

**Санкт-Петербургский
государственный университет телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича**

С. В. Козин Н. А. Матиясевич

**Методические указания к лабораторным работам по дисциплине
Программирование на языке высокого уровня
(электронная версия)**

Порядок выполнения лабораторных работ

Все лабораторные работы должны выполняться в следующей последовательности.

1. Получение у преподавателя варианта домашнего задания.
2. Выполнение домашнего задания.
3. Проверка преподавателем домашнего задания.
4. Ввод программы в ЭВМ и ее отладка.
5. Решение задачи на ЭВМ.
6. Защита лабораторной работы.

В процессе выполнения домашнего задания студент должен написать “заготовку” отчета по лабораторной работе. Отчет по лабораторной работе должен содержать следующие материалы.

- титульный лист с названием лабораторной работы и указанием группы и ФИО студента,
- задание на лабораторную работу (полная формулировка задачи),
- таблицу идентификаторов,
- схему алгоритма,
- таблицу вычислений.

Поясним назначение некоторых элементов отчета. Таблица идентификаторов предназначена для установления связи между обозначениями, принятыми в условии задачи и именами переменных, которые используются в программе. Эта таблица может служить некоторым комментарием к программе. Структура этой таблицы приведена ниже.

Таблица идентификаторов

| Номер | Обозначение в задаче | Идентификатор | Назначение |
|-------|----------------------|---------------|------------|
| | | | |
| | | | |

Для получения зачета по лабораторной работе студент должен продемонстрировать ее работоспособность. С этой целью им в процессе выполнения домашнего задания должны быть разработаны тесты. Результаты этой разработки должны быть оформлены в виде таблицы вычислений. Формат таблицы вычислений приведен ниже.

Подготовка теста необходима для отладки программы. Тестирование – испытание программы в целях выявления в ней возможных ошибок. Тест состоит из контрольного набора данных и рассчитанных вручную ожидаемых выходных данных.

Совпадение вычисленного вручную результата с результатом, полученным на ЭВМ, дает основание полагать, что программа может считаться работоспособной. Следует особо отметить, что успешное

завершение тестирования не является гарантией того, что в программе нет ошибок.

Целесообразно для теста выбирать такой набор исходных данных, при использовании которого удастся упростить вычисления.

Например, для проверки вычислений по формуле

$$y = \frac{a \sin(x)}{\sqrt{a+3}}$$

целесообразно выбрать следующий контрольный набор исходных данных: $a = 13$ и $x = 0,5236(\pi/6)$. При этом легко вычисляются значения функций $\sin(\pi/6) = 0,5$ и $\sqrt{13+3} = 4$. Ожидаемый результат вычислений $y = 1,625$.

Замечания:

- не рекомендуется в качестве контрольных исходных данных выбирать величины, приводящие к появлению сомножителей, равных 0 или 1, и слагаемых, равных нулю,
- контрольный расчет должен выполняться с точностью до четырех (пяти) значащих цифр,
- в ряде случаев для выполнения контрольного расчета приходится использовать калькулятор.

Результаты контрольного расчета и вычислений, полученных на ЭВМ, оформляются в виде таблицы (таблицы вычислений), которая имеет следующий вид.

Таблица вычислений

| Назначение набора данных | Набор данных | | | | Результаты вычислений | | | |
|---------------------------------|--------------|--|--|--|-----------------------|--|----------|--|
| | | | | | ручных | | машинных | |
| | | | | | | | | |
| Контрольный набор данных (тест) | | | | | | | | |
| Рабочий набор данных | | | | | | | | |

Лабораторная работа 1

Линейные вычислительные процессы

Лабораторная работа должна выполняться в соответствии с указаниями, приведенными в разделе Порядок выполнения лабораторных работ.

Цель работы

Целью настоящей работы является получение студентами практических навыков в решении на ЭВМ задач, связанных с вычислением значений по заданным формулам.

