

**МЕТОДИКА ОЦЕНКИ И КЛЮЧИ  
ВЫПОЛНЕННЫХ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАНИЙ  
ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ТУРА  
заключительного этапа всероссийской олимпиады школьников  
по технологии**

**10 класс**

**2022-2023 учебный год**

**Профиль «Робототехника»**

**Москва 2023 г.**

По теоретическому туру максимальная оценка результатов участника 9 класса определяется арифметической суммой всех баллов, полученных за выполнение заданий и не должна превышать **25 баллов**.

Каждый ответ оценивается либо как правильный (полностью совпадает с ключом), либо как неправильный (отличается от ключа или отсутствует). Каждый правильный ответ имеет свой вес: 0,5 балла, 1 балл, 1,5 балла, 2 балла.

В специальной части участникам предлагается 5 задач с несколькими заданиями в каждой.

### **Общая часть**

1. ОТВЕТ:

1 - б, X;

2 - а, Y;

3 - г, W;

4 - в, Z. (вес 1,5 б.)

2. ОТВЕТ: 1 - в; 2 - а; 3 - б; 4 - г; 5 - д. (вес 1,5 б.)

3. ОТВЕТ: Силу тока уменьшить в 20 раз; напряжение увеличить в 20 раз. (вес 1 б.)

4. ОТВЕТ: инженерные коммуникации (вес 0,5 б.)

5. ОТВЕТ: б. – прялка и прядение нити (вес 0,5 б.)

### **Специальная часть**

6. Задача о манипуляторе

6.1.ОТВЕТ: Г (вес 1 б.)

Решение

Захват объекта производится командой `myservo[3].write(90)`, значит предшествующие команды – это позиционирование захвата над объектом. При значениях  $S_0=120$ ,  $S_1=120$ ,  $S_2=30$  серводвигатели будут находиться в вершинах равностороннего треугольника, а захват – вертикально на расстоянии 50 см от оси  $S_0$ . Таким образом, будет захвачен объект Г.

6.2.ОТВЕТ: ДБВГА (вес 2 б.)

Решение

В строках 17-19 указано, что захват производится на 1 и 7 элементах массива, а отпускание – на 4 и 10. Значение угла  $\alpha$  между I и II плечом можно перевести в угол поворота серводвигателей, построив равнобедренные треугольники для каждого случая.

$$S_0 = 180 - (180 - \alpha) / 2 = 90 + \alpha / 2$$

$$S_1 = 180 - \alpha$$

$$S_3 = \alpha / 2$$

Из первой формулы находим

$$\alpha = (S_0 - 90) * 2$$

Для цепочки значений  $\alpha$ : А – 23°, Б – 35°, В – 47°, Г – 60°, Д – 74°, – с округлением получаем набор значений  $S_0$ : 102, 108, 114, 120, 127.

Таким образом, захват происходит в позиции объекта А и объекта Д. Первая выгрузка (объекта А) происходит в позиции 134 за объектом Д, а вторая (объекта Д) – на позиции объекта А.

**6.3.ОТВЕТ: 60 (вес 1 б.)**

Решение

Очевидно, что центр масс I и II плеча манипулятора находится посередине на оси серводвигателя  $S_1$ . Пусть  $m_1$  – их суммарная масса, а  $m_2$  – масса III плеча и груза;  $l_1$  и  $l_2$  – расстояние до общего центра масс,  $l$  – длина одного плеча.

$$m_1 / m_2 = l_1 / l_2 = (l - l_2) / l_2$$

$$l_2 = l / (m_1 / m_2 + 1) = 50 / (600/150 + 1) = 50 / 5 = 10$$

$$l + l_2 = 50 + 10 = 60$$

7. Задача о графиках

**7.1.ОТВЕТ: 40,60 (вес 0,5 б.)**

**7.2.ОТВЕТ: 144 (вес 1 б.)**

**7.3.ОТВЕТ: 80,100 (вес 0,5 б.)**

**7.4.ОТВЕТ: 288 (вес 1 б.)**

**7.5.ОТВЕТ: 9 (вес 1 б.)**

**7.6.ОТВЕТ: 452 (вес 1 б.)**

Решение



1) Разворот вокруг колеса происходит, когда один из моторов выключен, а второй работает. По графикам видно, что разворот вокруг колеса В происходит на промежутке от 40 с до 60 с. То есть, в ответ мы запишем: 40,60.

