

Лабораторна робота №3

Кореляційний прийом
цифрових сигналів в каналі з шумом

Виконали:

студенти 4 курсу

кафедри квантової радіофізики

Лукашенко Валерія

Лапчевський Костянтин

Мета: Ознайомлення з принципами роботи систем зв'язку з шумоподібними сигналами. Дослідження властивостей псевдовипадкових (Баркера, М, Голда) та ортогональних (Уолша) послідовностей.

Позначення: АКФ – автокореляційна функція. ККФ – кроскореляційна функція.

Хід роботи

1. Розраховуємо вручну М-послідовності (М1, М2), їх АКФ. ККФ М1 та М2.

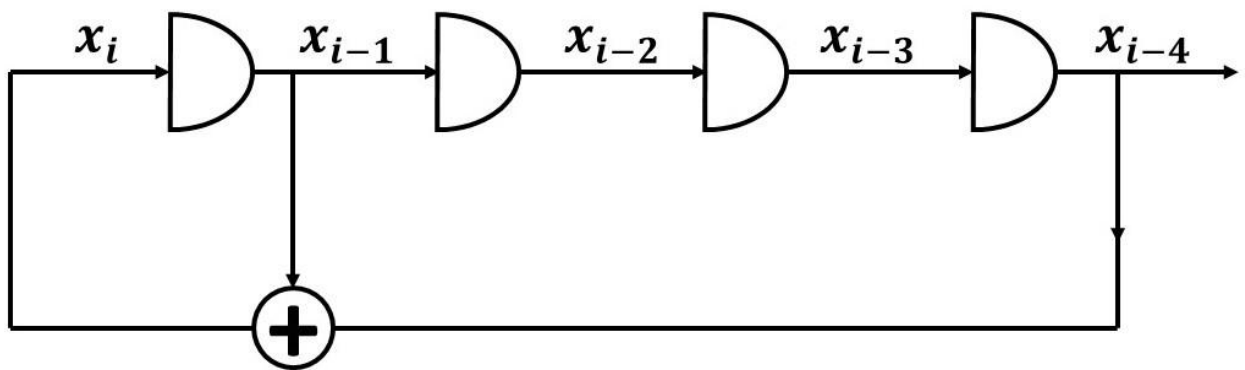


Рис.1.1. Автомат для генерації послідовності М1

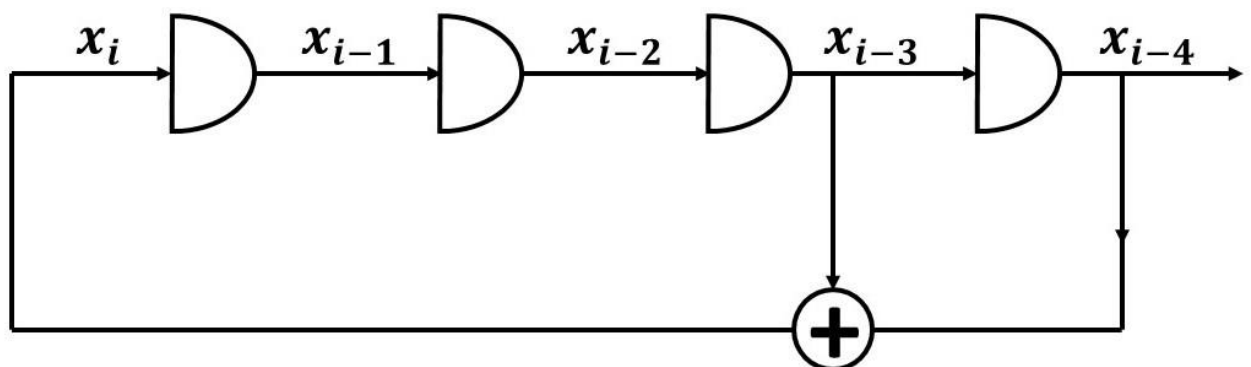


Рис.1.2. Автомат для генерації послідовності М2

Шуканою послідовністю є набір значень, що утворюється на x_{i-4} (один період).

Під знаком «+» на схемах автоматів мається на увазі операція додавання по модулю 2 (XOR).

М1. Поліном: $x^4 + x + 1$.

№	x_{i-1}	x_{i-2}	x_{i-3}	x_{i-4}	x_i
0	1	1	1	1	0
1	0	1	1	1	1
2	1	0	1	1	0
3	0	1	0	1	1
4	1	0	1	0	1
5	1	1	0	1	0
6	0	1	1	0	0
7	0	0	1	1	1
8	1	0	0	1	0
9	0	1	0	0	0
10	0	0	1	0	0
11	0	0	0	1	1
12	1	0	0	0	1
13	1	1	0	0	1
14	1	1	1	0	1
15	1	1	1	1	0

Таб.1.1. Розрахунок послідовності М1

М2. Поліном: $x^4 + x^3 + 1$.

№	x_{i-1}	x_{i-2}	x_{i-3}	x_{i-4}	x_i
0	1	1	1	1	0
1	0	1	1	1	0
2	0	0	1	1	0
3	0	0	0	1	1
4	1	0	0	0	0
5	0	1	0	0	0
6	0	0	1	0	1
7	1	0	0	1	1
8	1	1	0	0	0
9	0	1	1	0	1
10	1	0	1	1	0
11	0	1	0	1	1
12	1	0	1	0	1
13	1	1	0	1	1
14	1	1	1	0	1
15	1	1	1	1	1

Таб.1.2. Розрахунок послідовності

М1 (0,1)	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0
М1 (+1, -1)	-1	-1	-1	-1	+1	-1	+1	-1	-1	+1	+1	-1	+1	+1	+1

Таб.2.1. М-послідовність (М1) у записах (0,1) та (1, -1)

М2 (0,1)	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0
М2 (+1, -1)	-1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	+1

Таб.2.2. М-послідовність (М2) у записах (0,1) та (1, -1)

При розрахунку АКФ розглядаємо випадки з циклічним зсувом символів вліво та нециклічним (лінійним) зсувом. ККФ розраховуємо лише для лінійного зсуву.

