Министерство образования и науки Украины

Донбасская государственная машиностроительная академия

О. А. Медведева, И. А. Гетьман

ЯЗЫК ПРОГРАММИРОВАНИЯ PASCAL

Учебно-методическое пособие

для самостоятельной работе студентов
по дисциплине «Информатика»

УТВЕРЖДЕНО
на заседании
ученого совета ДГМА
Протокол № от 2007

Краматорск 2007

УДК 681.31:001.8
ББК 22.18
М-42

Рецензенты:

Доля В.К., д-р техн. наук, проф., декан факультета менеджмента ХНАГХ,

Зори А.А., д-р техн. наук, проф., зав.кафедрой электронной техники ДНТУ

Розглянуто прийоми роботи в середовищі Turbo Pascal. Викладено основні конструкції мови програмування Pascal. Наведено приклади програмування різних обчислювальних процесів. Розроблено завдання до самостійної роботи студентів.

Медведева О. А., Гетман И. А.
М-42 Язык программирования PASCAL: Учебно-методическое пособие для самостоятельной работе студентов по дисциплине «Информатика». – Краматорск: ДГМА, 2007. – 92 с.
ISBN

Рассмотрены приемы работы в среде Turbo Pascal. Изложены основные конструкции языка программирования Pascal. Приведены примеры программирования различных вычислительных процессов. Разработаны задания к самостоятельной работе студентов.

УДК 681.31:001.8
ББК 22.18

ISBN

СОДЕРЖАНИЕ

1 РАБОТА В СРЕДЕ TURBO PASCAL

В систему программирования **Turbo Pascal** фирмы Borland встроен простой, но достаточно удобный текстовый редактор для создания текстов программ. Не выходя из него, можно компилировать программы, находить ошибки и тут же их исправлять, компоновать программы из отдельных частей, запускать отлаженную программу. Для этого предназначено операционное меню, активизируемое нажатием клавиши <F10> или щелчком мыши. Некоторые команды дублируются функциональными клавишами.

Ниже описаны основные функции **Turbo Pascal**, используемые при работе с программой.

1 Загрузка системы Turbo Pascal:

а) в папке TP7 открыть папку BIN и запустить на выполнение файл turbo.exe, который в ней находится;

б) чтобы развернуть окно системы на весь экран, надо нажать комбинацию клавиш <Alt> + <Enter> .

2 Создание (ввод) новой программы:

а) активизировать команду **File** в операционном меню**;**

б) В появившемся списке команд выбрать команду **New**, щелкнув по ней мышкой. Откроется новое окно;

в) ввести программу;

г) по окончании ввода программы, чтобы записать ее в файл, надо активизировать команду меню **File**;

д) в появившемся списке команд выбрать команду **Save**;

е) указать имя файла и нажать кнопку **Ok**;

ж) для компиляции и выполнения программы можно либо войти в меню системы **Turbo Pascal** и активизировать команду **Run**, либо нажать комбинацию клавиш <Ctrl> + <F9>;

з) чтобы просмотреть результаты выполнения программы, нажать комбинацию клавиш <Alt> + <F5>.

3 Корректировка (исправление) программы

Если в программе обнаружены ошибки, то для их устранения следует выполнить следующие операции:

а) устранить ошибки в программе;

б) новый вариант программы записать в файл, для чего активизировать команду **File,** в подменю выбрать команду **Save** или нажать клавишу <F2>;

в) для компиляции, выполнения и наблюдения за результатами выполнить ранее описанные команды.

4 Сохранение программы:

а) если необходимо записать программный файл, то надо в опции **File** активизировать команду **Save As**;

б) для сохранения текущего программного файла в опции **File** надо активизировать команду **Save** или нажать клавишу <F2>.

5 Загрузка в систему Turbo Pascal ранее сохраненного файла:

а) активизировать команду **File**;

б) в подменю активизировать команду **Open** или нажать клавишу <F3>;

в) на запрос системы указать имя загружаемого файла или выбрать его из предложенного списка.

6 Распечатка программы и результатов ее работы

После отладки программы, т. е. получения результатов вычислений на экране дисплея, необходимо вывести на принтер ее текст и результаты. Вывод текста программы на принтер можно осуществить следующим образом:

а) установить курсор на верхнюю строку выводимого текста (слева от текста) и нажать клавиши <Ctrl> + <K> - <B> (нажимаются одновременно клавиши <Ctrl> + <K>, а затем – клавиша <B>);

б) установить курсор ниже последней строки выводимого текста на одну строку (слева от текста) и нажать клавиши <Ctrl> + <K> - <K>;

в) нажать клавиши <Ctrl> + <K> - <P>. Текст будет распечатан.

Для вывода результатов решения задачи на принтер необходимо в программу внести следующие изменения:

а) после заголовка программы ввести оператор **Uses printer**;

б) в операторах вывода данных перед списком вывода записать **lst;**

в) запустить программу на выполнение (<Ctrl> + <F9>). Результаты будут распечатаны.

7 Работа с фрагментами текста

Система **Turbo Pascal** версии 7.0 допускает многооконную работу, т. е. одновременно может быть загружено несколько программ, каждая – в отдельное окно. Переключение между окнами осуществляется с помощью клавиши <F6>. Закрытие текущего окна – <Alt> + <F3> . Для доступа к другим функциям работы с окнами следует в меню системы активизировать команду **Windows**.

Редактор **Turbo Pascal** допускает *работу с фрагментами текста*. Любой фрагмент можно скопировать в любое место программы в любом окне, используя буфер обмена. Выделить фрагмент можно с помощью клавишей-стрелок при нажатой клавише <Shift> (не отпускать, пока не будет завершено выделение). Копировать выделенный фрагмент в буфер обмена можно с помощью клавиш <Ctrl> + <Ins> или <Shift> + <Del>, в последнем случае выделенный фрагмент будет удален из программы. Чтобы скопировать содержимое буфера обмена в программу в то место, где находится курсор, надо нажать <Shift> + <Ins>. Для удаления выделенного фрагмента используются клавиши <Ctrl> + <Del>.

Доступ к командам копирования возможен через операционное меню – команда **Edit**.

Примечание. Приведенная выше последовательность операций не оптимальна, но наиболее проста для первого знакомства с системой **Turbo Pascal**.

2 ПОНЯТИЕ АЛГОРИТМА. БЛОК-СХЕМА

Алгоритм – конечная последовательность предписаний, однозначно определяющая процесс преобразования исходных данных в результат решения задачи.

В процессе разработки алгоритма могут использоваться различные способы его описания. Наиболее распространенные:

– словесная запись;

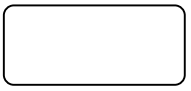
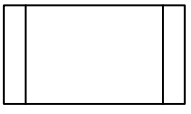
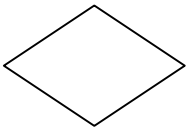
– графические схемы алгоритмов (блок-схемы);

– псевдокод (формальные алгоритмические языки);

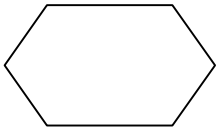
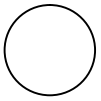
– структурограммы.

Блок-схема – это графическое представление алгоритма, дополненное элементами словесной записи. На блок-схеме каждый пункт алгоритма изображается соответствующей геометрической фигурой. В таблице 1 приведены графические элементы, из которых компонуются блок-схемы, их названия и символы.

Таблица 1 – Графические элементы блок-схем

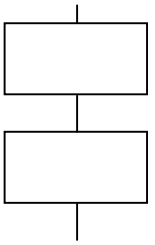
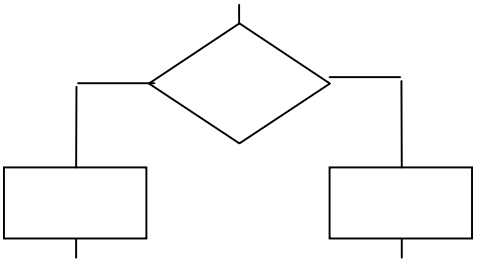
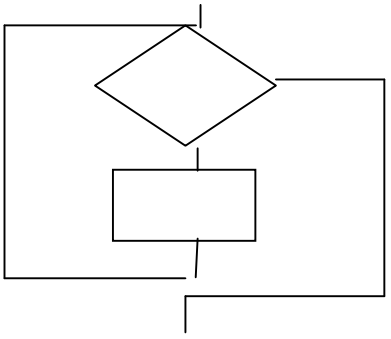
Название блока	**Блок**	**Отображаемая функция**
Начало-конец		Начало, конец, вход-выход в программах
Блок ввода-вывода		Ввод данных либо вывод результатов на экран
Блок вывода		Вывод данных на печать
Процесс		Вычисление или последовательность вычислений
Предопределенный процесс		Выполнение подпрограммы
Альтернатива		Проверка условий

Продолжение таблицы 1

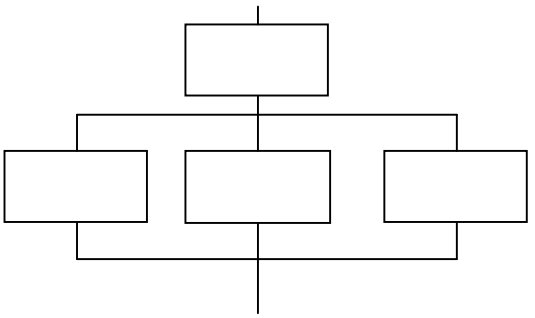
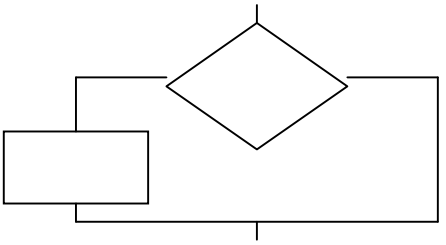
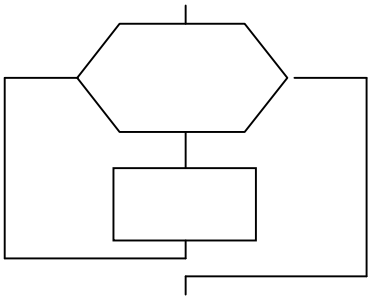
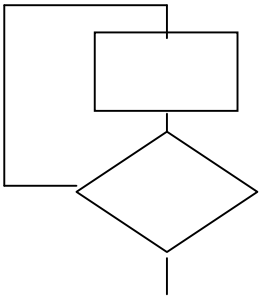
Название блока	**Блок**	**Отображаемая функция**
Модификация		Начало цикла
Соединитель		Разрыв линий потока информации в пределах одной страницы

В таблице 2 приведены основные базовые элементарные структуры для составления блок-схем.

Таблица 2 – Базовые структуры блок-схем

Название типа структуры	**Изображение**
Основные	
Последовательность	
Разветвление (выбор)	
Цикл с предусловием	

Продолжение таблицы 2

Название типа структуры	**Изображение**
Дополнительные	
Выбор варианта	
Сокращенная запись разветвления	
Цикл с параметрами	
Цикл с постусловием	

3 ОСНОВНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ЯЗЫКА PASCAL

3.1 Алфавит языка

В программе можно использовать только символы, входящие в алфавит языка:

а) 26 латинских букв (как прописные, так и строчные);

б) цифры от 0 до 9;

в) знаки препинания: точка (**.**), точка с запятой (**;**), двоеточие (**:**), запятая (,), апостроф (’);

г) знаки арифметических операций: плюс (+), минус (-), умножение (*****), деление (/);

д) знаки операций отношения: больше (>), меньше (<), равно (=);

е) скобки: круглые **( )** , фигурные **{ }** , квадратные **[ ]** ;

ж) пробел.

В тексте, заключенном в апострофы, можно использовать любые символы, имеющиеся на клавиатуре дисплея.

В языке Pascal имеется такое понятие, как комментарий – это взятая в фигурные скобки {…} любая последовательность символов.

3.2 Данные

3.2.1 Виды данных

Данные бывают двух видов – константы и переменные.

Константы – это такие данные, значения которых, будучи определенными перед выполнением программы, не изменяются при ее выполнении.

Переменные – это такие данные, значения которых могут изменяться в процессе выполнения программы.

Каждое данное (как константа, так и переменная) относится к какому-либо типу. Под типом данного понимается множество его допустимых значений. Тип данного определяет также множество допустимых над ним действий.

В языке Pascal существует несколько групп типов. Мы рассматриваем только две из них: простые и структурированные типы данных.

Из группы простых типов данных, в свою очередь, мы рассмотрим только шесть основных типов (табл. 3).

Среди типов данных, используемых в языке Pascal, есть стандартные (предопределенные) типы и типы, определяемые пользователем.

К стандартным типам, не требующим предварительного определения, относятся INTEGER, REAL, CHAR, BOOLEAN и STRING. Все остальные, используемые в программе типы, должны быть определены либо в разделе описания типов, либо в разделе описания переменных.

Таблица 3 – Типы данных

Тип	**Имя типа**	**Содержание**
Целый	INTEGER	Целые числа в интервале от 32 768 до 32 767
Действительный (вещественный)	REAL	Вещественные числа в интервале от 10^{-38} до 10^{38}
Логический	BOOLEAN	Логические данные. Могут принимать значения TRUE (истина) или FALSE (ложь)
Символьный (литерный)	CHAR	Данные символьного типа. Могут принимать значения одной литеры из набора символов в ЭВМ
Перечисляемый		Набор значений, которые может принимать данное
Диапазон		Подмножество упорядоченных значений, определяемое минимальным и максимальным значениями

3.2.2 Идентификаторы

Идентификаторы – это имя любого объекта программы: переменной, константы, типа, метки и т. д. Идентификатор может включать буквы, цифры и символ подчеркивания. Пробелы в идентификаторе недопустимы. Начинаться идентификатор должен с буквы (буквы – только латинские). Прописные и строчные буквы в идентификаторе не различаются: так NAME и name будут идентичны. Длина идентификатора может быть любой, но существенными являются только первые 63 символа.

3.2.3 Константы

Тип константы простого типа однозначно определяется ее значением и явно не описывается.

Описание констант имеет вид:

CONST < имя константы > = значение;

Имя константы содержит максимум 40 символов и должно начинаться с буквы (используются только латинские буквы).

Пример:

CONST PT=31.592; TT=’S’; A=7;

Числа с дробной частью записываются в двух формах: основной и полулогарифмической (с порядком). Вместо запятой ставится десятичная точка. Вместо основания степени 10 ставится буква E, что позволяет четко отделить мантиссу от показателя степени и записать все символы числа в одной строке. Незначащий нуль перед десятичной точкой может быть отброшен. В записи числа, имеющего только целую часть, десятичная точка не используется. Знак "+" может быть опущен.

Примеры записи чисел приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Примеры записи чисел

Число	**Запись в Pascal**
2,87	2.87
-0,315	-0.315 или -315
184	184 или +184
210 000	2.1E+5, 2.1E5, 21E4 …
-0,00045	-0.00045, -.00045, -45E-5, -.45E-3
-1000	-1E+3, -1E3, -E3

В Pascal по умолчанию определены специальные константы:

PI = 3.14159265…; MAXINT – наибольшее целое число, равное 32 767.

3.2.4 Переменные

Раздел описания переменных начинается с ключевого слова VAR, после которого перечисляются переменные, массивы и их типы. Общий вид:

VAR < Имя переменной > , … , < имя переменной > : < тип переменной >;

Имя переменной описывается аналогично именам констант.

Пример:

```
VAR  TOP : INTEGER;
X , Y : REAL;
```

3.3 Стандартные функции

В процессе решения задач часто возникает необходимость в вычислении элементарных функций. Для обращения к функции необходимо в выражении записать идентификатор функции и в круглых скобках – аргумент. Аргументами функции могут быть константы, переменные, функции или выражения. Для тригонометрических функций угол следует задавать в радианах. Различают стандартные арифметические функции, применяемые в Pascal (табл. 5) и стандартные функции преобразования (табл. 6).

Таблица 5 – Стандартные арифметические функции

Функция	**Математическая запись**	**Запись в Pascal**
Синус	sin(x)	SIN (X)
Косинус	cos(x)	COS (X)
Арктангенс	arctan(x)	ARCTAN (X)
Абсолютное значение	| x |	ABS (X)
Корень квадратный	$\sqrt{X}$	SQRT (X)
Вычисление экспоненты	e^x	EXP (X)
Натуральный логарифм	ln (x)	LN (X)
Возведение в квадрат	x^2	SQR (X)
Присвоение знака	sign (x)	SGN (X)
Вычисление числа π	π	PI

Таблица 6 – Стандартные функции преобразования

Функция	Содержание функции
TRUNC (X)	Вычисляет целую часть аргумента X
ROUND (X)	Определяет округленное значение X
ORD (X)	Определяет порядковый номер аргумента X в упорядоченном множестве значений, определяемом типом X
CHR (X)	Определяет символ, порядковый номер которого равен аргументу X
SUCC (X)	Выдает значение, следующее за аргументом X в списке значений, определяемом для типа X
PRED (X)	Выдает значение, предшествующее аргументу X в списке значений, определяемом для типа X

Для возведения переменной **x** в некоторую степень **a** используют известное равенство:

$$x^a = e^{a \ln(x)}.$$

Тогда на языке Pascal оно выглядит так:

EXP (A * LN (X)).

Функции **ORD(X)**, **SUCC(X)** и **PRED(X)** определены только для порядкового типа.

3.4 Выражения

Различают выражения арифметические, строковые и выражения типа отношения.

3.4.1 Арифметические выражения

Арифметические выражения определяют последовательность вычисления значения. Выражения могут включать в себя константы, переменные, стандартные функции, которые разделяются скобками и знаками операций.

Знаки арифметических операций: "+" (сложение), "-" (вычитание), "*" (умножение), "/" (деление), DIV (деление на целое), MOD (определение остатка).

Действия выполняются слева направо с соблюдением следующего старшинства:

а) выражения в скобках;

б) мультипликативные операции (* , / , DIV , MOD , AND, NOT);

в) аддитивные операции (+ , - , OR).

Тип результата операций выражения зависит от типов операндов, участвующих в операции. Тип результата + , - , * является INTEGER, если оба операнда имеют тип INTEGER, и REAL – в противном случае.

Результатом операции / всегда является тип REAL, а результат операций MOD, DIV всегда имеет тип INTEGER, так как аргументы могут быть только типа INTEGER.

Пример:

Математическая запись:

а) $\sqrt{1 + LN(1{,}3X) + COS(A - T)}$;

б) $2^x COS(BX) - 3^x SIN(BX)$.

Запись на языке Pascal:

а) SQRT (1 + LN (1.3 * X) + COS (A - T));

б) EXP (X * LN (2)) * COS (B * X) – EXP (X * LN (3)) * SIN (B * X).

3.4.2 Отношения

Выражения типа отношений служат для установления отношений между двумя числовыми или строковыми значениями. Допустимы 6 опе-

раций: "=" (равно), "< >" (не равно), "<" (меньше), ">" (больше), "<=" (меньше или равно), ">=" (больше или равно).

Возможно выполнение логических операций: NOT – отрицание, AND – умножение (логическое «и»), OR – сложение (логическое «или»).

Примеры:

A = B;
(A > 0) AND (B > 0).

