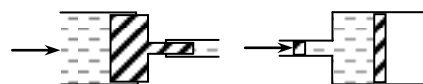


## Задания заключительного тура

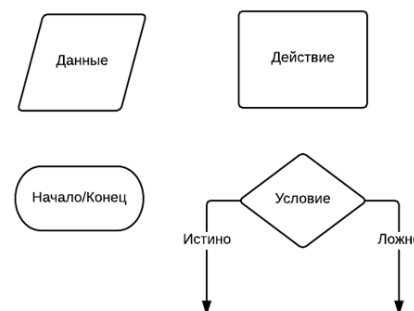
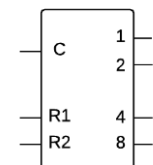
### Всероссийского конкурса научных работ школьников «Юниор» 2014-2015 учебного года секция Инженерных наук и робототехники

1. Инженеры планеты Атлант используют такие единицы измерений. Основными единицами являются: единица температуры - градус атлантического Фаренгейта ( $^{\circ} AF$ ), мощности – атлантская лошадиная сила ( $ahp$ ), ускорения – атлантское ускорение свободного падения ( $ag$ ), которое почти такое же, как на Земле -  $1ag = 10 м/с^2$ , длины – атлантский фут ( $aft$ ). Какова размерность удельной теплоемкости на Атланте? Чему равна удельная теплоемкость воды на Атланте, если в СИ удельная теплоемкость воды равна  $c = 4,2 \cdot 10^3$  Дж/(кг $\cdot$ °C)? Известно, что  $1^{\circ} AF = 0,55^{\circ} C$ ,  $1 ahp = 0,73 кВт$ ,  $1 aft = 0,3 м$  (в размерность удельной теплоемкости основные единицы измерений могут входить не все).

2. В некоторых технических приспособлениях используют устройства, показанные на правом и левом рисунках (на левом рисунке поршень переменного сечения разделяет две жидкости, на правом – жидкость в трубе переменного сечения занимает пространство между двумя поршнями разной площади). Одно из этих устройств можно назвать «мультипликатором давления», другое – «мультипликатором силы». Какое – как? Объясните, почему. В каких приспособлениях и как можно использовать «мультипликаторы» давления и силы?



3. На рисунке представлена схема устройства, на которой обозначены входы и выходы. Входы «С», «R1» и «R2» слева и выходы «1», «2», «4», «8» справа. Определим «такт» как одно изменение значения с логической единицы на логический ноль (или с нуля на единицу) на входе «С». Значение на выходе «1» меняется каждый такт с нуля на единицу. Значение на выходе «2» меняется раз в 2 такта с нуля на единицу или с единицы на ноль. Значения выходов «4» и «8» меняются раз в 4 и 8 тактов соответственно. Начальное значение всех выходов равно 0. Входы R1 и R2 позволяют осуществить сброс значений всех выходов на 0 тогда и только тогда, когда на обоих входах R1 и R2 логический 0. Предположим, что на входе «С» каждую единицу времени происходит смена значения: (1) сколько различных значений (суммарно) могут принимать выходы? (2) каким образом и почему можно использовать данное устройство? (3) используя различные логические элементы с двумя входами («и», «или», «исключающее или») и с одним входом «не» добейтесь того, чтобы было только 7 различных состояний у устройства.



4. На рисунке справа представлены различные элементы, которые можно использовать при описании алгоритма блок-схемой. С

помощью данных элементов нарисуйте блок-схему алгоритма решения задачи: человек автоматически находит объекты на изображении и в реальности, тогда как компьютеру требуется для этого применение специального алгоритма. Предположим, что изображение состоит из 400 пикселей по ширине и 400 пикселей по высоте. Каждый пиксель определяет яркость соответствующей точки изображения на экране (значение каждого пикселя находится в диапазоне от 0 до 255). Для того, чтобы сделать предположение о том, что на изображении есть объект, необходимо рассчитать среднее значение пикселей середины изображения (область для расчёта – на рисунке внизу, касание внутреннего и внешнего квадратов происходит в центре сторон внешнего квадрата). Среднее значение рассчитывается как сумма значений пикселей внутри области поиска, делённая на их количество.