Послідовність M1 з циклічним зсувом															Зсув	Значення
-1	-1	-1	+1	-1	+1	-1	-1	+1	+1	-1	+1	+1	+1	-1	-14	-1
-1	-1	+1	-1	+1	-1	-1	+1	+1	-1	+1	+1	+1	-1	-1	-13	-1
-1	+1	-1	+1	-1	-1	+1	+1	-1	+1	+1	+1	-1	-1	-1	-12	-1
+1	-1	+1	-1	-1	+1	+1	-1	+1	+1	+1	-1	-1	-1	-1	-11	-1
-1	+1	-1	-1	+1	+1	-1	+1	+1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	-10	-1
+1	-1	-1	+1	+1	-1	+1	+1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	-1	-9	-1
-1	-1	+1	+1	-1	+1	+1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	-1	+1	-8	-1
-1	+1	+1	-1	+1	+1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	-1	+1	-1	-7	-1
+1	+1	-1	+1	+1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	-1	+1	-1	-1	-6	-1
+1	-1	+1	+1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	-1	+1	-1	-1	+1	-5	-1
-1	+1	+1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	-1	+1	-1	-1	+1	+1	-4	-1
+1	+1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	-1	+1	-1	-1	+1	+1	-1	-3	-1
+1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	-1	+1	-1	-1	+1	+1	-1	+1	-2	-1
+1	-1	-1	-1	-1	+1	-1	+1	-1	-1	+1	+1	-1	+1	+1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	+1	-1	+1	-1	-1	+1	+1	-1	+1	+1	+1	0	15

Таб.3.1. АКФ M-послідовності (M1) з циклічним зсувом

Послідовність M2 з циклічним зсувом															Зсув	Значення
-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	-1	-14	-1
-1	-1	+1	+1	+1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	-1	-1	-13	-1
-1	+1	+1	+1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	-1	-1	-1	-12	-1
+1	+1	+1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	-1	-1	-1	-1	-11	-1
+1	+1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	-10	-1
+1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	-9	-1
-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-8	-1
+1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	-7	-1
+1	-1	-1	+1	-1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	+1	-6	-1
-1	-1	+1	-1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	+1	+1	-5	-1
-1	+1	-1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	+1	+1	-1	-4	-1
+1	-1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	+1	+1	-1	-1	-3	-1
-1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	-2	-1
+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	0	15

Таб.3.2. АКФ M-послідовності (M2) з циклічним зсувом

Послідовність M1 з лінійним зсувом															Зсув	Значення
-1	-1	-1	-1	+1	-1	+1	-1	-1	+1	+1	-1	+1	+1	+1	0	15
-1	-1	-1	+1	-1	+1	-1	-1	+1	+1	-1	+1	+1	+1		1	0
-1	-1	+1	-1	+1	-1	-1	+1	+1	-1	+1	+1	+1			2	1
-1	+1	-1	+1	-1	-1	+1	+1	-1	+1	+1	+1				3	2
+1	-1	+1	-1	-1	+1	+1	-1	+1	+1	+1					4	1
-1	+1	-1	-1	+1	+1	-1	+1	+1	+1						5	0
+1	-1	-1	+1	+1	-1	+1	+1	+1							6	1
-1	-1	+1	+1	-1	+1	+1	+1								7	-2
-1	+1	+1	-1	+1	+1	+1									8	1
+1	+1	-1	+1	+1	+1										9	-2
+1	-1	+1	+1	+1											10	-1
-1	+1	+1	+1												11	-2
+1	+1	+1													12	-3
+1	+1														13	-2
+1															14	-1

Таб.3.3. АКФ М-послідовності (M1) з лінійним зсувом

Послідовність M2 з лінійним зсувом															Зсув	Значення
-1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	0	15
-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	+1		1	0
-1	-1	+1	+1	+1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	+1			2	-1
-1	+1	+1	+1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	+1				3	0
+1	+1	+1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	+1					4	-1
+1	+1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	+1						5	-4
+1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	+1							6	-1
-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	+1								7	-2
+1	+1	-1	-1	+1	-1	+1									8	1
+1	-1	-1	+1	-1	+1										9	0
-1	-1	+1	-1	+1											10	3
-1	+1	-1	+1												11	0
+1	-1	+1													12	-1
-1	+1														13	0
+1															14	-1

