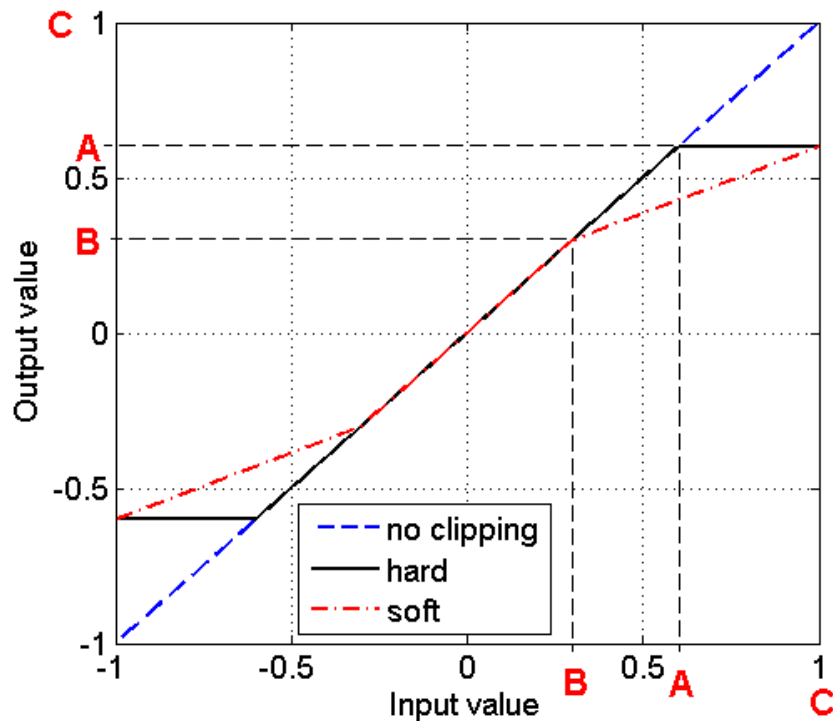


**Оцінювання ступеню кліпування
мовних та музичних сигналів,
оцінювання якості кліпованих сигналів,
а також виявлення кліпування**

