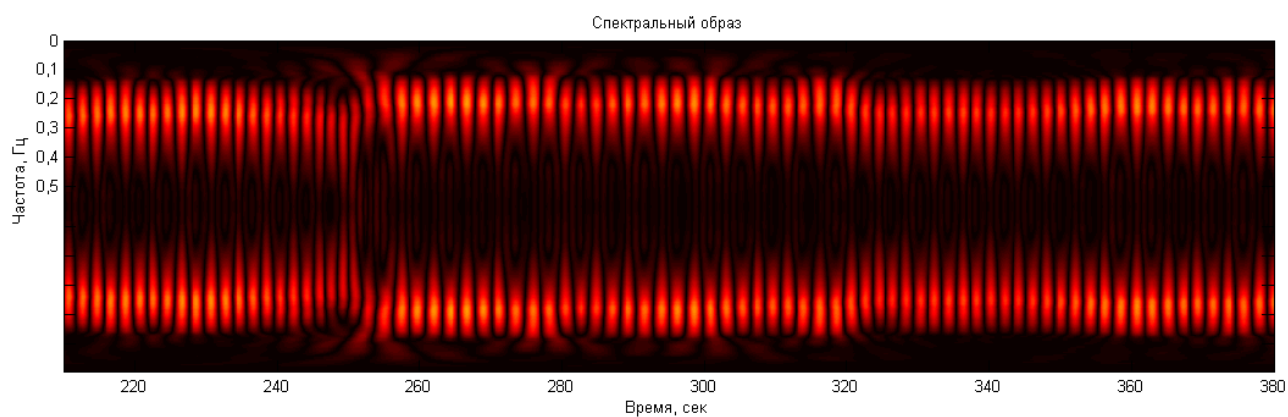


Рис. 4. Спектральный образ здорового человека с зеркальным отображением.