Таб.3.4. АКФ М-послідовності (M2) з лінійним зсувом

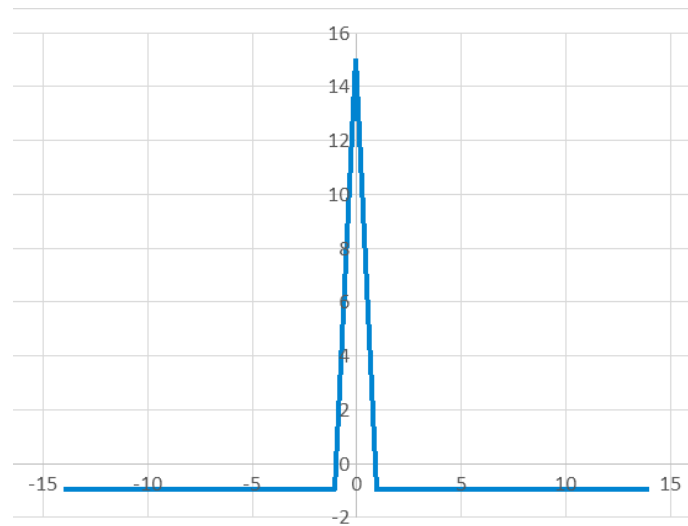


Рис.2.1. АКФ М1, М2 розрахованих з циклічним зсувом

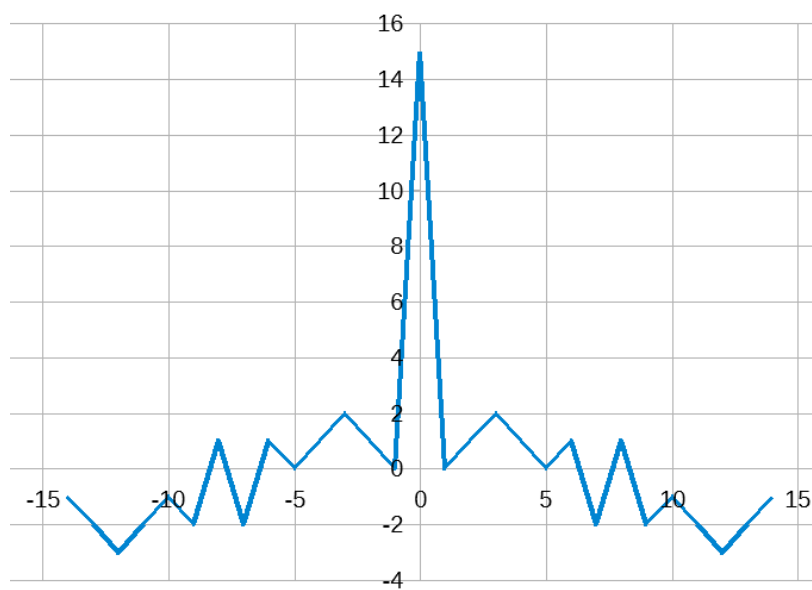


Рис.2.2. АКФ М1 розрахована лінійно

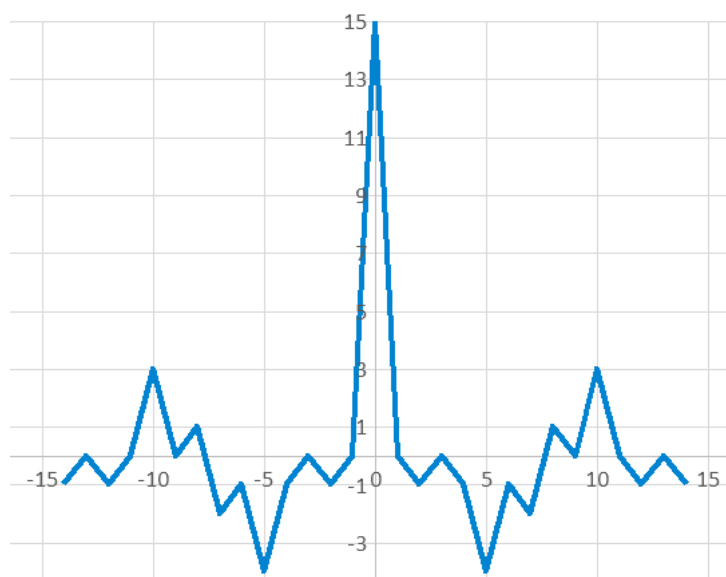


Рис.2.3. АКФ М2 розрахована лінійно

-1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	Зсув	Значення
-1	-1	-1	-1	+1	-1	+1	-1	-1	+1	+1	-1	+1	+1	+1	0	7
-1	-1	-1	+1	-1	+1	-1	-1	+1	+1	-1	+1	+1	+1		1	4
-1	-1	+1	-1	+1	-1	-1	+1	+1	-1	+1	+1	+1			2	-1
-1	+1	-1	+1	-1	-1	+1	+1	-1	+1	+1	+1				3	-4
+1	-1	+1	-1	-1	+1	+1	-1	+1	+1	+1					4	3
-1	+1	-1	-1	+1	+1	-1	+1	+1	+1						5	4
+1	-1	-1	+1	+1	-1	+1	+1	+1							6	1
-1	-1	+1	+1	-1	+1	+1	+1								7	0
-1	+1	+1	-1	+1	+1	+1									8	3
+1	+1	-1	+1	+1	+1										9	0
+1	-1	+1	+1	+1											10	-1
-1	+1	+1	+1												11	-2
+1	+1	+1													12	-3
+1	+1														13	-2
+1															14	-1

Таб.3.5. ККФ М2 та М1. Лінійний зсув по М1.

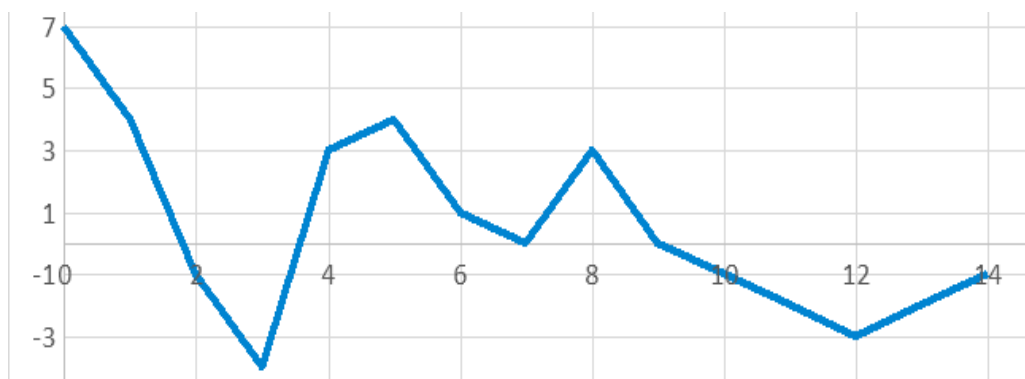


Рис.2.4. ККФ М2 та М1. Лінійний зсув по М1.

2. Розраховуємо вручну послідовності Голда (G_1 , G_2), їх АКФ. ККФ G_1 та G_2 .

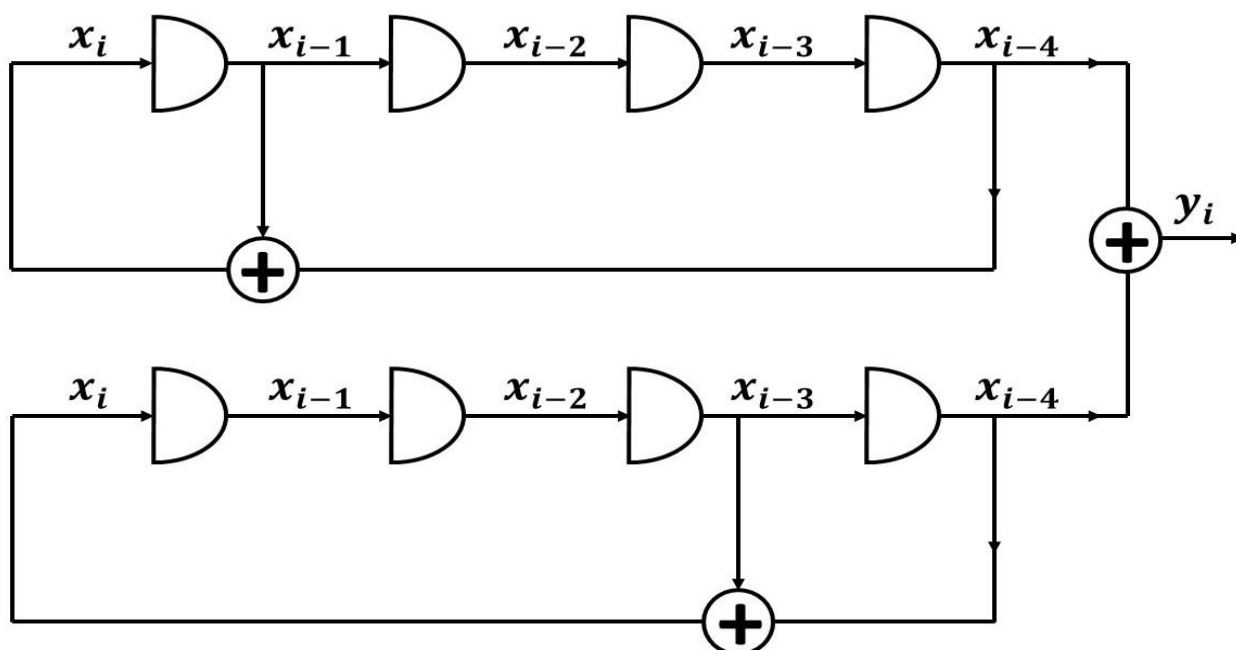


Рис.3. Автомат для генерації послідовностей Голда

M1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0
M2	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0
XOR(M1,M2)	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0
G1	1	1	1	1	-1	1	1	-1	1	-1	1	1	-1	1

Таб.4.1. Розрахунок послідовності Голда (G1)

M1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0
M2 (зсув на 1 вліво)	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1
XOR(M1,M2)	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1
G2	1	1	1	-1	-1	1	-1	1	1	1	1	-1	1	-1	-1

Таб.4.2. Розрахунок послідовності Голда (G2)