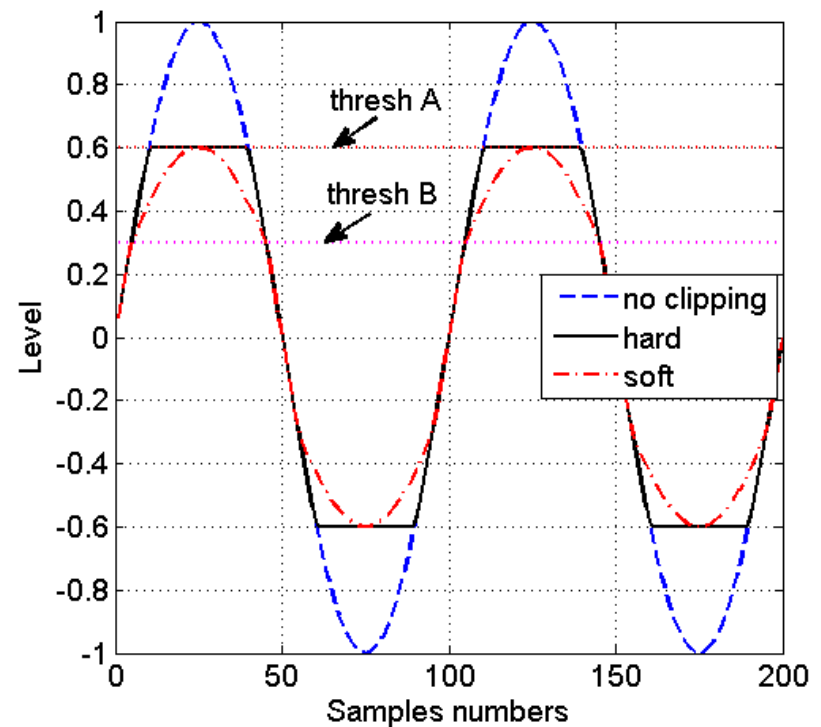
Що таке кліпування

2 види кліпування – жорстке та м'яке

Передатна характеристика
нелінійного безінерційного
елементу



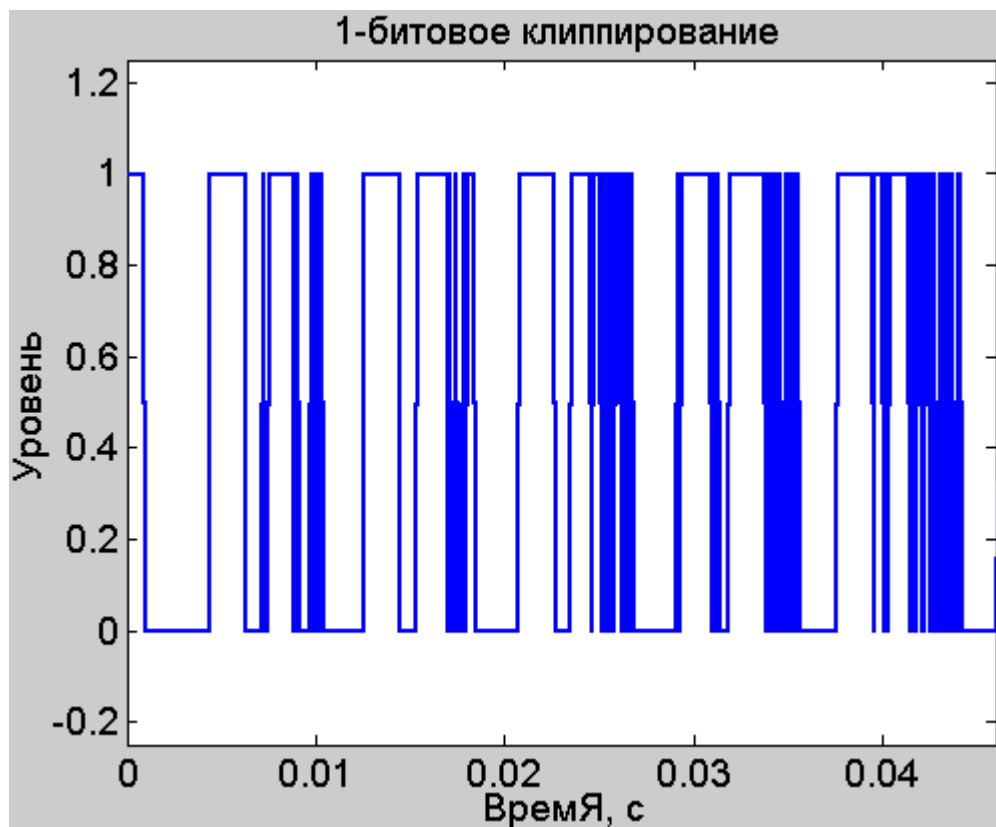
Вихідний сигнал



Актуальність питання

Приклад жорсткого кліпування мови

Чистий
МОВНИЙ
сигнал



Кліпований
МОВНИЙ
сигнал

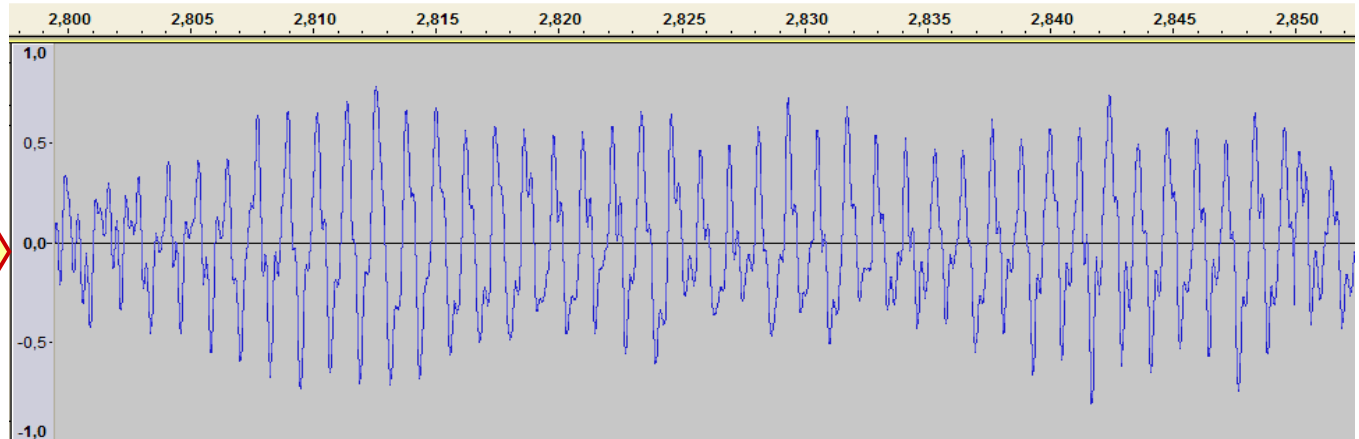


Ступінь кліпування

Класична музика (Каччіні "Аве Марія")



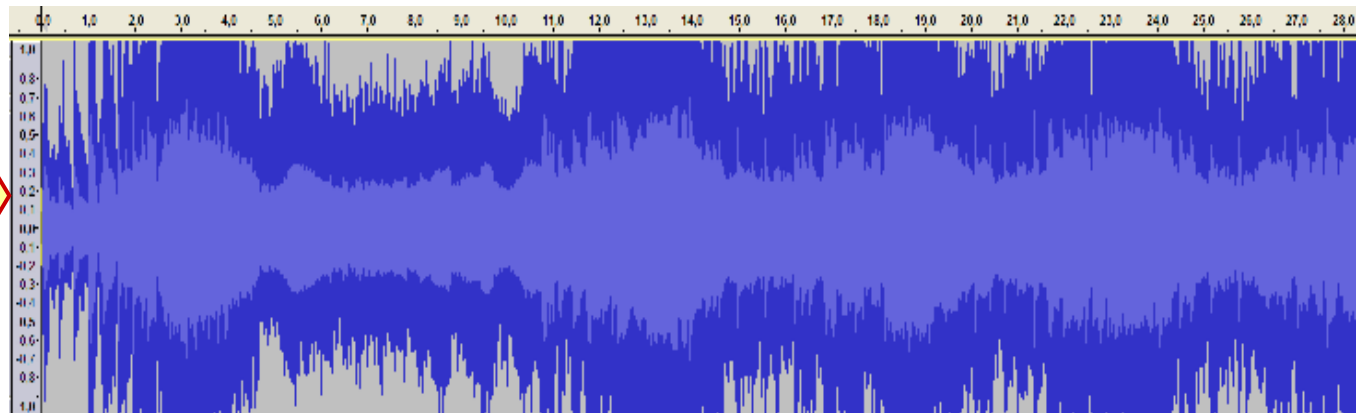
Немає
кліпування



Популярна музика (Garry Moore "Ballads")



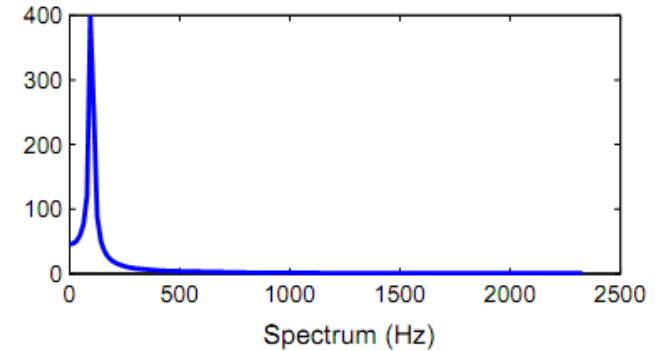
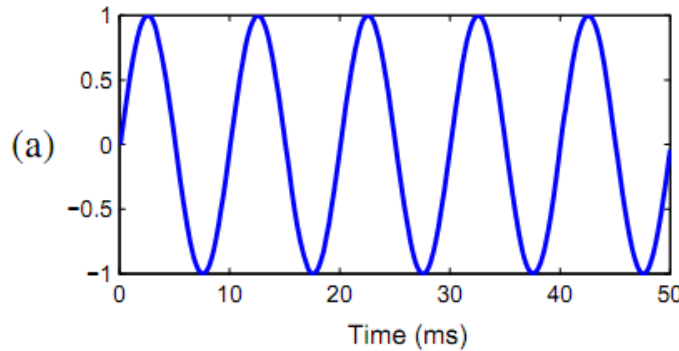
Незначне
кліпування



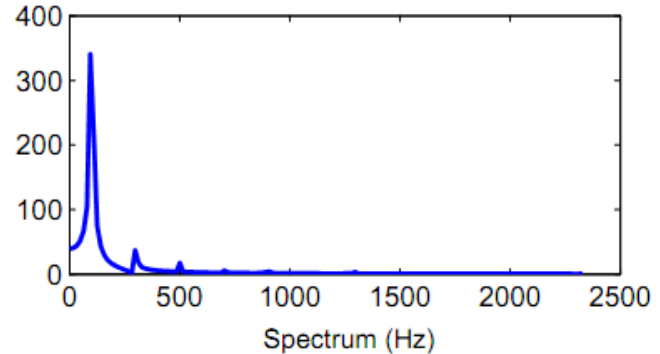
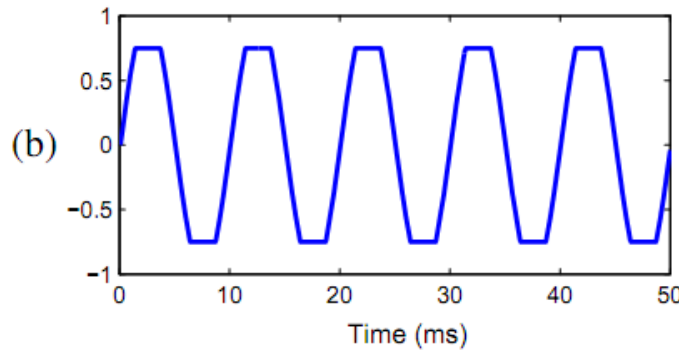
В популярній музиці незначне кліпування є вживаним