3.5 Структура программы

Программа на языке Pascal состоит из заголовка, блока и заканчивается точкой. Блок, в свою очередь, содержит раздел описаний и раздел операторов. Раздел операторов включает в себя последовательность исполняемых операторов, разделенных точкой с запятой (;) и ограниченных операторными скобками – служебными словами **BEGIN** и **END**.

Общая структура программы:

PROGRAM < имя > ;
USES TPCRT;
LABEL
< метка >, ... , < метка >;
CONST
< имя константы > = < константа >;
⋮
< имя константы > = < константа >;
TYPE
< имя типа > = < тип >;
⋮
< имя типа > = < тип >;
VAR
< имя переменной >,...,< имя переменной >: < тип >;
⋮
< имя переменной >,...,< имя переменной >: < тип >;
PROCEDURE < заголовок процедуры >;
< блок >;
FUNCTION < заголовок функции >;
< блок >;
BEGIN
< оператор >;

⋮

< оператор >

END.

Приведенные в программе элементы имеют следующие значения:

PROGRAM – заголовок программы.

LABEL – раздел описания меток. Метка – целое число без знака, содержащее не более четырех цифр, или обычный идентификатор. Метка от оператора отделяется двоеточием. Метка используется для пометки оператора, на который осуществляется переход. Все используемые в программе метки должны быть определены в разделе описания меток.

CONST – раздел описания констант. Служит для присвоения константам некоторых значений.

TYPE – раздел описания типов. Служит для определения простых и структурных типов данных, задаваемых пользователем.

VAR – раздел описания переменных.

PROCEDURE, FUNCTION – разделы описания процедур и функций. Эти разделы присутствуют в программе, если помимо стандартных процедур и функций в программе определяются свои, являющиеся самостоятельными программными единицами, к которым осуществляется обращение из основной программы.

Обязательным является только раздел операторов. Все остальные элементы программы могут отсутствовать.

Заголовок программы носит чисто декоративный характер и игнорируется компиляторами.

В Pascal порядок размещения разделов описаний произвольный, единственное правило, которое необходимо выдержать – можно использовать лишь те идентификаторы, которые перед этим были определены.

3.6 Операторы

3.6.1 Запись операторов

Операторы – это описание каких-либо действий над переменными и константами. Тело программы можно рассматривать как последовательность операторов.

Операторы отделяются друг от друга точкой с запятой. В одной строке программы можно записать несколько операторов. И, наоборот, один оператор может размещаться на нескольких строках.

3.6.2 Составной оператор

Составной оператор – это совокупность последовательно выполняемых операторов, заключенных в операторные скобки BEGIN и END.

Внутри операторных скобок операторы также отделяются друг от друга точкой с запятой. BEGIN – это не оператор. Поэтому после него точка с запятой не ставится. Перед END точка с запятой допускается, но ее наличие не обязательно.

Составной оператор может понадобиться в тех случаях, когда в соответствии с правилами построения конструкций языка допустимо использование только одного оператора, а требуется выполнить несколько операторов. Таким единственным оператором может выступать составной оператор, в который входит ряд операторов, выполняющих требуемые действия.

В дальнейшем везде, где будет сказано, что можно использовать один оператор, им может быть составной оператор.

4 ОПЕРАТОРЫ ПРИСВАИВАНИЯ, ВВОДА, ВЫВОДА. ПРОГРАММИРОВАНИЕ ЛИНЕЙНОГО ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

4.1 Теоретические сведения

4.1.1 Оператор присваивания

Оператор присваивания служит для вычисления значения выражения и присваивания его переменной.

Формат оператора:

< имя переменной > := < выражение > ;

Вычисляется значение выражения, записанного справа, а затем переменной присваивается это значение.

Имя переменной и результат должны принадлежать одному типу. Исключение может составлять случай, когда выражение имеет значение целого типа, а имя результата – действительного типа.

4.1.2 Оператор ввода

Ввод информации осуществляется при помощи операторов:

READ (b1,b2, ... , bn);
READLN (b1,b2, ... , bn);
READLN; ,

где **b1, b2, ... , bn** – имена переменных, значения которых вводятся.

Оператор **READ (b1,b2, ... ,bn);** осуществляет ввод данных в строку через пробел.

Оператор **READLN (b1,b2, ... ,bn);** осуществляет ввод данных в столбец.

Оператор **READLN;** обеспечивает пропуск одной строки и переход к началу новой строки.

4.1.3 Оператор вывода

Для вывода информации используются операторы:

WRITE (b1,b2, ... , bn);
WRITELN (b1,b2, ... , bn);
WRITELN; ,

где **b1,b2, ... , bn** – выражения, значения которых выводятся. В частности, это могут быть идентификаторы переменных или констант.

Оператор **WRITE (b1,...,bn);** выполняет вывод значений, соответствующих выражений, размещая выводимые значения в одной строке.

Оператор **WRITELN (b1,b2, ... ,bn);** выполняет вывод значений в одной строке и после вывода последнего значения осуществляет переход к новой строке.

Оператор **WRITELN;** обеспечивает пропуск строки и переход к началу новой строки.

Значения выражений в списке операторов вывода могут принадлежать к целому, вещественному, символьному или логическому типам.

Общий вид записи операторов вывода значений целого типа:

WRITE (b : m);
WRITELN (b : m); ,

а для вывода значений действительного типа операторы имеют вид:

WRITE(b : m : n);
WRITELN(b : m : n); ,

где **b** – арифметическое выражение; **m** – поле, отводимое под все значение; **n** – часть поля, отводимого под дробную часть.

4.2 Пример

Составить блок-схему и написать программу для расчета относительного удлинения стали по формуле $d = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \cdot 100\%$. Дано: длина об-

разца до испытания L_0 = 27 мм ; длина образца после испытания L_1 = 35 мм.

Блок-схема (рис. 1)

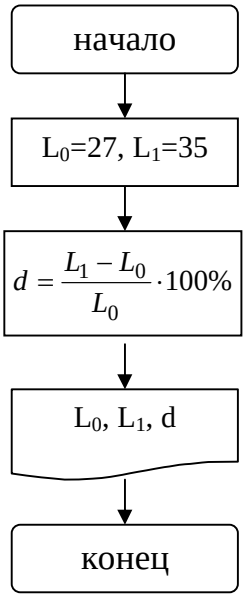


Рисунок 1

Программа:

```
PROGRAM P_1;
USES TPCRT;
  CONST L0=27;L1=35;
  VAR D:REAL;
BEGIN
  D:=(L1-L0)/L0*100;
  WRITELN('ПРИ L0=',L0:5,' L1=',L1:5,' D=',D:5:2);
END.
```

4.3 Задание 1

Составить блок-схему и написать программу для решения задачи.

Вариант 1

Вычислить коэффициента диффузии азота по формуле $D = \frac{2\,KT}{3\pi d^2 p}\sqrt{\frac{RT}{\pi M}}$, где температура азота T = 200 K, давление азота p = 99 800.

Молярная масса азота M = $28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль.

Эффективный диаметр молекулы азота d = $3{,}1 \cdot 10^{-10}$ м.

Постоянная Больцмана K = $1{,}38 \cdot 10^{-23}$ Дж/K.

Молярная газовая постоянная R = 8,31 Дж/(моль·K).

Вариант 2

Рассчитать амплитуду гармонических колебаний материальной точки массой m = 10г по формуле $A = \frac{1}{w}\sqrt{\frac{2E}{m}}$, где $\omega = \frac{2\pi}{T}$ – циклическая частота, $с^{-1}$. Полная энергия точки E = 0,02 Дж. Период колебания T = 1,5.

Вариант 3

Рассчитать среднюю кинетическую энергию вращательного движения молекул водорода по формуле $E_{вр} = \frac{m}{M}RT$. Молярная масса водорода M = $2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль. Молярная газовая постоянная R = 8,31 Дж/(моль·K). Масса водорода m = 2,5 кг. Температура водорода T = 450 K.

Вариант 4

Рассчитать работу расширения газа по формуле $A = \frac{m}{M}R\,(T_2 - T_1)$. Масса газа m = 140 кг. Начальная температура газа T_1 = 300 K, конечная – T_2 = 330 K.

Молярная масса газа M = $32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль.

Молярная газовая постоянная R = 8,31 Дж/(моль·K).

Вариант 5

Определить молярную массу смеси газов по формуле $M = \frac{m_1 + m_2}{m_1/M_1 + m_2/M_2}$. Масса гелия $m_1 = 3{,}5$, масса водорода $m_2 = 2{,}5$ кг.

Молярная масса гелия $M_1 = 4 \cdot 10^{-3}$ кг/моль, водорода – $M_2 = 2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль.

Вариант 6

Определить емкость неизвестных конденсаторов при их последовательном соединении по формуле $C_{пс} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$.

$C_1 = 10$, $C_2 = 5$ – соответственные емкости конденсаторов.

Вариант 7

Рассчитать силу притяжения пластин по формуле $F = \frac{Q^2}{2\varepsilon\varepsilon_0 S}$. Зазор между пластинами заполнен слюдой. Площадь пластин $S = 0{,}01$ м^2. Заряд конденсатора $Q = 10^{-6}$ Кл. Диэлектрическая проницаемость слюды $\varepsilon = 6$. Электрическая постоянная $\varepsilon 0 = 8{,}85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м$^{-1}$.

Вариант 8

Рассчитать среднюю кинетическую энергию поступательного движения молекул водорода по формуле $E_{пост} = \frac{3m}{2M} RT$. Масса водорода $m = 1{,}5$ кг. Температура водорода $T = 400$ К.

Молярная масса водорода $M = 2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль.

Молярная газовая постоянная $R = 8{,}31$ Дж/(моль·К).

Вариант 9

Определить индуктивность соленоида по формуле $L = \frac{N\Phi}{I}$. Количество витков соленоида $N = 1100$, сила тока $I = 4$ А, магнитный поток $\Phi = 0{,}000006$ Вб.

Вариант 10

Определить давление смеси газов по формуле $p = \left(\frac{m_1}{M_1} + \frac{m_2}{M_2} \right) \frac{RT}{V}$. Объем сосуда V = 2,5 м^3 , масса гелия m1 = 3,5 кг, масса водорода m2 = 2,5 кг. Температура газа T = 350 K.

Молярная масса гелия M1 = $4 \cdot 10^{-3}$ кг/моль, водорода – M2 = $2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль. Молярная газовая постоянная R = 8,31 Дж/(моль·K).

Вариант 11

Рассчитать теплопроводность кремния по формуле $K = \frac{Ko}{T - To}$ для T = 350 K при следующих заданных значениях: $Ko = 350, To = 68$.

Вариант 12

Рассчитать количество теплоты, необходимое для нагревания газа при постоянном давлении, по формуле $Q = \frac{m}{M} Cp(T_2 - T_1)$. Масса газа m = 140 кг. Температура газа начальная T_1 = 300 K, конечная – T_2 = 330 K.

Молярная масса газа M = $32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль.

Молярная теплоемкость газа при постоянном давлении Cp = 29 Дж/(моль·K).

Вариант 13

Во время проведения опытов была получена обобщенная зависимость для температуры резания: $\theta = 70 v^{0,84} s^{0,36} t^{0,17}$. Рассчитать значение температуры резания для следующих заданных элементов режима резания (табл. 7):

Таблица 7

v, м/мин	s, мм/об	t, мм
31,4	0,26	1,0

Вариант 14

Определить емкость неизвестных конденсаторов по формулам $C_1 = \frac{\beta n_1}{U_0}$; $C_2 = \frac{\beta n_2}{U_0}$. Баллистическая постоянная гальванометра β = 9,78 пКл/дел. Начальное напряжение Uo = 60 В; n_1 = 65, n_2 = 55 – максимальное отклонение «зайчика».

Вариант 15

Определить предел текучести отожженных сталей по формуле p_T/Fo. Дано d0 = 5 мм – диаметр образца до испытания; pT = 8400 Н – нагрузка, соответствующая площадке текучести. $F_0 = \frac{\pi d_o^{\,2}}{4}$ – первоначальная площадь поперечного сечения образца, мм^2.

Вариант 16

Рассчитать значения составляющей силы резания по формуле $Pz = 4230 v^{-0,28} s^{0,56} t^{0,64}$ при следующих заданных значениях элементов режима резания (табл. 8):

Таблица 8

v, м/мин.	s, мм/об.	t, мм
37,6	0,07	1,5

Вариант 17

Определить объем баллона, содержащего кислород и аргон, по формуле $V = \left(\frac{m_1}{M_1} + \frac{m_2}{M_2} \right) \frac{RT}{p}$.

Масса кислорода m1 = 75 г, аргона m2 = 300 г. Температура T = 285 K.

Молярная масса кислорода $M_1 = 32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль, аргона – $M_2 = 40 \cdot 10^{-3}$ кг/моль.

Молярная газовая постоянная R = 8,31 Дж/(моль·K).

Вариант 18

Рассчитать сопротивление проводника по формуле $R = \frac{U}{I}$, удельное сопротивление по формуле $\rho = \frac{R \cdot S}{L}$. Длина проводника L = 42,5 см, сечение S = 7,065 см^2, напряжение U = 1,6 В, сила тока I = 0,5 А.

Вариант 19

При свободном падении тела с интервалом Δt = 1/60 с замерялся пройденный телом путь x. Рассчитать скорость падения в момент времени t по формуле $v_t = \frac{x_{t+\Delta t} - x_t}{\Delta t}$. $x_t = 31{,}30$, $x_{t+\Delta t} = 35{,}75$.

Вариант 20

Рассчитать скорость в стальной трубе на заданном участке гидравлического водопровода по формуле $V = 1000 \cdot qc\ /(\frac{\pi d^2}{4})$. Длина трубы на участке l = 1,4 м, расчетный расход qc = 0,2 л/с, скорость в трубе d = 15 мм.

Вариант 21

Рассчитать β (баллистическую постоянную гальванометра) по формуле $\beta = \frac{CoUo}{n_o}$, где Co = 7500 пФ – емкость эталонного конденсатора, Uo = 60 В – напряжение на обкладках эталонного конденсатора, $n_o = 45$ – начальное значение «зайчика».

Вариант 22

При расчете зависимости сопротивления кремния от температуры известны следующие исходные данные: температура T = 300 K, концентрация примеси Eg = 1,12 эВ, ni = 6,2E + 09см$^{-3}$, μ = 1,3E + 03 см^2/В·с, n = 1,0E + 13 см$^{-3}$.

Рассчитать $rho = \frac{1}{Qn\mu}$, где $Q = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$.

Вариант 23

Рассчитать относительное сужение стали по формуле $\psi = \frac{F_0 - F_1}{F_0} \cdot 100\%$. Дано: площадь поперечного сечения образца до испытания $F_0 = 20$ мм^2; площадь поперечного сечения образца после испытания $F_1 = 8$ мм^2.

Вариант 24

Вычислить объемную плотность энергии поля конденсатора. Зазор между пластинами заполнен слюдой по формуле $W = \frac{Q^2}{2\varepsilon\varepsilon_0 S^2}$. Заряд конденсатора Q = 10^{-6} Кл. Диэлектрическая проницаемость слюды ε = 6. Электрическая постоянная $\varepsilon_0 = 8{,}85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м. Площадь пластин S = 0,025 м^2.

Вариант 25

Определить емкость неизвестных конденсаторов при их параллельном соединении по формуле $C_{пр} = C_1 + C_2$, где $C_1 = \frac{\beta n_1}{U_o}$; $C_2 = \frac{\beta n_2}{U_o}$. Здесь β = 10 пКл/дел. – баллистическая постоянная гальванометра; n_1 = 65, n_2 = 55 – максимальное отклонение «зайчика». Uo = 60В – начальное напряжение на обкладках конденсаторов.

5 ПРОГРАММИРОВАНИЕ РАЗВЕТВЛЯЮЩЕГОСЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

5.1 Теоретические сведения

Разветвления в программе возникают при необходимости выбора одного из нескольких возможных путей в решении задачи.

Для организации разветвлений в программах используются операторы перехода (условный и безусловный) и выбора.

Оператор безусловного перехода имеет вид:

GOTO n; ,

где n – метка оператора.

Оператор условного перехода позволяет изменить порядок выполнения операторов в программе в зависимости от определенных условий. Общий вид оператора условного перехода:

IF < условие > THEN
< оператор 1 >
ELSE
< оператор 2 >;

Если условие, заданное в операторе **IF,** истинно, то выполняется **THEN**-ветвь, т. е. оператор (простой или составной), стоящий после **THEN (< оператор 1 >)**. В противном случае выполняется **ELSE**-ветвь, оператор (он тоже может быть составным), стоящий после **ELSE (< оператор 2 >**). После выполнения одной из ветвей работа программы продолжается с оператора, следующего за **IF**. Используется также усеченный формат оператора условного перехода:

IF < условие > THEN < оператор >;

При его использовании **THEN**-ветвь операторов выполняется при истинном условии, если же условие ложно, она игнорируется и сразу выполняется оператор, стоящий за оператором **IF**.

Напомним, что если в какой-то ветви требуется выполнить более одного оператора, из них необходимо образовать составной оператор, т. е. заключить эти операторы в операторные скобки **BEGIN** и **END**.

5.2 Пример

Составить блок-схему и написать программу для вычисления значения функции

$$y=\begin{cases} (2x+1)/x^5, & \text{если } x<0, \\ e^{x+1}+\cos(x), & \text{если } 0\le x\le 1, \\ 3\ln\sqrt[5]{\sin(x)+x^2}, & \text{если } x>1. \end{cases}$$

Значение x запрашивать в диалоге.

