Глава 6
АЛГОРИТМЫ И ИСПОЛНИТЕЛИ

§ 16. Понятие алгоритма и исполнителя

В III в. до н. э. древнегреческий математик **Евклид** изложил правило вычисления наибольшего общего делителя двух натуральных чисел. Это правило считают первым алгоритмом.

Евклид

Аль-Хорезми

Термин *алгоритм* (лат. *algorithmus*) произошел от имени арабского математика Мухаммеда аль-Хорезми (787–850). Он разработал правила выполнения четырех арифметических действий, применяемых и сегодня.

Пример 16.1. Подключение к сети Интернет через Wi-Fi в общественном месте.

1. Включить Wi-Fi на мобильном устройстве.

2. Выполнить поиск доступных сетей.

3. Выбрать доступную сеть.

4. Если сеть имеет ключ доступа, уточнить его у администратора.

5. Ввести ключ доступа.

Данный алгоритм состоит из 5 команд.

16.1. Понятие алгоритма

В повседневной жизни нам приходится решать много задач, простых и сложных: сбор в школу, покупка мороженого, звонок по мобильному телефону и т. д. Сложнее получить отметку 10 по информатике, победить на соревнованиях и др.

Для решения любой задачи необходимо выполнить определенные действия (пример 16.1).

Алгоритм — понятная и конечная последовательность точных действий (команд), формальное выполнение которых позволяет получить решение поставленной задачи.

Команда в алгоритме — указание на выполнение конкретного действия.

Для решения одной и той же задачи могут использоваться разные алгоритмы. Например, для написания поздравительной открытки один учащийся может использовать бумагу и цветные карандаши, другой — текстовый

редактор, третий — графический редактор (пример 16.2).

16.2. Понятие исполнителя алгоритма

Каждый алгоритм создается человеком или группой людей. Алгоритм выполняется исполнителями алгоритмов.

Исполнитель алгоритма — человек (группа людей) или техническое устройство, которые понимают команды алгоритма и умеют правильно их выполнять.

Исполнителем алгоритмов из примеров 16.1 и 16.2 может быть человек. Выполнять алгоритм может робот, детская игрушка, автопилот, экшн-камера, станки с числовым программным управлением (ЧПУ) (пример 16.3) и т. д.

Команды, которые понимает и может выполнить исполнитель, образуют **систему команд исполнителя**. В примере 16.4 приведена система команд исполнителя *Робот-пылесос*. В зависимости от площади и особенностей помещения человек может задавать разные режимы работы (алгоритмы) *Робота-пылесоса*.

Алгоритмы, предназначенные для выполнения на компьютере, записывают на языке программирования. Запись алгоритма на

Пример 16.2. Написание поздравительной открытки.

1. Открыть графический редактор Paint.

2. Нарисовать открытку.

3. Распечатать открытку.

Данный алгоритм состоит из 3 команд.

Пример 16.3. Станки с ЧПУ, производимые в Республике Беларусь.

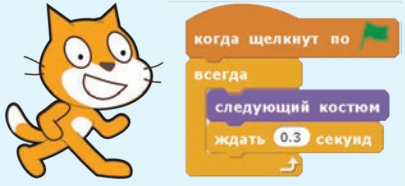
Пример 16.4. Система команд исполнителя *Робот-пылесос*.

- Зонировать помещение;
- регулировать подачу воды;
- распознать предметы;
- выполнить уборку;
- выполнить самоочистку.

Робот-пылесос не может выполнить команду, которая не входит в его систему команд, например: **позвонить по телефону**.

Пример 16.5. Примеры компьютерных исполнителей.

- *Чертежник*, *Робот*, *Черепаха* реализованы для различных языков программирования;
- *Рыжий кот* из программы Scratch.



Пример 16.6. Средой обитания исполнителя алгоритма 16.1 может быть только среда, в которой используются мобильные телефоны. Данный алгоритм невозможно выполнить при отсутствии сети и точки доступа к сети Интернет.

Алгоритм из примера 16.2 нельзя выполнить, не имея компьютера и принтера.

Пример 16.7. Выполнение алгоритма исполнителем *Шестиклассник*.

Номер команды	Результат выполнения команды
1	105
2	105 · 2 = 210
3	210 + 10 = 220
4	220 : 2 = 110
5	110 − 105 = 5
6	5

языке программирования называют **программой.** Исполнителем программ является компьютер.

Компьютерный исполнитель — виртуальный объект, действующий в виртуальной среде (пример 16.5).

Для некоторых исполнителей требуется определенная обстановка. Такую обстановку называют **средой обитания исполнителя** (пример 16.6).

Исполнитель *Шестиклассник* (среда обитания — 6-й класс) умеет:

- задумывать натуральное число;
- выполнять арифметические действия над числами;
- записывать числа;
- находить наибольшее и наименьшее число среди заданных чисел.

Ему предлагается выполнить алгоритм:

1. Задумать некоторое натуральное число.
2. Умножить задуманное число на 2.
3. К полученному произведению прибавить 10.
4. Результат разделить на 2.
5. От частного отнять задуманное число.
6. Записать результат.

(Рассмотрите пример 16.7.)

Пусть среда обитания исполнителя *Кисть* — лист бумаги. Система команд исполнителя *Кисть*:

- стрелка — исполнитель рисует отрезок некоторой длины в направлении, указанном стрелкой;
- зачеркнутая стрелка — исполнитель движется в направлении, указанном стрелкой, не оставляя следа (пример 16.8).

Рассмотрим алгоритм определения суточной амплитуды температуры воздуха. Для этого требуется:

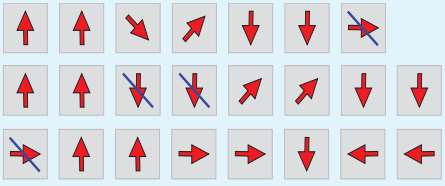
1. Определить максимальную температуру воздуха за сутки.
2. Определить минимальную температуру воздуха за сутки.
3. Найти разность между максимальным и минимальным значениями температур (пример 16.9).

Исполнителем этого алгоритма может оказаться любой человек, которому понятны команды алгоритма.

Алгоритм определения азимута на местности может быть таким:

1. Совместить темный конец магнитной стрелки компаса с направлением на север.

Пример 16.8. Выполнение алгоритма для исполнителя *Кисть*.



Алгоритм

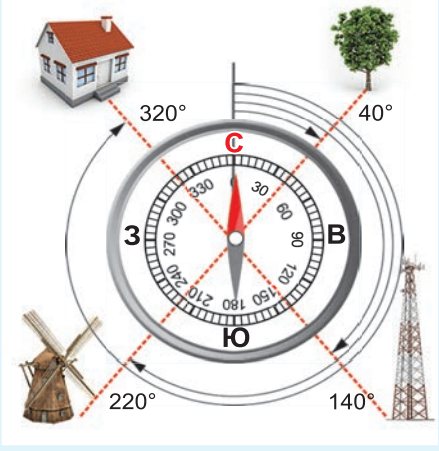
Результат

Пример 16.9. Определение суточной амплитуды температуры воздуха исполнителем *Шестиклассник* по таблице.

Время наблюдения	Температура, °C
6.00	+10
12.00	+17
18.00	+14
24.00	+8

Максимальный результат +17 °C, минимальный — +8 °C. Амплитуда температур воздуха: 17 °C − 8 °C = 9 °C. Результат выполнения алгоритма: 9.

Пример 16.10. Определение азимута для объектов на рисунке.



Поручим выполнение алгоритма исполнителю *Шестиклассник* в предположении, что он понимает и может правильно выполнить команды алгоритма. Результат выполнения алгоритма: азимут на дерево равен 40°; азимут на мельницу равен 220°; азимут на вышку сотовой связи равен 140°.

2. Мысленно провести прямую линию от центра компаса к объекту.

3. Определить угол между стрелкой на север и мысленной линией к объекту по направлению часовой стрелки (азимут на север равен 0°) (пример 16.10).

Из курса математики вам известен алгоритм построения прямоугольной системы координат:

1. Построить две перпендикулярные прямые (горизонтальную и вертикальную) и обозначить: *Ox* и *Oy*.

2. Выбрать положительное направление и отметить его стрелкой на каждой прямой.

3. Отметить начало координат: точку O (число 0).

4. Отметить на каждой прямой единичные отрезки.

1. Что такое алгоритм?
2. Что называется командой в алгоритме?
3. Что такое исполнитель алгоритма?
4. Кто может быть исполнителем алгоритма?
5. Что называют системой команд исполнителя?
6. Что такое среда обитания исполнителя?

Упражнения

1 Приведите примеры алгоритмов из повседневной жизни и учебной деятельности.

2 Какие из следующих процессов можно описать в виде алгоритмов?

1. Замена колеса в автомобиле.
2. Написание домашнего сочинения.
3. Сложение двух дробей.
4. Забивание гола на футбольном матче.
5. Получение изображения белорусского орнамента, показанного на рисунке справа.
6. Запись ряда всех натуральных чисел.

3* Решите методом подбора задачу Аль-Хорезми: «Я к трети числа прибавил единицу и к четверти числа прибавил единицу. Перемножив эти числа, получил 20. Какое число я взял?»

4 Приведите примеры исполнителей алгоритмов.

5 Напишите систему команд одного из исполнителей примера 16.3.

6 Выполните алгоритм из примера 16.7 несколько раз для разных чисел. Сравните полученные результаты. Сделайте выводы.

7 По командам  ,  ,  ,  исполнитель *Кисть* рисует часть окружности в указанном направлении. Определите результат выполнения алгоритма:

 .

8 Напишите алгоритм морфологического разбора имени прилагательного в предложении. Выполните этот алгоритм для прилагательного «цифровом» из предложения «Современный человек живет в цифровом мире».

9* Придумайте исполнителя алгоритмов со своей системой команд и напишите для него алгоритм решения некоторой задачи.

