Глава 2
ОСНОВЫ АЛГОРИТМИЗАЦИИ

§ 2.1
Алгоритмы и исполнители

Ключевые слова:

- алгоритм
- свойства алгоритма
  - дискретность
  - понятность
  - определённость
  - результативность
  - массовость
- исполнитель
- характеристики исполнителя
  - круг решаемых задач
  - среда
  - режим работы
  - система команд
- формальное исполнение алгоритма

2.1.1. Понятие алгоритма

Каждый человек в повседневной жизни, в учёбе или на работе решает огромное количество задач самой разной сложности. Сложные задачи требуют длительных размышлений для нахождения решения; простые и привычные задачи человек решает не задумываясь, автоматически. В большинстве случаев решение каждой задачи можно разбить на простые этапы (шаги). Для многих таких задач (установка программного обеспечения, сборка шкафа, создание сай-

та, эксплуатация технического устройства, покупка авиабилета через Интернет и т. д.) уже разработаны и предлагаются пошаговые инструкции, при последовательном выполнении которых можно прийти к желаемому результату.

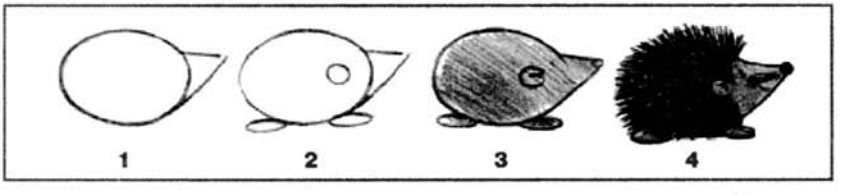
Пример 1. Задача «Найти среднее арифметическое двух чисел» решается в три шага:

1) задумать два числа;
2) сложить два задуманных числа;
3) полученную сумму разделить на 2.

Пример 2. Задача «Внести деньги на счёт телефона» подразделяется на следующие шаги:

1) подойти к терминалу по оплате платежей;
2) выбрать оператора связи;
3) ввести номер телефона;
4) проверить правильность введённого номера;
5) вставить денежную купюру в купюроприёмник;
6) дождаться сообщения о зачислении денег на счёт;
7) получить чек.

Пример 3. Этапы решения задачи «Нарисовать весёлого ёжика» представлены графически:



Нахождение среднего арифметического, внесение денег на телефонный счёт и рисование ежа — на первый взгляд совершенно разные процессы. Но у них есть общая черта: каждый из этих процессов описывается последовательностями кратких указаний, точное следование которым позволяет получить требуемый результат. Последовательности указаний, приведённые в примерах 1–3, являются алгоритмами решения соответствующих задач. Исполнитель этих алгоритмов — человек.

Алгоритм может представлять собой описание некоторой последовательности вычислений (пример 1) или шагов нематематического характера (примеры 2–3). Но в любом случае перед его разработкой должны быть чётко определены начальные условия (исходные

данные) и то, что предстоит получить (результат). Можно сказать, что **алгоритм** — это описание последовательности шагов в решении задачи, приводящих от исходных данных к требуемому результату.

В общем виде схему работы алгоритма можно представить следующим образом (рис. 2.1).

Рис. 2.1. Общая схема работы алгоритма

Алгоритмами являются изучаемые в школе правила сложения, вычитания, умножения и деления чисел, многие грамматические правила, правила геометрических построений и т. д.

Анимации «Работа с алгоритмом» (193576), «Наибольший общий делитель» (170363), «Наименьшее общее кратное» (170390) помогут вам вспомнить некоторые алгоритмы, изученные на уроках русского языка и математики (http://sc.edu.ru/).

Пример 4. Некоторый алгоритм приводит к тому, что из одной цепочки символов получается новая цепочка следующим образом:

1. Вычисляется длина (в символах) исходной цепочки символов.
2. Если длина исходной цепочки нечётна, то к исходной цепочке справа приписывается цифра 1, иначе цепочка не изменяется.
3. Символы попарно меняются местами (первый — со вторым, третий — с четвёртым, пятый — с шестым и т. д).
4. Справа к полученной цепочке приписывается цифра 2.

Получившаяся таким образом цепочка является результатом работы алгоритма.

Так, если исходной была цепочка A#B, то результатом работы алгоритма будет цепочка #A1B2, а если исходной цепочкой была АБВ@, то результатом работы алгоритма будет цепочка БА@В2.

2.1.2. Исполнитель алгоритма

Каждый алгоритм предназначен для определённого исполнителя.

Исполнитель — это некоторый объект (человек, животное, техническое устройство), способный выполнять определённый набор команд.

Различают формальных и неформальных исполнителей. Формальный исполнитель одну и ту же команду всегда выполняет одинаково. Неформальный исполнитель может выполнять команду по-разному.

Рассмотрим более подробно множество формальных исполнителей. Формальные исполнители необычайно разнообразны, но для каждого из них можно указать следующие характеристики: круг решаемых задач (назначение), среду, систему команд и режим работы.

Круг решаемых задач. Каждый исполнитель создаётся для решения некоторого круга задач — построения цепочек символов, выполнения вычислений, построения рисунков на плоскости и т. д.

Среда исполнителя. Область, обстановку, условия, в которых действует исполнитель, принято называть средой данного исполнителя. Исходные данные и результаты любого алгоритма всегда принадлежат среде того исполнителя, для которого предназначен алгоритм.

Система команд исполнителя. Предписание исполнителю о выполнении отдельного законченного действия называется **командой.** Совокупность всех команд, которые могут быть выполнены некоторым исполнителем, образует систему команд данного исполнителя (СКИ). Алгоритм составляется с учётом возможностей конкретного исполнителя, иначе говоря, в системе команд исполнителя, который будет его выполнять.

Режимы работы исполнителя. Для большинства исполнителей предусмотрены *режимы непосредственного управления* и *программного управления.* В первом случае исполнитель ожидает команд от человека и каждую поступившую команду немедленно выполняет. Во втором случае исполнителю сначала задаётся полная последовательность команд (программа), а затем он выполняет все эти команды в автоматическом режиме. Ряд исполнителей работает только в одном из названных режимов.

Рассмотрим примеры исполнителей.

Пример 5. Исполнитель **Черепашка** перемещается на экране компьютера, оставляя след в виде линии. Система команд Черепашки состоит из следующих команд:

`Вперёд n` (где *n* — целое число) — вызывает передвижение Черепашки на *n* шагов в направлении движения — в том направлении, куда развёрнуты её голова и корпус;

Направо m **(где** m **— целое число) — вызывает изменение направления движения Черепашки на** m **градусов по часовой стрелке.**

Запись Повтори k [<Команда1> <Команда2> … <Командаn>] **означает, что последовательность команд в скобках повторится** k **раз.**

Подумайте, какая фигура появится на экране после выполнения Черепашкой следующего алгоритма.

```
Повтори 12 [Направо 45 Вперёд 20 Направо 45]
```

Пример 6. Система команд исполнителя Вычислитель состоит из двух команд, которым присвоены номера:

1 — вычти 1
2 — умножь на 3

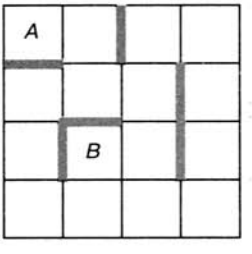
Первая из них уменьшает число на 1, вторая увеличивает число в 3 раза. При записи алгоритмов для краткости указываются лишь номера команд. Например, алгоритм 21212 означает следующую последовательность команд:

```
умножь на 3
вычти 1
умножь на 3
вычти 1
умножь на 3
```

С помощью этого алгоритма число 1 будет преобразовано в 15: $((1 \cdot 3 - 1) \cdot 3 - 1) \cdot 3 = 15$.

Пример 7. Исполнитель Робот действует на клетчатом поле, между соседними клетками которого могут стоять стены. Робот передвигается по клеткам поля и может выполнять следующие команды, которым присвоены номера:

1 — вверх
2 — вниз
3 — вправо
4 — влево



При выполнении каждой такой команды Робот перемещается в соседнюю клетку в указанном направлении. Если же в этом направлении между клетками стоит стена, то Робот разрушается.

Что произойдёт с Роботом, если он выполнит последовательность команд 32323 (здесь цифры обозначают номера команд), начав движение из клетки *A*? Какую последовательность команд следует выполнить Роботу, чтобы переместиться из клетки *A* в клетку *B*, не разрушившись от встречи со стенами?

При разработке алгоритма:

1) выделяются фигурирующие в задаче объекты, устанавливаются свойства объектов, отношения между объектами и возможные действия с объектами;
2) определяются исходные данные и требуемый результат;
3) определяется последовательность действий исполнителя, обеспечивающая переход от исходных данных к результату;
4) последовательность действий записывается с помощью команд, входящих в систему команд исполнителя.

Можно сказать, что алгоритм — модель деятельности исполнителя алгоритмов.

2.1.3. Свойства алгоритма

Не любая инструкция, последовательность предписаний или план действий может считаться алгоритмом. Каждый алгоритм обязательно обладает следующими свойствами: дискретность, понятность, определённость, результативность и массовость.

Свойство дискретности означает, что путь решения задачи разделён на отдельные шаги (действия). Каждому действию соответствует предписание (команда). Только выполнив одну команду, исполнитель может приступить к выполнению следующей команды.

Свойство понятности означает, что алгоритм состоит только из команд, входящих в систему команд исполнителя, т. е. из таких команд, которые исполнитель может воспринять и по которым может выполнить требуемые действия.

Свойство определённости означает, что в алгоритме нет команд, смысл которых может быть истолкован исполнителем неоднозначно; недопустимы ситуации, когда после выполнения очередной команды исполнителю неясно, какую команду выполнять следующей. Благодаря этому результат алгоритма однозначно определяется набором исходных данных: если алгоритм несколько раз применяется к одному и тому же набору исходных данных, то на выходе всегда получается один и тот же результат.

Свойство результативности означает, что алгоритм должен обеспечивать получение результата после конечного, возможно, очень большого, числа шагов. При этом результатом считается не только

обусловленный постановкой задачи ответ, но и вывод о невозможности продолжения по какой-либо причине решения данной задачи.

Свойство массовости означает, что алгоритм должен обеспечивать возможность его применения для решения любой задачи из некоторого класса задач. Например, алгоритм нахождения корней квадратного уравнения должен быть применим к любому квадратному уравнению, алгоритм перехода улицы должен быть применим в любом месте улицы, алгоритм приготовления лекарства должен быть применим для приготовления любого его количества и т. д.

Пример 8. Рассмотрим один из методов нахождения всех простых чисел, не превышающих некоторое натуральное число n. Этот метод называется «решето Эратосфена» по имени предложившего его древнегреческого учёного Эратосфена (III в. до н. э.).

Для нахождения всех простых чисел, не больших заданного числа n, следуя методу Эратосфена, нужно выполнить следующие шаги:

1) выписать подряд все натуральные числа от 2 до n (2, 3, 4, ..., n);
2) заключить в рамку 2 — первое простое число;
3) вычеркнуть из списка все числа, делящиеся на последнее найденное простое число;
4) найти первое неотмеченное число (отмеченные числа — зачёркнутые числа или числа, заключённые в рамку) и заключить его в рамку — это будет очередное простое число;
5) повторять шаги 3 и 4 до тех пор, пока не останется неотмеченных чисел.

Более наглядное представление о методе нахождения простых чисел вы сможете получить с помощью размещённой в Единой коллекции цифровых образовательных ресурсов анимации «Решето Эратосфена» (180279).

Рассмотренная последовательность действий является алгоритмом, так как она удовлетворяет свойствам:

- дискретности — процесс нахождения простых чисел разбит на шаги;
- понятности — каждая команда понятна ученику 8 класса, выполняющему этот алгоритм;
- определённости — каждая команда трактуется и выполняется исполнителем однозначно; имеются указания об очерёдности выполнения команд;
- результативности — через некоторое число шагов достигается результат;

- массовости — последовательность действий применима для любого натурального n.

Рассмотренные свойства алгоритма позволяют дать более точное определение алгоритма.

Алгоритм — это предназначенное для конкретного исполнителя описание последовательности действий, приводящих от исходных данных к требуемому результату, которое обладает свойствами дискретности, понятности, определённости, результативности и массовости.

2.1.4. Возможность автоматизации деятельности человека

Разработка алгоритма — как правило, трудоёмкая задача, требующая от человека глубоких знаний, изобретательности и больших временны́х затрат.

Решение задачи по готовому алгоритму требует от исполнителя только строгого следования заданным предписаниям.

Пример 9. Из кучки, содержащей любое, большее трёх, количество каких-либо предметов, двое играющих по очереди берут по одному или по два предмета. Выигрывает тот, кто своим очередным ходом сможет забрать все оставшиеся предметы.

Рассмотрим алгоритм, следуя которому первый игрок наверняка обеспечит себе выигрыш.

1. Если число предметов в кучке кратно 3, то уступить ход противнику, иначе начать игру, взяв 1 или 2 предмета так, чтобы осталось количество предметов, кратное 3.
2. Своим очередным ходом каждый раз дополнять число предметов, взятых соперником, до 3 (число оставшихся предметов должно быть кратно 3).

Исполнитель может не вникать в смысл того, что он делает, и не рассуждать, почему он поступает так, а не иначе, т. е. он может действовать формально. Способность исполнителя действовать формально обеспечивает возможность автоматизации деятельности человека. Для этого:

1) процесс решения задачи представляется в виде последовательности простейших операций;
2) создаётся машина (автоматическое устройство), способная выполнять эти операции в последовательности, заданной в алгоритме;

3) человек освобождается от рутинной деятельности, выполнение алгоритма поручается автоматическому устройству.

САМОЕ ГЛАВНОЕ

Исполнитель — некоторый объект (человек, животное, техническое устройство), способный выполнять определённый набор команд.

Формальный исполнитель одну и ту же команду всегда выполняет одинаково. Для каждого формального исполнителя можно указать: круг решаемых задач, среду, систему команд и режим работы.

Алгоритм — предназначенное для конкретного исполнителя описание последовательности действий, приводящих от исходных данных к требуемому результату, которое обладает свойствами дискретности, понятности, определённости, результативности и массовости.

Способность исполнителя действовать формально обеспечивает возможность автоматизации деятельности человека.

Вопросы и задания

1. Ознакомьтесь с материалами презентации к параграфу, содержащейся в электронном приложении к учебнику. Дополняет ли презентация информацию, содержащуюся в тексте параграфа? Какими слайдами вы могли бы дополнить презентацию?
2. Что называют алгоритмом?
3. Подберите синонимы к слову «предписание».
4. Приведите примеры алгоритмов, изучаемых вами в школе.
5. Кто может быть исполнителем алгоритма?
6. Приведите пример формального исполнителя. Приведите пример, когда человек выступает в роли формального исполнителя.
7. От чего зависит круг решаемых задач исполнителя «компьютер»?
8. Рассмотрите в качестве исполнителя текстовый процессор, имеющийся на вашем компьютере. Охарактеризуйте круг решаемых этим исполнителем задач и его среду.
9. Что такое команда, система команд исполнителя?

10. Какие команды должны быть у робота, выполняющего функции: а) кассира в магазине; б) дворника; в) охранника?

11. Перечислите основные свойства алгоритма.

12. К чему может привести отсутствие какого-либо свойства у алгоритма? Приведите примеры.

13. В чём важность возможности формального исполнения алгоритма?

14. Последовательность чисел строится по следующему алгоритму: первые два числа последовательности принимаются равными 1; каждое следующее число последовательности принимается равным сумме двух предыдущих чисел. Запишите 10 первых членов этой последовательности. Выясните, как называется эта последовательность.

15. Некоторый алгоритм получает из одной цепочки символов новую цепочку следующим образом. Сначала записывается исходная цепочка символов, после нее записывается исходная цепочка символов в обратном порядке, затем записывается буква, следующая в русском алфавите за той буквой, которая в исходной цепочке стояла на последнем месте. Если в исходной цепочке на последнем месте стоит буква «Я», то в качестве следующей буквы записывается буква «А». Получившаяся цепочка является результатом работы алгоритма. Например, если исходная цепочка символов была «ДОМ», то результатом работы алгоритма будет цепочка «ДОММОДН». Дана цепочка символов «КОМ». Сколько букв «О» будет в цепочке символов, которая получится, если применить алгоритм к данной цепочке, а затем ещё раз применить алгоритм к результату его работы?

16. Найдите в сети Интернет анимацию шагов алгоритма Эратосфена. С помощью алгоритма Эратосфена найдите все простые числа, не превышающие 50.

17. Что будет результатом исполнения Черепашкой (см. пример 5) алгоритма?

```
Повтори 8 [Направо 45 Вперёд 45]
```

18. Запишите алгоритм для исполнителя Вычислитель (см. пример 6), содержащий не более 5 команд:

а) получения из числа 3 числа 16;

б) получения из числа 1 числа 25.

19. **Система команд исполнителя Конструктор состоит из двух команд, которым присвоены номера:**

1 — `приписать 2`

2 — `разделить на 2`

По первой из них к числу приписывается справа 2, по второй число делится на 2. Как будет преобразовано число 8, если исполнитель выполнит алгоритм 22212? Составьте алгоритм в системе команд этого исполнителя, по которому число 1 будет преобразовано в число 16 (в алгоритме должно быть не более 5 команд).

20. **В какой клетке должен находиться исполнитель Робот (пример 7), чтобы после выполнения алгоритма 3241 в неё же и вернуться?**

§ 2.2
Способы записи алгоритмов

Ключевые слова:
- **словесное описание**
- **построчная запись**
- **блок-схема**
- **школьный алгоритмический язык**

Существуют различные способы записи алгоритмов. Основными среди них являются:
- **словесные;**
- **графические;**
- **на алгоритмических языках.**

Теоретические исследования нашего соотечественника Андрея Андреевича Маркова (младшего) (1903–1979), выполненные в середине прошлого века, показали, что в общем случае алгоритмы должны содержать предписания двух видов:

1) предписания, направленные на непосредственное преобразование информации (функциональные операторы);

2) предписания, определяющие дальнейшее направление действий (логические операторы).

Именно эти операторы положены в основу большинства способов записи алгоритмов.

2.2.1. Словесные способы записи алгоритма

Словесное описание. Самой простой является запись алгоритма в виде набора высказываний на обычном разговорном языке. Сло-

весное описание имеет минимум ограничений и является наименее формализованным. Однако все разговорные языки обладают неоднозначностью, поэтому могут возникнуть различные толкования текста алгоритма, заданного таким образом. Алгоритм в словесной форме может оказаться очень объёмным и трудным для восприятия.

Пример 1. Словесное описание алгоритма нахождения наибольшего общего делителя (НОД) пары натуральных чисел (алгоритм Евклида).