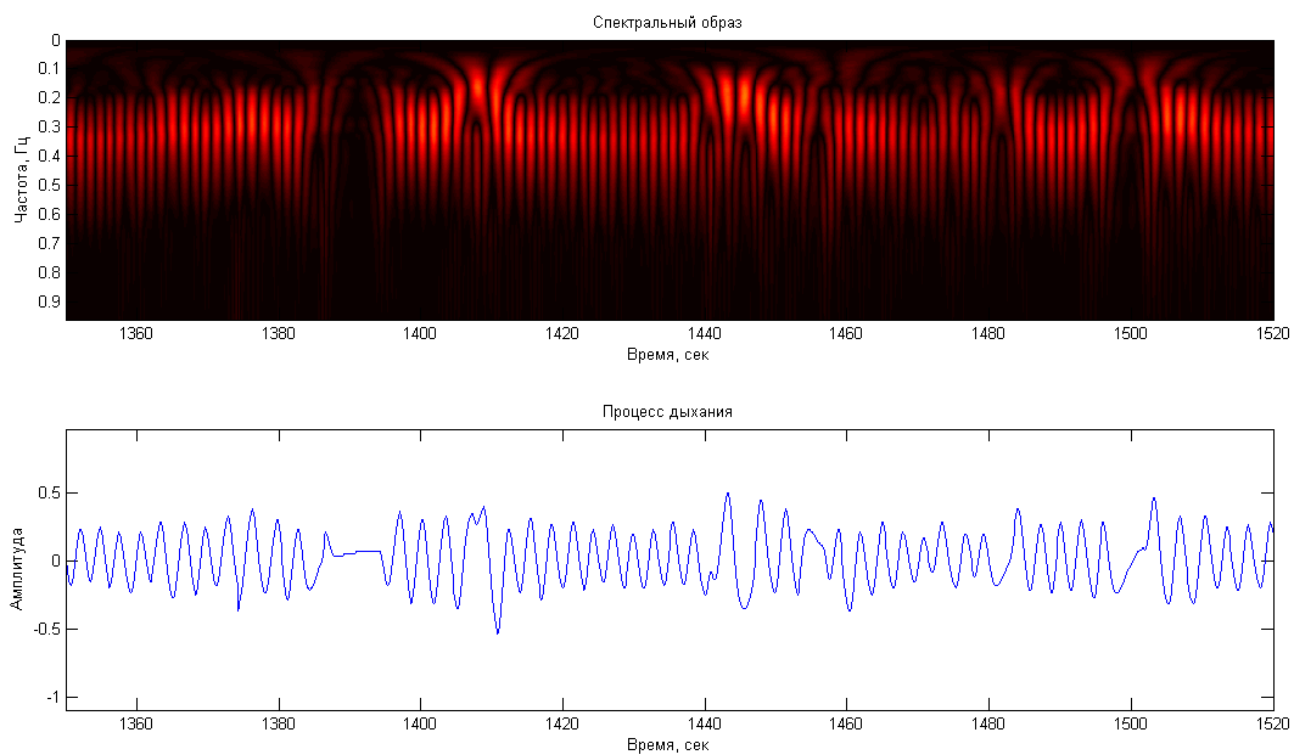


Рис.5. Эпизод процесса дыхания пациента с диагнозом *BANP* и спектральный образ, соответствующий процессу дыхания.

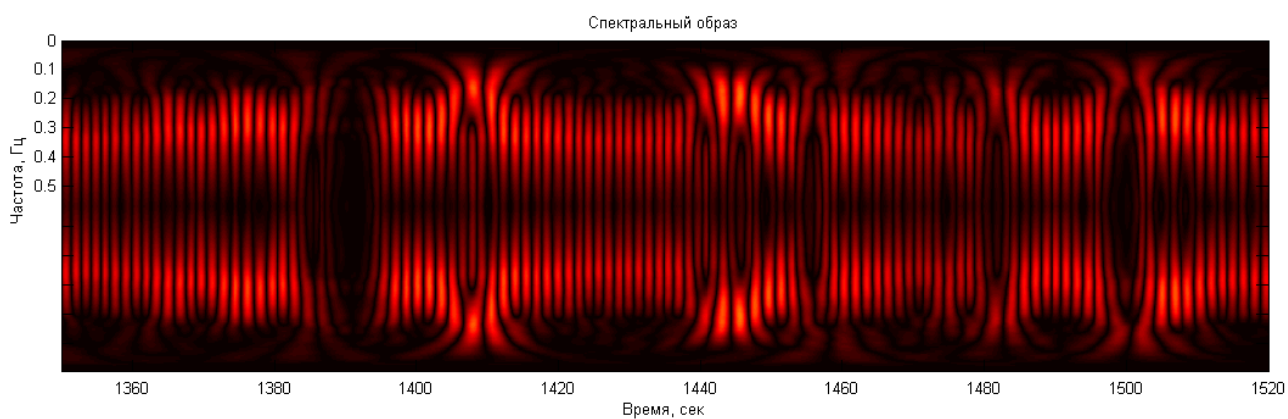


Рис. 6. Спектральный образ пациента с диагнозом *BANP* с зеркальным отображением.