§ 17. Способы записи алгоритмов

Пример 17.1. Алгоритм игры «Магия чисел» на детском правовом сайте[1].

1. Задумать двузначное число.
2. Вычесть из него составляющие его цифры.
3. Найти символ полученной разности в таблице.
4. Вообразить этот символ и крутить волшебное колесо.

Пример 17.2. Алгоритм приготовления белорусских драников.

1. Очистить картофель.
2. Натереть картофель на мелкой терке.
3. Натереть луковицу на мелкой терке.
4. Добавить лук в картофель.
5. Добавить яйцо, муку, соль и специи.
6. Хорошо все перемешать.
7. Разогреть сковороду с растительным маслом.
8. Выложить ложкой картофельную массу на сковороду в виде лепешки и обжаривать с двух сторон до готовности.

Издавна человек стремился записывать нужные действия в краткой и понятной форме. Так в различных сферах жизни появились разнообразные инструкции: правила игры, кулинарные рецепты, методы решения математических задач, схемы вязания и т. д.

Многие из таких записей можно считать алгоритмами, так как они записаны в виде точных и понятных команд и приводят к решению задач.

Существуют следующие способы записи алгоритмов:

- словесное описание;
- графический (блок-схема);
- программный.

Словесный способ записи алгоритма — запись алгоритма на естественном языке общения.

(Рассмотрите примеры 17.1 и 17.2, в которых представлено словесное описание алгоритмов игры «Магия чисел» и указание действий для приготовления драников).

[1] http://mir.pravo.by/welcome (дата доступа 24.01.2024).

Графический способ записи алгоритма — запись алгоритма с помощью геометрических фигур (блоков), соответствующих командам алгоритма, и линий для соединения блоков.

В информатике для графического способа записи алгоритма используются блок-схемы, в которых каждый блок изображается в виде некоторой геометрической фигуры и имеет свое назначение.

Блоки начала и окончания алгоритма: Начало, Конец.

Блок для записи выполняемых команд алгоритма: Команда.

Блоки для ввода исходных данных и вывода полученных результатов: Ввод, Вывод.

Запись алгоритма в виде программы называется **программным способом записи алгоритма.**

Записывать алгоритмы программным способом вы научитесь на следующих уроках.

Рассмотрим такой пример. Пусть в квартире планируется проведение ремонта. Предполагается покрыть пол на кухне

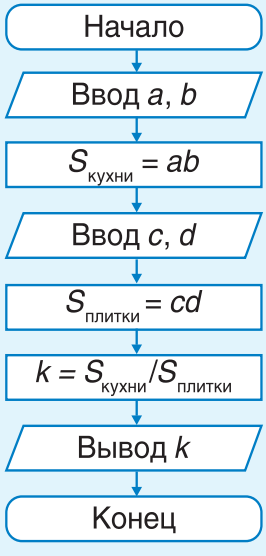
Пример 17.3. Ремонт на кухне.

Словесное описание алгоритма:

1. С помощью рулетки определить размеры кухни (длину a, ширину b).
2. Вычислить площадь кухни $S_{\text{кухни}} = ab$.
3. С помощью рулетки измерить одну кафельную плитку (длину c, ширину d).
4. Вычислить площадь плитки $S_{\text{плитки}} = cd$.
5. Определить минимальное количество плиток $k = \frac{S_{\text{кухни}}}{S_{\text{плитки}}}$.

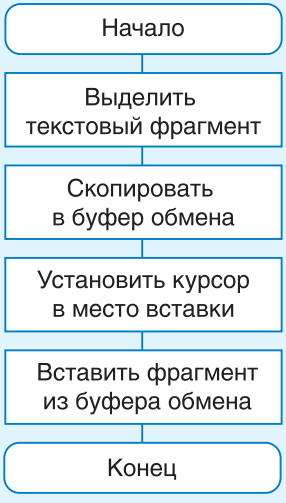
Результатом выполнения алгоритма является значение k.

Запись алгоритма определения количества плиток для ремонта кухни в виде **блок-схемы**



Линии со стрелками на блок-схемах указывают на порядок выполнения команд. Если блоки расположены сверху вниз или слева направо, то стрелки можно опустить.

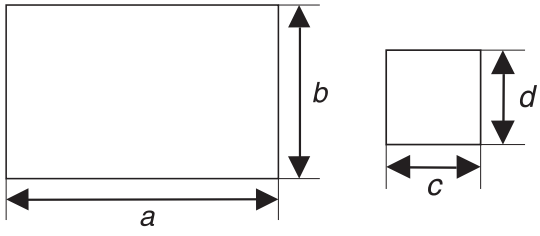
Пример 17.4. Графический способ записи алгоритма копирования текстового фрагмента в другую часть документа.



Словесное описание команды **Выделить текстовый фрагмент:**

1. Установить текстовый курсор в начало выделяемого фрагмента.
2. Нажать и удерживать нажатой клавишу Shift.
3. Курсорными клавишами двигаться по тексту. Нажатием клавиши ↑ или ↓ выделить целую строку.
4. Отпустить все клавиши.

кафельной плиткой. Необходимо написать алгоритм определения минимального количества плиток, требуемых для ремонта.



Словесное описание и блок-схема алгоритма, позволяющего определить необходимое количество плиток для ремонта, представлены в примере 17.3.

С помощью рулетки определим размеры кухни и плитки и выполним алгоритм.

1. Размеры кухни: $a = 4{,}4$ м, $b = 3{,}2$ м.
2. $S_{\text{кухни}} = 4{,}4 \cdot 3{,}2 = 14{,}08$ (м^2).
3. Размеры плитки: $c = 0{,}33$ м, $d = 0{,}33$ м.
4. $S_{\text{плитки}} = 0{,}33 \cdot 0{,}33 = 0{,}1089$ (м^2).
5. $k = 14{,}08/0{,}1089 \approx 129{,}29$ (пл.).

Ответ: минимальное количество плиток для ремонта кухни — 130.

В примере 17.4 показана блок-схема алгоритма копирования текстового фрагмента из одной части документа в другую. В ал-

горитме предполагается, что исполнитель понимает и умеет правильно выполнять все команды. В противном случае необходимо более подробное описание отдельных команд (например, как скопировать выделенный текст в буфер обмена).

В примере 17.5 приведено словесное описание алгоритма определения особенностей периода каменного века.

Пример 17.5. Алгоритм определения особенностей периода каменного века.

Словесное описание:

1. Выбрать период каменного века.
2. Указать время его существования.
3. Определить основные орудия труда.
4. Указать способы добычи пропитания человеком.
5. Указать наиболее важные события и явления периода.

1. Какие способы записи алгоритмов вам известны?
2. Какой способ записи называют словесным?
3. Что такое графическая запись алгоритма?
4. Перечислите блоки (геометрические фигуры), которые используются для записи алгоритмов.
5. Какой способ записи алгоритма называют программным?

Упражнения

1 Напишите алгоритм перемещения текстового фрагмента из одной части документа в другую.

2 Приведите графическую запись алгоритмов решения примеров 17.1 и 17.2.

3 Составьте алгоритм для выполнения синтаксического разбора простого предложения.

4 В курсе истории вы ознакомились с этапами самостоятельной работы над историческими источниками. Запишите их в виде алгоритма.

5 Запишите для исполнителя *Шестиклассник* алгоритм сложения дробей $\frac{a}{b}$ и $\frac{c}{d}$. Выполните алгоритм для дробей $\frac{13}{27}$ и $\frac{12}{27}$.

6 Участок земли прямоугольной формы имеет длину a м и ширину b м. Запишите алгоритм определения площади участка и длины забора, который потребуется для ограждения участка. Исполните алгоритм на примере некоторого земельного участка.

7 В курсе биологии вы ознакомились со строением растительной клетки. Запишите алгоритм, позволяющий определить строение клеток кожицы лука.

8 Составьте алгоритм действий пешехода, если красный сигнал светофора застал его на проезжей части.

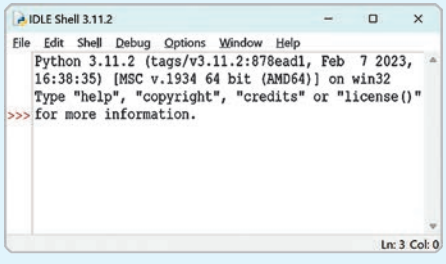
9* Запишите алгоритм, позволяющий определить толщину листа бумаги учебного пособия «Информатика, 6».

10* Запишите алгоритм решения старинной задачи: «Требуется переправить на другой берег трех рыцарей и их оруженосцев. Имеется лодка, которая может вместить только двух человек. Известно, что ни один оруженосец не может находиться в обществе других рыцарей без своего оруженосца».

11* Имеются кувшин емкостью 8 л, заполненный квасом, и два пустых кувшина емкостью 3 л и 5 л. Запишите алгоритм, выполняя который можно разделить квас поровну между двумя людьми (разрешается пользоваться только этими тремя кувшинами).

§ 18. Среда программирования и компьютерный исполнитель

Пример 18.1. Среда программирования IDLE.



Значок среды программирования IDLE.

18.1. Среда программирования

Для разработки программ используются среды программирования (интегрированные среды разработки, ИСР, англ. IDE, Integrated Development Environment).

Среда программирования — комплекс программ, используемых при разработке программного обеспечения.

Среда программирования может быть рассчитана на работу с одним или несколькими язы-

ками программирования. Для работы с каким-либо языком программирования могут использоваться разные среды программирования.

Для работы с языком программирования Python можно использовать среды программирования:

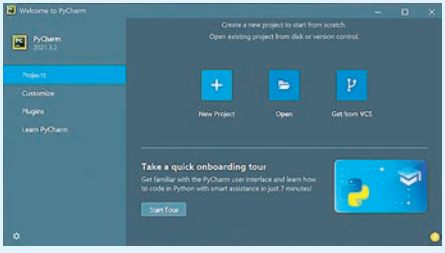
- среда IDLE устанавливается вместе с языком Python[1] (пример 18.1);
- среда PyCharm[2] (пример 18.2);
- онлайн-среды[3] программирования (пример 18.3).