Спектр кліпованого сигналу

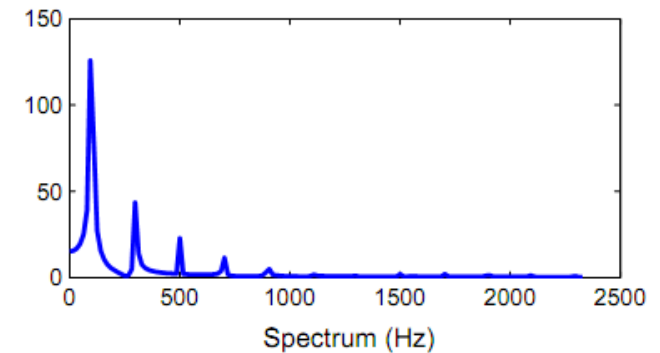
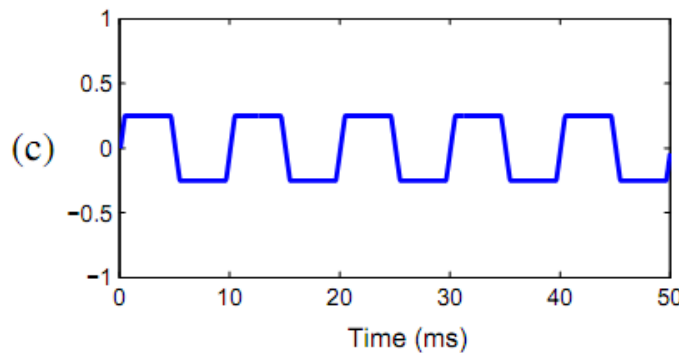
немає



слабке

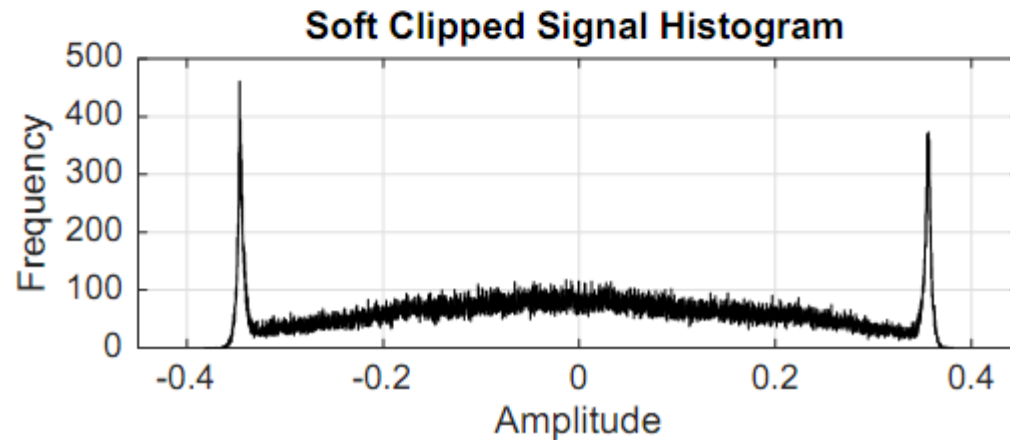
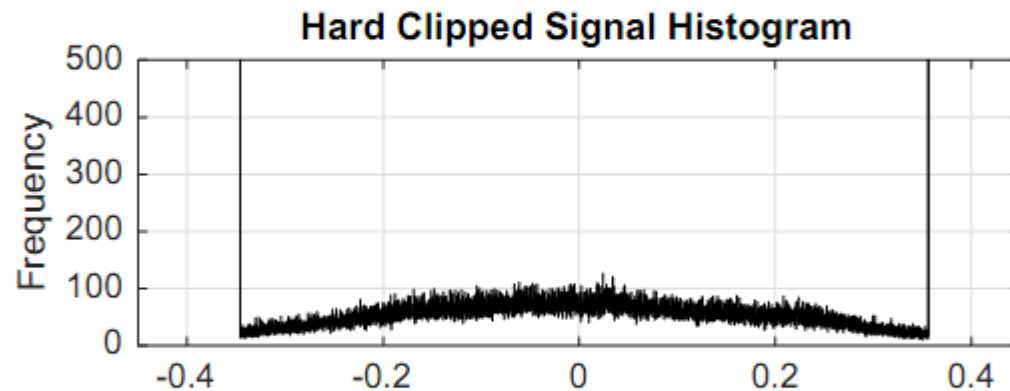
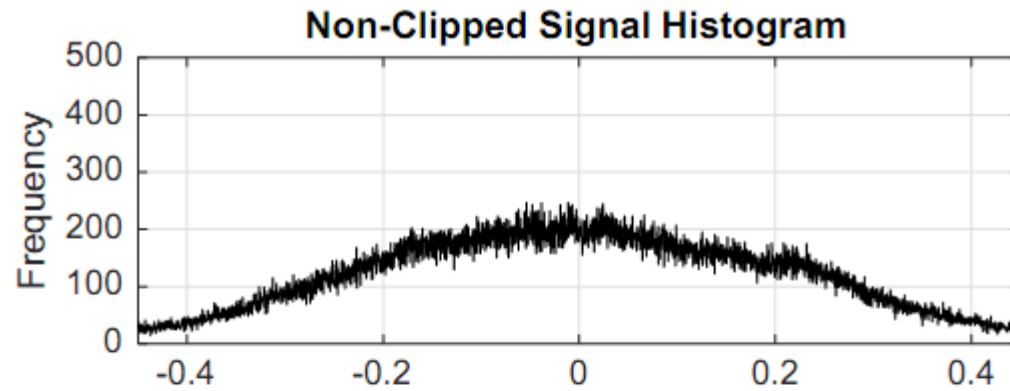


сильне



При слабкому кліпуванні спектр сигналу спотворюється помірно

Густина імовірності кліпованого сигналу



Аналітичний опис жорсткого кліпування

Алгоритм кліпування:

$$y(n) = \begin{cases} x(n), & |x| < A, \\ A \cdot \text{sgn}[x(n)], & |x| \geq A, \end{cases}$$

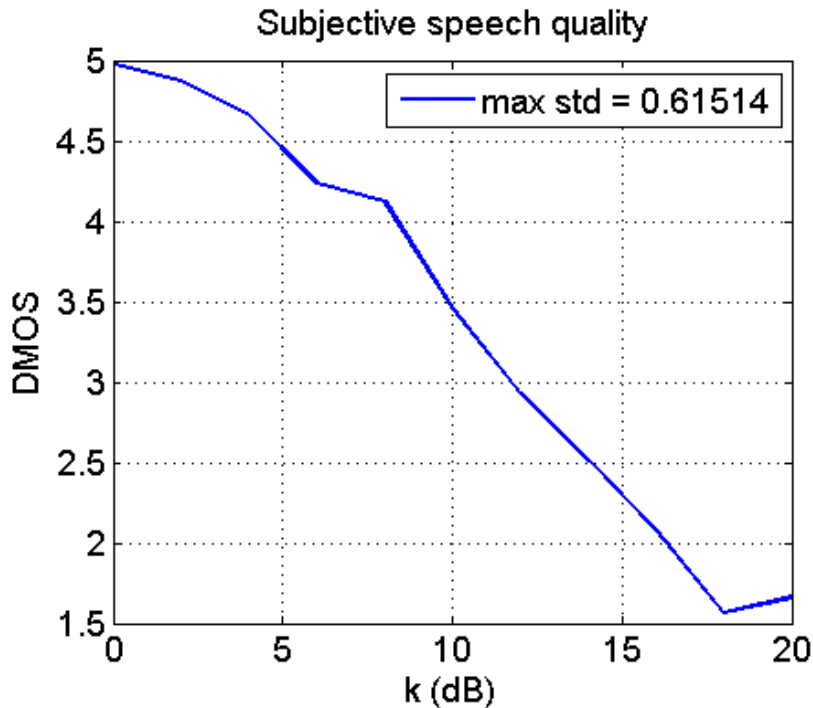
Міра ступеню кліпування:

$$k = 20 \lg(\max |x(n)| / A)$$

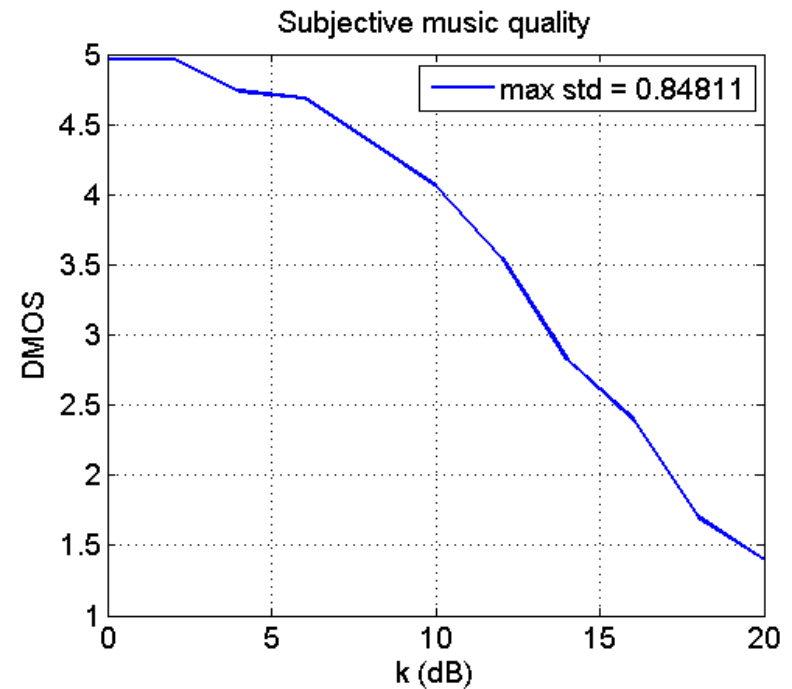
Суб'єктивне оцінювання якості кліпованих музики та мови

Увага! Слухачів мало, склад слухачів різний

Мова (6 слухачів)



Музика (9 слухачів)

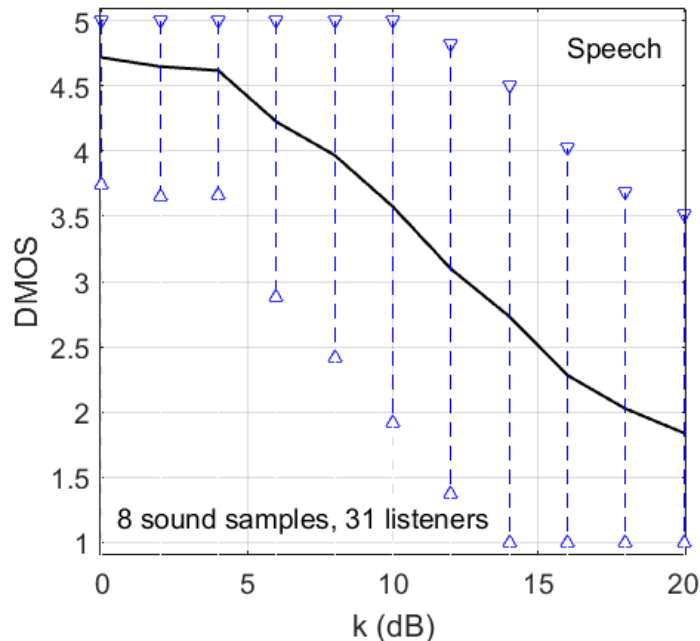


Слухова система людини є більш чутливою (2-3 дБ) до спотворень мови

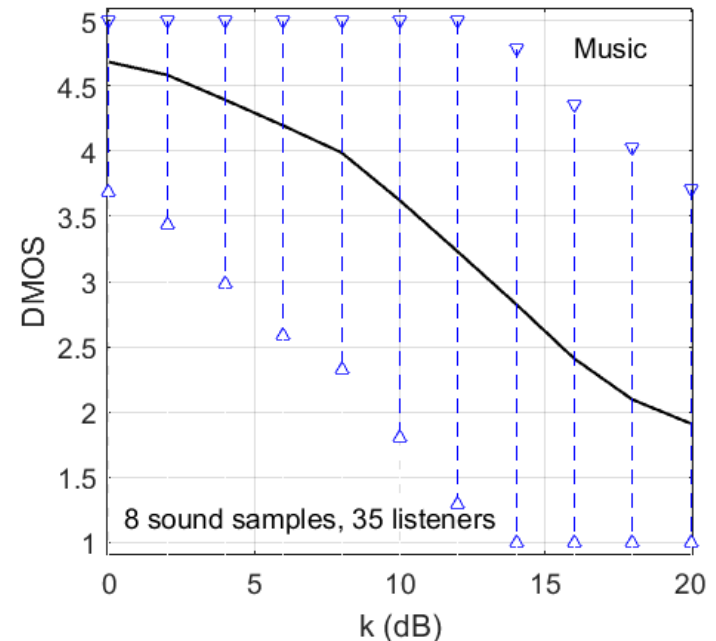
Суб'єктивне оцінювання якості кліпованих музики та мови

Увага! Слухачів багато, склад слухачів схожий

Мова (31 слухач)



Музика (35 слухачів)



Слухова система людини однаково чутлива до спотворень мови та музики

Увага! Висновок принципово відрізняється від попереднього!

Статистична обробка результатів експерименту

Вимоги ГОСТ 50840-95: при оцінюванні якості мови методом парного порівняння кількість слухачів має бути не меншою 15, а кількість дикторів - не меншою 5 (3 чоловіки та 2 жінки).