Послідовність G1 з циклічним зсувом															Зсув	Значення
+1	+1	+1	+1	-1	+1	+1	-1	+1	-1	+1	+1	-1	+1	+1	-14	-1
+1	+1	+1	-1	+1	+1	-1	+1	-1	+1	+1	-1	+1	+1	+1	-13	3
+1	+1	-1	+1	+1	-1	+1	-1	+1	+1	-1	+1	+1	+1	+1	-12	7
+1	-1	+1	+1	-1	+1	-1	+1	+1	-1	+1	+1	+1	+1	+1	-11	-1
-1	+1	+1	-1	+1	-1	+1	+1	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	-10	7
+1	+1	-1	+1	-1	+1	+1	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	-1	-9	-1
+1	-1	+1	-1	+1	+1	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	-1	+1	-8	3
-1	+1	-1	+1	+1	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	-1	+1	+1	-7	3
+1	-1	+1	+1	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	-1	+1	+1	-1	-6	-1
-1	+1	+1	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	-1	+1	+1	-1	+1	-5	7
+1	+1	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	-1	+1	+1	-1	+1	-1	-4	-1
+1	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	-1	+1	+1	-1	+1	-1	+1	-3	7
-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	-1	+1	+1	-1	+1	-1	+1	+1	-2	3
+1	+1	+1	+1	+1	+1	-1	+1	+1	-1	+1	-1	+1	+1	-1	-1	-1
+1	+1	+1	+1	+1	-1	+1	+1	-1	+1	-1	+1	+1	-1	+1	0	15

Таб.5.1. АКФ послідовності Голда (G1) з циклічним зсувом

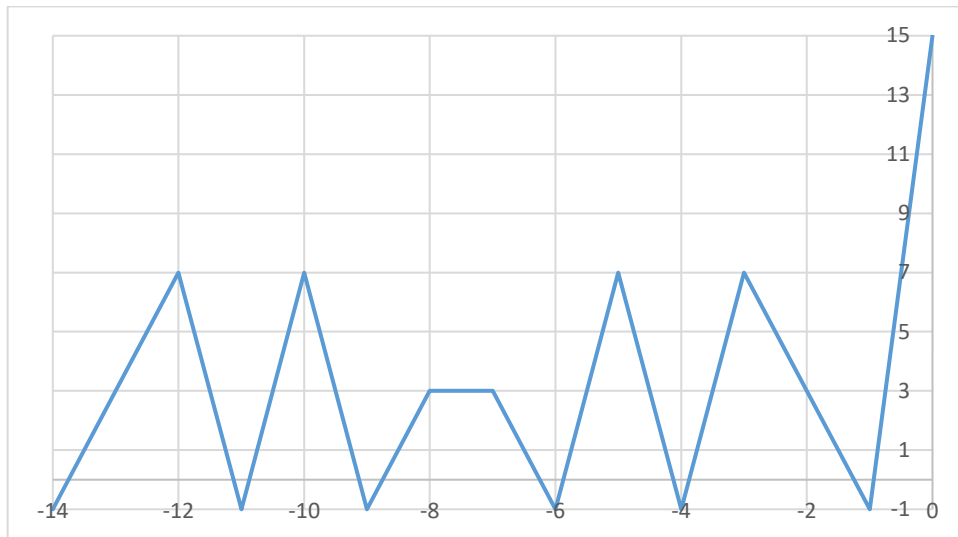


Рис.4.1. АКФ G1 розрахована циклічно

Послідовність G1 з лінійним зсувом															Зсув	Значення
+1	+1	+1	+1	+1	-1	+1	+1	-1	+1	-1	+1	+1	-1	+1	0	15
+1	+1	+1	+1	-1	+1	+1	-1	+1	-1	+1	+1	-1	+1		1	-2
+1	+1	+1	-1	+1	+1	-1	+1	-1	+1	+1	-1	+1			2	3
+1	+1	-1	+1	+1	-1	+1	-1	+1	+1	-1	+1				3	6
+1	-1	+1	+1	-1	+1	-1	+1	+1	-1	+1					4	-3
-1	+1	+1	-1	+1	-1	+1	+1	-1	+1						5	6
+1	+1	-1	+1	-1	+1	+1	-1	+1							6	-1
+1	-1	+1	-1	+1	+1	-1	+1								7	0
-1	+1	-1	+1	+1	-1	+1									8	3
+1	-1	+1	+1	-1	+1										9	0
-1	+1	+1	-1	+1											10	1
+1	+1	-1	+1												11	2
+1	-1	+1													12	1
-1	+1														13	0
+1															14	1

Таб.5.2. АКФ послідовності Голда (G1) з лінійним зсувом

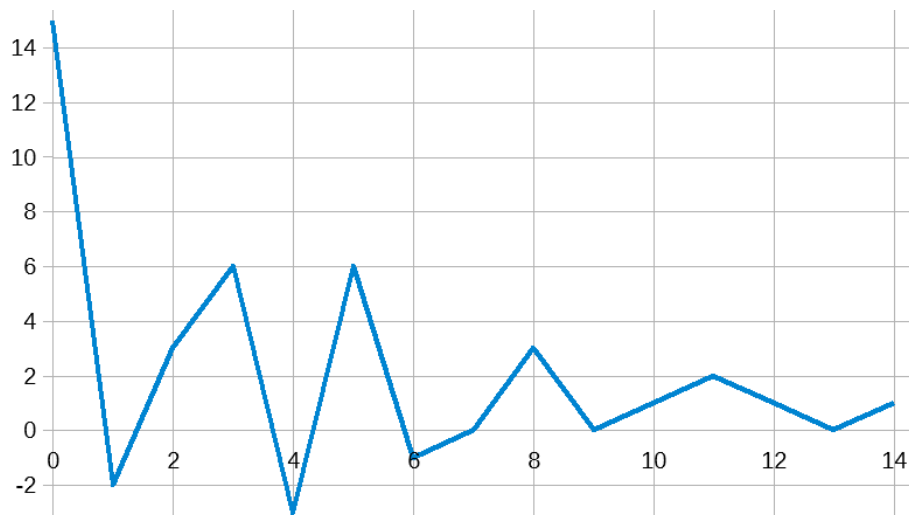


Рис.4.2. АКФ G1 розрахована лінійно

Послідовність G2 з циклічним зсувом															Зсув	Значення
+1	+1	-1	+1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	-1	-1	+1	-1	-14	-1
+1	-1	-1	-1	+1	+1	-1	+1	+1	-1	+1	+1	-1	-1	-1	-13	-1
-1	-1	+1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1	+1	-1	-1	-12	-1
-1	+1	-1	-1	-1	+1	-1	-1	+1	-1	-1	-1	+1	-1	+1	-11	-5
+1	-1	+1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	+1	+1	-10	3
-1	+1	+1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	-9	-5
+1	+1	+1	-1	+1	+1	+1	-1	+1	+1	+1	+1	-1	-1	+1	-8	7
+1	+1	+1	+1	-1	-1	+1	+1	+1	+1	-1	+1	+1	+1	-1	-7	7
+1	+1	-1	-1	+1	-1	-1	+1	+1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-6	-5
+1	-1	+1	+1	+1	+1	-1	+1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	-1	-5	3
-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	-1	-1	+1	-1	-1	+1	-1	-1	-4	-5
+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-3	-1
-1	-1	+1	-1	-1	-1	+1	+1	-1	+1	+1	-1	+1	+1	-1	-2	-1
-1	+1	+1	-1	+1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	-1	-1	+1	-1	-1
+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0	15

