

## Практическое задание 6. Проектирование циклических алгоритмов

Цель работы – изучение принципов проектирования алгоритмов цикла, синтаксиса и семантики операторов цикла, решение практических задач.

### ПЛАН

1. Краткое теоретическое введение. Циклические алгоритмы .....	1
2. Проектирование цикла .....	1
3. Практические задания .....	2
Бонус .....	3
Вопросы для самоконтроля .....	4

### 1. Краткое теоретическое введение. Циклические алгоритмы

Общая идея циклического алгоритма – много раз выполнить одинаковые действия. Очевидно, что имеет смысл выполнять одни и те же действия только с различными данными.

Различают два вида циклических алгоритмов.

1. Арифметический цикл (управляемый счетчиком), как правило, повторяется заранее известное число раз.

Пример: сделан вклад в банке на 10 лет. Ежегодно вклад увеличивается, и так 10 раз.

Пример: найти сумму 15-ти слагаемых. Ровно 15 раз к сумме прибавляется очередное слагаемое.

2. Итерационный цикл (управляемый событием), как правило, число повторений заранее неизвестно.

Пример: вклад в банке сделан с целью накопления некоторой суммы. Ежегодно вклад увеличивается до момента накопления, но заранее неизвестно, через сколько лет накопится нужная сумма.

Пример: найти сумму с указанной точностью. Многократно к сумме прибавляется очередное слагаемое, но сколько раз это произойдет – заранее неизвестно.

Существуют и некоторые разновидности циклов, например, цикл с выходом по событию, или бесконечный цикл. В любом случае, чтобы цикл выполнялся правильно, нужно управление циклом.

Управление выполняет некая величина, которая называется «параметр цикла» или управляющая переменная. Это одна из переменных программы, которая, как правило, изменяется в теле цикла, определяет число повторений цикла и позволяет завершить его работу.

Логика выбора управляющей переменной полностью зависит от прикладной задачи. Научиться этому совсем не просто.

### 2. Проектирование цикла

Операторы цикла, это всего лишь инструмент, предназначенный для описания циклических алгоритмов. Как и любым инструментом, им нужно научиться владеть, прежде чем применять на практике. Поэтому важно знать синтаксис операторов цикла, понимать семантику, и знать особенности.

Операторов цикла всего три: `while`, `do` и `for`. Любой из операторов цикла можно с успехом применить для описания любого типа циклического алгоритма, но считается, что семантика оператора `for` лучше всего подходит для описания арифметического цикла, а семантика `do` и `while` – для описания итерационного цикла.

Процессу кодирования предшествует этап проектирования цикла, в котором необходимо решать две задачи.

1. Разработка потока управления. Здесь наиболее важный шаг, это выбор параметра цикла. Для параметра цикла должно быть известно: каково начальное значение параметра, каково условие завершения цикла, как обновляется параметр цикла.

2. Планирование действий внутри цикла. Здесь важно решить, что представляет собой отдельная итерация, и точно определить: как инициализируется повторяющийся процесс, какие действия в него входят, как он обновляется.

Алгоритм проектирования цикла можно условно описать так.

- Определить тип цикла.
- Выбрать управляющую переменную.
- Записать закон изменения управляющей переменной.
- Выбрать инструмент: если это «от и до», то for, иначе цикл do или while.
- Планировать тело цикла: что именно выполняется многократно. В теле цикла предусмотреть изменение управляющей переменной.

### 3. Практические задания

Создайте проект и выполните в нем последовательно три приведенные ниже упражнения.

#### **Упражнение 1. Сравнить арифметический и итерационный алгоритмы**

Запишите код программы для решения задачи.

Спортсмен бежит по кругу длиной 400 метров, а тренер измеряет среднюю скорость движения на каждом круге. Начальная скорость была  $V_1$  км./час, но на каждом круге она падает на 10%.

**Задача 1.** Какова будет скорость спортсмена на каждом из пяти кругов, которые он должен пробежать?

**Задача 2.** Закончить движение, когда скорость упадет ниже  $V_2$  км./час. Узнать, на каком круге это произойдет.

И в том, и в другом случае выводить на экран таблицу скоростей на каждом пройденном круге пути.

Формализация задачи 1

Дано: начальная скорость бега, число кругов.

Найти: скорость бега на каждом круге.

Управляющая переменная – число кругов. Закон ее изменения:  $n=[1,5]$ ,  $\Delta n=1$ .

В теле цикла вычисляется очередное значение скорости и выводится на экран.

Формализация задачи 2

Дано: начальная скорость бега  $V_1$  и конечная  $V_2$ .

Найти: число кругов, пока не будет достигнута конечная скорость.

Возможны варианты выбора управляющей переменной.

- Управляющая переменная – скорость. Закон ее изменения:  $V=[V_1, V_2]$ ,  $\Delta V$  определяется законом падения скорости.
- Управляющая переменная – число кругов. Закон ее изменения:  $n=[1,?]$ ,  $\Delta n=1$ . Условие выхода:  $V>V_2$ .