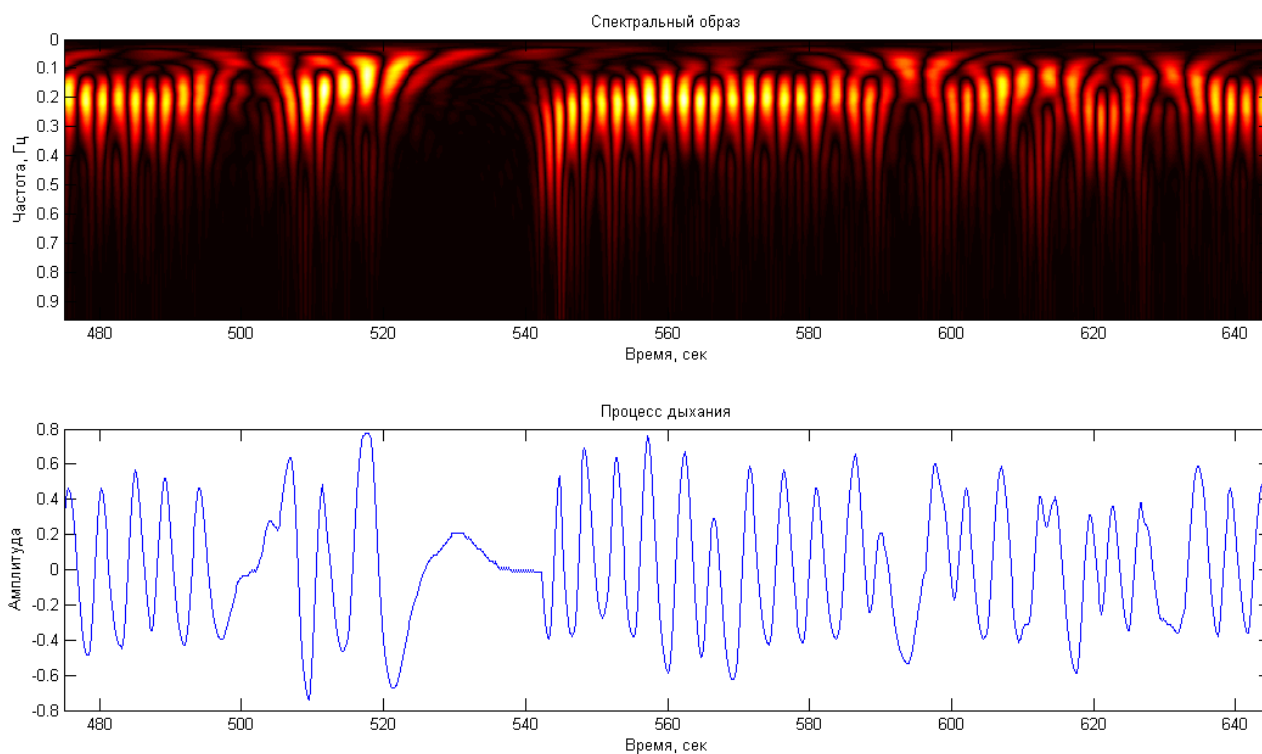


Рис.7. Эпизод процесса дыхания пациента с диагнозом *BAPI* и спектральный образ, соответствующий процессу дыхания.

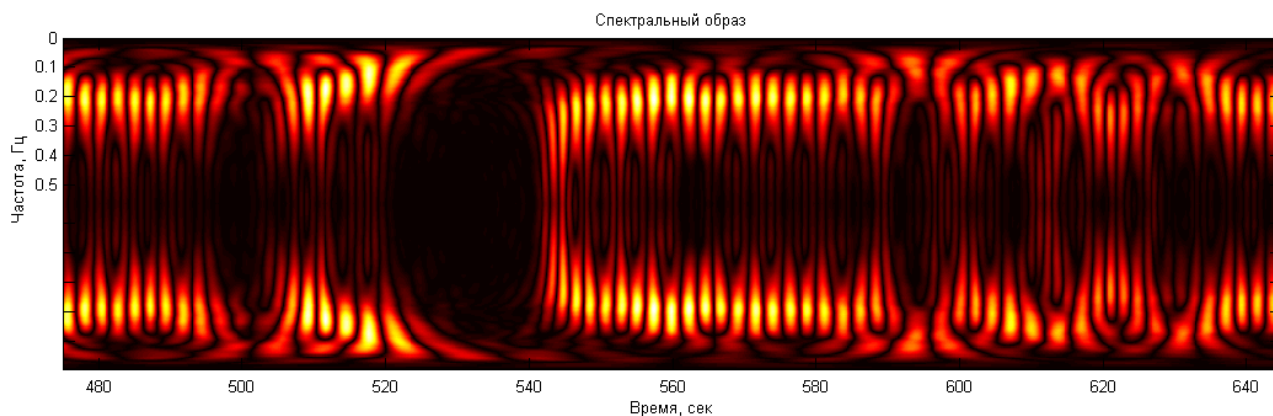


Рис. 8. Спектральный образ пациента с диагнозом *BAPI* с зеркальным отображением.