Варианты заданий

Необходимо решить задачу вычисления и вывода на экран значений функций $y = f_1(x)$ и $z = f_2(y, a, b)$. Варианты заданий, а также рабочий набор данных приведены в таблице.

| N | Функция $y = f_1(x)$ | Функция $z = f_2(y, a, b)$ | Рабочий набор | | |
|---|-----------------------------------|---|---------------|-----|-----|
| | | | x | a | b |
| 1 | $\frac{\sqrt{x^2 + 16}}{x + 2}$ | $\frac{y + \sqrt{\sin a + 3} + b}{y^2 + \sqrt{\sin a + 3}}$ | 3,5 | 1,8 | 3,7 |
| 2 | $\frac{e^{x-2,7} + 3}{x + 1,3}$ | $\frac{y + 0,75 \cos b + a}{y^2 + 0,75 \cos b }$ | 8,2 | 2,2 | 8,2 |
| 3 | $\frac{\sin x + 1,5}{2}$ | $\frac{y^3 + \sqrt{\sqrt{a} + 3,3}}{b + \sqrt{\sqrt{a} + 3,3}}$ | 8,1 | 0,8 | 1,2 |
| 4 | $\frac{\ln(x - 3) + 4}{x^2 + 12}$ | $\frac{\sqrt[3]{y + 7} + a}{\sin b + \sqrt[3]{y + 7}}$ | 4,7 | 7,6 | 8,1 |
| 5 | $\frac{ x + 8}{x^3 + 18}$ | $\frac{\sqrt[4]{y + 15} + a}{\cos b + \sqrt[4]{y + 15}}$ | 3,4 | 82 | 2,5 |
| 6 | $\frac{\cos^2(x) + 2}{3}$ | $\frac{y^5\sqrt{a} + 1}{\sin b + y^5\sqrt{a}}$ | -8 | 8,7 | 1,3 |
| 7 | $\frac{e^{x+3,1} + 2}{x + 6,1}$ | $\frac{\sqrt[3]{a} + 2y + \operatorname{tg} b + 3}{\operatorname{tg} b + 2y + 3}$ | 2,5 | 8,7 | 1,8 |
| 8 | $\frac{\sqrt{e^{x-2} + 3}}{x}$ | $\frac{\sqrt[4]{a} + \sqrt{5y + 20}}{\sqrt{5y + 20} + b}$ | 2,7 | 17 | 11 |

Продолжение таблицы

| N | Функция $y = f_1(x)$ | Функция $z = f_2(y, a, b)$ | Рабочий набор | | |
|----|--|--|---------------|-----|-----|
| | | | x | a | b |
| 9 | $\frac{\operatorname{tg} x + 3,73}{4}$ | $\frac{7y + 3\sin a + \sqrt{b^2 + 19}}{7y + \sqrt{b^2 + 19} + 2}$ | 0,1 | 1,5 | 10 |
| 10 | $\frac{\sin^3(x) + 3,7}{5}$ | $\frac{\sqrt{14y + 2} + 6}{\sqrt{14y + 2} + \cos b + a}$ | 2,5 | 5 | 6,1 |
| 11 | $\frac{\sqrt{x + 12}}{2x^3 + 1}$ | $\frac{ y^2 - a + 6}{2\cos b + y^2 - a + 6}$ | 18 | -3 | 8,1 |
| 12 | $\frac{\sqrt[3]{x + 8,3}}{x + 0,3}$ | $\frac{4 + y^2 + \sin x + a}{ \sin x + y^2 + 0,2b}$ | 3,7 | -2 | 8,1 |
| 13 | $\frac{1 + \ln(x + 5,3)}{x + 5,3}$ | $\frac{\sqrt{y + 15\sin a}}{\sqrt{y + 15\sin a} + 2b}$ | 2 | 2 | 3 |
| 14 | $\frac{e^{x-1,5} + 2}{2x + 0,3}$ | $\frac{\sqrt[4]{27y + 54} + a}{\sqrt[4]{27y + 54} + \cos b + 1}$ | 4,1 | 9 | 3,5 |
| 15 | $\frac{ \sin x + 2}{3}$ | $\frac{\sqrt[3]{y + 7a} + b}{\sin b + 1 + \sqrt[3]{y + 7a}}$ | 2,5 | 1,3 | 3,3 |
| 16 | $\frac{2}{\sqrt{\cos x + 5}}$ | $\frac{\sqrt[3]{y + 13a} + 5}{\cos b + \sqrt[3]{y + 13a}}$ | 6,1 | 2,3 | 2,6 |
| 17 | $\frac{\sqrt{ \cos x + 3 }}{3}$ | $\frac{\sin b + \sqrt[4]{y + 15a}}{\sqrt[4]{y + 15a}}$ | 8 | 1,3 | 2,5 |
| 18 | $\frac{\sqrt[3]{x - 3,1}}{x - 27}$ | $\frac{(y + 1)^2 + 5a}{\sin b + (y + 1)^2 + 5a}$ | 80 | 0,8 | -2 |
| 19 | $\frac{3e^{x-2}}{x + 1}$ | $\frac{a\sqrt[3]{y + 2b}}{2 - \cos b + \sqrt[3]{y + 2b}}$ | 6,1 | 8 | 9,2 |
| 20 | $\frac{\sin^2(x) + 5}{5}$ | $\frac{\sqrt[3]{ay + 57}}{3 + \cos b + \sqrt[3]{ay + 57}}$ | -2 | 7,3 | 5,1 |
| 21 | $\frac{x - 7}{\ln(x - 2) + 2}$ | $\frac{\sqrt[4]{ay^2 + 3} + 2}{\sqrt[4]{ay^2 + 3} + b}$ | 10 | 23 | 1,1 |
| 22 | $\frac{\sqrt{\cos^2 x + 10}}{5}$ | $\frac{\lg(y^2 + 8) + 5\sin a}{\lg(y^2 + 8) + \cos b }$ | 5,2 | 2,5 | 7,2 |
| 23 | $\frac{\lg(17 - 2x) + 2}{x + 1}$ | $\frac{ \cos a (y + 3)}{ \cos a (y + 3) - b}$ | 0,6 | 5 | 2,1 |

