

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА «ЦИКЛИЧЕСКИЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС»

Цель работы: освоить методы алгоритмизации и программирования на языке С циклических вычислительных процессов.

Порядок выполнения работы.

1. Вывести рекуррентную формулу и формулу первого члена последовательности в соответствии с индивидуальным заданием и предложенной методикой (см. раздел «Материалы» ЛК).
2. Составить схему алгоритма решения задачи.
3. Написать текст программы на языке программирования С в соответствии с составленной схемой алгоритма.

Содержание отчета о контрольной работе.

1. Титульный лист установленного образца с личной подписью студента ¹⁾.
2. Цель работы.
3. Задание на контрольную работу.
4. Математическая модель решения задачи: вывод рекуррентной формулы и формулы первого члена последовательности. Использовать редактор формул (например, Microsoft Equation 3.0).
5. Схема алгоритма решения задачи ²⁾.
6. Текст программы на языке С.
7. Выводы

¹⁾ образец титульного листа приведён в методических указаниях к выполнению контрольной работы (см. раздел «Материалы» ЛК).

²⁾ схемы алгоритмов приводятся в соответствии с ГОСТ 19.701-90 «Схемы алгоритмов, программ, данных и систем».

Вариант индивидуального задания определяется как значение суммы двух последних цифр личного шифра (если значение суммы равно 0, то выполняется вариант № 10).

Варианты заданий к контрольной работе приведены в табл.1 (значение исходной переменной n приведено отдельно в графе 3).

Отчёт по контрольной работе оформляется в электронном виде и высылается в формате **PDF** в Личный кабинет преподавателя до начала очередной сессии не позднее 23.12.2023.

Примечания. Титульный лист с подписью студента можно представить в виде скриншота. Масштаб всех страниц отчёта должен быть одинаков.

Таблица 1 – Варианты заданий

№ вар.	Последовательность			Параметры	
	Общий член a_k $k=1, \dots, n$	Длина n	Способ обработки	Вычисляемые	Заданные
1	2	3	4	5	6
1	$\frac{(-1)^{k+1} p^k \sin^k(x)}{(k+1)!}$	6	Найти сумму всех членов	$x=\max(a, b, c)$ $p=p_0 + (i-1)h$ $i=1..m$	$a=1.5 \quad b=2.6$ $c=-0.4 \quad p_0=1.5$ $h=0.2 \quad m=5$
2	$\frac{(-1)^{3-k} x^k \cos^k(p)}{(k-1)!}$	5	Найти произведение всех членов	$x=\min(a, b, c, d)$ $p=p_0 + (i-1)h$ $i=1..m$	$a=-2.5 \quad b=1.2$ $c=-0.4 \quad d=0.2$ $p_0=-0.5 \quad h=0.3$ $m=4$
3	$\frac{(-1)^{k-1} x^{k-1} e^{-pk}}{(k-1)!}$	7	Найти сумму отрицательных членов	$p=\max(a, b, c, d)$ $x=x_0 + (i-1)h$ $i=1..m$	$a=1.2 \quad b=-0.5$ $c=-3.4 \quad d=1.3$ $x_0=1.4 \quad h=0.2$ $m=5$
4	$\frac{(-1)^k p^k \ln^k x }{(k+2)!}$	4	Найти сумму положительных членов	$p=\min(a, b, c)$ $x=x_0 + (i-1)h$ $i=1..m$	$a=3.2 \quad b=1.7$ $c=2.9 \quad x_0=1.2$ $h=0.5 \quad m=4$
5	$\frac{(-1)^{k-1} x^k \operatorname{tg}^{k-1}(p)}{k!}$	6	Найти произведение положительных членов	$x=\max(a, \min(b, c))$ $p=p_0 + (i-1)h$ $i=1..m$	$a=0.9 \quad b=1.7$ $c=-2.3$ $p_0=0.2 \quad h=0.4$ $m=5$
6	$\frac{(-1)^k x^{k-1} \operatorname{ctg}^k(p)}{(k-1)!}$	4	Найти произведение отрицательных членов	$x=\max(a, b, \min(c, d))$ $p=p_0 + (i-1)h$ $i=1..m$	$a=5.3 \quad b=1.7$ $c=7.1 \quad d=2$ $p_0=0.5 \quad h=0.2$ $m=4$
7	$\frac{(-1)^{k-1} x^{k+1} \lg p }{k(k+1)!}$	5	Найти сумму четных членов	$p=\min(a, b, \max(c, d))$ $x=x_0 + (i-1)h$ $i=1..m$	$a=-15.3 \quad b=1.3$ $c=-0.4 \quad d=0.9$ $x_0=-1.5 \quad h=-1.1$ $m=3$
8	$\frac{(-1)^k p^k \cos^k(2x)}{k(k-1)!}$	4	Найти сумму нечетных членов	$x=\max(a, b) + \min(c, d)$ $p=p_0 + (i-1)h$ $i=1..m$	$a=3.5 \quad b=2.4$ $c=6.1 \quad d=-3.5$ $p_0=1 \quad h=0.2$ $m=6$