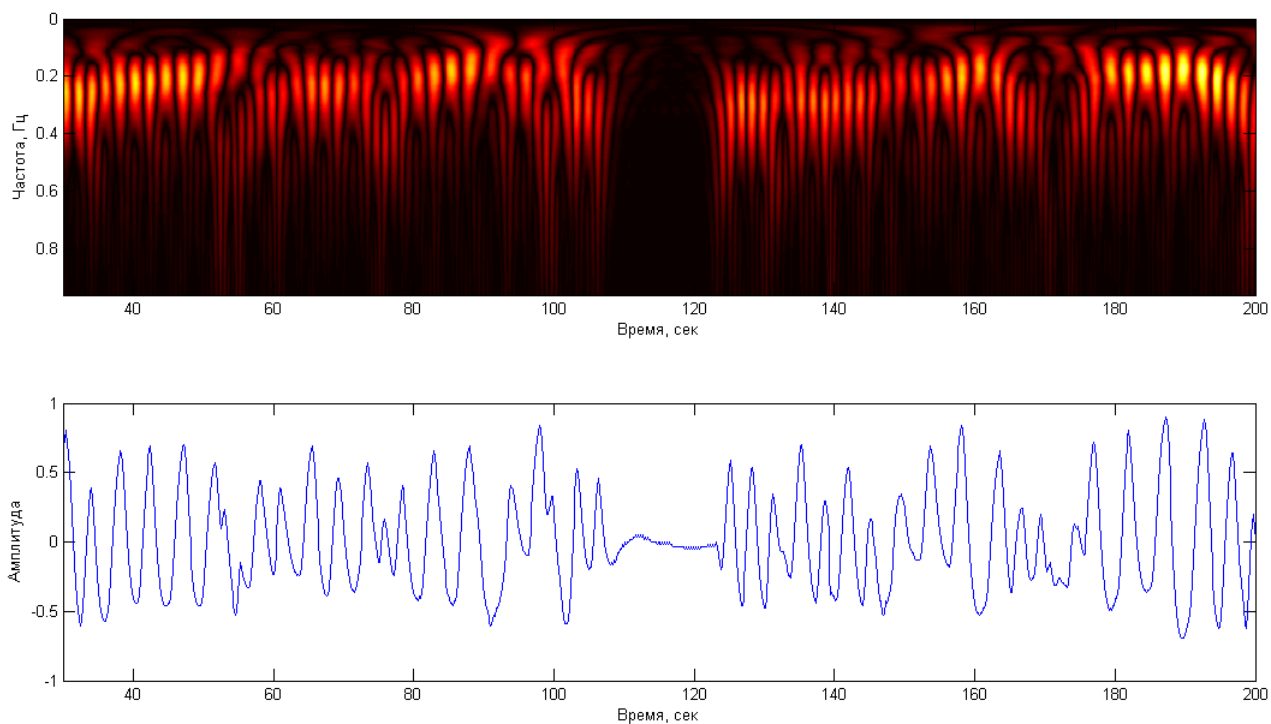


Рис.9. Эпизод процесса дыхания пациента с диагнозом *BASP* и спектральный образ, соответствующий процессу дыхания.

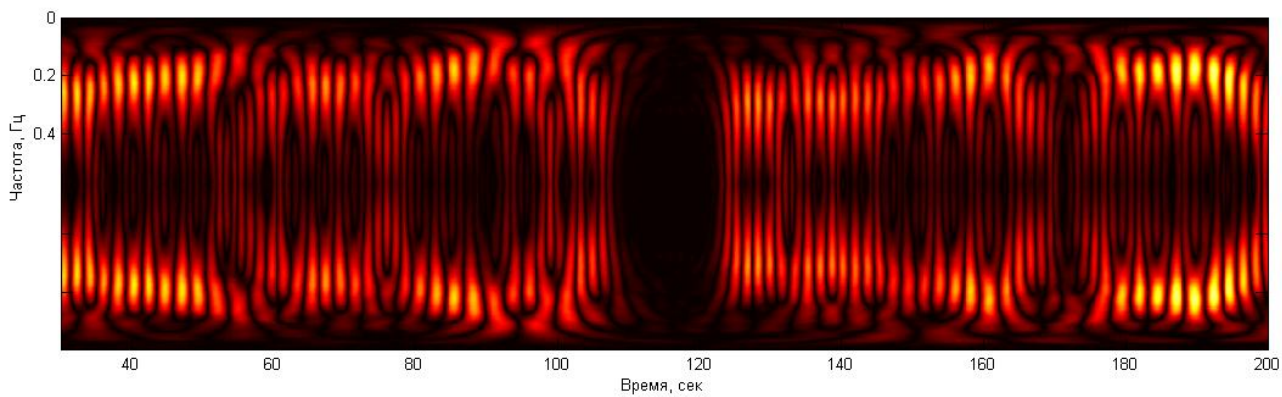


Рис. 10. Спектральный образ пациента с диагнозом *BASP* с зеркальным отображением.



