

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
Signalų apdorojimo katedra

3 laboratorinis darbas

Signalai ir sistemos I

PERIODINIO SIGNALO TYRIMAS

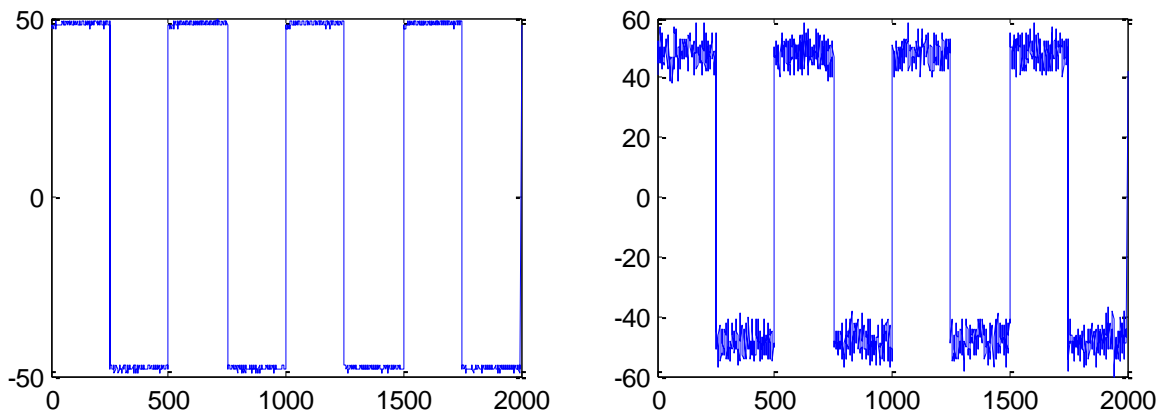
Atliko: Paulius Jurkštas RR-8

Priėmė: doc. Dr. L. Svilainis

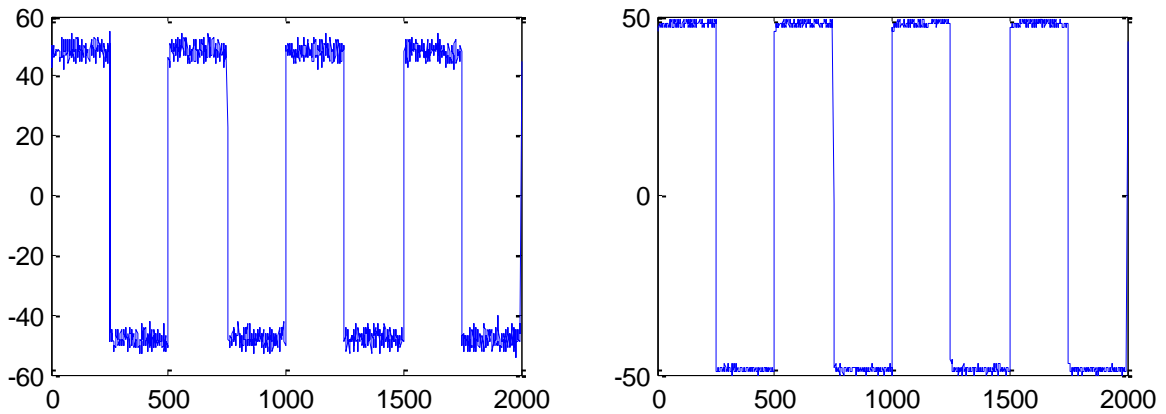
Kaunas

2010

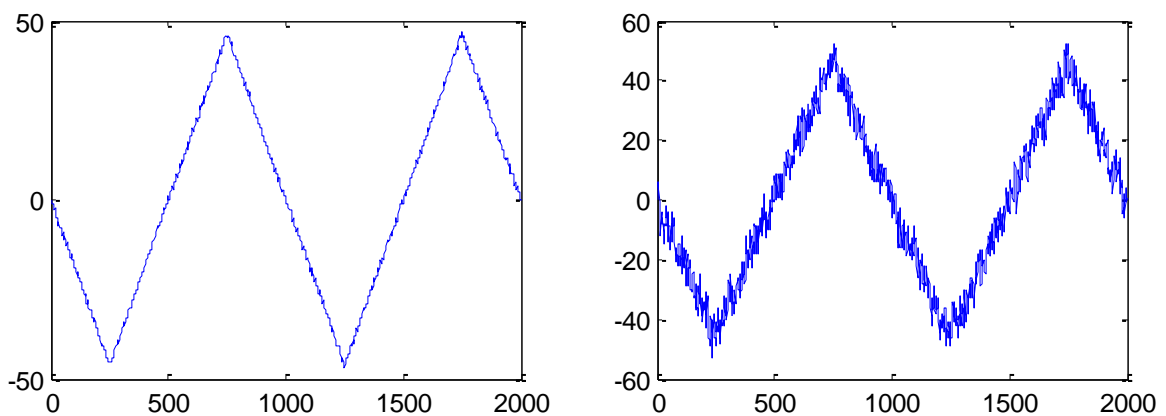
