

8. Подпрограммы функции и процедуры

1. Краткие теоретические сведения к работам №14, №15

Подпрограмма – это обособленная группа операторов, которые можно выполнять многократно, обращаясь к ним из различных частей программы, она имеет такую же структуру, как и любая программа.

Подпрограммы описываются в разделе описаний, они имеют имя и могут иметь параметры, переменные при наличии в программе подпрограмм делятся на локальные и глобальные.

Локальными — это переменные, объявленные в подпрограмме, они доступны только в ней.

Глобальными — это переменные, объявленные в программе, они доступны в ней и в любой подпрограмме.

Подпрограммы в Паскале используются в виде процедур и функций. Имея схожую структуру, процедуры и функции различаются назначением и способом использования. В Паскале имеются стандартные процедуры и функции, они описаны в библиотечных модулях Турбо-Паскаля (например, *readln*, *writeln*).

Функции программиста описываются в разделе описаний программы в формате

function <имя функции (<список формальных параметров>)>:<тип функции>
<тело функции>

Функция всегда возвращает значение, поэтому в описании указания ее типа обязательно. Чтобы функция выполнялась, в теле основной программы нужно указать оператор вызова, который имеет формат:

<имя функции (<список фактических параметров>)>

Процедуры программиста тоже описываются в разделе описаний в формате:

procedure <имя процедуры (<список формальных параметров>)> <тело процедуры>

Чтобы процедура выполнялась, в программе нужно указать оператор ее вызова, который имеет формат

<имя процедуры>(<список фактических параметров>)

Тело функции и процедуры, как и сама программа, содержит описательную и операторную часть. Список формальных параметров не обязателен, но, если он есть, в нем указываются имена параметров и их тип.

Список фактических параметров указывается в том случае, если у подпрограммы есть список формальных, при этом: фактических параметров должно быть столько же, сколько и формальных; следовать они должны в том же порядке; тип фактических параметров должен совпадать с типом формальных.

Отличие процедуры от функции в том, что она никакого значения в основную программу не возвращает, поэтому ее вызов нельзя использовать в выражениях, как операнд. Если программисту нужно, чтобы какие-то значения процедура возвращала, в ее описании в списке параметров используются *параметры – переменные*, указанные после слова *var*, например, *procedure X (a: integer; var b:real; c:char)*,

Процедуры и функции используются для уменьшения кода программы, они обмениваются данными с основной программой с помощью фактических параметров. При вызове подпрограммы основная программа приостанавливается и начинает выполняться подпрограмма, обрабатывая данные, переданные ей из основной программы. По завершению работы функция возвращает основной программе результат, а процедура явно - нет.

2. Лабораторная работа №14

Тема: «Подпрограммы - функции»

Цель: получение навыков составления программ с подпрограммами-функциями

Задания

1. Подключить к компьютеру вашу «флешку»
2. Загрузить среду программирования Турбо Паскаль.
3. Сделать каталог USER текущим.
4. Открыть новое окно редактора.
5. Набрать программу для решения задачи из указанного варианта.
6. Запустить программу на исполнение и продемонстрировать результат ее работы преподавателю.
7. Сохранить программу на в каталоге USER под именем program19.
8. Выйти из системы TP.

9. Сохранять все программы до конца семестра.

Замечание. В некоторых вариантах лабораторной работы требуется использование арифметической стандартной функции Паскаля в одном из трех форматов:

- **random** возвращает **действительное** число из промежутка $[0,1)$;
- **random(N)** возвращает **целое** число из диапазона $[0; N-1]$.
- **random(N)+ M** возвращает **целое** число из диапазона $[M; M+ N-1]$.

Перед использованием этой функции в программе обязательно указать процедуру **randomize**.

Варианты

I



Имеется фигура самолета из 8 треугольников (Рис.22). Треугольники в теле и хвосте – равносторонние с длиной стороны a , крылья – прямоугольные треугольники с катетами b и d . Найти суммарную площадь всей фигуры. Значения a , b и d запросить у пользователя. Вычисление площади треугольника (формула Герона) оформить в виде функции с тремя входными параметрами.