#### **Упражнение 2. Итерационный цикл**

Запишите код программы для решения задачи.

Последовательность вычисляется по закону:

$$1 + \frac{1}{2}, 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3}, 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4}, \dots$$

Известно, что существует предел последовательности. Найти его с точностью  $\varepsilon$  знаков после запятой.

**Математическое определение:** число  $A$  называется пределом последовательности, если для любой его окрестности  $\forall \varepsilon > 0$  (заранее выбранной) существует натуральный номер  $\exists n \in \mathbb{N}$  такой, что все члены последовательности с большими номерами  $\forall n > N$  окажутся внутри окрестности:  $|a_n - A| < \varepsilon$ .

**Алгоритм:** алгоритмически точность вычисления определяется как разность между двумя последовательными значениями членов последовательности.

Формализация задачи

Дано: первый элемент последовательности: 1,5.

Найти: такой элемент, на котором будет соблюдено условие достижения точности  $\varepsilon$ . Поскольку не задано, нужно ввести, например, 0.0001.

Управляющая переменная – номер члена последовательности  $n$ , определяющий его значение  $a_n$ . Тип переменной – вещественный, это очевидно.

$a_0 = 1.5$ ,  $a_1 = 1.833$ ,  $a_2 = 2.083$ ,  $a_3 = 2.283$ ,  $a_4 = 2.449$ ,  $a_5 = 2.582 \dots$  и так далее.

Условие выхода из цикла: поскольку разность между двумя последующими значениями стремится к нулю, условие можно записать так:

$$|a_n - a_{n-1}| < \varepsilon.$$

### Упражнение 3. Сложный цикл

Термин «сложный цикл» не вполне корректен. Скорее, следует использовать термин «вложенный цикл». Это такая категория задач, в которой внутри одного цикла вложен другой. Например, функция двух переменных  $F(x, y)$  или функция с параметром  $F(A, x)$  порождает необходимость использования сложного арифметического цикла тогда, когда оба аргумента изменяются.

Здесь решается задача полного перебора, то есть нахождения всех возможных значений функции при всех возможных значениях ее аргументов. При решении таких задач необходимо выделить обе управляющие переменные, описать закон их изменения, и выбрать, какая из них по логике задачи главная или условно главная.

Главная переменная будет параметром внешнего цикла, другая переменная будет параметром внутреннего цикла. Для каждого зафиксированного значения главной переменной другая переменная должна пробегать все значения своего диапазона. В сложном арифметическом цикле строится таблица значений функции вида  $F(x, y)$  для всех возможных значений  $x$  и  $y$ . Чтобы значение параметра внешнего цикла не повторялось во многих строках таблицы, его следует выводить однократно во внешнем цикле как заголовок таблицы.

Задача.

Пусть требуется вычислить объемы нескольких цилиндрических емкостей

$$V = H \cdot \pi \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2, \text{ где } H - \text{высота, а } d - \text{диаметр основания цилиндра.}$$

Высота может изменяться в диапазоне  $H \in [-1; 5]$ ,  $\Delta H = 1$ , а диаметр в диапазоне  $d \in [0.5; 3.5]$ ,  $\Delta d = 0.5$ . Переменные равноправны, поэтому внешним циклом может быть любой. Пусть это высота, тогда для одного фиксированного значения высоты нужно выводить таблицу значений функции  $F(d)$ .

### **Бонус**

В комнате  $N$  человек,  $M$  кошек и  $K$  мух. Вместе у них 100 ног и лап.

Вычислить, сколько в комнате людей, сколько кошек, и сколько мух?

Подсказка: это задача полного перебора.

## Вопросы для самоконтроля

1. Что такое константа?
2. Почему в программе не описывается тип константы?
3. Каков синтаксис именованной константы?
4. Как узнать символьную константу?
5. Что такое ESC-последовательность?
6. Что такое переменная? Почему нужно объявлять все переменные?
7. Что такое тип данного?
8. Почему тип данного важен?
9. Какова роль объявления типа?
10. В каком месте кода нужно объявить переменную?
11. Что такое базовый тип, чем отличается базовый тип от производного типа?
12. Перечислите базовые типы данных.
13. Что такое модификатор типа?
14. Каков механизм модификатора long?
15. Каков механизм модификатора unsigned?
16. Что такое операция?
17. Что означает «операция возвращает значение»?
18. От чего зависит тип возвращаемого операцией значения?
19. Как можно классифицировать операции?
20. Что такое отношение, какого типа значение возвращают отношения?
21. Какие бывают логические операции? Какой тип должны иметь операнды логической операции?
22. Какие особенности имеют логические операции?
23. Какова особенность операции присваивания?
24. Сколько операндов имеет условная операция, какого типа значение она возвращает?
25. Что такое выражение?
26. Чем определяется тип выражения?
27. Чем определяется порядок вычисления выражений?
28. Что такое приведение типа?
29. Что такое преобразование типа?
30. Относится ли C++ к языкам со строгой типизацией?