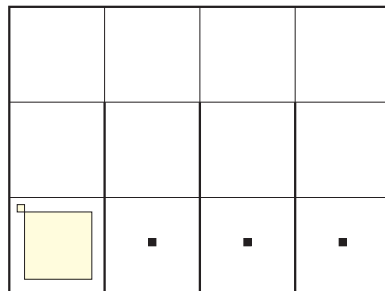


7 Составьте программу для решения задачи а4 из встроенного задачника (см. рис. справа). Предложите два алгоритма:

1. С использованием алгоритмической конструкции *следование*.
2. С использованием вспомогательного алгоритма.

Сравните полученные решения.



8* Робот-огородник может разбить грядку на посадочные зоны-клетки. На рисунке справа изображена схема посадки овощей (красная клетка — томаты, зеленая — огурцы). Предложите систему команд для робота-огородника и разработайте алгоритм посадки овощей (робот сажает одно растение в одну клетку).



§ 10. Алгоритмическая конструкция *повторение*

10.1. Алгоритмы с циклами

В окружающем мире можно наблюдать ситуации, при которых различные действия и процессы повторяются. Некоторые повторяются несколько раз и завершаются. Другие могут повторяться очень долго (например, круговорот воды в природе, движение планет в космическом пространстве, смена времен года и т. д.). Человеку тоже регулярно приходится выполнять повторяющиеся действия: умываться, одеваться, посещать парикмахерскую, завтракать, ходить на работу и др.

Понятие цикла используется в различных сферах человеческой деятельности.

Под циклом понимают совокупность явлений, процессов, составляющих кругооборот в течение определенного промежутка времени. С этой точки зрения можно говорить о годовом цикле вращения Земли вокруг Солнца или о производственном цикле.

Циклом является законченный ряд каких-либо произведений, чего-либо излагаемого, исполняемого: цикл лекций, цикл стихотворений.

Пример 10.1. Приготовление пельменей.

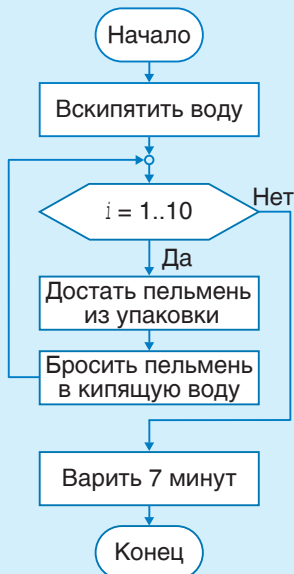


Алгоритм:

1. Вскипятить воду.
2. Для $i = 1..10$ повторять:
 - 2.1. Достать пельмень из упаковки.
 - 2.2. Бросить пельмень в кипящую воду.
3. Варить 7 минут.

В данном примере параметр цикла i изменяется от 1 до 10. Действия «достать пельмень из упаковки» и «бросить пельмень в кипящую воду» выполняются 10 раз и составляют тело цикла.

Блок-схема данного алгоритма выглядит таким образом:



Как правило, человек составляет программы, в которых каждая команда в отдельности и весь алгоритм в целом выполняются за конечное число повторений.

Алгоритмическая конструкция повторение (цикл) определяет последовательность действий, выполняемых многократно. Эту последовательность действий называют **телом цикла**.

Существует несколько возможностей управлять тем, сколько раз будет повторяться тело цикла.

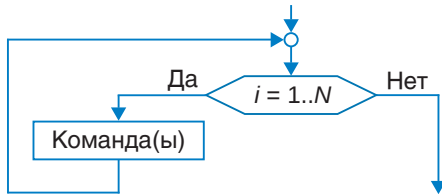
Алгоритмическая конструкция цикл с параметром (цикл со счетчиком) — способ организации цикла, при котором количество повторов зависит от начального и конечного значений параметра цикла.

Таким образом, цикл с параметром организует выполнение команд тела цикла заранее известное число раз (пример 10.1).

