

Міністерство освіти і науки України Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

Лабораторна робота №2 СТВОРЕННЯ ПАРАЛЕЛЬНИХ ПОТОКІВ ОПЕРАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ LINUX ТА НАЙПРОСТІША СИНХРОНІЗАЦІЯ

Виконав студент групи: КВ-03

ПІБ: Жовтанюк М.В

Постановка задачі

- 1. Опрацювати всі надані лектором приклади коду паралельних потоків по темі «Засоби взаємодії паралельних потоків операційної системи Linux», що знаходяться в директорії **01_Creation**, тобто:
 - - вміти запускати всі ці приклади і отримувати результати на захисті лабораторної роботи;
 - - знати які структури даних та функції взаємодії паралельних потоків описані в коді кожного прикладу та як вони працюють, а також вміти це пояснити на захисті лабораторної роботи;
 - - бути готовими до виконання модифікацій будь-яких з цих прикладів на захисті лабораторної роботи.
- 2. Написати програму, яка виводить на друк таблицю значень трьох функцій при паралельній реалізації обчислення значень кожної функції за допомогою трьох паралельних потоків згідно наведених нижче вимог.
- 3. Кожна із трьох заданих функцій $f_1(x)$, $f_2(x)$, $f_3(x)$ обчислює свої значення при зміні значень аргументу x_i (i=0, 1, ..., n; n>0) в межах діапазону, заданого дійсними числами a та b (b>a); тобто значення x_i обчислюються за формулою x_i =a+ih, де h=(b-a)/n.
- 4. Отримані дійсні значення x_i та $f_1(x_i)$, $f_2(x_i)$, $f_3(x_i)$ вивести на екран у вигляді таблиці заданої форми (табл. 1).
- 5. Номери функцій $f_1(x)$, $f_2(x)$, $f_3(x)$, а також значення a, b, n визначаються за варіантом завдання (табл. 2).
- 6. Виконати налагодження написаної програми.

Вимоги до програми

- 1. Програма повинна правильно розв'язувати поставлену задачу при вхідних даних a, b, n ($a < b, n \le 10$).
- 2. В програмі не дозволяється використовувати масиви ані для збереження обчислених значень функцій, ані для будь-яких інших цілей.
- 3. В заголовку надрукованої таблиці мають вказуватися назви функції відповідно до варіанта, наприклад, SIN(x), ABS(x+7)*5, а не $f_I(x)$, $f_2(x)$, $f_3(x)$.

- 4. Обчислення значень математичних функцій $f_I(x)$, $f_2(x)$, $f_3(x)$ мусить відбуватися з врахуванням області допустимих значень **в рамках трьох паралельних потоків**.
- 5. Створення та запуск усіх трьох потоків, що обчислюють значення математичних функцій $f_1(x)$, $f_2(x)$, $f_3(x)$, повинні бути виконані у головній програмі (головному, четвертому, потоці). При створенні потоків їм повинні бути передані значення a, b, n через аргумент потоку.
- 6. Виведення результуючої таблиці заданої форми (табл. 1) на екран повинно бути виконано у головному (четвертому) потоці багатопоточної програми.
- 7. Алгоритм кожного з трьох паралельних потоків, що обчислюють значення математичних функцій $f_1(x)$, $f_2(x)$, $f_3(x)$, повинен бути реалізований у вигляді циклу, що обчислює задану кількість значень функції згідно заданих значень a, b, n.
- 7. Передавання значень функцій $f_I(x)$, $f_2(x)$, $f_3(x)$, що обчислюються у трьох потоках, до головного потоку виконувати після отримання кожного нового значення функцій через глобальні змінні.
- 8. Для синхронізації обчислення значень функцій $f_1(x)$, $f_2(x)$, $f_3(x)$ у трьох потоках та виведення на екран нового рядка таблиці після отримання нових значень функцій у головному потоці дозволяється використовувати тільки конструкцію бар'єра (*pthread_barrier_t*) та затримки (функція usleep()).

Зміст звіту

- 1. Постановка задачі, вимоги до програми та конкретний варіант завдання.
- 2. Текст програми.
- 3. Тести для налагодження і результати налагодження, отримані на

комп'ютері.