Skaitmeniniu oscilografu įrašyti švarūs signalai ir signalai su triukšmu esant įvairiems vidurkinimo koeficientams. Po to atlikta triukšmų kiekybinė analizė naudojant ir nenaudojant koreliacinį apdorojimą.



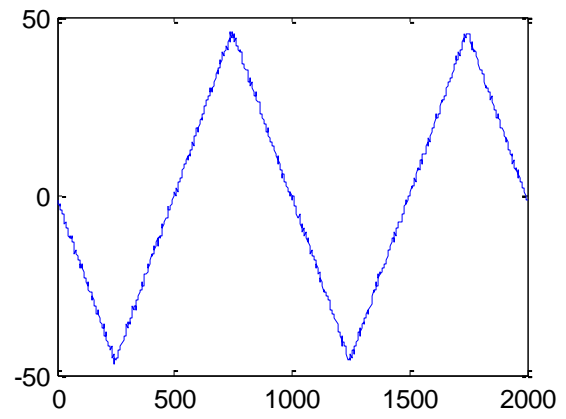
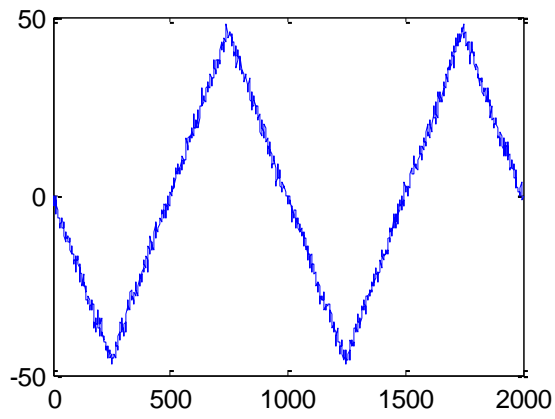
1 pav. Švarus stačiamapis ir su triukšmu be vidurkinimo



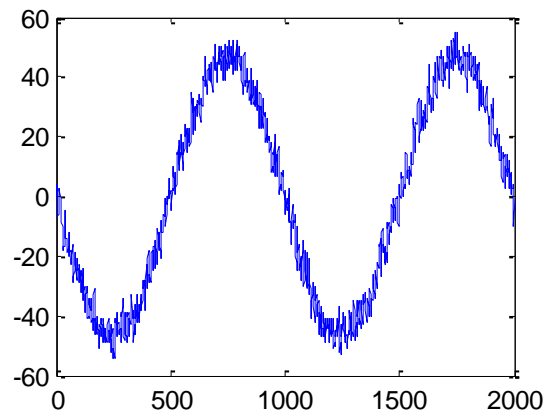
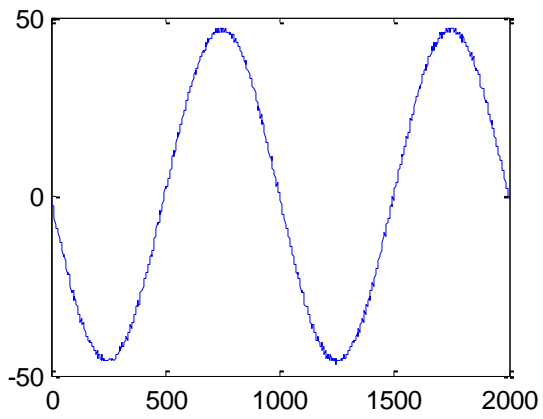
2 pav. signalas vidurkinant 4 ir 64 kartus.