Рис.22. Самолет

II

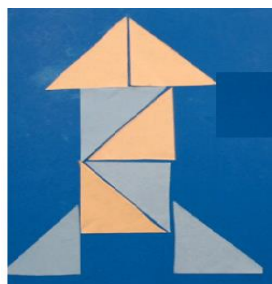


Рис.23.Ракета

Имеется фигура ракеты из 8 прямоугольных треугольников (Рис.23). Верхние и нижние треугольники имеют длину катетов a и b , треугольники в стволе ракеты имеют длину катетов c и d . Найти суммарную площадь всей фигуры. Значения a , b , c , d запросить у пользователя. Вычисление площади треугольника (как половина произведения катетов) оформить в виде функции с двумя входными параметрами.

III



Рис.24 Фигура

Имеются три вложенных равносторонних треугольника (Рис.24). Длина стороны маленького треугольника равна a , длина стороны среднего - в два раза больше a , длина стороны большого - в три раза больше a . Найти суммарную площадь всех треугольников. Значение a запросить у пользователя. Вычисление площади треугольника оформить в виде функции с одним входным параметром, используя формулу $S = a^2 \cdot \sqrt{3} / 4$. Вывести на чистый экран сторону каждого треугольника, его площадь и суммарную площадь.

IV



Рис.25 Фигура

Имеется 4 равносторонних треугольника (Рис.25). Длина стороны голубого треугольника равна x , длина стороны синего - в 1,3 раза больше x , длина стороны зеленого - в 1,8 раз больше x , длина стороны красного - в 2 раза больше x . Найти суммарную площадь всех треугольников. Значение x запросить у пользователя. Вычисление площади треугольника оформить в виде функции с одним входным параметром, используя формулу $S = a^2 \cdot \sqrt{3} / 4$. Вывести на чистый экран стороны треугольников и их площади, ниже суммарную площадь.

V



Рис.26 Елочка

Имеется 5 равнобедренных треугольников (Рис.26). Длины сторон нижнего треугольника a , a , b , длины сторон каждого последующего треугольника в 1,2 раза больше предыдущего. Найти суммарную площадь все треугольников. Значения a и b запросить у пользователя. Вычисление площади треугольника (по формуле Герона) оформить в виде функции с тремя входными параметрами. Вывести на чистый экран поочередно стороны каждого треугольника, рядом его площадь, ниже суммарную площадь.

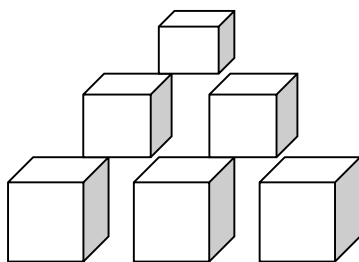


Рис.27 Бруски

VI

Имеются 6 брусков, имеющих форму параллелепипеда, сделанных из гранита (Рис.27). Нижние бруски имеют размеры x_1, y_1, z_1 , их запросить у пользователя. Размеры средних брусков x_2, y_2, z_2 меньше соответствующих размеров x_1, y_1, z_1 в 1,2 раза. Размеры верхнего бруска x_3, y_3, z_3 меньше соответствующих размеров x_1, y_1, z_1 в 1,5 раза. Определить, сколько кг гранита потребовалось на постройку фигуры, если его плотность равна 2600 кг/м^3 . Вычисление объема параллелепипеда оформить в виде функции с тремя входными параметрами.

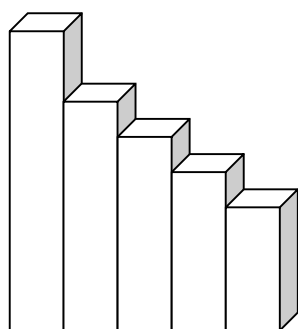


Рис.28 Лестница

VII

Мраморная лестница содержит 5 ступеней, имеющих форму параллелепипеда (Рис.28). Размеры x, y, h нижнего параллелепипеда запросить у пользователя. Высота h каждой последующей ступени выше предыдущей в 1,3 раза. Определить, сколько кг мрамора пошло на лестницу, если плотность мрамора равна 2700 кг/м^3 . Вычисление объема параллелепипеда оформить в виде функции с тремя входными параметрами.