Для изучения основ работы с программами на языке программирования Python будем использовать среду программирования IDLE. Запустить ее можно с помощью значка или используя поисковую строку кнопки **Пуск** (пример 18.4).

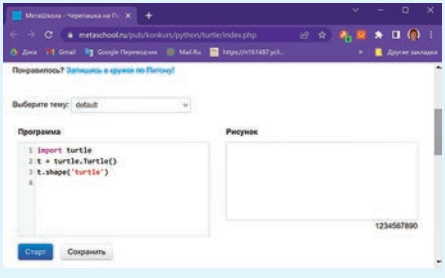
В среду программирования входят: редактор текстов, справочная система, исполнитель *Черепаха* и др. Для создания своей программы нужно выполнить команду **File → New File**. Будет создано новое окно, в котором можно писать программы

Язык **Python** появился в 1991 г. Разработчиком языка является **Гвидо ван Россум**, голландский программист.

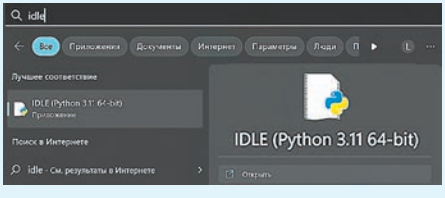
Пример 18.2. Среда программирования PyCharm.



Пример 18.3. Онлайн-среда программирования для исполнителя *Черепаха*.



Пример 18.4. Поиск среды программирования IDLE.

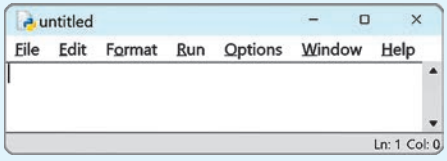


[1] https://www.python.org/downloads/

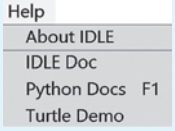
[2] https://www.jetbrains.com/ru-ru/pycharm/download/other.html. Выбрать из раздела PyCharm Community Edition.

[3] Например, https://metaschool.ru/pub/konkurs/python/turtle/index.php

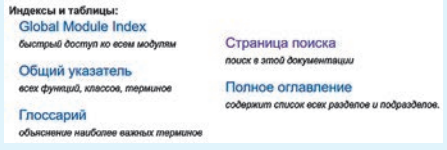
Пример 18.5. Окно для записи кода программы.



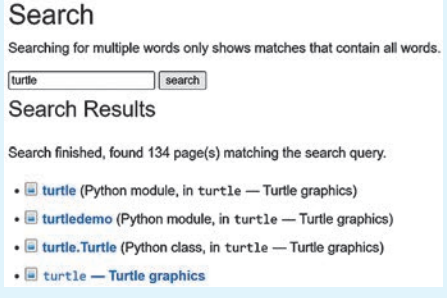
Пример 18.6. Меню **Help**.



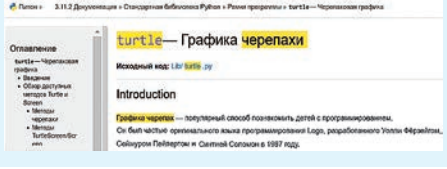
Пример 18.7. Выбор страницы поиска.



Пример 18.8. Поиск «turtle».



Пример 18.9. Часть страницы Графика *Черепахи* с переводом на русский.



(пример 18.5). В этом окне можно набирать и редактировать текст программы. Сохранять и открывать файлы с текстами программ можно так же, как в текстовом и графическом редакторах. При необходимости можно обратиться к справочной системе через меню **Help** (пример 18.6).

Документацию по работе в среде **IDLE можно получить, выполнив команду IDLE Doc.**

Документация по языку Python (команда **Python Docs F1**) открывается в браузере. Документация предлагается на английском языке. Перевести на русский язык можно, используя контекстное меню (команда **Перевести на русский**).

На странице Search page/ **Страница поиска** (пример 18.7) можно найти интересующую информацию. В примере 18.8 показан список страниц, на которых можно получить информацию об исполнителе *Черепаха*. Всего найдено 134 страницы. Переход по первой ссылке позволит подробно ознакомиться с *Черепахой* (пример 18.9), узнать о тех командах, которые доступны исполнителю, рассмотреть примеры программ и их результаты. Примеры можно

скопировать в среду программирования и там же выполнить. Перевод на русский язык доступен в браузере из контекстного меню.

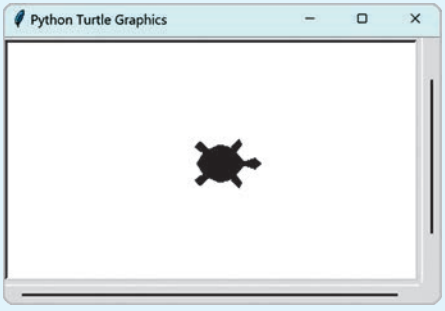
Команда **Turtle Demo** из меню **Help** позволяет открыть большое количество примеров для исполнителя *Черепаха*.

18.2. Компьютерный исполнитель Черепаха

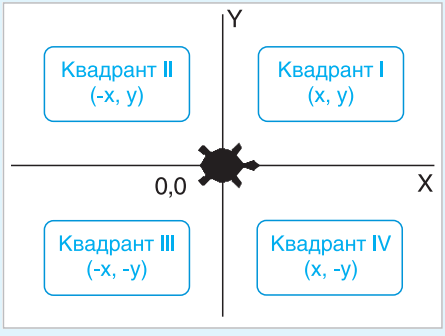
Стандартная библиотека Python содержит модуль turtle, предназначенный для обучения программированию. Этот модуль содержит набор функций, позволяющих управлять *Черепахой*. *Черепаха* имеет перо, которое можно поднимать, опускать, перемещать. При перемещении опущенного пера за ней остается след.

Среда обитания исполнителя *Черепаха* — координатная плоскость (пример 18.10). Исходное положение *Черепахи* — точка с координатами (0,0), перо опущено. Координатная плоскость *Черепахи* по умолчанию определяется значениями $x = 400$, $y = 300$. Это говорит о том, что значения координаты x изменяются от −400 до 400, а координаты y — от −300 до 300. Размер

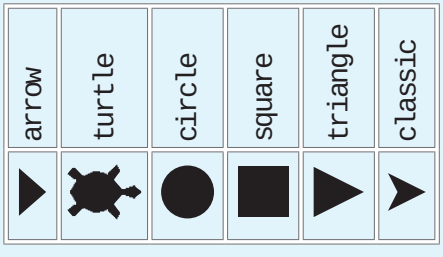
Пример 18.10. Среда обитания исполнителя *Черепаха*.



Координатная плоскость *Черепахи*, заданная значениями x и y.



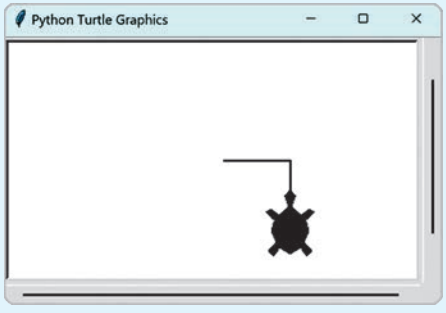
Внешний вид исполнителя определяется значением параметра `X` команды `shape(X)`.



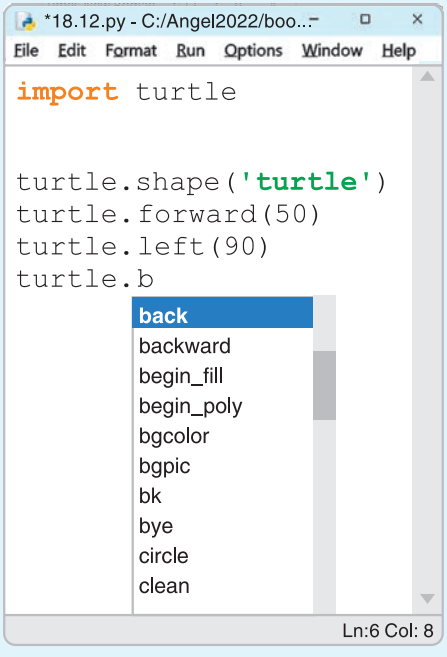
Вид исполнителя можно изменить при запуске программы. Чаще всего выбирают вид черепашки.

Пример 18.11. Использование команд `shape`, `forward`, `left`, `backward`.

```
turtle.shape('turtle')
turtle.forward(50)
turtle.left(90)
turtle.backward(40)
```



Пример 18.12. Выпадающий список команд.



окна *Черепахи* при этих значениях 800 × 600.

Некоторые команды исполнителя *Черепаха*, с помощью которых можно написать программы, представлены в таблице.

Команда	Действие
`shape(X)`	Изменить значок черепахи
`penup()`	Не оставлять след при движении
`pendown()`	Оставлять след при движении
`forward(X)`	Пройти вперед X пикселей
`backward(X)`	Пройти назад X пикселей
`left(X)`	Повернуться налево на X градусов
`right(X)`	Повернуться направо на X градусов

(Рассмотрите пример 18.11.)

Для того чтобы *Черепаха* могла выполнять команды, первой командой в программе нужно подключить модуль, содержащий команды управления *Черепахой*:

```
import turtle
```

Каждая команда управления *Черепахой* записывается после ключевого слова `turtle` и отде-

ляется от него точкой. Команды, записываемые после точки, можно выбирать из выпадающего списка. Для отображения списка используется комбинация клавиш CTRL + пробел (пример 18.12). Команды *Черепахи* можно копировать, вырезать и вставлять, так же как это делали в текстовом редакторе. При использовании сочетаний клавиш: Ctrl + C, Ctrl + V, Ctrl + X, Ctrl + Z — должен быть включен английский язык.