Параметр цикла определяет нумерацию действий в цикле. Параметр цикла может принимать только целые значения. Часто нумерацию начинают с 1 и закан-

чивают числом N (пример 10.2). В этом случае цикл выполнится N раз. Если нумерация установлена двумя произвольными числами $N1$ (начальное значение) и $N2$ (конечное значение), то цикл выполнится $(N2 - N1 + 1)$ раз.

Алгоритмическая конструкция цикла с параметром может изображаться на блок-схеме следующим образом (значение параметра изменяется от 1 до N):



В данной конструкции в прямоугольнике(-ах) записываются повторяющиеся команды алгоритма (тело цикла), которые выполняются N раз (Да). При этом после каждого выполнения команд тела цикла происходит проверка, который раз выполняется цикл. На блок-схеме переход на проверку условия изображается в виде стрелки, выходящей из тела цикла и возвращающейся к проверке. Как только команды тела цикла выполняются N раз (Нет), цикл завершится (пример 10.3). Если $N \leq 0$, то команда тела цикла не выполнится ни разу.

Пример 10.2. Вычислим a^n (например, $3^5 = 243$).

Алгоритм возведения числа в степень:

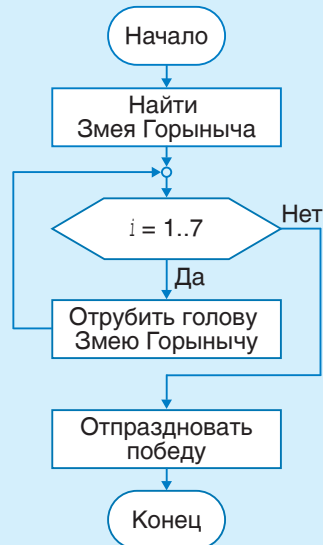
1. Ввести значения a и n .
2. Определить начальное значение результата $r = 1$.
3. Для $i = 1..n$ повторять:
 - 3.1. Умножить результат на a .
4. Записать результат.

Пример 10.3. В фольклорных произведениях часто встречается многоголовый Змей Горыныч (количество голов может быть, например, 7).

Алгоритм победы над Змеем Горынычем:

1. Найти Змея Горыныча.
2. Для $i = 1..7$ повторять:
 - 2.1. Отрубить голову Змею Горынычу.
3. Отпраздновать победу.

Блок-схема данного алгоритма:



Многие роботы, которые используются в быту и на производстве, могут выполнять циклические алгоритмы. Примером такого робота является суши-робот, который может производить от 450 до 4000 заготовок для суши за 1 час.



Пример 10.4. Начальная обстановка:



Программа для исполнителя Робот:

```
uses Robot;
begin
  Task('c2');
  for var i:= 1 to 10 do
  begin
    paint;
    right;
  end;
end.
```

Результат работы программы:



10.2. Использование команды цикла с параметром для исполнителя Робот

Чтобы составлять алгоритмы с циклами для компьютерного исполнителя Робот, нужно знать, как записывается команда цикла.

Для записи цикла с параметром используется команда **for**. Формат записи команды:

```
for var i:= N1 to N2 do1
begin
  тело цикла;
end;
```

Строка **for var i:= N1 to N2 do** является заголовком цикла. Его читают так: «Для переменной *i* от *N1* до *N2* делай». Если $N2 \geq N1$, то команды тела цикла выполняются $(N2 - N1 + 1)$ раз, иначе цикл не выполнится ни разу.

Слова **begin** и **end;** являются операторными скобками в языке Pascal. Если тело цикла состоит из одной команды, операторные скобки можно опустить.

Операторные скобки — пара слов, определяющих в языке программирования блок команд, воспринимаемый как единое целое, как одна команда.

Пример 10.4. Решим задачу с2 из встроенного задачника.

¹ Команда в таком формате записывается только в среде PascalABC.Net.



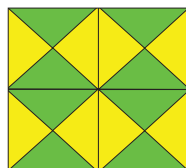
1. Что понимают под алгоритмической конструкцией *повторение*?
2. Что такое цикл с параметром?
3. Что такое операторные скобки?
4. Приведите примеры использования цикла.