VIII

Запросить у пользователя длину четырех отрезков x, y, z, t . Для каждой тройки отрезков проверить, можно ли из них построить треугольник. Если треугольник существует, то вычислить его площадь по формуле Герона. Определение существования треугольника (треугольник существует, если сумма длин двух любых его сторон больше длины третьей) и вычисление его площади оформить в виде функции с тремя входными параметрами. Вывести на чистый экран все тройки длин отрезков, сообщить, можно ли из них построить треугольник, если –да, вывести рядом его площадь.

IX

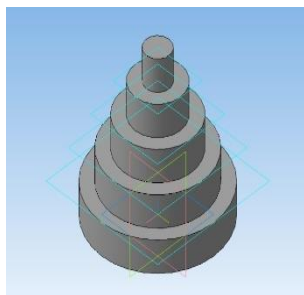


Рис.29 Пирамида

Имеется пирамида, состоящая из 5 круговых цилиндров (Рис.29). Радиус верхнего цилиндра R и его высоту H запросить у пользователя. Радиус и высота каждого ниже следующего цилиндра в 1,2 раза больше верхнего. Определить, сколько кг гранита потребовалось на постройку пирамиды, если плотность гранита 2600 кг/м^3 . Вычисление объема цилиндра оформить в виде функции с двумя параметрами. ($V_{\text{цилиндра}} = \pi R^2 H$).

X



Рис.30 Пирамиды

Определить в тоннах массу трех египетских пирамид фараонов, построенных из гранита (Рис.30). В основании всех пирамид находится квадрат. Размеры левой пирамиды: основание - 215×215 м, высота - 143 м; размеры средней пирамиды: основание - 232×232 м, высота – 147 м; размеры правой пирамиды: основание - 108×108 м, высота – 66 м. Плотность гранита 2600 кг/м^3 . Вычисление объема пирамиды оформить в виде функции с тремя параметрами ($V_{\text{пирамиды}} = 1/3 * S_{\text{осн}} * h$).

XI

Запросить у пользователя семь натуральных чисел из промежутка [100, 199]. Определение цифр в числе, вычисление их суммы и произведения оформить в виде функции с одним входным параметром. Вывести на чистый экран каждое число, сумму и произведение его цифр .

XII



Рис.31 Конусы

Имеются три круговых конусов, сделанные из стеклопластика (Рис.31). Радиус маленького конуса R_1 и его высоту H_1 запросить у пользователя. Радиус R_2 среднего конуса в 1,5 раза больше R_1 , радиус R_3 большого конуса в 2 раза больше R_1 . Такие же отношения между высотами H_2 , H_3 и H_1 . Определить массу конусов в кг, если известно, что, плотность стеклопластика 1770 кг/м^3 . Вычисление объема конуса оформить в виде функции с тремя параметрами. ($V_{\text{конуса}} = 1/3 * \pi * R^2 * H$).

XIII

В прямоугольный аквариум помещены 5 коралловых круговых конусов с радиусами основания $R_1 = 2 \text{ см}$, $R_2 = 2.2 \text{ см}$, $R_3 = 2.5 \text{ см}$, $R_4 = 3 \text{ см}$, $R_5 = 3.4 \text{ см}$. Соответственно их высоты соответственно равны $H_1 = 4 \text{ см}$, $H_2 = 5 \text{ см}$, $H_3 = 7 \text{ см}$, $H_4 = 10 \text{ см}$, $H_5 = 13 \text{ см}$. Вычислить, сколько г хрусталя пошло на изготовление конусов, если плотность хрусталя 3 г/см^3 . Вычислить, сколько литров воды нужно налить в аквариум с конусами, чтобы он заполнился на $3/4$ объема. Вычисление объема конуса оформить в виде функции с двумя входными параметрами ($V_{\text{конуса}} = 1/3 * \pi * R^2 * H$). Размеры аквариума X, Y, Z (в см) запросить у пользователя ($1 \text{ литр} = 1000 \text{ см}^3$).

XIV

В прямоугольном резервуаре с водой плавают 6 сфер из плексигласа, погруженных в воду ровно наполовину. Сферы имеют радиусы: 1м, 1.2м, 1.5м, 1.7м, 2м и 2.25м. Вычислить массу воды в резервуаре, если известно, что уровень воды со сферами равен половине высоты резервуара, а 1 куб воды весит 1 тонну. Размеры резервуара - a, b, c запросить у пользователя, Вычисление половины объема сферы оформить в виде функции с одним входным параметром ($V_{\text{полусферы}} = 2/3 * \pi * R^3$).