При выполнении программы могут возникать ошибки. *Черепаха* выполняет команды до первой ошибки, после чего останавливается. При этом в окне **IDLE Shell** выводится соответствующее сообщение (пример 18.13): номер строки, в которой допущена ошибка, ошибочная команда и предложение, как ее исправить.

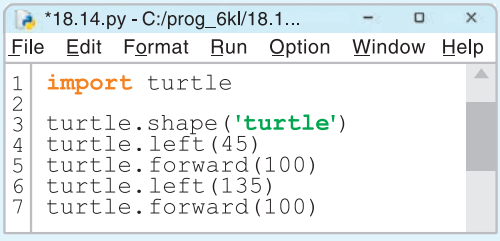
Показать/спрятать нумерацию строк в программе можно с помощью команды **Options → Show (Hide) Line Numbers.**

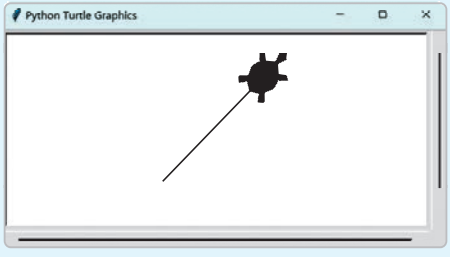
Для решения задачи с помощью исполнителя *Черепаха* необходимо:

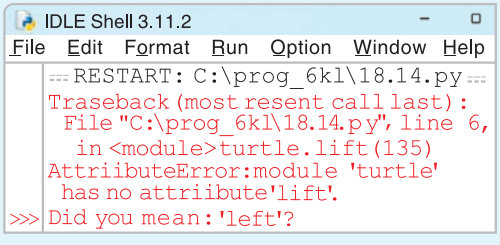
1. Составить алгоритм решения задачи (пример 18.14).

2. Записать алгоритм в виде программы в окне текстового

Пример 18.13. Программа с ошибкой в строке 6 (`lift` вместо `left`), графическое окно *Черепахи*, в котором выполнена часть программы до появления ошибки, и реакция среды IDLE на неверную команду.







Пример 18.14. Алгоритм построения угла.

Словесное описание алгоритма

Повернуть *Черепаху* на 45° налево.
Сдвинуть *Черепаху* на 100 вперед.
Повернуть *Черепаху* на 135° налево.
Сдвинуть *Черепаху* на 100 вперед.

Пример 18.14. *Продолжение.*

Графический способ записи алгоритма

Программный способ записи алгоритма

```
*18.14.py - C:/prog_6kl/18
File  Edit  Format  Run  Options  Window  Help
1 import turtle
2
3 turtle.shape('turtle')
4 turtle.left(45)
5 turtle.forward(100)
6 turtle.left(135)
7 turtle.forward(100)
8
```

Программа всегда записывается на формальном языке. В словесном и графическом описании алгоритма допускается естественный язык.

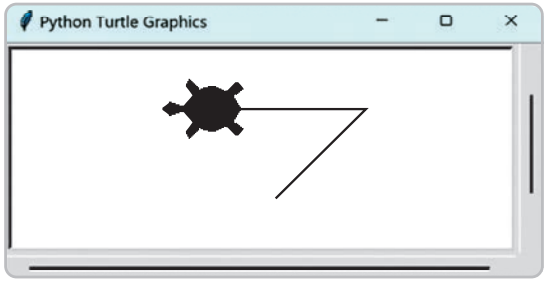
редактора среды программирования IDLE.

3. Сохранить программу.

4. Выполнить команду: **Run** → **Run Module** (можно нажать клавишу F5).

5. Если получено неверное решение, в программу следует внести изменения и вновь ее выполнить.

Пример 18.14. Построить изображение угла, как на рисунке. Длина отрезков — 100, угол между ними — 45°.



Программа состоит из отдельных команд. В одной строке записывают одну команду. Если программа не сохранена перед выполнением, то среда предложит ее сохранить. Выполняться может только сохраненная программа.

1. Что такое среда программирования?
2. В какой среде программирования размещается компьютерный исполнитель *Черепаха*?
3. Для чего предназначен исполнитель *Черепаха*?

4. Какие команды входят в систему команд исполнителя *Черепаха*?

5. Какое назначение команд `forward`, `backward`, `left`, `right`, `pendown`, `penup`?

Упражнения

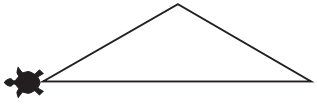
1 С помощью справочной системы среды программирования IDLE получите справку о команде языка Python `turtle.shape`. Переведите ее на русский язык.

2 Запишите в окне редактора среды программирования IDLE текст нижеприведенной программы и определите результат ее выполнения.

```
import turtle
turtle.shape('turtle')
turtle.left(90)
turtle.forward(100)
turtle.left(90)
turtle.forward(50)
turtle.left(90)
turtle.forward(50)
turtle.left(90)
turtle.forward(100)
turtle.right(90)
turtle.forward(50)
turtle.right(90)
turtle.forward(50)
```

3 Внесите изменения в программу примера 18.14 так, чтобы *Черепаха* нарисовала угол в 60° между двумя отрезками с длинами 90 и 150.

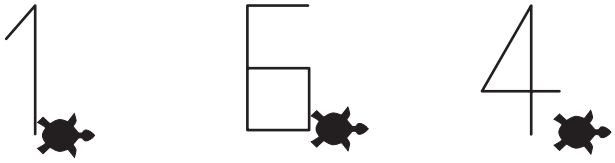
4 Составьте программу для получения изображения треугольника, проверьте правильность выполнения упражнения.



5* Напишите команды для построения изображения произвольного: а) квадрата; б) прямоугольника; в) прямоугольного треугольника; г) равнобедренного треугольника.

6 Напишите команды для построения изображений:

а) цифры 1; б) буквы Б; в) цифры 4.



После рисования сдвиньте *Черепаху* на 10 вправо от нижнего правого угла и поверните ее так, чтобы она смотрела вправо.

§ 19. Изучение и изменение готовых программ

Пример 19.1. Задание цвета.

По умолчанию задан режим установки цвета с использованием текстовых значений. В 15-й строке программы режим меняется. Теперь цвет можно задавать числовыми значениями. В 24-й строке возвращен режим задания цвета по умолчанию. В 25-й строке в одной команде задается цвет линии и цвет заливки.

Программа

```
1. import turtle
2. turtle.shape('turtle')
3. turtle.pensize(2)
4. turtle.penup()
5. turtle.setpos(-100,0)
6. turtle.pendown()
7. turtle.color('darkred')
8. turtle.fillcolor('tomato')
9. turtle.begin_fill()
10. turtle.circle(50)
11. turtle.end_fill()
```

19.1. Дополнительные команды Черепахи

При рисовании *Черепаха* может изменять цвет линий и заливать нарисованные фигуры. Для этого используются команды `color(x)` и `fillcolor(x)` соответственно. Вместо переменной `x` нужно указать значение цвета. Его можно задавать с помощью английских названий цветов, которые записываются в кавычках. Этот способ определен по умолчанию. Если нужно задать цвет числовыми значениями, то можно изменить режим ввода цвета с помощью команды `colormode (255)`. Посмотреть эти значения можно в графическом редакторе Paint. Для обратной смены режима ввода цвета используется команда `colormode (1.0)`.

Для задания цвета линий и цвета заливки можно использовать две разные команды или одну с двумя параметрами: `color(x, y)`. Первый параметр `x` определит цвет линии, а второй `y` — цвет заливки. В примере 19.1 показаны разные способы задания цвета и смены режима отображения цветов. Посмотреть текстовые и числовые значения цветовых констант можно в дополнительных материалах.

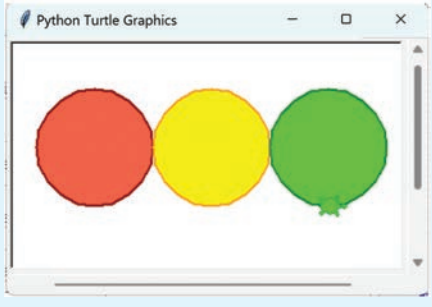
Кроме команд, которые были рассмотрены в предыдущем параграфе, у исполнителя *Черепаха* есть и другие. В таблице приведены возможные команды исполнителя *Черепаха*.

Команда	Действие
`pensize(x)`	Изменить толщину линии, которую рисует *Черепаха*
`begin_fill()`	Команда прописывается перед командами рисования фигуры
`end_fill()`	Залить фигуру, которая нарисована с помощью команд, расположенных между `begin_fill()` и `end_fill()`

Пример 19.1. *Продолжение.*

```
12. turtle.penup()
13. turtle.setpos(0,0)
14. turtle.pendown()
15. turtle.colormode(255)
16. turtle.color(255,165,0)
17. turtle.fillcolor(255,255,0)
18. turtle.begin_fill()
19. turtle.circle(50)
20. turtle.end_fill()
21. turtle.penup()
22. turtle.setpos(100,0)
23. turtle.pendown()
24. turtle.colormode(1.0)
25. turtle.color('green','lime')
26. turtle.begin_fill()
27. turtle.circle(50)
28. turtle.end_fill()
```

Результат выполнения программы



В таблице перечислены не все команды исполнителя *Черепаха*. Еще она может выполнять команды: `dot()`, `stamp()`, `speed()`, `clear()` и др. О том, какие действия выполняют эти команды, можно узнать в справочной системе.

Пример 19.2. Направление движения *Черепахи*.