4. Побудована таблиця значень функцій $f_1(x)$, $f_2(x)$, $f_3(x)$.

№ п/п	Номери функцій $f_1(x), f_2(x), f_3(x)$	a	b	n		
7	2, 5, 11	$-\pi$	π	8		

Функції:

$$f_1(x) = \cos^2(x) + \sin(x)$$

$$f_2(x) = \sin^2(x) * (1 + \cos(x))$$

$$f_3(x) = \sin(x) * (1 + \cos^2(x))$$

Код програми:

main.c

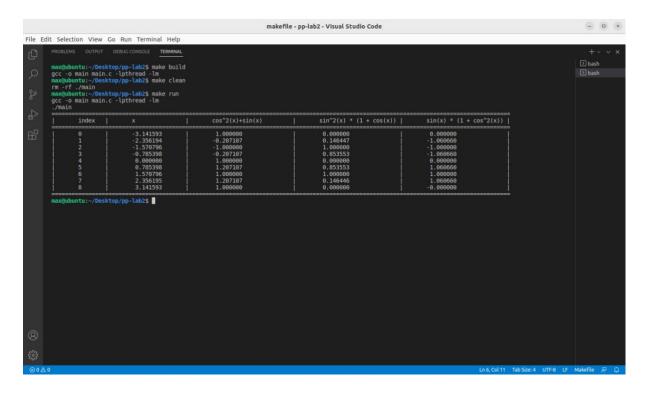
```
КВ-03 Жовтанюк Максим
    Варіант - 7
    a = -M PI
    b = MPI
    n = 8
    функції: 2, 5, 11
    cos^2(x) + sin(x)
    sin^2(x) * (1 + cos(x))
    sin(x) * (1 + cos^2(x))
#include <math.h> // для математичних обчислень
#include <stdio.h> // для виводу
#include <pthread.h> // для потоків та бар'єрів
#include <unistd.h> // для usleep()
struct Data params {
   float a;
    float b;
    int n;
    float h;
struct Data params data arg;
// структура та її об'єкт для передавання параметра у потік
struct Data_result {
    float func1;
    float func2;
    float func3;
struct Data result res;
// структура та її об'єкт для визначення результатів обчислення для кожного потоку
pthread_barrier_t barl; // оголошення бар'єру
// функції для виконання у відповідних потоках
void *func1(void *arg);
void *func2(void *arg);
void *func3(void *arg);
int main() {
    pthread_t pthread1;
    pthread_t pthread2;
    pthread t pthread3;
    // оголошення потоків
    data_arg.a = (float)-M PI;
    data_arg.b = M_PI;
    data arg.n = 8;
    data_arg.h = (data_arg.b - data_arg.a) / (float)data_arg.n;
    // ініціалізація об'єкту структури для передавання параметра у потокі
    //ініціаліція бар'єру
    pthread_barrier_init(&bar1, NULL, 4);
    // створення потоків
    pthread_create(&pthread1, NULL, &func1, &data_arg);
    pthread_create(&pthread2, NULL, &func2, &data_arg);
    pthread_create(&pthread3, NULL, &func3, &data_arg);
    // вивід заголовку таблиці
```