Упражнения

1. Опишите словесно или изобразите с помощью блок-схемы следующие алгоритмы:

1. Рисование в графическом редакторе изображения из 4 квадратов с диагоналями и закрашенными областями (см. рис. справа).



2. Каждую минуту бактерия делится на две.

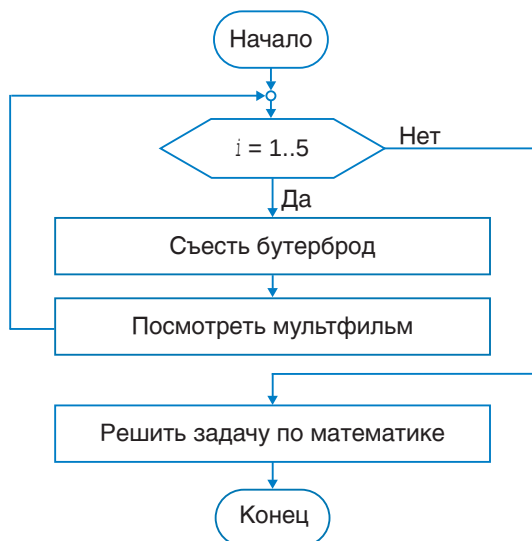
Изначально есть одна бактерия. За бактериями наблюдали 10 минут. Определите количество бактерий в конце наблюдения. Заполните таблицу.

Время, мин	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Количество бактерий	1	2									

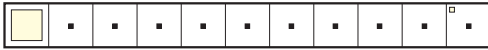
3. Сверление 10 отверстий.

4. Сервировка стола к обе-
ду на 6 персон.

- 2 Семиклассник Андрей после школы пригласил своего друга Юру помочь ему в решении 5 задач по математике. В гостях Юра посоветовал Андрею провести остаток дня, воспользовавшись алгоритмом, записанным в виде блок-схемы (см. рис. справа). Объясните, почему за выполнения этого задания Андрей получил двойку по математике.



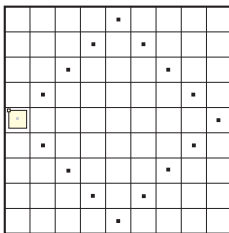
3 Составьте программу для решения задачи с3 из встроенного задачника. Сравните алгоритм решения этой задачи с примером 10.4. Что у них общего? Чем они отличаются?



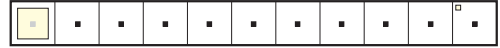
5 Составьте программу для решения задачи с8 из встроенного задачника. Используйте вспомогательный алгоритм.



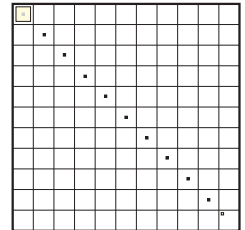
7 Для решения задачи с14 Петя составил алгоритм и записал программу. Петин младший брат Олег удалил несколько команд. Определите, сколько команд удалил Олег. Восстановите программу, которую написал Петя.



4 Составьте программу для решения задачи с4 из встроенного задачника. Сравните ее решение с предыдущим упражнением и с примером 10.4.



6 Составьте программу для решения задачи с5 из встроенного задачника.



```

uses Robot;
begin
  Task('c14');
  paint;
  for var i:= 1 to 4 do
    begin
      paint;
      right;
      down;
    end;
  for var i:= 1 to 4 do
    begin
      right;
      up;
    end;
  for var i:= 1 to 4 do
    begin
      paint;
    end;
  end.

```

8 Максим пытается представить, как можно было бы использовать роботов в различных ситуациях, описанных в литературных произведениях. Например, для Тома Сойера, которого тетушка Полли отправила красить забор, Максим придумал робота-маляра и решил, что такому роботу достаточно одной команды: покрась доску. Алгоритм покраски забора из 20 досок Максим записал так:

1. Установить робота у левого края забора.
2. Для $i = 1..20$ повторять:
 - 2.1. Покрась доску.

Сможет ли робот-маляр покрасить забор? В чем ошибка Максима? Исправьте алгоритм, добавив необходимую(-ые) команду(-ы).