XV



Рис.32 Ледяные пирамиды

В ледовом городке построены пять четырехугольных пирамид (Рис.32), длина стороны квадрата в основании 1 пирамиды $d_1 = 5\text{м}$, 2 – $d_2 = 6\text{м}$, 3 – $d_3 = 8\text{м}$, 4 – $d_4 = 9\text{м}$, 5 – $d_5 = 10\text{м}$. Их высоты соответственно равны $h_1 = 10\text{м}$, $h_2 = 11\text{м}$, $h_3 = 13\text{м}$, $h_4 = 17\text{м}$ и $h_5 = 20\text{м}$. Вычислить, сколько тонн льда потребовалось на постройку пирамиды, если плотность льда 900 кг/м^3 . Вычисление объема пирамиды оформить в виде функции с двумя входными параметрами ($V_{\text{пир}} = 1/3 \cdot S_{\text{осн}} \cdot h$).

XVI



Рис.33 Снеговики

В ледовом городке построены четыре снеговика (Рис.33), каждый - из трех ледяных сфер, радиусы нижних сфер соответственно равны $R_1 = 90\text{см}$, $R_2 = 85\text{см}$, $R_3 = 75\text{см}$, $R_4 = 73\text{см}$. Радиус каждой второй сферы в 1,5 раза меньше, чем радиус первой, а радиус третьей – в 2 раза меньше, чем радиус первой. Вычислить, сколько кг льда потребовалось на изготовление снеговиков, если плотность льда 0.9 г/см^3 . Вычисление объема сферы оформить в виде функции с одним входным параметром ($V_{\text{сферы}} = 4/3 \cdot \pi \cdot R^3$).

XVIII

В известняковой горе, имеющей форму кругового конуса с радиусом R и высотой H , имеются пять пустых - сферических пещер с радиусами 2,5м, 3м, 3.8м, 4.1м и 5.2м. Подсчитать, сколько машин с грузоподъемность – 20 тонн потребуется для перевозки добытого из горы известняка, если известно, что плотность известняка 2500 кг/м^3 . Радиус R и высоту горы H запросить у пользователя. Вычисление объема сферы оформить в виде функции с одним входным параметром. ($V_{\text{сферы}} = 4/3 \cdot \pi \cdot R^3$, $V_{\text{конуса}} = 1/3 \cdot \pi \cdot R^2 \cdot H$). Вывести на чистый экран объем самой горы, суммарный объем пещер, массу добытого известняка и количество машин.

XIX

Сформировать двумерный массив A размерностью $m \times n$ из случайных целых чисел из промежутка $[5, 20]$, размерность массива запросить у пользователя. Найти сумму минимальных элементов из всех строк массива A . Вычисление минимального элемента строки оформить в виде функции. Вывести на чистый экран исходный массив и полученную сумму.

XX

В кубический аквариум с длиной стороны L , заполненный водой до уровня H , поместили 5 коралловых шариков с радиусами $r_1 = 3\text{см}$, $r_2 = 5\text{см}$, $r_3 = 6\text{см}$, $r_4 = 8\text{см}$, $r_5 = 10\text{см}$. На сколько см от исходного значения H поднимется уровень воды в аквариуме

после помещения в него шариков. Вычислить массу всех шариков, учитывая, что плотность кораллов равна $2,6 \text{ г/см}^3$. Длину стороны L и уровень воды H запросить у пользователя. Вычисление объема шарика оформить в виде функции с одним входным параметром ($V_{\text{шара}} = 4/3 \cdot \pi \cdot R^3$). Вывести на чистый экран объем аквариума, объем воды в аквариуме, первоначальный уровень воды H , разницу в уровне воды после погружения кораллов, общий объем и массу шариков.