9	$\frac{(-1)^{1-k} x^{2k} \ln p }{(k-1)!}$	5	Найти сумму последних трех членов	$p = \min(a, b) - c$ $x = x_0 + (i-1)h$ $i = 1..m$	$a = 5.5 \quad b = 10.2$ $c = 0.5 \quad x_0 = 0.5$ $h = 0.5 \quad m = 4$
10	$\frac{(-1)^{k-1} x e^{-p(1-k)}}{k k!}$	6	Найти сумму первого и последнего членов	$p = \max(a, b, c) + \sin(d)$ $x = x_0 + (i-1)h$ $i = 1..m$	$a = -4.2 \quad b = 0.4$ $c = -2.7 \quad d = 1.6$ $x_0 = 1.4 \quad h = 0.2$ $m = 5$
11	$\frac{p^{2k} \sin^{2k-2}(x+3)}{(k+2) k!}$	4	Найти произведение четных членов	$p = a + \min(b, c)$ $x = x_0 + (i-1)h$ $i = 1..m$	$a = 2.1 \quad b = -1.1$ $c = 5.4 \quad x_0 = 0$ $h = 0.1 \quad m = 6$
12	$\frac{x^{k+2} \operatorname{tg}^{k-1}(p)}{(2k-2)!}$	5	Найти произведение нечетных членов	$x = \min(a, b, c, 1)$ $p = p_0 + (i-1)h$ $i = 1..m$	$a = 0.2 \quad b = 3.3$ $c = -3.3 \quad p_0 = 0.3$ $h = 0.2 \quad m = 5$
13	$\frac{p^{2k-1} x^{k+3}}{(k+1)(k-1)!}$	4	Найти сумму и произведение членов	$x = \min(a, b) + \min(c, d)$ $p = p_0 + (i-1)h$ $i = 1..m$	$a = 1.3 \quad b = -1.5$ $c = 5.1 \quad d = 0.7$ $p_0 = 1.5 \quad h = 0.5$ $m = 4$
14	$\frac{(-1)^k p^k \lg^k x+3 }{(k+2) k!}$	5	Найти сумму отрицательных и сумму положительных членов	$p = a + \sin(b) - \min(c, d)$ $x = x_0 + (i-1)h$ $i = 1..m$	$a = 11.5 \quad b = 0$ $c = -10.2 \quad d = 9$ $x_0 = -1 \quad h = 1$ $m = 3$
15	$\frac{(-1)^k (x+1)^k p^{k-1}}{2k k!}$	5	Найти сумму нечетных и сумму четных членов	$x = \min(a, d) + \max(b, c)$ $p = p_0 + (i-1)h$ $i = 1..m$	$a = 1.5 \quad b = -1.6$ $c = 0.5 \quad d = 3.5$ $p_0 = 1 \quad h = 0.2$ $m = 4$

