

## ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 2

### РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ТА ПРОГРАМИ ДЛЯ ГЕНЕРАТОРА ВИПАДКОВИХ ЧИСЕЛ НА ОСНОВІ ОБЧИСЛЕННЯ ЗАЛИШКУ ВІД ДІЛЕННЯ

#### 2.1. План проведення практичного заняття

1. Стисло нагадати теоретичні відомості, необхідні для виконання індивідуального завдання практичного заняття.

2. Виконати попередній аналіз початкових даних індивідуального варіанту (табл. 2.1).

3. Для генерації випадкових чисел  $x_{i+1}$  потрібно використовувати три алгоритми на основі обчислення залишку від ділення:

$$x_{i+1} = (a \cdot x_i) / (\text{mod } N),$$

$$x_{i+1} = (a \cdot x_i + 1) / (\text{mod } N),$$

$$x_{i+1} = (a \cdot x_i + N - 1) / (\text{mod } N),$$

де  $a$ ,  $N$  – деякі постійні числа, що є параметрами алгоритму,  $x_i$  – випадкове число, що отримано на попередньому кроці алгоритму,  $\text{mod } N$  – операція обчислення залишку від ділення по модулю  $N$ .

4. Оцінити наявність періодичності у вихідних числах генератора.

5. Після цього потрібно розробити і програмно реалізувати алгоритми генерації випадкових чисел згідно п. 3. Початкові дані обрати згідно табл. 2.1.

6. Розробити програму, яка буде генерувати випадкові числа за заданими алгоритмами.

Табл. 2.1

№ варіанту	X0	a	N	№ варіанту	X0	a	N
1	2	37	5	16	4	41	5
2	4	89	7	17	2	89	7
3	6	47	9	18	5	73	9
4	3	51	6	19	3	29	6
5	5	29	8	20	7	53	8
6	3	61	5	21	1	67	5
7	2	53	7	22	5	61	7
8	5	37	9	23	6	89	9
9	4	31	6	24	3	19	6
10	6	17	8	25	5	37	8
11	1	43	5	26	4	53	5
12	2	59	7	27	3	59	7
13	4	11	9	28	1	71	9
14	3	19	6	29	2	29	6
15	5	23	8	30	5	11	8

#### 2.2. Приклад виконання завдання практичного заняття

Початкові дані для генерації випадкових чисел:

$$a = 59, \quad x_0 = 3, \quad N = 7.$$

Приклад розрахунку випадкових чисел на виході генератора наведено в табл.2.2.

Табл. 2.2

$i$	$x_i$	$a \cdot x_i$	$x_{i+1}$
0	2	10	1
1	1	5	2
2	2	10	1
3	1	5	2
4	2	10	1
5	1	5	2

Розробимо програму, яка буде генерувати випадкові числа за заданими початковими даними і алгоритмами.

*Лістинг програми моделювання*

```

program pr2;
uses crt;
var x: array[0..1000] of integer;
i,n,a,c: integer;
f1: text;
begin
clrscr;
assign(f1,'pr2-1.txt'); rewrite(f1);
write('x[0]='); read(x[0]);
write('a='); read(a);
write('n='); read(n);
write('Кількість циклів: '); read(c);
writeln(f1,'X[0]=' ,x[0],'; A=' ,a,'; N=' ,n);
writeln(f1,' ');
writeln(f1,'Алгоритм: X[i+1]:=(A*X[i]) mod N');
writeln(f1,'| i | x[i] | ax[i] | x[i+1] |');
writeln(f1,' ');
for i:=0 to c do begin
x[i+1]:=(a*x[i]) mod n;
writeln(f1,'| ',i:5,' | ',x[i]:5,' | ',a*x[i]:5,'
| ',x[i+1]:5,' |');
end;
writeln(f1,' -----');
writeln(f1,' ');
writeln(f1,'Алгоритм: X[i+1]:=(A*X[i]+1) mod N');
writeln(f1,'| i | x[i] | ax[i]+1 | x[i+1] |');
writeln(f1,' ');
for i:=0 to c do begin
x[i+1]:=(a*x[i]+1) mod n;
writeln(f1,'| ',i:5,' | ',x[i]:5,'
| ',a*x[i]+1:5,' | ',x[i+1]:5,' |');
end;

```

```

writeln(f1, ' -----');
writeln(f1, ' ');
writeln(f1, 'Алгоритм: X[i+1]:=(A*X[i]+N-1) mod N');
writeln(f1, '| i | x[i] | ax[i]+N-1 | x[i+1] |');
for i:=0 to c do begin
    x[i+1]:=(a*x[i]+N-1) mod n;
    writeln(f1, '| ', i:5, ' | ', x[i]:5, ' | ', a*x[i]+n-
1:5, ' | ', x[i+1]:5, ' |');
end;
writeln(f1, ' -----');
writeln(f1, ' ');
close(f1);
end.

```

### *Результати моделювання*

Початкові дані: X[0]=3; A=59; N=7

Алгоритм: X[i+1]:=(A\*X[i]) mod N

i	x[i]	ax[i]	x[i+1]
0	3	177	2
1	2	118	6
2	6	354	4
3	4	236	5
4	5	295	1
5	1	59	3
6	3	177	2
7	2	118	6
8	6	354	4
9	4	236	5
10	5	295	1
11	1	59	3
12	3	177	2
13	2	118	6
14	6	354	4
15	4	236	5
16	5	295	1
17	1	59	3
18	3	177	2
19	2	118	6
20	6	354	4

Алгоритм: X[i+1]:=(A\*X[i]+1) mod N

i	x[i]	ax[i]+1	x[i+1]
0	3	178	3
1	3	178	3
2	3	178	3
3	3	178	3
4	3	178	3

	5		3		178		3	
	6		3		178		3	
	7		3		178		3	
	8		3		178		3	
	9		3		178		3	
	10		3		178		3	
	11		3		178		3	
	12		3		178		3	
	13		3		178		3	
	14		3		178		3	
	15		3		178		3	
	16		3		178		3	
	17		3		178		3	
	18		3		178		3	
	19		3		178		3	
	20		3		178		3	

-----

Алгоритм:  $X[i+1] := (A \cdot X[i] + N - 1) \bmod N$

	i		x[i]		ax[i]+N-1		x[i+1]	
	0		3		183		1	
	1		1		65		2	
	2		2		124		5	
	3		5		301		0	
	4		0		6		6	
	5		6		360		3	
	6		3		183		1	
	7		1		65		2	
	8		2		124		5	
	9		5		301		0	
	10		0		6		6	
	11		6		360		3	
	12		3		183		1	
	13		1		65		2	
	14		2		124		5	
	15		5		301		0	
	16		0		6		6	
	17		6		360		3	
	18		3		183		1	
	19		1		65		2	
	20		2		124		5	

### 2.3. Контрольні питання

1. Назвіть технічні та програмні засоби отримання випадкових чисел.
2. Назвіть основні засоби формування розрядів випадкових двійкових чисел в генераторі випадкових чисел.
3. Проведіть порівняльний аналіз паралельних і послідовних генераторів випадкових чисел.

4. Назвіть основні алгоритми отримання випадкових чисел у ЕОМ.
5. Як визначити період повторення випадкових чисел, отриманих від генератора?
6. Який вигляд має АКФ для генератора випадкових чисел?
7. Як отримати АКФ генератора випадкових чисел, використовуючи пряме і зворотне перетворення Фур'є?