Угол поворота	Направление *Черепахи*
0	Вправо, на восток
90	Вверх, на север
180	Влево, на запад
270	Вниз, на юг

Пример 19.3. Комментарии в программе.

```
#желтый круг
turtle.penup()
turtle.setpos(0,0)
turtle.pendown()
turtle.colormode(255)
turtle.color(255,165,0)
turtle.fillcolor(255,255,0)
turtle.begin_fill()
#радиус круга 50
turtle.circle(50)
turtle.end_fill()
```

Здесь комментариями являются две строки.

```
#желтый круг
#радиус круга 50
```

Первая срока поясняет, что в программе содержатся команды для рисования круга желтого цвета. Вторая — назначение следующей за ней команды.

Команда	Действие
`circle(r)`	Нарисовать окружность радиуса `r`
`setpos(x,y)`	Переместить *Черепаху* в точку с координатами (`x`, `y`)
`setheading(x)`	Задать направление движения *Черепахи*
`setup(w,h)`	Изменить размеры окна *Черепахи*: `w` — ширина окна, `h` — высота окна
`towards(x,y)`	Получить угол между текущим направлением *Черепахи* и прямой от *Черепахи* к точке (`x`, `y`)
`distance(x,y)`	Получить расстояние до точки (`x`, `y`)

Направление *Черепахи* в команде `setheading(x)` задается величиной угла. Некоторые значения параметра `x` приведены в примере 19.2.

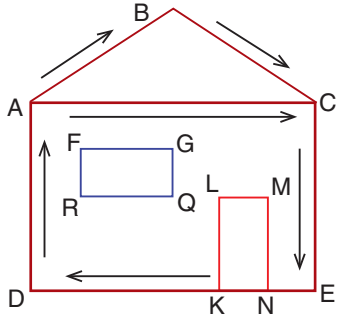
Если текст программы большой, то ее сложно читать, поэтому в программе часто пишут комментарии — строки текста, которые поясняют написанные команды. Перед текстом комментариев ставится знак # (пример 19.3). Комментарии можно писать по-русски. Исполнитель пропускает их при выполнении программы.

19.2. Изображение домика

Пример 19.4. Составить алгоритм построения изображения домика и написать программу для исполнителя *Черепаха*.

Выберем следующий алгоритм построения изображения:

1. Построить отрезки для крыши: AB, BC, CA.
2. Построить отрезки для дома: AD, DE, EC.
3. Построить отрезки для двери: KL, LM, MN.
4. Построить отрезки для окна FG, GQ, QR, RF.



Для подбора размеров и координат желательно сначала нарисовать изображение на листе бумаги в клетку.

Словесное описание алгоритма:

```
Поднять перо
В точку (-150, 50)
Опустить перо
Построить крышу
  Налево (30)
```

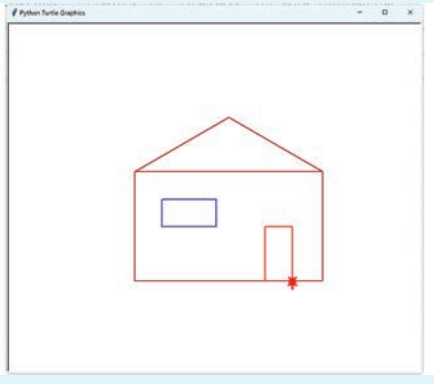
Пример 19.4. Программа изображения домика.

```
import turtle
turtle.shape('turtle')
turtle.pensize(2)
turtle.penup()
turtle.setpos(-150,50)
turtle.pendown()
turtle.color('brown')
#крыша
turtle.left(30)
turtle.forward(200)
turtle.right(60)
turtle.forward(200)
turtle.right(150)
turtle.forward(346)
#дом
turtle.left(90)
turtle.forward(200)
turtle.left(90)
turtle.forward(346)
turtle.left(90)
turtle.forward(200)
#окно
turtle.penup()
turtle.setpos(-100,0)
turtle.pendown()
turtle.setheading(0)
turtle.color('blue')
turtle.forward(100)
turtle.right(90)
turtle.forward(50)
turtle.right(90)
turtle.forward(100)
turtle.right(90)
turtle.forward(50)
```

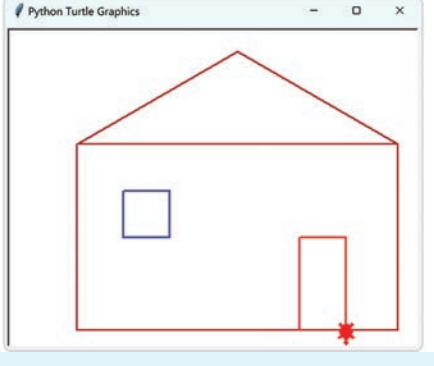
Пример 19.4. *Продолжение.*

```
#дверь
turtle.penup()
turtle.setpos(90,-150)
turtle.pendown()
turtle.setheading(90)
turtle.color('red')
turtle.forward(100)
turtle.right(90)
turtle.forward(50)
turtle.right(90)
turtle.forward(100)
```

Результат работы программы



Пример 19.5. Измененный рисунок.




```
    Вперед (200)
    Направо (60)
    Вперед (200)
    Направо (150)
    Вперед (346)
  Построить дом
    Налево (90)
    Вперед (200)
    Налево (90)
    Вперед (346)
    Налево (90)
    Вперед (200)
  Поднять перо
  В точку (-100, 0)
  Опустить перо
  Построить окно
  Поднять перо
  В точку (90, -150)
  Опустить перо
  Построить дверь
```

Написанные программы с некоторыми изменениями можно использовать для решения других задач.

Пример 19.5. Требуется изменить изображение домика из примера 19.4.

При сравнении нового изображения и изображения из примера 19.4 обнаружим два отличия: первое — в размерах окна *Черепахи*, второе — в форме окна домика. В целом рисунки похожи. Значит, для создания изображения нового домика можно использовать программу из

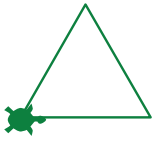
примера 19.4. Внесем изменения в текст программы в окне редактора среды программирования, используя правила редактирования текста:

- добавим команду изменения окна в начало программы;
- изменим фрагмент рисования окна домика.

Остальные команды в программе останутся неизменными.

19.3. Изображение треугольников

Пример 19.6. Написать программу построения треугольника.



У треугольника три стороны одинаковой длины. Все углы равны по 60°. Угол поворота *Черепахи* — 180° − 60° = 120°.

Словесное описание алгоритма 1 построения треугольника:

```
Вперед (100)
Влево (120)
Вперед (100)
Влево (120)
Вперед (100)
```

Аналогичный результат можно получить и с помощью другого алгоритма (алгоритм 2).

Пример 19.5. *Продолжение.* Изменения в программе.

```
import turtle
turtle.shape('turtle')
turtle.setup(450,350)
#окно
turtle.penup()
turtle.setpos(-100,0)
turtle.pendown()
turtle.setheading(0)
turtle.color('blue')
turtle.forward(100)50
turtle.right(90)
turtle.forward(50)
turtle.right(90)
turtle.forward(100)50
turtle.right(90)
turtle.forward(50)
```

Красной рамкой обведены строки, которые отображают необходимые изменения. Вместо зачеркнутых чисел нужно записать числа, стоящие после скобок.

Пример 19.6. Программа получения изображения треугольника. Алгоритм 1.

```
import turtle
turtle.shape('turtle')
turtle.color('green')
turtle.pensize(2)
turtle.forward(100)
turtle.left(120)
turtle.forward(100)
turtle.left(120)
turtle.forward(100)
turtle.left(120)
```

Пример 19.7. Программа получения изображения треугольника. Алгоритм 2.

```
import turtle
turtle.shape('turtle')
turtle.color('green')
turtle.pensize(2)
turtle.setpos(100,0)
turtle.setpos(50,75)
turtle.setpos(0,0)
```

Пример 19.8. Программа рисования елки.

```
import turtle
turtle.shape('turtle')
turtle.color('green')
turtle.pensize(2)
#нижний треугольник
turtle.penup()
turtle.setpos(-50,-85)
turtle.pendown()
turtle.forward(100)
turtle.left(120)
turtle.forward(100)
turtle.left(120)
turtle.forward(100)
turtle.left(120)
#средний треугольник
turtle.penup()
turtle.setpos(-50,0)
turtle.pendown()
turtle.forward(100)
turtle.left(120)
turtle.forward(100)
turtle.left(120)
turtle.forward(100)
turtle.left(120)
```

```
В точку (100, 0)
В точку (50, 75)
В точку (0, 0)
```

Программа данного алгоритма приведена в примере 19.7.

Если сравнить два алгоритма, то можно сделать следующие выводы:

1. Второй алгоритм имеет меньшее количество команд, чем первый.

2. Треугольник, построенный по первому алгоритму, может располагаться в любом месте плоскости. Его местоположение зависит только от начального положения *Черепахи*.

3. Треугольник, построенный по второму алгоритму, может быть нарисован только в одном месте плоскости. Его местоположение определено координатами вершин.

4. Первый алгоритм, невзирая на большее количество команд, является более универсальным. Его можно использовать для построения других изображений.

Пример 19.8. Написать программу построения елки, состоящей из трех одинаковых треугольников. Треугольники строим, используя алгоритм 1. Алгоритм построения елки может быть следующим:

```
Поднять перо
В точку (-50, -85)
Опустить перо
Построить треугольник
Поднять перо
В точку (-50, 0)
Опустить перо
Построить треугольник
Поднять перо
В точку (-50, 85)
Опустить перо
Построить треугольник
```

Для построения треугольника в программе нужно три раза скопировать фрагмент программы из примера 19.6.

Пример 19.9. Изменить программу из примера 19.6 для получения прямоугольного треугольника с углами 45°, 45°, 90° и длиной катетов 100.

Определим отличия данного треугольника от треугольника из примера 19.6.