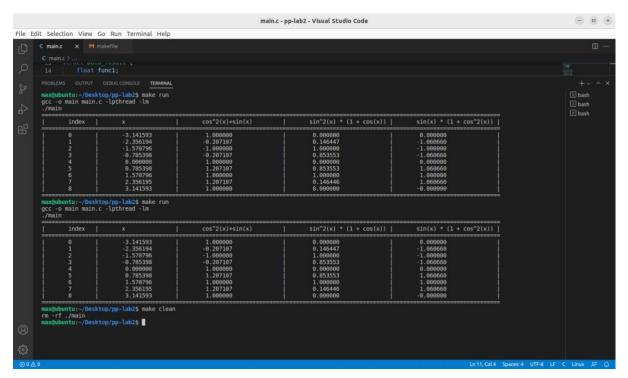
```
-----\n");
    printf("|\tindex\t|\tx\t|\tcos^2(x) + sin(x)\t|\tsin^2(x) * (1 + t)
cos(x))\t|\tsin(x) * (1 + cos^2(x))\t|\n");
printf("-----
-----\n");
    // цикл для виводу результатів обчислення потоків
   for (int j = 0; j <= data arg.n; j++) {</pre>
       float tmp_x = data_arg.a + ((float); * data_arg.h);
      usleep(5000); // затримка синхронізації printf("|\t%d\t|", j);
       (tmp x < 0) ? printf("\t%f\t|", tmp x) : printf("\t %f\t|", tmp x);
      (res.func1 < 0) ? printf("\t%f\t\t|", res.func1) : printf("\t%f\t\t|", res.func1);
(res.func2 < 0) ? printf("\t%f\t\t|", res.func2) : printf("\t%f\t\t|", res.func2);
(res.func3 < 0) ? printf("\t%f\t\t|", res.func3) : printf("\t%f\t\t|", res.func3);</pre>
      printf("\n");
      pthread barrier wait(&barl); // очікування бар'єру
// очікування завершення роботи потоків
    pthread join(pthread1, NULL);
    pthread_join(pthread2, NULL);
    pthread join (pthread3, NULL);
    // знишення бар'єра
    pthread barrier destroy (&bar1);
    return \overline{0};
void *func1(void *arg) {
    // приведення безтипового параметра до вказівника на об'єкт структури
    struct Data params *p = (struct Data params *) arg;
    float x;
    for (int j = 0; j <= p->n; j++) {
       x = p->a + ((float)j * p->h);
       res.func1 = powf(cosf(x), 2) + sinf(x);
       pthread barrier wait(&bar1); // очікування бар'єра
    return 0;
}
void *func2(void *arg) {
    // приведення безтипового параметра до вказівника на об'єкт структури
    struct Data params *p = (struct Data params *) arg;
    float x;
    for (int j = 0; j \le p->n; j++) {
       x = p->a + ((float)j * p->h);
       res.func2 = powf(sinf(x), 2) * (1 + cosf(x));
       pthread barrier wait(&barl); // очікування бар'єра
    return 0;
}
void *func3(void *arg) {
    // приведення безтипового параметра до вказівника на об'єкт структури
    struct Data params *p = (struct Data params *) arg;
    float x;
    for (int j = 0; j <= p->n; j++) {
       x = p->a + ((float)j * p->h);
```

```
res.func3 = sinf(x) * (1 + powf(cosf(x), 2));
pthread_barrier_wait(&bar1); // очікування бар'єра
}
return 0;
}
```

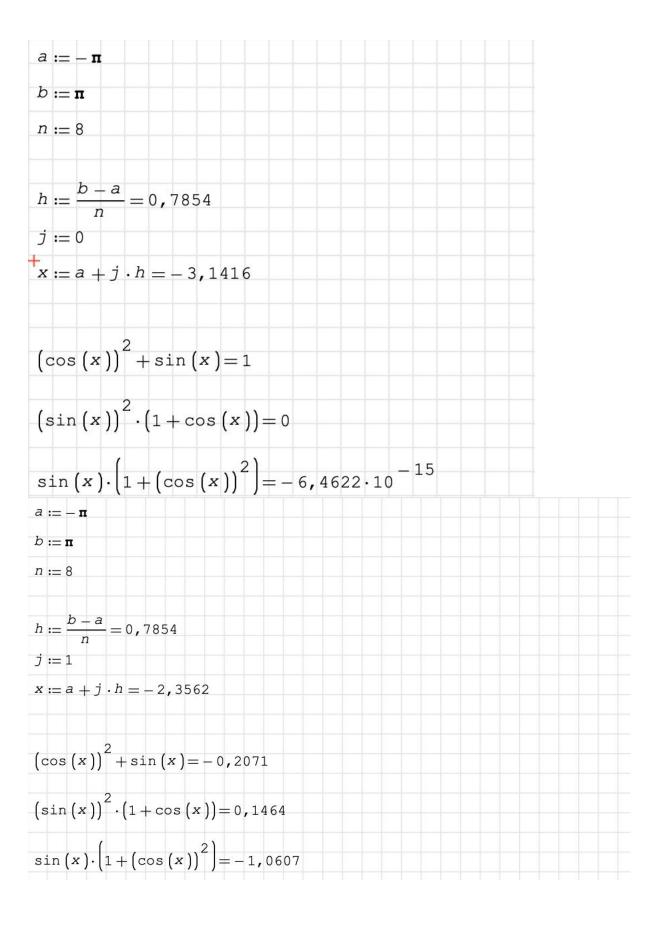
Makefile

Тести:

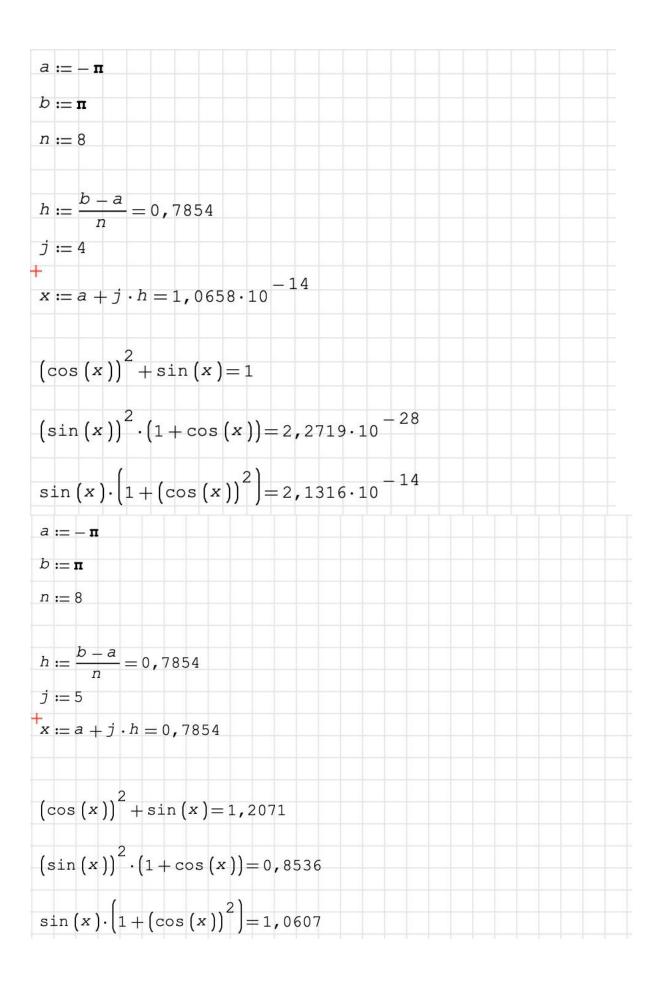


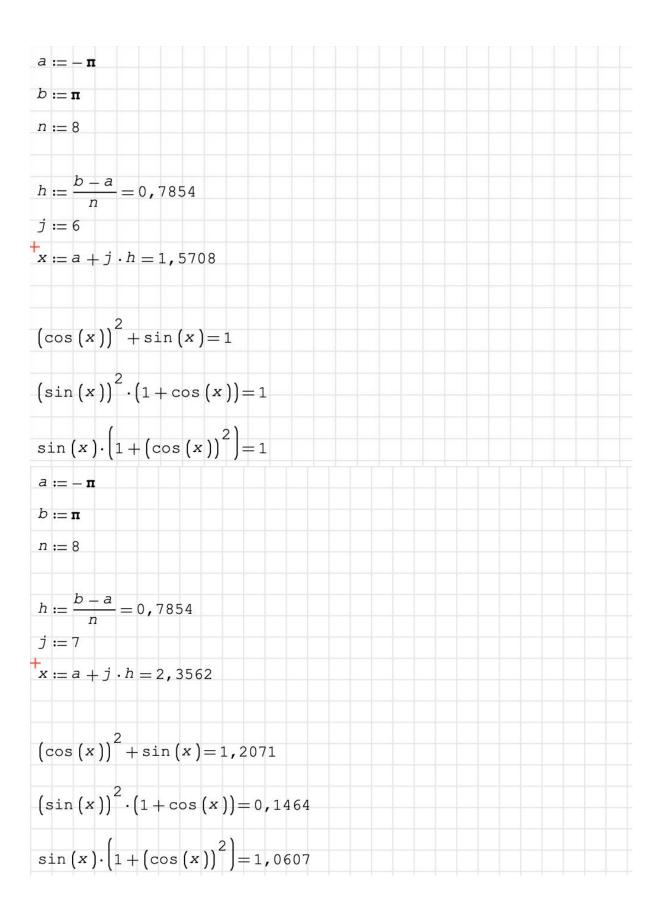


index	x	cos^2(x)+sin(x)	sin^2(x) * (1 + cos(x))	$sin(x) * (1 + cos^2(x))$
Θ]	-3.141593	1.000000	0.000000	0.00000
	-2.356194	-0.207107	0.146447	-1.060660
	-1.570796	-1.000000	1.000000	-1.000000
	-0.785398	-0.207107	0.853553	-1.060660
	0.000000	1.000000	0.000000	0.000000
	0.785398	1.207107	0.853553	1.060660
	1.570796	1.000000	1.000000	1.000000
	2.356195	1.207107	0.146446	1.060660
8	3.141593	1.000000	0.000000	-0.000000