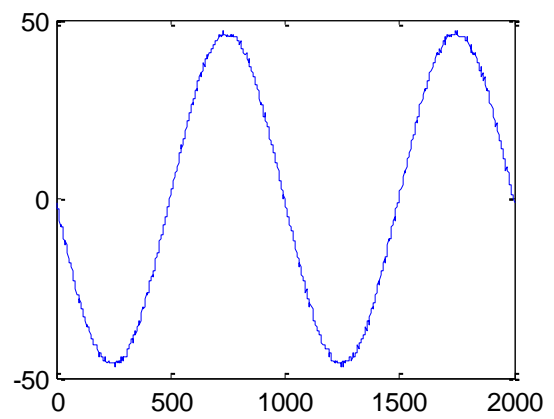
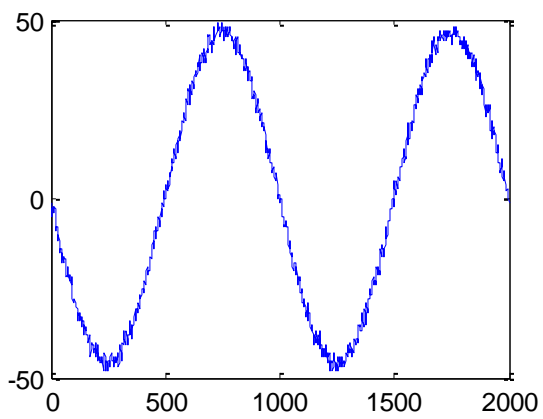
3 pav. Trikampis signalas be triukšmo ir su triukšmu be vidurkinimo



4 pav. signalas vidurkinant 4 ir 64 kartus.