Блок-схема (рис. 2)

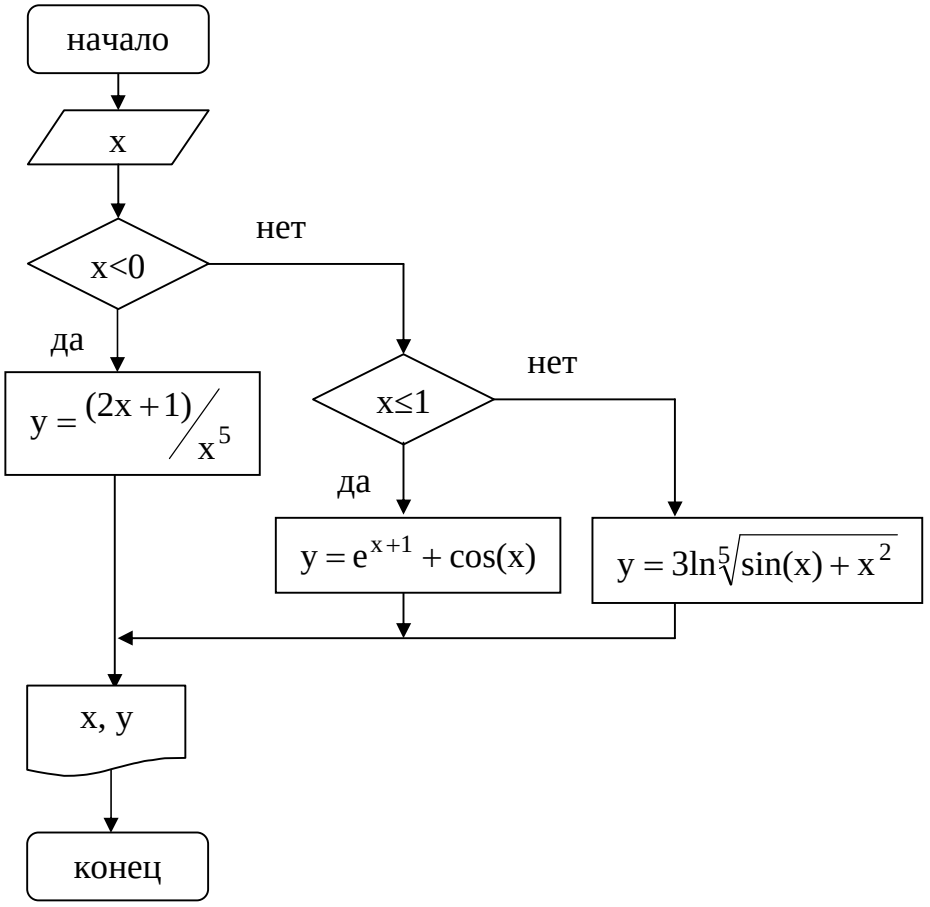


Рисунок 2

Программа:

```
PROGRAM  P_2;
USES TPCRT;
 VAR    X,  Y , M : REAL;
BEGIN
 CLRSCR;
 WRITELN('ВВЕДИТЕ ЗНАЧЕНИЕ X ');READLN(X);
 IF  X<0  THEN  Y:=(2*X+1)/(X*X*X*X*X)
           ELSE
              IF  X<=1  THEN Y:=EXP(X+1)+COS(X)
                        ELSE  Y:=3*LN(EXP(LN(SIN(X)+SQR(X))/5));
 WRITELN('  ПРИ X= ',X:5:2,'  Y= ',Y:5:2);
END.
```

5.3 Задание 2

Составить блок-схему и написать программу для вычисления значения функции

$$y=\begin{cases} f1(x), & \\ f2(x), & \leq \quad \leq \\ f3(x), & \end{cases}$$

Виды функций f1, f2, f3 заданы в табл. 9. Значение **x** запрашивать в диалоге.

Таблица 9

Вариант	**f1(x)**	**f2(x)**	**f3(x)**
1	$\mathrm{tg}(2x)$	$\sqrt[3]{x}-1$	$\cos(x-2)$
2	$\sin(e^{x})$	$\sin(3x^{2}+x)$	$2\sin(3x^{2})/5$
3	$\sqrt[3]{x}-1$	$x^{4}/7$	$\sin^{3}(2x)$
4	$\sqrt[3]{\sin^{2}(x)+\cos^{4}(x)}$	$\sin(x^{2})$	$\ln(2x+5)$

Продолжение таблицы 9

Вариант	**f1(x)**	**f2(x)**	**f3(x)**
5	$x^3 - \ln\|x\|$	$\ln^3(x+4)$	$x^4 - x^{2+x}$
6	$\sin(x)^2$	$e^{-x} + \sqrt[4]{x}$	$\ln(x^3 + x^2)$
7	$(3x-1)/x^5$	$\ln^2\left\|\sqrt{x+5}\right\|$	$\sqrt{1+x^2}$
8	$\|x\|^x \cos(x)$	$1/(\mathrm{tg}(2x)+1)$	$x^2 e^{-x}$
9	$\|x\|^2 \sin(3x)$	$x^2 \cos(x)$	$\sin\left(x^2\right) + x$
10	$\|x\|^2$	$\sin\left(x^2\right)$	$\ln^2(x) + \sqrt{x}$
11	$\sin^2(x^3)$	$\ln(x^3+3)$	$2\sin(x) - e^{-x}$
12	$2xe^{-x}$	$\cos(2x)$	$x^x - \cos(x)$
13	$\ln(2x+5)$	$\sin(e^x)$	$\mathrm{tg}(1/x)$
14	$\sin(2x+1)$	$(x+1)^2 \cos\left(x^3\right)$	$\sqrt{x^3-1} + \sin(x)^2$
15	$\cos\left(3x^2\right)$	$\sqrt{x^3}\sin(x)$	$x^2 + \ln(5x)$
16	$\sin(x^3+5)$	$\ln(4x+1)^2$	$\ln\sqrt[5]{x+x^2}$
17	$x^4 + 2x^3 - x$	$\sin^2\left(x^3\right)$	$x^{x+1}\sin(x)$
18	$x^5 \mathrm{ctg}(2x^3)$	$\ln(x+1)$	$e^{-2x} - \sqrt[3]{x}$
19	$\sin\left(4x^3\right)$	$\sqrt[5]{6x - x^2 + 1}$	$\sin(2x+1)^3$
20	$\mathrm{ctg}(3x-1)^2$	$2 + xe^{-x}$	$\sin^3\left(x^2\right)$
21	$x - \sin\left(x^3+1\right)$	$(x-1)^3 + \cos\left(2x^3\right)$	$\sqrt{x^3}\sin\left(x^3\right)$
22	$(2x+1)/x^5$	$e^{x+1} + \cos(x)$	$3\ln\sqrt[5]{\sin(x) + x^2}$
23	$3x^5 - \mathrm{ctg}\left(x^3\right)$	$\ln(\sin(4x)+1)^2$	$\ln\sqrt[3]{2x + x^3}$
24	$1{,}3\sqrt{4+x^2}$	3^{x+3}	$5^{x+1}\sin(2x)$
25	e^{-3x}	$\sin^3\left(x^4\right)$	$e^{-x} + \sqrt[3]{3x}$

6 ПРОГРАММИРОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ЦИКЛИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ

6.1 Теоретические сведения

1 **Алгоритм циклической структуры** – это вычислительный процесс, содержащий многократные вычисления по одним и тем же математическим зависимостям, но для различных значений входящих в него переменных.

Переменные, изменяющиеся в цикле, называются параметрами цикла.

Каждый алгоритм циклической структуры содержит такие элементы:

а) подготовка цикла – определение начальных значений параметров цикла;

б) тело цикла – действия, что повторяются многократно для разных значений параметров цикла;

в) модификация цикла – смена значений параметров цикла;

г) управление циклом – проверка условия выхода из цикла.

Существуют следующие типы циклов:

а) цикл с предварительной проверкой условия;

б) цикл с последующей проверкой условия;

в) цикл со счетчиком.

6.1.1 Цикл с предварительной проверкой условия

Оператор цикла с предварительной проверкой условия имеет вид:

WHILE < условие > DO
< **оператор** >;

Пока соблюдается условие, последовательно выполняется тело цикла (**<оператор>**). Если условие не соблюдается, то выполнение программы продолжается, начиная с оператора, следующего за циклом.

Если в цикле необходимо выполнить более одного оператора, то их следует заключить в операторные скобки **BEGIN** и **END**, т. е. образовать из них составной оператор.

Пример:

```
WHILE  Z > 0  DO
BEGIN
  Y = Y + SQR ( Z );
  Z = Z - 1
END;
```

6.1.2 Цикл с последующей проверкой условия

Оператор цикла с постусловием имеет вид:

REPEAT
< оператор 1>;
. . .
< оператор n>
UNTIL < условие >;

Сначала выполняется тело цикла. Затем проверяется условие (логическое выражение). Если оно не выполнено (т. е. ложно), выполнение цикла продолжается, в противном случае происходит выход из цикла, т. е. переход к оператору, следующему за оператором цикла. В любом случае тело цикла выполнится хотя бы один раз.

Пример:

```
REPEAT
Y = Y + SQR ( Z );
Z = Z - 1
UNTIL  Z < 0;
```

6.1.3 Цикл со счетчиком

Оператор цикла со счетчиком имеет вид:

FOR i := m1 TO m2 DO <оператор>;

где i – переменная порядкового типа, которая изменяется при повторении цикла (параметр цикла, или счетчик);

m1 – выражение, задающее начальное значение счетчика;

m2 – выражение, задающее конечное значение счетчика;

DO – изменение параметра цикла с шагом +1 (берется следующее значение).

Пример:

```
A:=5;
FOR  I: = - 1  TO 1  DO
  BEGIN
  A:=A*I;
  WRITELN(A:3,’   ’, I:2)
  END;
```

Если m1 > m2, то оператор цикла со счетчиком имеет вид:

FOR i := m1 TO m2 DOWNTO <оператор>;

При этом изменение параметра цикла *i* происходит с шагом -1.

6.1.4 Табулирование функции

Табулирование функции – это формирование и вывод (на экран или принтер) таблицы значений функции для значений аргумента *x*, изменяющихся от некоторого начального значения *xn* до конечного *xk* с заданным шагом *h*.Для этого используется цикл. При подготовке цикла аргументу присваивается начальное значение (x:=xn), в теле цикла вычисляются и выводятся значения функции для текущего значения аргумента. Модификация цикла заключается в изменении значения аргумента на величину шага (x:=x+h). Цикл завершается, когда после очередного изменения значение аргумента превысит конечное значение (x > xk). Для табулирования функций с помощью цикла со счетчиком число повторений цикла вычисляется по формуле:

$$n = \left[\frac{x_k - x_n}{h} \right] + 1,$$

где x_k, x_n – конечное и начальное значения аргумента;

h – шаг изменения аргумента;

знак "[ ]" означает, что берется целая часть от деления.

6.2 Пример

Составить блок-схему и написать программу для вычисления таблицы значений функции

$$y = \begin{cases} \ln^3\sqrt{|x|}, & \text{если } x \le 0{,}7, \\ \cos^2|x|, & \text{если } x > 0{,}7 \end{cases}$$

для значений аргумента x в интервале от 0,6 до 0,9 с шагом 0,05.

Задачу решить, используя циклы:

а) WHILE;

б) REPEAT;

в) FOR.

а) *Блок-схема* (рис. 3)

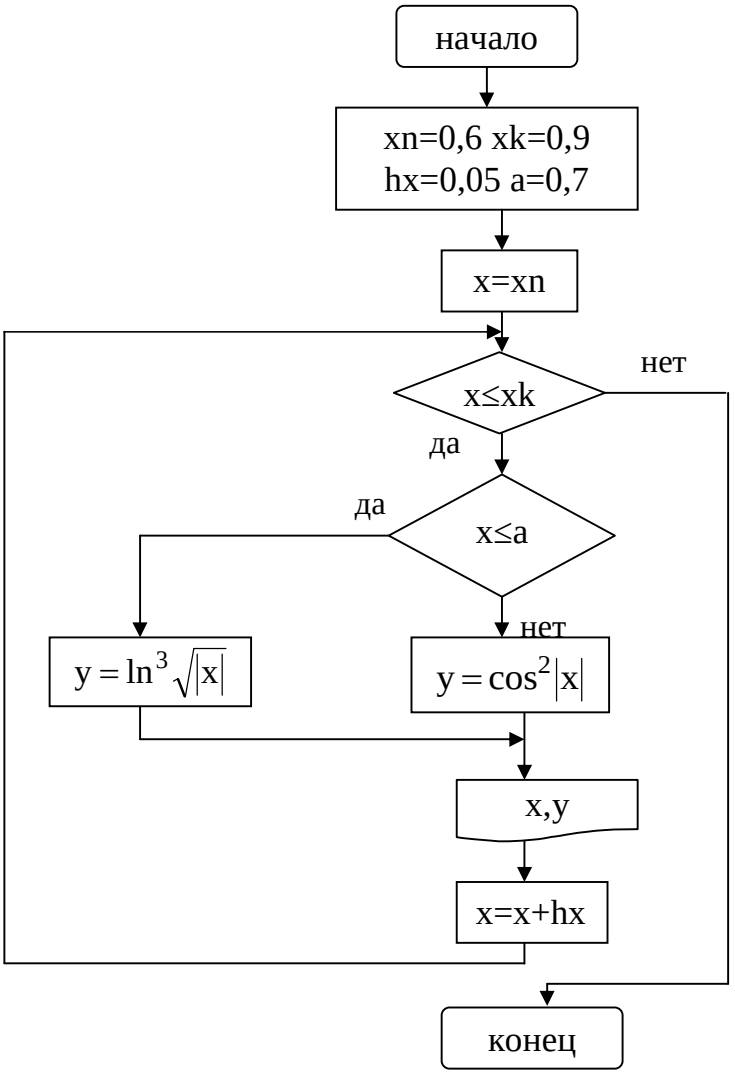


Рисунок 3

Программа:

```
PROGRAM P_3A;
USE TPCRT;
  VAR XN,XK,HX,A,X,Y:REAL;
BEGIN
  XN:=0.6; XK:=0.9; HX:=0.05; A:=0.7;
  WRITELN(’ ТАБЛИЦА ЗНАЧЕНИЙ X,Y’);
  WRITELN(’----------------------’);
  WRITELN(’!    X    !    Y    !’);
  WRITELN(’----------------------’);
  X:=XN;
  WHILE X<=XK DO
    BEGIN
    IF X<=A THEN Y:=SQR(LN(SQRT(ABS(X))))*LN(SQRT(ABS(X)))
                ELSE Y:=SQR(COS(ABS(X)));
    WRITELN(’!’,X:5:2,’ !’,Y:5:2,’ !’);
     X:=X+HX;
    END;
  WRITELN(’----------------------’);
END.
```

б) *Блок-схема* (рис. 4)
Программа:

```
PROGRAM P_3B;
USE TPCRT;
  VAR XN,XK,HX,A,X,Y:REAL;
BEGIN
  XN:=0.6; XK:=0.9; HX:=0.05; A:=0.7;
  WRITELN(’ ТАБЛИЦА ЗНАЧЕНИЙ X,Y’);
  WRITELN(’----------------------’);
  WRITELN(’!    X    !    Y    !’);
  WRITELN(’----------------------’);
  X:=XN;
  REPEAT
    IF X<=A THEN Y:=SQR(LN(SQRT(ABS(X))))*LN(SQRT(ABS(X)))
                ELSE Y:=SQR(COS(ABS(X)));
    WRITELN(’!’,X:5:2,’ !’,Y:5:2,’ !’);
    X:=X+HX
  UNTIL X>XK;
  WRITELN(’----------------------’);
END.
```

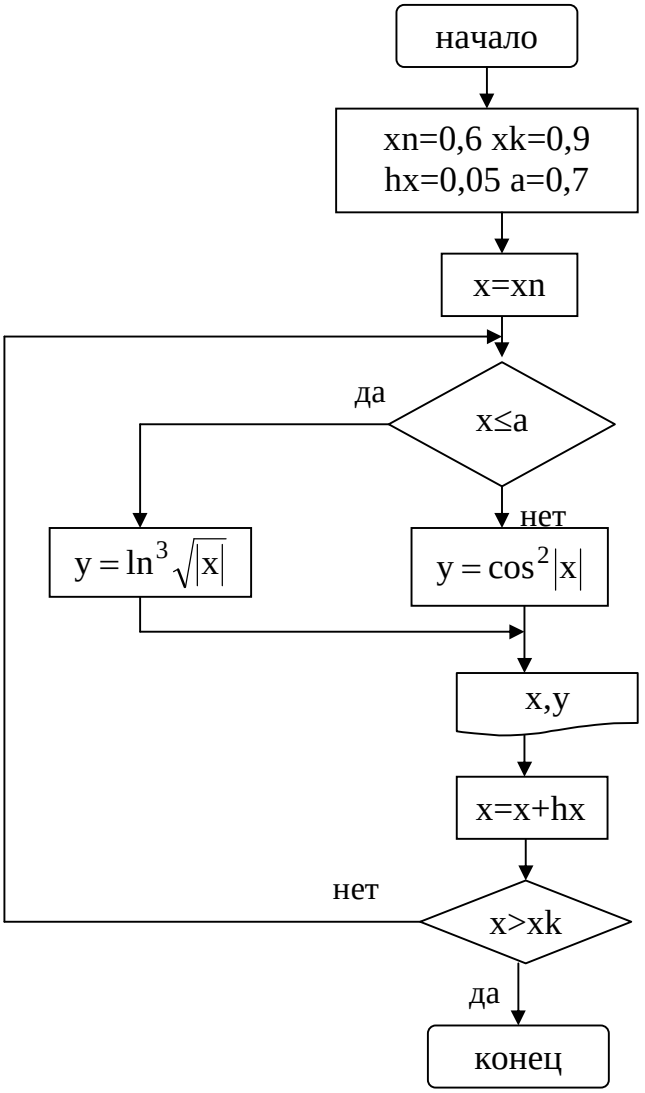


Рисунок 4

в) *Блок-схема* (рис. 5)
Программа:

```
PROGRAM P_3C;
USES TPCRT;
  VAR XN,XK,HX,A,X,Y:REAL; N, I:INTEGER;
BEGIN
  XN:=0.6; XK:=0.9; HX:=0.05; A:=0.7;
  WRITELN(’ ТАБЛИЦА ЗНАЧЕНИЙ X,Y’);
  WRITELN(’----------------------’);
  WRITELN(’!    X    !    Y    !’);
  WRITELN(’----------------------’);
  N:=TRUNC ((XK-XN)/HX)+1;
```

```
  X:=XN;
FOR I:=1 TO N DO
  BEGIN
    IF X<=A THEN Y:=SQR(LN(SQRT(ABS(X))))*LN(SQRT(ABS(X)))
                ELSE Y:=SQR(COS(ABS(X)));
    WRITELN('!',X:5:2,' !',Y:5:2,' !');
    X:=X+HX;
  END;
  WRITELN('----------------------');
END.
```

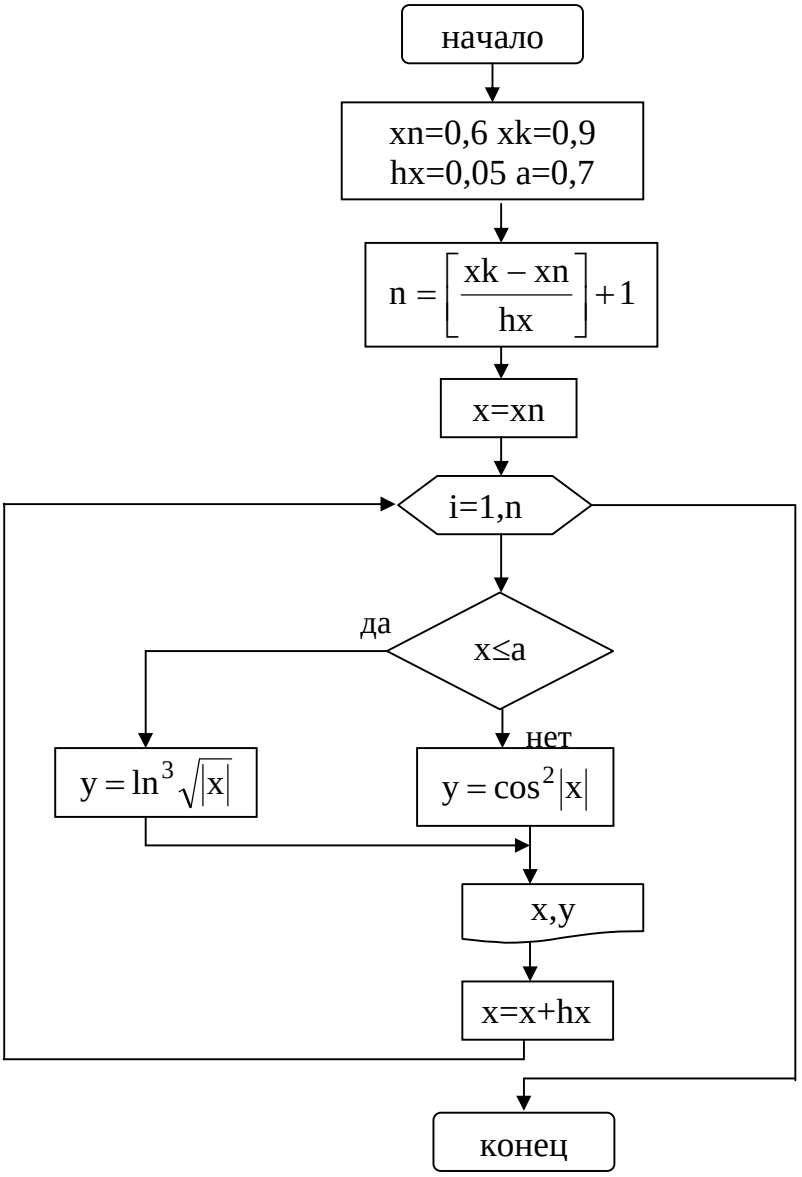


Рисунок 5

6.3 Задание 3

Составить блок-схему и программу для вычисления таблицы значений функции

$$y = \begin{cases} f1(x), & \text{если } x \le a, \\ f2(x), & \text{если } x > a \end{cases}$$

для значений аргумента **x** в интервале от **xn** до **xk** с шагом **hx** . Исходные данные приведены в таблице 10.