§ 11. Использование условий

11.1. Понятие условия

Условия используются в правилах дорожного движения. Так, если горит зеленый свет, то можно переходить улицу.



Условия также встречаются в фольклоре, например при выборе пути сказочными героями.



В. Васнецов. «Витязь на распутье» (фрагмент). 1882 г.

Принятие решений зачастую зависит от различных условий. Если на улице дождь, то нужно взять зонт; если хорошо подготовился к уроку, то получишь высокую отметку, иначе низкую и др.

Человек способен понимать условия, сформулированные в произвольной форме. Но для того чтобы Робот или другой исполнитель мог принимать решения, нужно «научить» его «понимать» условия.

Условием для исполнителя является понятное ему высказывание, которое может быть истинным (соблюдаться) либо ложным (не соблюдаться).

Исполнитель может проверить истинность условий, входящих в его систему условий.

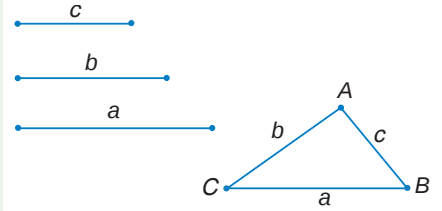
Рассмотрим систему условий для исполнителя Робот.

WallFromLeft	Истинно, если слева от Робота стена
WallFromRight	Истинно, если справа от Робота стена
WallFromUp	Истинно, если сверху от Робота стена
WallFromDown	Истинно, если снизу от Робота стена
FreeFromLeft	Истинно, если слева от Робота свободно
FreeFromRight	Истинно, если справа от Робота свободно
FreeFromUp	Истинно, если сверху от Робота свободно
FreeFromDown	Истинно, если снизу от Робота свободно
CellIsPainted	Истинно, если ячейка, в которой находится Робот, закрашена
CellIsFree	Истинно, если ячейка, в которой находится Робот, не закрашена

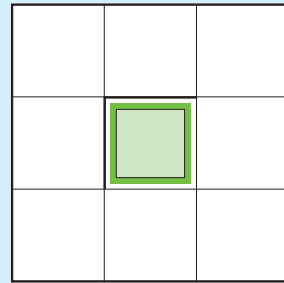
Образцы истинных и ложных условий для исполнителя Робот представлены в примере 11.1.

Применяются условия в математике, например:

Треугольник существует, если для большей стороны a выполняется неравенство $a < b + c$.



Пример 11.1. Рассмотрим начальную обстановку поля исполнителя Робот:



В данном случае для Робота будут истинны следующие условия:

WallFromLeft
WallFromUp
FreeFromRight
FreeFromDown
CellIsPainted

Ложными при такой начальной обстановке будут условия:

WallFromRight
WallFromDown
FreeFromLeft
FreeFromUp
CellIsFree

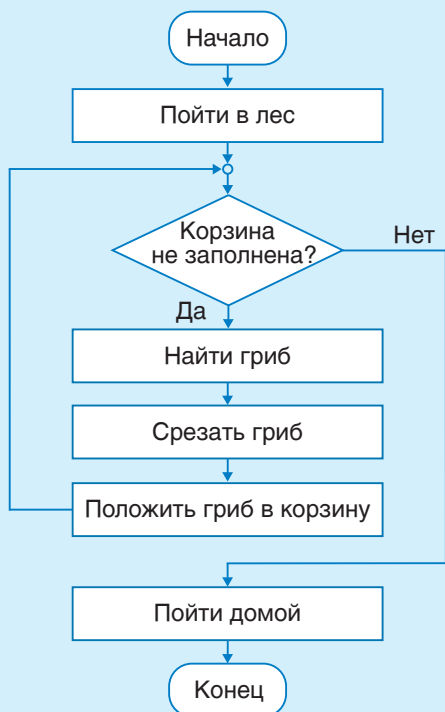
Пример 11.2. Сбор грибов.

Использование цикла с параметром при составлении алгоритма решения этой задачи может привести к разным результатам.