Таб.5.3. АКФ послідовності Голда (G2) з циклічним зсувом

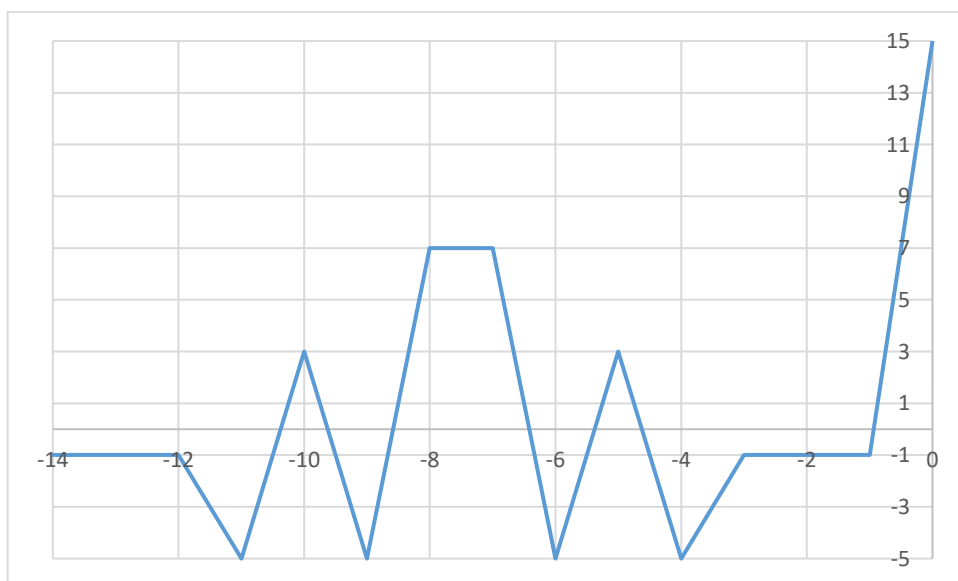


Рис.4.3. АКФ G2 розрахована циклічно

Послідовність G2 з лінійним зсувом															Зсув	Значення
+1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	+1	+1	+1	-1	+1	-1	-1	0	15
+1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	+1	+1	+1	-1	+1	-1	-1		1	0
+1	-1	-1	+1	-1	+1	+1	+1	+1	-1	+1	-1	-1			2	1
-1	-1	+1	-1	+1	+1	+1	+1	-1	+1	-1	-1				3	0
-1	+1	-1	+1	+1	+1	+1	-1	+1	-1	-1					4	-5
+1	-1	+1	+1	+1	+1	-1	+1	-1	-1						5	0
-1	+1	+1	+1	+1	-1	+1	-1	-1							6	-5
+1	+1	+1	+1	-1	+1	-1	-1								7	4
+1	+1	+1	-1	+1	-1	-1									8	3
+1	+1	-1	+1	-1	-1										9	0
+1	-1	+1	-1	-1											10	3
-1	+1	-1	-1												11	0
+1	-1	-1													12	-1
-1	-1														13	-2
-1															14	-1

Таб.5.4. АКФ послідовності Голда (G2) з лінійним зсувом

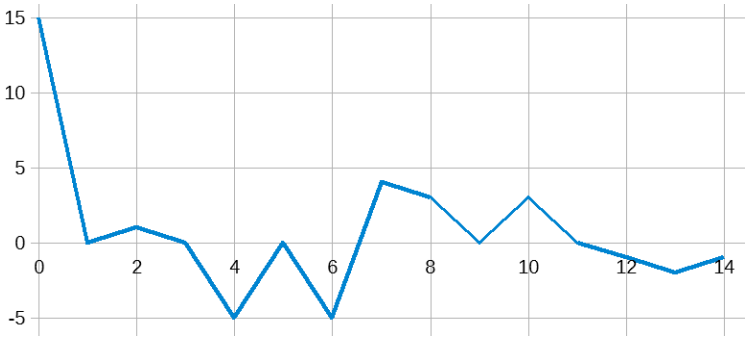


Рис.4.4. АКФ G2 розрахована лінійно

+1	+1	+1	+1	+1	-1	+1	+1	-1	+1	-1	+1	+1	-1	+1	Зсув	Значення
+1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	+1	+1	+1	-1	+1	-1	-1	0	-1
+1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	+1	+1	+1	-1	+1	-1	-1	+1	1	7
+1	-1	-1	+1	-1	+1	+1	+1	+1	-1	+1	-1	-1	+1	+1	2	-5
-1	-1	+1	-1	+1	+1	+1	+1	-1	+1	-1	-1	+1	+1	+1	3	3
-1	+1	-1	+1	+1	+1	+1	-1	+1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	4	-1
+1	-1	+1	+1	+1	+1	-1	+1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	-1	5	3
-1	+1	+1	+1	+1	-1	+1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	-1	+1	6	7
+1	+1	+1	+1	-1	+1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	7	-5
+1	+1	+1	-1	+1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	8	7
+1	+1	-1	+1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	+1	9	3
+1	-1	+1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	+1	+1	10	-1
-1	+1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	+1	+1	+1	11	3
+1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	+1	+1	+1	-1	12	-5
-1	-1	+1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	+1	+1	+1	-1	+1	13	7
-1	+1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	+1	+1	+1	-1	+1	-1	14	-1

Таб.5.5. ККФ G1 та G2. Циклічний зсув по G2

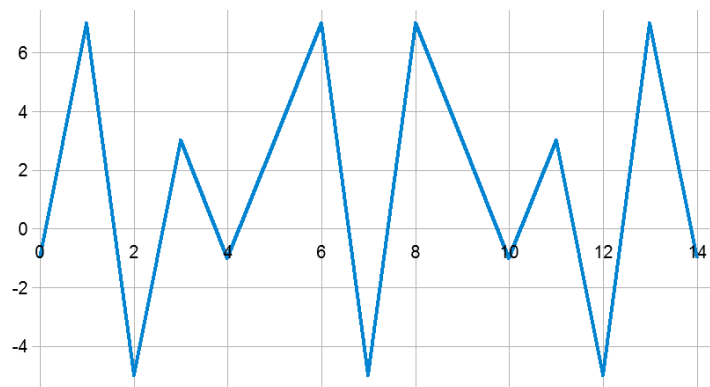


Рис.4.5. ККФ G1 та G2. Циклічний зсув по G2.

3. Досліджуємо залежність відношення центрального піку АКФ до бокових піків від довжини послідовності для послідовностей Баркера (5,7,11,13)
Статистика: 100 вимірів для кожної довжини послідовності.

Закінчується на відношенні сигнал-шум при якому висота центрального піку менша ніж бічного.

