# 1. Извлечение гармоник из спектра

### Красницкий Никита

Задача: получить значения амплитуд и частот гармоник из общего спектра звука.

В пункте 1.1 созданы общие вектора и константы. Тут они подгружаются

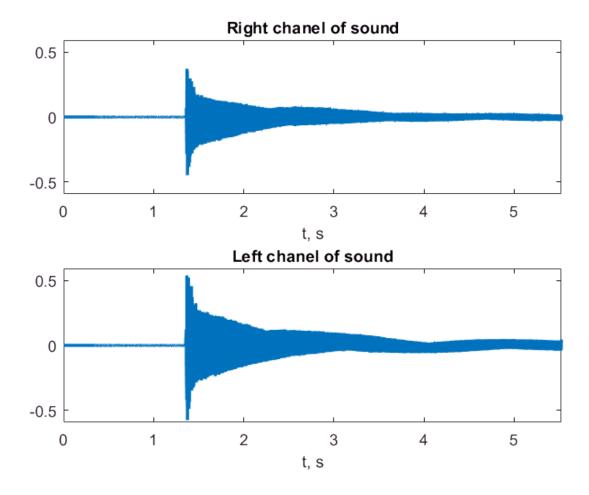
```
clear all
close all
load('1.Load Data.mat');
```

#### Исследуемый звук

```
%sound(x, fs);
M = 1.1 * max(max(x));

figure
subplot(2,1,1);
plot(t, x(:,1), 'LineWidth', 2);
ylim([-M M]);
xlim([0 t(end)]);
title('Right chanel of sound');
xlabel('t, s');

subplot(2,1,2);
plot(t, x(:,2), 'LineWidth', 2);
ylim([-M M]);
xlim([0 t(end)]);
title('Left chanel of sound');
xlabel('t, s');
```

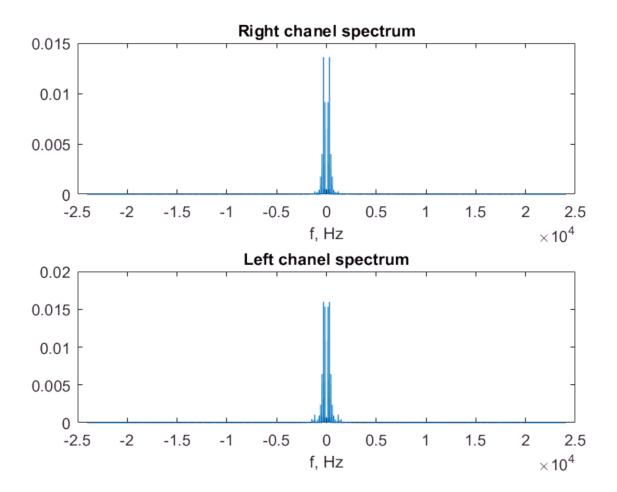


## Спектры

```
X(:,1) = fft(x(:,1)) / N;
X(:,2) = fft(x(:,2)) / N;

figure
subplot(2,1,1);
plot(f, abs(fftshift(X(:,1))));
title('Right chanel spectrum');
xlabel('f, Hz');

subplot(2,1,2);
plot(f, abs(fftshift(X(:,2))));
title('Left chanel spectrum');
xlabel('f, Hz');
```



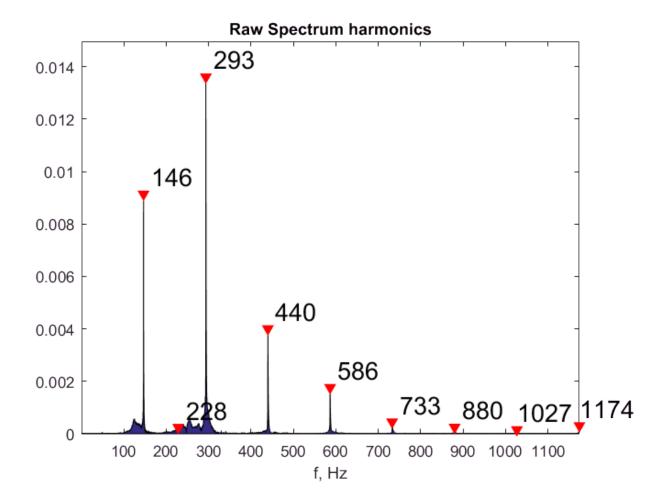
#### Извлечение гармоник из спектра

Для захвата гармоник используется алгоритм, который выделяет локальные максимумы спектра. Локальные максимумы могут быть созданы шумом в большом количестве. Для уменьшения влияния локальных максимумов шумов задаются параметры "Минимального шага между максимумами" и "Минимальнаявеличина максимума". В общем случае эти параметры задаются пользователем (функция HarmonicsExtraction).

Данные параметры, для примера, были выбраны с учетом природы исследуемых спектров - звуки музыкальных инструментов. Минимальный шаг частот был выбран 60Гц, так как самая низкая из исследуемых нот - нота ДО большой октавы, которой соответствует колебание с частотой 65Гц. Минимальной амплитудой гармоники была принята амплитуда превышающая одну сотую от максимальной амплитуды гармоник спектра.