16	$\frac{(-1)^k p^{k-1} \log^k x }{(k+1)!}$	6	Найти сумму первых двух и последних трех членов	$p = \min(a, b, c) + e^d$ $x = x_0 + (i-1)h$ $i = 1..m$	$a = -1.1 \quad b = 7.2$ $c = 1.2 \quad d = 0.5$ $x_0 = 1.6 \quad h = 0.5$ $m = 4$
17	$\frac{(-1)^{k-1} x^{k-1} e^{-pk}}{(2k-2)!}$	5	Найти сумму всех членов, исключив второй	$p = \max(b, c) - a - \ln(d + 3)$ $x = x_0 + (i-1)h$ $i = 1..m$	$a = 1.2 \quad b = 0.4$ $c = -5.3 \quad d = -1.5$ $x_0 = 2 \quad h = 0.2$ $m = 5$
18	$\frac{\cos^{k-1}(x) e^{2k}(p)}{(k+1)(2k-2)!}$	7	Найти произведение первых двух и сумму нечетных членов	$x = \min(a, b, c)$ $p = p_0 + (i-1)h$ $i = 1..m$	$a = 1.8 \quad b = 5.2$ $c = 2.4 \quad p_0 = 1.1$ $h = 0.2 \quad m = 4$

2.3 Пример выполнения контрольной работы

Составить алгоритм и программу на языке С обработки членов числовой последовательности в соответствии со следующим заданием (табл.2.1).

Таблица 2.1

№ вар.	Последовательность			Параметры	
	Общий член $a_k, k=1, \dots, n$	Длина n	Способ обработки	Вычисляемые	Заданные
1	2	3	4	5	6
26	$\frac{(-1)^k e^{-pk} \sin^{k-1}(x)}{k(k-1)!}$	5	Найти сумму отрицательных нечётных членов	$x=\min(a,b,c)$ $p=p_0+(i-1)h$ $i=1..m$	$a=0.1 \quad b=3.7$ $c=-1.5 \quad p_0=0.3$ $h=0.1 \quad m=4$

Решение. Предварительно проанализируем задачу. Исходные данные, значения которых необходимо вводить с устройства ввода (клавиатуры), следующие (табл.2.1): длина последовательности n (графа 3), параметры a, b, c, p_0, h, m (графа 6). В графе 5 заданы вычисляемые в ходе решения задачи параметры x и p , входящие в формулу общего члена (графа 2), где символ «!» обозначает функцию «факториал». Причем, значения параметров x и p необходимо вычислить предварительно до обработки членов последовательности. Значение параметра x вычисляется как минимальное из значений трех величин (a, b, c). Параметр p задается в виде арифметической прогрессии, поэтому решение задачи обработки членов последовательности (графа 4) повторяется m раз с изменяемым значением параметра p (осуществляется в цикле по параметру i). Таким образом, результатами решения исходной задачи будут являться m последовательностей одинаковой длины n , для каждой из которых должно быть вычислено значение суммы отрицательных членов.

После предварительной оценки задачи необходимо произвести математические преобразования согласно методике, изложенной в подразд. 2.1.

Найдем отношение последующего члена последовательности к предыдущему:

$$\Delta_k = \frac{a_k}{a_{k-1}} = \frac{(-1)^k e^{-pk} \sin^{k-1}(x)(k-1)(k-2)!}{k(k-1)!(-1)^{k-1} e^{-p(k-1)} \sin^{k-2}(x)} = -\frac{e^{-p} \sin(x)}{k}$$

Составим рекуррентную зависимость согласно (2.2): $a_k = -a_{k-1} e^{-p} \sin(x)/k$. Подставим значение $k=1$ в формулу общего члена ряда, тогда $a_1 = -e^{-p}$.

Схема алгоритма и текст программы решения задачи представлены соответственно на рис.2.1 и рис.2.2.