Если среднее значение:

- больше, чем 200, то объект на изображении присутствует и он светлый;
- меньше, чем 50, то объект на изображении присутствует и он тёмный;
- иначе объект отсутствует.

Определите – какой объект находится на входном изображении.



## Решения

1. Из данных условия находим

$$1(Bm) = \frac{1(ahp)}{730} = 1,37 \cdot 10^{-3} (ahp), \quad 1(m) = \frac{1(aft)}{0,3} = 3,33 (aft),$$

$$1(c) = \sqrt{\frac{10(m)}{1(ag)}} = \sqrt{\frac{33,3(aft)}{1(ag)}} = 5,77 \left( \sqrt{\frac{aft}{ag}} \right)$$

Отсюда

$$1(Дж) = 1(Bm) \cdot 1(c) = 1,37 \cdot 10^{-3} (ahp) \cdot 5,77 \left( \sqrt{\frac{aft}{ag}} \right) = 7,91 \left( ahp \cdot \sqrt{\frac{aft}{ag}} \right).$$

Далее

$$1(^{\circ}C) = \frac{1}{0,55} (^{\circ}AF) = 1,82 (^{\circ}AF), \quad 1_{к\kappa} = \frac{1_{Дж} \cdot 1_{c^2}}{1_{м^2}} = \frac{7,91 \left( ahp \cdot \sqrt{\frac{aft}{ag}} \right) \cdot 5,77^2 \left( \frac{aft}{ag} \right)}{3,33^2 aft^2} = 23,7 \frac{ahp}{aft^{1/2} ag^{3/2}}$$

Отсюда находим удельную теплоемкость воды на Атланте

$$c = 4,2 \cdot 10^3 \frac{Дж}{к\kappa \cdot ^{\circ}C} = 4,2 \cdot 10^3 \frac{7,91 \left( ahp \cdot \sqrt{\frac{aft}{ag}} \right)}{23,7 \frac{ahp}{aft^{1/2} ag^{3/2}} \cdot 1,82 (^{\circ}AF)} = 7,7 \cdot 10^2 \frac{ag \cdot aft}{^{\circ}AF}$$

2. В первом устройстве условие равновесия поршня переменного сечения дает

$$p_1 S_1 = p_2 S_2$$

где  $p_1$  и  $p_2$  - давления жидкости в правом и левом отсеках,  $S_1$  и  $S_2$  - площади сечения правого и левого отсеков. Отсюда находим

$$p_2 = \frac{S_1}{S_2} p_1 \quad \Rightarrow \quad p_2 > p_1$$

Поэтому левый прибор представляет собой мультипликатор (увеличитель или множитель давления). Используется в системах, где с помощью жидкости передается давление и нужно его увеличивать (например, в тормозной системе автомобиля).

В правом устройстве, поскольку давление жидкости около правого и левого поршней одинаково, то

$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$$

где  $F_1$  и  $F_2$  - силы, действующие со стороны воды на правый и левый поршни (и поршней на воду),  $S_1$  и  $S_2$  - площади сечения правого и левого отсеков. Отсюда находим

$$F_2 = \frac{S_2}{S_1} F_1 \quad \Rightarrow \quad F_2 > F_1$$

Поэтому правый прибор следует назвать умножителем силы. Такого рода конструкции используются в гидравлических домкратах (отметим, что написать в правом случае условие равновесия жидкости  $F_1 = F_2$  было бы неправильно, поскольку жидкость взаимодействует и с трубой переменного сечения).

3. (1) В соответствии с представленным описанием устройство может принимать 16 различных значений (таблица 1).

Таблица 1. Различные состояния устройства.

№	1	2	4	8	Значение
1	0	0	0	0	0
2	1	0	0	0	1
3	0	1	0	0	2
4	1	1	0	0	3
5	0	0	1	0	4
6	1	0	1	0	5
7	0	1	1	0	6
8	1	1	1	0	7
9	0	0	0	1	8
10	1	0	0	1	9
11	0	1	0	1	10
12	1	1	0	1	11
13	0	0	1	1	12
14	1	0	1	1	13
15	0	1	1	1	14
16	1	1	1	1	15

(2) Данное устройство можно использовать как счётчик на 16 значений, а также как делитель частоты.