Фрагмент скрипта Matlab обчислення границь 95% довірчого інтервалу

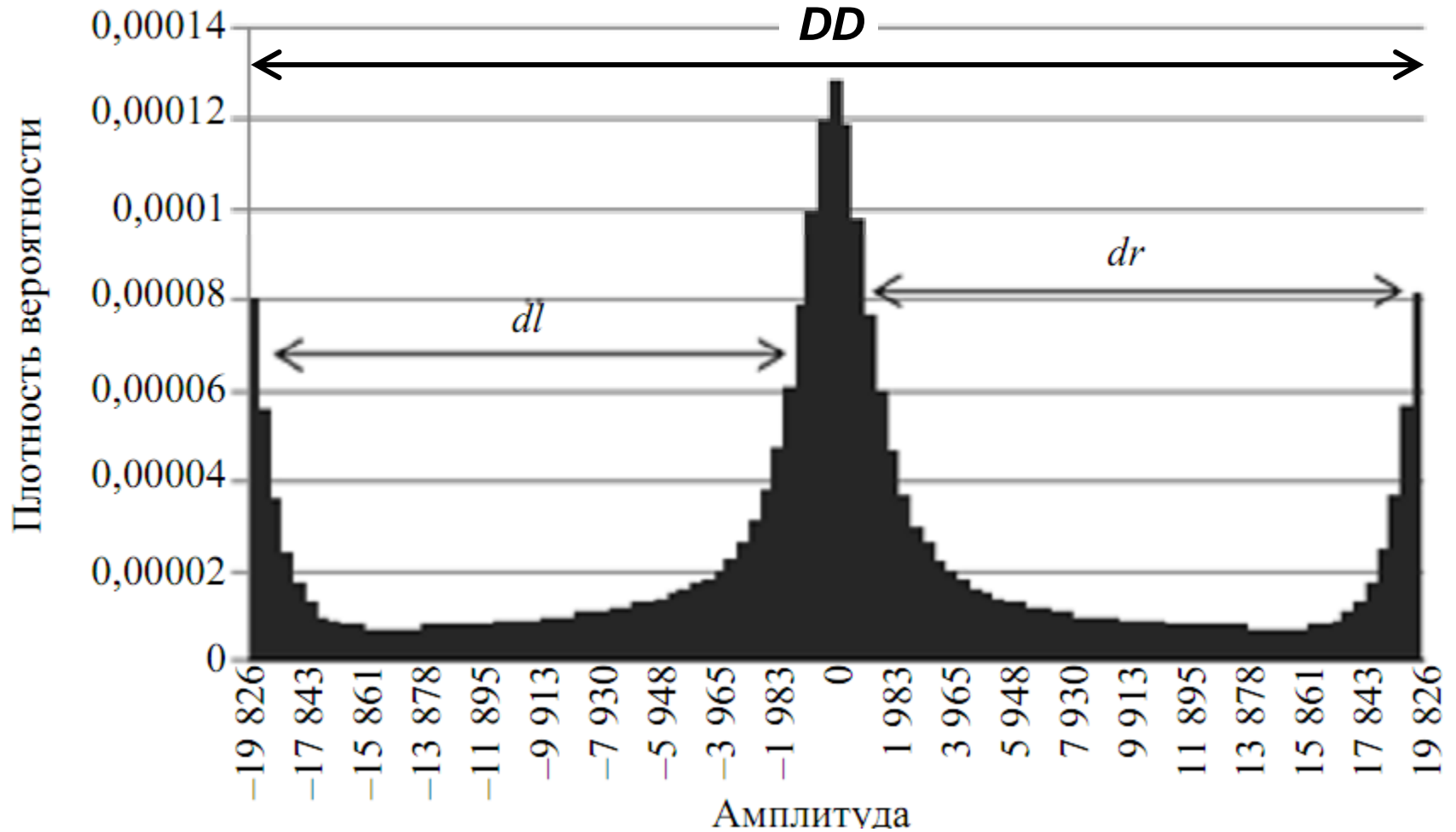
```
aver_all_all = mean(subres2); % усредн. по всем слуш-лям и дикторам
std_all_all = std(subres2); % std по всем слуш-лям и дикторам
up_dovint = aver_all_all + 2*std_all_all; % верхн.гран. 95% довер.интерв.
dn_dovint = aver_all_all - 2*std_all_all; % нижн.гран. 95% довер.интерв

% корректировка границ 95% доверит.интерв.
for nump = 1: 11
    if up_dovint(1,nump) > 5
        up_dovint(1,nump) = 5;
    elseif dn_dovint(1,nump) < 1
        dn_dovint(1,nump) = 1;
    end
end
```

Проблеми із побудовою графіків

```
% графіки рез-тов суб'єктивного оцінювання
kdB = 0:2:20;
figure;
plot(kdB,aver_all_all, 'k', 'LineWidth',1.5); hold on;
stem(kdB,up_dovint,'--Vb'); hold on;
stem(kdB,dn_dovint,'--^w',...
     'MarkerFaceColor','w',...
     'MarkerEdgeColor','b'); hold off;
axis([-0.1 20.1 0.9 5.1])
```

Коефіцієнт кліпування Алєйніка



$$Rcl = 2 * \max(dl, dr) / DD$$

Ексцес як міра кліпування

$$\beta_4 = \frac{\mu_4}{(\mu_2)^2}$$

Оцінка ексцесу

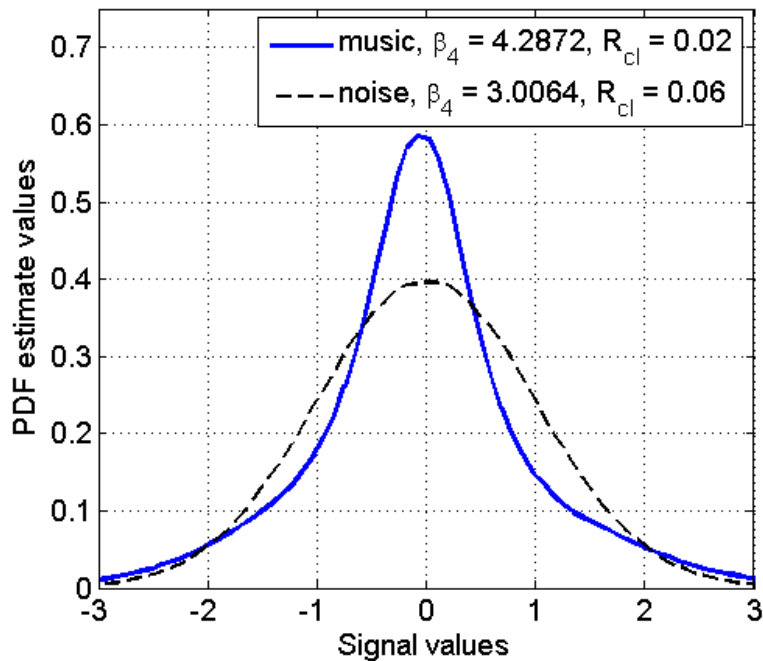
$$\overline{\beta'_4} = \frac{\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N (y(n) - \overline{m_y})^4}{\left(\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N (y(n) - \overline{m_y})^2 \right)^2}$$

$$\overline{m_y} = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N y(n)$$

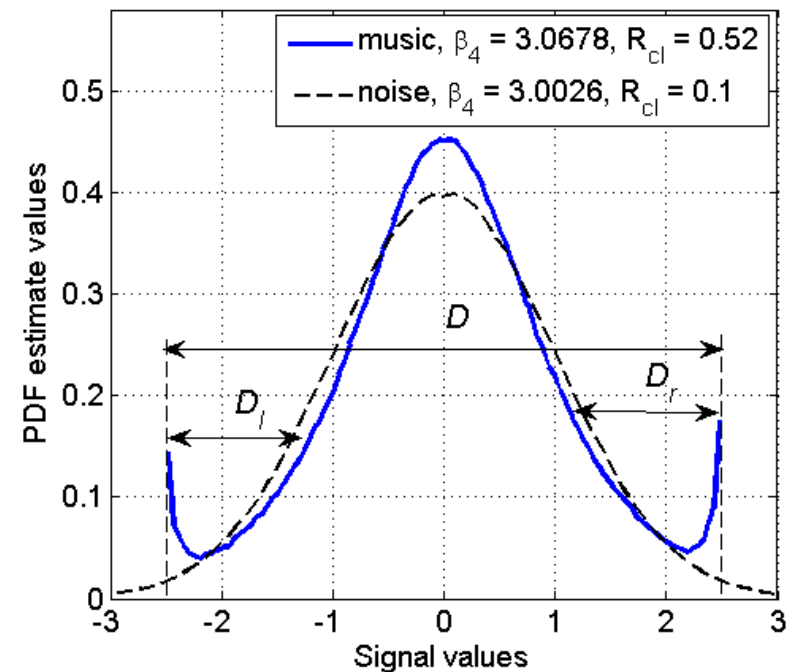
Зведення в ступінь підкреслює великі значення сигналу, тобто, підкреслює хвіст густини імовірності