Послідовність Баркера 5: 11101

S/N – співвідношення сигнал – шум

A_c/A_b – співвідношення висоти центрального піку до бічного

S/N , дБ	A_c/A_b	A_c/A_b , дБ
70	5.025	14.022
30	5.026	14.024
20	5.023	14.019
10	5.017	14.009
0	4.840	13.697
-5	4.589	13.234
-10	4.141	12.342
-15	3.104	9.837
-17	2.677	8.550
-18	2.360	7.456

Таб.6. Співвідношення висоти центрального піку до бічного при різних співвідношеннях сигнал-шум для послідовності Баркера 5.

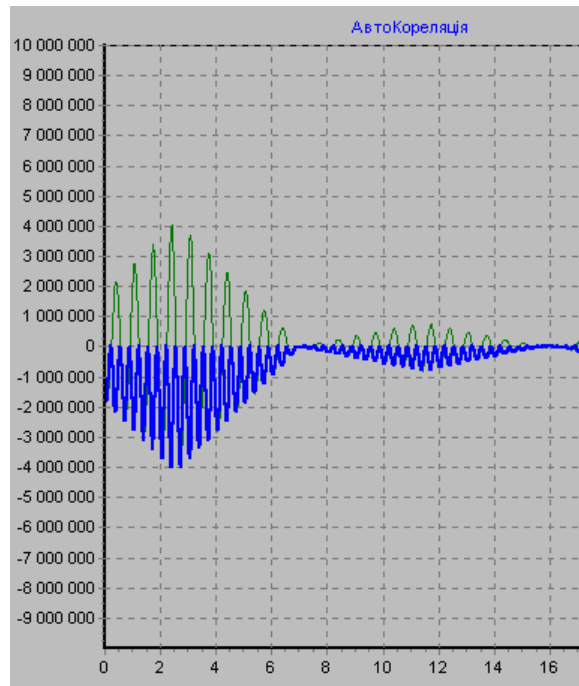


Рис.5. Послідовність Баркера 5 при співвідношенні сигнал-шум 70 дБ

Послідовність Баркера 7: 1110010

$S/N, \text{дБ}$	$A_{\text{ц}}/A_{\text{б}}$	$A_{\text{ц}}/A_{\text{б}}, \text{дБ}$
70	6.459	16.204
30	6.456	16.200
20	6.517	16.280
10	6.438	16.175
0	5.912	15.435
-5	5.250	14.403
-10	3.913	11.849
-15	2.694	8.607
-16	2.446	7.768
-17	2.345	7.403
-18	2.001	6.027

Таб.7. Співвідношення висоти центрального піку до бічного при різних співвідношеннях сигнал-шум для послідовності Баркера 7.

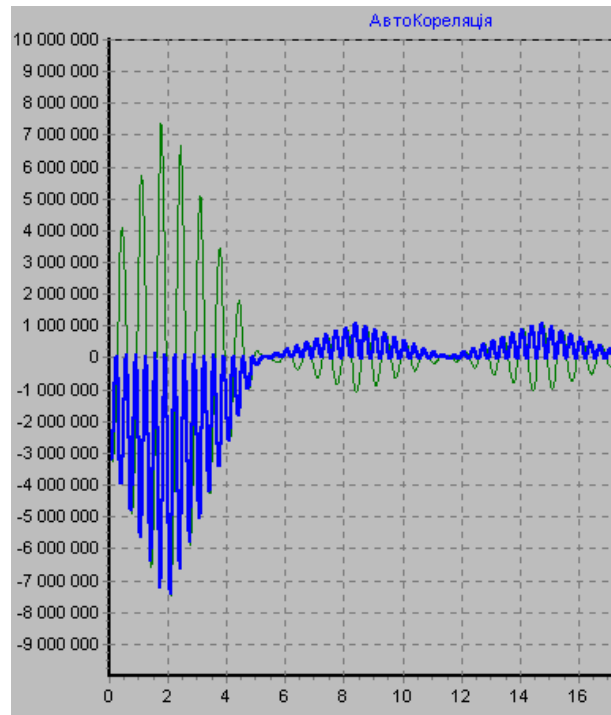


Рис.6. Послідовність Баркера 7 при співвідношенні сигнал-шум 70 дБ

Послідовність Баркера 11: 11100010010

$S/N, \text{дБ}$	$A_{\text{ц}}/A_{\text{б}}$	$A_{\text{ц}}/A_{\text{б}}, \text{дБ}$
70	8.610	18.700
30	8.615	18.705
20	8.588	18.678
10	8.297	18.378
0	7.035	16.945
-5	5.534	14.860
-10	3.821	11.644
-15	2.492	7.931
-16	2.286	7.182
-17	1.989	5.973

Таб.8. Співвідношення висоти центрального піку до бічного при різних співвідношеннях сигнал-шум для послідовності Баркера 11.



Рис.7. Послідовність Баркера 11 при співвідношенні сигнал-шум 70 дБ

Послідовність Баркера 13: 1111100110101

$S/N, \text{дБ}$	$A_{\text{ц}}/A_{\text{б}}$	$A_{\text{ц}}/A_{\text{б}}, \text{дБ}$
70	9.667	19.706
30	9.620	19.663
20	9.540	19.591
10	9.313	19.381
0	7.672	17.698
-5	5.853	15.347
-10	3.955	11.943
-15	2.407	7.628
-16	2.092	6.409
-17	2.061	6.283

Таб.9. Співвідношення висоти центрального піку до бічного при різних співвідношеннях сигнал-шум для послідовності Баркера 13.