Окончание таблицы

| N | Функция $y = f_1(x)$ | Функция $z = f_2(y, a, b)$ | Рабочий набор | | |
|----|--|---|---------------|-----|-----|
| | | | x | a | b |
| 24 | $\frac{e^{2x-7,4} + 6}{x + 4,3}$ | $\frac{ \sin a (y + 7)}{ \sin a (y + 7) + 2b}$ | 5 | -2 | 0,7 |
| 25 | $\frac{3 \sin x + 21}{\cos 2x + 25}$ | $\frac{\lg(y^2 + 99) + a^2}{\lg(y^2 + 99) + b^2}$ | 3,5 | 14 | 7 |
| 26 | $\frac{\sqrt[3]{ \sin x + 26}}{\sin(2x) + 5}$ | $\frac{\lg(17y^2 + 83) + a^2}{\lg(17y^2 + 83) + b}$ | 2 | 8 | 4,3 |
| 27 | $\frac{\sqrt[3]{ \cos x + 8}}{\cos 2x + 5}$ | $\frac{\cos^2(ay) + 5b}{\cos^2(ay) + b}$ | -2 | 8,1 | 13 |
| 28 | $\frac{ \lg x + 5}{x + 4}$ | $\frac{\sin^2(a(2y^2 + 1)) + 29b}{\sin^2(a(2y^2 + 1)) + b}$ | 0,2 | 2 | 12 |
| 29 | $\frac{14 \lg x + 2}{40 + x}$ | $\frac{(\cos a + 11y^2)^2}{(\cos a + 11y^2) + b}$ | 0,2 | 7,1 | 9 |
| 30 | $\frac{4 \sin^2 x + 3}{2}$ | $\frac{\sin^2(a(3y^2 - \frac{1}{3})) + 11,75}{\sin^2(a(3y^2 - \frac{1}{3})) + b}$ | 2,2 | 3,2 | 6,8 |

Методические указания по выполнению лабораторной работы

Приведем ряд общих правил, которые следует учитывать при написании программ на языке Си.

1. Все действующие в программе переменные должны быть определены.
2. Любая программа должна содержать следующие три составные части:
 - ввод исходных данных,
 - обработка,
 - вывод результатов.
3. Недопустимо задавать исходные данные с помощью операторов присваивания. В связи с этим следует предусмотреть ввод всех данных, входящих в рабочий набор.
4. Для правильной компиляции вызовов библиотечных функций следует подключить те заголовочные файлы, в которых эти функции объявлены. Например, для компиляции вызовов функций `printf()` и `scanf()` следует подключить заголовочный файл `stdio.h`, а для компиляции функций `clrscr()` и `getch()` необходимо подключить файл

conio.h. Для компиляции вызовов математических функций следует подключить заголовочный файл math.h.