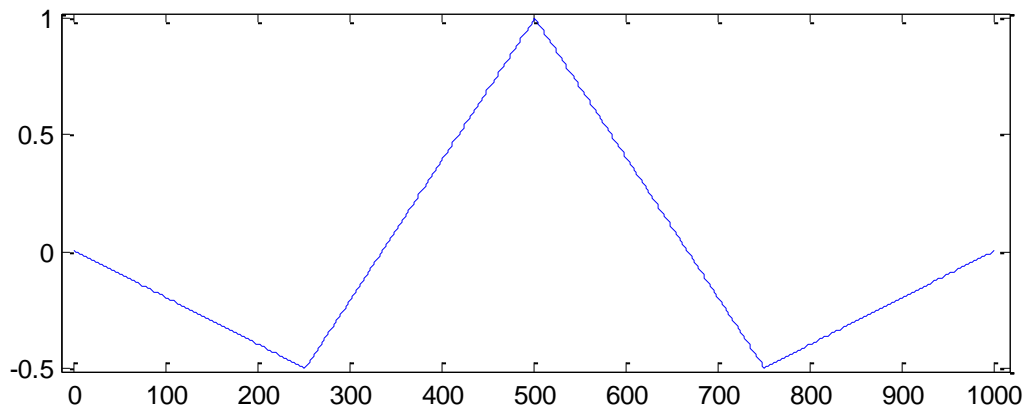


3 pav. Sinusinis signalas be triukšmo ir su triukšmu be vidurkinimo

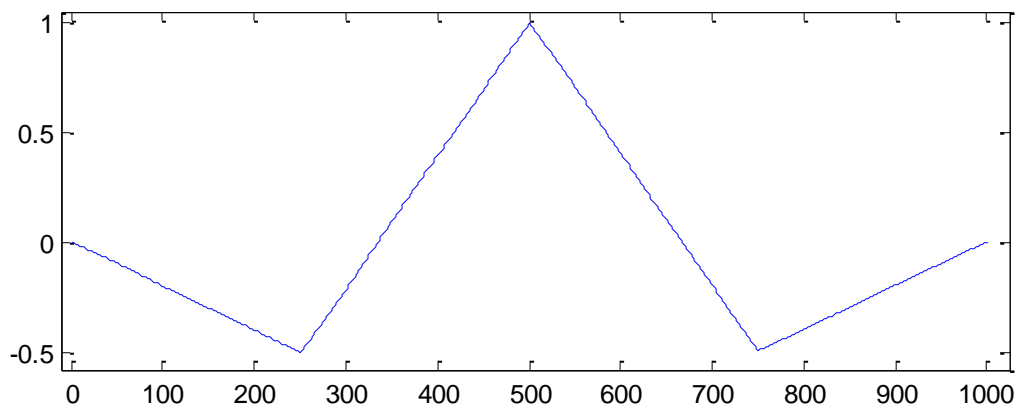


5 pav. signalas vidurkinant 4 ir 64 kartus.

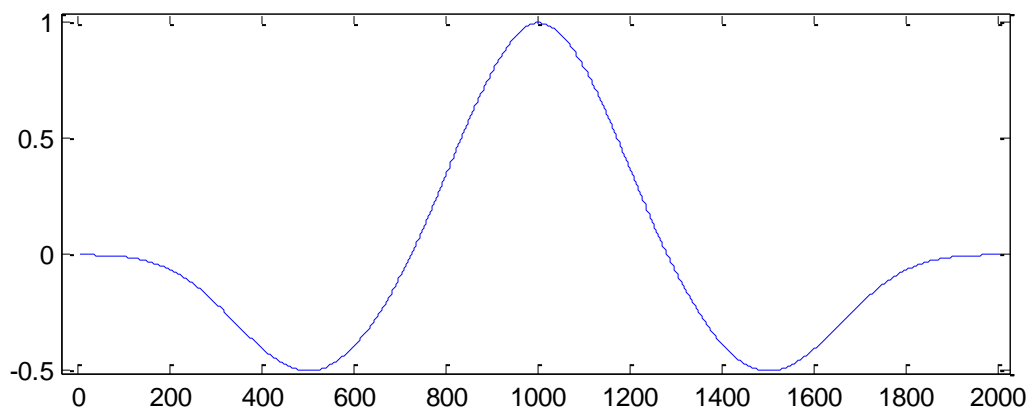
Autokoreliacinė ir tarpusavio koreliacinė funkcijos



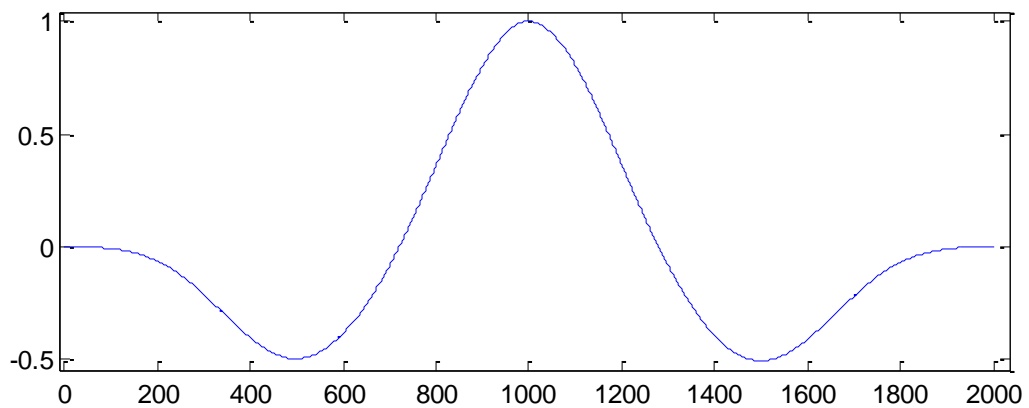
6 pav. švaraus stačiakampio signalo AKF.