2) Определим градусную меру угла поворота робота вокруг колеса:

$$\begin{aligned} (60\text{с} - 40\text{с}) \cdot \frac{20\%}{100\%} \cdot 0,5 \frac{\text{об.}}{\text{с}} \cdot \frac{2\pi \cdot 6\text{ см}}{2\pi \cdot 30\text{ см}} \cdot 360^\circ = \\ = 20 \cdot \frac{1}{5} \cdot 0,5 \cdot \frac{1}{5} \cdot 360^\circ = 144^\circ \end{aligned}$$

3) При «танковом» развороте колёса робота должны вращаться в разных направлениях с одинаковой частотой. Это происходит с 80 с по 100 с, поэтому запишем 80,100.

4) Определим градусную меру угла разворота робота при «танковом» развороте:

$$\begin{aligned} (100\text{с} - 80\text{с}) \cdot \frac{20\%}{100\%} \cdot 0,5 \frac{\text{об.}}{\text{с}} \cdot \frac{2\pi \cdot 6\text{ см}}{\pi \cdot 30\text{ см}} \cdot 360^\circ = \\ = 20 \cdot \frac{1}{5} \cdot 1 \cdot \frac{1}{5} \cdot 360^\circ = 288^\circ \end{aligned}$$

5) Определим скорость движения робота прямо при мощности 50%:

$$0,5 \frac{\text{об.}}{\text{с}} \cdot \frac{50\%}{100\%} \cdot 2 \cdot \pi \cdot 6\text{ см} = 3\pi \approx 3 \cdot 3,14 \approx 9 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

6) Робот начертил маркером непрерывную линию, длина которой будет равна:

$$\begin{aligned} ((20\text{ с} - 0\text{ с}) \cdot \frac{40\%}{100\%} + (40\text{ с} - 20\text{ с}) \cdot \frac{20\%}{100\%} + (140\text{ с} - 100\text{ с}) \cdot \frac{20\%}{100\%} + \\ + 0,5 \cdot (80\text{с} - 60\text{с}) \cdot \frac{20\%}{100\%}) \cdot 0,5 \frac{\text{об.}}{\text{с}} \cdot 2 \cdot \pi \cdot 6\text{ см} + \frac{144^\circ}{360^\circ} \cdot \pi \cdot 30\text{ см} = \\ = (20 \cdot 0,4 + 70 \cdot 0,2) \cdot 6\pi + 0,4\pi \cdot 30 = (8 + 14) \cdot 6\pi + 12\pi = 144\pi \approx \\ \approx 144 \cdot 3,14 \approx 452\text{ см} \end{aligned}$$

## 8. Задача о рабочей зоне манипулятора

8.1.ОТВЕТ: 3000 (вес 1 б.)

8.2.ОТВЕТ: 275 (вес 1,5 б.)

Решение

В плоскости XOZ рабочая зона манипулятора представляет собой прямоугольник со сторонами по оси OX:

$$(13000 - 1000) \cdot 0,5 = 6000 \text{ мм} = 60 \text{ дм}$$

по оси OZ:

$$(6000 - (-4000)) \cdot 0,5 = 10000 \cdot 0,5 = 5000 \text{ мм} = 50 \text{ дм}$$

Тогда площадь прямоугольника будет равна:

$$60 \cdot 50 = 3000 \text{ дм}^2$$

Рабочая зона манипулятора представляет собой часть кольца, образованного разностью двух цилиндров разного радиуса.