Значения частот гармоник будут хранится в "FharmRaw". Данные названы сырыми, так как кроме основного тона и его обертонов возможен захват шумов. Далее захваченые локальные максимумы будут отфильтрованы

```
figure
area(fp, Xp);
hold on
plot(FharmRaw, pksRaw, 'rv', 'MarkerFaceColor', 'r');
yScaleAdd = max(pksRaw)*0.05;
cellpeaks = cellstr(num2str(round(FharmRaw', 0)));
text(FharmRaw, yScaleAdd+pksRaw, cellpeaks, 'FontSize', 16);
ylim([0 max(pksRaw)+2*yScaleAdd]);
xlim([fp(1) FharmRaw(end)])
hold off
title('Raw Spectrum harmonics');
xlabel('f, Hz');
```



Осуществляется поиск основной гармоники с расчетом на то, что у основной гармоники будет больше всего кратных по частоте обертонов. Вектор "CompareVector" будет хранить количество кратных обертонов для каждой из гармоник. Индекс вектора соответствует номеру гармоники.

```
Nf = length(FharmRaw);
CompareVector = zeros(1, Nf);
ErrorTresholdDivision = 0.05;

for i = 1:Nf
    for j = 1:Nf
        if FharmRaw(i) < FharmRaw(j)
            integerVal = floor(FharmRaw(j)/FharmRaw(i));
            floatVal = FharmRaw(j)/FharmRaw(i);
            freqDifference = abs(floatVal-integerVal);
            if freqDifference < ErrorTresholdDivision</pre>
```

```
CompareVector(i) = CompareVector(i) + 1;
end
end
end
end
disp(['Кратность гармоник - ', num2str(CompareVector)]);
```

Кратность гармоник - 7 0 1 1 1 0 0 0 0

Ниже осуществляется поиск номера гармоники с самым большим количеством кратных обертонов. Найденый основной тон будет хранится в "F0"

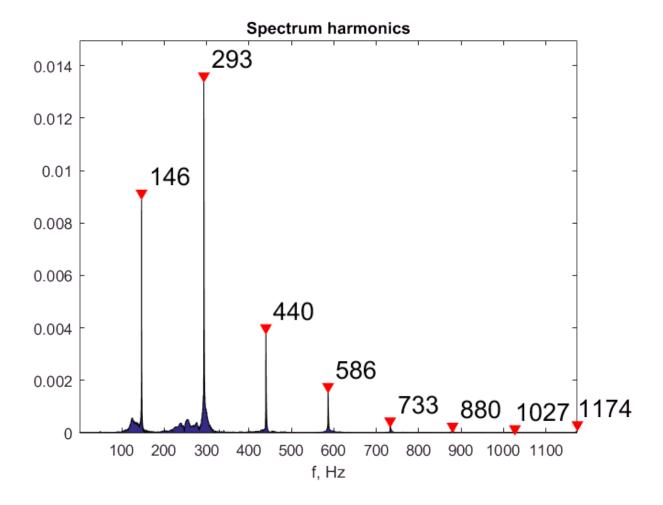
```
BaseVal = max(CompareVector);
BaseFreqIndex = 0;

for i = 1:length(CompareVector)
   if BaseVal == CompareVector(i)
       BaseFreqIndex = i;
   end
end

F0 = FharmRaw(BaseFreqIndex);
```

Предполагая что основной тон найден верно все некратные основному тону гармоники будут отсеяны. Отфильтрованый вектор гармоник хранится в "Fharm"

```
F0 = FharmRaw(1);
ErrorThreshold = 0.05;
FharmCnt = 0;
Fharm
         = 0;
pks
         = 0;
for i = 1:length(FharmRaw)
    integerVal = floor(FharmRaw(i)/F0);
              = FharmRaw(i)/F0;
    floatVal
    freqDifference = abs(floatVal-integerVal);
    if ( freqDifference < ErrorThreshold )</pre>
        FharmCnt = FharmCnt+1;
        Fharm(FharmCnt) = FharmRaw(i);
        pks(FharmCnt) = pksRaw(i);
    end
end
figure
area(fp, Xp);
hold on
plot(Fharm, pks, 'rv', 'MarkerFaceColor', 'r');
yScaleAdd = max(pks)*0.05;
cellpeaks = cellstr(num2str(round(Fharm', 0)));
text(Fharm, yScaleAdd+pks, cellpeaks, 'FontSize', 16);
vlim([0 max(pks)+2*vScaleAdd]);
xlim([fp(1) Fharm(end)])
hold off
title('Spectrum harmonics');
xlabel('f, Hz');
```



Данные о частотах гармоник и их амплитудах сохраняются для дальнейшего использования

```
fileName = '1.Harmonics Frequencies.mat';
save(fileName, 'Fharm', 'pks');
```