Задачу решить, используя циклы:

а) WHILE;

б) REPEAT;

в) FOR.

Таблица 10

Вариант	**f1(x)**	**f2(x)**	**xn**	**xk**	**hx**	**a**
1	2	3	4	5	6	7
1	$px^2 + \sin(x)$	e^{2x-10}	-2,1	3,2	0,2	0
2	$\ln^2(x^2 + 1{,}5)$	arctg(4x)	-10,3	-2,4	0,5	-5
3	e^{2x-5}	$tg^2\left(x/5\right)$	3,2	7,2	0,8	4,1
4	$10x^3 - tg\left(x/5\right)$	$\sqrt{5x^2 + 1}$	1,3	6,5	0,5	3,2
5	e^{-2x}	$\sin\left(px^2\right)$	1,2	3,6	0,2	2,1
6	$\cos^2(px)$	$x + 5$	2,8	5,3	0,6	3,1
7	$\cos(px)$	$\ln(x^3 + 1{,}8)$	1,4	4,2	0,3	2,8
8	$\sin(px)$	$\ln^2(3x + 1)$	10	20	0,5	15
9	$\ln(x^2 + 2{,}5)$	$\sqrt{x^2 + 8}$	2,1	5,2	0,7	3,8
10	$e^{-x/4}$	$2\sin\left(x/p\right)$	0,7	3,8	0,2	2,4
11	arctg(3x)	$\ln\left\|x + 1{,}5\right\|$	9	12	0,3	10,3
12	$\sin\left(x/30\right)$	$\sqrt{\left\|\ln(x^2)\right\|}$	2,3	8,9	0,4	5,4
13	$\cos\left(x/25\right)$	$\sqrt{x^3 + 4}$	0,4	2,8	0,4	1,7
14	$e^{-x/10}$	$\sin(3x + p)$	11,6	15,8	0,3	14,2
15	$\sqrt{\left\|x - 10\right\|}$	$\sin(2\pi x)$	0,2	1,8	0,2	1,1

Продолжение таблицы 10

1	2	3	4	5	6	7
16	e^{2x-15}	$\lvert 8x^3 - 20 \rvert$	2,2	7,3	0,3	5,4
17	$5e^{-x}$	e^{x+2}	1,9	3,8	0,2	2,5
18	psin(px)	$\sin^3(x^2)$	1,8	4,2	0,3	2,7
19	$\sqrt{1+\cos^2(2x)}$	$\operatorname{arctg}\left(x/3\right)$	1,2	5,3	0,4	3,8
20	$\ln^3(\sqrt{\lvert x \rvert})$	$\cos^2(\lvert x \rvert)$	0,6	0,9	0,005	0,7
21	$\sqrt[3]{x+\sin(2x)}$	$x^2 + 5x$	3,3	6,9	0,3	5
22	cos(2x)	$x\sqrt{1+\operatorname{tg}^2(2x)}$	1,9	3,8	0,2	2,5
23	$x\sqrt[5]{3x}$	$5x^3 - 1,5$	2,2	7,3	0,3	5,4
24	$\ln^{1,5}(7x - e^x)$	$\operatorname{tg}^3(2^x)$	0,2	1,8	0,2	1,1
25	$4xe^{-0,2x}$	$5^{\sin(x)} - x$	11,6	15,8	0,2	12,5

7 СЕЛЕКТИВНАЯ ОБРАБОТКА ОДНОМЕРНЫХ МАССИВОВ

7.1 Теоретические сведения

До сих пор мы имели дело с простейшими типами данных. Базируясь на простых типах, можно строить более сложные – структурированные типы данных, в частности – массивы. **Массив** – это структура, состоящая из фиксированного числа компонентов одного типа. Его можно рассматривать как упорядоченный набор данных одного типа, имеющий одно общее имя. Массив характеризуется своим именем и размерностью.

Общий вид описания типа массив:

TYPE T = ARRAY [T1,T2, ..., TK] OF TC; ,

где **T –** имя массива;
T1, ..., Tk – типы индексов;
TC – тип компонентов (базовый тип).
Количество индексов **k** – размерность массива.
После ввода типа массива можно вводить переменные этого типа:

VAR A: T; ,

где **A** – идентификатор массива.

Массивы можно описывать в разделе описаний переменных непосредственно:

VAR T: ARRAY [T1, T2, ... TN] OF TC.

Пример:

VAR A : ARRAY[1..8] OF REAL;

Здесь массив с именем **A** состоит из восьми элементов (A1, A2, ..., A8) вещественного типа.

Доступ к любому элементу массива осуществляется указанием идентификатора массива, за которым в квадратных скобках следует индексное выражение. Индексное выражение должно давать значения, лежащие в диапазоне, определяемом типом индекса.

Для объявленного выше массива A в программе доступны следующие индексные переменные: A [1], A [2], ..., A [8].

Количество **k** индексов, необходимое при обращении к элементу массива, определяет **k** – мерность массива. При **k** = 1 массив называется *одномерным,* при **k** = 2 – *двумерным.* Одномерный массив соответствует понятию вектора (линейной таблицы, строки), двумерный массив – понятию матрицы (набора векторов, прямоугольной таблицы).

Селективная обработка массива – это выделение из массива элементов, удовлетворяющих условию, и обработка выделенных фрагментов. Часто из выделенных элементов формируют новый (рабочий) массив и его обрабатывают.

Наиболее часто встречаются такие условия обработки элементов массива:

- четные A [I] MOD 2 = 0;
- нечетные A [I] MOD 2 <> 0;
- кратные k A [I] MOD K = 0;
- некратные k A [I] MOD K <> 0;
- на четных местах I MOD 2 = 0;
- на нечетных местах I MOD 2 <> 0;
- положительные A [I] > 0;
- отрицательные A [I] < 0;
- в интервале (x1, x2) (A [I] > X1) AND (A [I] < X2).

7.2 Пример

Составить блок-схему и написать программу для вычисления среднего арифметического отрицательных элементов массива A (12), стоящих на четных местах.

Блок-схема (рис. 6)

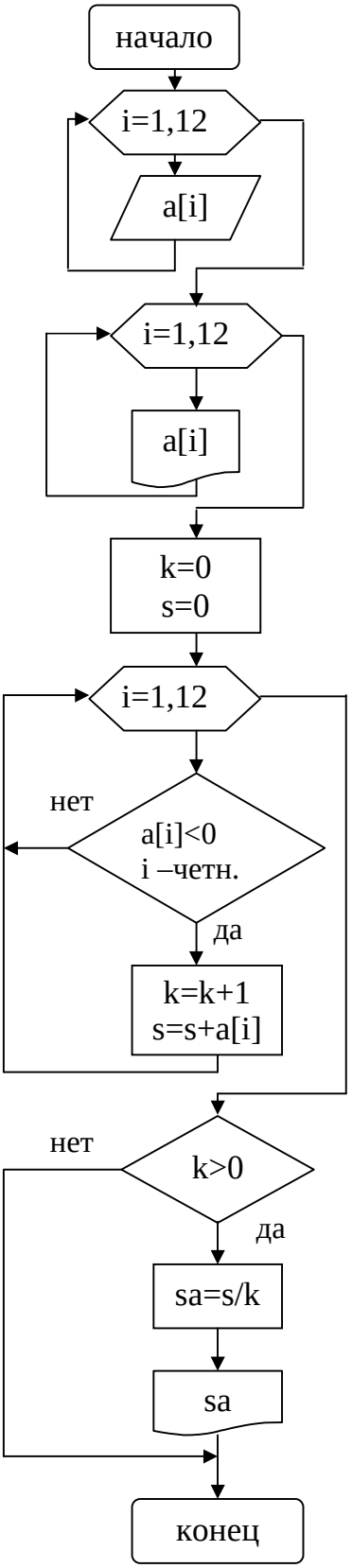


Рисунок 6

Программа:

```
PROGRAM P_4;
USES TPCRT;
  TYPE MAS=ARRAY[1..12] OF INTEGER;
  VAR A:MAS;I,K,S:INTEGER;SA:REAL;
BEGIN
  CLRSCR;
  WRITELN('ВВЕДИТЕ 12 ЭЛЕМЕНТОВ МАССИВА A:');
  FOR I:=1 TO 12 DO READ(A[I]);
  WRITELN;
  WRITELN('ИСХОДНЫЙ МАССИВ A:');
  FOR I:=1 TO 12 DO WRITE(A[I]:4);
  WRITELN;
  S:=0;
  K:=0;
  FOR I:=1 TO 12 DO
  IF (A[I]<0) AND (I MOD 2=0) THEN
  BEGIN
    S:=S+A[I];
    K:=K+1;
  END;
  WRITELN('СУММА ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ С ЧЕТНЫМИ
ИНДЕКСАМИ S=',S:6);
  WRITELN('КОЛИЧЕСТВО K=',K:4);
  IF K>0 THEN
     BEGIN
       SA:=S/K;
     WRITE('СРЕДНЕЕ АРИФМЕТИЧЕСКОЕ SA=',SA:5:2);
END
  ELSE WRITE('ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ С ЧЕТНЫМИ ИНДЕКСАМИ
НЕТ');
END.
```

7.3 Задание 4

Составить блок-схемы и программы для решения следующих задач. Варианты задач приведены в таблице 11.

Таблица 11

Вариант	**Содержание задачи**
1	1 Найти сумму положительных и количество нечетных элементов массива A (10). 2 Найти произведение кратных 3 элементов массива B (12), имеющих четные индексы.
2	1 Вычислить среднее арифметическое элементов массива T (15), удовлетворяющих условию 5 <= T [i] <= 15. 2 Найти произведение отрицательных не кратных 5 и количество четных элементов массива C (12).
3	1 Вычислить среднее арифметическое четных и сумму нечетных элементов массива C (10). 2 Найти произведение положительных не кратных 3 элементов массива K (15), стоящих на нечетных местах.
4	1 Найти количество элементов массива O (16), кратных 4 и не больших заданного числа A. 2 Вычислить среднее геометрическое положительных четных элементов массива P (12).
5	1 Вычислить среднее арифметическое четных элементов массива C (10), не меньших 10. 2 Найти произведение отрицательных нечетных и количество кратных 3 элементов массива A (15).
6	1 Найти сумму и количество четных элементов массива P (13), стоящих на нечетных местах. 2 Вычислить среднее геометрическое отрицательных не кратных 5 элементов массива B (10).
7	1) Найти количество элементов, кратных 5 и принадлежащих интервалу 10≤F[i]≤50, в массиве F(14). 2) Вычислить среднее арифметическое нечетных элементов массива C(10), стоящих на четных местах.
8	1) Найти среднее геометрическое четных элементов массива C(12), имеющих нечетный индекс. 2) Найти сумму положительных не кратных 3 и количество отрицательных элементов массива M(15).

Продолжение таблицы 11

Вариант	**Содержание задачи**
9	1 Найти разность суммы положительных и произведения четных чисел массива A (14). 2 Вычислить среднее арифметическое отрицательных не кратных 5 элементов массива B (13).
10	1 Найти модуль разности произведения четных и суммы нечетных элементов массива H (16). 2 Вычислить среднее геометрическое положительных кратных 3 элементов массива P (12), имеющих четный индекс.
11	1 Найти сумму и количество элементов массива C (10), у которых индекс кратен 3. 2 Вычислить среднее геометрическое отрицательных нечетных элементов массива O (14).
12	1 Вычислить сумму тех элементов массива A (10), числовые значения которых принадлежат полуинтервалу $i \le A[i] \le i + 1$. 2 Найти произведение отрицательных кратных 3 и количество элементов, стоящих на нечетных местах, массива H (18).
13	1 Найти произведение и количество отрицательных элементов массива B (12), имеющих четный индекс. 2 Вычислить среднее арифметическое положительных не кратных 5 элементов массива T (8).
14	1 Вычислить сумму и количество элементов массива T (12), имеющих нечетный индекс. 2 Найти среднее геометрическое отрицательных кратных 3 элементов массива B (16).
15	1 Найти среднее арифметическое отрицательных элементов массива B (12), стоящих на четных местах. 2 Найти произведение не кратных 3 элементов массива C (18), значения которых принадлежат интервалу (1; 25).
16	1 Найти произведение количества четных и количества нечетных элементов массива H (16). 2 Вычислить среднее арифметическое отрицательных кратных 5 элементов массива C (25), стоящих на нечетных местах.
17	1 Вычислить произведение нечетных и количество кратных 3 элементов массива P (15). 2 Найти среднее арифметическое четных элементов массива O (12), имеющих четный индекс.

Продолжение таблицы 11

Вариант	**Содержание задачи**
18	1 Вычислить среднее арифметическое элементов массива K (10), не кратных 3. 2 Найти произведение четных и количество элементов с нечетными номерами в массиве B (15).
19	1 Найти среднее арифметическое четных элементов массива A (15) из интервала $10 \le A[i] \le 30$. 2 Найти произведение положительных кратных 5 и количество элементов, стоящих на нечетных местах, массива C (18).
20	1 Найти сумму и количество положительных элементов массива B (13), стоящих на четных местах. 2 Вычислить среднее геометрическое отрицательных не кратных 3 элементов массива T (14).
21	1 Найти произведение суммы четных и суммы нечетных элементов массива C (10). 2 Вычислить среднее геометрическое кратных 5 элементов массива A (13), имеющих нечетный индекс.
22	1 Найти среднее геометрическое положительных элементов массива M (16), стоящих на нечетных местах. 2 Найти сумму кратных 3 и количество отрицательных элементов массива P (18).
23	1 Найти разность между произведением четных чисел и суммой положительных чисел массива B (12). 2 Вычислить среднее арифметическое отрицательных не кратных 5 элементов массива A (10), имеющих нечетный индекс.
24	1 Вычислить сумму квадратов положительных элементов массива P (16), имеющих нечетные индексы. 2 Найти среднее геометрическое отрицательных четных элементов массива C (12).
25	1 Подсчитать количество положительных и количество четных чисел массива A (13). 2 Вычислить среднее арифметическое не кратных 3 элементов массива T (18), имеющих нечетный индекс.

8 НАХОЖДЕНИЕ НАИБОЛЬШЕГО И НАИМЕНЬШЕГО ЭЛЕМЕНТОВ МАССИВА

8.1 Теоретические сведения

Нахождение наибольшего и наименьшего значений массива выполняется в цикле, в котором текущий элемент массива сравнивается с наибольшим (наименьшим) из всех предыдущих элементов массива. Если текущий элемент окажется больше (меньше) наибольшего (наименьшего) из предыдущих, то его надо считать новым наибольшим (наименьшим). В противном случае наибольшее (наименьшее) сохраняет старое значение, то есть

$$Y_{max} = \begin{cases} Y_i, & \text{если } Y_i > Y_{max}, \\ Y_{max}, & \text{если } Y_i \le Y_{max}. \end{cases}$$

$$Y_{min} = \begin{cases} Y_i, & \text{если } Y_i < Y_{min}, \\ Y_{min}, & \text{если } Y_i \ge Y_{min}. \end{cases}$$

Перед выполнением цикла наибольшему (наименьшему) значению необходимо присвоить какое-либо начальное (стартовое) значение. Обычно в качестве начального значения берут первый элемент массива. Но если в задаче необходимо найти наибольшее (наименьшее) значение среди элементов, удовлетворяющих какому-либо селективному признаку, то в качестве начального значения рекомендуется задавать в случае нахождения наименьшего элемента значение MAXINT (наибольшее из значений типа INTEGER) или –MAXINT (наименьшее из значений типа INTEGER) в случае нахождения наибольшего элемента массива.

8.2 Примеры

Пример 1. Составить блок-схему и написать программу для нахождения суммы наибольшего и наименьшего элементов массива K (10).

Блок-схема (рис. 7)

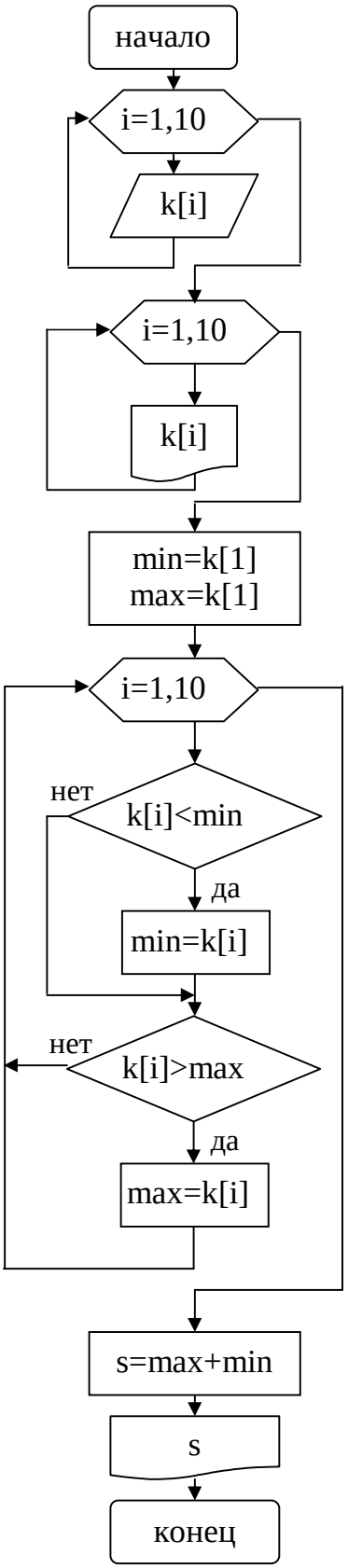


Рисунок 7

Программа:

```
PROGRAM P_5_1;
USES TPCRT;
  TYPE MAS=ARRAY[1..10] OF INTEGER;
  VAR K:MAS;I,MIN,MAX,S:INTEGER;
BEGIN
  CLRSCR;
  WRITELN('ВЕДИТЕ 10 ЭЛЕМЕНТОВ МАССИВА K:');
  FOR I:=1 TO 10 DO  READ(K[I]);
  WRITELN;
  WRITELN('МАССИВ K:');
  FOR I:=1 TO 10 DO WRITE(K[I]:3);
  WRITELN;
  MIN:=K[1];
  MAX:=K[1];
  FOR I:=1 TO 10 DO
    BEGIN
      IF K[I]<MIN THEN MIN:=K[I];
      IF K[I]>MAX THEN MAX:=K[I];
    END;
  S:=MAX+MIN;
  WRITELN('СУММА =',S:4);
END.
```

Пример 2. Составить блок-схему и написать программу для записи значения –100 вместо минимального четного элемента массива C (12).