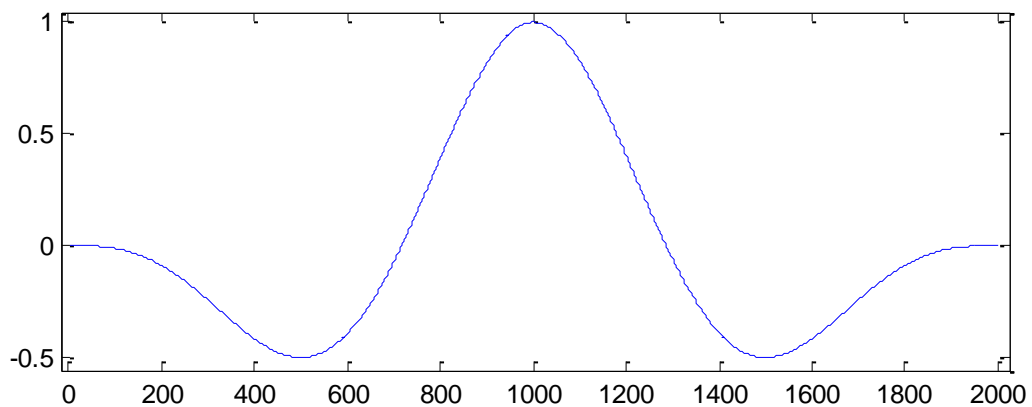
7 pav. tarpusavio koreliacija tarp švaraus ir triukšmingo nevidurkinto signalo.



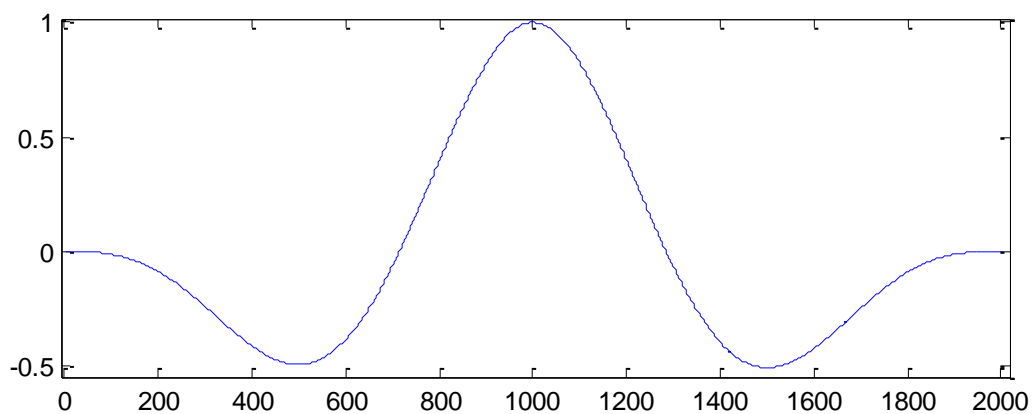
8 pav. trikampio signalo autokoreliacija.



9 pav. tarpusavio koreliacija tarp švaraus ir triukšmingo nevidurkinto signalo.



10 pav. sinusinio signalo autokoreliacija.



11 pav. tarpusavio koreliacija tarp švaraus ir triukšmingo nevidurkinto signalo.

Analizė

Visa analizės procedūra atliekama naudojant MATLAB 7.9.0 paketą. Programos kodas pateikiamas priede.

Triukšmu laikomas švaraus ir su triukšmu susumuoto signalo skirtumas:

$$u_{tr}(t) = u_{spr}(t) - u_{str}(t) \quad (1.1)$$

čia $u_{spr}(t)$ - išmatuotas signalas be triukšmo, $u_{str}(t)$ - išmatuotas signalas su triukšmu.

Analogiškai gaunama ir normuotos tarpusavio koreliacijos triukšmo dedamoji:

$$u_{kr}(\tau) = r(\tau) - k_{12}(\tau) \quad (1.2)$$

S/N randamas iš šios išraiškos:

$$S / N = \frac{\sigma_{pr}^2}{\sigma_{tr}^2} \quad (1.3)$$

čia σ_{pr} - signalo standartinė deviacija, σ_{tr} - triukšmo standartinė deviacija.