XXI



Рис.34 Узор

В квадрате есть 12 прямоугольных треугольников (Рис.34). Темные имеют катеты a , b ; красные имеют 1-ый катет - a , 2-ой катет равен половине гипотенузы темного треугольника; светлые треугольники имеют такие же катеты, как красные. Вычислить суммарную площадь темных треугольников S_1 , суммарную площадь красных и светлых вместе - S_2 . Определить, будут ли $S_1 = S_2$. Вычисление площади прямоугольного треугольника оформить в виде функции с двумя входными

параметрами. Вывести на чистый экран площади каждого из треугольников, площади S_1 и S_2 , и результат сравнения.

XXII

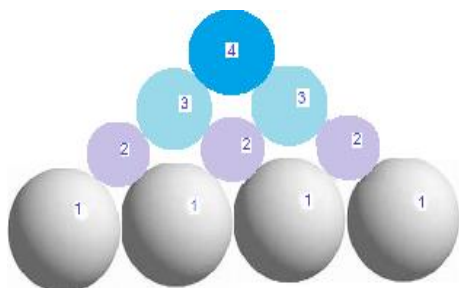


Рис.35 Шаровая фигура

Имеется фигура, содержащая 10 соединенных шаров, сделанных из различных пластмасс (Рис.35). Радиус R_1 шаров №1 запросить у пользователя, они сделаны из винипласта, плотность которого $1,4 \text{ г/см}^3$. Радиус R_2 шаров №2 в 3 раза меньше, чем R_1 , они сделаны из фторопласта, плотность которого $2,3 \text{ г/см}^3$. Радиус R_3 шаров №3 в 1,5 раза больше, чем R_2 , они сделаны из полистирола, плотность которого $1,1 \text{ г/см}^3$. Радиус R_4 шара №4 в 2 раза меньше, чем R_1 , он сделан из полиэтилена, его плотность $0,95 \text{ г/см}^3$.

Вычислить массы всех видов пластмасс, использованных для изготовления шаров и общую массу фигуры. Вычисление объема шара оформить в виде функции с одним входным параметром ($V_{\text{шара}} = 3/4 \cdot \pi \cdot R^3$). Вывести на чистый экран все полученные результаты.

XXIII

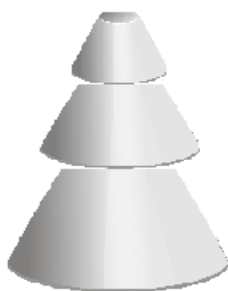


Рис.36 Конусы

Имеется серебрянная фигура, состоящая из трех усеченных конусов (Рис.36). Радиусы R_1 и R_2 ($R_1 < R_2$) кругов, лежащих в основаниях нижнего конуса, и его высоту H запросить у пользователя (в см). Радиусы и высота среднего конуса в 1,25 раза меньше соответствующих параметров нижнего конуса, а радиусы и высота верхнего конуса в 2 раза меньше соответствующих параметров нижнего конуса. В центр фигуры ставлен золотой цилиндр (на Рис.36 он не изображен), его высота равна сумме высот 3-х конусов, а R меньше радиуса верхнего основания верхнего конуса на 1 см. Вычислить массу

фигуры, если плотность серебра $10,5 \text{ г/см}^3$, а плотность золота $19,3 \text{ г/см}^3$. Вычисление объема усеченного конуса оформить в виде функции с двумя входными параметрами ($V_{\text{ус.кон}} = \pi H(R_1^2 + R_1 R_2 + R_2^2)/3$). Вывести на чистый экран вес серебрянной части фигуры, вес золотого цилиндра, вес всей фигуры в кг.



Рис.37 Конусы

XXIV

Имеется фигура из семи усеченных конусов (Рис.37), конусы с одинаковыми номерами имеют одинаковые размеры. Радиусы R_1 и R_2 ($R_1 < R_2$) кругов, лежащих в основаниях конусов №1, и их высоту H запросить у пользователя (в см). Радиусы и высота конусов №2 в 1,3 раза меньше соответствующих параметров конусов №1, радиусы конуса №3 в два раза больше радиусов конуса №1, его высота равна высоте конусов №2. Конусы №1

сделаны из стеклопластика, его плотность 2 г/см^3 , конусы №2 – из винипласта, плотность которой $1,4 \text{ г/см}^3$, конус №3 – из фторопласта, плотность которого $2,3 \text{ г/см}^3$. Вычислить, сколько кг стеклопластика, винипласта и фторопласта потребовалось на изготовление конусов и какова общая масса фигуры. Вычисление объема усеченного конуса оформить в виде функции с двумя входными параметрами ($V_{\text{ус.кон}} = \pi H(R_1^2 + R_1 R_2 + R_2^2)/3$). Вывести на чистый экран полученные результаты.