$b := \pi$ $n := 8$ $h := \frac{b-a}{n} = 0,7854$ $j := 2$ $+ x := a + j \cdot h = -1,5708$ $(\cos(x))^{2} + \sin(x) = -1$ $(\sin(x))^{2} \cdot (1 + \cos(x)) = 1$ $\sin(x) \cdot (1 + (\cos(x))^{2}) = -1$ $a := -\pi$ $b := \pi$ $n := 8$ $h := \frac{b-a}{n} = 0,7854$ $j := 3$ $+ x := a + j \cdot h = -0,7854$ $(\cos(x))^{2} + \sin(x) = -0,2071$	$a := -\pi$	
$h := \frac{b-a}{n} = 0,7854$ $j := 2$ $x := a + j \cdot h = -1,5708$ $(\cos(x))^{2} + \sin(x) = -1$ $(\sin(x))^{2} \cdot (1 + \cos(x)) = 1$ $\sin(x) \cdot (1 + (\cos(x))^{2}) = -1$ $a := -\pi$ $b := \pi$ $n := 8$ $h := \frac{b-a}{n} = 0,7854$ $j := 3$ $x := a + j \cdot h = -0,7854$	$b \coloneqq \pi$	
$j := 2$ $+ x := a + j \cdot h = -1,5708$ $(\cos(x))^{2} + \sin(x) = -1$ $(\sin(x))^{2} \cdot (1 + \cos(x)) = 1$ $\sin(x) \cdot (1 + (\cos(x))^{2}) = -1$ $a := -\pi$ $b := \pi$ $n := 8$ $h := \frac{b - a}{n} = 0,7854$ $j := 3$ $+ x := a + j \cdot h = -0,7854$	n := 8	
$j := 2$ $+ x := a + j \cdot h = -1,5708$ $(\cos(x))^{2} + \sin(x) = -1$ $(\sin(x))^{2} \cdot (1 + \cos(x)) = 1$ $\sin(x) \cdot (1 + (\cos(x))^{2}) = -1$ $a := -\pi$ $b := \pi$ $n := 8$ $h := \frac{b - a}{n} = 0,7854$ $j := 3$ $+ x := a + j \cdot h = -0,7854$		
$j := 2$ $+ x := a + j \cdot h = -1,5708$ $(\cos(x))^{2} + \sin(x) = -1$ $(\sin(x))^{2} \cdot (1 + \cos(x)) = 1$ $\sin(x) \cdot (1 + (\cos(x))^{2}) = -1$ $a := -\pi$ $b := \pi$ $n := 8$ $h := \frac{b - a}{n} = 0,7854$ $j := 3$ $+ x := a + j \cdot h = -0,7854$	$h := \frac{b-a}{} = 0,7854$	
$x := a + j \cdot h = -1,5708$ $(\cos(x))^{2} + \sin(x) = -1$ $(\sin(x))^{2} \cdot (1 + \cos(x)) = 1$ $\sin(x) \cdot (1 + (\cos(x))^{2}) = -1$ $a := -\pi$ $b := \pi$ $n := 8$ $h := \frac{b - a}{n} = 0,7854$ $j := 3$ $x := a + j \cdot h = -0,7854$		
$(\cos(x))^{2} + \sin(x) = -1$ $(\sin(x))^{2} \cdot (1 + \cos(x)) = 1$ $\sin(x) \cdot (1 + (\cos(x))^{2}) = -1$ $a := -\pi$ $b := \pi$ $n := 8$ $h := \frac{b - a}{n} = 0,7854$ $j := 3$ $x := a + j \cdot h = -0,7854$		
$(\sin(x))^{2} \cdot (1 + \cos(x)) = 1$ $\sin(x) \cdot (1 + (\cos(x))^{2}) = -1$ $a := -\pi$ $b := \pi$ $n := 8$ $h := \frac{b - a}{n} = 0,7854$ $j := 3$ $x := a + j \cdot h = -0,7854$	N.= u + j · n = -1,5700	