Высота цилиндров будет одинаковая и равна длине зоны вдоль оси OZ:

$$(6000 - (-4000)) \cdot 0,5 = 10000 \cdot 0,5 = 5000 \text{ мм} = 50 \text{ дм}$$

Радиусы цилиндров будут различны. Для внутреннего цилиндра:

$$1000 \cdot 0,5 = 500 \text{ мм} = 5 \text{ дм}$$

Для внешнего цилиндра:

$$13000 \cdot 0,5 = 6500 \text{ мм} = 65 \text{ дм}$$

Тогда объем рабочей зоны манипулятора будет равен:

$$\begin{aligned} (\pi \cdot 65^2 - \pi \cdot 5^2) \cdot \frac{75^\circ - (-75)^\circ}{360^\circ} \cdot 50 &= \pi \cdot 50 \cdot 60 \cdot 70 \cdot \frac{25}{60} = 25 \cdot 50 \cdot 70\pi \approx \\ &\approx 3,14 \cdot 100 \cdot 25 \cdot 35 = 274750 \text{ дм}^3 = 274,75 \text{ м}^3 \approx 275 \text{ м}^3 \end{aligned}$$

## 9. Задача о фотодатчике

9.1.ОТВЕТ: 180000 (вес 1 б.)

9.2.ОТВЕТ: 244 (вес 1 б.)

возможен вариант 243

9.3.ОТВЕТ: 36 (вес 1 б.)

Решение

1) Выходное сопротивление датчика и входное сопротивление контроллера образуют делитель напряжения. Для делителя справедлива пропорция  $R_{\text{вых}}/R_{\text{вх}} = U_1/U_2$ . Следовательно,  $R_{\text{вых}} = (R_{\text{вх}} \cdot U_1)/U_2 = (100 \cdot 3)/2 = 150$  Выходное сопротивление фотодатчика – 150 кОм. Чтобы обеспечить напряжение в половину напряжения питания, входное сопротивление контроллера должно быть, как минимум, строго больше этого значения, т.е.  $>150$  кОм

2) Найдем сопротивление фотодатчика  $R1 = (U_{вх} * R2) / U_{вых} - R1 = 150 \text{ кОм}$ .  
 Напряжение на порту составит  $U_{вых} = U_{вх} * (R2 / (R1 + R2)) = 5 * (47 / (150 + 47)) = 1,19 \text{ В}$ .

$1.19 / (5 / 1024) = 243,712 = 244$ . В задании умышленно не указан формат числа. Участник должен понимать, что число целое. Возможны 2 ответа т.к. дробную часть можно отбросить или округлить.

3) Подходят номиналы от 120 Ом до 100кОм. Всего таких номиналов 36

## 10. Задача о работе на омни-колесах

10.1. ОТВЕТ: 90,0,-90,180 (вес 2 б.)

Робот движется по квадрату со стороной 20 см, повернутому на  $30^\circ$  против часовой стрелки. Зная значения косинусов углов при перемещении в 4 точки, получаем 4 системы уравнений, из которых однозначно определяются 4 угла: 90,0,-90,180.

Приведем расчет в градусах по углу  $f1$ , учитывая перемещения колеса А относительно его основного направления движения (вверх).

$$\cos(f1 - 30) = 1/2$$

$$\cos(f1 - 120) = \sqrt{3}/2$$

$$\cos(f1 + 150) = -1/2$$

$$\cos(f1 + 60) = -\sqrt{3}/2$$

Следовательно,

$$f1 - 30 = \pm 60$$

$$f1 - 120 = \pm 30$$

$$f1 + 150 = \pm 120$$

$$f1 + 60 = \pm 150$$

Получаем варианты:

$$f1 = 90 \text{ или } f1 = -30$$

$$f1 = 150 \text{ или } f1 = 90$$

$$f1 = -30 \text{ или } f1 = -270 + 360 = 90, \text{ здесь ограничение полудиапазоном } (-180; 180]$$

$$f1 = 90 \text{ или } f1 = -210 + 360 = 150$$

Достаточно было двух соседних точек, чтобы однозначно определить  $f1 = 90$ .