Порівняння коефіцієнту кліпування та ексцесу

Чистий сигнал



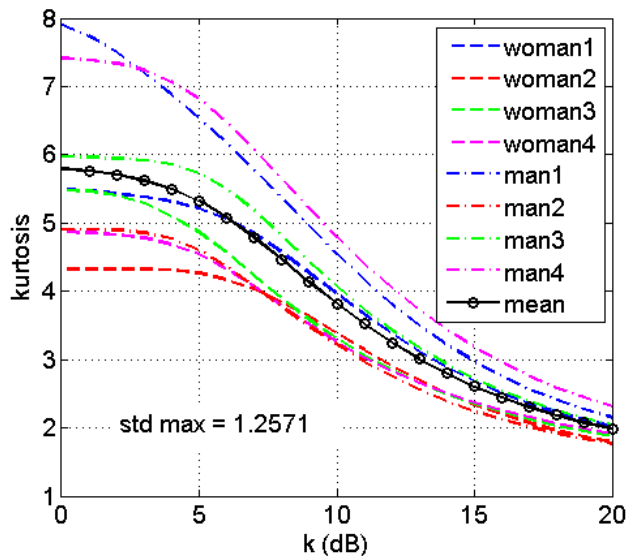
Кліпований сигнал



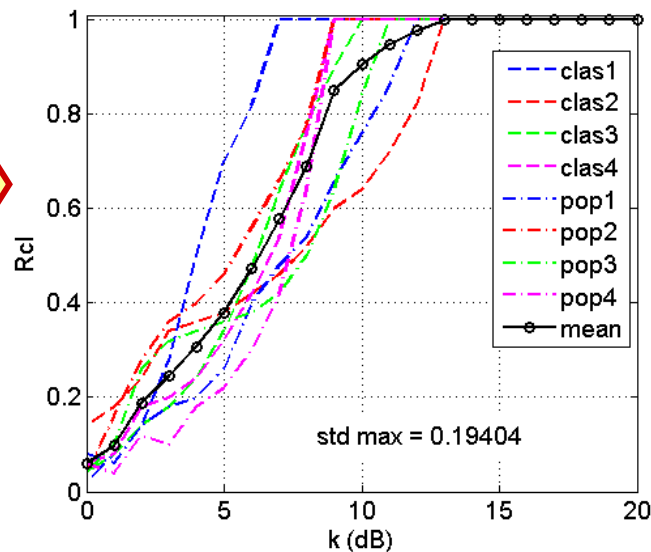
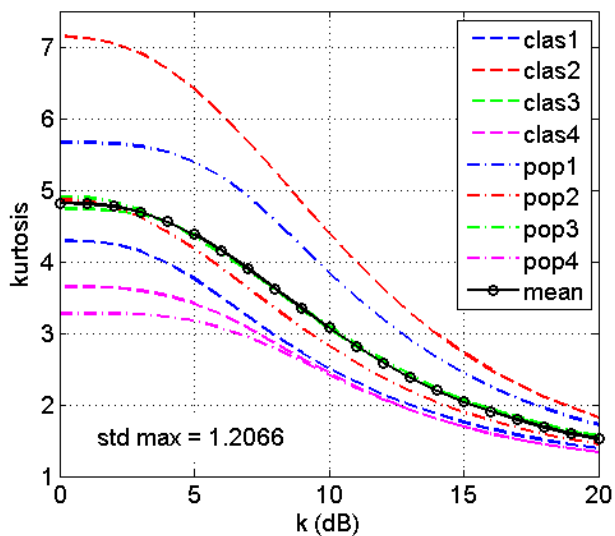
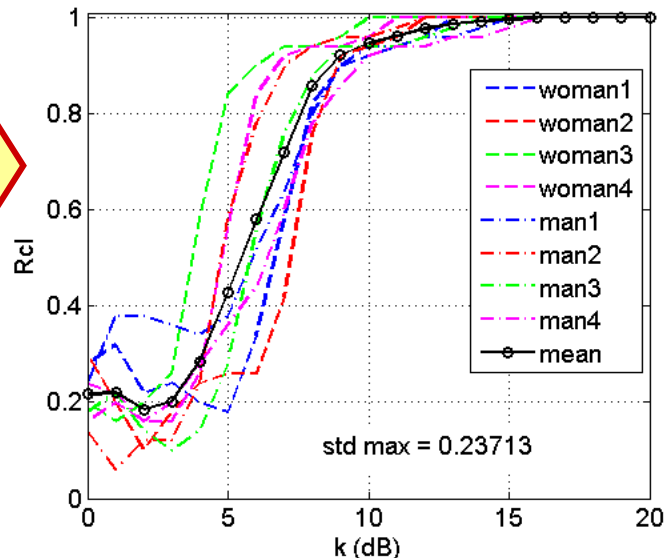
- Поява кліпування призводить до:**
- спадання ексцесу
 - зростання коефіцієнту кліпування

Залежність $krts$ та Rcl від ступеня кліпування

$krts$



Rcl



Величина, обернена до ексцесу

Діапазон можливих значень **ексцесу**:

$[1; \infty]$

Діапазон можливих значень **коефіцієнту кліпування**:

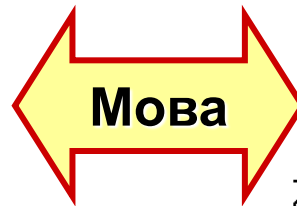
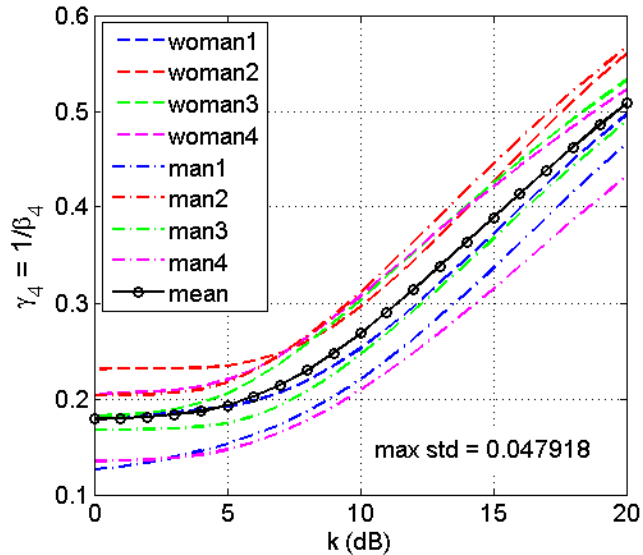
$[0; 1]$

Діапазон можливих значень величини,
оберненої до ексцесу:

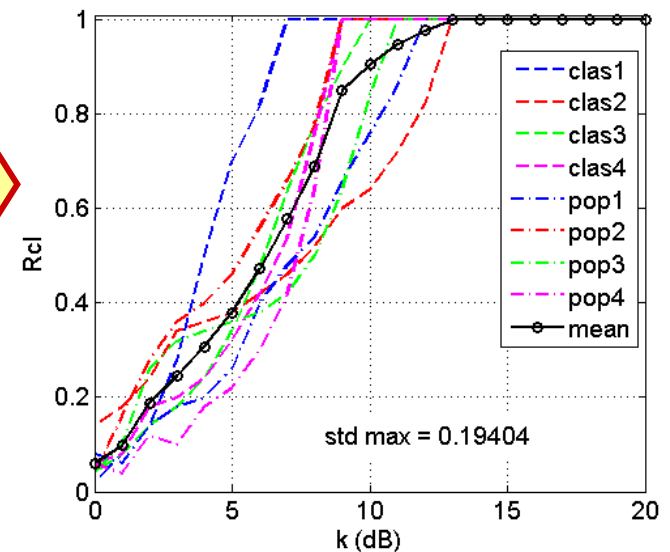
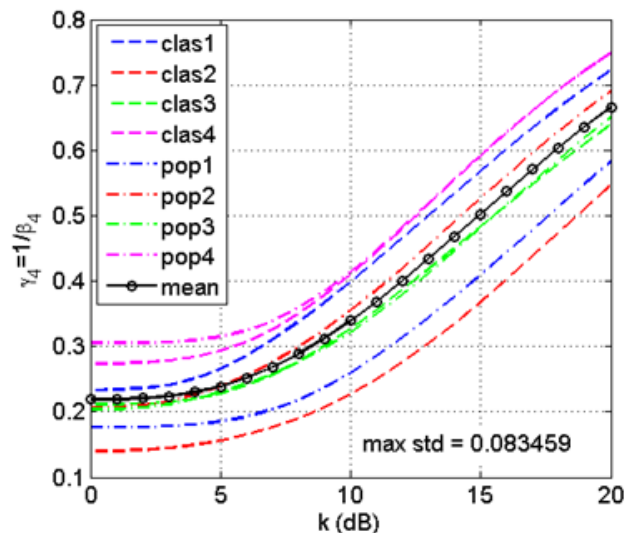
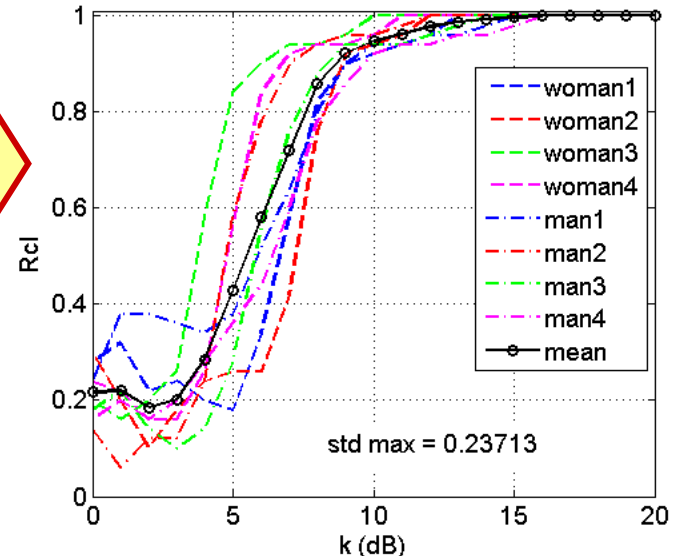
$[0; 1]$

Величина, обернена до ексцесу

$1/krts$

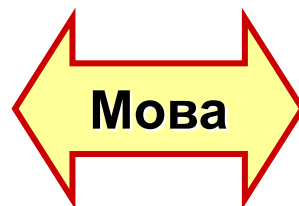
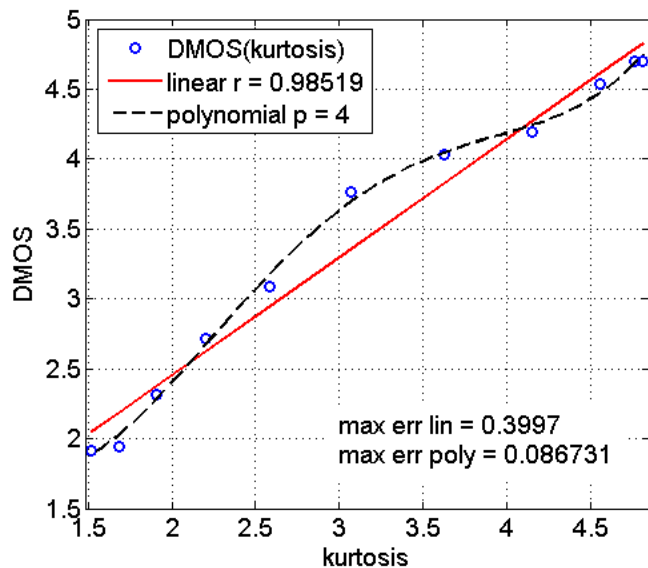


RcI

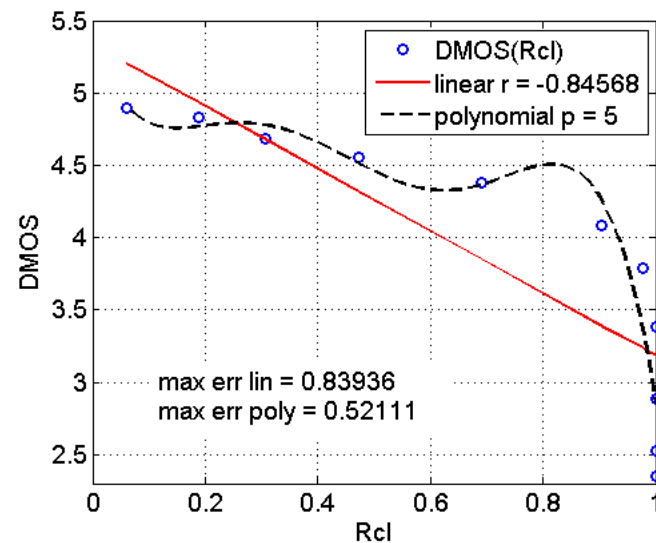
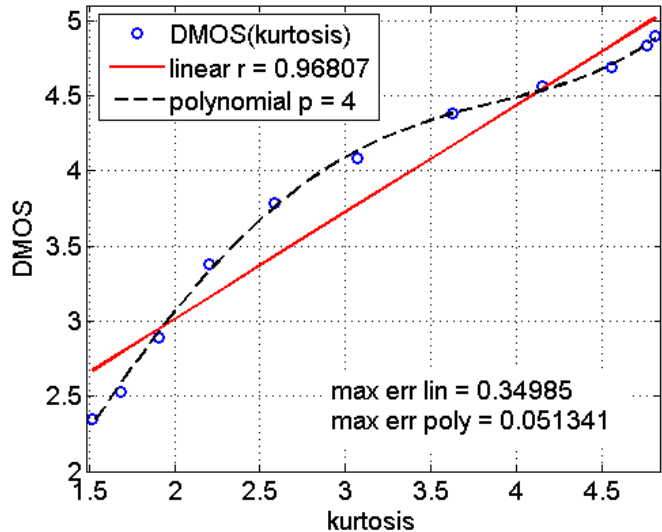
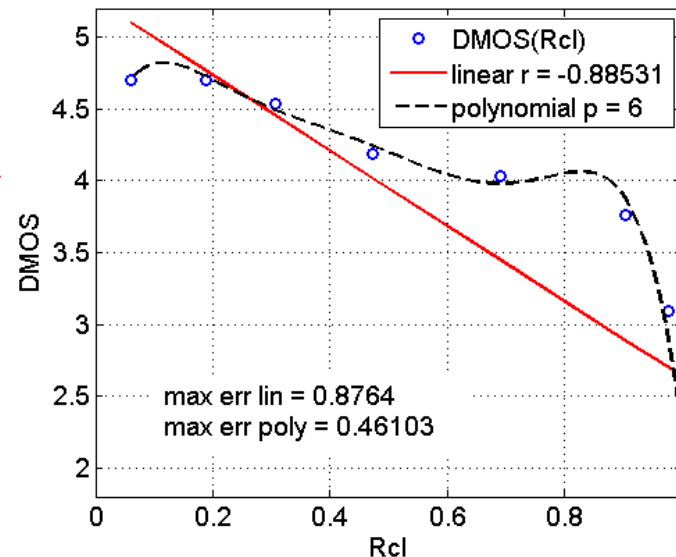