Блок-схема (рис. 8)

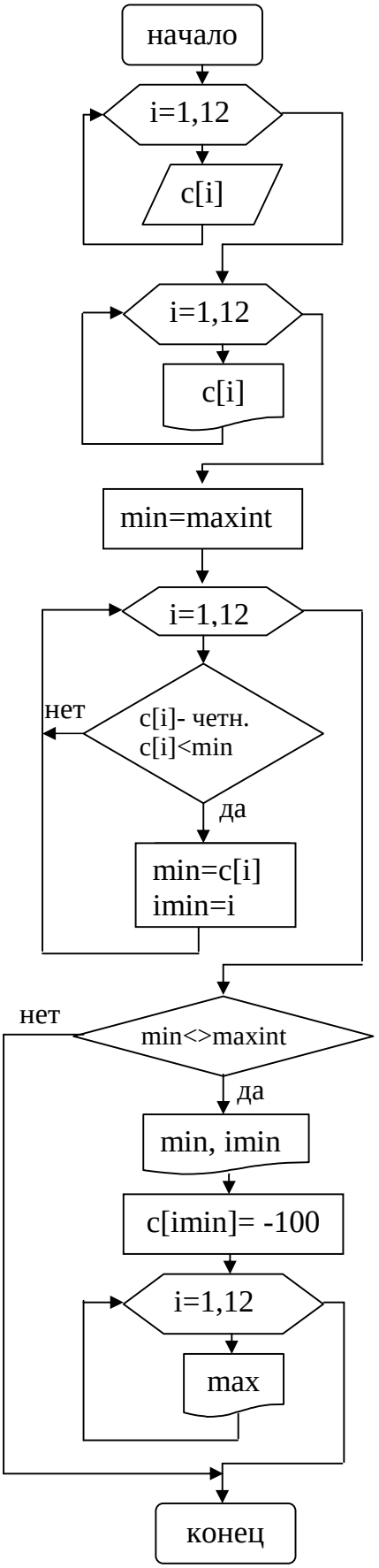

начало
i=1,12
c[i]
i=1,12
c[i]
min=maxint
i=1,12
нет
c[i]- четн.
c[i]<min
да
min=c[i]
imin=i
нет
min<>maxint
да
min, imin
c[imin]= -100
i=1,12
max
конец

Рисунок 8

Программа:

```
PROGRAM P_5_2;
USES TPCRT;
  TYPE MAS=ARRAY[1..12] OF INTEGER;
  VAR C:MAS; I,MIN,IMIN:INTEGER;
BEGIN
  CLRSCR;
  WRITELN('ВВЕДИТЕ 12 ЭЛЕМЕНТОВ МАССИВА С');
  FOR I:=1 TO 12 DO READ(C[I]);
  WRITELN('МАССИВ С:');
  FOR I:=1 TO 12 DO WRITE(C[I]:5);
  WRITELN;
  MIN:=MAXINT;
  FOR I:=1 TO 12 DO
  IF (C[I] MOD 2)=0 AND (C[I]<MIN) THEN
  BEGIN MIN:=C[I]; IMIN:=I END;
  IF MIN<>MAXINT THEN
    BEGIN
      WRITELN('МИНИМАЛЬНЫЙ ЧЕТНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ',MIN:3,' ЕГО НОМЕР ',IMIN:2);
      C[IMIN]:=-100;
      WRITELN('ИСПРАВЛЕННЫЙ МАССИВ');
      FOR I:=1 TO 12 DO WRITE(C[I]:5);
    END
  ELSE WRITELN ('В МАССИВЕ С НЕТ ЧЕТНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ');
END.
```

8.3 Задание 5

Составить блок-схемы и программы для решения следующих задач. Варианты задач приведены в таблице 12.

Таблица 12

Вариант	**Содержание задания**
1	1 Найти частное от деления максимального на минимальный элемент массива Р (12). 2 Найти номер наибольшего четного элемента массива В (10).

Продолжение таблицы 12

Вариант	**Содержание задания**
2	1 Найти сумму наибольшего и наименьшего элементов массива C (10). 2 Найти наименьший кратный 3 элемент массива B (13).
3	1 Найти модуль суммы наибольшего и наименьшего элементов массива A (17). 2 Найти номер наименьшего нечетного элементов массива C (15).
4	1 Найти сумму номеров наибольшего и наименьшего элементов массива O (18). 2 Найти номер и значение наименьшего положительного нечетного элемента массива A (15).
5	1 Найти частное от деления наибольшего элемента массива B (19) на номер наименьшего. 2 Найти номер максимального положительного четного элемента массива T (12).
6	1 Найти сумму квадратов максимального и минимального чисел массива B (14). 2 Найти произведение минимального кратного 5 элемента массива O (15) на его номер.
7	1 Найти максимальный и минимальный элементы массива K (20) и поменять их местами. 2 Найти наименьший четный элемент массива B (10).
8	1 Найти частное от деления минимального на максимальный чисел массива C (13). 2 Найти наибольший кратный 3 элемент массива M (12) и его номер.
9	1 Найти разность максимального и максимального элементов массива C (14). 2 Записать –1 вместо минимального нечетного элемента массива T (8).
10	1 Найти сумму модулей максимального и минимального элементов массива H (15). 2 В массиве C (10) поменять местами второй и наименьший кратный 3 элементы.
11	1 Найти модуль разности максимального и минимального элементов массива P (12). 2 Найти номер и значение наименьшего четного элемента массива O(15).

Продолжение таблицы 12

Вариант	**Содержание задания**
12	1 Найти частное от деления номеров минимального и максимального элементов массива С (13). 2 Найти сумму минимального кратного 5 элемента массива О (14) и его номера.
13	1 Найти произведение модулей наибольшего и наименьшего элементов массива Р (17). 2 Поменять местами первый и минимальный отрицательный элементы массива Т (14).
14	1 Найти квадраты минимального и максимального элементов массива А (10). 2 Найти произведение наибольшего нечетного элемента массива Е (12) и его номера.
15	1 Найти произведение минимального и максимального элементов массива Р (12). 2 В массиве Н (10) поменять местами второй и наибольший нечетный элементы.
16	1 Найти частное от деления модуля максимального на модуль минимального элементов массива С (16). 2 Записать +1 вместо максимального четного элемента массива М (10).
17	1 Найти разность номеров максимального и минимального элементов массива В (15). 2 Найти номер и значение наибольшего кратного 5 элемента массива М (12).
18	1 Найти среднее арифметическое максимального и минимального элементов массива Т (17). 2 Записать 100 вместо максимального кратного 3 числа массива Р (12)
19	1 Найти произведение номеров минимального и максимального элементов массива В (17). 2 Поменять местами последний и максимальный четный и элементы массива С (14).
20	1 Найти среднее арифметическое номеров максимального и минимального элементов массива В (18). 2 Найти номер и значение наибольшего кратного 5 элемента массива Р (12).
21	1 Найти произведение модулей минимального и максимального элементов массива Т (10). 2 Записать -100 вместо минимального четного элемента массива С (12).

Продолжение таблицы 12

Вариант	**Содержание задания**
22	1 Найти модуль разности минимального и максимального элементов массива P (12). 2 Найти произведение минимального некратного 5 элемента массива C (14) и его номера.
23	1 Вычислить среднее геометрическое максимального и минимального элементов массива A (14). 2 Найти номер и значение наименьшего не кратного 3 элемента массива B (16).
24	1 Вычислить среднее геометрическое номеров максимального и минимального элементов массива C (12) 2 Записать +1 вместо максимального четного элемента массива T (18).
25	1 Вычислить частное от деления номеров максимального и минимального элементов массива A (10). 2 Поменять местами последний и минимальный нечетный и элементы массива P (14).

9 ПОДПРОГРАММЫ

9.1 Теоретические сведения

В программах часто можно выделить некоторые повторяющиеся фрагменты. Такие повторения удлиняют программу, затрудняют работу с ней. В языке Pascal предусмотрена возможность объединения любой последовательности операторов (как повторяющегося в разных местах программы фрагмента, так и просто логически самостоятельного фрагмента) в отдельную подпрограмму, к которой можно многократно обращаться (вызывать) из любого места основной программы, освобождая последнюю от вынесенных в подпрограмму фрагментов. Обращение к подпрограмме осуществляется по ее имени. При этом выполнение основной программы будет временно приостановлено, выполнятся все действия подпрограммы, и выполнение основной программы снова будет продолжено, начиная с оператора, следующего за оператором вызова подпрограммы.

Таким образом, за именем подпрограммы скрываются некоторые вынесенные из программы действия, которые инициируются автоматически с появлением в программе обращения к этой подпрограмме.

Любая подпрограмма, в свою очередь, может обращаться к другим подпрограммам.

Структура подпрограммы аналогична структуре всей программы, т. е. в ней есть заголовок, разделы описаний и тело подпрограммы (раздел операторов).

Подпрограмма должна быть описана до того, как она будет использована в программе или другой подпрограмме.

Все переменные, используемые в подпрограмме, можно разделить на три категории:

- *локальные переменные* – описываются и используются только внутри подпрограмм;

- *глобальные переменные* – описываются в основной программе, а могут использоваться как в программе, так и в ее подпрограммах;

- *формальные параметры* – это зарезервированные в подпрограмме переменные, в которые при обращении к программе будут занесены из внешней программы конкретные данные или их адреса.

Имеются две разновидности подпрограмм – *процедуры* и *функции*.

9.1.1 Процедуры

В простейшем случае процедура может представлять собой лишь поименованную группу операторов. Например:

```
PROCEDURE PR1;
BEGIN
  R:=X; X:=Y; Y:=R;
END;
```

Такая процедура не имеет ни параметров, ни локальных переменных. Все используемые в ней переменные (в нашем примере это X, Y и R) являются глобальными, т. е. они должны быть описаны во внешней (вызывающей) программе. В примере процедура осуществляет обмен значениями переменных X и Y. Ясно, что эти переменные должны быть доступны внешней программе, т. е. объявление их глобальными оправдано. А вот переменная R – это рабочая переменная, используемая для временного хранения данного при выполнении обмена. Для внешней программы она не представляет никакого интереса. Поэтому ее можно локализовать:

```
PROCEDURE PR2;
  VAR  R:REAL;
BEGIN
  R:=X; X:=Y; Y:=R;
END;
```

Теперь внешней программе «невидима» переменная R.

Заметим далее, что полученная процедура «жестко» привязана к глобальным переменным X и Y: к ней можно обратиться только для обмена значениями переменных X и Y. Ее нельзя применить для других переменных (например, A и B). Для того чтобы иметь такую возможность, данные в процедуру (и из процедуры) нужно передавать как параметры:

```
PROCEDURE PR3 (VAR X:REAL; VAR Y:REAL);
  VAR  R:REAL;
BEGIN
  R:=X; X:=Y; Y:=R;
END;
```

Любая процедура начинается с заголовка. Он состоит из ключевого слова PROCEDURE, за которым следует идентификатор (имя) процедуры, а далее, в круглых скобках, – список формальных параметров (см. ниже). Затем могут следовать такие же разделы, что и в основной программе. В отличие от основной программы процедура завершается не точкой, а точкой с запятой.

Пример. *Процедура ввода k целых чисел.*

Пусть в вызывающей программе определен тип:

```
TYPE MAS=ARRAY [1..100] OF INTEGER;
```

Процедура может иметь вид:

```
PROCEDURE VVOD (VAR X:MAS; N:INTEGER); {заголовок процедуры}
  VAR I:INTEGER; {локальная переменная – параметр цикла}
BEGIN
  WRITELN (’ВВЕДИТЕ’, N:3, ’ ЦЕЛЫХ ЧИСЕЛ’);
  FOR I:=1  TO  N  DO  READ (X[I]);
END;
```

Для вызова процедуры в основной программе или другой подпрограмме следует записать оператор, состоящий из имени процедуры, и заключенного в скобки списка фактических параметров, которые должны совпадать по количеству, типу и смыслу с формальными параметрами процедуры. Например,

```
VVOD (B,K);
```

означает, что вызывается вышеприведенная процедура VVOD для ввода k целых чисел в массив B. В этом случае параметр K – типа INTEGER, а B – массив типа MAS, т. е. эти переменные описаны в вызывающей программе так:

```
VAR K:INREGER; B:MAS;
```

Естественно, до обращения к процедуре переменной K должно быть присвоено значение.

9.1.2 Функции

Функция предназначена для вычисления какого-либо значения. У этой подпрограммы два основных отличия от процедур.

Первое отличие функции в ее заголовке. Он состоит из слова **function**, за которым следует идентификатор (имя) функции и в скобках – список формальных параметров (см. ниже), затем через двоеточие записывается тип функции.

Второе отличие заключается в том, что в теле функции хотя бы один раз имени функции должно быть присвоено значение.

Пример. *Функция вычисления факториала числа K.*

```
FUNCTION  FAKTORIAL (N:INTEGER):INTEGER;
  VAR FAKT:INTEGER; I:INTEGER;
BEGIN
  FAKT:=1;
  FOR I:=2 TO N DO FAKT:=FAKT*I;
  FAKTORIAL:=FAKT;
END;
```

Вызов функции также отличается от вызова процедуры. Для вызова функции в основной программе или другой подпрограмме следует в выражении, в котором необходимо использовать значение функции, указать имя этой функции со списком фактических параметров, которые должны совпадать по количеству, типу и смыслу с формальными параметрами функции. Например:

```
P:=SQR(T)/ FAKTORIAL (K);
```

В этом операторе SQR(T) – вызов стандартной функции возведения в квадрат с фактическим параметром T; FAKTORIAL(K) – вызов функции вычисления факториала с фактическим параметром K, он должен быть типа INTEGER.

9.1.3 Формальные и фактические параметры

Формальные параметры подпрограммы указывают, с какими параметрами следует обращаться к этой подпрограмме, и используются для построения алгоритма их обработки в разделе операторов подпрограммы как переменные.

При обращении к подпрограмме формальные параметры заменяются эквивалентными фактическими параметрами вызывающей программы. Типы соответствующих фактических и формальных параметров должны быть идентичны.

Все формальные параметры можно разбить на две категории:

- *параметры-значения* (эти параметры в вызывающей программе подпрограммой не меняются);

- *параметры-переменные* (эти параметры подпрограмма может изменить в вызывающей программе).

Параметр-значение передается вызывающей программой в подпрограмму в виде копии своего значения, и поэтому подпрограммой измениться не может. Точнее, изменять его можно, но все изменения параметра-значения, выполненные в подпрограмме, при выходе из нее теряются и в вызывающую программу не возвращаются. Параметр-значение указывается в заготовке подпрограммы своим именем (идентификатором) и через двоеточие – типом. Если параметров-значений одного типа несколько, их можно перечислить через запятую, а затем уже указать общий тип. Отдельные группы параметров отделяются друг от друга точкой с запятой. В качестве фактического параметра на месте параметра-значения при вызове подпрограммы может выступать любое выражение совместимого для присваивания типа, в том числе и константа. Это выражение вычисляется, и полученное значение передается подпрограмме.

Параметры-переменные передаются вызывающей программой в подпрограмму своими адресами. Следовательно, подпрограмма имеет доступ к этим параметрам и может их изменять. При выходе из подпрограммы новое значение параметра-переменной возвращается вызывающей программе. Параметры-переменные указываются в заголовке подпрограммы аналогично параметрам-значениям, но только перед именем параметра записывается зарезервированное слово **var**. Действие слова var распространяется до ближайшей точки с запятой. При вызове подпрограммы

в качестве фактического параметра на месте параметра-переменной должна использоваться только переменная идентичного типа. Использование выражения здесь недопустимо.

Например, в описанной выше процедуре VVOD параметр X является параметром-переменной, а параметр N – параметром-значением. Поэтому к этой процедуре допустимы такие обращения:

```
VVOD (B,20);
VVOD (B,K+2);
VVOD (C,K+SQR(T));
```

Переменные K и T должны иметь тип INTEGER, а B и C – mas, т. е. в основной программе эти переменные должны быть описаны, например, так:

```
VAR K, T: INTEGER; B, C: MAS;
```

9.2 Примеры

Пример 1. Составить блок-схему и написать программу для нахождения среднего арифметического положительных четных элементов каждого из массивов A [10] и B [15].