В приведенных схеме алгоритма и тексте программы используются следующие обозначения: a, b, c, p_0, h, m, n – исходные данные; x – минимальное значение из a, b, c ; i – параметр внешнего цикла, задающий изменение величины p ; a_k – значение очередного члена последовательности; s – значение суммы отрицательных нечётных членов последовательности; k – параметр внутреннего цикла, в котором вычисляются по рекуррентным формулам значение очередного члена последовательности и значение суммы ее отрицательных нечётных членов. Чётность и нечётность члена последовательности определяется номером его позиции k в диапазоне $k=1, \dots, n$. В данном примере нечётные члены – это a_1, a_3 и т.д.

В дальнейшем процедура вывода рекуррентной зависимости в соответствии с формулой (2.2) и проверка правильности проведённых преобразований осуществляется в лабораторной работе № 3.

Значения исходных параметров, приведенные в графе 6 табл.2.1, используются при выполнении лабораторной работы № 4 с целью проверки корректного решения задачи на основе разработанных алгоритма и программы.

Библиографический список

1. Алгоритмы: построение и анализ = Introduction to Algorithms / Т. Кормен [и др.]; пер.: И. В. Красиков, Н. А. Орехова, В. Н. Романов. - 2-е изд. - М. и др.: Вильямс, 2012. - 1290 с.
2. Б.В. Керниган. Язык программирования С = The C programming language: пер. с англ. / Б. В. Керниган, Д. Ритчи. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. и др.: Вильямс, 2016. - 288 с.
3. С.Л. Козенко. Алгоритмизация вычислительных задач: учебное пособие. – СПб, ГУАП, 2016. – 75 с.
4. С.Л. Козенко, В.А. Галанина. Информатика: практикум: в 4-х ч., ч.2.– СПб, ГУАП, 2019.–59 с.
5. В.А. Галанина, С.Л. Козенко. Основы программирования: практикум: в 3-х ч., ч.1.– СПб, ГУАП, 2022.–52 с.

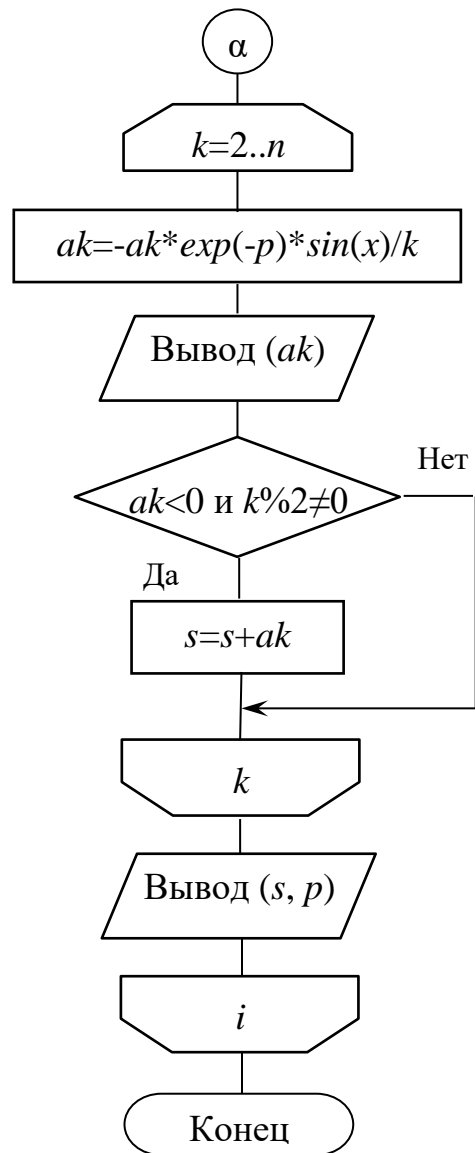
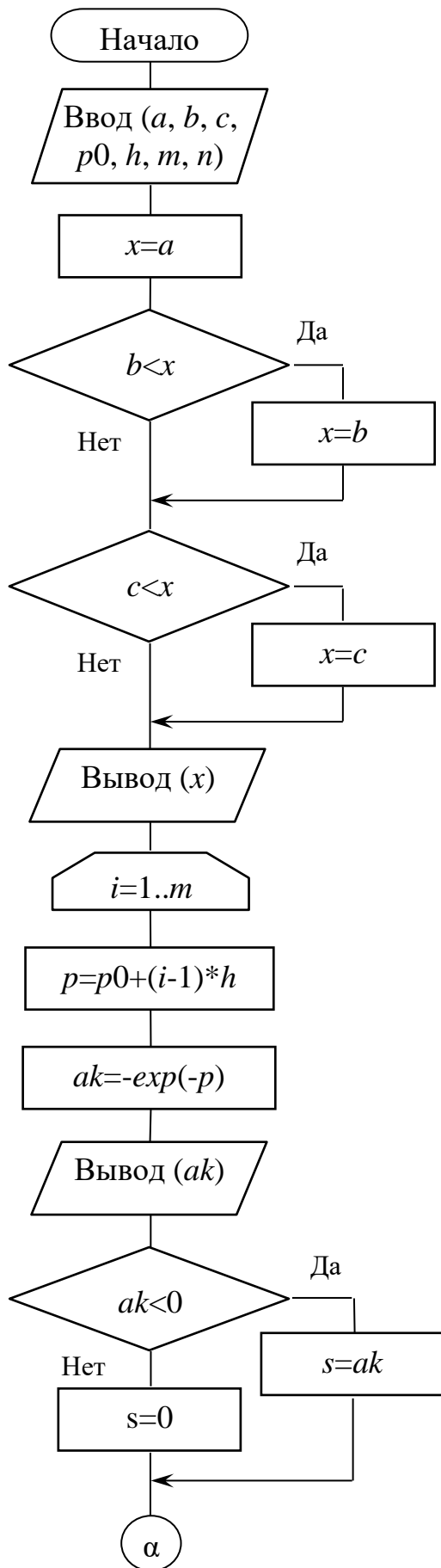