XXV

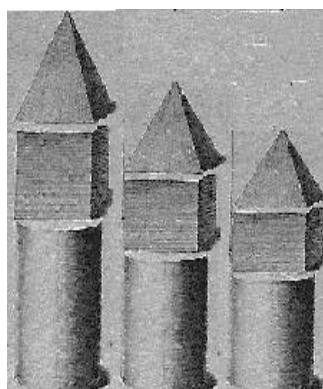


Рис.38 Башни

Имеются три башни, каждая из которых содержит цилиндр, параллелепипед и прямоугольную пирамиду (Рис.38). Радиус большего цилиндра R_1 и его высоту H_1 запросить у пользователя (в м). Параметры среднего цилиндра R_2 , H_2 в 1,25 раза меньше R_1 , H_1 ; параметры меньшего цилиндра R_3 , H_3 в 1,3 раза меньше R_1 , H_1 . Оформить в программе функцию F_1 с одним входным параметром, вычисляющую объем цилиндра ($V_{\text{цилинд}} = \pi R^2 H$). В основании параллелепипедов находятся квадраты со стороной, равной диаметрам нижних цилиндров, их высоты H_4 , H_5 , H_6 равны половинам высот H_1 , H_2 , H_3 соответственно.

Оформить в программе функцию F_2 с тремя входными параметрами, вычисляющую объем параллелепипеда ($V_{\text{паралл.}} = a \cdot b \cdot c$). В основании каждой пирамиды лежат квадраты такие же, как в основании параллелепипеда, высоты пирамид равны тоже H_4 , H_5 , H_6 . Оформить в программе функцию F_3 с двумя входными параметрами, вычисляющую объем пирамиды ($V_{\text{пир}} = 1/3 \cdot S_{\text{осн}} \cdot H$). Цилиндры сделаны из гранита, его плотность 2600 кг/м^3 , параллелепипеды сделаны из известняка, его плотность 2700 кг/м^3 , пирамиды сделаны из известняка, его плотность 1700 кг/м^3 . Вычислить, сколько тонн гранита, мрамора и известняка потребовалось на строительство башен и каков их общий вес. Вывести на чистый экран полученные результаты.

Контрольные вопросы.

1. Каковы тема и цель лабораторной работы?
2. Что называется подпрограммой?
3. Когда появляется необходимость в ее использовании?
4. Как называется программа, которая содержит подпрограммы?
5. Какую структуру имеют подпрограммы?
6. Есть ли в программе специальный раздел для описания подпрограмм?
7. Какие переменные называются локальными? Где они описываются? Где доступны?
8. Какие переменные называются глобальными? Где они описываются? Где доступны?
9. В каком виде используются подпрограммы в Паскале?
10. Какие функции относятся к стандартным (примеры)?
11. Программистским?
12. Нужно ли описывать стандартные функции? Программистские?
13. Каков формат описания программистской функции?
14. Что возвращает функция?
15. Является ли список формальных параметров обязательным?
16. Что он содержит, если имеется?
17. Как вызвать подпрограмму – функцию на выполнение?
18. Когда при вызове функции указываются фактические параметры?
19. С какими параметрами – формальными или фактическими выполняется подпрограмма - функция?
20. Какие требования предъявляются к ее формальным параметрам?
21. Что содержит тело функции?
22. Можно ли вызов функции использовать в выражениях?
23. Что происходит в основной программе, когда вызывается функция?
24. Уменьшает объем или время исполнения программы наличие в ней функции?
25. Как называется подпрограмма - функция в программе program19? Есть ли у нее параметры? Если – да, то, сколько и какого типа?
26. Значение какого типа возвращает функция в program19?
27. Есть ли у функции локальные переменные? Если – да, то, сколько и какого типа?
28. Сколько раз и где в основной программе производится вызов вашей функции? С какими параметрами?
29. Есть ли в program 19 глобальные переменные? Если – да, то, сколько и какого типа?
30. Каким образом глобальные переменные получают значения в program 19?