Чтобы найти НОД двух чисел, составьте таблицу из двух столбцов и назовите столбцы X и Y. Запишите первое из заданных чисел в столбец X, а второе — в столбец Y. Если данные числа не равны, замените большее из них на результат вычитания из большего числа меньшего. Повторяйте такие замены до тех пор, пока числа не окажутся равными, после чего число из столбца X считайте искомым результатом.

Построчная запись. Это запись на естественном языке, но с соблюдением некоторых дополнительных правил:

- каждое предписание записывается с новой строки;
- предписания (шаги) алгоритма нумеруются;
- исполнение алгоритма происходит в порядке возрастания номеров шагов, начиная с первого (если не встречается никаких специальных указаний).

Кроме слов естественного языка предписания могут содержать математические выражения и формулы.

Пример 2. Построчная запись алгоритма Евклида.

1. Обозначить первое из заданных чисел X, второе обозначить Y.
2. Если $X = Y$, то перейти к п. 8.
3. Если $X > Y$, то перейти к п. 4, иначе перейти к п. 6.
4. Заменить X на $X - Y$.
5. Перейти к п. 2.
6. Заменить Y на $Y - X$.
7. Перейти к п. 2.
8. Считать X искомым результатом.

Построчная запись алгоритма позволяет избежать ряда неопределённостей; её восприятие не требует дополнительных знаний.

Вместе с тем использование построчной записи требует от человека большого внимания.

2.2.2. Блок-схемы

Наилучшей наглядностью обладают графические способы записи алгоритмов; самый распространённый среди них — блок-схема.

Блок-схема представляет собой графический документ, дающий представление о порядке работы алгоритма. Здесь предписания изображаются с помощью различных геометрических фигур, а последовательность выполнения шагов указывается с помощью линий, соединяющих эти фигуры. Направления линий связи *слева направо* и *сверху вниз* считаются стандартными, соответствующие им линии связи можно изображать *без стрелок*. Линии связи *справа налево* и *снизу вверх* изображаются *со стрелками*.

Рассмотрим некоторые условные обозначения, применяемые в блок-схемах.

Выполнение алгоритма всегда начинается с блока начала и оканчивается при переходе на блок конца (рис. 2.2, *а*). Из начального блока выходит одна линия связи; в конечный блок входит одна линия связи.

Внутри блока данных (рис. 2.2, *б*) перечисляются величины, значения которых должны быть введены (исходные данные) или выведены (результаты) в данном месте схемы. В блок данных входит одна линия связи, и из блока исходит одна линия связи.

В блоке обработки данных (рис. 2.2, *в*) содержится описание тех действий, которые должны быть выполнены при переходе на этот блок (выполнение определённой операции или группы операций, приводящее к изменению значения, формы или размещения информации). В блок обработки данных входит одна линия связи, и из блока исходит одна линия связи.

Проверка условия изображается с помощью блока принятия решения, внутри которого записывается это условие (рис. 2.2, *г*). В блок принятия решения входит одна линия, а выходят две линии, около которых записываются результаты проверки условия.

Комментарии (рис. 2.2, *д*) используются для добавления пояснительных записей, делающих блок-схему более понятной.

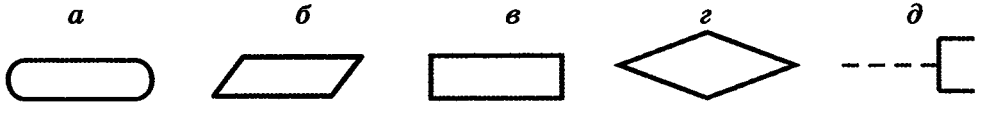


Рис. 2.2. Обозначения на блок-схемах

Пример 3. Запись алгоритма Евклида с помощью блок-схемы (рис. 2.3).

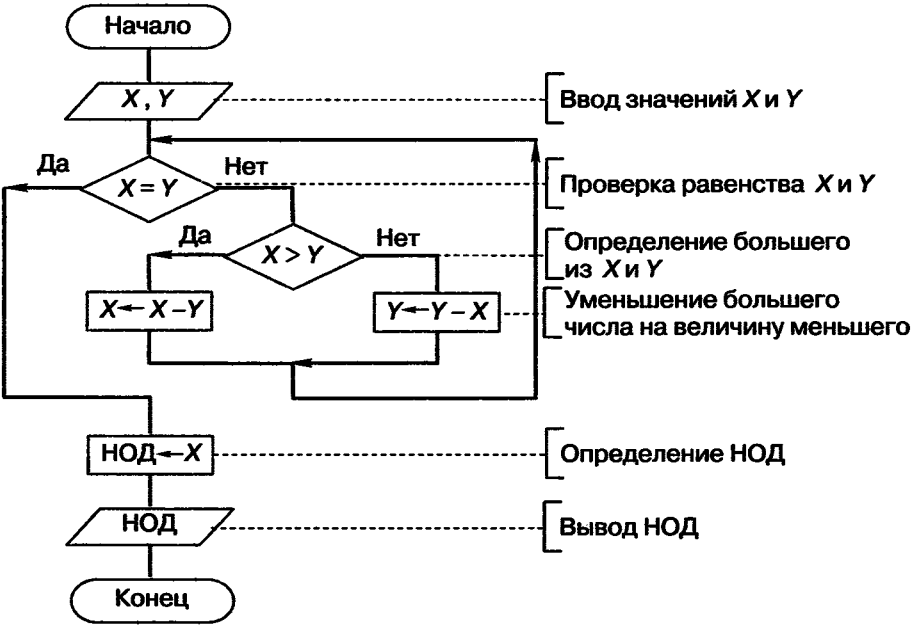


Рис. 2.3. Запись алгоритма Евклида с помощью блок-схемы

Создание детальной блок-схемы сложного алгоритма — трудоёмкая задача. Кроме того, блок-схема, не умещающаяся на одном стандартном листе, теряет своё основное преимущество — наглядность. При разработке сложных алгоритмов блок-схемы удобно использовать в качестве средства для наглядного представления решения задачи в общем виде.

2.2.3. Алгоритмические языки

Алгоритмические языки — формальные языки, предназначенные для записи алгоритмов. Каждый из них характеризуется:

- алфавитом — набором используемых символов;
- синтаксисом — системой правил, по которым из символов алфавита образуются правильные конструкции языка;
- семантикой — системой правил, строго определяющей смысл и способ употребления конструкций языка.

Класс алгоритмических языков очень широк. При изучении курса информатики в школах используются различные версии школьного (учебного) алгоритмического языка.

Школьный алгоритмический язык. Для записи алгоритмов на школьном алгоритмическом языке используется некоторое ограниченное множество слов, смысл и способ употребления которых заданы раз и навсегда. Это так называемые служебные слова: **алг** (алгоритм), **дано**, **надо**, **нач** (начало), **кон** (конец), **арг** (аргумент), **рез** (результат) и др. При записи алгоритмов в книгах служебные слова выделяются жирным шрифтом, в тетради и на доске — подчёркиванием.

В общем виде программу на школьном алгоритмическом языке можно представить так:

```
алг <название алгоритма>
нач
  <последовательность команд>
кон
```

Пример 4. Алгоритм, позволяющий из полного сосуда ёмкостью 12 л отлить половину, пользуясь двумя пустыми сосудами ёмкостью 8 и 5 л.

```
алг переливания
нач
  наполнить сосуд ёмкостью 8 л из сосуда ёмкостью 12 л
  наполнить сосуд ёмкостью 5 л из сосуда ёмкостью 8 л
  вылить всё из сосуда ёмкостью 5 л в сосуд ёмкостью 12 л
  вылить всё из сосуда ёмкостью 8 л в сосуд ёмкостью 5 л
  наполнить сосуд ёмкостью 8 л из сосуда ёмкостью 12 л
  долить из сосуда ёмкостью 8 л в сосуд ёмкостью 5 л
  вылить всё из сосуда ёмкостью 5 л в сосуд ёмкостью 12 л
кон
```

По ссылке http://www.niisi.ru/kumir/ вы можете скачать систему КуМир (Комплект учебных Миров), в которой используется школьный алгоритмический язык, со встроенными исполнителями Робот, Чертёжник, Водолей и др. Кумир работает в операционных системах Windows и Linux.

Далее, говоря об алгоритмическом языке, мы будем иметь в виду именно школьный алгоритмический язык.

САМОЕ ГЛАВНОЕ

Существуют различные способы записи алгоритмов: словесное описание, построчная запись, блок-схемы, школьный алгоритмический язык и др. Каждый из этих способов обладает своими достоинствами и недостатками.

Вопросы и задания

1. Ознакомьтесь с материалами презентации к параграфу, содержащейся в электронном приложении к учебнику. Что вы можете сказать о формах представления информации в презентации и в учебнике? Какими слайдами вы могли бы дополнить презентацию?
2. Каковы основные способы записи алгоритмов?
3. Чем вызвано существование многих способов записи алгоритмов?
4. Дайте словесное описание алгоритма сложения двух обыкновенных дробей a/b и c/d.
5. Представьте в виде построчной записи алгоритм решения следующей задачи: «Имеются четыре арбуза различной массы. Как, пользуясь чашечными весами без гирь, путём не более пяти взвешиваний расположить их по возрастанию веса?».
6. Представьте с помощью блок-схемы алгоритм решения следующей задачи: «Из трёх монет одинакового достоинства одна фальшивая (более лёгкая). Как её найти с помощью одного взвешивания на чашечных весах без гирь?».
7. Запишите на алгоритмическом языке алгоритм построения окружности заданного радиуса r, проходящей через заданные точки A и B.
8. В среде КуМир запишите и выполните алгоритм переливаний (пример 4) для исполнителя Водолей.
9. Подготовьте краткую биографическую справку о Маркове А. А. (младшем).

§ 2.3
Объекты алгоритмов

Ключевые слова:

- величина
- константа
- переменная
- тип
- имя
- присваивание
- выражение
- таблица

2.3.1. Величины

Алгоритмы описывают последовательность действий, производимых над некоторыми объектами, определёнными условием задачи. Например, при решении задачи о начислении зарплаты сотрудникам предприятия такими объектами могут быть табельный номер сотрудника, его фамилия, имя, отчество, оклад, отработанное время и т. д.

В информатике отдельный информационный объект (число, символ, строка, таблица и др.) называется **величиной**.

Величины делятся на постоянные (константы) и переменные. **Постоянной (константой)** называется величина, значение которой указывается в тексте алгоритма и не меняется в процессе его исполнения. **Переменной** называется величина, значение которой меняется в процессе исполнения алгоритма. При исполнении алгоритма в каждый момент времени переменная обычно имеет значение, называемое текущим значением.

Пример 1. Величины, выражающие количество дней в неделе, ускорение свободного падения, количество дней в первой декаде месяца, являются константами. Величины, выражающие количество дней в месяце, пульс человека, количество дней в третьей декаде месяца, являются переменными.

В алгоритмах над величинами выполняются некоторые операции. Например:

- арифметические операции +, –, * (умножение), / (деление);
- операции отношения <, >, <=, >=, =, ;
- логические операции И, ИЛИ, НЕ.

Объекты, над которыми выполняются операции, называются операндами. Не всякий объект может быть операндом для выполнения любой операции. Например, текст не может быть объектом для выполнения арифметических операций; отрицательное число не может быть операндом для извлечения квадратного корня и т. д.

Множество величин, объединённых определённой совокупностью допустимых операций, называют величинами определённого **типа**. При составлении алгоритмов используют величины числового (целого и вещественного), символьного, литерного и логического типов.

В математике и физике оперируют числовыми величинами — натуральными, целыми, действительными числами. При составлении алгоритмов чаще всего используют числовые величины целого и вещественного[1] типов, которые в алгоритмическом языке обозначаются **цел** и **вещ** соответственно.

В задачах, возникающих в повседневной жизни, встречаются и нечисловые величины, значениями которых являются символы, слова, тексты и др. При составлении алгоритмов обработки текстовой информации используют величины символьного (**сим**) и литерного (**лит**) типов. Значением символьной величины является один символ: русская или латинская буква, цифра, знак препинания или другой символ. Значением литерной величины является последовательность символов. Иногда эту последовательность называют строкой или цепочкой. Литерные значения в алгоритме записывают в кавычках, например: 'алгоритм', 'литерная величина', '2011'.

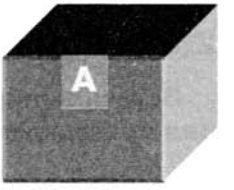
Величины логического (**лог**) типа могут принимать всего два значения:

- ДА (ИСТИНА, TRUE, 1);
- НЕТ (ЛОЖЬ, FALSE, 0).

---

[1] Термин «вещественный» принято использовать наряду с термином «действительный».

Для ссылок на величины используют их **имена** (идентификаторы). Имя величины может состоять из одной или нескольких латинских букв, из латинских букв и цифр: *A*1, *M*, *AP*. Рекомендуется выбирать мнемонические имена, т. е. имена, отражающие суть объектов решаемой задачи, например, *SUMMA*, *PLAN*, *CENA* и т. д.



Если величину представить как ящик, содержимым которого является некоторое значение, то имя величины — это ярлык, повешенный на ящик.

2.3.2. Выражения

Выражение — языковая конструкция для вычисления значения с помощью одного или нескольких операндов.

Выражения состоят из операндов (констант, переменных, функций), объединённых знаками операций. Выражения записываются в виде линейных последовательностей символов (без подстрочных и надстрочных символов, обыкновенных дробей и т. д.); знаки операций пропускать нельзя. Порядок выполнения операций определяется скобками и приоритетом (старшинством) операций; операции одинакового приоритета выполняются слева направо.

Различают арифметические, логические и строковые выражения.

Арифметические выражения служат для определения числового значения. Например, `2*x+3` — арифметическое выражение, значение которого при $x = 1$ равно пяти, а при $x = -1$ — единице. Выражение `sqrt(x)` служит для обозначения операции извлечения квадратного корня из x ($\sqrt{x}$).

Логические выражения описывают некоторые условия, которые могут удовлетворяться или не удовлетворяться. Логическое выражение может принимать одно из двух значений — ИСТИНА или ЛОЖЬ. Например, логическое выражение `(x > 5)` **и** `(x < 10)` определяет принадлежность точки x интервалу (5; 10):

При $x = 6$ значение этого выражения — ИСТИНА, а при $x = 12$ — ЛОЖЬ.

Строковые выражения состоят из величин (констант, переменных) символьного и литерного типов, соответствующих функций и операций сцепления (присоединения). Операция сцепления обозначается знаком «+» и позволяет соединить в одну последовательность несколько последовательностей символов. Значениями стро-

ковых выражений являются последовательности символов. Например, если *A* = 'том', то значение строкового выражения 'а'+*A* есть 'атом'.

2.3.3. Команда присваивания

Задать конкретное значение величины можно с помощью операции присваивания, которая записывается так:

```
<имя переменной> := <выражение>
```

Знак «:=» читается: «присвоить». Например, запись `A := B + 5` читается так: «переменной *A* присвоить значение выражения *B* плюс 5».

Знаки присваивания «:=» и равенства «=» — разные знаки:

- знак «=» означает равенство двух величин, записанных по обе стороны от этого знака;
- знак «:=» предписывает выполнение операции присваивания.

Например, запись `A := A + 1` выражает не равенство значений *A* и *A* + 1, а указание увеличить значение переменной *A* на единицу.

При выполнении команды присваивания сначала вычисляется значение выражения, стоящего справа от знака «:=», затем результат присваивается переменной, стоящей слева от знака «:=». При этом тип выражения должен быть совместим с типом соответствующей переменной.

Свойства присваивания:

1) пока переменной не присвоено значение, она остаётся неопределённой;
2) значение, присвоенное переменной, сохраняется в ней вплоть до выполнения следующего присваивания этой переменной нового значения;
3) если мы присваиваем некоторой переменной очередное значение, то предыдущее её значение теряется безвозвратно.

Пример 2. Составим алгоритм, в результате которого переменные *A* и *B* литерного типа обменяются своими значениями.

Решение вида

```
A:=B
B:=A
```

неверно, так как после выполнения первой команды присваивания первоначальное значение переменной *A* будет безвозвратно утеряно. Вторая команда присвоит переменной *B* текущее значение переменной *A*. В результате обе переменные получат одно и то же значение.

Для поиска правильного решения воспользуемся аналогией. Если требуется перелить жидкость из сосуда 1 в сосуд 2, а из сосуда 2 — в сосуд 1, то без дополнительного сосуда 3 здесь не обойтись. Алгоритм переливаний представлен на рис. 2.4.

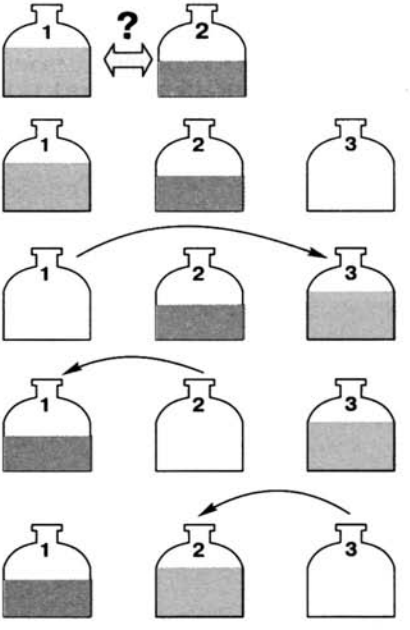


Рис. 2.4. Алгоритм переливаний жидкостей

Для решения исходной задачи введём промежуточную переменную *M*. Алгоритм обмена значениями переменных *A* и *B* запишем так:

```
алг обмен значениями (лит A, B)
   арг A, B
   рез A, B
нач лит M
   M:=A
   A:=B
   B:=M
кон
```

Если *A* и *B* — числовые величины, то обмен их значениями можно организовать и без промежуточной переменной, например так:

```
A:=A+B
B:=A-B
A:=A-B
```

2.3.4. Табличные величины

В практической деятельности человек часто использует всевозможные таблицы. Это, например, список учащихся в классном журнале, табель успеваемости, таблица результатов спортивных соревнований и т. д. Чаще всего встречаются линейные и прямоугольные таблицы.

Линейная таблица (одномерный массив) представляет собой набор однотипных данных, записанных в одну строку или один столбец. Элементы строки (столбца) всегда нумеруются. Например, с помощью линейной таблицы могут быть представлены дни недели (рис. 2.5, *а*) или количество уроков, пропущенных учеником в течение 5-дневной учебной недели (рис. 2.5, *б*).

