

Национальный исследовательский университет информационных технологий,  
механики и оптики.

Кафедра вычислительной техники.  
Методы цифровой обработки сигналов.

### **Лабораторная работа №1**

Исследование метода подавления случайного шума путём когерентного накопления  
сигнала  
*10 вариант*

Работу выполнили студенты группы Р3415  
*Фомин Евгений, Халанский Дмитрий*

# 1. Задание

Цель работы: определение возможностей метода когерентного накопления для случаев стационарного и квазистационарного сигнала.

Этапы работы:

- Моделирование метода когерентного накопления при разных видах сигнала, отношениях входного сигнала к шуму, а также разной продолжительности измерений;
- Определение зависимостей между этими параметрами и отношением выходного сигнала к шуму;
- Анализ полученных результатов; составление выводов по работе.

Вариант:

Вид сигнала Гармонический.

Соотношение сигнал/шум 0.4.

Число циклов накопления До 1000.

Пределы изменения SNR 0.2 – 3.

## 2. Ход работы

### 2.1. Стационарный сигнал

M	SNR	M	SNR	M	SNR
25	6.726	350	17.1971	700	24.5015
50	7.6071	400	18.8235	750	27.9436
100	11.0567	450	19.9356	800	25.8873
150	12.9431	500	21.7712	850	26.0690
200	15.3373	550	22.0837	900	25.8798
250	15.7975	600	22.3159	950	28.4702
300	16.3729	650	25.0809	1000	30.7324

Чем больше выборка, тем лучше работает метод когерентного накопления.

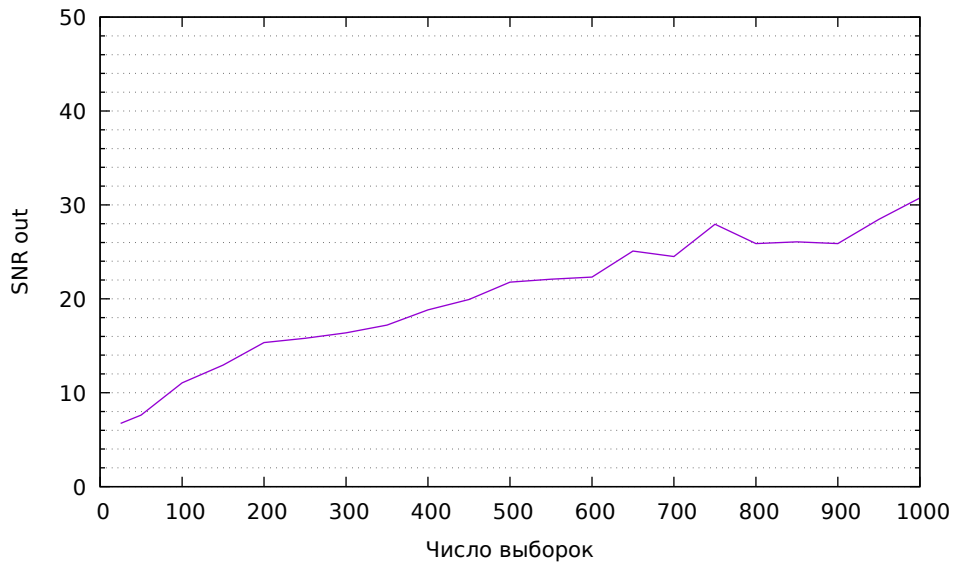


Рис. 1. Зависимость SNR от размера выборки для стационарного сигнала

M	SNR in	SNR out	M	SNR in	SNR out	M	SNR in	SNR out
10	0.2	2.1063	25	0.2	3.8479	50	0.2	4.6045
	0.4	4.1461		0.4	5.7799		0.4	9.5155
	0.6	6.0385		0.6	8.4033		0.6	11.7781
	0.8	8.0181		0.8	11.3462		0.8	13.1783
	1.0	9.7258		1.0	13.7342		1.0	16.0523
	1.2	9.9483		1.2	14.5188		1.2	18.5049
	1.4	12.7601		1.4	16.5181		1.4	18.7777
	1.6	12.4072		1.6	17.1376		1.6	22.9396
	1.8	14.4324		1.8	19.0365		1.8	21.5648
	2.0	14.3072		2.0	20.0287		2.0	23.7973
	2.2	15.2152		2.2	21.227		2.2	25.0645
	2.4	18.535		2.4	22.9958		2.4	26.0057
	2.6	17.2078		2.6	24.3304		2.6	28.1165
2.8	18.4489	2.8	25.3964	2.8	29.1894			
3.0	18.3306	3.0	23.7584	3.0	29.6217			

Чем выше начальный SNR, тем выше выходной.