Блок-схема процедуры VVOD (рис. 9):

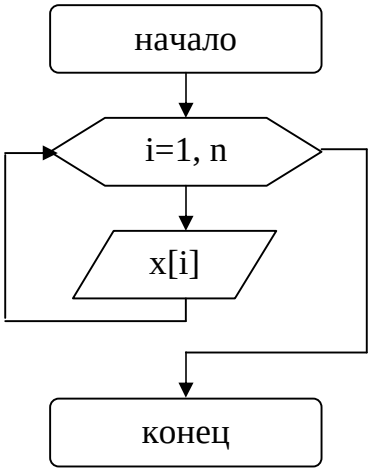


Рисунок 9

Блок-схема процедуры VIVOD (рис. 10):

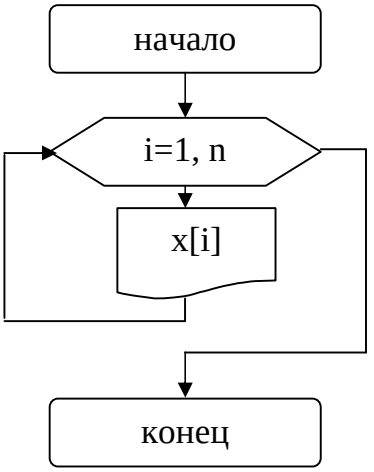


Рисунок 10

Блок-схема процедуры SR (рис. 11):

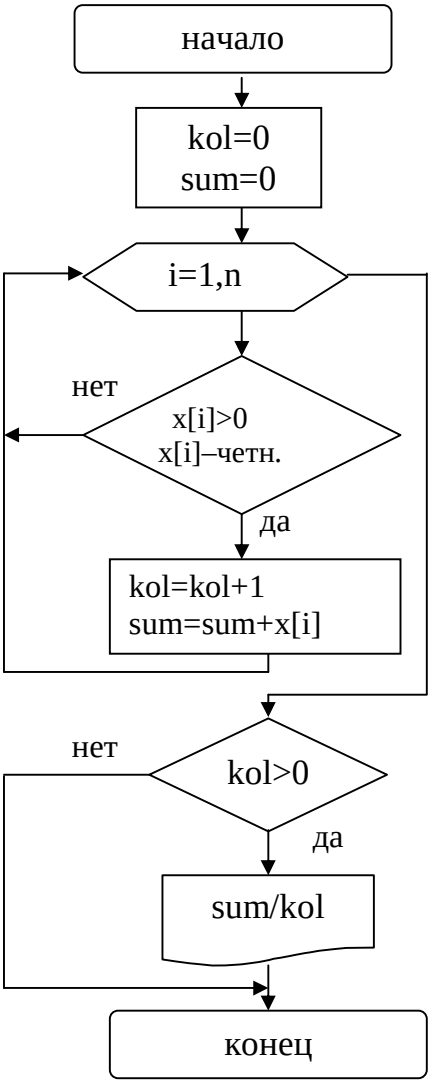


Рисунок 11

Блок-схема основной программы (рис. 12):

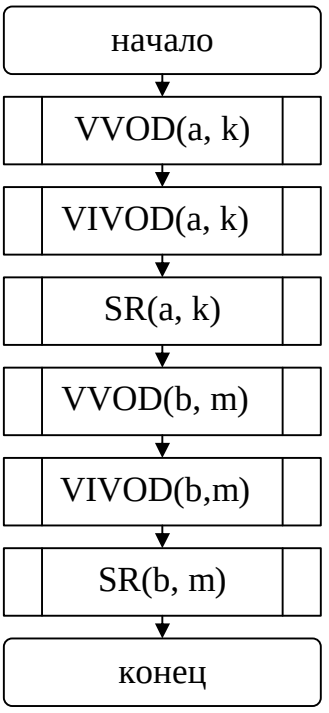


Рисунок 12

Программа:

```
PROGRAM P_6_1;
USES TPCRT;
  CONST K=10;  M=15;
  TYPE  MAS=ARRAY[1..M] OF INTEGER;
  VAR  A, B : MAS;  I : INTEGER;
{-------ПРОЦЕДУРА ВВОДА МАССИВА-------}
  PROCEDURE VVOD(VAR X:MAS;N:INTEGER);
    BEGIN
```

```
      WRITELN(' ВВЕДИТЕ ',N:2,' ЧИСЕЛ МАССИВА ');
      FOR I:=1 TO N DO READ(X[I]);
      WRITELN;
     END;
  {-------ПРОЦЕДУРА ВЫВОДА МАССИВА-------}
   PROCEDURE  VIVOD(X:MAS; N:INTEGER);
    BEGIN
     WRITELN(' ИСХОДНЫЙ МАССИВ  ');
     FOR I:=1 TO N DO WRITE(X[I]:4);
     WRITELN;
    END;
  {-------ПРОЦЕДУРА  ВЫЧИСЛЕНИЯ  СРЕДНЕГО  АРИФМЕТИЧЕ-
СКОГО-------}
   PROCEDURE SR(X:MAS; N:INTEGER);
    VAR SUM, KOL : INTEGER;
    BEGIN
     KOL:=0; SUM:=0;
     FOR I:=1 TO N DO
     IF (X[I]>0) AND (X[I] MOD 2=0) THEN
        BEGIN
         KOL:=KOL+1; SUM:=SUM+X[I];
        END;
     IF KOL>0 THEN
       WRITELN('СРЕДНЕЕ АРИФМЕТИЧЕСКОЕ = ',SUM/KOL:7:3)
      ELSE
      WRITELN('ПОЛОЖИТЕЛЬНЫХ ЧЕТНЫХ В МАССИВЕ НЕТ');
    END;
  {-------ОСНОВНАЯ ПРОГРАММА-------}
  BEGIN
   CLRSCR;
   WRITELN(' МАССИВ A: '); VVOD(A,K); VIVOD(A,K); SR(A,K);
   WRITELN(' МАССИВ B: '); VVOD(B,M); VIVOD(B,M); SR(B,M);
  END.
```

Пример 2. В каждом из массивов A (5) и C (8) найти номер наибольшего нечетного элемента.

Блок-схема процедуры VVOD (рис. 13):

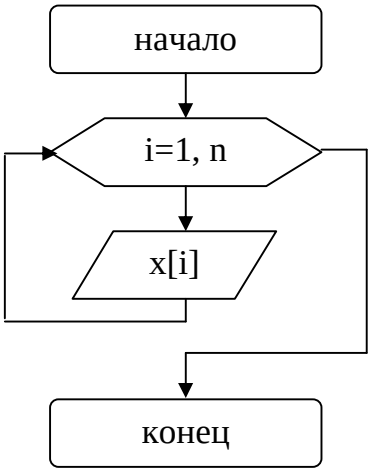


Рисунок 13

Блок-схема процедуры VIVOD (рис. 14):

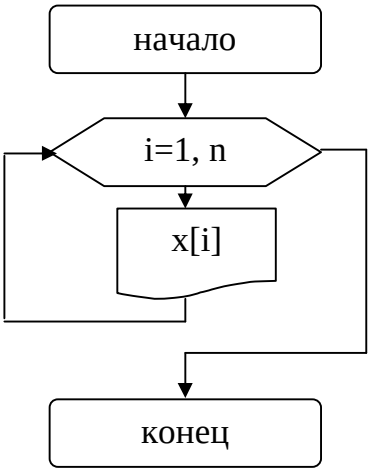


Рисунок 14

Блок-схема функции MAXIMUM (рис. 15):

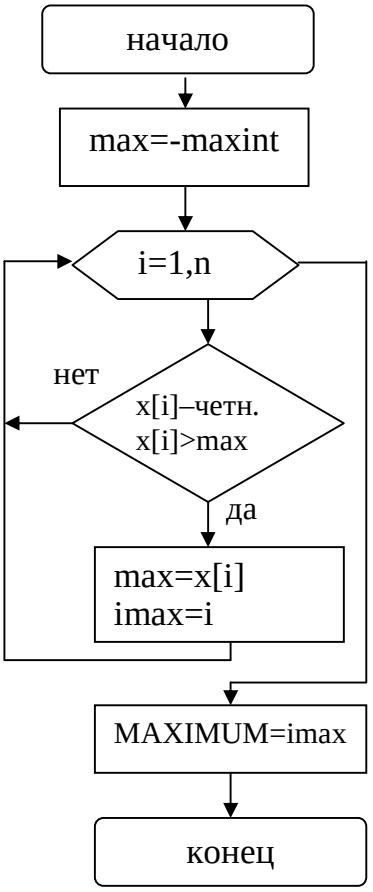


Рисунок 15

Блок-схемаосновной программы (рис. 16)*:*

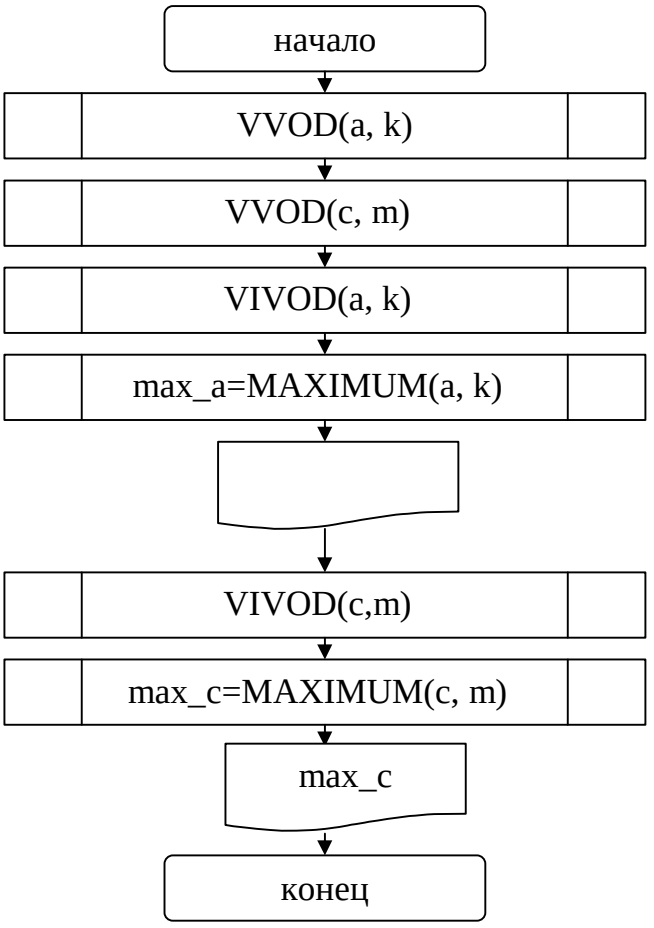


Рисунок 16

Программа:

```
PROGRAM P_6_2;
USES TPCRT;
  CONST K=5; M=8;
  TYPE MAS=ARRAY[1..M] OF INTEGER;
  VAR A, C : MAS; I, MAX_A, MAX_C : INTEGER;
{-------ПРОЦЕДУРА ВВОДА МАССИВА-------}
  PROCEDURE VVOD(VAR X: MAS; N:INTEGER);
    BEGIN
      WRITELN(' ВВЕДИТЕ ',N:2,' ЧИСЕЛ МАССИВА ');
      FOR I:=1 TO N DO READ(X[I]);
      WRITELN;
    END;
{-------ПРОЦЕДУРА ВЫВОДА МАССИВА-------}
  PROCEDURE VIVOD(X: MAS; N:INTEGER);
    BEGIN
      FOR I:=1 TO N DO WRITE(X[I]:5:2);
      WRITELN;
    END;
{-------ФУНКЦИЯ НАХОЖДЕНИЯ НОМЕРА НАИБОЛЬШЕГО НЕ-
ЧЕТНОГО ЭЛЕМЕНТА ------}
  FUNCTION MAXIMUM( X: MAS; N:INTEGER): INTEGER;
    VAR MAX; IMAX:INTEGER;
    BEGIN
      MAX:= -MAXINT;
      FOR I:=1 TO N DO
        IF (X[I]) MOD 2 <>0) AND (X[I]>MAX) THEN
          BEGIN
            MAX:=X[I]; IMAX:=I;
          END;
      MAXIMUM:=IMAX
    END;
{-------ОСНОВНАЯ ПРОГРАММА-------}
BEGIN
  CLRSCR;
  VVOD(A,K); VVOD(C,M);
  WRITELN(' МАССИВ A: '); VIVOD(A,K);
  MAX_A:= MAXIMUM (A,K);
  WRITELN(' НОМЕР НАИБОЛЬШЕГО НЕЧЕТНОГО ЭЛЕМЕНТА
МАССИВА A=', MAX_A:2);
```

```
  WRITELN(’ МАССИВ C: ’); VIVOD(C,M);
  MAX_C:= MAXIMUM (C,M);
  WRITELN(’ НОМЕР НАИБОЛЬШЕГО НЕЧЕТНОГО ЭЛЕМЕНТА МАССИВА C=’, MAX_C:2);
END.
```

9.3 Задание 6

Задача 1. Используя подпрограммы-процедуры, составить блок-схему и программу для решения задачи. Варианты задачи приведены в табл. 13.

Таблица 13

Вариант	Содержание задачи
1	Найти среднее арифметическое четных элементов в массивах A (15) и C (9) из интервала [10; 30].
2	Найти сумму и количество положительных элементов в массивах B (13) и A (9), стоящих на четных местах.
3	Найти произведение суммы четных и суммы нечетных элементов массивов C (10) и A (9).
4	Найти среднее геометрическое положительных элементов в массивах M (16) и A (8), стоящих на нечетных местах.
5	Найти разность между произведением четных чисел и суммы положительных чисел массивов B (12) и A (7).
6	Вычислить сумму квадратов положительных элементов в массива P (16) и B (7), имеющих нечетные индексы.
7	Подсчитать количества положительных и четных чисел в массивах A (13) и B (9).
8	Найти сумму положительных и количество нечетных элементов в массивах A (10) и M (12).
9	Вычислить среднее геометрическое элементов в массивах T (15) и A (12).
10	Вычислить среднее арифметическое четных и сумму нечетных элементов в массивах C (10) и F 10).
11	Найти количество элементов в массивах O (16) и M (12), кратных 4 и не больших заданного числа A.
12	Вычислить среднее геометрическое четных элементов массивов C (10) и M (10), не меньших 10.
13	Найти сумму и количество четных элементов в массивах P (13) и C (8), стоящих на нечетных местах.
14	Найти количество элементов, кратных 5 и принадлежащих интервалу [10; 50] в массивах F (14) и M (10).

Продолжение таблицы 13

Вариант	Содержание задачи
15	Найти среднее геометрическое четных элементов в массивах C (12) и A (8), имеющих четный индекс.
16	Найти разность суммы положительных и произведения отрицательных чисел в массивах A (14) и C (9).
17	Найти модуль разности произведения четных и суммы нечетных элементов в массивах H (16) и A (8).
18	Найти сумму и количество элементов в массивах C (10) и A (12), у которых индекс кратный 3.
19	Вычислить сумму тех элементов массивов A (10) и B (12), числовые значения которых принадлежат полуинтервалу [i; i + 1].
20	Найти произведение и количество отрицательных элементов в массивах B (12) и A (10), имеющих четный индекс.
21	Вычислить сумму и количество элементов массивов T (12) и M (12), имеющих нечетный индекс.
22	Найти среднее арифметическое отрицательных элементов массивов B (12) и C (10), стоящих на четных местах.
23	Найти произведение количества четных и количества нечетных элементов в массивах H (16) и A (12).
24	Вычислить произведение и количество нечетных элементов массивов P (15) и M (9).
25	Вычислить среднее геометрическое элементов массивов K (10) и C (8), не кратных 3.

Задача 2. Используя подпрограммы-процедуры и подпрограммы-функции, составить блок-схему и программу для решения задачи. Варианты задачи приведены в табл. 14.

Таблица 14

Вариант	Содержание задания
1	Найти разность номеров максимального и минимального элементов в массивах B (15) и A (12).
2	Найти среднее арифметическое максимального и минимального элементов в массивах T (17) и O (16).
3	Найти произведение номеров минимального и максимального элементов в массивах массива B (17) и C (12).
4	Найти среднее арифметическое номеров максимального и минимального элементов в массивах B (18) и P (14).

Продолжение таблицы 14

Вариант	**Содержание задания**
5	Найти произведение модулей минимального и максимального элементов в массивах T (10) и X (12).
6	Найти модуль разности минимального и максимального элементов в массивах P (12) и B (14).
7	Вычислить среднее геометрическое максимального и минимального элементов в массивах A (14) и T (8).
8	Вычислить среднее геометрическое номеров максимального и минимального элементов в массивах C (12) и P (15).
9	Вычислить частное от деления номеров максимального и минимального элементов в массивах A (10) и B (15).
10	Найти частное от деления максимального на минимальный элемент в массивах P (12) и K (14).
11	Найти сумму наибольшего и наименьшего элементов в массивах C (10) и T (15).
12	Найти модуль суммы наибольшего и наименьшего элементов в массивах A (17) и Y (14).
13	Найти сумму номеров наибольшего и наименьшего элементов в массивах O (18) и A (15).
14	Найти частное от деления наибольшего элемента на номер наименьшего в массивах B (19) и T (12).
15	Найти сумму квадратов максимального и минимального чисел в массивах B (14) и C (19).
16	Поменять местами максимальный и минимальный элементы в массива K (20) и B (10).
17	Найти частное от деления минимального на максимальный элемент в массивах C (13) и P (19).
18	Найти разность максимального и минимального элементов в массивах C (14) и T (8).
19	Найти сумму модулей максимального и минимального элементов в массивах H (15) и C (12).
20	Найти модуль разности максимального и минимального элементов в массивах P (12) и O (15).
21	Найти частное от деления номеров минимального и максимального элементов в массивах C (13) и T (12).
22	Найти произведение модулей наибольшего и наименьшего элементов в массивах P (17) и T (14).
23	Найти квадраты минимального и максимального элементов в массивах A (10) и P (12).
24	Найти произведение минимального и максимального элементов в массивах P (12) и C (10).
25	Найти частное от деления модуля максимального на модуль минимального элементов в массивах C (16) и M (10).

10 ВЛОЖЕННЫЕ ЦИКЛЫ. ОБРАБОТКА ДВУМЕРНЫХ МАССИВОВ

10.1 Теоретические сведения

Если телом цикла является циклическая структура, то такие циклы называют вложенными или сложными. Цикл, содержащий в себе другой цикл, называют *внешним*. Цикл, содержащийся в теле другого цикла, называют *внутренним*.

Двумерный массив характеризуется именем и размерностью, где первый индекс определяет максимальное число строк, а второй – максимальное число столбцов. Элемент массива – переменная, расположенная на пересечении соответствующих столбца и строки. При обработке таких массивов обычно и применяют вложенные циклы.

В Pascal многомерные массивы могут определяться последовательно: сначала объявляется один массив, затем второй, элементами которого являются объявленные ранее массивы, и т. д. Один массив вкладывается в другой, и степень такого вложения неограниченна. Например, для матрицы A (2, 3):

```
TYPE
        STROKA = ARRAY [1..3]  OF  REAL;
        MATR = ARRAY [1..2]  OF  STROKA;
VAR
        V : STROKA;
        A : MATR;
```

Переменная A имеет смысл двумерного массива из двух строк, в каждую из которых включено по три элемента.

Описание A можно сократить, исключив определение типа STROKA в определении типа MATR:

```
TYPE  MATR = ARRAY [1..2] OF ARRAY [1..3] OF REAL;
VAR  A : MATR;
```

или

```
TYPE  MATR = ARRAY [1..2,1..3] OF REAL;
VAR A : MATR;
```

Если указанный тип используется для определения одного массива в программе, то удобно объявление массива в разделе описания переменных:

```
VAR  A : ARRAY [1..2,1..3] OF REAL;
```

Ссылка на элемент матрицы A, лежащий на пересечении I-й строки и J-го столбца, имеет вид A [I, J].

При обработке матриц часто приходится выделять элементы:

k- й строки - A[I, J], где J=1, … , M ,

k- го столбца - A[I, K], где I=1, … , N .

а для квадратных матриц (M = N) также:

главной диагонали - A[I, I], где I = 1, … , N ,

побочной диагонали - A[I, N + 1 - I], где I = 1, … , N ,

наддиагональные - A[I, J], где I > J ,

поддиагональные - A[I, J], где I < J .

10.2 Примеры

Пример 1. Составить блок-схему и написать программу для нахождения количества четных элементов матрицы A(3,4).