Analogiška išraiška naudojama ir ieškant koreliacinės funkcijos S/N.

SNR randamas iš šios išraiškos:

$$SNR = 10 \lg(S / N) \quad (1.4)$$

Pagerėjimas naudojant koreliaciją randamas kaip skirtumas tarp SNR naudojant koreliaciją ir SNR nenaudojant.

Rezultatai

1 Lentelėje pateikiami matematinės analizės rezultatai.

Pateikiamas pradinio signalo standartinė deviacija (toliau – STD), triukšmo standartinė deviacija, teorinė triukšmo standartinė deviacija:

$$\sigma_{teor} = \frac{\sigma_{tr1}}{\sqrt{N}} \quad (1.5)$$

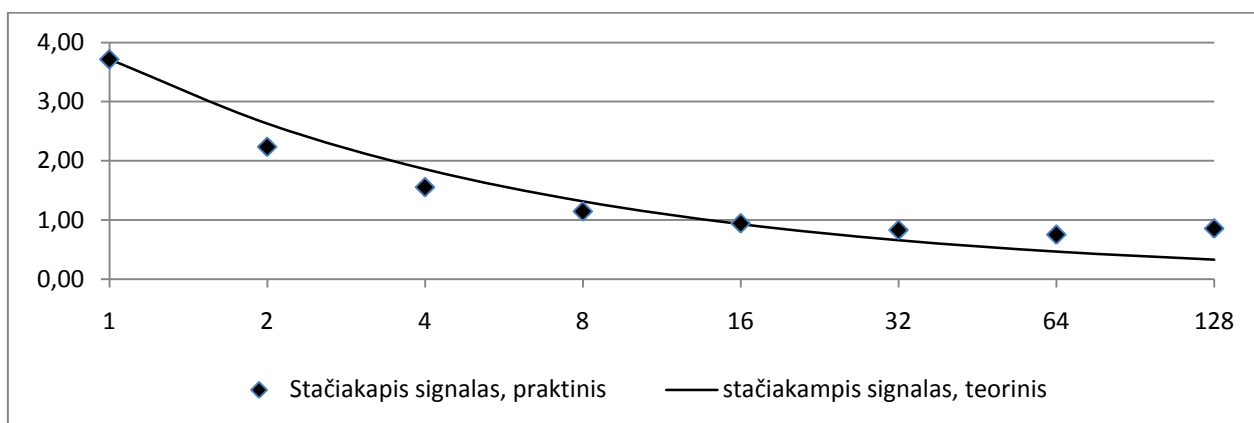
Kur σ_{tr1} - nevidurkinto triukšmingo STD, N – vidurkinimo koeficientas. Taip pat pateikiama normuotos autokoreliacinės funkcijos STD bei normuotos tarpusavio koreliacinės funkcijos triukšmo STD. Lentelėje įvardinti ir apskaičiuoti S/N, SNR bei SNR pagerėjimas naudojant koreliacinę apdorojimą.

signalas	Vidurk, kartų	STD			S/N, kartais		SNR, dB		Pagerė- jimas
		paprastas, V	paprastas teorinis, V	koreliacinė funkcija	Paprastas	koreliacinė funkcija	paprastas	koreliacinė funkcija	
Mean- dras	-	48,16		4,06E-01					
Triukš- mas	1	3,72	3,72	3,31E-03	167,9	15034	22,25	41,77	19,52
	2	2,24	2,63	3,62E-03	463,7	12600	26,66	41,00	14,34

Tesinys kitame puslapyje.