5. Ввод данных с клавиатуры следует предварить выводом наводящего сообщения. Например, пусть переменная x имеет тип float, тогда ее ввод может быть организован следующим образом::

```
printf('x=');          /* Вывод наводящего сообщения */
scanf("%f", &x);      /* Ввод значения переменной x */
```

При вычислении по формулам часто используется прием, который называют вычленением одинаковых подвыражений. Например, для 30 варианта в формуле, определяющей значение величины z , дважды входит подвыражение $\sin^2(a(3y^2 - 2))$. Выполняя вычленение одинаковых подвыражений в задаче варианта 30, исходную расчетную формулу для вычисления величины z можно заменить следующими двумя формулами:

$$p = \sin^2\left(a\left(3y^2 - \frac{1}{3}\right)\right),$$
$$z = \frac{p + 11,75}{p + b}.$$

Введение дополнительной переменной p позволяет уменьшить количество вычислений и упрощает расчетную формулу для вычисления величины z .

При записи арифметических выражений на языке Си необходимо учитывать следующее:

1. В языке Си отсутствует оператор возведения в степень. Для возведения некоторой величины “ a ” в степень “ b ” необходимо использовать библиотечную функцию pow(). Вызов этой функции для рассматриваемого случая будет иметь следующий вид pow(a , b).

2. Эта же (функция pow()) может использоваться для вычисления корней. Например, вычислить значение корня кубического из величины “ a ” можно следующим образом: pow(a , 1.0 / 3.0).

Справочные материалы

В настоящем разделе приводятся некоторые сведения о библиотечных функциях языка Си. Эти сведения приводятся в таблице

| Имя функции | Прототип | Описание |
|-------------|--|---|
| abs | int abs(int num); | Вычисление модуля аргумента num |
| ceil | double ceil(double num); | Возвращает наименьшее целое, которое удовлетворяет условию \geq num. Обратите внимание на тип возвращаемого значения (double). |
| cos | double cos(double num); | Вычисляет значение косинуса от аргумента num. Значение аргумента должно быть задано в радианах. |
| fabs | double fabs(double num); | Вычисление значение модуля аргумента num |
| floor | double floor(double num); | Возвращает наибольшее целое, которое удовлетворяет условию \leq num. |
| exp | double exp(double num) | Вычисляет значение экспоненты от аргумента num |
| log | double log(double num); | Вычисляет значение натурального логарифма от аргумента num. |
| log10 | double log10(double num); | Вычисляет значение логарифма по основанию 10 от аргумента num. |
| pow | double pow(double base, double x); | Вычисляет значение аргумента base, возведенное в степень x. |
| sin | double sin(double num); | Вычисляет значение синуса от аргумента num. Значение аргумента должно быть задано в радианах. |
| sqrt | double sqrt(double num); | Вычисляет значение корня квадратного от аргумента num. |
| tan | double tan(double num); | Вычисляет значение тангенса от аргумента num. Значение аргумента должно быть задано в радианах. |

Замечание. В стандартной библиотеке языка Си имеются несколько функций для вычисления модуля (abs, fabs). Применение функции abs() для данных вещественных типов может привести к потере точности. Избежать этого можно при применении функции fabs().

Пример оформления отчета по лабораторной работе (для варианта 30)

А. Постановка задачи

Требуется составить программу вычисления значений функций

$$y = \frac{4 \sin^2 x + 3}{2},$$

$$z = \frac{\sin^2(a(3y^2 - \frac{1}{3})) + 11.75}{\sin^2(a(3y^2 - \frac{1}{3})) + b}$$

по заданным значениям a , x , b и выполнить вычисления на ЭВМ.

Б. Разработка алгоритма

Решаемая задача относится к категории задач формульного счета. В формуле для вычисления величины z целесообразно выполнить вычленение одинаковых подвыражений. Для выполнения вычленения введем дополнительную переменную p . С учетом этого расчетные формулы принимают следующий вид:

$$y = \frac{4 \sin^2 x + 3}{2},$$

$$p = \sin^2(a(3y^2 - \frac{1}{3})),$$

$$z = \frac{p + 11,75}{p + b}.$$

В программе должен быть предусмотрен ввод исходных данных, к которым относятся переменные x , a , b ; вычисления величин y , p и z ; вывод результатов вычислений (вывод значений величин y и z).

В. Таблица идентификаторов

| N | Обозначение в задаче | Идентификатор | Назначение |
|---|----------------------|---------------|------------------------|
| 1 | X | x | Исходные данные |
| 2 | A | a | |
| 3 | B | b | |
| 4 | Y | y | Результаты вычислений |
| 5 | z | z | |
| 6 | - | p | Промежуточная величина |