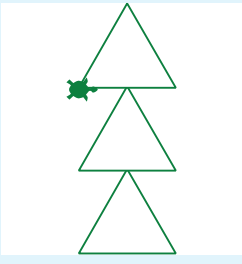
1. У этого треугольника углы неодинаковы. *Черепаха* должна дважды повернуться на угол 135° (180° – 45°) и затем на угол 90°.

2. Длины двух сторон треугольника нам известны, а третьей нет. Для вычисления ее длины можно воспользоваться тем, что длина гипотенузы у такого

Пример 19.8. *Продолжение.*

```
#верхний треугольник
turtle.penup()
turtle.setpos(-50,85)
turtle.pendown()
turtle.forward(100)
turtle.left(120)
turtle.forward(100)
turtle.left(120)
turtle.forward(100)
turtle.left(120)
```

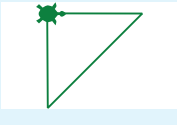
Результат работы программы



Пример 19.9. Программа рисования прямоугольного треугольника.

```
import turtle
turtle.shape('turtle')
turtle.color('green')
turtle.pensize(2)
turtle.forward(100)
turtle.right(135)
turtle.forward(141)
turtle.right(135)
turtle.forward(100)
turtle.right(90)
```

Результат работы программы



Для вычисления расстояния можно использовать команду distance. Для этого нужно в программе заменить команду

```
turtle.forward(141)
```

на команду

```
turtle.forward
(turtle.distance(0,100))
```

Однако при таком подходе мы потеряем универсальность рисования нашего треугольника: его местоположение будет привязано к точке (0, 100).

Пример 19.10. Программа получения изображения цифры «3».

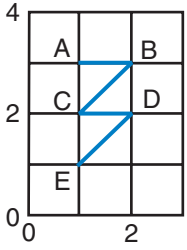
```
import turtle
turtle.shape('turtle')
turtle.pensize(2)
turtle.penup()
turtle.setpos(-50,60)
turtle.pendown()
turtle.forward(30)
turtle.right(135)
turtle.forward(42)
turtle.left(135)
turtle.forward(30)
turtle.right(135)
turtle.forward(42)
turtle.left(135)
```

Результат работы программы

треугольника примерно в 1,41[1] раза больше катета.

19.4. Изображение цифры «3»

Пример 19.10. Написать программу построения изображения цифры «3» в почтовом индексе с помощью исполнителя *Черепаха*.



Алгоритм построения изображения:

```
В точку A(-50, 60)
Опустить перо
Построить цифру, двигаясь по
отрезкам AB, BC, CD, DE.
```

Данное изображение состоит из двух одинаковых фрагментов, каждый из которых представляет собой прямоугольный треугольник без одного прорисованного катета. Поэтому можно воспользоваться программой из примера 19.9. Длина горизонтальной линии равна 30, диагональной — $30 \times 1{,}41 \approx 42$.

[1] Почему это равенство верное, вы узнаете на уроках математики.

В некоторых изображениях часто повторяются одинаковые фрагменты. Для создания программ построения таких изображений можно скопировать повторяющийся фрагмент программы и использовать его нужное число раз так, как это делали в примере 19.8 для построения елки.

Пример 19.11. Написать программу для построения трех одинаковых цифр «3» красного, зеленого и синего цвета.

Мы видим, что программу построения этого изображения можно составить на основе программы из примера 19.8. Изображение первой цифры начинается от верхней точки слева, ее координаты (–50, 60). Координаты такой же точки для второй цифры (0, 60), для третьей — (50, 60).

Таким образом, для создания изображения из трех цифр «3» в тексте программы из примера 19.10 нужно скопировать фрагмент

```
turtle.penup()
turtle.setpos(-50,60)
turtle.pendown()
turtle.forward(30)
```

Значения параметров команд *Черепахи* можно записывать выражением. Например, вместо команды `turtle.forward(42)` можно записать команду `turtle.forward(30*1.41)`.

Пример 19.11. Программа построения изображения из трех одинаковых цифр разного цвета.

```
import turtle
turtle.shape('turtle')
turtle.pensize(2)
#первая тройка
turtle.penup()
turtle.color('red')
turtle.setpos(-50,60)
turtle.pendown()
turtle.forward(30)
turtle.right(135)
turtle.forward(42)
turtle.left(135)
turtle.forward(30)
turtle.right(135)
turtle.forward(42)
turtle.left(135)
#вторая тройка
turtle.penup()
turtle.color('green')
turtle.setpos(0,60)
turtle.pendown()
turtle.forward(30)
turtle.right(135)
turtle.forward(42)
turtle.left(135)
turtle.forward(30)
turtle.right(135)
turtle.forward(42)
turtle.left(135)
```

Пример 19.11. *Продолжение.*

```
#третья тройка
turtle.penup()
turtle.color('blue')
turtle.setpos(50,60)
turtle.pendown()
turtle.forward(30)
turtle.right(135)
turtle.forward(42)
turtle.left(135)
turtle.forward(30)
turtle.right(135)
turtle.forward(42)
turtle.left(135)
```

Результат работы программы

```
turtle.right(135)
turtle.forward(42)
turtle.left(135)
turtle.forward(30)
turtle.right(135)
turtle.forward(42)
turtle.left(135)
```

затем следует вставить скопированный фрагмент нужное число раз. В каждом из вставленных фрагментов изменить параметры команды `turtle.setpos(-50, 60)` — задать координаты начальных точек. Также в каждом фрагменте нужно дописать команды изменения цвета.

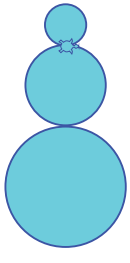
1. Как получить справочную информацию о командах `setheading`, `pensize`?
2. Как задать цвет линии *Черепахи*?
3. Как закрасить нарисованную *Черепахой* фигуру?
4. Какое значение должно быть у команды `forward`, чтобы *Черепаха* переместилась по диагонали квадрата с длиной стороны 120?

Упражнения

1 Измените программу из примера 19.1 для получения изображений.

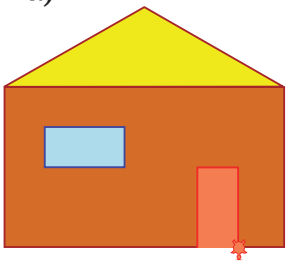
а)

б)

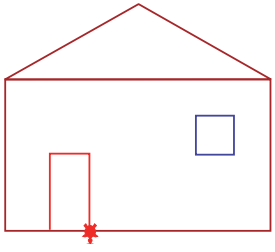


2 Измените программу из примера 19.4 для получения изображений. Конечное положение *Черепахи* может быть другим.

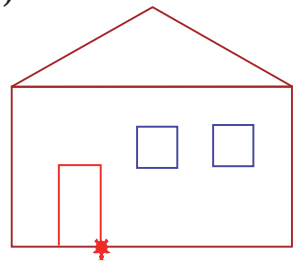
а)



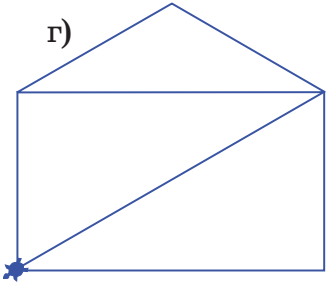
б)



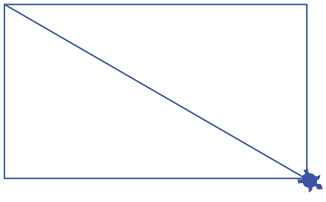
в)



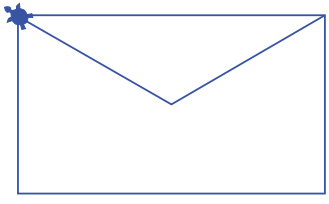
г)



д)

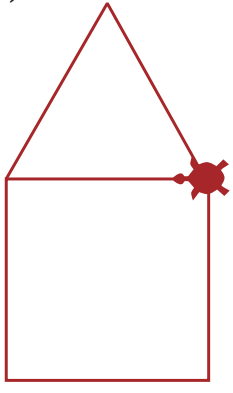


е)

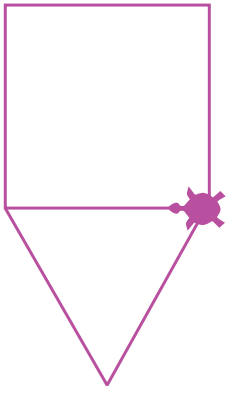


3 Используйте программы из примеров 19.6 и 19.8 для получения изображений.

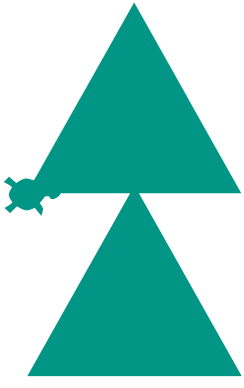
а)



б)



в)



4 Вставьте в редактор среды программирования IDLE текст программы, определите результат ее выполнения.

```
import turtle
turtle.shape('turtle')
#буква Б
turtle.left(90)
turtle.penup()
turtle.forward(30)
turtle.pendown()
turtle.right(90)
turtle.forward(30)
turtle.right(90)
turtle.forward(30)
turtle.right(90)
turtle.forward(30)
turtle.right(90)
turtle.forward(60)
turtle.right(90)
turtle.forward(30)
#переход
turtle.penup()
turtle.setpos(40, 0)
turtle.pendown()
#буква Г
turtle.left(90)
turtle.forward(60)
turtle.right(90)
turtle.forward(30)
#переход
turtle.penup()
turtle.setpos(80, 0)
turtle.pendown()
#буква У
turtle.forward(30)
turtle.left(90)
turtle.forward(60)
turtle.left(90)
turtle.penup()
turtle.forward(30)
turtle.pendown()
turtle.left(90)
turtle.forward(30)
turtle.left(90)
turtle.forward(30)
```

Измените программу для построения изображений.