а

1	Понедельник
2	Вторник
3	Среда
4	Четверг
5	Пятница
6	Суббота
7	Воскресенье

б

	1	2	3	4	5
Васечкин	6	6	1	0	0

Рис. 2.5. Примеры линейных таблиц

Прямоугольная таблица (двумерный массив) — это упорядоченный некоторым образом набор строк (столбцов), содержащих одинаковое количество элементов. Строки прямоугольных таблиц имеют свою нумерацию, столбцы — свою. Например, с помощью прямоугольной таблицы можно представить количество уроков, пропущенных всеми учениками 8 класса в течение 5-дневной учебной недели (рис. 2.6).

	1	2	3	4	5
1. Васечкин	6	6	1	0	0
2. Ионов	0	0	0	0	6
3. Радугина	0	0	1	0	0
...	...	...	...	...	...
19. Чабанюк	0	0	0	0	0

Рис. 2.6. Пример прямоугольной таблицы

Всей совокупности элементов табличной величины даётся одно имя. Элементы различают по их номерам, называемым индексами. Индекс записывается в квадратных скобках сразу за именем таблицы.

Если первую из рассмотренных нами таблиц (см. рис. 2.5, *а*) назвать *WEEK*, то *WEEK*[1] = 'понедельник', *WEEK*[6] = 'суббота'. Назовём третью из рассмотренных таблиц *LES*. Тогда *LES*[1,1] = 6, *LES*[2,5] = 6, *LES*[3,4] = 0.

Образно линейная и прямоугольная таблицы показаны на рис. 2.7.

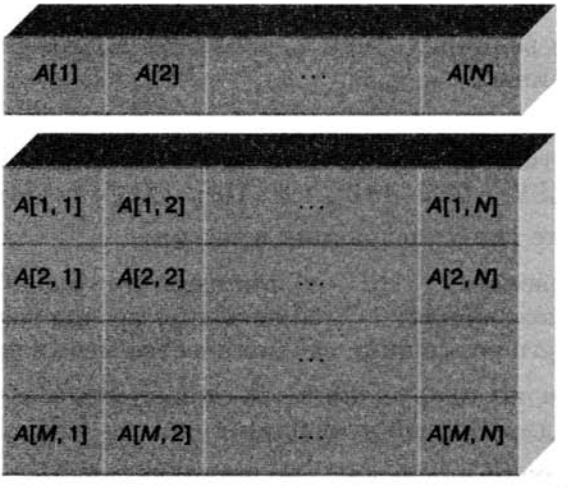


Рис. 2.7. Образное представление линейной и прямоугольной таблиц

САМОЕ ГЛАВНОЕ

В информатике отдельный информационный объект (число, символ, строка, таблица и др.) называется величиной.

Величины делятся на постоянные (их значения указываются в тексте алгоритма и не меняются в процессе его исполнения) и переменные (их значения меняются в процессе исполнения алгоритма). При составлении алгоритмов используют величины целого, вещественного, логического, символьного и литерного типов.

Для ссылок на величины используют их имена (идентификаторы). Имя величины может состоять из одной или нескольких латинских букв, из латинских букв и цифр.

Таблица (массив) — набор некоторого числа однотипных элементов, которым присвоено одно имя. Положение элемента в таблице однозначно определяется его индексами.

Вопросы и задания

1. **Ознакомьтесь с материалами презентации к параграфу, содержащейся в электронном приложении к учебнику. Используйте эти материалы при подготовке ответов на вопросы и выполнении заданий.**
2. **Что такое величина? Чем отличаются постоянные и переменные величины?**
3. **Величины каких типов используются при записи алгоритмов?**
4. **Укажите тип величины, если её значение равно: 2010; 14.48; 'ДА'; FALSE, –125; '142'; $1{,}4 \cdot 10^5$; .123E–2; 'пять'.**
5. **Определите типы следующих величин:**

   а) вес человека;
   б) марка автомобиля;
   в) год вашего рождения;
   г) площадь фигуры;
   д) название месяца года;
   е) количество мест в самолёте.

6. **Приведите по одному примеру допустимых и недопустимых значений для каждой из величин:**

   а) температура человека;
   б) скорость автомашины;
   в) площадь страны;
   г) название дня недели.

7. **Для чего предназначена команда присваивания? Каковы её основные свойства?**
8. **Какие команды присваивания составлены правильно?**

   а) `A:=B`

   б) `A=B`

   в) `A=B+1`

   г) `A+1:=A`

9. **Придумайте свой алгоритм обмена значениями числовых переменных *A* и *B*.**
10. **Сколько промежуточных переменных потребуется для того, чтобы переменной *A* было присвоено значение переменной *B*, переменной *B* — значение переменной *C*, а переменной *C* — значение переменной *A*? Запишите соответствующий алгоритм на алгоритмическом языке.**

11. После выполнения команды присваивания $x:=x+y$ значение переменной x равно 3, а значение переменной y равно 5. Чему были равны значения переменных x и y до выполнения указанной команды присваивания?

12. Что называют выражением? Каковы основные правила записи выражений?

13. Переведите из линейной записи в общепринятую:

а) $a * b / c$;
б) $a / b * c$;
в) $a + b / c$;
г) $(a + b) / c$;
д) $a + b / c + d$;
е) $(a + b) / (c + d)$.

14. Запишите на алгоритмическом языке:

а) $ax^2 + bx + c$;

б) $v + \frac{at^2}{2}$;

в) $\frac{1}{2}(a+b)h$;

г) $\frac{1 + x_1 x_2}{b^2 c}$;

д) $\sqrt{a^2 + b^2}$.

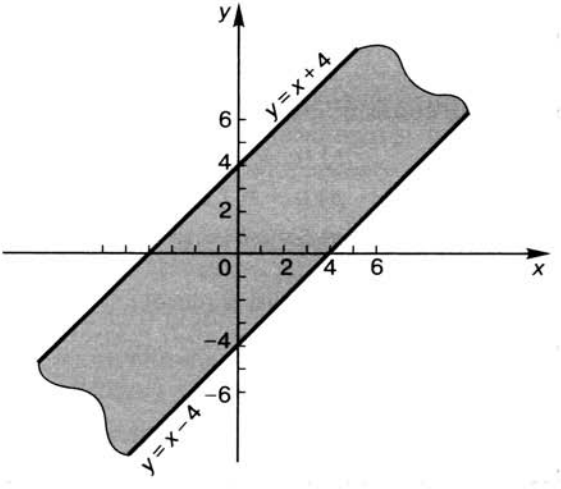
15. Запишите логическое выражение, истинное при выполнении указанного условия и ложное в противном случае:

а) x принадлежит отрезку [0, 1];
б) x лежит вне отрезка [0, 1];
в) каждое из чисел x, y положительно;
г) хотя бы одно из чисел x, y положительно;
д) ни одно из чисел x, y не является положительным;
е) только одно из чисел x, y положительно.

16. Изобразите в декартовой прямоугольной системе координат область, в которой и только в которой истинно следующее логическое выражение:

а) `(x>=-1)` **и** `(x<=1)` **и** `(y>=-1)` **и** `(y<=1)`;
б) `(y>=x)` **и** `(y>=-x)` **и** `(y<=1)`.

17. Запишите логическое выражение, принимающее значение TRUE, когда точка с координатами (x, y) принадлежит закрашенной области.



18. Запишите команду присваивания, в результате выполнения которой логическая переменная t получает значение TRUE, если выполняется указанное условие, и значение FALSE в противном случае:

а) x — положительное число;

б) хотя бы одно из чисел x, y, z равно нулю;

в) числа x, y, z равны между собой.

19. Какие из приведённых ниже величин целесообразно представлять с помощью таблиц?

Величины: список учеников класса, рост учеников класса, средний рост учеников класса, оценка ученика по физике, средний балл ученика по физике, оценки учеников за контрольную работу по информатике, длины сторон треугольника, длины сторон нескольких треугольников, названия дней недели, имя человека, площадь фигуры, периметры нескольких прямоугольников, самая холодная температура воздуха в январе, количество девочек в классе, самая дождливая декада июня.

§ 2.4

Основные алгоритмические конструкции

Ключевые слова:

- **следование**
- **ветвление**
- **повторение**
- **линейные алгоритмы**
- **разветвляющиеся алгоритмы**
- **циклические алгоритмы**

Человеку в жизни приходится решать множество различных задач. Решение каждой из них описывается своим алгоритмом, и разнообразие этих алгоритмов очень велико. Вместе с тем для записи любого алгоритма достаточно трёх основных алгоритмических конструкций (структур): следования, ветвления, повторения. Это положение выдвинул и доказал Э. Дейкстра в 70-х гг. прошлого века.

Эдсгер Вибе Дейкстра (1930–2002) — выдающийся нидерландский учёный, идеи которого оказали огромное влияние на развитие компьютерной индустрии.

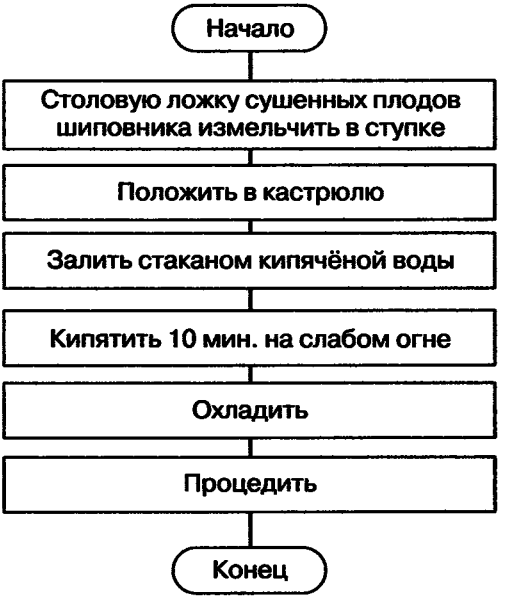
2.4.1. Следование

Следование — алгоритмическая конструкция, отображающая естественный, последовательный порядок действий. Алгоритмы, в которых используется только структура «следование», называются **линейными алгоритмами**.

Графическое представление алгоритмической конструкции «следование» приведено на рис. 2.8.

Рис. 2.8. Алгоритмическая конструкция «следование»

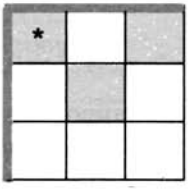
Пример 1. Линейный алгоритм приготовления отвара шиповника.



Обратите внимание, что многие из предписаний этого алгоритма могут потребовать детализации — представления в виде некоторой совокупности более мелких предписаний.

Пример 2. У исполнителя Робот есть четыре команды перемещения (вверх, вниз, влево и вправо), при выполнении каждой из них Робот перемещается на одну клетку в соответствующем направлении. По команде закрасить Робот закрашивает клетку, в которой он находится. Запишем линейный алгоритм, исполняя который

Робот нарисует на клетчатом поле следующий узор и вернётся в исходное положение, обозначенное звёздочкой:




```
алг узор
нач
   закрасить
   вправо
   вправо
   закрасить
   вниз
   влево
   закрасить
   вверх
   влево
кон
```

Пример 3. **Дан фрагмент линейного алгоритма:**

```
x:=2
y:=x*x
y:=y*y
x:=y*x
s:=x+y
```

Выясним, какое значение получит переменная *s* после выполнения этого фрагмента алгоритма. Для этого составим таблицу значений переменных, задействованных в алгоритме:

Шаг алгоритма	Переменные		
	x	*y*	*s*
1	2	–	–
2		4	–
3		16	–
4	32		–
5			48

Составленная нами таблица значений переменных моделирует работу исполнителя этого алгоритма.

Пример 4. Некоторый исполнитель может выполнять над целыми числами кроме операций сложения, вычитания, умножения и деления ещё две операции: с помощью операции `div` вычисляется целое частное, с помощью операции `mod` — остаток.

Например: `5 div 2=2; 5 mod 2=1; 2 div 5=0; 2 mod 5=2.`

Покажем, как с помощью этих операций можно реализовать алгоритм работы кассира, выдающего покупателю сдачу (s) наименьшим количеством банкнот по 500 ($k500$), 100 ($k100$), 50 ($k50$) и 10 ($k10$) рублей.

```
k500:=s div 500
s:=s mod 500
k100:=s div 100
s:=s mod 100
k50:=s div 50
s:=s mod 50
k10:=s div 10
```

Исполните алгоритм для $s = 745$ и $s = 1864$. Составьте соответствующие таблицы значений переменных.

Ознакомьтесь с имеющимся в Единой коллекции цифровых образовательных ресурсов модулем для коллективной работы «Линейные алгоритмы» (217039). Совместно с друзьями постарайтесь составить алгоритмы для имеющихся в модуле задач. Пройдите тестирование.

2.4.2. Ветвление

Ветвление — алгоритмическая конструкция, в которой в зависимости от результата проверки условия («да» или «нет») предусмотрен выбор одной из двух последовательностей действий (ветвей). Алгоритмы, в основе которых лежит структура «ветвление», называют **разветвляющимися**.

Блок-схема ветвления представлена на рис. 2.9. Каждая ветвь может быть любой степени сложности (рис. 2.9, *а*), а может вообще не содержать предписаний (рис. 2.9, *б*).

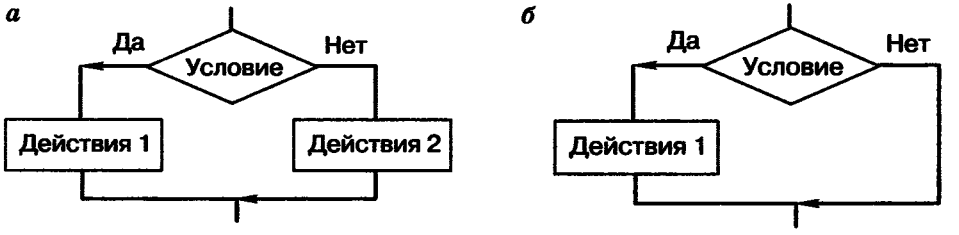


Рис. 2.9. Структура «ветвление»: *а* — полная форма ветвления; *б* — неполная форма ветвления

На алгоритмическом языке команда ветвления записывается так:

Полная форма ветвления:

```
если <условие>
  то <действия 1>
  иначе <действия 2>
все
```

Неполная форма ветвления:

```
если <условие>
  то <действия 1>
все
```

Пример 5

```
алг правописание приставок НЕ, НИ
нач
  если приставка под ударением
    то писать НЕ
    иначе писать НИ
  все
кон
```

Пример 6

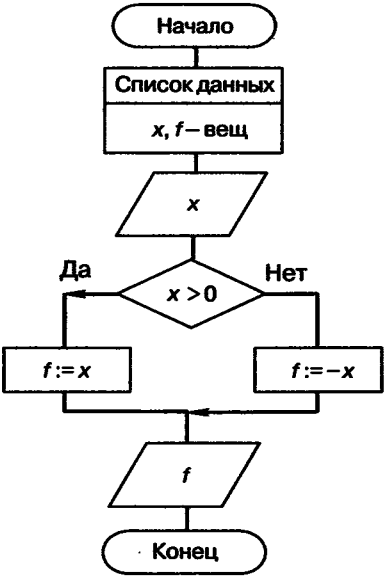
```
алг сборы на прогулку
нач
  если на улице дождь
    то взять зонтик
  все
кон
```

Для записи условий, в зависимости от результатов проверки которых выбирается та или иная последовательность действий, используются операции сравнения:

A<B — ***A* меньше *B*;**
A<=B — ***A* меньше или равно *B*;**
A=B — ***A* равно *B*;**
A>B — ***A* больше *B*;**
A>=B — ***A* больше или равно *B*;**
A<>B — ***A* не равно *B*.**

Здесь буквы *A* и *B* можно заменять на любые переменные, числа и арифметические выражения. Приведённые операции сравнения допускаются и для символьных переменных.

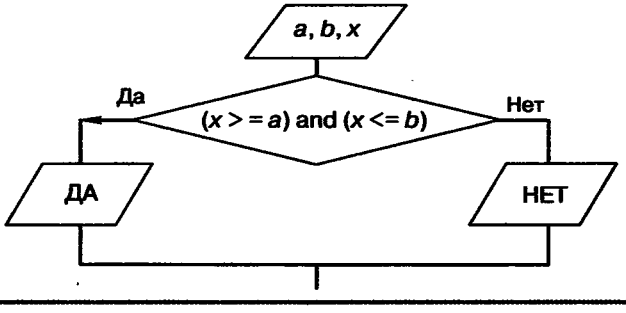
Пример 7. Алгоритм вычисления функции $f(x) = |x|$ для произвольного числа x.



Обратите внимание на второй блок этой блок-схемы. В нём представлены имена и типы величин (данных), обрабатываемых в алгоритме.

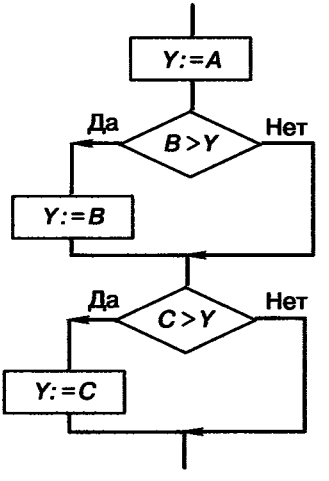
Условия, состоящие из одной операции сравнения, называются **простыми**. В качестве условий при организации ветвлений можно использовать и составные условия. **Составные условия** получаются из простых с помощью логических связок `and` **(и)**, `or` **(или)**, `not` **(не)**: `and` означает одновременное выполнение всех условий, `or` — выполнение хотя бы одного условия, а `not` означает отрицание условия, записанного за словом `not`.

Пример 8. Алгоритм определения принадлежности точки x отрезку $[a, b]$. Если точка x принадлежит данному отрезку, то выводится ответ ДА, в противном случае — НЕТ.



Существует достаточно много ситуаций, в которых приходится выбирать не из двух, а из трёх и более вариантов. Есть разные способы построения соответствующих алгоритмов. Один из них — составить комбинацию из нескольких ветвлений.

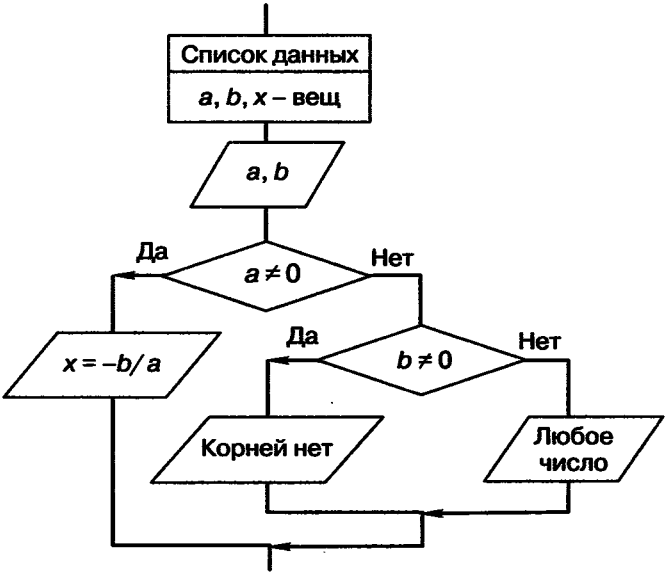
Пример 9. Алгоритм, в котором переменной Y присваивается значение большей из трёх величин A, B и C.