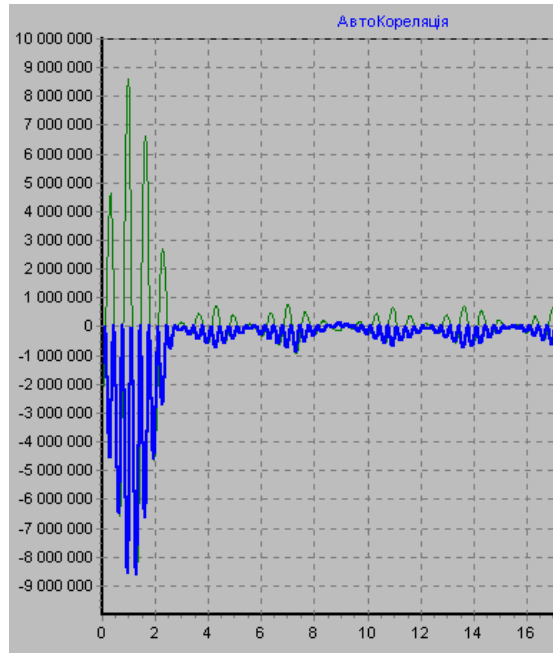


Рис.8. Послідовність Баркера 13 при співвідношенні сигнал-шум 70 дБ

Позначимо $K = \frac{A_{\text{ц}}}{A_{\text{б}}}$

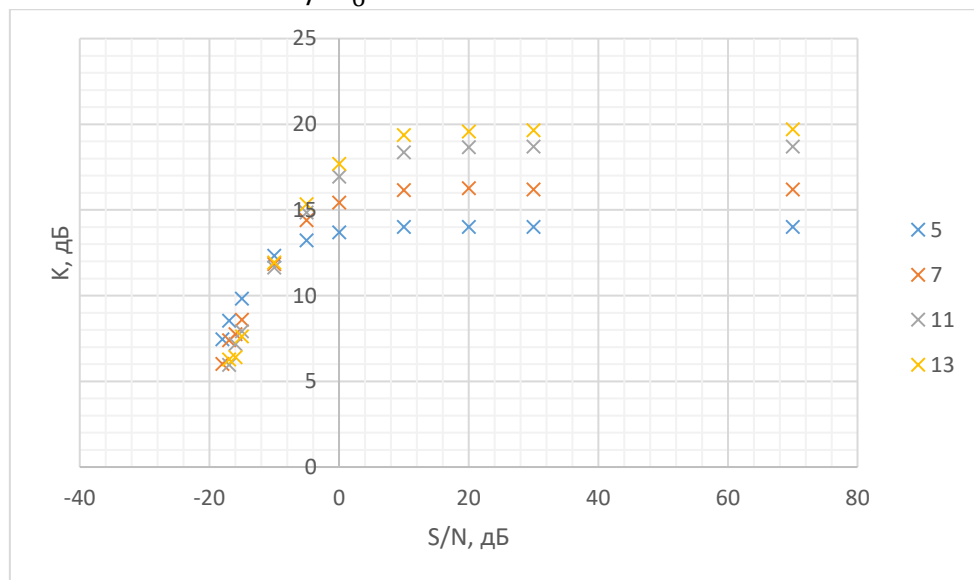


Рис.9. $K = f(S/N)$ для послідовностей Баркера з різними довжинами

- Досліджуємо залежність відношення центрального піку АКФ до бокових піків від довжини послідовності для послідовностей Баркера (5) з різною довжиною кроку

Статистика: 100 вимірів для кожної довжини кроку.

Закінчується на відношенні сигнал-шум при якому висота центрального піку менша ніж бічного.

Послідовність Баркера 5: 11101

Крок: 15

$S/N, \text{дБ}$	$A_{\text{ц}}/A_{\text{б}}$	$A_{\text{ц}}/A_{\text{б}}, \text{дБ}$
50	4.287	12.602
10	4.272	12.614
0	4.175	12.413
-10	3.556	11.019
-15	2.896	9.236
-16	2.627	8.390
-17	2.416	7.661
-20	2.251	7.048
-21	1.763	4.927

Таб.10. Співвідношення висоти центрального піку до бічного при різних співвідношеннях сигнал-шум для послідовності Баркера 5 з кроком 15

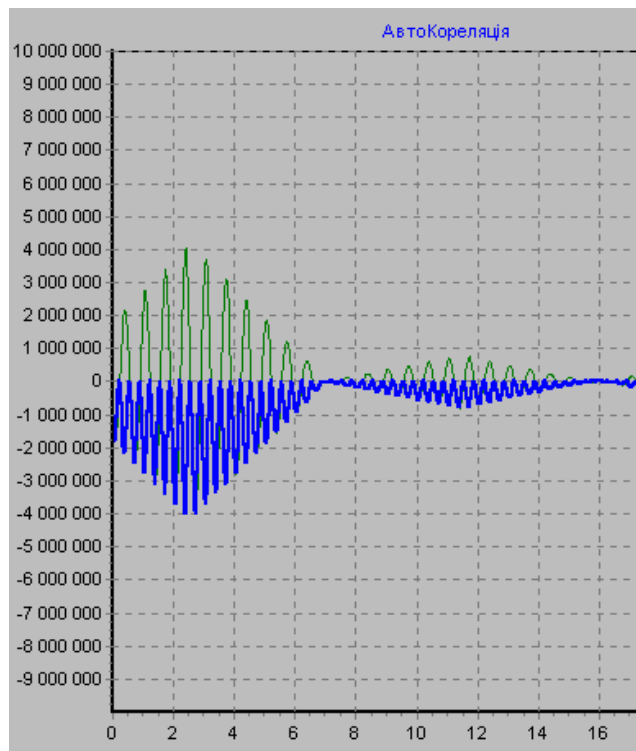


Рис.10. Послідовність Баркера 5 при співвідношенні сигнал-шум 50 дБ з кроком 15

Крок: 13

S/N , дБ	$A_{\text{ц}}/A_{\text{б}}$	$A_{\text{ц}}/A_{\text{б}}$, дБ
70	4.748	13.530
10	4.709	13.459
0	4.648	13.345
-10	3.990	12.020
-15	2.877	9.180
-20	2.295	7.216

Таб.11. Співвідношення висоти центрального піку до бічного при різних співвідношеннях сигнал-шум для послідовності Баркера 5 з кроком 13

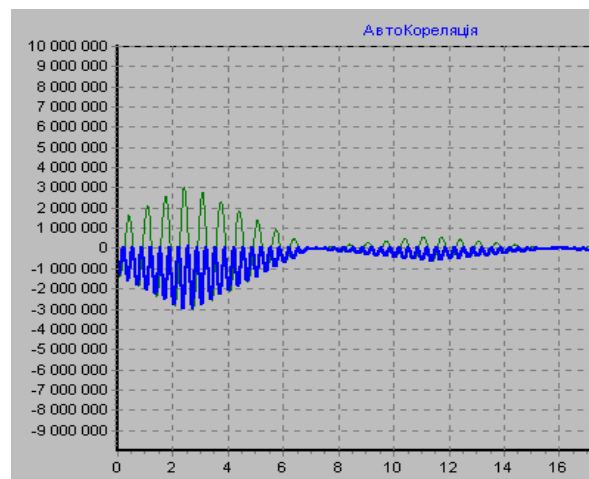


Рис.11. Послідовність Баркера 5 при співвідношенні сигнал-шум 70 дБ з кроком 13

Крок: 11

S/N , дБ	$A_{\text{ц}}/A_{\text{б}}$	$A_{\text{ц}}/A_{\text{б}}$, дБ
50	3.466	10.795
10	3.485	10.844
0	3.410	10.655
-10	2.852	9.102
-15	2.299	7.231
-17	1.945	5.777
-18	1.838	5.285

Таб.12. Співвідношення висоти центрального піку до бічного при різних співвідношеннях сигнал-шум для послідовності Баркера 5 з кроком 11