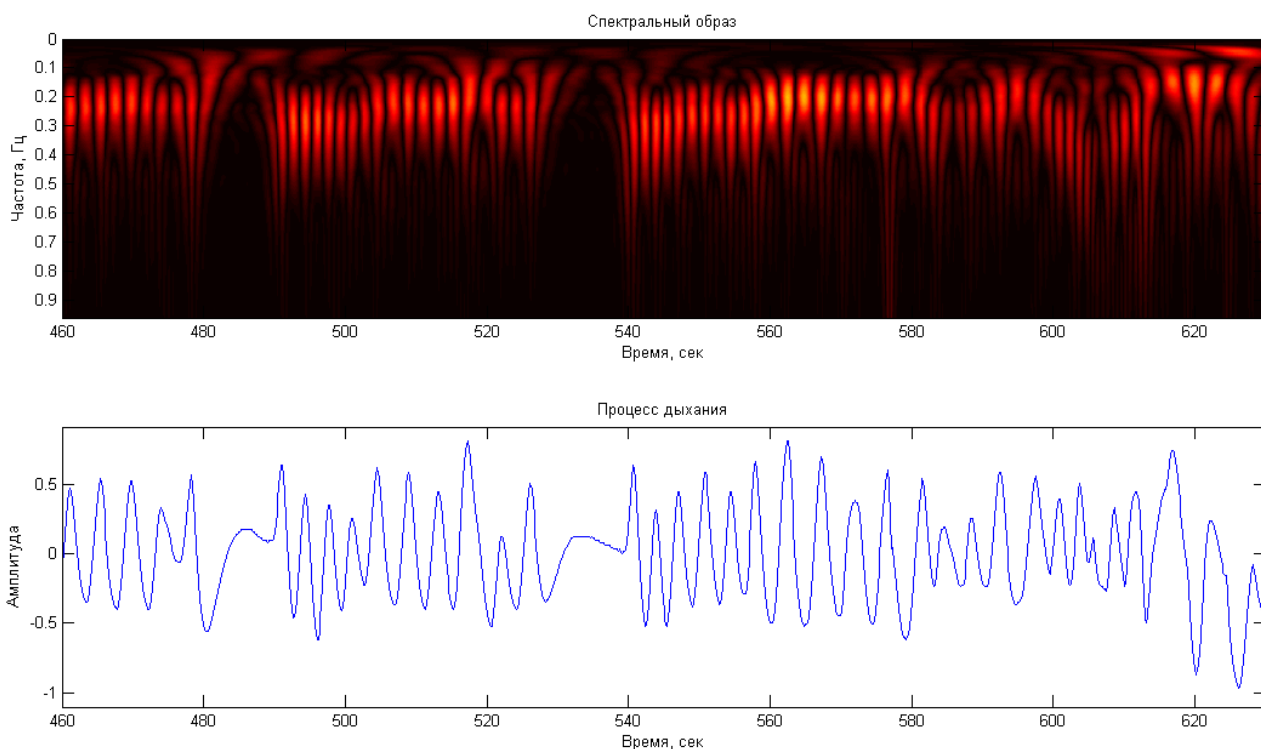


Рис. 11. Эпизод процесса дыхания пациента, имитирующий приступы апноэ и спектральный образ, соответствующий процессу дыхания.

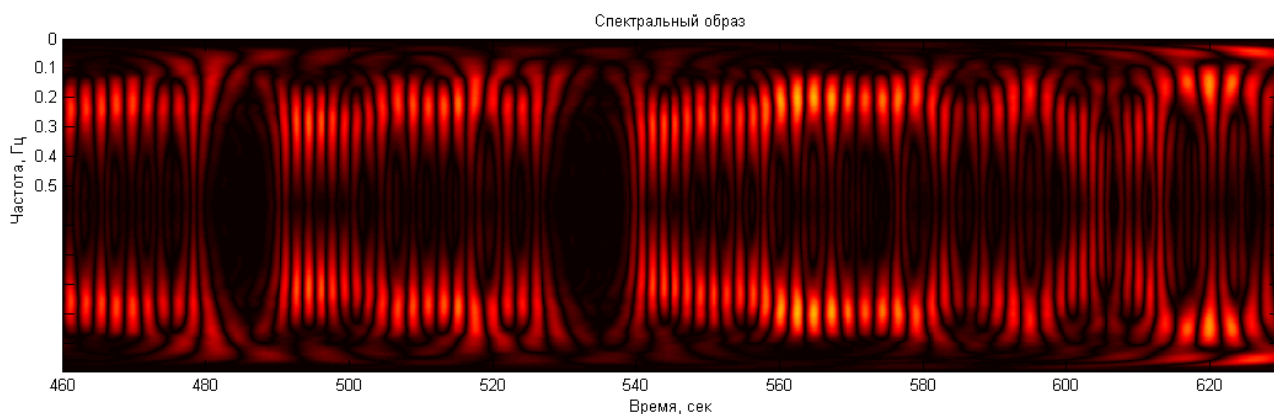


Рис. 12. Спектральный образ пациента, имитирующий приступы апноэ с зеркальным отображением.