(3) Для того, что устройство принимало только 7 различных значений необходимо, чтобы в момент изменения значения с 7 на 8 происходил сброс устройства. Этого можно добиться, используя схему из рисунка 1.

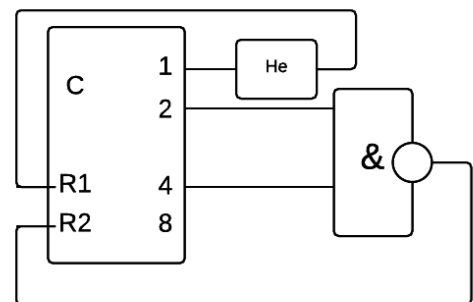


Рисунок 1. Решение задачи 4(3).

4. Для решения задачи необходимо правильно выделить область на изображении. Введём две оси X – по горизонтали, Y – по вертикали. Начальной точкой каждой оси будет являться левый верхний угол рассматриваемого изображения. Введя оси – построим уравнения прямых, которые ограничивает области. Уравнения представлена на рисунке 2. После этого необходимо подсчитать сумму значений пикселей в области, разделить эту сумму на количество пикселей. На основании получившегося значения принять решение о



Рисунок 2. Уравнения прямых.

наличии или отсутствии объекта. Блок-схема решения представлена на рисунке 3.

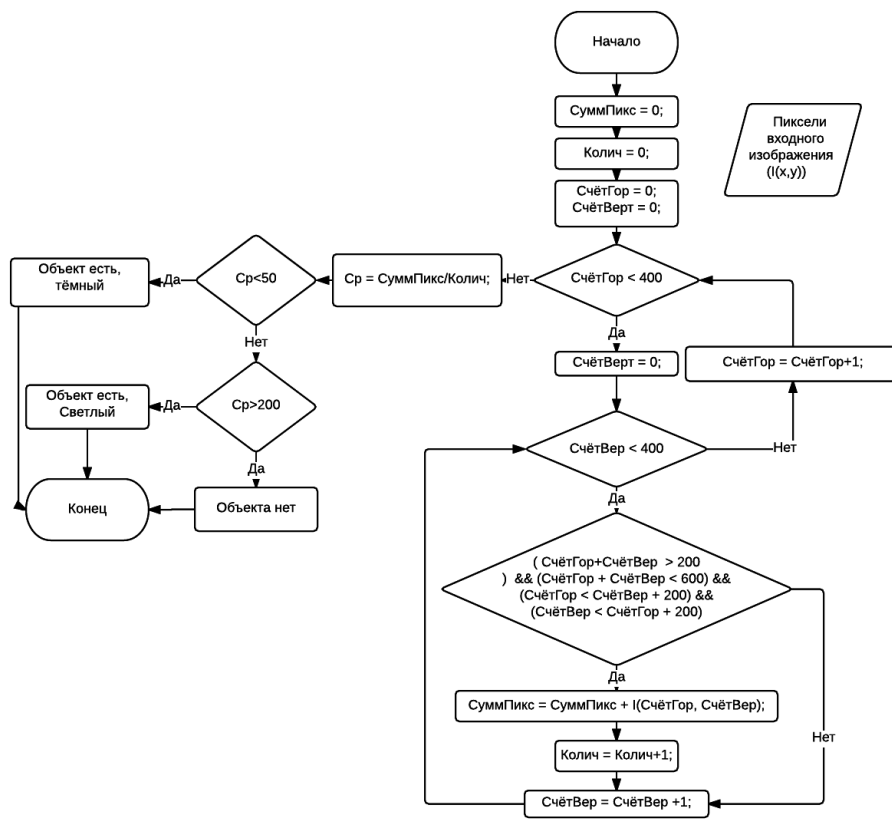


Рисунок 3. Решение задачи 4.