Пусть $A = 10$, $B = 30$ и $C = 20$. Тогда процесс выполнения алгоритма можно представить в следующей таблице:

Шаг алгоритма	Константы			Переменная	Условие
	A	B	C	Y	
	10	30	20		
1				10	
2					30 > 10 (Да)
3				30	
4					20 > 30 (Нет)

Пример 10. Алгоритм решения линейного уравнения $ax + b = 0$.



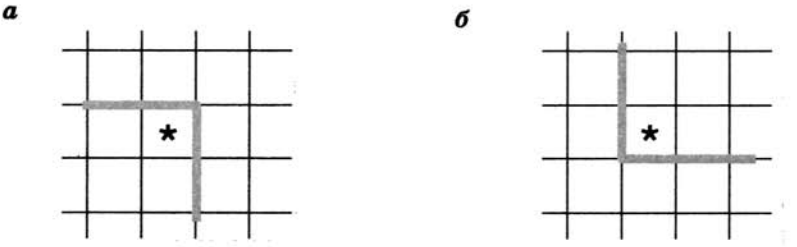
Пример 11. Исполнитель Робот может выполнять ту или иную последовательность действий в зависимости от выполнения следующих простых условий:

справа свободно	справа стена
слева свободно	слева стена
сверху свободно	сверху стена
снизу свободно	снизу стена
клетка чистая	клетка закрашена

Также Робот может действовать в зависимости от выполнения составных условий.

Подумайте, в какую клетку переместится Робот из клетки, обозначенной звёздочкой, при выполнении следующего фрагмента алгоритма.

```
если справа свободно или снизу свободно
  то закрасить
все
если справа стена
  то влево
все
если слева стена
  то вправо
все
```



Ознакомьтесь с размещённым в Единой коллекции цифровых образовательных ресурсов модулем для коллективной работы «Алгоритмы с ветвящейся структурой» (217044). Совместно с друзьями постарайтесь составить алгоритмы для имеющихся в модуле задач. Пройдите тестирование.

2.4.3. Повторение

Повторение — алгоритмическая конструкция, представляющая собой последовательность действий, выполняемых многократно. Алгоритмы, содержащие конструкцию повторения, называют **циклическими** или **циклами**. Последовательность действий, многократно повторяющаяся в процессе выполнения цикла, называется **телом цикла**.

В зависимости от способа организации повторений различают три типа циклов:

1) цикл с заданным условием продолжения работы;
2) цикл с заданным условием окончания работы;
3) цикл с заданным числом повторений.

Цикл с заданным условием продолжения работы (цикл-ПОКА, цикл с предусловием). Логика работы этой конструкции описывается схемой, показанной на рис. 2.10.

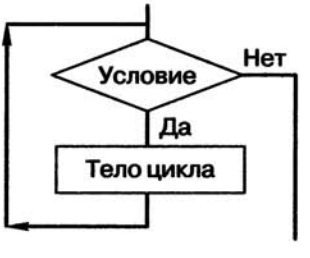


Рис. 2.10. Цикл с предусловием

На алгоритмическом языке эта конструкция записывается так:

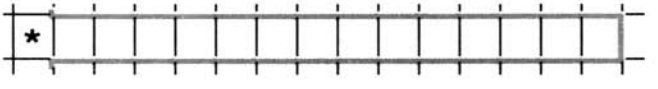
```
нц пока <условие>
  <тело цикла (последовательность действий)>
кц
```

Выполняется цикл-ПОКА следующим образом: 1) проверяется условие (вычисляется значение логического выражения); 2) если условие удовлетворяется (Да), то выполняется тело цикла и снова осуществляется переход к проверке условия; если же условие не удовлетворяется, то выполнение цикла заканчивается. Возможны случаи, когда тело цикла не будет выполнено ни разу.

Пример 12. Алгоритм, по которому из всех имеющихся кирпичей отбираются целые кирпичи и складываются в машину.

```
алг отбор
нач
  нц пока есть кирпичи
     взять один кирпич
     если кирпич целый
        то положить кирпич в машину
     иначе отложить кирпич в сторону
     все
  кц
кон
```

Пример 13. Правее Робота (клетка со звёздочкой) расположен коридор неизвестной длины. Необходимо, чтобы Робот закрасил все клетки этого коридора.



Пока будет выполняться условие справа свободно, **Роботу следует выполнять команды:**

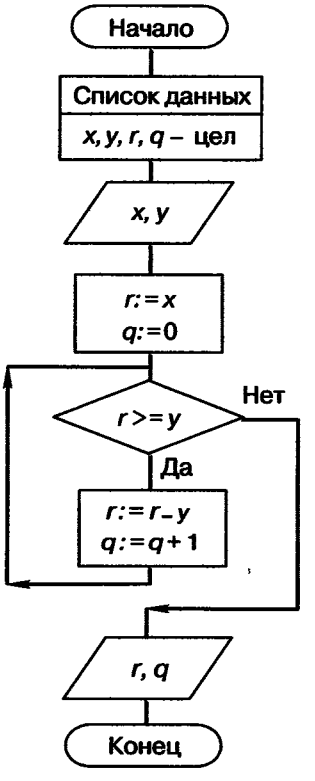
```
вправо
закрась
```

Соответствующий алгоритм для Робота будет иметь вид:

```
нц пока  справа свободно
  вправо
  закрась
кц
```

Пример 14. Требуется, не пользуясь операцией деления, получить частное q и остаток r от деления натурального числа x на натуральное число y.

Представим операцию деления как последовательные вычитания делителя из делимого. Причём вычитать будем до тех пор, пока результат вычитания не станет меньше вычитаемого (делителя). В этом случае количество вычитаний будет равно частному от деления q, а последняя разность — остатку от деления r.



Исполним этот алгоритм для $x = 23$ и $y = 5$.

Шаг алгоритма	Операция	Переменная				Условие r>=y
		x	y	r	q	
1	Ввод x	23	–	–	–	
2	Ввод y		5	–	–	
3	$r := x$			23	–	
4	$q := 0$				0	
5	$r >= y$					23 >= 5 (Да)
6	$r := r - y$			18		
7	$q := q + 1$				1	
8	$r >= y$					18 >= 5 (Да)
9	$r := r - y$			13		
10	$q := q + 1$				2	

Шаг алгоритма	Операция	Переменная				Условие r>=y
		x	y	r	q	
11	$r >= y$					13 >= 5 (Да)
12	$r := r - y$			8		
13	$q := q + 1$				3	
14	$r >= y$					8 >= 5 (Да)
15	$r := r - y$			3		
16	$q := q + 1$				4	
17	$r >= y$					3 >= 5 (Нет)
18	Вывод r			3		
19	Вывод q				4	

Ознакомьтесь с размещённым в Единой коллекции цифровых образовательных ресурсов модулем для коллективной работы «Циклические алгоритмы с предусловием» (217033). Совместно с друзьями постарайтесь составить алгоритмы для имеющихся в модуле задач. Пройдите тестирование.

Цикл с заданным условием окончания работы (цикл-ДО, цикл с постусловием). Логика работы этой конструкции описывается схемой, показанной на рис. 2.11.

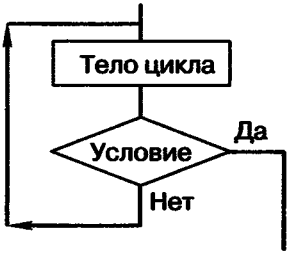


Рис. 2.11. Цикл с постусловием

На алгоритмическом языке эта конструкция записывается так:

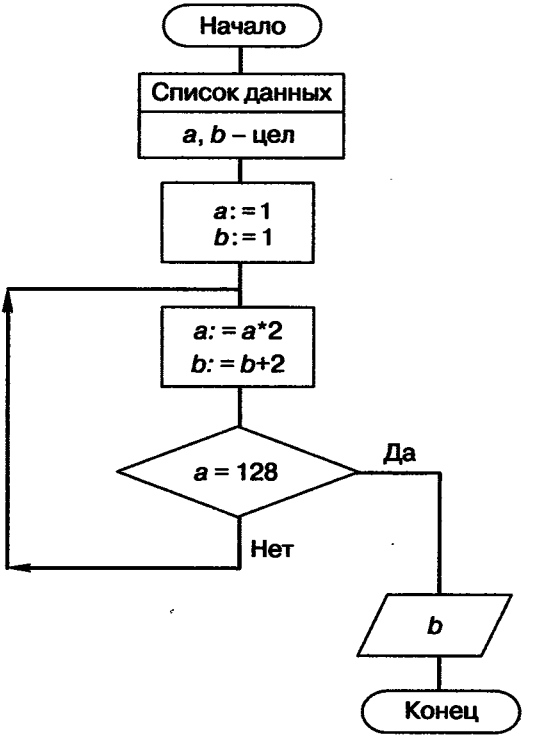
```
нц
  <тело_цикла (последовательность действий)>
кц при <условие>
```

Выполняется цикл-ДО следующим образом: 1) выполняется тело цикла; 2) проверяется условие (вычисляется значение логического выражения); если условие не удовлетворяется («Нет»), то снова выполняется тело цикла и осуществляется переход к проверке условия; если же условие удовлетворяется, то выполнение цикла заканчивается. В любом случае тело цикла будет выполнено хотя бы один раз.

Пример 15. Алгоритм по выучиванию наизусть четверостишия.

```
алг четверостишие
нач
  нц
    прочитать четверостишие по книге 1 раз
    рассказать четверостишие
  кц при не сделал ошибку
кон
```

Пример 16. Вычислим значение переменной *b* согласно следующему алгоритму:



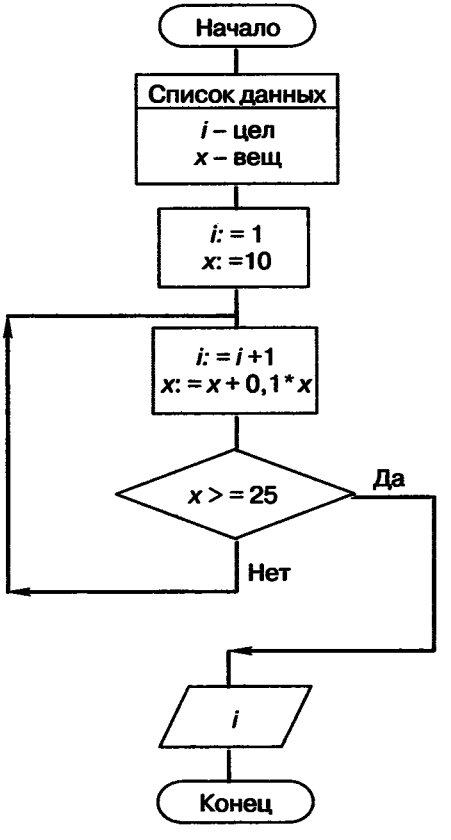
Составим таблицу значений переменных, задействованных в алгоритме:

Шаг алгоритма	Операция	Переменные		Условие
		a	*b*	*a* = 128
1	*a* := 1	1	–	
2	*b* := 1		1	
3	*a* := *a* * 2	2		
4	*b* := *b* + *a*		3	
5	*a* = 128			2 = 128 (Нет)
6	*a* := *a* * 2	4		
7	*b* := *b* + *a*		7	
8	*a* = 128			4 = 128 (Нет)
9	*a* := *a* * 2	8		
10	*b* := *b* + *a*		15	
11	*a* = 128			8 = 128 (Нет)
12	*a* := *a* * 2	16		
13	*b* := *b* + *a*		31	
14	*a* = 128			16 = 128 (Нет)
15	*a* := *a* * 2	32		
16	*b* := *b* + *a*		63	
17	*a* = 128			32 = 128 (Нет)
18	*a* := *a* * 2	64		
19	*b* := *b* + *a*		127	
20	*a* = 128			64 = 128 (Нет)
21	*a* := *a* * 2	128		
22	*b* := *b* + *a*		255	
23	*a* = 128			128 = 128 (Да)
24	вывод *b*		255	

Ответ: *b* = 255.

Пример 17. Спортсмен приступает к тренировкам по следующему графику: в первый день он должен пробежать 10 км; каждый следующий день следует увеличивать дистанцию на 10% от нормы предыдущего дня. Как только дневная норма достигнет или превысит 25 км, необходимо прекратить её увеличение и далее пробегать ежедневно ровно 25 км. Начиная с какого дня спортсмен будет пробегать 25 км?

Пусть x — количество километров, которое спортсмен пробежит в некоторый i-й день. Тогда в следующий $(i + 1)$-й день он пробежит $x + 0{,}1x$ километров ($0{,}1x$ — это 10% от x).



Ознакомьтесь с размещённым в Единой коллекции цифровых образовательных ресурсов модулем для коллективной работы «Циклические алгоритмы с постусловием» (217037). Совместно с друзьями постарайтесь составить алгоритмы для имеющихся в модуле задач. Пройдите тестирование.

Цикл с заданным числом повторений (цикл-ДЛЯ, цикл с параметром). Логика работы этой конструкции описывается схемой, показанной на рис. 2.12.

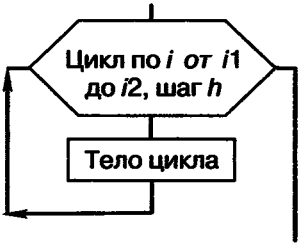


Рис. 2.12. Цикл с параметром

На алгоритмическом языке эта конструкция записывается так:

```
нц для  i от i1 до i2 шаг R
  <тело цикла (последовательность действий)>
кц
```

В цикле-ДЛЯ всегда есть параметр цикла — величина целого типа, изменяющаяся в ходе выполнения цикла от своего начального значения *i*1 до конечного значения *i*2 с шагом *R*.

Выполняется цикл-ДЛЯ следующим образом: 1) параметру цикла присваивается начальное значение; 2) параметр цикла сравнивается с конечным значением; если параметр цикла не превышает конечное значение, то выполняется тело цикла, увеличивается значение параметра цикла на шаг и снова осуществляется проверка параметра цикла; если же параметр цикла превышает конечное значение, то выполнение цикла заканчивается.

Если величина шага в цикле с параметром равна единице, то шаг не указывают. Мы ограничимся рассмотрением именно таких циклов.

В отличие от двух предыдущих конструкций (цикл-ПОКА, цикл-ДО) цикл-ДЛЯ имеет строго фиксированное число повторений, что позволяет избежать зацикливания, т. е. ситуации, когда тело цикла выполняется бесконечно.

Пример 18. Алгоритм переправы через реку воинского отряда из пяти человек. Солдаты могут воспользоваться помощью двух мальчиков — хозяев небольшой лодки, в которой может переправиться или один солдат, или два мальчика.

```
алг переправа
нач
  нц для  i от 1 до 5
     два мальчика переправляются на противоположный берег
     один мальчик высаживается на берег, другой плывёт обратно
     солдат переправляется через реку
     мальчик возвращается на исходную позицию
  кц
кон
```

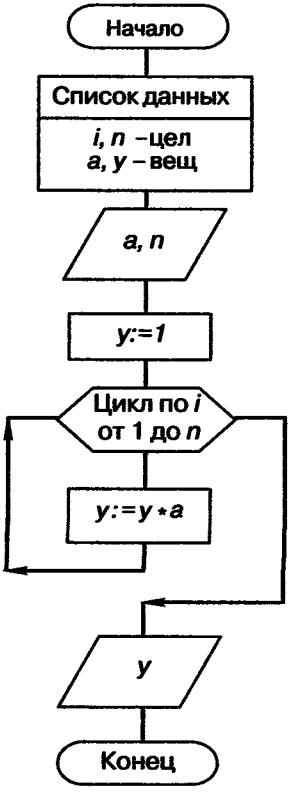
Пример 19. Составим алгоритм вычисления степени с натуральным показателем n для любого вещественного числа a.

По определению:

$$a^1 = a,\ a^n = \underbrace{a \cdot a \cdot \ldots \cdot a}_{n \text{ сомножителей}},\qquad a \in R,\ n \in N,\ n \geq 2.$$

При составлении алгоритма воспользуемся единой формулой, в которой число умножений равно показателю степени:

$$a^n = \underbrace{1 \cdot a \cdot a \cdot \ldots \cdot a}_{n \text{ умножений}}$$



Исполним этот алгоритм для $a = 4$ и $n = 3$.

Шаг алгоритма	Операция	Переменные				Условие
		a	n	y	i	$i <= n$
1	Ввод a, n	4	3	–	–	
2	$y := 1$			1	–	
3	$i := 1$				1	
4	$i <= n$					1 <=3 (Да)
5	$y := y \cdot a$			4		
6	$i := i + 1$				2	
7	$i <= n$					2 <=3 (Да)
8	$y := y \cdot a$			16		
9	$i := i + 1$				3	
10	$i <= n$					3 <=3 (Да)
11	$y := y \cdot a$			64		
12	$i := i + 1$				4	
13	$i <= n$					4 <=3 (Нет)
14	Вывод y			64		

Пример 20. Для исполнителя Робот цикл с известным числом повторений реализуется с помощью следующей конструкции:

```
нц <число повторений> раз
  <тело цикла>
кц
```

Так, если правее Робота не встретится препятствий, то, выполнив приведённый ниже алгоритм, он переместится на пять клеток вправо и закрасит эти клетки:

```
алг
нач
  нц 5 раз
    вправо; закрасить
  кц
кон
```

Ознакомьтесь с размещённым в Единой коллекции цифровых образовательных ресурсов модулем для коллективной работы «Циклические алгоритмы с параметром» (217024). Совместно с друзьями постарайтесь составить алгоритмы для имеющихся в модуле задач. Пройдите тестирование.

САМОЕ ГЛАВНОЕ

Для записи любого алгоритма достаточно трёх основных алгоритмических конструкций (структур): следования, ветвления, повторения.

Следование — алгоритмическая конструкция, отображающая естественный, последовательный порядок действий. Алгоритмы, в которых используется только структура «следование», называются линейными.

Ветвление — алгоритмическая конструкция, в которой в зависимости от результата проверки условия («да» или «нет») предусмотрен выбор одной из двух последовательностей действий (ветвей). Алгоритмы, в основе которых лежит структура «ветвление», называют разветвляющимися.