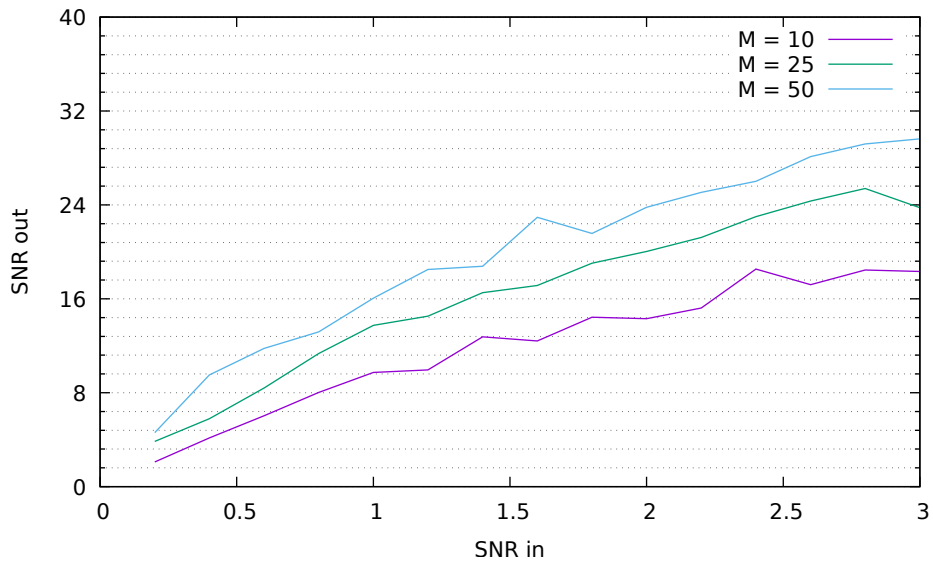
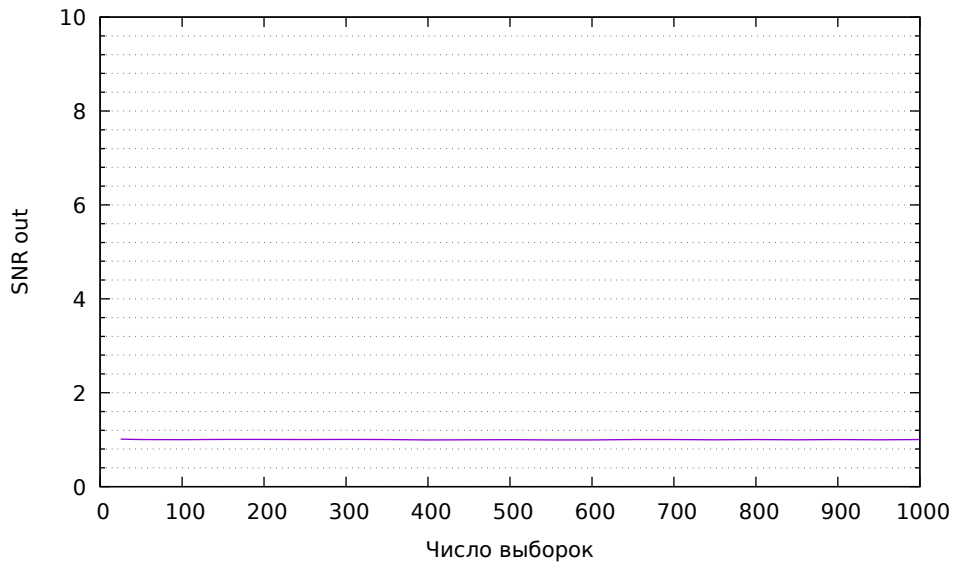


Рис. 2. Зависимость выходного SNR от входного для стационарного сигнала

## 2.2. Нестационарный сигнал

M	SNR	M	SNR	M	SNR
25	1.0102	350	1.0028	700	1.0018
50	1.0017	400	0.9956	750	0.9974
100	1.0009	450	0.997	800	1.0015
150	1.0058	500	1.0003	850	0.9971
200	1.0063	550	0.9956	900	1.0015
250	1.0021	600	0.9944	950	0.9975
300	1.0061	650	1.0025	1000	1.004

Независимо от входного SNR, выходной сходится к 1. Более показательным является изображение сигнала после подавления шума: мы видим, что сигнал попросту исчезает.