Рис.2.1 Схема алгоритма решения примера контрольной работы

```
#include <stdio.h>
#include <conio.h>
#include <math.h>

int main()
{
    float a, b, c, p, p0, h, x, ak, s;
    int m, n, i, k;
    // Ввод исходных данных
    printf ("Enter a, b, c, p0, h, m, n\n");
    scanf ("%f%f%f%f%i%i", &a, &b, &c, &p0, &h, &m, &n);
    // Вычисление и вывод значения x
    x=a;
    if (b<x) x=b;
    if (c<x) x=c;
    printf ("\nx=%.3f\n\n", x);
    // Обработка последовательности
    for (i=1; i<=m; i++)
    {
        p=p0+(i-1)*h;
        ak=-exp(-p);
        printf ("a1=%.3f", ak);
        if (ak<0)
            s=ak;
        else
            s=0;
        for (k=2; k<=n; k++)
        {
            ak=-ak*exp(-p)*sin(x)/k;
            printf (" a%i=%.3f", k, ak);
            if ((ak<0) && (k%2))
                s+=ak;
        } // Окончание цикла k
        printf ("\nsumma s=%.3f for p=%.3f\n\n", s, p);
    } // Окончание цикла i
    getch();
    return 0;
}
```

Рис.2.2 Текст программы решения примера контрольной работы

ПРИЛОЖЕНИЕ

Образец титульного листа

<p>МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕ- ДЕРАЦИИ Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения»</p> <p>КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ</p>		
<p>ОТЧЕТ ЗАЩИЩЕН С ОЦЕНКОЙ ПРЕПОДАВАТЕЛЬ</p>		
доц., канд. техн. наук		И.И. И
_____	_____	_____
должность, уч. степень, звание	подпись, дата	инициалы
<p>КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА</p> <p>«Циклический вычислительный процесс»</p> <p>по дисциплине: Алгоритмизация и программирование</p>		
<p>РАБОТУ ВЫПОЛНИЛ</p>		
СТУДЕНТ ГР. №	Z2M00	П.П
Шифр:	2022/383421	_____
	подпись, дата	инициалы