Корзина может быть или полупустой, или не все найденные грибы в нее поместятся.



Если использовать цикл с предусловием, то в результате домой можно унести полную корзину грибов.

**11.2. Цикл с предусловием**

Цикл с параметром используется при составлении алгоритма в том случае, когда заранее известно количество повторений. Однако часто до выполнения цикла количество повторений не известно.

Пример 11.2. Вы с родителями пошли в лес за грибами. Ваши действия можно описать командами: найти гриб, срезать гриб, положить гриб в корзину. Эти действия будут выполняться в цикле, но вы заранее не знаете, сколько грибов войдет в корзину. Поэтому следует говорить не о количестве повторений (количестве грибов), а об условии, при котором вы будете продолжать сбор грибов: пока корзина не заполнена.

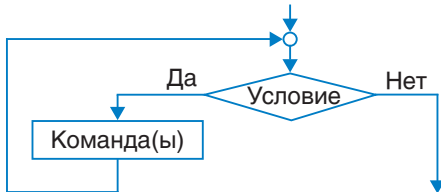
Алгоритмическая конструкция цикл с предусловием (цикл «пока») — способ организации цикла, при котором количество выполнений команд тела цикла зависит от истинности или ложности условия цикла.

Цикл с предусловием используется, когда количество повторений тела цикла заранее не известно, но известно условие продолжения работы.

Условие цикла определяет, как долго будет выполняться цикл.

Пока условие истинно, выполняются команды, составляющие тело цикла. Цикл прекращает выполняться тогда, когда условие становится ложным. Цикл с предусловием имеет такое название, поскольку проверка условия предваряет выполнение команд тела цикла.

Алгоритмическая конструкция цикла с предусловием изображается на блок-схеме так:



В данной конструкции в прямоугольнике(-ах) записываются повторяющиеся команды алгоритма (тело цикла), которые совершаются, пока верно условие (Да). При этом после каждого выполнения команд тела цикла происходит проверка, истинно ли условие. Как только условие станет ложным (Нет), цикл завершается. Если условие сразу ложно, то цикл не выполнится ни разу.

Если условие в цикле будет всегда истинно (всегда Да), то такой цикл не сможет завершиться. Возникшую ситуацию называют **зацикливанием**.



Русский академик Андрей Андреевич Марков (младший) (1903—1979) в своих исследованиях в области теории алгоритмов показал, что в общем случае алгоритмы должны содержать предписания двух видов:

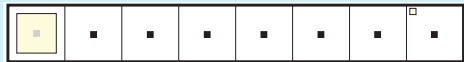
1) функциональные операторы, направленные непосредственно на преобразование информации;

2) логические операторы, определяющие дальнейшее направление действий.

Оператор — элемент языка, задающий полное описание действия, которое необходимо выполнить. В английском языке данное понятие обозначается словом *statement*, означающим также ‘предложение’.

Если применить вышесказанное к компьютерным исполнителям, то предписания первого вида составляют систему команд исполнителя, а предписания второго вида — систему условий исполнителя.

Пример 11.3. Одна из возможных начальных обстановок:



Другая возможная начальная обстановка:



Запишем программу для учебного компьютерного исполнителя Робот:

```
uses Robot;
begin
  Task('w2');
  while FreeFromRight do
  begin
    paint;
    right;
  end;
  paint;
end.
```

Результат работы указанной выше программы для первой начальной обстановки будет иметь следующий вид:



Результат работы программы для второй начальной обстановки:



Для записи цикла с предусловием используется команда **while**.

Формат записи команды:

```
while <условие> do
begin
  тело цикла;
end;
```

Строка **while <условие> do** является заголовком цикла. Эту строку можно прочесть следующим образом: «Пока верно условие, делай». Команды **begin** и **end;** в данном случае играют роль операторных скобок.

Пример 11.3. Напишем программу для решения задачи w2 из встроенного задачника.

Робот должен закрасить коридор переменной длины.