а) 

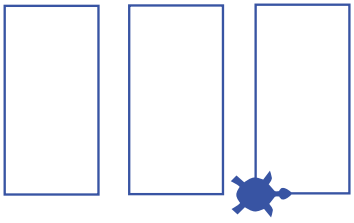
б) 

в) В программы из пункта а) внесите изменения так, чтобы вместо буквы Б рисовалась буква Л:

5 Скопируйте и вставьте в редактор среды программирования IDLE текст программы, определите результат ее выполнения.

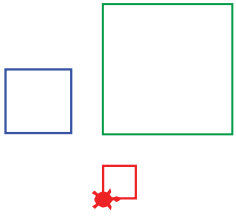
```
import turtle
turtle.shape('turtle')
turtle.color('blue')
turtle.pensize(2)
turtle.forward(60)
turtle.left(90)
turtle.forward(120)
turtle.left(90)
turtle.forward(60)
turtle.left(90)
turtle.forward(120)
turtle.left(90)
```

Измените программу для построения изображения.

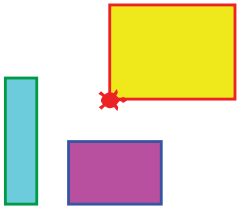


6* Составьте программы для выполнения заданий. Подумайте, какие из уже выполненных заданий можно использовать для получения этих изображений.

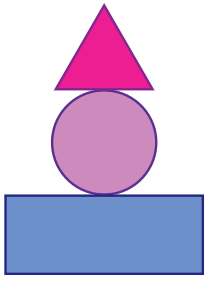
а)



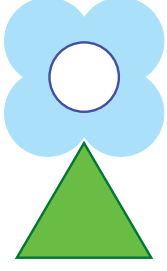
б)



в)



г)



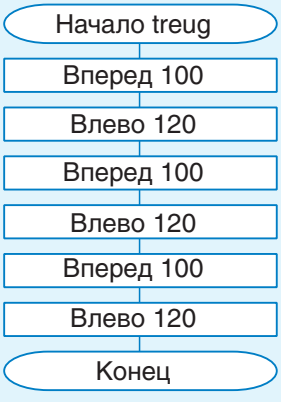
§ 20. Составление программ. Использование подпрограмм (вспомогательных алгоритмов)

На заре создания первых компьютеров при разработке программ применялся прием проектирования «снизу вверх»: вначале создавали простейшие подпрограммы, затем их использовали в более сложных программах. В середине 60-х гг. XX в. стал применяться метод пошаговой детализации алгоритмов (проектирование «сверху вниз»). Этот метод заложен в основу процедурных языков программирования (Pascal, C++, Python и др.).

Пример 20.1. Рисование елочки.

Блок-схема алгоритма рисования елочки включает:

1. Блок-схему вспомогательного алгоритма для рисования одного элемента елочки (треугольника).

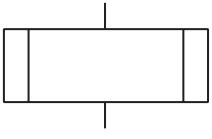


20.1. Понятие вспомогательного алгоритма

Как видно из предыдущего параграфа, исполнителю *Черепаха* нередко приходится строить одно и то же изображение в одной программе несколько раз. Построение такого изображения удобно оформить в виде отдельного алгоритма. Такие алгоритмы называют вспомогательными.

Вспомогательный алгоритм — алгоритм, который можно целиком использовать в других алгоритмах.

Вспомогательный алгоритм можно использовать необходимое число раз, обращаясь к его названию (имени). Для обращения к вспомогательному алгоритму в блок-схемах используется блок.



Вспомогательный алгоритм в языке Python записывается в виде функции.

```
def имя_функции():
    команда1
    команда2
...
```

Заголовок функции

Команды (тело функции)

Имя функции может содержать буквы латинского алфавита, цифры, знак подчеркивания. Первый символ в имени процедуры не может быть цифрой. После имени функции в скобках могут указываться параметры, от которых зависит результат работы функции. Если параметров нет, то наличие скобок все равно является обязательным. После скобок ставится двоеточие. Все команды, которые относятся к телу функции, пишутся со сдвигом вправо. Сдвиг устанавливают клавишей Tab.

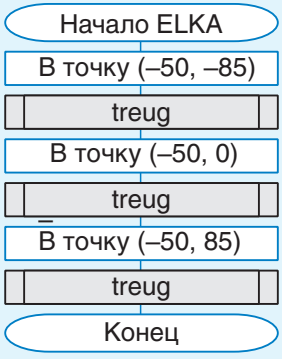
Команду выполнения вспомогательного алгоритма называют **вызовом функции**. Команду вызова записывают в основном алгоритме (программе) путем указания имени процедуры.

Пример 20.1. Написать программу для рисования елочки с использованием вспомогательного алгоритма.

В примере 19.8 мы уже строили елочку, используя изображение треугольников. Если проанализировать алгоритм, то можно

Пример 20.1. *Продолжение.*

2. Блок-схему построения елочки с использованием вспомогательного алгоритма treug.



Программа построения елочки

```
import turtle
turtle.shape('turtle')
turtle.pensize(2)
def treug():
    turtle.forward(100)
    turtle.left(120)
    turtle.forward(100)
    turtle.left(120)
    turtle.forward(100)
    turtle.left(120)
#нижний треугольник
turtle.penup()
turtle.setpos(-50, -85)
turtle.pendown()
treug()
#средний треугольник
turtle.penup()
turtle.setpos(-50, 0)
turtle.pendown()
treug()
#верхний треугольник
turtle.penup()
turtle.setpos(-50, 85)
turtle.pendown()
treug()
```

Пример 20.2. Измененная программа рисования елки.

```
import turtle
turtle.shape('turtle')
turtle.pensize(2)
def treug():
    turtle.forward(100)
    turtle.left(120)
    turtle.forward(100)
    turtle.left(120)
    turtle.forward(100)
    turtle.left(120)
def p(x, y):
    turtle.penup()
    turtle.setpos(x,y)
    turtle.pendown()
#нижний треугольник
p(-50, -85)
treug()
#средний треугольник
p(-50, 0)
treug()
#верхний треугольник
p(-50, 85)
treug()
```

Если сравнить количество строк в программах из примеров 19.8 и 20.2, можно заметить, что их стало меньше. Использование вспомогательных алгоритмов позволяет сделать программу короче.

Пример 20.3. Новые изменения в программе рисования елки.

В теле функции `treug` удалим последнюю команду `turtle.left(120)`, которая разворачивала *Черепаху* в начальное положение. Вместо нее в функцию `p` добавим команду `turtle.setheading(0)`, которая устанавливает угол поворота, равный 0.

увидеть, что команда **Построить треугольник** указана трижды. Это значит, что можно не копировать три раза команды для изображения треугольника, а оформить вспомогательный алгоритм, который будет строить треугольник.

Треугольник строился с помощью следующих команд:

```
turtle.forward(100)
turtle.left(120)
turtle.forward(100)
turtle.left(120)
turtle.forward(100)
turtle.left(120).
```

Опишем эту последовательность команд в виде вспомогательного алгоритма `treug`, который будет использоваться в неизменяемом виде несколько раз (в данном случае три).

В программе примера 19.8 есть еще три команды.

```
turtle.penup()
turtle.setpos(…, …)
turtle.pendown()
```

Эти команды позволяют осуществить переход от одного треугольника к другому. Различие в использовании этих команд только в координатах, в которые должна переместиться *Черепаха*.

Можно оформить еще одну функцию, которая будет осуществлять переход. Эта функция будет зависеть от координат точки, в которую нужно переместить *Черепаху*. Назовем эту функцию — p(x, y). В примере 20.2 приведена измененная программа.

Если считать, что рисование треугольника зависит от точки, с которой *Черепаха* начинает его рисовать, то функция рисования треугольника тоже будет зависеть от параметров (x, y). Алгоритм рисования треугольника в этом случае будет начинаться с команды перевода *Черепахи* в точку с координатами (x, y). Программа приведена в примере 20.3. В данном примере функция p вызывается из функции treug.

20.2. Решение практических задач с использованием функций

Пример 20.4. Оформить с помощью функций программу рисования трех троек на почтовом конверте из примера 19.11.

Функция для рисования одной тройки cifr_3 будет функцией, которая зависит от начального положения *Черепахи* — координат (x, y). Функцию p (x, y), устанавливающую *Черепаху* в нужную

Пример 20.3. *Продолжение.* Новые изменения в программе рисования елки.

```
import turtle
turtle.shape('turtle')
turtle.pensize(2)
def treug(x, y):
    p(x, y)
    turtle.forward(100)
    turtle.left(120)
    turtle.forward(100)
    turtle.left(120)
    turtle.forward(100)
def p(x, y):
    turtle.penup()
    turtle.setpos(x, y)
    turtle.pendown()
    turtle.setheading(0)
#нижний треугольник
treug(-50, -85)
#средний треугольник
treug(-50, 0)
#верхний треугольник
treug(-50, 85)
```

Пример 20.4. Программа построения изображения из примера 19.11.

```
import turtle
turtle.shape('turtle')
turtle.pensize(2)
def cifr_3(x, y, c):
    p(x, y)
    turtle.color(c)
    turtle.forward(30)
    turtle.right(135)
    turtle.forward(42)
    turtle.left(135)
    turtle.forward(30)
    turtle.right(135)
```

Пример 20.4. *Продолжение.*

```
   turtle.forward(42)
def p(x, y):
    turtle.penup()
    turtle.setpos(x, y)
    turtle.pendown()
    turtle.setheading(0)
#первая тройка
cifr_3(-50, 60, 'red')
#вторая тройка
cifr_3(0, 60, 'green')
#третья тройка
cifr_3(50, 60, 'blue')
```

Пример 20.5. Программа построения изображения.

```
import turtle
turtle.shape('turtle')
turtle.pensize(2)
def cifr_1(x, y, c):
    p(x, y)
    turtle.color(c)
    turtle.left(45)
    turtle.forward(42)
    turtle.right(135)
    turtle.forward(60)
def cifr_3(x, y, c):
    p(x, y)
    turtle.color(c)
    turtle.forward(30)
    turtle.right(135)
    turtle.forward(42)
    turtle.left(135)
    turtle.forward(30)
    turtle.right(135)
```

точку, возьмем из примера рисования елочки. Поскольку каждая тройка должна рисоваться своим цветом, добавим еще один параметр c в описание функции.