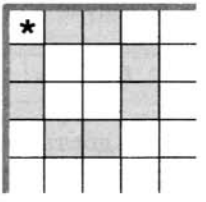
Повторение — алгоритмическая конструкция, представляющая собой последовательность действий, выполняемых многократно. Алгоритмы, содержащие конструкцию «повторение», называют циклическими или циклами. Последовательность действий, многократно повторяющаяся в процессе выполнения цикла, называется телом цикла. В зависимости от способа организации повторений различают три типа циклов:

1) цикл с заданным условием продолжения работы;
2) цикл с заданным условием окончания работы;
3) цикл с заданным числом повторений.

Вопросы и задания

1. **Ознакомьтесь с материалами презентации к параграфу, содержащейся в электронном приложении к учебнику. Используйте эти материалы при подготовке ответов на вопросы и выполнении заданий.**
2. **Какие алгоритмы называются линейными?**
3. **Приведите пример линейного алгоритма:**
   а) из повседневной жизни;
   б) из литературного произведения;
   в) из любой предметной области, изучаемой в школе.

4. **Запишите линейный алгоритм, исполняя который Робот нарисует на клетчатом поле следующий узор и вернётся в исходное положение:**



5. **По алгоритму восстановите формулу.**

```
a1:=1/x
a2:=a1/x
a3:=a2/x
a4:=a3/x
y:=a1+a2
y:=y+a3
y:=y+a4
```

6. **Какое значение получит переменная *y* после выполнения алгоритма?**

```
x:=1
y:=2*x
y:=y+3
y:=y*x
y:=y+4
y:=y*x
y:=y+5
```

Восстановите формулу вычисления *y* для произвольного значения *x*.

7. **Для заданного количества суток (*tfh*) требуется определить количество часов (*h*), минут (*m*) и секунд (*c*).**

8. **Известно, что 1 миля = 7 вёрст, 1 верста = 500 саженей, 1 сажень = 3 аршина, 1 аршин = 28 дюймов, 1 дюйм = 25,4 мм. Пользуясь этой информацией, составьте линейный алгоритм перевода расстояния *X* миль в километры.**

9. **Исходное данное — целое трёхзначное число *x*. Выполните для *x* = 125 следующий алгоритм.**

```
a:=x div 100
b:=x mod 100 div 10
c:=x mod 10
s:=a+b+c
```

Какой смысл имеет результат *s* этого алгоритма?

10. Определите значение целочисленных переменных x и y после выполнения алгоритма.

```
x:=336
y:=8
x:=x div y
y:=x mod y
```

11. Какие алгоритмы называют разветвляющимися?

12. Приведите пример разветвляющегося алгоритма:
а) из повседневной жизни;
б) из литературного произведения;
в) из любой предметной области, изучаемой в школе.

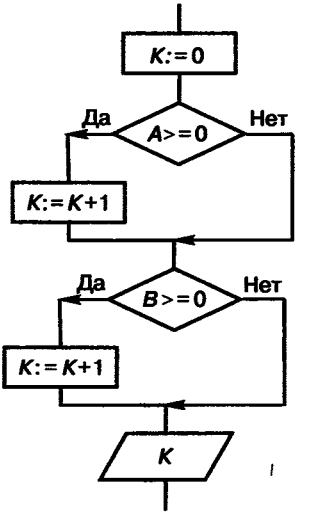
13. Дополните алгоритм из примера 9 так, чтобы с его помощью можно было найти наибольшую из четырёх величин A, B, C и D.

14. Составьте алгоритм, с помощью которого можно определить, существует ли треугольник с длинами сторон a, b, c.

15. Составьте алгоритм, с помощью которого можно определить, является ли треугольник с заданными длинами сторон a, b, c равносторонним.

16. Составьте алгоритм возведения чётного числа в квадрат, а нечётного — в куб.

17. Какая задача решается с помощью следующего алгоритма?



18. Составьте блок-схему алгоритма определения количества чётных чисел среди заданных целых чисел A, B и C.

19. Составьте блок-схему алгоритма определения принадлежности точки X отрезку $[A, B]$ (пример 8) с использованием комбинации из двух ветвлений.

20. Составьте блок-схему алгоритма правописания приставок, оканчивающихся на букву «з».

21. Известно, что 31 января 2011 года было понедельником. Какие значения должны быть присвоены литерной переменной y в алгоритме, определяющем день недели для произвольного числа (*chislo*) января 2011 года?

```
chislo:= chislo mod 7
если  chislo=3 то y:='…'
если  chislo=4 то y:='…'
если  chislo=5 то y:='…'
если  chislo=6 то y:='…'
если  chislo=0 то y:='…'
если  chislo=1 то y:='…'
если  chislo=2 то y:='…'
```

22. Даны две точки на плоскости. Определите, какая из них находится ближе к началу координат.

23. Определите, есть ли среди цифр заданного целого трёхзначного числа одинаковые.

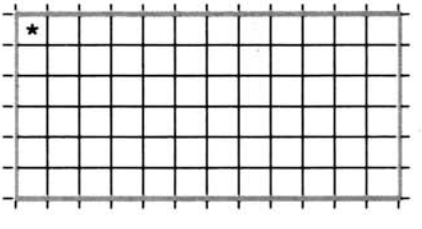
24. Приведите пример циклического алгоритма:

а) из повседневной жизни;

б) из литературного произведения;

в) из любой предметной области, изучаемой в школе.

25. Напишите алгоритм, под управлением которого Робот обойдёт прямоугольную область, обнесённую стеной, по периметру и закрасит угловые клетки. Размеры области неизвестны.



26. Запас рыбы в пруду оценён в A тонн. Ежегодный прирост рыбы составляет 15%. Ежегодный план отлова — B тонн. Наименьший запас рыбы составляет C тонн. (Запас ниже C тонн уже не восстанавливается.) Составьте блок-схему алгоритма для подсчёта количества лет, в течение которых можно выдерживать заданный план.

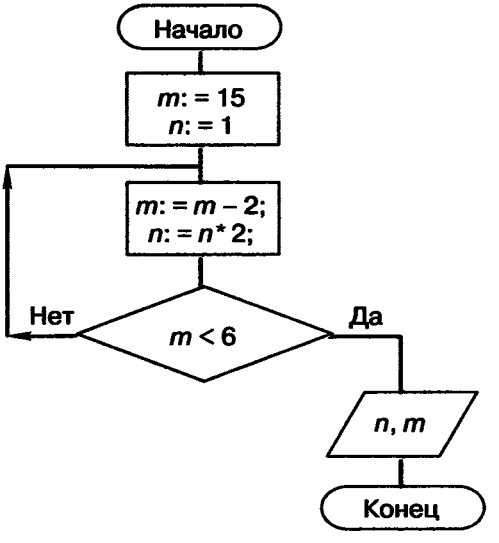
27. Дана последовательность 5, 9, 13, 17, ... Составьте блок-схему алгоритма для определения числа слагаемых, сумма которых равна 324.

28. Составьте алгоритм для определения количества цифр в записи произвольного натурального числа.

29. Сумма 10 000 рублей положена в сберегательный банк, при этом прирост составляет 5% годовых. Составьте алгоритм, определяющий, через какой промежуток времени первоначальная сумма увеличится в два раза.

30. Одноклеточная амёба каждые три часа делится на 2 клетки. Составьте алгоритм вычисления времени, через которое будет X амёб.

31. Определите значения переменных n и m после выполнения алгоритма.



32. Составьте алгоритм нахождения произведения z двух натуральных чисел x и y без использования операции умножения.

33. Население города *H* увеличивается на 5% ежегодно. В текущем году оно составляет 40 000 человек. Составьте блок-схему алгоритма вычисления предполагаемой численности населения города через 3 года. Составьте таблицу значений переменных, задействованных в алгоритме.

34. Каждая бактерия делится на две в течение 1 минуты. В начальный момент имеется одна бактерия. Составьте блок-схему алгоритма вычисления количества бактерий через 10 минут. Исполните алгоритм, фиксируя каждый его шаг в таблице значений переменных.

Тестовые задания для самоконтроля

1. Алгоритмом можно считать:
   а) описание процесса решения квадратного уравнения
   б) расписание уроков в школе
   в) технический паспорт автомобиля
   г) список класса в журнале
2. Как называется свойство алгоритма, означающее, что данный алгоритм применим к решению целого класса задач?
   а) понятность
   б) определённость
   в) результативность
   г) массовость
3. Как называется свойство алгоритма, означающее, что он всегда приводит к результату через конечное, возможно, очень большое, число шагов?
   а) дискретность
   б) понятность
   в) результативность
   г) массовость
4. Как называется свойство алгоритма, означающее, что он задан с помощью таких предписаний, которые исполнитель может воспринимать и по которым может выполнять требуемые действия?
   а) дискретность
   б) понятность
   в) определённость
   г) массовость

5. Как называется свойство алгоритма, означающее, что путь решения задачи разделён на отдельные шаги?

   а) дискретность

   б) определённость

   в) результативность

   г) массовость

6. Как называется свойство алгоритма, означающее, что путь решения задачи определён вполне однозначно, на любом шаге не допускаются никакие двусмысленности и недомолвки?

   а) дискретность

   б) понятность

   в) определённость

   г) результативность

7. Исполнителю Черепашка был дан для исполнения следующий алгоритм:

   ```
   Повтори 10 [Вперед 10 Направо 72]
   ```

   Какая фигура появится на экране?

   а) незамкнутая ломаная линия

   б) правильный десятиугольник

   в) фигура, внутренние углы которой равны 72°

   г) правильный пятиугольник

8. Исполнитель Робот передвигается по клетчатому полю, выполняя команды, которым присвоены номера: 1 — на клетку вверх, 2 — на клетку вниз, 3 — на клетку вправо, 4 — на клетку влево. Между соседними клетками поля могут стоять стены. Если при выполнении очередного шага Робот сталкивается со стеной, то он разрушается. В результате выполнения программы 3242332411 Робот успешно прошел из точки *А* в точку *Б*. Какую программу необходимо выполнить, чтобы вернуться из точки *Б* в точку *А* по кратчайшему пути и не подвергнуться риску разрушения?

   а) 41

   б) 4131441322

   в) 2231441314

   г) 241314

   д) 14

9. Система команд исполнителя Вычислитель состоит из двух команд, которым присвоены номера:

1 — `вычти 2`
2 — `умножь на 3`

Первая из них уменьшает число на 2, вторая увеличивает число в 3 раза. При записи алгоритмов для краткости указываются лишь номера команд. Запишите алгоритм, содержащий не более пяти команд, с помощью которого из числа 11 будет получено число 13.

10. Некоторый алгоритм строит цепочки символов следующим образом:

- первая цепочка состоит из одного символа — цифры 1;
- в начало каждой из последующих цепочек записывается число — номер строки по порядку, далее дважды подряд записывается предыдущая строка.

Вот первые 3 строки, созданные по этому правилу:

(1) 1

(2) 211

(3) 3211211

Сколько символов будет в седьмой цепочке, созданной по этому алгоритму?

11. Наибольшей наглядностью обладает следующая форма записи алгоритмов:

а) словесная

б) рекурсивная

в) графическая

г) построчная

12. Величины, значения которых меняются в процессе исполнения алгоритма, называются:

а) постоянными

б) константами

в) переменными

г) табличными

13. Величиной целого типа является:

а) количество мест в зрительном зале

б) рост человека

в) марка автомобиля

г) площадь государства

14. Какое логическое выражение истинно, если $x \in [-10, 10]$?

а) `(x>10) И (x<-10)`

б) `(x>10) ИЛИ (x<-10)`

в) `(x<10) ИЛИ (x>=-10)`

г) `(x>=-10) И (x<=10)`

15. Укажите правильный вариант записи условия «x — двузначное число»:

а) `x div 10 <= 9`

б) `(x>=10) И (x<100)`

в) `x div 100 = 0`

г) `x mod 100 = 99`

16. Какая команда присваивания должна следовать за командами `A:=A+B` и `B:=A-B`, чтобы последовательное выполнение всех трёх команд вело к обмену значениями переменных A и B?

а) `A:=A+B`

б) `A:=A-B`

в) `B:=A+B`

г) `B:=B-A`

17. К какому виду алгоритмов можно отнести алгоритм, схема которого представлена ниже?

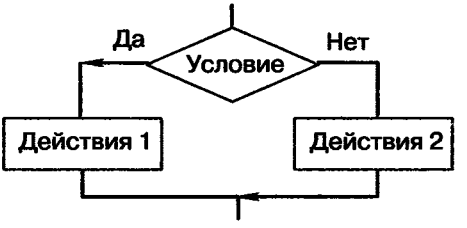
а) линейный

б) разветвляющийся

в) циклический

г) вспомогательный

18. К какому виду алгоритмов можно отнести алгоритм, схема которого представлена ниже?



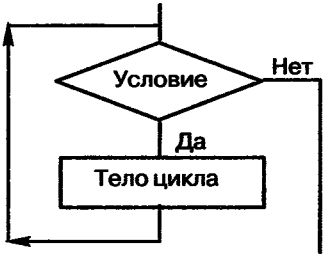
а) линейный

б) разветвляющийся с неполным ветвлением

в) разветвляющийся с полным ветвлением

г) циклический

19. К какому виду алгоритмов можно отнести алгоритм, схема которого представлена ниже?



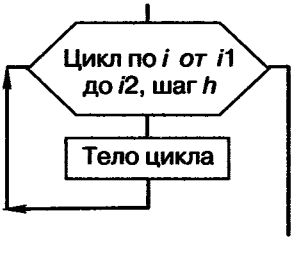
а) цикл с параметром

б) цикл с заданным условием продолжения работы

в) цикл с заданным условием окончания работы

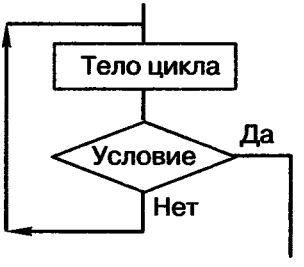
г) цикл с заданным числом повторений

20. К какому виду алгоритмов можно отнести алгоритм, схема которого представлена ниже?



а) цикл с заданным условием продолжения работы
б) цикл с заданным условием окончания работы
в) цикл с постусловием
г) цикл с заданным числом повторений

21. К какому виду алгоритмов можно отнести алгоритм, схема которого представлена ниже?



а) цикл с заданным условием продолжения работы
б) цикл с заданным условием окончания работы
в) цикл с заданным числом повторений
г) цикл с предусловием

22. Сергей, Антон, Таня и Надя, гуляя по лесу, наткнулись на овраг, который можно перейти по шаткому мосту. Сергей может перейти его за минуту, Антон — за две, Таня — за три, Надя — за четыре. Фонарик у группы только один, и он обязательно нужен для перехода по мосту, который выдерживает только двоих человек. Когда два человека вместе идут по мосту, то идут они со скоростью более медлительного из них. Ребята смогли разработать алгоритм перехода на другой берег за минимально возможное время. Какое время она затратили на его исполнение?

а) 10 минут
б) 11 минут
в) 12 минут
г) 13 минут

23. Дан фрагмент линейного алгоритма.

```
a:=8
b:=6+3*a
a:=b/3*a
```

Чему равно значение переменной *a* после его исполнения?

24. Исполните следующий фрагмент линейного алгоритм для $a = x$ и $b = y$.

```
a:=a+b
b:=b-a
a:=a+b
b:=-b
```

Какие значения присвоены переменным a и b?

а) y, x

б) $x + y, x - y$

в) x, y

г) $-y, x$

25. Определите значение целочисленных переменных x и y после выполнения алгоритма.

```
x:=11
y:=5
t:=y
y:=x mod y
x:=t
y:=y+2*t
```

а) $x = 11, y = 5$

б) $x = 5, y = 11$

в) $x = 10, y = 5$

г) $x = 5, y = 10$

26. Среди четырёх монет есть одна фальшивая. Неизвестно, легче она или тяжелее настоящей. Какое минимальное количество взвешиваний необходимо сделать на весах с двумя чашками без гирь, чтобы определить фальшивую монету?

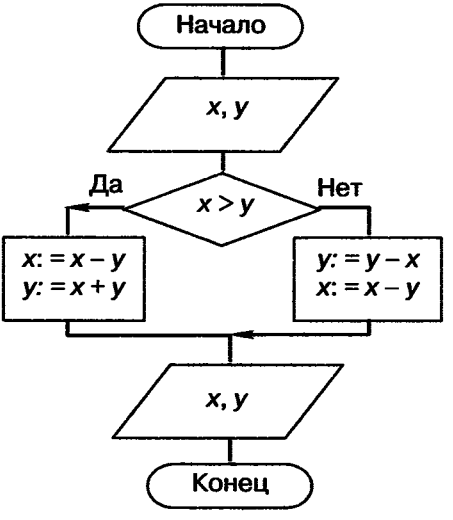
а) 2

б) 3

в) 4

г) 5

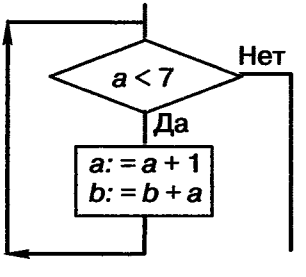
27. Исполните алгоритм при $x = 10$ и $y = 15$.



Какие значения будут получены в результате его работы?

а) –5, 10
б) 5, 20
в) 10, 15
г) 5, 5
д) –5, 5

28. Исполните фрагмент алгоритма при $a = 2$ и $b = 0$.



Определите значение переменной b после выполнения фрагмента алгоритма.

29. Определите значение переменной *f* после выполнения фрагмента алгоритма.

```
f:=1
нц для i от 1 до 5
   f:=f*i
кц
```

30. Определите значение переменной *s* после выполнения фрагмента алгоритма.

```
s:=0
нц для i от 1 до 5
   s:=s+i*i
кц
```

Для проверки знаний и умений по теме «Основы алгоритмизации» вы можете воспользоваться интерактивным тестом к главе 2, содержащимся в электронном приложении к учебнику.

Глава 3
НАЧАЛА ПРОГРАММИРОВАНИЯ

§ 3.1

Общие сведения о языке программирования Паскаль

Ключевые слова:

- язык программирования
- программа
- алфавит
- служебные слова
- типы данных
- структура программы
- оператор присваивания

Языки программирования — это формальные языки, предназначенные для записи алгоритмов, исполнителем которых будет компьютер. Записи алгоритмов на языках программирования называются **программами.**

Существует несколько тысяч языков программирования. Мы с вами познакомимся с языком программирования **Паскаль**, который был разработан в 70-х годах прошлого века Никлаусом Виртом (Швейцария). Своё название этот язык получил в честь французского учёного Блеза Паскаля, известного не только своими достижениями в математике, физике и философии, но и созданием первой в мире механической машины, выполнявшей сложение двух чисел.

Язык Паскаль считается универсальным языком программирования, так как он может применяться для записи алгоритмов решения самых разных задач (вычислительных, обработки текстов, построения графических изображений, поиска информации и т. д.).