В данной задаче нам точно не известна длина коридора, но известно, что Робот может двигаться, пока справа пусто, и закрашивать клетки:

```
Пока справа пусто, повторять
закрасить;
вправо.
```

После прохода всего коридора Робот должен закрасить последнюю клетку. Это происходит после выполнения цикла, так как для последней клетки условие «справа пусто» уже не выполняется.

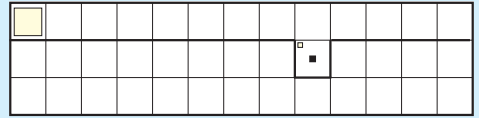
Пример 11.4. Напишем программу для решения следующей задачи. Робот находится в верхнем левом углу поля. Снизу от него вдоль всего поля расположена стена с проходом в одну клетку. Составить алгоритм, выполнив который Робот сможет пройти через проход и закрасить клетку. Расположение прохода заранее не известно.

Проход не ограничен стеной снизу. Робот может двигаться вправо, пока внизу есть стена:

Пока снизу стена, **повторять** вправо.

Робот остановится в той клетке, у которой снизу нет стены. После этого Робот должен сдвинуться вниз и закрасить клетку.

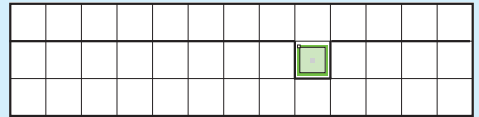
Пример 11.4. Одна из возможных начальных обстановок:



Программа для исполнителя Робот:

```
uses Robot, RobTasks1;
begin
  Task('myrob3');
  while WallFromDown do
    right;
    down;
    paint;
  end.
```

Результат работы программы будет следующим:

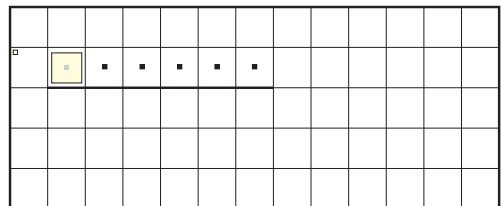
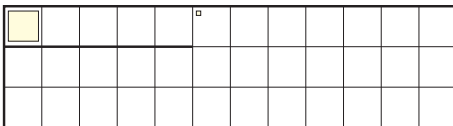


1. Что понимают под условием для исполнителя?
2. Когда используется цикл с предусловием?
3. В каком случае возникает ситуация заикливания?



Упражнения

1 Напишите программу для решения задач w3 и w8 из встроенного задачника. Обращайте внимание на начальное и конечное положение Робота.



¹ Модуль RobTasks, содержащий данную обстановку и задачу, можно скачать по адресу: <http://e-vedy.adu.by/course/view.php?id=423>.

2 Для исполнителя Робот был написан следующий алгоритм:

```

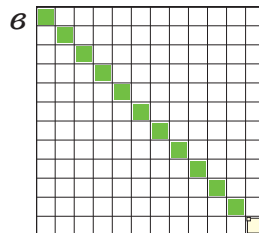
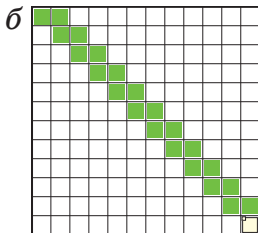
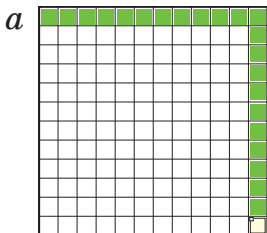
uses Robot;
begin
  Field( , );
  while FreeFromRight do
    begin
      paint;
      down;
      right;
      paint;
      up;
      right;
    end;
  end.

```

Нарисуйте в тетради результат работы данного алгоритма. Какими должны быть размеры поля, чтобы Робот не врезался в стену? Определите начальное положение Робота.