На примере рисования елочки и трех троек мы увидели, что вспомогательные алгоритмы позволяют сократить код программы, поскольку не приходится одинаковые части программы записывать несколько раз. Однако вспомогательные алгоритмы используют и тогда, когда задача разбивается на части — подзадачи. Вспомогательный алгоритм решает некоторую подзадачу основной задачи.

Пример 20.5. Написать программу для построения изображения, состоящего из трех цифр «1», «3» и «7», изображенных красным, зеленым и синим цветами.

В данном случае в изображении нет повторяющихся фрагментов. Однако задача разбивается на три подзадачи:

1. Нарисовать цифру «1».
2. Нарисовать цифру «3».
3. Нарисовать цифру «7».

Функцию для рисования цифры «3» можно взять из предыдущего примера. Остается написать

функции для рисования цифр «1» и «7».

Над решением реальных задач проекта могут работать несколько человек. Каждый выполняет свою часть работы и оформляет ее как отдельный вспомогательный алгоритм-функцию. Важно, чтобы функции, написанные разными людьми, правильно выполнялись в одном проекте. Для этого устанавливаются единые подходы к написанию кода программы.

Для исполнителя *Черепаха* установим следующее правило: рисование любой фигуры начинается с перевода *Черепахи* в начальную точку. Начальной точкой договоримся считать нижний левый угол изображения. В начальной точке *Черепаха* смотрит вправо (на восток).

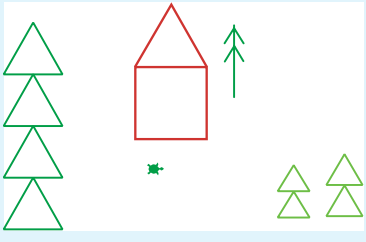
Рассмотрим следующий пример. Пусть нескольким шестиклассникам поручили разработать программу рисования некоторого «пейзажа». «Пейзаж» состоит из следующих элементов: дом, три ели (одна большая и две маленькие) и сосна (пример 20.6).

Список функций для рисования «пейзажа» приведен в примере 20.7

Пример 20.5. *Продолжение.*

```
    turtle.forward(42)
def cifr_7(x, y, c):
    p(x, y)
    turtle.color(c)
    turtle.forward(30)
    turtle.right(135)
    turtle.forward(42)
    turtle.left(45)
    turtle.forward(30)
def p(x,y):
    turtle.penup()
    turtle.setpos(x,y)
    turtle.pendown()
    turtle.setheading(0)
cifr_1(0, 30, 'red')
cifr_3(50, 60, 'green')
cifr_7(100, 60, 'blue')
p(150,0)
```

Пример 20.6. «Пейзаж».



Пример 20.7. Список функций для рисования «пейзажа».

- `treug` — для построения треугольника;
- `p` — для перевода *Черепахи* в начальную точку;
- `b_el` — для рисования большой ели;
- `m_el` — для рисования маленькой ели;
- `dom` — для рисования дома;
- `sosna` — для рисования сосны.

Пример 20.8. Программа для рисования «пейзажа».

```
import turtle
turtle.shape('turtle')
turtle.pensize(2)
def treug(x, y, d):
    p(x,y)
    turtle.forward(d)
    turtle.left(120)
    turtle.forward(d)
    turtle.left(120)
    turtle.forward(d)
def p(x,y):
    turtle.penup()
    turtle.setpos(x,y)
    turtle.pendown()
    turtle.setheading(0)
def m_el(x, y, d):
    treug(x, y, d)
    treug(x, y + d * 0.86, d)
def b_el(x, y, d):
    m_el(x, y, d)
    m_el(x, y + d * 1.72, d)
def dom(x, y, d):
    p(x,y)
    turtle.forward(d)
    turtle.left(90)
    turtle.forward(d)
    turtle.left(60)
    treug(x, y + d, d)
    turtle.left(30)
    turtle.forward(d)
def sosna(x, y, d):
    p(x + d / 8 , y)
    turtle.left(90)
    turtle.forward(d)
    p(x, y + d / 2)
    turtle.left(60)
    turtle.forward(d / 4)
    turtle.right(120)
    turtle.forward(d / 4)
    p(x, y + 3 * d / 4)
    turtle.left(60)
    turtle.forward(d / 4)
    turtle.right(120)
    turtle.forward(d / 4)
```

Шестеро шестиклассников могут распределить работу между собой следующим образом:

- первый пишет вспомогательный алгоритм рисования сосны;
- второй пишет вспомогательный алгоритм рисования дома;
- третий пишет вспомогательный алгоритм рисования треугольника. В этом алгоритме желательно добавить еще один параметр — длина стороны треугольника;
- четвертый пишет вспомогательный алгоритм для маленькой елки, основываясь на вспомогательном алгоритме рисования треугольника. Координаты `x`, `y` обоих треугольников одинаковы, координата `y` может быть вычислена по формуле: $y + 0{,}86 \cdot d$, где d — длина стороны треугольника;
- пятый пишет вспомогательный алгоритм для большой елки, основываясь на вспомогательном алгоритме рисования маленькой елки;
- шестой пишет основной алгоритм, размещая элементы пейзажа на поле *Черепахи*.

Программа рисования «пейзажа» размещена в примере 20.8.

Имея в своем распоряжении вспомогательные алгоритмы, мож-

но легко изобразить и другие «пейзажи». При этом не придется переписывать сами вспомогательные алгоритмы. Достаточно выбрать место размещения объекта на поле *Черепахи*, указав координаты начальной точки объекта.

Например, можно сохранить все функции из примера 20.8, а в текст основной части программы внести изменения (пример 20.9).

Результат работы программы после изменений показан в примере 20.10.

Примеры, рассмотренные в этом параграфе, наглядно демонстрируют необходимость использования вспомогательных алгоритмов. Они позволяют решать сложные задачи более эффективным и удобным способом, облегчают и ускоряют разработку программного кода, повышают его читабельность. Применение функций обосновано, если:

- для получения решения задачи некоторые действия приходится повторять неоднократно (как в примерах 20.2, 20.4);
- задача разбивается на независимые подзадачи (как в примерах 20.5, 20.8, 20.9).

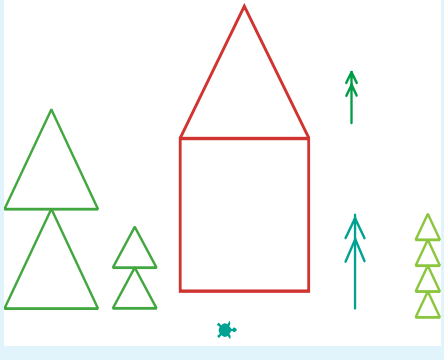
Пример 20.8. *Продолжение.*

```
turtle.color('green')
b_el(-250,-200, 100)
turtle.color('lime')
m_el(210, -180, 50)
m_el(290, -180, 60)
turtle.color('brown')
dom(-30, -50, 120)
turtle.color('darkgreen')
sosna(120, 20, 120)
p(0,-100)
```

Пример 20.9. Изменения в программе.

```
turtle.color('green')
m_el(-350, -120, 150)
m_el(-170, -120, 60)
turtle.color('lime')
b_el(300,-135, 40)
turtle.color('brown')
dom(-70, -100, 200)
turtle.color('darkgreen')
sosna(190, 120, 70)
turtle.color('teal')
sosna(190, -120, 120)
p(0,-150)
```

Пример 20.10. Результат изменений.



1. Какие алгоритмы называются вспомогательными?
2. Для чего нужны вспомогательные алгоритмы?
3. Какое ключевое слово используется для описания функции?
4. Как выполнить вызов функции?
5. Как понять, какие команды составляют тело функции?

Упражнения

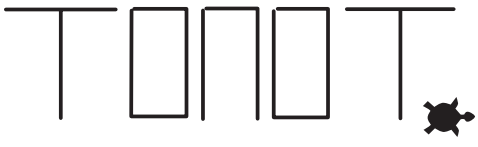
1 Измените программу рисования елочки так, чтобы треугольник рисовался закрашенным.

2 Используя составленные ранее программы для исполнителя *Черепаха* как вспомогательные, составьте программу для построения изображения.

3 Используя функции из примера 20.8, придумайте свой пейзаж.

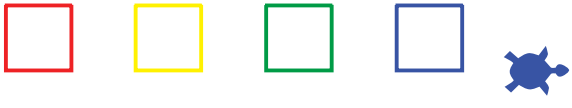
4 Составьте программы построения изображения всех цифр от 0 до 9.

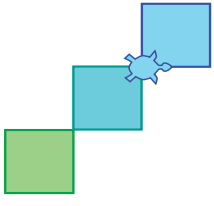
5 Запишите программы написания слов для исполнителя *Черепаха*. Используйте вспомогательные алгоритмы рисования букв.

а) 

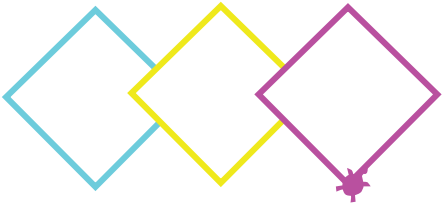
б) 

6 Составьте программы построения изображений. Что могут обозначать эти изображения?

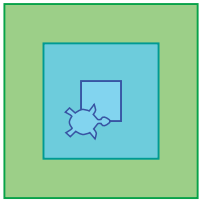
а) 

б) 

в)



г)



7 Составьте программу для построения изображения.