Анализируя полученные результаты сразу можно заметить, что спектральный образ здорового человека протекает равномерно, все образы симметричны относительно друг друга и основной диапазон частот сосредоточен в интервале от 0,15Гц до 0,4Гц. Что касается пациентов с заболеваниями, то тут спектральные образы приобретают сложную форму, появляются некоторые образы на низких частотах и наблюдается смещение основного диапазона частот. Видно, что у пациента с диагнозом *BANP* основной диапазон частот лежит в интервале от 0,3Гц до 0,55Гц, у пациента с *BAP1* от 0,1Гц до 0,33Гц. Кроме того у пациентов с диагнозом *BANP* видно, что структура образа отличается от остальных – представлена в виде вертикальных линий, в то время как спектральные образы других пациентов и здорового человека имеет разветвление.

**Публикация подготовлена в рамках проекта РФФИ № 14-07-00675.**

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Сидоренко Е.В. Математические методы в психологии. – СПб.: Социально-психологический центр, 2000. – 346 с.
2. Сборник научных трудов Всероссийской конференции с международным участием «Информационные и математические технологии в науке, технике, медицине», часть 1, стр. 182.
3. Провоторов. И. М. Особенности психологического статуса больных бронхиальной астмой с алекситимией. // Пульмонология. – 2000 г. – С. 30-35.
4. Seely A. J. E., Macklem P. T. Complex systems and the technology of variability analysis. // *Critical Care* –2004, –8:R367-R384 (DOI 10.1186/cc2948)
5. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. – СПб.: Питер, 2002. – 608 с.: ил.

#### ЗДОРОВЬЕ СБЕРЕГАЮЩАЯ МЕДИЦИНА

*Е.Г.Брындин, И.Е. Брындина*

*(г. Новосибирск, Исследовательский центр “ЕСТЕСТВОИНФОРМАТИКА”)*

#### HEALTH PRESERVING MEDICINE

*E.G.Bryndin, I.E. Bryndina*

*(s. Novosibirsk, Research center "ESTESTVOINFORMATIKA")*

The modern medical medicine considers that the person is responsible for the health itself, yet didn't ache seriously. The medicine and health system of the future have to care of preservation of health of citizens and in advance take away them from diseases. The medicine and health system of the future have to become health saving and transfer the population to a healthy lifestyle.

Современная медицина ориентирована на лечение больных пациентов. Как показывает практика, такая позиция современной медицины ведет к увеличению количества больного населения России. Такая позиция современной медицины не соответствует фундаментальному принципу «Заботиться, прежде всего, о здоровье пациента» клятвы Гиппократова, Женевской декларации прав человека, принятой Всемирной Медицинской Ассамблеей Организации Объединенных Наций в 1948 г. [1].

К заболеваниям ведет нездоровый образ жизни человека и нездоровая окружающая среда. В процессе нездорового образа жизни своими действиями, поведением, отношениями, выбором, намерениями, устремлениями, мыслями, чувствами, желаниями, питанием, взаимодействием с окружающей средой человек формирует вредные привычки, нарушающие целостность сложной сущности человека, ведущие к патологическому состоянию и функционированию организма.

Настройкой организма на здоровое состояние и переходом на здоровый образ жизни предотвращаются заболевания человека [2-5]. Чтобы человек мог настраивать жизненные системы организма на здоровое физическое состояние (природное) и психическое (социальное) и сохранять его в течение дня, он должен обладать не только знаниями, но и умением настраивать организм на здоровое состояние, то есть владеть технологией оздоровления. Для этого необходимо развивать здоровье сберегающую медицину и систему здравоохранения, которые позволят реализовать фундаментальный принцип: «Заботиться, прежде всего, о здоровье пациента» и формировать здоровую нацию.