Блок-схема (рис. 17)

Программа:

```
PROGRAM P_7;
USES TPCRT;
 TYPE MATR=ARRAY[1..3,1..4] OF INTEGER;
 VAR A:MATR;K,I,J:INTEGER;
BEGIN
 CLRSCR;
 WRITELN('ВВЕДИТЕ МАТРИЦУ');
 FOR I:=1 TO 3 DO
  BEGIN
   WRITELN('4 ЭЛЕМЕНТА ',I:2,' СТРОКИ');
   FOR J:=1 TO 4 DO READ(A[I,J]);
   WRITELN;
  END;
 WRITELN('ИСХОДНАЯ МАТРИЦА A:');
 FOR I:=1 TO 3 DO
```

```
  BEGIN
  FOR J:=1 TO 4 DO WRITE(A[I,J]:4);
  WRITELN;
  END;
 K:=0;
 FOR I:=1 TO 3 DO
 FOR J:=1 TO 4 DO
  IF A[I,J] MOD 2=0 THEN K:=K+1;
 WRITELN('КОЛИЧЕСТВО ЧЕТНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ =',K:4);
END.
```

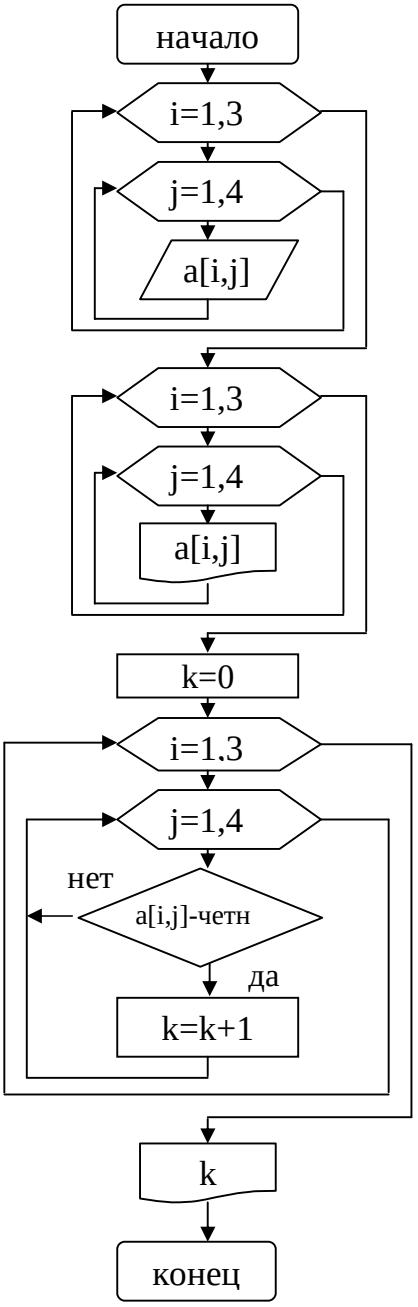


Рисунок 17

Пример 2. Составить блок-схему и написать программу для нахождения произведения отрицательных элементов 2-й строки и суммы не кратных 3 элементов 3-го столбца матрицы A (5, 4).

Блок-схема (рис. 18)

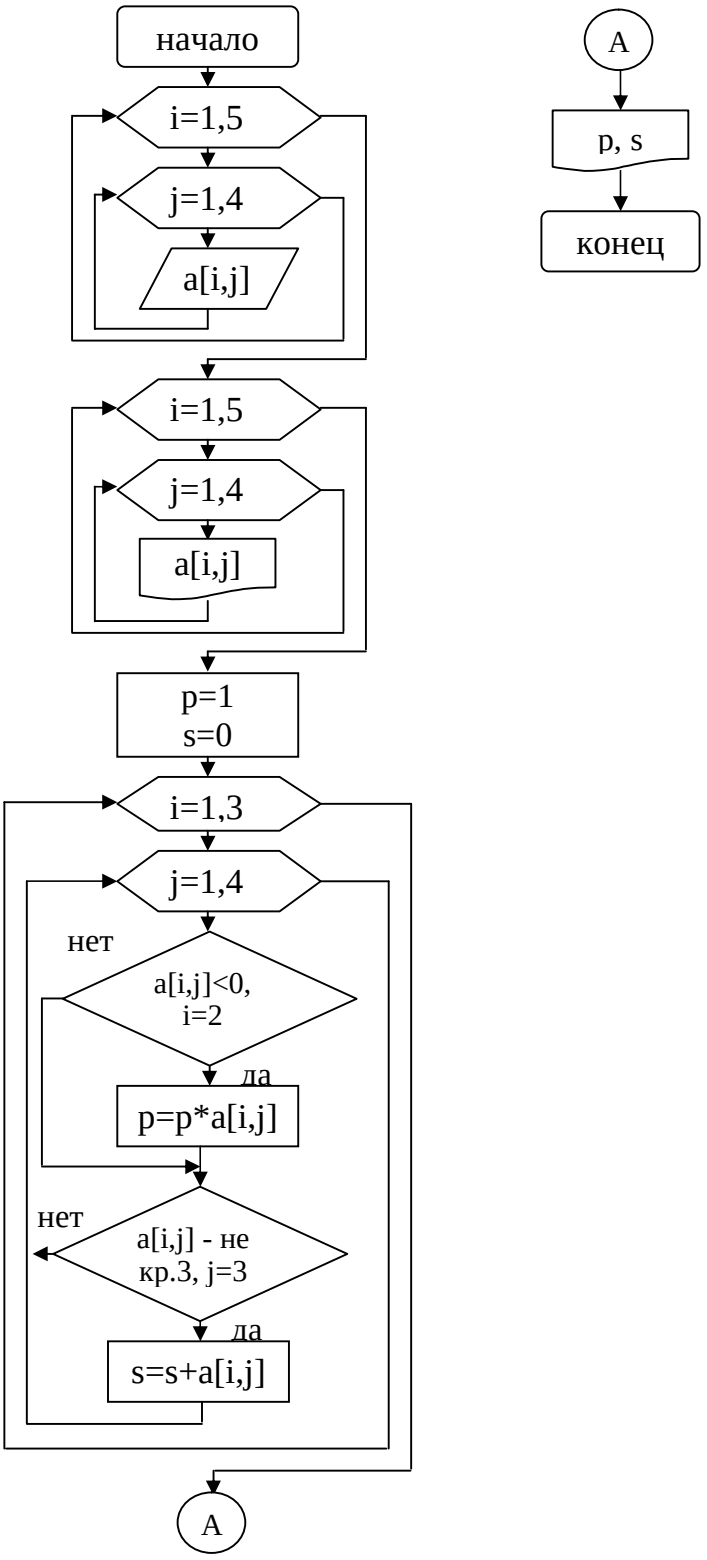


Рисунок 18

Программа:

```
PROGRAM P_8;
USES TPCRT;
  TYPE MATR=ARRAY[1..5,1..4] OF INTEGER;
  VAR A:MATR;P,S,I,J:INTEGER;
BEGIN
  CLRSCR;
  WRITELN('ВВЕДИТЕ МАТРИЦУ');
  FOR I:=1 TO 5 DO
    BEGIN
      WRITELN('4 ЭЛЕМЕНТА ',I:2,' СТРОКИ');
      FOR J:=1 TO 4 DO READ(A[I,J]);
      WRITELN;
    END;
  WRITELN('ИСХОДНАЯ МАТРИЦА A:');
  FOR I:=1 TO 5 DO
    BEGIN
      FOR J:=1 TO 4 DO WRITE(A[I,J]:4);
      WRITELN;
    END;
  P:=1; S:=0;
  FOR I:=1 TO 5 DO
  FOR J:=1 TO 4 DO
    BEGIN
      IF (A[I,J] <0) AND (I=2) THEN P:=P*A[I,J];
      IF (A[I,J] MOD 3<>0) AND (J=3) THEN S:=S+A[I,J];
    END;
  WRITELN('ПРОИЗВЕДЕНИЕ ОТРИЦАТ. ЭЛЕМЕНТОВ =',P:4);
  WRITELN('СУММА НЕ КРАТНЫХ 3 ЭЛЕМЕНТОВ =',S:4);
END.
```

Пример 3. Составить блок-схему и написать программу для нахождения максимального элемента главной диагонали и количества кратных 5 элементов побочной диагонали матрицы A (5, 5).

Блок-схема (рис 19)

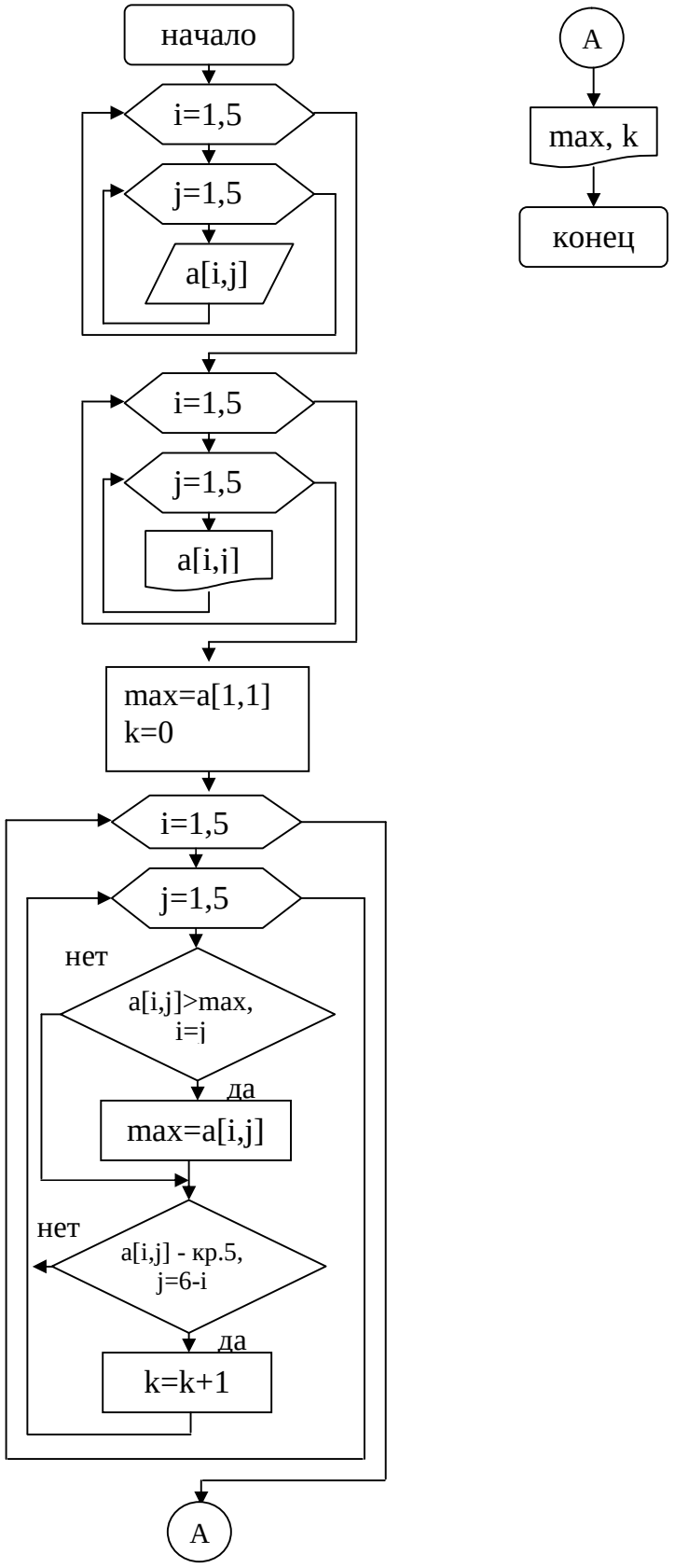


Рисунок 19

Программа:

```
PROGRAM P_9;
USES TPCRT;
  TYPE MATR=ARRAY[1..5,1..5] OF INTEGER;
  VAR A:MATR;MAX,K,I,J:INTEGER;
BEGIN
  CLRSCR;
  WRITELN('ВВЕДИТЕ МАТРИЦУ');
  FOR I:=1 TO 5 DO
    BEGIN
      WRITELN('5 ЭЛЕМЕНТОВ ',I:2,' СТРОКИ');
      FOR J:=1 TO 5 DO READ(A[I,J]);
      WRITELN;
    END;
  WRITELN('ИСХОДНАЯ МАТРИЦА A:');
  FOR I:=1 TO 5 DO
    BEGIN
      FOR J:=1 TO 5 DO WRITE(A[I,J]:4);
      WRITELN;
    END;
  MAX:=A[1,1]; K:=0;
  FOR I:=1 TO 5 DO
  FOR J:=1 TO 5 DO
    BEGIN
      IF (A[I,J] >MAX) AND (I=J) THEN MAX:=A[I,J];
      IF (A[I,J] MOD 5=0) AND (J=6-I) THEN K:=K+1;
    END;
  WRITELN('МАКСИМАЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ГЛАВНОЙ ДИАГОНАЛИ =',MAX:4);
  WRITELN('КОЛИЧЕСТВО КРАТНЫХ 5 ЭЛЕМЕНТОВ ПОБОЧНОЙ ДИАГОНАЛИ =',K:4);
END.
```

Пример 4. Составить блок-схему и написать программу для нахождения произведения четных чисел каждой строки матрицы A (4, 3). Результат записать в массив B.

Блок-схема (рис 20)

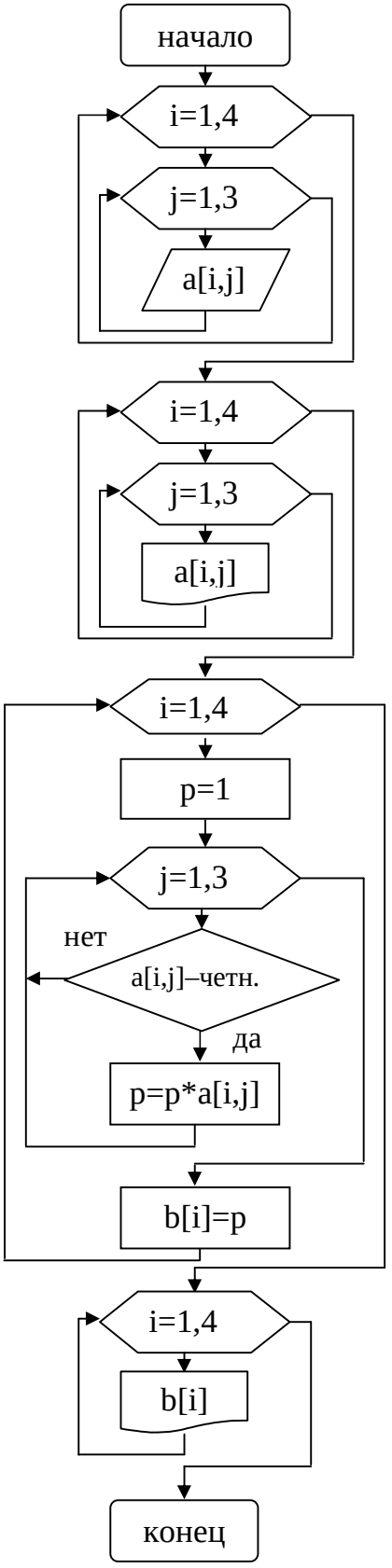


Рисунок 20

Программа:

```
PROGRAM P_10;
USES TPCRT;
  TYPE MATR=ARRAY[1..4,1..3] OF INTEGER;
          MAS=ARRAY[1..4] OF INTEGER;
  VAR A:MATR; B:MAS; P,I,J:INTEGER;
BEGIN
  CLRSCR;
  WRITELN('ВВЕДИТЕ МАТРИЦУ');
  FOR I:=1 TO 4 DO
    BEGIN
      WRITELN('З ЭЛЕМЕНТА ',I:2,' СТРОКИ');
      FOR J:=1 TO 3 DO READ(A[I,J]);
      WRITELN;
    END;
  WRITELN('ИСХОДНАЯ МАТРИЦА A:');
  FOR I:=1 TO 4 DO
    BEGIN
      FOR J:=1 TO 3 DO WRITE(A[I,J]:4);
      WRITELN;
    END;
  FOR I:=1 TO 4 DO
    BEGIN
      P:=1;
      FOR J:=1 TO 3 DO
        IF A[I,J] MOD 2=0 THEN P:=P*A[I,J];
      B[I]:=P;
    END;
  WRITELN('СФОРМИРОВАННЫЙ МАССИВ B:');
  FOR I:=1 TO 4 DO WRITE(B[I]:4);
END.
```

10.3 Задание 7

Составить блок-схемы и программы для нахождения (условие А) матрицы. Условие А приведено в табл. 15. Матрица произвольная.

Таблица 15

Вариант	Условие А
1	Сумма положительных кратных 3 элементов
2	Количество отрицательных четных элементов
3	Произведение положительных четных элементов
4	Сумма отрицательных четных элементов
5	Максимальный элемент, номер строки и столбца, в котором он находится
6	Минимальный элемент, номер строки и столбца, в котором он находится
7	Количество положительных кратных 5 элементов
8	Произведение отрицательных нечетных элементов
9	Квадрат минимального элемента и номер строки и столбца, где он находится
10	Произведение положительных не кратных 5 элементов
11	Максимальный по модулю элемент и номер строки и столбца, где он находится
12	Количество отрицательных не кратных 3 элементов
13	Произведение положительных нечетных элементов
14	Сумму отрицательных нечетных элементов
15	Произведение отрицательных четных элементов
16	Количество элементов, больших заданного числа С
17	Минимальный по модулю элемент и номер строки и столбца, где он находится
18	Произведение элементов, меньших заданного числа Т
19	Сумму положительных кратных 5 элементов
20	Произведение отрицательных четных элементов
21	Количество положительных нечетных элементов
22	Количество кратных 5 элементов
23	Произведение положительных кратных 3 элементов
24	Сумму отрицательных не кратных 5 элементов
25	Квадрат максимального элемента и номер строки и столбца, где он находится

10.4 Задание 8

Задача 1

Составить блок-схему и программу для решения задачи. Варианты задачи приведены в табл. 16.

Таблица 16

Вариант	Содержание задачи
1	Найти среднее геометрическое нечетных элементов 2-го столбца и количество кратных 5 элементов 3-ей строки матрицы D (5, 5).
2	Найти сумму нечетных элементов 3-го столбца и произведение отрицательных кратных 3 элементов 2-ой строки матрицы C (6, 6).
3	Найти произведение суммы кратных 3 чисел в 4-ом столбце на количество нечетных чисел 2-ой строки матрицы T (4, 6).
4	В матрице A (5, 7) найти разность количества нечетных чисел 1-ой строки и количества четных чисел 4-го столбца.
5	Найти сумму нечетных элементов 2-го столбца и произведение отрицательных кратных 3 элементов 4-ой строки матрицы D (4, 4).
6	Найти произведение отрицательных четных элементов 2-ой строки и количество не кратных 5 элементов 2-го столбца матрицы B (3, 5).
7	Подсчитать количество положительных кратных 3 элементов 1-ой строки и количество нечетных элементов 2-го столбца матрицы A (6, 6).
8	Найти разность произведения нечетных чисел 3-ей строки и произведения отрицательных чисел 1-го столбца матрицы B (4, 4).
9	В матрице T (3, 9) найти разность произведения нечетных чисел 2-ой строки и суммы положительных чисел 6-го столбца.
10	В матрице A (5, 5) найти сумму количества четных чисел 3-ей строки и количества отрицательных чисел 4-го столбца.
11	В матрице C (5, 6) найти произведение количества нечетных чисел 2-го столбца и количества положительных чисел 3 строки.
12	Найти максимальный элемент 2-ой строки и количество четных элементов 5-го столбца матрицы X (5, 5).
13	В матрице A (6, 6) найти произведение суммы четных чисел 3-ей строки и суммы отрицательных чисел 1-го столбца.
14	Найти произведение суммы положительных чисел 1-й строки на сумму четных чисел 2-го столбца матрицы M (4, 5).
15	В матрице A (7, 7) найти разность количества отрицательных чисел 2-ой строки и количества нечетных чисел 3-го столбца.
16	В матрице B (4, 6) найти сумму произведения четных чисел 1-ой строки и произведения положительных чисел 3-го столбца.
17	Подсчитать количество кратных 3 чисел 2-ой строки и количество четных чисел 1-го столбца матрицы A (6, 6).