Он поддерживает *процедурный стиль программирования*, в соответствии с которым программа представляет собой последовательность операторов, задающих те или иные действия[1].

Никлаус Вирт (род. в 1934 г.) — швейцарский учёный, специалист в области информатики, один из известнейших теоретиков в области разработки языков программирования, профессор компьютерных наук. Разработчик языка Паскаль и ряда других языков программирования.

Рекомендуем вам зайти на сайт pascalabc.net. Здесь вы найдёте много полезной информации для начинающих программистов, сможете скачать систему программирования PascalABC.NET.

3.1.1. Алфавит и словарь языка

Основой языка программирования Паскаль, как и любого другого языка, является **алфавит** — набор допустимых символов, которые можно использовать для записи программы. Это:

- латинские прописные буквы (A, B, C, ..., X, Y, Z);
- латинские строчные буквы (a, b, c, ..., x, y, z);
- арабские цифры (0, 1, 2, ..., 7, 8, 9);
- специальные символы (знак подчёркивания; знаки препинания; круглые, квадратные и фигурные скобки; знаки арифметических операций и др.).

В качестве неделимых элементов (составных символов) рассматриваются следующие последовательности символов:

:= (знак операции присваивания);
>= и <= (знаки ≥ и ≤);
(* и *) (начало и конец комментария).

В языке существует также некоторое количество различных цепочек символов, рассматриваемых как единые смысловые элементы с фиксированным значением. Такие цепочки символов называются **служебными словами**. В таблице 3.1 приведены основные служебные слова, которые мы будем использовать при записи программ на языке Паскаль.

[1] С другими стилями программирования вы познакомитесь при изучении курса информатики в 10–11 классах.

Таблица 3.1

Служебные слова языка Паскаль

Служебное слово языка Паскаль	Значение служебного слова
`and`	и
`array`	массив
`begin`	начало
`do`	выполнить
`else`	иначе
`for`	для
`if`	если
`of`	из
`or`	или
`procedure`	процедура
`program`	программа
`repeat`	повторять
`then`	то
`to`	до (увеличивая до)
`until`	до (до тех пор, пока)
`var`	переменная
`while`	пока

Для обозначения констант, переменных, программ и других объектов используются **имена** — любые отличные от служебных слов последовательности букв, цифр и символа подчёркивания, начинающиеся с буквы или символа подчёркивания.

Прописные и строчные буквы в именах не различаются.

Длина имени может быть любой. Для удобства мы будем пользоваться именами, длина которых не превышает 8 символов.

3.1.2. Типы данных, используемые в языке Паскаль

В языке Паскаль используются различные **типы данных**. Мы будем пользоваться некоторыми из так называемых простых типов данных (табл. 3.2).

Таблица 3.2

Некоторые типы данных в языке Паскаль

Название	Обозначение	Допустимые значения	Область памяти
Целочисленный	integer[1]	–32 768 .. 32 767	2 байта со знаком
Вещественный	real	$\pm(2{,}9 \cdot 10^{-39} .. 1.7 \cdot 10^{+38})$	6 байтов
Символьный	char	Произвольный символ алфавита	1 байт
Строковый	string	Последовательность символов длиной меньше 255	1 байт на символ
Логический	boolean	true и false	1 байт

В вещественном числе целая часть от дробной отделяется точкой, при этом перед точкой и после неё должно быть, по крайней мере, по одной цифре. Пробелы внутри числа недопустимы.

3.1.3. Структура программы на языке Паскаль

В программе, записанной на языке Паскаль, можно выделить:

1) заголовок программы;
2) блок описания используемых данных;
3) блок описания действий по преобразованию данных (программный блок).

Заголовок программы состоит из служебного слова **program** и имени программы. После имени программы ставится точка с запятой.

Блок описания данных состоит из раздела описания констант (**const**), раздела описания переменных (**var**) и некоторых других разделов[2]. В разделе описания переменных указываются имена используемых в программе переменных и их типы. Имена переменных одного типа перечисляются через запятую, затем после двоеточия ука-

[1] integer — основной, но не единственный тип для работы с целочисленными данными. Дополнительную информацию по этому вопросу вы можете найти в справочниках по программированию на языке Паскаль.

[2] В 8 классе мы ограничимся рассмотрением разделов описания констант и переменных, оставив изучение других разделов для старшей школы.

зывается их тип; описание каждого типа заканчивается точкой с запятой. Ниже приведён пример раздела описания переменных:

```
var i,j: integer; x: real; a: char;
```

Целый тип — Вещественный тип — Символьный тип

Программа может не иметь заголовка; в ней может отсутствовать блок описания данных. Обязательной частью программы является программный блок. Он содержит команды, описывающие алгоритм решения задачи. Программный блок начинается со слова **begin** и заканчивается словом **end** с точкой.

Ниже приведён общий вид **программы**:

```
program <имя программы>;
  const <список постоянных значений>;
  var <описание используемых переменных>;
begin <начало программного блока>
  <оператор 1>;
  <оператор 2>;
  …
  <оператор n>
end.
```

Операторы — языковые конструкции, с помощью которых в программах записываются действия, выполняемые над данными в процессе решения задачи.

Точка с запятой служит разделителем между операторами, а не является окончанием соответствующего оператора.

Перед оператором **end** точку с запятой ставить не нужно.

3.1.4. Оператор присваивания

Основное преобразование данных, выполняемое компьютером, — присваивание переменной нового значения, что означает изменение содержимого области памяти; оно осуществляется **оператором присваивания**, аналогичным команде присваивания алгоритмического языка. Общий вид оператора:

```
<имя переменной>:=<выражение>
```

Операция присваивания допустима для всех приведённых в табл. 3.2 типов данных. Выражения в языке Паскаль конструируются по рассмотренным ранее правилам для алгоритмического языка.

Рассмотрим процесс выполнения операторов присваивания на следующем примере:

```
a:=10;
b:=5;
s:=a+b
```

При выполнении оператора `a:=10` в ячейку оперативной памяти компьютера с именем *a* заносится значение 10; при выполнении оператора `b:=5` в ячейку оперативной памяти компьютера с именем *b* заносится значение 5. При выполнении оператора `s:=a+b` значения ячеек оперативной памяти с именами *a* и *b* переносятся в процессор, где над ними выполняется операция сложения. Полученный результат заносится в ячейку оперативной памяти с именем *s* (рис. 3.1).

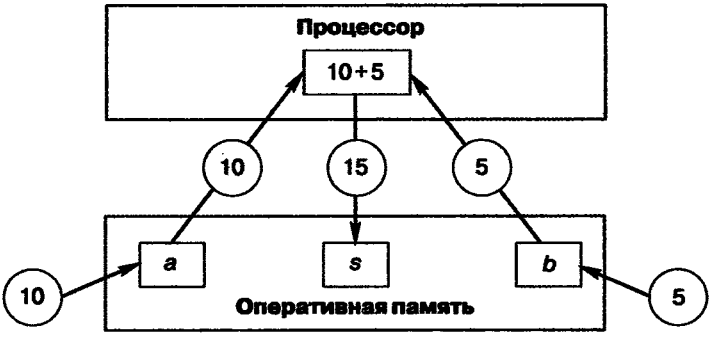


Рис. 3.1. Процесс выполнения оператора присваивания

САМОЕ ГЛАВНОЕ

Паскаль — универсальный язык программирования, получивший своё название в честь выдающегося учёного Блеза Паскаля.

В языке Паскаль используются различные типы данных: целочисленный (`integer`), вещественный (`real`), символьный (`char`), строковый (`string`), логический (`boolean`) и другие.

В программе, записанной на языке Паскаль, можно выделить:
1) заголовок программы;
2) описание используемых данных;
3) описание действий по преобразованию данных (программный блок).

Общий вид программы:

```
program <имя программы>;
  const <список постоянных значений>;
  var <описание используемых переменных>;
begin
   <оператор 1>;
   <оператор 2>;
    …
   <оператор N>
end.
```

Вопросы и задания

1. Ознакомьтесь с материалами презентации к параграфу, содержащейся в электронном приложении к учебнику. Дополняет ли презентация информацию, содержащуюся в тексте параграфа? Какими слайдами вы могли бы дополнить презентацию?
2. В честь кого назван язык программирования Паскаль? Подготовьте краткую биографическую справку об этом учёном.
3. Почему язык программирования Паскаль считается универсальным?
4. Что входит в состав алфавита языка Паскаль?
5. Каких требований следует придерживаться при выборе имён для различных объектов в языке Паскаль?
6. Указывая название, обозначение, диапазон и занимаемую область памяти, опишите известные вам типы данных, используемые в языке Паскаль.
7. В чём разница между числами 100 и 100.0 в языке Паскаль?
8. Какую структуру имеет программа, записанная на языке Паскаль?
9. Как записывается раздел описания переменных?
10. Запишите раздел описания переменных, необходимых для вычисления:

    а) значения функции $y = x^2$;

    б) площади прямоугольника;

    в) стоимости покупки, состоящей из нескольких тетрадей и такого же количества обложек;

    г) стоимости покупки, состоящей из нескольких тетрадей, нескольких ручек и нескольких карандашей.

11. Опишите процесс выполнения операторов присваивания.

```
a:=3; b:=4; a:=a+b
```

12. Запишите оператор для:

а) вычисления среднего арифметического переменных $x1$ и $x2$;

б) уменьшения на единицу значения переменной k;

в) увеличения на единицу значения переменной i;

г) вычисления стоимости покупки, состоящей из нескольких тетрадей, нескольких ручек и нескольких карандашей.

§ 3.2

Организация ввода и вывода данных

Ключевые слова:

- оператор вывода `write`
- формат вывода
- оператор ввода `read`

3.2.1. Вывод данных

В предыдущем параграфе мы познакомились со структурой программы на языке Паскаль, научились описывать данные, рассмотрели оператор присваивания. Этого достаточно для того, чтобы записать программу преобразования данных. Но результат этих преобразований нам виден не будет.

Для вывода данных из оперативной памяти на экран монитора используется оператор вывода `write`:

`write` (< выражение 1 >, < выражение 2 >, ..., < выражение N >)

список вывода

Здесь в круглых скобках помещается список вывода — список выражений, значения которых выводятся на экран. Это могут быть числовые, символьные и логические выражения, в том числе переменные и константы.

Произвольный набор символов, заключённый в апострофы, считается строковой константой. Строковая константа может содержать любые символы, набираемые на клавиатуре.

Пример. Оператор `write ('s=', s)` выполняется так:

1) на экран выводятся символы, заключённые в апострофы: `s=`
2) на экран выводится значение переменной, хранящееся в ячейке оперативной памяти с именем *s*.

Если значение переменной *s* равно 15 и она имеет целочисленный тип, то на экране появится: `s=15`

Если значение переменной *s* равно 15, но она имеет вещественный тип, то на экране появится: `s=1.5E+01`

При выполнении оператора вывода все элементы списка вывода печатаются непосредственно друг за другом. Так, в результате работы оператора `write (1, 20, 300)` на экран будет выведена последовательность цифр `120300`, которая будет восприниматься нами как число 120300, а не как три отдельные числовые константы. Сделать выводимые данные более доступными для восприятия можно разными способами:

Вариант организации вывода	Оператор вывода	Результат
Добавить разделители — запятые	`write (1, ',', 20, ',', 300)`	`1,20,300`
Добавить разделители — пробелы	`write (1, ' ', 20, ' ', 300)`	`1 20 300`
Указать формат вывода	`write (1:3, 20:4, 300:5)`	`  1  20 300`

Формат вывода — это указываемое после двоеточия целое число, определяющее, сколько позиций на экране должна занимать выводимая величина. Если цифр в числе меньше, чем зарезервированных под него позиций на экране, то свободные позиции дополняются пробелами слева от числа. Если указанное в формате вывода после двоеточия число меньше, чем необходимо, то оно автоматически будет увеличено до минимально необходимого.

Для вывода вещественного числа в списке вывода для каждого выражения указываются два параметра: 1) общее количество позиций, отводимых под число; 2) количество позиций в дробной части числа:

Оператор вывода	Результат выполнения оператора
`write ('s=', s:2:0);`	`s=15`
`write ('s=', s:3:1);`	`s= 15.0`
`write ('s=', s:5:1);`	`s=  15.0`

При выполнении нового оператора `write` вывод продолжается в той же строке. Чтобы осуществить переход к новой строке, ис-

пользуется оператор writeln. Других различий между операторами write и writeln нет.

3.2.2. Первая программа на языке Паскаль

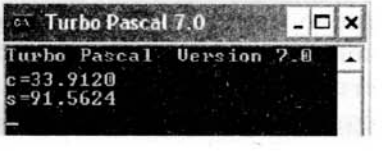
Пользуясь рассмотренными операторами, составим программу, вычисляющую длину окружности и площадь круга радиуса 5,4 см.

Исходным данным в этой задаче является радиус: $r = 5{,}4$ см. Результатом работы программы должны быть величины c — длина окружности и s — площадь круга. c, s и r — величины вещественного типа.

Исходные данные и результаты связаны соотношениями, известными из курса математики: $c = 2\pi r$, $s = \pi r^2$. Программа, реализующая вычисления по этим формулам, будет иметь вид:

```
program n_1;
  const pi=3.14;
  var r, c, s: real;
begin
  r:=5.4;
  c:=2*pi*r;
  s:=pi*r*r;
  writeln ('c=', c:6:4);
  writeln ('s=', s:6:4)
end.
```

Эта программа верна и решает поставленную задачу. Запустив её на выполнение, вы получите следующий результат:



И всё-таки составленная нами программа имеет существенный недостаток: она находит длину окружности и площадь круга для единственного значения радиуса (5,4 см).

Для того чтобы вычислить длину окружности и площадь круга для другого значения радиуса, потребуется вносить изменения непосредственно в текст программы, а именно изменять оператор присваивания. Внесение изменений в существующую программу, по меньшей мере, не всегда удобно (например, когда программа большая и операторов присваивания много). Ниже вы познакомитесь с оператором, позволяющим вводить исходные данные в процессе работы программы, не прибегая к изменению текста программы.

3.2.3. Ввод данных с клавиатуры

Для ввода в оперативную память значений переменных используется оператор ввода `read`:

`read (<имя переменной 1>, <имя переменной 2>, <имя переменной N>)`

список ввода

При выполнении оператора `read` компьютер переходит в режим ожидания данных: пользователь должен ввести данные с клавиатуры и нажать клавишу Enter[1]. Несколько значений переменных числовых типов могут вводиться через пробел или через запятую. При вводе символьных переменных пробел и запятая воспринимаются как символы, поэтому ставить их нельзя.

Первое введённое пользователем значение переменной помещается в ячейку памяти, имя которой расположено первым в списке ввода, и т. д. Поэтому типы вводимых значений (входного потока) должны соответствовать типам переменных, указанных в разделе описания переменных.

Пример. Пусть

```
var i, j: integer; x: real; a: char;
```

Присвоим переменным *i*, *j*, *x*, *a* значения 1, 0, 2,5 и 'A'. Для этого воспользуемся оператором

```
read (i, j, x, a)
```

и организуем входной поток одним из следующих способов:

```
1 0 2.5 A<Enter>
```

```
1,0,2.5<Enter>
A<Enter>
```

```
1<Enter>
0<Enter>
2.5<Enter>
A<Enter>
```

Здесь мы не только использовали различные разделители (пробел, запятая), но и представляли входной поток в виде одной, двух и четырёх строк.

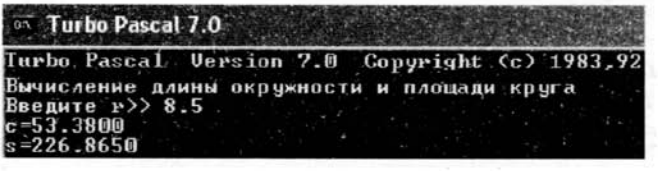
Для ввода данных с клавиатуры можно также использовать оператор `readln`. Отличие состоит в том, что после выполнения `readln` осуществляется автоматический переход на новую строку входного потока, даже если в текущей строке остались невведённые символы. Таким образом, `readln` позволяет считать лишь начальную часть введённой пользователем строки и, проигнорировав её окончание, перейти к следующей строке.

[1] Нажатием клавиши Enter может сопровождаться ввод каждого значения.

Усовершенствуем программу n_1, организовав в ней ввод данных с помощью оператора read. А чтобы пользователь знал, для чего предназначена программа, и понимал, какое именно действие ожидает от него компьютер, выведем соответствующие текстовые сообщения с помощью оператора writeln:

```
program n_2;
  const pi=3.14;
  var r, c, s: real;
begin
  writeln('Вычисление длины окружности и площади круга');
  write('Введите  r>>');
  readln(r);
  c:=2*pi*r;
  s:=pi*r*r;
  writeln ('c=', c:6:4);
  writeln ('s=', s:6:4)
end.
```

Результат работы усовершенствованной программы:



Теперь наша программа может вычислить длину окружности и площадь круга для любого значения *r*. Иначе говоря, она решает не единичную задачу, а целый класс задач. Кроме того, в программе понятно и удобно организован ввод исходных данных и вывод получаемых результатов. Это обеспечивает дружественность пользовательского интерфейса.

САМОЕ ГЛАВНОЕ

Для ввода в оперативную память значений переменных используются операторы ввода read и readln.

Для вывода данных из оперативной памяти на экран монитора используются операторы вывода write и writeln.

Ввод исходных данных и вывод результатов должны быть организованы понятно и удобно; это обеспечивает дружественность пользовательского интерфейса.

Вопросы и задания

1. Ознакомьтесь с материалами презентации к параграфу, содержащейся в электронном приложении к учебнику. Используйте эти материалы при подготовке ответов на вопросы и выполнении заданий.
2. Запишите оператор, обеспечивающий во время работы программы ввод значения переменной *summa*.
3. Целочисленным переменным *i*, *j*, *k* нужно присвоить соответственно значения 10, 20 и 30. Запишите оператор ввода, соответствующий входному потоку:
   а) 20 10 30
   б) 30 20 10
   в) 10 30 20
4. Опишите переменные, необходимые для вычисления площади треугольника по его трём сторонам, и запишите оператор, обеспечивающий ввод необходимых исходных данных.
5. Что является результатом выполнения оператора?
   а) `write (a)`
   б) `write ('a')`
   в) `write ('a=', a)`
6. Какой тип имеет переменная *f*, если после выполнения оператора `write (f)` на экран было выведено следующее число?
   а) `125`
   б) `1.25E+2`
7. Каким образом можно вывести на экран вещественное число?
8. Запишите операторы ввода двух чисел и вывода их в обратном порядке.
9. Дан фрагмент программы:
   ```
   read (a); read (b); c:=a+b; write (a, b); write (c)
   ```
   Упростите его, сократив число операторов ввода и вывода.
10. Дан фрагмент программы:
    ```
    a:=10; b:=a+1: a:=b-a; write (a, b)
    ```
    Какие числа будут выведены на экран компьютера?
11. Напишите программу, которая вычисляет площадь и периметр прямоугольника по длинам двух его сторон.