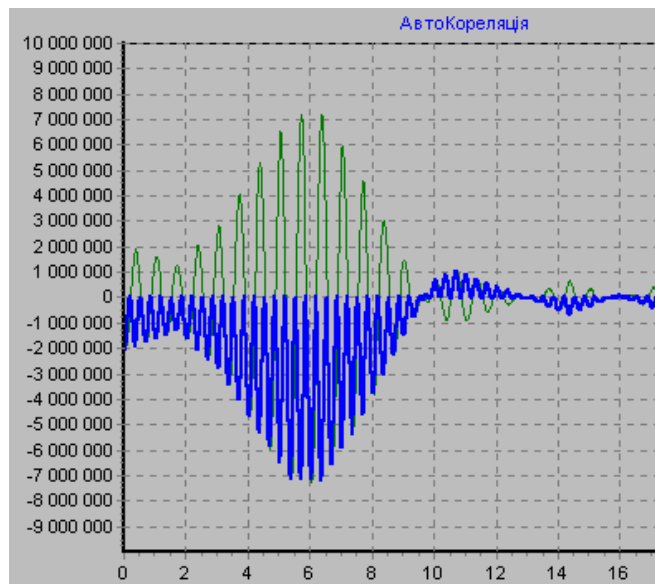


Рис.12. Послідовність Баркера 5 при співвідношенні сигнал-шум 50 дБ з кроком 11

Крок: 9

$S/N, \text{дБ}$	$A_{\text{ц}}/A_{\text{б}}$	$A_{\text{ц}}/A_{\text{б}}, \text{дБ}$
50	1.536	3.728
10	1.531	3.701
0	1.539	3.743
-5	1.514	3.600
-7	1.512	3.592
-9	1.426	3.083

Таб.13. Співвідношення висоти центрального піку до бічного при різних співвідношеннях сигнал-шум для послідовності Баркера 5 з кроком 9

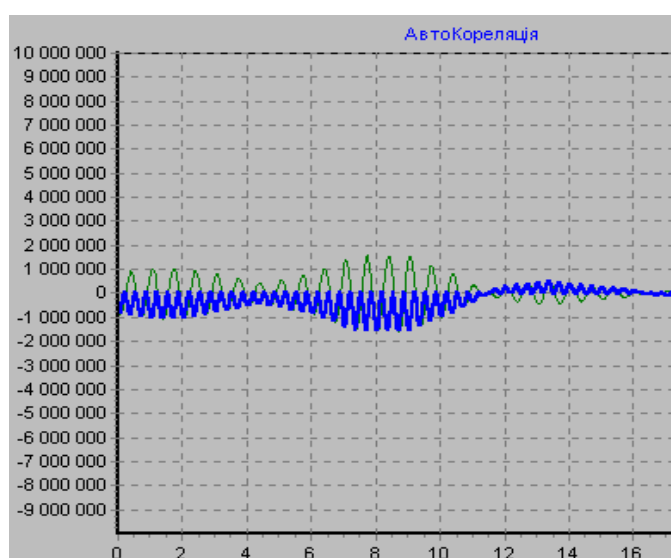


Рис.13. Послідовність Баркера 5 при співвідношенні сигнал-шум 50 дБ з кроком 9.

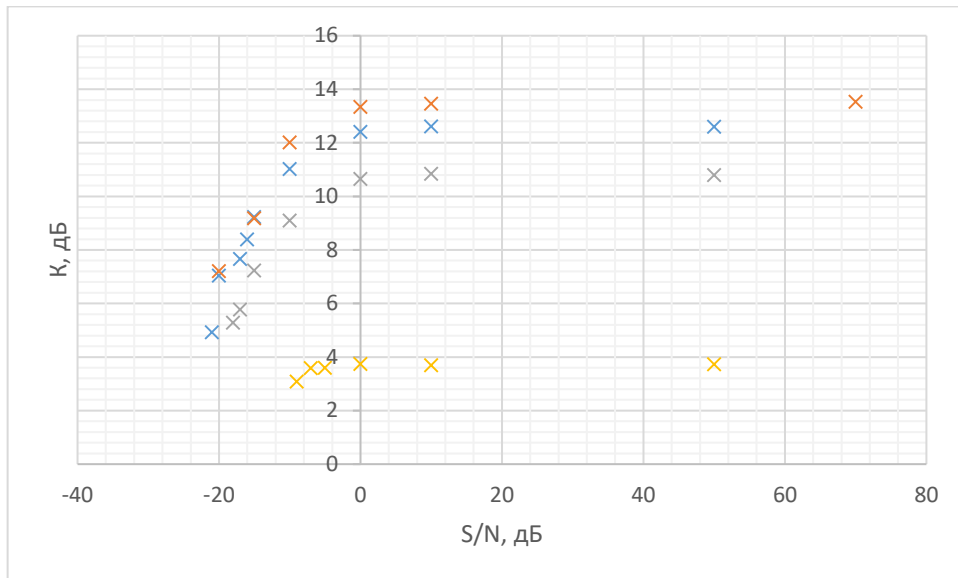


Рис.14. $K = f(S/N)$ для послідовностей Баркера 5 з різними кроками

5. Передати за допомогою послідовності Баркера ($N = 5$) сигнал 101 та замалювати графік кореляції.

Послідовність Баркера 5: 11101

Обернена послідовність Баркера: 00010

1 = 11101

0 = 00010

101: 111010001011101

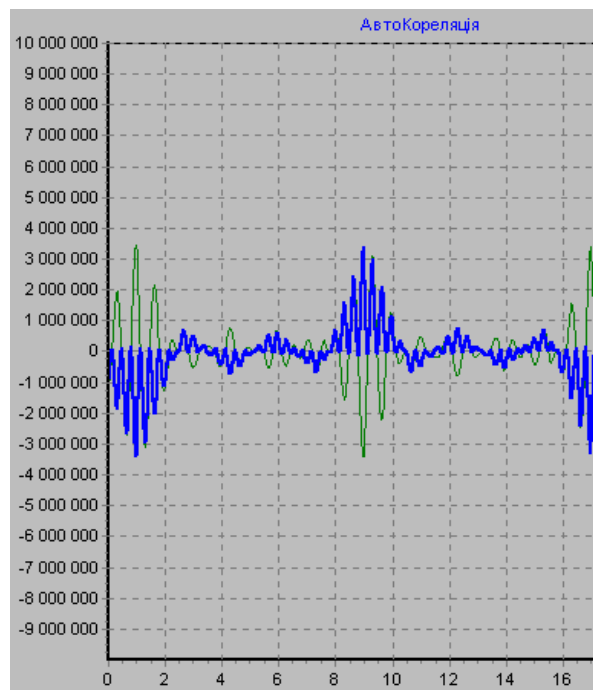


Рис.15. Функція кореляції 101

На рис.15. явно видно закодовану послідовність 101.

Висновок

У даній роботі було знайдено псевдовипадкові М-послідовності та послідовності Голда. Для цих послідовностей було побудовано автокореляційні функції, а також кроскореляційні функції.

Для послідовностей Баркера різної довжини було досліджено залежність співвідношення між центральним та бічним піками від співвідношення сигнал-шум. Було знайдено рівень співвідношення сигнал-шум при якому за менше ніж 100 вимірювань висота бічного піку перевищувала висоту центрального піку. Аналогічні дослідження були проведені для послідовності Баркера довжиною 5 з різними кроками.