signalas	Vidurk, kartų	STD			S/N, kartais		SNR, dB		Pagerė- jimas
		paprastas, V	paprastas teorinis, V	koreliacinė funkcija	Paprastas	koreliacinė funkcija	paprastas	koreliacinė funkcija	
	4	1,55	1,86	2,44E-03	959,7	27818	29,82	44,44	14,62
	8	1,15	1,31	3,31E-03	1767,6	15067	32,47	41,78	9,31
	16	0,94	0,93	3,36E-03	2604,2	14618	34,16	41,65	7,49
	32	0,83	0,66	3,54E-03	3362,4	13158	35,27	41,19	5,93
	64	0,75	0,46	3,63E-03	4092,6	12562	36,12	40,99	4,87
	128	0,86	0,33	4,18E-03	3160,6	9452	35,00	39,76	4,76
trikampis	-	26,64		4,34E-01					
Triukš- mas	1	3,79	3,79	4,23E-03	161,1	9216	22,07	39,65	17,57
	2	2,33	2,68	3,82E-03	426,7	11290	26,30	40,53	14,23
	4	1,72	1,90	4,07E-03	786,7	9968	28,96	39,99	11,03
	8	1,38	1,34	1,05E-03	1219,7	148683	30,86	51,72	20,86
	16	1,18	0,95	2,76E-03	1664,8	21682	32,21	43,36	11,15
	32	1,10	0,67	3,04E-03	1920,0	17864	32,83	42,52	9,69
	64	1,06	0,47	2,05E-03	2060,1	39465	33,14	45,96	12,82
	128	1,05	0,34	4,45E-03	2122,7	8323	33,27	39,20	5,93
sinusas	-	32,65		4,45E-01					
Triukš- mas	1	3,66	3,66	4,53E-03	173,2	9657	22,39	39,85	17,46
	2	2,22	2,59	2,98E-03	470,5	22314	26,73	43,49	16,76
	4	1,48	1,83	2,64E-03	1053,7	28493	30,23	44,55	14,32
	8	1,09	1,29	4,36E-03	1965,1	10408	32,93	40,17	7,24
	16	0,85	0,91	5,46E-03	3203,8	6643	35,06	38,22	3,17
	32	0,83	0,65	5,27E-03	3403,9	7121	35,32	38,53	3,21
	64	0,67	0,46	4,80E-03	5214,8	8603	37,17	39,35	2,17
	128	0,60	0,32	5,05E-03	6504,8	7762	38,13	38,90	0,77

1 lentelė. Signalų analizės rezultatai.



12 pav. Staičiakampio signalo triukšmo praktinė ir teorinė STD priklausomybė nuo vidurkinimo koeficiento.

Išvados

- Panaudojus koreliacinį aprodojimą pastebimas didelis (iki +20dB) SNR padidėjimas, o tai yra didelis laimėjimas.
- Palyginus teorinę ir praktinę triukšmo STD priklausomybę nuo vidurkinimo koeficiento gaunamas nesutapimas esant dideliems koeficientams. Tai gali būti sąlygojama ganėtinai mažo skiriamumo ir didelių diskretizavimo triukšmų, kurie galimai užgožia signalo triukšmus.
- nevidurkinto koreliacine funkcija apdoroto signalo SNR visais atvejais buvo didesnis nei 128 kartus vidurkinto koreliacine funkcija neapdoroto signalo.