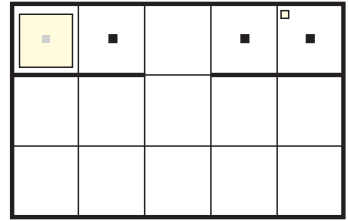
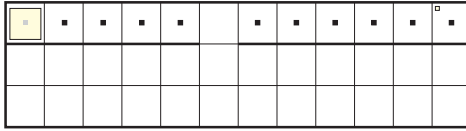
3 Составьте алгоритм, выполнив который Робот нарисует «узор» из задания 2 вдоль левого края поля исполнителя. Каким должен быть вертикальный размер поля исполнителя? (Задача myrob5 из модуля RobTasks.)

4 Робот находится на квадратном поле неизвестного размера. Начальное положение Робота — верхний левый угол. Составьте и выполните алгоритм, по которому Робот переместится из начального положения в нижний правый угол и закрасит все клетки своего пути. На каком (на каких) из рисунков изображено решение этой задачи? Почему?

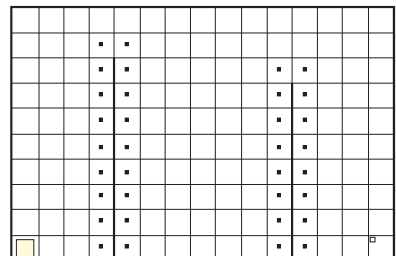
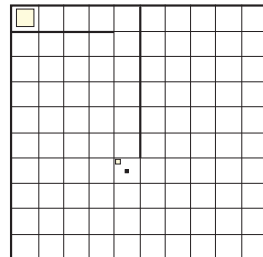
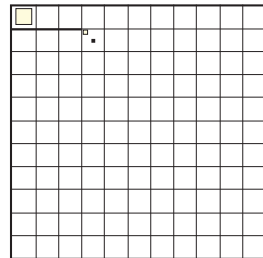
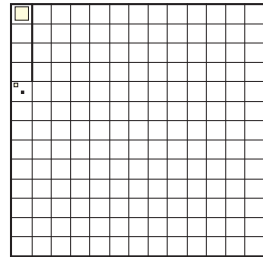
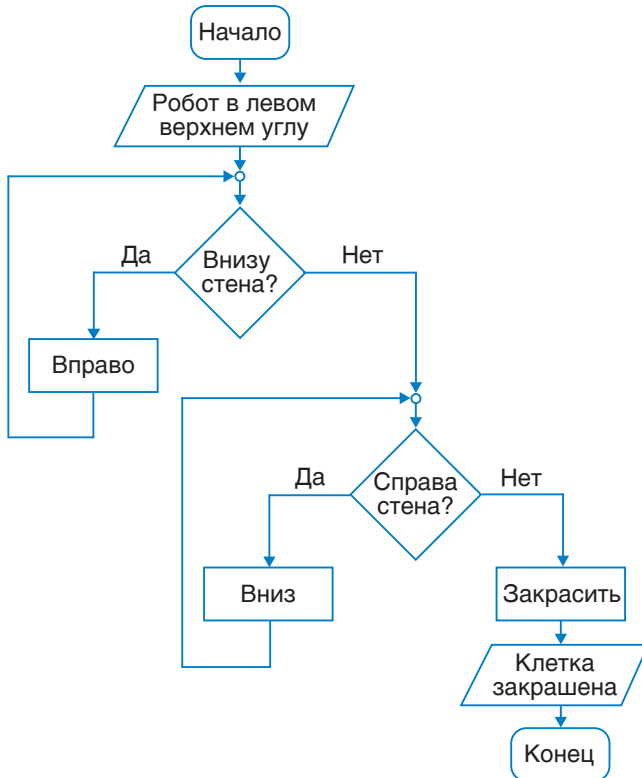


5 На поле Робота размещен «забор» — горизонтальная стена. Забор нужно «покрасить» — закрасить все клетки сверху стены. В «заборе» могут быть одни «ворота» — клетка без линий. Длина «забора» и

расположение «ворот» не известны. (Задача myrob7 из модуля RobTasks.)



6 По блок-схеме запишите программу для исполнителя Робот. Каким будет результат для каждой из предложенных начальных обстановок? (Задача myrob8 из модуля RobTasks.)



7* Решите задачу w10 из встроенного задачника. Напишите вспомогательный алгоритм для обхода одной стены.