Продолжение таблицы 16

Вариант	Содержание задачи
18	Найти разность произведения нечетных чисел 3-ей строки и произведения отрицательных чисел 1-го столбца матрицы B (4, 4).
19	В матрице G (8, 8) найти разность произведения нечетных чисел 3-ей строки и суммы положительных чисел 6-го столбца.
20	В матрице A (5, 5) найти сумму количества четных чисел 2-ой строки и количества отрицательных чисел 4-го столбца.
21	В матрице A (3, 3) найти произведение количества нечетных чисел 1-ой строки и количества положительных чисел 3-го столбца.
22	Найти максимальный элемент 3-го столбца и сумму нечетных элементов 1-ой строки матрицы T (5, 5).
23	В матрице A (6, 6) найти произведение суммы четных чисел в 3-ей строке и суммы отрицательных чисел 1-го столбца.
24	Найти произведение суммы положительных чисел в 4-ом столбце на количество четных чисел 2-ой строки матрицы F (6, 6).
25	В матрице A (7, 7) найти разность количества положительных чисел 1-ой строки и количества четных чисел 3-го столбца.

Задача 2

Результаты работы четырех заводов отрасли сведены в табл. 17.

Таблица 17

Продукт / Завод	A	B	C	D	E
№1	275 (10)	543 (6)	434 (14)	897 (7)	765 (12)
№2	297 (9)	567 (5)	452 (16)	987 (10)	742 (13)
№3	312 (11)	548 (7)	430 (15)	861 (8)	784 (15)
№4	286 (10)	576 (8)	421 (13)	876 (9)	786 (12)

На пересечении i-ой строки и j-го столбца находится выпуск i-м заводом j-ой продукции в единицах продукции, в правом углу – цена единицы продукции.

Составить блок-схему и программу для решения задачи. Варианты задачи приведены в табл. 18.

Таблица 18

Вариант	**Содержание задачи**
1	Определить номер завода, общий выпуск продукции которого наибольший (в единицах продукции).
2	Определить номер завода, доход которого наибольший.
3	Определить номер завода, валовой выпуск продукции которого наименьший (в единицах продукции).
4	Определить номер завода, доход которого наименьший.
5	Определить общее количество продукта A, выпускаемого отраслью и его стоимость.
6	Определить общее количество продукта B, выпускаемого отраслью, и его стоимость.
7	Определить общее количество продукта C, выпускаемого отраслью, и его стоимость.
8	Определить общее количество продукта D, выпускаемого отраслью, и его стоимость.
9	Определить общее количество продукта E, выпускаемого отраслью, и его стоимость.
10	Определить общее количество продукта, выпускаемого заводом N 1, и его стоимость.
11	Определить общее количество продукта, выпускаемого заводом N 2, и его стоимость.
12	Определить общее количество продукта, выпускаемого заводом N 3, и его стоимость.
13	Определить общее количество продукта, выпускаемого заводом N 4, и его стоимость.
14	Определить количество продукта A, выпускаемого в среднем одним заводом отрасли, и его среднюю стоимость.
15	Определить количество продукта B, выпускаемого в среднем одним заводом отрасли, и его среднюю стоимость.
16	Определить количество продукта C, выпускаемого в среднем одним заводом отрасли, и его среднюю стоимость.
17	Определить количество продукта D, выпускаемого в среднем одним заводом отрасли, и его среднюю стоимость.
18	Определить количество продукта E, выпускаемого в среднем одним заводом отрасли, и его среднюю стоимость.
19	Определить номер завода, который выпускает максимальное количество продукта A, и номер завода, который получает наибольший доход от этого продукта.

Продолжение таблицы 18

Вариант	Содержание задачи
20	Определить номер завода, который выпускает максимальное количество продукта B, и номер завода, который получает наибольший доход от этого продукта.
21	Определить номер завода, который выпускает максимальное количество продукта C, и номер завода, который получает наибольший доход от этого продукта.
22	Определить номер завода, который выпускает максимальное количество продукта D, и номер завода, который получает наибольший доход от этого продукта.
23	Определить номер завода, который выпускает максимальное количество продукта E, и номер завода, который получает наибольший доход от этого продукта.
24	Определить продукт, от выпуска которого завод получает максимальный доход (для каждого завода).
25	Определить продукт, от выпуска которого завод получает минимальный доход (для каждого завода).

10.5 Задание 9

Составить блок-схему и программу для решения задачи. Варианты задачи приведены в табл. 19.

Таблица 19

Вариант	Содержание задачи
1	Найти минимальный элемент главной диагонали и сумму четных чисел побочной диагонали матрицы O (5, 5).
2	Найти произведение суммы не кратных 3 чисел в главной диагонали на количество отрицательных чисел побочной диагонали матрицы C (4, 4).
3	Найти произведение нечетных элементов главной диагонали и количество кратных 3 элементов побочной диагонали матрицы R (5, 5).
4	Найти произведение суммы положительных чисел в главной диагонали на количество четных чисел побочной диагонали матрицы F (6, 6).
5	В матрице A (6, 6) найти произведение количества четных чисел в главной диагонали и суммы отрицательных чисел побочной диагонали.

Продолжение таблицы 19

Вариант	**Содержание задачи**
6	Подсчитать количество положительных нечетных чисел главной диагонали и количество четных чисел побочной диагонали матрицы C (6, 6).
7	Найти произведение суммы кратных 3 чисел в главной диагонали на количество положительных чисел побочной диагонали матрицы M (4, 4).
8	Найти максимальный элемент главной диагонали и произведение четных чисел побочной диагонали матрицы B (5, 5).
9	Найти сумму четных элементов главной диагонали и количество не кратных 5 элементов побочной диагонали матрицы R (5, 5).
10	Найти среднее арифметическое отрицательных не кратных 3 элементов главной диагонали и произведение положительных нечетных элементов побочной диагонали матрицы C (5, 5).
11	Найти среднее геометрическое четных элементов главной диагонали и сумму отрицательных чисел побочной диагонали матрицы B (5, 5).
12	Найти произведение кратных 5 элементов главной диагонали и количество нечетных элементов побочной диагонали матрицы T (5, 5).
13	Найти произведение суммы положительных четных чисел в главной диагонали на количество нечетных чисел побочной диагонали матрицы F (6, 6).
14	Найти сумму кратных 3 чисел главной диагонали и максимальный элемент побочной диагонали матрицы T (4, 4).
15	Найти сумму нечетных элементов главной диагонали и среднее геометрическое положительных элементов побочной диагонали матрицы K (5, 5).
16	Найти среднее арифметическое кратных 3 элементов главной диагонали и произведение отрицательных элементов побочной диагонали матрицы Y (6, 6).
17	Найти произведение четных элементов главной диагонали и количество не кратных 3 элементов побочной диагонали матрицы O (5, 5).
18	Найти сумму нечетных чисел главной диагонали и минимальный элемент побочной диагонали матрицы P (5, 5).
19	Найти произведение суммы отрицательных четных чисел в главной диагонали на количество не кратных 5 чисел побочной диагонали матрицы K (6, 6).
20	Найти сумму кратных 3 чисел главной диагонали и максимальный элемент побочной диагонали матрицы T (4, 4).

Продолжение таблицы 19

Вариант	Содержание задачи
21	Найти сумму отрицательных элементов главной диагонали и среднее геометрическое четных элементов побочной диагонали матрицы C (5, 5).
22	В матрице A (6, 6) найти произведение количества нечетных чисел в главной диагонали и суммы отрицательных четных чисел побочной диагонали.
23	Найти произведение кратных 3 элементов главной диагонали и среднее арифметическое нечетных элементов побочной диагонали матрицы Z (6, 6).
24	Найти произведение суммы кратных 5 чисел в главной диагонали на количество отрицательных чисел побочной диагонали матрицы N (5, 5).
25	Найти среднее геометрическое нечетных элементов главной диагонали и сумму четных чисел побочной диагонали матрицы C (5, 5).

10.6 Задание 10

Задача 1

Составить блок-схему и программу для решения задачи. Варианты задачи приведены в табл. 20. Матрица произвольная.

Таблица 20

Вариант	Содержание задачи
1	Найти максимальный положительный элемент каждой строки матрицы. Результат записать в массив X.
2	Найти количество чисел не кратных 3-м каждой строки матрицы. Результат записать в массив Z.
3	Найти сумму положительных элементов каждой строки матрицы. Результат записать в массив W.
4	Найти минимальный отрицательный элемент каждого столбца матрицы. Результат записать в массив Y.
5	Найти сумму нечетных чисел каждой строки матрицы. Результат записать в массив H.
6	В каждой строке матрицы найти количество отрицательных кратных 7 элементов. Результат записать в массив T.
7	В каждом столбце матрицы найти среднее арифметическое кратных 5 элементов. Результат записать в массив C.

Продолжение таблицы 20

Вариант	**Содержание задачи**
8	В каждом столбце матрицы найти произведение четных элементов, значения которых принадлежат интервалу [1, 50]. Результат записать в массив N.
9	В каждой строке матрицы найти среднее геометрическое не кратных 5 элементов. Результат записать в массив L.
10	Найти минимальный положительный элемент каждого столбца матрицы. Результат записать в массив Y.
11	В каждой строке матрицы найти среднее геометрическое положительных кратных 5 элементов. Результат записать в массив M.
12	Найти максимальный положительный элемент каждой строки матрицы. Результат записать в массив X.
13	Найти количество чисел не кратных 3-м каждой строки матрицы. Результат записать в массив Z.
14	Найти сумму положительных элементов каждой строки матрицы. Результат записать в массив W.
15	В каждой строке матрицы R (9, 5) найти среднее геометрическое не кратных 5 элементов. Результат записать в массив L.
16	Найти минимальный отрицательный элемент каждого столбца матрицы. Результат записать в массив Y.
17	Найти сумму нечетных чисел каждой строки матрицы. Результат записать в массив H.
18	В каждой строке матрицы найти количество отрицательных кратных 7 элементов. Результат записать в массив H.
19	В каждом столбце матрицы найти среднее арифметическое кратных 5 элементов. Результат записать в массив H.
20	В каждом столбце матрицы найти произведение четных элементов, значения которых принадлежат интервалу [1, 50]. Результат записать в массив N.
21	Найти минимальный элемент каждой строки матрицы. Результат записать в массив X.
22	Найти количество не кратных 5 элементов каждой строки матрицы. Результат записать в массив Z.
23	Найти сумму положительных элементов каждой строки матрицы. Результат записать в массив W.
24	Найти минимальный положительный элемент каждого столбца матрицы. Результат записать в массив Y.
25	Найти сумму нечетных чисел каждой строки матрицы. Результат записать в массив H.

Задача 2. Принятие технических решений

Принятие технического решения представляет собой выбор одного из некоторого множества рассматриваемых вариантов: E_i , $(i = \overline{1,m})$

Если мы приняли вариант технического решения E_i , то, как правило, каждому такому варианту соответствует некоторый набор внешних условий функционирования F_j , $(j = \overline{1,n})$.

Функционирование технического решения E_i в условиях Fj характеризуется числом a_{ij} – эффективностью функционирования решения i в условиях j. Таким образом, мы получим двумерный массив (табл. 21).

Таблица 21

Условие / Решение	F_1	F_2	…..	F_j	…..	F_n
E_1	a_{11}	a_{12}		a_{1j}		a_{1n}
E_2	a_{21}	a_{22}		a_{2j}		a_{2n}
…..						
E_i	a_{i1}	a_{i2}		a_{ij}		a_{in}
…..						
E_m	a_{m1}	a_{m2}		a_{mj}		a_{mn}

Инженеру необходимо, располагая двумерным массивом (a_{ij}), принять какое-то, по возможности, наиболее выгодное техническое решение E_i .

Существуют различные стратегии (решающие правила) принятия технического решения. Рассмотрим их.

1 Позиция крайнего пессимизма:

а) в каждой строке матрицы (a_{ij}) найти минимальный элемент:

$$b_i = \min_j (a_{ij})$$

Получим одномерный массив b_i , $(i = \overline{1,m})$;

б) в найденном одномерном массиве найти максимальный элемент:

$$l_r = \max_i b_i = \max_i (\min_j (a_{ij})) .$$

Номер *r* является номером технического решения с точки зрения пессимиста. Любое другое решение будет не хуже этого.

Это правило полностью исключает риск.

2 Позиция крайнего оптимизма:

а) в каждой строке матрицы (a_{ij}) ищем максимальный элемент:

$$b_i = \max_j (a_{ij}) ;$$

б) в полученном одномерном массиве ищем тоже максимальный элемент:

$$l_r = \max_i b_i = \max_i (\max_j a_{ij}) .$$

Номер *r* и является номером технического решения с точки зрения крайнего оптимиста.

3 Позиция баланса между крайним пессимизмом и крайним оптимизмом:

а) в каждой строке ищем минимальный и максимальный элемент:

$$b_i = \min_j (a_{ij}),$$

$$c_i = \max_j (a_{ij}) ;$$

б) формируем массив:

$$d_i = \frac{b_i + c_i}{2} ;$$

в) ищем

$$l_r = \max_i d_i = \max_i [(\max_i a_{ij} + \min_j a_{ij}) / 2] .$$

Номер *r* и является номером технического решения.

4 Позиция нейтралитета (усредненное решающее правило):

а) ищем среднее арифметическое каждой строки:

$$b_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^{n} a_{ij} ;$$

б) в полученном одномерном массиве ищем максимальный элемент:

$$l_r = \max_i b_i = \max_i \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} a_{ij} \right),$$

r – номер принимаемого технического решения.

5 Критерий произведений:

а) ищем произведение элементов каждой строки:

$$b_i = \quad {}_{j} \quad {}_{ij};$$

б) в полученном одномерном массиве ищем максимальный элемент:

$$l_r = \max_i b_i = \max_i \quad {}_{j} \quad {}_{ij},$$

r – номер принимаемого технического решения.

Замечание. Критерий произведений применим, если a_{ij} – положительны.

6 Критерий Байеса-Лапласа

Пусть p_j – доля (вероятность) появления внешнего состояния Fj, ясно, что $\sum_{j=1}^{n} p_j = 1$.

Тогда:

а) ищем взвешенную сумму элементов каждой строки:

$$b_i = \sum_{j=1}^{n} p_j a_{ij};$$

б) ищем

$$l_r = \max_i b_i = \max_i \left(\sum_{j=1}^{n} p_j a_{ij} \right).$$

Номер r – номер технического решения.

7 Критерий Сэвиджа:

а) ищем максимальный элемент каждого столбца:

$$c_j = \max_i a_{ij};$$

б) строим двумерный массив:

$$b_{ij} = c_j - a_{ij} = \max_i a_{ij} - a_{ij}.$$

В теории технических решений массив b_{ij} называют матрицей потерь;

в) строим одномерный массив:

$$d_i = \max_j b_{ij} = \max_j (\max_i a_{ij} - a_{ij});$$

г) $l_r = \min_i d_i$.

Номер *r* является номером принимаемого технического решения.

Условие задачи 2

На основании матрицы эффективности функционирования решения принять наиболее выгодное техническое решение. Матрица и правило принятия технического решения заданы в таблице 22.

Таблица 22

Вариант	**Матрица**	**Правило**
1		Позиция крайнего пессимизма
2		Позиция крайнего оптимизма
3	$\begin{pmatrix} 4 & 3 & 6 & 2 & 5 \\ 7 & 8 & 4 & 2 & 1 \\ 3 & 1 & 9 & 4 & 3 \\ 5 & 6 & 7 & 1 & 2 \end{pmatrix}$	Позиция баланса между крайним пессимизмом и крайним оптимизмом
4		Позиция нейтралитета
5		Критерий произведений
6		Критерий Байеса-Лапласа
7		Критерий Сэвиджа
8		Позиция крайнего пессимизма
9		Позиция крайнего оптимизма
10	$\begin{pmatrix} 6 & 2 & 5 & 3 & 4 \\ 5 & 9 & 3 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 8 & 3 & 4 \\ 6 & 5 & 8 & 2 & 1 \end{pmatrix}$	Позиция баланса между крайним пессимизмом и крайним оптимизмом
11		Позиция нейтралитета
12		Критерий произведений
13		Критерий Байеса-Лапласа
14		Критерий Сэвиджа

Продолжение таблицы 22

Вариант	Матрица	Правило
15	$\begin{pmatrix} 6 & 5 & 3 & 4 & 7 \\ 6 & 7 & 3 & 1 & 2 \\ 4 & 1 & 8 & 5 & 2 \\ 4 & 5 & 6 & 1 & 3 \end{pmatrix}$	Позиция крайнего пессимизма
16		Позиция крайнего оптимизма
17		Позиция баланса между крайним пессимизмом и крайним оптимизмом
18		Позиция нейтралитета
19		Критерий произведений
20		Критерий Байеса-Лапласа
21		Критерий Сэвиджа
22	$\begin{pmatrix} 2 & 1 & 3 & 4 & 6 \\ 5 & 7 & 3 & 1 & 2 \\ 4 & 2 & 6 & 8 & 1 \\ 3 & 6 & 8 & 3 & 4 \end{pmatrix}$	Позиция крайнего пессимизма
23		Позиция крайнего оптимизма
24		Позиция баланса между крайним пессимизмом и крайним оптимизмом
25		Позиция нейтралитета

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Грызлов В. И. Турбо Паскаль 7.0 / В. И. Грызлов, Т. П. Грызлова. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: ДМК, 2000. – 416 с.

2 Зеленяк О. П. Практикум программирования на Turbo Pascal. Задачи, алгоритмы и решения. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб: ДиаСофтЮП, 2002. – 320 с.

3 Климова Л. М. PASCAL 7.0. Практическое программирование. Решение типовых задач. – М.: КУДИЦ-ОБРАЗ, 2000. – 528 с.

4 Культин Н. Turbo Pascal в задачах и примерах. – СПб: БХВ-Петербург, 2002. – 256 с.

5 Немнюгин С. Turbo Pascal. – СПб: Питер, 2002. – 496 с.

6 Немнюгин С. Turbo Pascal. Практикум: Учебное пособие. – СПб: Питер, 2003. – 256 с.

7 Ставровский А. Турбо Паскаль 7.0: Учебник. – К.: Издательская группа ВНУ, 2000. – 400 с.

8 Фаронов В. В. Турбо Паскаль 7.0. Начальный курс: Учеб. пособие. – 7-е изд., перераб. – М.: Нолидж, 2001. – 575 с.

Навчальне видання

МЕДВЕДЄВА Ольга Анатоліївна,
ГЕТЬМАН Ірина Анатоліївна

Мова програмування PASCAL

Навчально-методичний посібник
до самостійної роботи студентів
з дисципліни
«ІНФОРМАТИКА»
(*Російською мовою*)

Редактор О. М. Болкова
Комп’ютерна верстка О. П. Ордіна

/2006. Підп. до друку Формат 60x84/16.
Папір офсетний. Ум. друк.арк. 5,35. Обл.-вид. арк. .
Тираж 150 прим. Зам. №

Видавець і виготівник
«Донбаська державна машинобудівна академія»
84313, м. Краматорськ, вул. Шкадінова, 72.
Свідоцтво про внесення суб’єкта видавничої справи
до Державного реєстру
серія ДК №1633 від 24.12.03.