Карти відповідності

krts

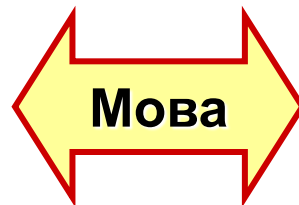
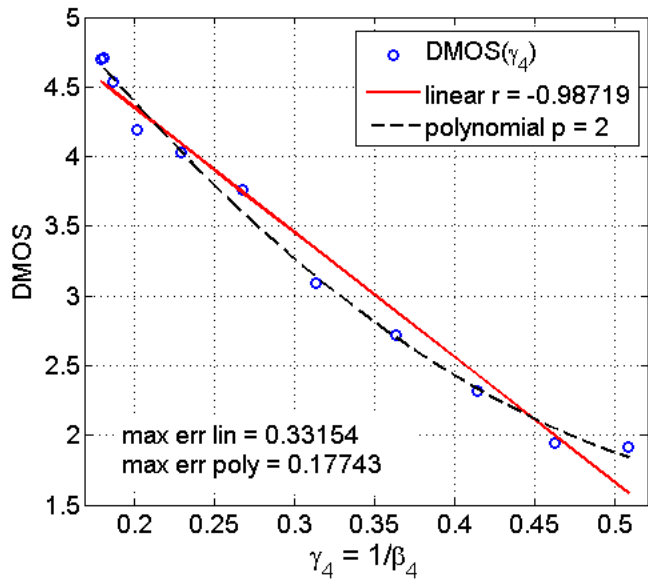


Rcl

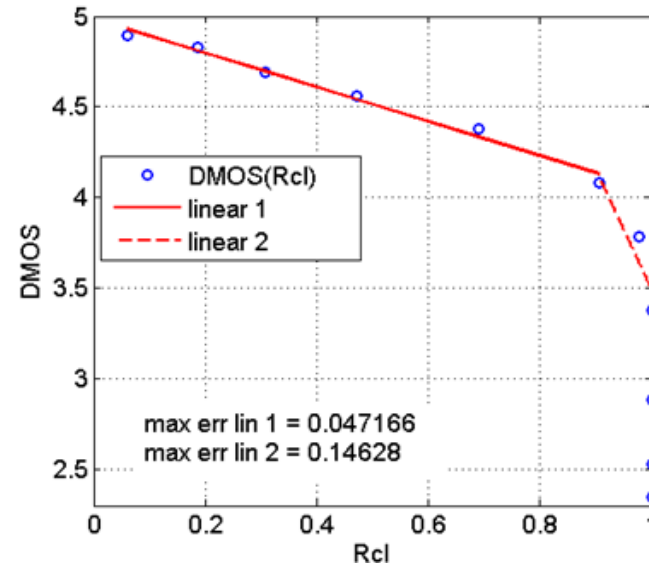
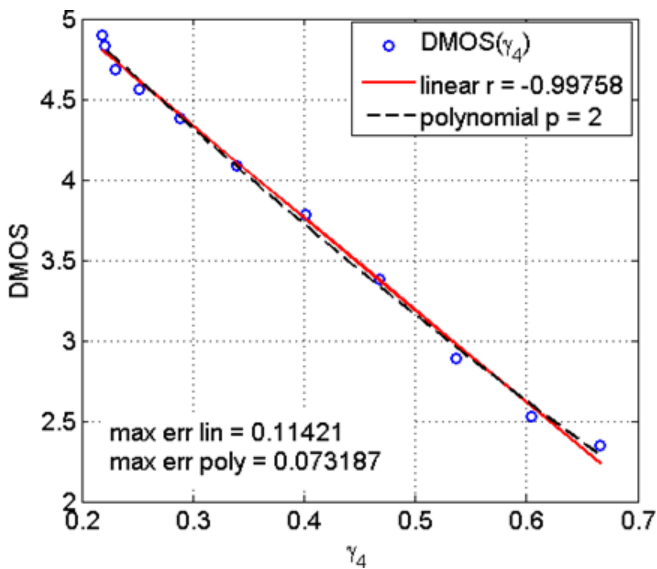
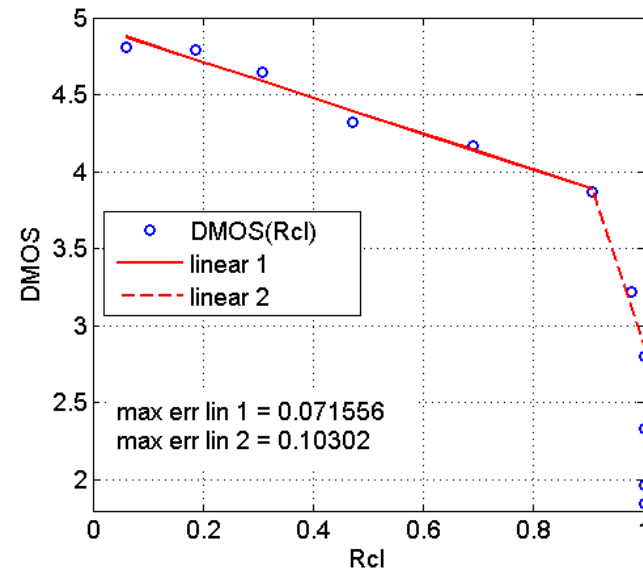


Карти відповідності

1/krts



Rcl



Висновки

- Екссес та обернену до нього величину можна використовувати для оцінювання ступеню кліпування
- Величина, обернена до екссесу, є найбільш зручною для оцінювання ступеню кліпування акустичних сигналів
- Систему АРУ тракту передачі та запису звукових сигналів доцільно налагоджувати з огляду на властивості мовних сигналів, оскільки людський слух більш чутливий до спотворення мови, ніж до спотворення музики
- Коефіцієнт R_{SI} можна використовувати лише для виявлення факту кліпування