§ 3.3
Программирование линейных алгоритмов

Ключевые слова:
- **вещественный тип данных**
- **целочисленный тип данных**
- **символьный тип данных**
- **строковый тип данных**
- **логический тип данных**

Программы, реализующие линейные алгоритмы, являются простейшими. Все имеющиеся в них операторы выполняются последовательно, один за другим.

Программируя линейные алгоритмы, рассмотрим более подробно целочисленные, логические, символьные и строковые типы данных.

3.3.1. Числовые типы данных

Вы уже знакомы с основными числовыми типами данных `integer` **и** `real`**. К ним применимы стандартные функции, часть из которых приведена в табл. 3.3.**

Таблица 3.3

Стандартные функции Паскаля

Функция	Назначение	Тип аргумента	Тип результата
`abs(x)`	Модуль x	`integer, real`	Такой же, как у аргумента
`sqr(x)`	Квадрат x	`integer, real`	Такой же, как у аргумента

Продолжение таблицы 3.3

Функция	Назначение	Тип аргумента	Тип результата
sqrt(x)	Квадратный корень из x	integer, real	real
round(x)	Округление x до ближайшего целого	real	
int(x)	Целая часть x	real	
frac(x)	Дробная часть x	real	
random	Случайное число от 0 до 1	–	real
random(x)	Случайное число от 0 до x	integer	integer

Исследуем работу функций round, int **и** frac, **применив их к некоторому вещественному** x. **Соответствующая программа будет иметь вид:**

```
program n_3;
  var x: real;
begin
  writeln ('Исследование функций round, int, frac');
  write ('Введите x>>');
  readln (x);
  writeln ('Округление  - ', round(x));
  writeln ('Целая часть - ', int(x));
  writeln ('Дробная часть - ', frac(x))
end.
```

Запустите программу несколько раз для каждого $x \in \{10{,}2;\ 10{,}8;\ -10{,}2;\ -10{,}8\}$. Что вы можете сказать о типе результата каждой из этих функций?

3.3.2. Целочисленный тип данных

Над целыми числами в языке Паскаль выполняются следующие операции: сложение (+), вычитание (–), умножение (*), получение целого частного (div**), получение целого остатка деления (**mod**) и деление (/). Результаты первых пяти операций — целые числа. Результатом операции деления может быть вещественное число.**

Рассмотрим пример использования операций div **и** mod, **записав на языке Паскаль программу нахождения суммы цифр вводимого с клавиатуры натурального трёхзначного числа.**

Используем тот факт, что положительное трёхзначное число можно представить в виде следующей суммы: $x = a \cdot 100 + b \cdot 10 + c$, где a, b, c — цифры числа.

```
program n_4;
  var x, a, b, c, s: integer;
begin
  writeln ('Нахождение суммы цифр трёхзначного числа');
  write ('Введите исходное число>>');
  readln (x);
  a:=x div 100;
  b:=x mod 100 div 10;
  c:=x mod 10;
  s:=a+b+c;
  writeln ('s= ', s)
end.
```

Чему равна сумма цифр числа 123? А числа –123? Совпадают ли ваши результаты с результатами работы программы? Как можно объяснить и исправить ошибку в программе?

3.3.3. Символьный и строковый типы данных

Значением символьной величины (тип `char`) в языке Паскаль является любой из символов, который можно получить на экране нажатием на клавиатуре одной из клавиш или комбинации клавиш, а также некоторых других символов, в том числе и невидимых. Множество таких символов состоит из 256 элементов, каждому из которых согласно используемой кодовой таблице поставлен в соответствие код — число 0 до 255.

Символы, соответствующие первым 32 кодам, являются управляющими, а остальные — изображаемыми. К изображаемым символам относится и пробел, имеющий код 32.

Знакам препинания, знакам арифметических операций, цифрам, прописным и строчным латинским буквам соответствуют коды от 33 до 127. Буквам национального алфавита соответствуют коды с номерами 128 и далее.

В тексте программы константу символьного типа можно задать, заключив любой изображаемый символ в апострофы: `'5'`, `'B'`, `'*'`.

Если значение символьной переменной считывается с клавиатуры, то его следует набирать без апострофов.

Чтобы найти код символа, используют функцию `ord`, где в качестве параметра задают символ.

Чтобы по коду узнать символ, используют функцию `chr`, где в качестве параметра указывают код символа.

Значением строковой величины (тип string) является произвольная последовательность символов, заключенная в апострофы. В Паскале (как и в алгоритмическом языке) строки можно сцеплять.

Пример. Запишем на языке Паскаль программу, в которой для введённой с клавиатуры буквы на экран выводится её код. Затем на экран выводится строка, представляющая собой последовательность из трёх букв используемой кодовой таблицы: буквы, предшествующей исходной; исходной буквы; буквы, следующей за исходной.

```
program n_5;
  var a: char; kod: integer; b: string;
begin
  writeln ('Код и строка');
  write ('Введите исходную букву>>');
  readln (a);
  kod:=ord(a);
  b:=chr(kod-1)+a+chr(kod+1);
  writeln ('Код буквы ', a, '-', kod);
  writeln ('Строка: ', b)
end.
```

3.3.4. Логический тип данных

Как известно, величины логического типа принимают всего два значения; в Паскале это false и true. Эти константы определены так, что false < true.

Логические значения получаются в результате выполнения операций сравнения числовых, символьных, строковых и логических выражений. Поэтому в Паскале логической переменной можно присваивать результат операции сравнения.

Пример. Напишем программу, определяющую истинность высказывания «Число *n* является чётным» для произвольного целого числа *n*.

Пусть *ans* — логическая переменная, а *n* — целая переменная. Тогда в результате выполнения оператора присваивания

```
ans:=n mod 2 = 0
```

переменной *ans* будет присвоено значение true при любом чётном *n* и false в противном случае.

```
program n_6;
  var n: integer; ans: boolean;
begin
  writeln ('Определение истинности высказывания
              о чётности числа');
  write ('Введите исходное число>>');
  readln (n);
  ans:=n mod 2 = 0;
  writeln ('Число ', n,' является чётным - ', ans)
end.
```

Логическим переменным можно присваивать значения логических выражений, построенных с помощью известных вам логических функций и, или, не, которые в Паскале обозначаются соответственно and, or, not.

Пример. Напишем программу, определяющую истинность высказывания «Треугольник с длинами сторон *a*, *b*, *c* является равнобедренным» для произвольных целых чисел *a*, *b*, *c*.

```
program n_7;
 var a, b, c: integer; ans: boolean;
begin
 writeln ('Определение истинности высказывания
          о равнобедренном треугольнике');
 write ('Введите значения a, b, c>>');
 readln (a, b, c);
 ans:=(a=b) or (a=c) or (b=c);
 writeln ('Треугольник с длинами сторон ', a, ',',
         b, ',', c, ' является равнобедренным - ', ans)
end.
```

САМОЕ ГЛАВНОЕ

В языке Паскаль используются вещественный, целочисленный, символьный, строковый, логический и другие типы данных. Для них определены соответствующие операции и функции.

Вопросы и задания

1. Ознакомьтесь с материалами презентации к параграфу, содержащейся в электронном приложении к учебнику. Используйте эти материалы при подготовке ответов на вопросы и выполнении заданий.

2. Для заданного x вычислите y по формуле

   $y = x^3 + 2{,}5x^2 - x + 1$.

   При этом:

   а) операцию возведения в степень использовать запрещено;

   б) в одном операторе присваивания можно использовать не более одной арифметической операции (сложение, умножение, вычитание);

   в) в программе может быть использовано не более пяти операторов присваивания.

   Подсказка: преобразуйте выражение к следующему виду: $y = ((x + 2{,}5)x - 1)x + 1$.

3. По заданным координатам точек A и B вычислите длину отрезка AB.

   Подсказка: Расстояние d между точками $A\ (x_a,\ y_a)$ и $B\ (x_b,\ y_b)$ выражается формулой $d = \sqrt{(x_b - x_a)^2 + (y_b - y_a)^2}$.

Пример входных данных	Пример выходных данных
xa=2 ya=1 xb=10 yb=7	|AB|=10.0

4. Известны длины сторон треугольника a, b, c. Напишите программу, вычисляющую площадь этого треугольника.

Пример входных данных	Пример выходных данных
a=3 b=4 c=5	S=6.0

5. Известны координаты вершин A, B, C треугольника. Напишите программу, вычисляющую площадь этого треугольника.

Пример входных данных	Пример выходных данных
xa=2 ya=1 xb=6 yb=5 xc=10 yc=1	S=16.0

6. Если сумма налога исчисляется в рублях и копейках, то налоговая служба округляет её до ближайшего рубля (до 50 копеек — с недостатком, свыше 50 копеек (включая 50) — с избытком). Используйте компьютер, чтобы ввести точную сумму налога и вывести, сколько следует уплатить.
7. Исследуйте работу функции `random`, запустив многократно на выполнение программу:

```
program n_8;
  var x, n: integer;
begin
   writeln ('Исследование функции random');
   randomize (*для генерации различных случайных
              чисел при каждом запуске программы *);
   write ('Введите x>>');
   readln (x);
   write ('Введите n>>');
   readln (n);
   writeln ('random(', x, ')=', random(x));
   writeln ('random(', x, ')+', n, '=', random(x)+n)
end.
```

Как можно получить случайное число из интервала $(0, x)$?
Как можно получить случайное число из интервала $(0, x]$?
Как можно получить случайное число из интервала $(n, x + n)$?

8. Одна компания выпустила лотерейные билеты трёх разрядов: для молодежи, для взрослых и для пенсионеров. Номера билетов каждого разряда лежат в пределах:

для молодёжи — от 1 до 100;
для взрослых — от 101 до 200;
для пенсионеров — от 201 до 250.

С помощью компьютера выберите случайным образом лотерейный билет в каждом разряде.

9. Запишите на языке Паскаль программу, которая для произвольного натурального двузначного числа определяет:
а) сумму и произведение его цифр;
б) число, образованное перестановкой цифр исходного числа.

10. Запишите на языке Паскаль программу, реализующую алгоритм работы кассира, выдающего покупателю сдачу (s) наименьшим возможным количеством банкнот по 500 ($k500$), 100 ($k100$), 50 ($k50$) и 10 ($k10$) рублей.

Пример входных данных	Пример выходных данных
845	Следует сдать: банкнот по 500 руб. - 1 шт. банкнот по 100 руб. - 3 шт. банкнот по 50 руб. - 0 шт. банкнот по 10 руб. - 4 шт.

11. Идёт k-я секунда суток. Разработайте программу, которая по введённой k-й секунде суток определяет, сколько целых часов h и целых минут m прошло с начала суток. Например, если $k = 13\,257 = 3 \cdot 3600 + 40 \cdot 60 + 57$, то $h = 3$ и $m = 40$. Выведите на экран фразу: `It is … hours … minutes`. Вместо многоточий программа должна выводить значения h и m, отделяя их от слов ровно одним пробелом.

Пример входных данных	Пример выходных данных
13257	It is 3 hours 40 minutes.

12. Запишите на языке Паскаль программу, которая вычисляет сумму кодов букв в слове «БАЙТ».

13. Запишите на языке Паскаль программу, которая формирует и выводит на экран строку символов, коды которых равны 66, 69, 71, 73, 78.

14. **Разработайте программу, которая запрашивает три строковые величины — взаимосвязанные прилагательное, существительное и глагол, а затем выводит все варианты фраз с использованием введённых слов.**

Пример входных данных	Пример выходных данных
ЗЕЛЁНЫЕ ЛИСТЬЯ РАСПУСКАЮТСЯ	ЗЕЛЁНЫЕ ЛИСТЬЯ РАСПУСКАЮТСЯ ЗЕЛЁНЫЕ РАСПУСКАЮТСЯ ЛИСТЬЯ ЛИСТЬЯ ЗЕЛЁНЫЕ РАСПУСКАЮТСЯ ЛИСТЬЯ РАСПУСКАЮТСЯ ЗЕЛЁНЫЕ РАСПУСКАЮТСЯ ЗЕЛЁНЫЕ ЛИСТЬЯ РАСПУСКАЮТСЯ ЛИСТЬЯ ЗЕЛЁНЫЕ

15. **Даны значения целочисленных переменных: $a = 10$, $b = 20$. Чему будет равно значение логической переменной *rez* после выполнения операции присваивания?**

а) `rez:=(a=10) or (b>10)`

б) `rez:=(a>5) and (b>5) and (a<20) and (b<30)`

в) `rez:=(not(a<15)) or (b>20)`

16. **Составьте программу, вводящую `true`, если высказывание является истинным, и `false` в противном случае:**

а) сумма цифр трёхзначного числа x является чётным числом;

б) треугольник со сторонами a, b, c является разносторонним.

§ 3.4

Программирование разветвляющихся алгоритмов

Ключевые слова:

- условный оператор
- неполный условный оператор
- составной оператор
- вложенные ветвления

3.4.1. Условный оператор

При записи на языке Паскаль разветвляющихся алгоритмов используют условный оператор. Его общий вид:

```
if <условие> then <оператор_1> else <оператор_2>
```

Для записи неполных ветвлений используется неполная форма условного оператора:

```
if <условие> then <оператор>
```

Слова **if – then – else** переводятся с английского языка на русский как **если – то – иначе**, что полностью соответствует записи ветвления на алгоритмическом языке.

Перед **else** знак «;» не ставится.

В качестве условий используются логические выражения:

- простые — записанные с помощью операций отношения;
- сложные — записанные с помощью логических операций.

Пример 1. Запишем на языке Паскаль рассмотренный в п. 2.4.2 (пример 8) алгоритм определения принадлежности точки x отрезку $[a, b]$.

```
program n_9;
  var x, a, b: real;
begin
  writeln ('Определение принадлежности точки отрезку');
  write ('Введите a, b>>');
  readln (a, b);
  write ('Введите x>>');
  readln (x);
  if (x>=a) and (x<=b) then
       writeln ('Точка принадлежит отрезку')
  else writeln ('Точка не принадлежит отрезку')
end.
```

Пример 2. Воспользуемся неполным условным оператором для записи на языке Паскаль рассмотренного в п. 2.4.2 (пример 9) алгоритма присваивания переменной *y* значения наибольшей из трёх величин *a*, *b* и *c*.

```
program n_10;
  var y, a, b, c: integer;
begin
  writeln ('Нахождение наибольшей из трёх величин');
  write ('Введите a, b, c>>');
  readln (a, b, c);
  y:=a;
  if (b>y) then y:=b;
  if (c>y) then y:=c;
  writeln ('y=', y)
end.
```

Дополните эту программу так, чтобы её выполнение приводило к присваиванию переменной *y* значения большей из четырёх величин *a*, *b*, *c* и *d*.

3.4.2. Составной оператор

В условном операторе и после **then**, и после **else** можно использовать только один оператор. Если при некотором условии требуется выполнить определённую последовательность операторов, то их объединяют в один составной оператор.

Конструкция вида

begin <последовательность операторов> **end**

называется **составным оператором.**

Пример. Алгоритм решения квадратного уравнения вам хорошо известен. Запишем соответствующую программу на языке Паскаль.

```
program n_11;
   var a, b, c: real;
   var d: real;
   var x, x1, x2: real;
begin
   writeln ('Решение квадратного уравнения');
   write ('Введите коэффициенты a, b, c>>');
   readln (a, b, c);
   d:=b*b-4*a*c;
   if d<0 then writeln ('Корней нет');
   if d=0 then
          begin
             x:=-b/2/a;
             writeln ('Корень уравнения x=', x:9:3)
          end;
   if d>0 then
          begin
            x1:=(-b+sqrt(d))/2/a;
            x2:=(-b-sqrt(d))/2/a;
            writeln ('Корни уравнения:');
            writeln ('x1=', x1:9:3);
            writeln ('x2=', x2:9:3)
          end
end.
```

3.4.3. Многообразие способов записи ветвлений

В качестве оператора после **then** и **else** можно использовать условный оператор. Например, возможна следующая конструкция:

```
if <условие1> then
   if <условие2> then <оператор1>
   else <оператор2>
```

При использовании таких сложных конструкций (их ещё называют вложенными ветвлениями) следует иметь в виду, что **else** всегда относится к ближайшему оператору **if**.

Пример. Воспользуемся вложенным ветвлением для записи на языке Паскаль рассмотренного в п. 2.4.2 (пример 10) алгоритма решения линейного уравнения.

```
program n_12;
   var a, b, x: real;
begin
   writeln ('Решение линейного уравнения');
   write ('Введите коэффициенты a, b>>');
   readln (a, b);
   if a<>0 then
           begin
             x:=-b/a;
             writeln ('Корень уравнения x=', x:9:3)
           end
   else if b<>0 then writeln ('Корней нет')
        else writeln ('x - любое число');
end.
```

Как правило, для решения одной и той же задачи можно предложить несколько алгоритмов. Убедимся в этом, записав программу решения линейного уравнения, не прибегая к вложенным ветвлениям.

```
program n_13;
   var a, b, x: real;
begin
   writeln ('Решение линейного уравнения');
   write ('Введите коэффициенты a, b>>');
   readln (a, b);
   if a<>0 then
           begin
             x:=-b/a;
             writeln ('Корень уравнения x=', x:9:3)
           end;
   if (a=0) and (b<>0) then writeln ('Корней нет');
   if (a=0) and (b=0)  then writeln ('x - любое число')
end.
```

Возможно, второй вариант программы покажется вам более наглядным. Но и у первого варианта есть свои преимущества: в нём делается меньше проверок.

Используйте вложенные ветвления для записи программы, определяющей принадлежность точки *x* отрезку [*a*, *b*].

САМОЕ ГЛАВНОЕ

При записи на языке Паскаль разветвляющихся алгоритмов используют условный оператор:

if <условие> **then** <оператор_1> **else** <оператор_2>

Для записи неполных ветвлений используется неполный условный оператор:

if <условие> **then** <оператор>

Если при некотором условии требуется выполнить определённую последовательных операторов, то их объединяют в один составной оператор, имеющий вид:

begin <последовательность операторов> **end**

Вопросы и задания

1. **Ознакомьтесь с материалами презентации к параграфу, содержащейся в электронном приложении к учебнику. Используйте эти материалы при подготовке ответов на вопросы и выполнении заданий.**
2. **Как на языке Паскаль записывается полное и неполное ветвление?**
3. **Является ли условным оператором следующая последовательность символов?**

   а) `if x<y then x:=0 else read (y)`

   б) `if x>=y then x:=0; y:=0 else write (z)`

   в) `if x<y<z then a:=a+1`
4. **Что такое составной оператор? Для чего он используется в условном операторе?**
5. **Используя составной оператор, упростите следующий фрагмент программы:**

```
if a>b  then c:=1;
if a>b  then d:=2;
if a<=b then c:=3;
if a<=b then d:=4
```

6. **Дано трёхзначное число. Напишите программу, которая определяет:**

а) есть ли среди цифр заданного целого трёхзначного числа одинаковые;

Пример входных данных	Пример выходных данных
123	Нет
121	Да
222	Да

б) является ли число «перевёртышем», т. е. числом, десятичная запись которого читается одинаково слева направо и справа налево.