$(\sin(x))^{2} \cdot (1 + \cos(x)) = 1$ $\sin(x) \cdot (1 + (\cos(x))^{2}) = -1$ $a := -\pi$ $b := \pi$ $n := 8$ $h := \frac{b - a}{n} = 0,7854$ $j := 3$ $x := a + j \cdot h = -0,7854$		
$\sin(x) \cdot (1 + (\cos(x))^2) = -1$ $a := -\pi$ $b := \pi$ $n := 8$ $h := \frac{b-a}{n} = 0,7854$ $j := 3$ $x := a + j \cdot h = -0,7854$	$\left(\cos\left(x\right)\right)^{2}+\sin\left(x\right)=-1$	
$\sin(x) \cdot (1 + (\cos(x))^2) = -1$ $a := -\pi$ $b := \pi$ $n := 8$ $h := \frac{b-a}{n} = 0,7854$ $j := 3$ $x := a + j \cdot h = -0,7854$	2	
$a := -\pi$ $b := \pi$ $n := 8$ $h := \frac{b-a}{n} = 0,7854$ $j := 3$ $x := a + j \cdot h = -0,7854$	$\left(\sin\left(x\right)\right)^{2}\cdot\left(1+\cos\left(x\right)\right)=1$	
$a := -\pi$ $b := \pi$ $n := 8$ $h := \frac{b-a}{n} = 0,7854$ $j := 3$ $x := a + j \cdot h = -0,7854$		
$b := \mathbf{n}$ $n := 8$ $h := \frac{b-a}{n} = 0,7854$ $j := 3$ $x := a + j \cdot h = -0,7854$	$\sin(x) \cdot (1 + (\cos(x))) = -1$	
$n := 8$ $h := \frac{b-a}{n} = 0,7854$ $j := 3$ $x := a + j \cdot h = -0,7854$	$a := -\pi$	
$h := \frac{b-a}{n} = 0,7854$ $j := 3$ $x := a + j \cdot h = -0,7854$	$b \coloneqq \mathbf{\pi}$	
$j := 3$ $+ x := a + j \cdot h = -0,7854$	n := 8	
$j := 3$ $+ x := a + j \cdot h = -0,7854$		
$x := a + j \cdot h = -0,7854$	$h := \frac{b-a}{n} = 0,7854$	
	j := 3	
$(\cos(x))^2 + \sin(x) = -0,2071$	$x := a + j \cdot h = -0,7854$	
$(\cos(x))^2 + \sin(x) = -0,2071$		
$(\cos(x)) + \sin(x) = -0,2071$, , , 2	
	$(\cos(x)) + \sin(x) = -0,2071$	
$(\sin(x))^2 \cdot (1 + \cos(x)) = 0,8536$	$(\sin(x))^2$ (1 $\cos(x)$) = 0.0526	
$\sin(x) \cdot (1 + (\cos(x))^2) = -1,0607$	$\sin(x) \cdot (1 + (\cos(x))^2) = -1,0607$	





$a := -\pi$					
$b := \pi$					
n := 8					
$h := \frac{b-a}{n} = 0,7854$ $j := 8$ $x := a + j \cdot h = 3,1416$					
$(\cos(x))^2 + \sin(x) = 1$ $(\sin(x))^2 \cdot (1 + \cos(x)) = 0$					
$\sin(x) \cdot (1 + \cos(x)) = 0$ $\sin(x) \cdot (1 + (\cos(x))^2) = -4,2388 \cdot 10^{-1}$	- 14				