**Рис. 3.** Зависимость SNR от размера выборки для нестационарного сигнала

M	SNR in	SNR out	M	SNR in	SNR out	M	SNR in	SNR out
10	0.2	1.6626	25	0.2	0.9847	50	0.2	0.9921
	0.4	2.0265		0.4	1.0051		0.4	1.0221
	0.6	2.1802		0.6	0.9962		0.6	1.0046
	0.8	2.3208		0.8	1.0137		0.8	1.0098
	1.0	2.2725		1.0	1.0223		1.0	1.0053
	1.2	2.3922		1.2	1.0236		1.2	0.9967
	1.4	2.4692		1.4	1.0155		1.4	1.0003
	1.6	2.457		1.6	1.0201		1.6	1.0004
	1.8	2.517		1.8	1.0233		1.8	1.0016
	2.0	2.5116		2.0	1.0223		2.0	1.0005
	2.2	2.4924		2.2	1.0181		2.2	1.003
	2.4	2.523		2.4	1.0225		2.4	0.9976
	2.6	2.4938		2.6	1.0189		2.6	1.0031
2.8	2.5411	2.8	1.0204	2.8	0.9979			
3.0	2.5703	3.0	1.0209	3.0	1.001			

Такое поведение объясняется тем, что механизм подавления шума основывается на предположении, что каждая выборка будет осуществляться через период времени, равный периоду сигнала. Однако в данном случае эти периоды, вообще, будут различаться. Этим различием можно пренебречь, считая сигнал стационарным, мы можем лишь при небольших размерах выборки.

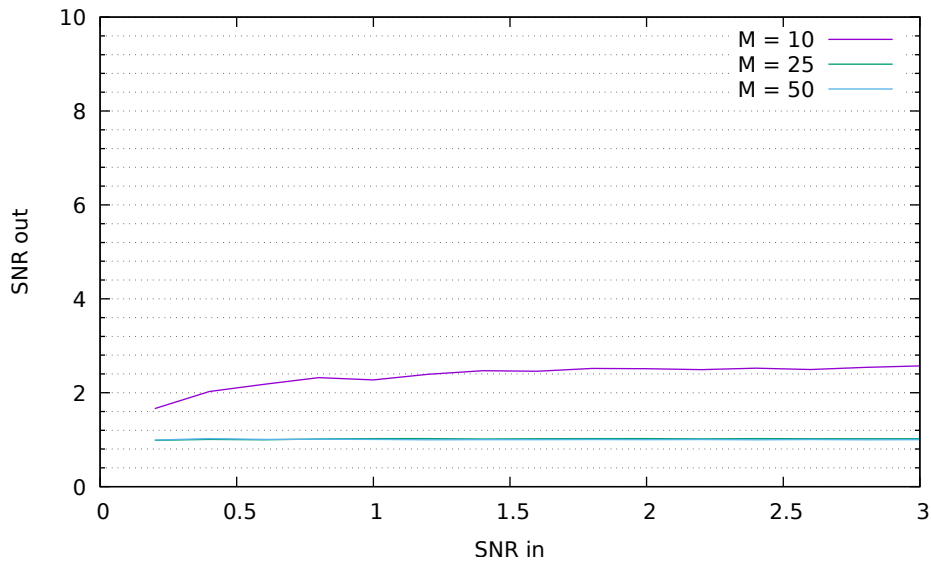
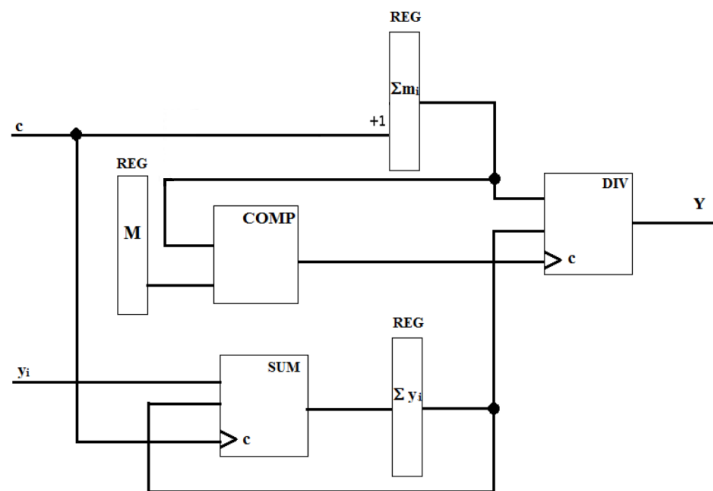


Рис. 4. Зависимость выходного SNR от входного для нестационарного сигнала

### 2.3. Функциональная схема устройства



## 3. Выводы

Для стационарного сигнала увеличение размера выборки приводит к улучшению отношения сигнала к шуму, для квазистационарного — лишает нас возможности считать сигнал стационарным и, как следствие, приводит к неприменимости рассматриваемого метода.

В обоих случаях увеличение начального значения SNR даёт прирост и конечного.