Пример входных данных	Пример выходных данных
122	Нет
121	Перевёртыш
222	Перевёртыш

7. Даны две точки в плоской прямоугольной системе координат. Напишите программу, определяющую, которая из точек находится ближе к началу координат.

Пример входных данных	Пример выходных данных
Координаты 1-й точки>>1 2 Координаты 2-й точки>>3 4	1-я точка ближе

8. Даны три натуральных числа. Напишите программу, определяющую, существует ли треугольник с такими длинами сторон. Если такой треугольник существует, то определите его тип (равносторонний, равнобедренный, разносторонний).

Пример входных данных	Пример выходных данных
a b c>>1 2 1	Не существует
a b c>>2 2 2	Равносторонний
a b c>>20 20 30	Равнобедренный
a b c>>3 4 5	Разносторонний

9. Имеются данные о количестве полных лет трёх призёров спартакиады. Напишите программу, выбирающую и выводящую возраст самого младшего призёра.

10. Напишите программу, определяющую, лежит ли точка $A(xa, ya)$ на прямой $y = kx + l$, на ней или под ней.

Пример входных данных	Пример выходных данных
k, l>>-1 5 xa, ya >>1 2	Точка лежит под прямой.
k, l>>-1 5 xa, ya >>1 10	Точка лежит над прямой.
k, l>>-1 5 xa, ya >>1 4	Точка лежит на прямой.

11. Напишите программу, которая производит обмен значений переменных x и y, если x больше y.

Пример входных данных	Пример выходных данных
x>>5 y>>6	x=5 y=6
x>>6 y>>5	x=5 y=6

12. Дан условный оператор:

```
if a<5 then c:=1
else if a>5 then c:=2
     else c:=3
```

Какое значение имеет переменная a, если в результате выполнения условного оператора переменной c присваивается значение 3?

13. Напишите программу, вычисляющую значение функции:

$$y = \begin{cases} -1 \text{ при } x < 0, \\ 0 \text{ при } x = 0, \\ 1 \text{ при } x > 0. \end{cases}$$

Пример входных данных	Пример выходных данных
-5	y=-1
0	y=0
5	y=1

14. **Составьте программу для решения задачи № 21 к § 2.4 (определение дня недели).**

15. **Поле шахматной доски определяется парой натуральных чисел, каждое из которых не превосходит 8. Напишите программу, которая по введённым координатам двух полей (k, l) и (m, n) определяет, имеют ли эти поля один цвет.**

Пример входных данных	Пример выходных данных
Координаты 1-го поля>>2 2 Координаты 2-го поля>>3 3	Поля одного цвета
Координаты 1-го поля>>2 3 Координаты 2-го поля>>3 3	Поля разного цвета
Координаты 1-го поля>>2 7 Координаты 2-го поля>>5 4	Поля одного цвета

16. **Напишите программу, в которой пользователю предлагается дополнить до 100 некоторое целое число a (a — случайное число, меньшее 100). Ответ пользователя проверяется и комментируется.**

§ 3.5

Программирование циклических алгоритмов

Ключевые слова:

- **while** (цикл-ПОКА)
- **repeat** (цикл-ДО)
- **for** (цикл с параметром)

3.5.1. Программирование циклов с заданным условием продолжения работы

Цикл с заданным условием продолжения работы (цикл-ПОКА) программируется в языке Паскаль с помощью оператора **while**. Общий вид оператора:

while <условие> **do** <оператор>

Здесь:

<условие> — логическое выражение; пока оно истинно, выполняется тело цикла;

<оператор> — простой или составной оператор, с помощью которого записано тело цикла.

Запишем на языке Паскаль рассмотренный в п. 2.4.3 (пример 14) алгоритм получения частного q и остатка r от деления натурального числа x на натуральное число y без использования операции деления.

```
program n_14;
  var x, y, q, r: integer;
begin
  writeln ('Частное и остаток');
  write ('Введите делимое x>>');
  readln (x);
  write ('Введите делитель y>>');
```

```
  read (y);
  r:=x;
  q:=0;
  while r>=y do
  begin
    r:=r-y;
    q:=q+1
  end;
  writeln ('Частное q=', q);
  writeln ('Остаток r=', r)
end.
```

Каким будет результат выполнения программы при $x = -10$ и $y = 3$? Как вы можете объяснить этот результат?

3.5.2. Программирование циклов с заданным условием окончания работы

Цикл с заданным условием окончания работы (цикл-ДО) программируется в языке Паскаль с помощью оператора repeat. Общий вид оператора:

repeat <оператор1; оператор2; ...; > **until** <условие>

Здесь:

<оператор1>; <оператор2>; ... — **операторы, образующие тело цикла;**

<условие> — **логическое выражение; если оно ложно, то выполняется тело цикла.**

Запишем на языке Паскаль рассмотренный в п. 2.4.3 (пример 17) алгоритм решения задачи о графике тренировок спортсмена.

```
program n_15;
  var i: integer; x: real;
begin
   writeln ('График тренировок');
   i:=1;
   x:=10;
   repeat
     i:=i+1;
     x:=x+0.1*x;
   until x>=25;
   writeln ('Начиная с ', i, '-го дня спортсмен будет
                 пробегать 25 км')
end.
```

3.5.3. Программирование циклов с заданным числом повторений

Цикл с заданным числом повторений (цикл-ДЛЯ) программируется в языке Паскаль с помощью оператора **for**. Его общий вид:

```
for <параметр>:=<начальное_значение> to <конечное_значение>
do <оператор>
```

Здесь:

<параметр> — переменная целого типа;

<начальное_значение> и <конечное_значение> — выражения того же типа, что и параметр, вычисляемые перед началом цикла;

<оператор> — простой или составной оператор — тело цикла.

При выполнении этого оператора после каждого выполнения тела цикла происходит увеличение на единицу параметра цикла; условием выхода из цикла является превышение параметром конечного значения.

Запишем на языке Паскаль рассмотренный в п. 2.4.3 (пример 19) алгоритм вычисления степени с натуральным показателем n для любого вещественного числа a.

```
program n_16;
  var i, n: integer; a, y: real;
begin
  writeln ('Возведение в степень');
  write ('Введите основание a>>');
  readln (a);
  write ('Введите показатель n>>');
  readln (n);
  y:=1;
  for i:=1 to n do y:=y*a;
  writeln ('y=', y)
end.
```

3.5.4. Различные варианты программирования циклического алгоритма

Особенностью программирования является то, что для решения одной и той же задачи могут быть созданы разные программы. Вы могли убедиться в этом, программируя ветвления. Рассмотрим пример, показывающий, что и циклический алгоритм может быть запрограммирован разными способами.

Пример. Напишем программу, в которой осуществляется ввод целых чисел (ввод осуществляется до тех пор, пока не будет введён ноль) и подсчёт количества введённых положительных и отрицательных чисел.

Так как здесь в явном виде задано условие окончания работы, то воспользуемся оператором **repeat**.

```
program n_17;
  var n, k1, k2: integer;
begin
  k1:=0;
  k2:=0;
  repeat
    write ('Введите целое число>>');
    readln (n);
    if n>0 then k1:=k1+1;
    if n<0 then k2:=k2+1;
  until n=0;
  writeln ('Введено:');
  writeln ('положительных чисел - ', k1);
  writeln ('отрицательных чисел - ', k2)
end.
```

Имеющееся условие окончания работы можно достаточно просто преобразовать в условие продолжения работы — работа продолжается, пока $n \neq 0$. И мы можем воспользоваться оператором **while**:

```
program n_18;
  var n, k1, k2: integer;
begin
  k1:=0;
  k2:=0;
  while n<>0 do
  begin
    writeln ('Введите целое число>>');
    read (n);
    if n>0 then k1:=k1+1;
    if n<0 then k2:=k2+1;
  end;
  writeln ('Введено:');
  writeln ('положительных - ', k1);
  writeln ('отрицательных - ', k2)
end.
```

В рассмотренном примере число повторений тела цикла заранее не известно, и поэтому оператор **for** здесь применить нельзя. Если число повторений тела цикла известно, то лучше воспользоваться оператором **for**. Вместе с тем любая задача, в которой число повторений тела цикла определено заранее, может быть запрограммирована с помощью любого из трёх рассмотренных выше циклов.

САМОЕ ГЛАВНОЕ

В языке Паскаль имеются три вида операторов цикла: **while** (цикл-ПОКА), **repeat** (цикл-ДО), **for** (цикл с параметром). Если число повторений тела цикла известно, то лучше воспользоваться оператором **for**; в остальных случаях используются операторы **while** и **repeat**.

Вопросы и задания

1. Ознакомьтесь с материалами презентации к параграфу, содержащейся в электронном приложении к учебнику. Используйте эти материалы при подготовке ответов на вопросы и выполнении заданий.
2. Дана последовательность операторов:

```
a:=1;
b:=2;
while a+b<8 do
begin
  a:=a+1;
  b:=b+2;
end;
s:=a+b
```

   Сколько раз будет повторен цикл и какими будут значения переменных *a*, *b*, *s* после исполнения этой последовательности операторов?
3. Требовалось написать программу вычисления факториала числа *n* (факториал числа *n* есть произведение всех целых чисел от 1 до *n*). Программист торопился и написал программу неправильно. Ниже приведён фрагмент его программы, в котором содержатся пять ошибок:

```
k:=1;
f:=0;
while k<n do
   f:=f*k;
   k:=k+1
```

Найдите ошибки. Допишите необходимые операторы и выполните программу на компьютере.

Пример входных данных	Пример выходных данных
Введите n>>5	5!=120
Введите n>>6	6!=720

4. Проанализируйте следующий цикл:

```
while a<b do
  c:=a=b;
```

В чём его особенность?

5. Запишите на языке Паскаль программы решения задач № 25–29 из § 2.4. Используйте оператор `while`.

6. Дана последовательность операторов:

```
a:=1;
b:=1;
repeat
   a:=a+1;
   b:=b*2;
until b>8;
s:=a+b
```

Сколько раз будет повторён цикл и какими будут значения переменных *a*, *b*, *s* после исполнения этой последовательности операторов?

7. Напишите программу, в которой осуществляется ввод целых чисел (ввод осуществляется до тех пор, пока не будет введён ноль) и подсчёт суммы и среднего арифметического введённых положительных чисел. Используйте оператор `repeat`.

8. Напишите программу, в которой осуществляется ввод целых чисел (ввод осуществляется до тех пор, пока не будет введён ноль) и определение максимального (наибольшего) из введённых чисел. Используйте оператор `repeat`.

9. Напишите программу вычисления наибольшего общего делителя двух целых чисел:

а) используйте оператор **repeat**;

б) используйте оператор **while**.

10. Сколько раз будет выполнен цикл?

а)
```
for i:=0 to 15 do s:=s+1;
```
б)
```
for i:=10 to 15 do s:=s+1;
```
в)
```
for i:=-1 to 1 do s:=s+1;
```
г)
```
for i:=10 to 10 do s:=s+1;
```
д)
```
k:=5;
  for i:=k-1 to k+1 do s:=s+1;
```

11. Напишите программу, которая 10 раз выводит на экран ваши имя и фамилию.

12. Напишите программу, выводящую на экран изображение шахматной доски, где чёрные клетки изображаются звёздочками, а белые — пробелами. Рекомендуемый вид экрана после выполнения программы:

```
*   *   *   *
 *   *   *   *
*   *   *   *
 *   *   *   *
*   *   *   *
 *   *   *   *
*   *   *   *
 *   *   *   *
```

13. Напишите программу, которая вычисляет сумму:

а) первых n натуральных чисел;

б) квадратов первых n натуральных чисел;

в) всех чётных чисел в диапазоне от 1 до n;

г) всех двузначных чисел.

14. Напишите программу, которая генерирует 10 случайных чисел в диапазоне от 1 до 20, выводит эти числа на экран и вычисляет их среднее арифметическое.

15. Запишите на языке Паскаль программы решения задач № 32, 33 из § 2.4. Используйте оператор `for`.

16. Напишите программу, которая выводит на экран таблицу степеней двойки (от нулевой до десятой). Рекомендуемый вид экрана после выполнения программы:

```
Таблица степеней двойки:
 0     1
 1     2
 2     4
 3     8
 4    16
 5    32
 6    64
 7   128
 8   256
 9   512
10  1024
```

17. Напишите программу, которая выводит на экран таблицу умножения на n (n — целое число в диапазоне от 2 до 10, вводимое с клавиатуры).

Пример входных данных	Пример выходных данных
Введите n>>5	5 * 2 = 10 5 * 3 = 15 5 * 4 = 20 5 * 5 = 25 5 * 6 = 30 5 * 7 = 35 5 * 8 = 40 5 * 9 = 45 5 * 10 = 50

18. Какой из трёх рассмотренных операторов цикла является, по вашему мнению, основным, т. е. таким, что им можно заменить два других? Обоснуйте свою точку зрения.

Тестовые задания для самоконтроля

1. **Разработчиком языка Паскаль является:**
   - **а) Блез Паскаль**
   - **б) Никлаус Вирт**
   - **в) Норберт Винер**
   - **г) Эдсгер В. Дейкстра**
2. **Что из нижеперечисленного не входит в алфавит языка Паскаль?**
   - **а) латинские строчные и прописные буквы**
   - **б) служебные слова**
   - **в) русские строчные и прописные буквы**
   - **г) знак подчёркивания**
3. **Какая последовательность символов не может служить именем в языке Паскаль?**
   - **а)** `_mas`
   - **б)** `maS1`
   - **в)** `d2`
   - **г)** `2d`
4. **Вещественные числа имеют тип данных:**
   - **а)** `real`
   - **б)** `integer`
   - **в)** `boolean`
   - **г)** `string`
5. **В программе на языке Паскаль обязательно должен быть:**
   - **а) заголовок программы**
   - **б) блок описания используемых данных**
   - **в) программный блок**
   - **г) оператор присваивания**

6. Какого раздела не существует в программе, написанной на языке Паскаль?
   а) заголовка
   б) примечаний
   в) описаний
   г) операторов
7. Языковые конструкции, с помощью которых в программах записываются действия, выполняемые в процессе решения задачи, называются:
   а) операндами
   б) операторами
   в) выражениями
   г) данными
8. Разделителями между операторами служит:
   а) точка
   б) точка с запятой
   в) пробел
   г) запятая
9. Описать переменную — это значит указать её:
   а) имя и значение
   б) имя и тип
   в) тип и значение
   г) имя, тип и значение
10. В данном фрагменте программы:

```
program error;
begin
   SuMmA:=25-14;
end.
```

ошибкой является:
   а) некорректное имя программы
   б) не определённое имя переменной
   в) некорректное имя переменной
   г) запись арифметического выражения
11. Какая клавиша нажимается после набора последнего данного в операторе `read`?
   а) Enter
   б) точка с запятой
   в) пробел
   г) Ctrl

12. При присваивании изменяется:

а) имя переменной
б) тип переменной
в) значение переменной
г) значение константы

13. Для вывода результатов в Паскале используется оператор

а) `begin`
б) `readln`
в) `write`
г) `print`

14. Для вычисления квадратного корня из *x* используется функция:

а) `abs(x)`
б) `sqr(x)`
в) `sqrt(x)`
г) `int(x)`

15. Для генерации случайного целого числа из интервала [10, 20) необходимо использовать выражение:

а) `random*20`
б) `random(20)`
в) `random(10)+10`
г) `random(10)*2`

16. В каком из условных операторов допущена ошибка?

а) `if b=0 then writeln('Деление невозможно.');`
б) `if a<b then min:=a; else min:=b;`
в) `if a>b then max:=a else max:=b;`
г) `if (a>b) and (b>0) then c:=a+b;`

17. В условном операторе и после `then`, и после `else` нельзя использовать:

а) оператор вывода
б) составной оператор
в) несколько операторов
г) условный оператор

18. Определите значение переменной *c* после выполнения следующего фрагмента программы:

```
a:=100;
b:=30;
a:=a-b*3;
if a>b then   c:=a-b else c:=b-a;
```

а) 20
б) 70
в) –20
г) 180

19. Условный оператор

```
if a mod 2=0 then write ('Да') else  write ('Нет')
```

позволяет определить, является ли число *a*:

а) целым
б) двузначным
в) чётным
г) простым

20. Какого оператора цикла не существует в языке Паскаль?

а) **for**
б) **while**
в) **repeat...until**
г) **loop**

21. Цикл в фрагменте программы

```
p:=2;
repeat
   p:=p*0.1
until p<0.1;
```

будет исполнен:

а) 0 раз
б) 1 раз
в) 2 раза
г) бесконечное число раз

22. Цикл в фрагменте программы

```
a:=1;
b:=1;
while a+b<8 do
begin
   a:=a+1;
   b:=b+2
end;
```

выполнится:

а) 0 раз
б) 2 раза
в) 3 раза
г) бесконечное число раз

23. Определите значения переменных s и i после выполнения фрагмента программы:

```
s:=0; i:=5;
while i>0 do
begin
  s:=s+i;
  i:=i-1;
end;
```

а) $s = 0, i = -1$
б) $s = 5, i = 0$
в) $s = 15, i = 5$
г) $s = 15, i = 0$

24. Выберите фрагмент программы, в котором ищется произведение 1·2·3·4·5:

а)
```
p:=0; i:=1; while i<=5 do i:=i+1; p:=p*i;
```
б)
```
p:=1; i:=1; while i<6 do i:=i+1; p:=p*i;
```
в)
```
p:=1; i:=1; while i<6 do begin p:=p*i; i:=i+1
  end;
```
г)
```
p:=1; i:=1; while i>5 do begin p:=p*i; i:=i+1
  end;
```

25. В данном фрагменте программы

```
s:=0;
for i:=1 to 10 do
  s:=s+2*i;
```

вычисляется:

а) сумма целых чисел от 1 до 10
б) сумма чётных чисел от 1 до 10
в) удвоенная сумма целых чисел от 1 до 10
г) сумма первых десяти натуральных чётных чисел

Для проверки знаний и умений по теме «Начала программирования» вы можете воспользоваться интерактивным тестом к главе 3, содержащимся в электронном приложении к учебнику.