Naudota literatūra

1. Signalai ir sistemos. I dalis / V. Dumbrava – Kaunas: Vadovėlis, 2006

Priedas

Darbo metu naudotas MATLAB 7.9.0 kodas:

```
clear all;
[PathName FileName headeris duomenys] = nuskaitymas_v2();

akor_stat=xcorr(duomenys(500:1000,1));      %autokoreliacinės funkcijos
akor_trik=xcorr(duomenys(1000:2000,12));
akor_sinu=xcorr(duomenys(1000:2000,21));

std_akor_stat=std(akor_stat);      %autokoreliacinių funkcijų STD
std_akor_trik=std(akor_trik);
std_akor_sinu=std(akor_sinu);

std_stat=std(duomenys(1:500,1));      %signalų STD
std_trik=std(duomenys(1:1000,12));
std_sinu=std(duomenys(1:1000,21));

norm_akor_stat=akor_stat/max(akor_stat);      %normuotos autokoreliacinės
funkcijos
norm_akor_trik=akor_trik/max(akor_trik);
norm_akor_sinu=akor_sinu/max(akor_sinu);

norm_std_akor_stat=std(norm_akor_stat);      %normuotų autokoreliacinių funkcijų
STD
norm_std_akor_trik=std(norm_akor_trik);
norm_std_akor_sinu=std(norm_akor_sinu);

for i=1:8
    stat_tr(:,i)=duomenys(:,1)-duomenys(:,i+1);
    %triukšmas[n]=triukšmingas[n]-švarus[n]
    for j=1:length(stat_tr(:,i))
        if abs(stat_tr(j,i))>15
            stat_tr(j,i)=0;
        end
    end
    trik_tr(:,i)=duomenys(:,12)-duomenys(:,i+12);
    sinu_tr(:,i)=duomenys(:,21)-duomenys(:,i+21);
```

```

std_stat_tr(i)=std(stat_tr(:,i)); %standartinė triukšmo
deviacija
std_trik_tr(i)=std(trik_tr(:,i));
std_sinu_tr(i)=std(sinu_tr(:,i));

xkor_stat(:,i)=xcorr(duomenys(1:500,1),duomenys(500:1000,i+1)); %tarpusavio
koreliacija tarp švaraus ir triukšmingo signalo vieno periodo
[a b] = max(xkor_stat(:,i)); %#ok<*ASGLU>
xkor_stat(:,i)=xcorr(duomenys(1:500,1),duomenys(500-b+500:1000-b+500,i+1));

xkor_trik(:,i)=xcorr(duomenys(1:1000,12),duomenys(1000:2000,i+12));
[a b] = max(xkor_trik(:,i));
xkor_trik(:,i)=xcorr(duomenys(1:1000,12),duomenys(1000-b+1000:2000-
b+1000,i+12));

xkor_sinu(:,i)=xcorr(duomenys(1:1000,21),duomenys(1000:2000,i+21));
[a b] = max(xkor_sinu(:,i));
xkor_sinu(:,i)=xcorr(duomenys(1:1000,21),duomenys(1000-b+1000:2000-
b+1000,i+21));

norm_xkor_stat(:,i)=xkor_stat(:,i)/xkor_stat(500,i); %normuota tarpusavio
kor.
norm_xkor_trik(:,i)=xkor_trik(:,i)/xkor_trik(1000,i);
norm_xkor_sinu(:,i)=xkor_sinu(:,i)/xkor_sinu(1000,i);

std_norm_xkor_stat(i)=std(norm_xkor_stat(:,i)); %standartinė normuotos
xkor. deviacija
std_norm_xkor_trik(i)=std(norm_xkor_trik(:,i));
std_norm_xkor_sinu(i)=std(norm_xkor_sinu(:,i));

snr_pap_stat(i)=(std_stat/std_stat_tr(i))^2; %SNR paprastų signalų
snr_pap_trik(i)=(std_trik/std_trik_tr(i))^2;
snr_pap_sinu(i)=(std_sinu/std_sinu_tr(i))^2;

stat_norm_xkor_tr(:,i) = norm_akor_stat-norm_xkor_stat(:,i); %triukšmas po
koreliacinės
trik_norm_xkor_tr(:,i) = norm_akor_trik-norm_xkor_trik(:,i);
sinu_norm_xkor_tr(:,i) = norm_akor_sinu-norm_xkor_sinu(:,i);

std_stat_norm_xkor_tr(i) = std(stat_norm_xkor_tr(:,i));
std_trik_norm_xkor_tr(i) = std(trik_norm_xkor_tr(:,i));
std_sinu_norm_xkor_tr(i) = std(sinu_norm_xkor_tr(:,i));

snr_norm_kor_stat(i)=(norm_std_akor_stat/std_stat_norm_xkor_tr(i))^2;
%#ok<*SAGROW>
snr_norm_kor_trik(i)=(norm_std_akor_trik/std_trik_norm_xkor_tr(i))^2; %SNR
po koreliacinės
snr_norm_kor_sinu(i)=(norm_std_akor_sinu/std_sinu_norm_xkor_tr(i))^2;

end

```