Можно аналогичным образом рассчитать остальные величины или просто отложить по  $90^\circ$  от  $f1$  по часовой стрелке в соответствии с расположением моторов:  $f2 = 0, f3 = -90, f3 = 180$ .

Для надежности приведем расчет  $f2$ .

$$\cos(f2 - 30) = \sqrt{3}/2$$

$$\cos(f2 - 120) = -1/2$$

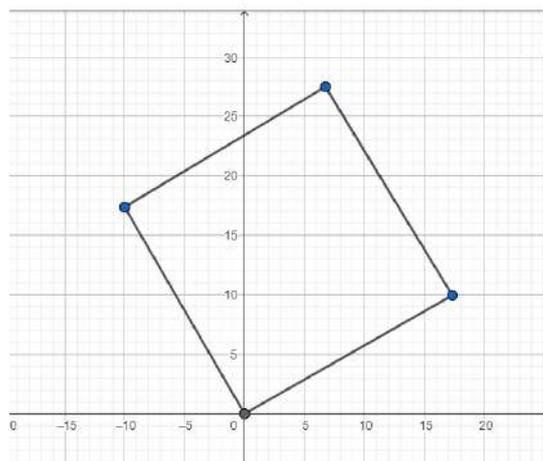
$$\cos(f2 + 150) = -\sqrt{3}/2$$

$$\cos(f2 + 60) = 1/2$$

Следовательно,

$$f2 - 30 = \pm 30$$

$$f2 - 120 = \pm 120$$



$$f_2 + 150 = \pm 150$$

$$f_2 + 60 = \pm 60$$

Получаем

$$f_2 = 60 \text{ или } f_2 = 0$$

$$f_2 = 240 - 360 = -120 \text{ или } f_2 = 0$$

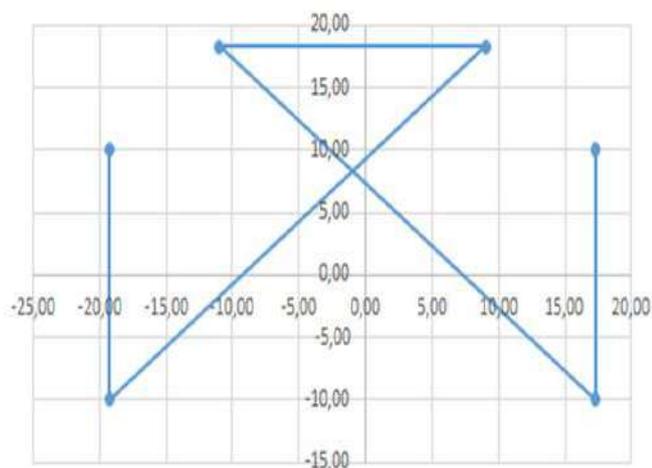
$$f_2 = 0 \text{ или } f_2 = -300 + 360 = 60$$

$$f_2 = 0 \text{ или } f_2 = -120$$

Единственный вариант  $f_2 = 0$ .

10.2. ОТВЕТ: I,IV,I,II,I,II,III,II (вес 1,5 б.)

График перемещений робота:



В процессе второго перемещения робот проезжает по I квадранту, не останавливаясь на нем. На четвертом перемещении то же происходит со II квадрантом.

10.3. ОТВЕТ: -135,100,1500 (вес 1 б.)

Для перемещения в указанную точку робот должен двигаться в направлении  $-135^\circ$ . Пройденный путь определяется как длина диагонали квадрата со стороной  $15\sqrt{2}$ :

$$(15\sqrt{2})\sqrt{2} = 30 \text{ см.}$$

При 100% скорости 20 см/с потребуется 1,5 с или 1500 мс.

10.4. ОТВЕТ: 11 (вес 1 б.)

Решение

Построим треугольник ABC, опирающийся на сектор с углом 1 градус.  
Треугольник ABF, образованный из половины изначального, имеет гипотенузу r и катет a/2. Синус угла FAB равен

$$\sin \pi/360 = a/2/r$$

$$r = a / (2 \sin \pi/360) \approx a / (2\pi/360) = a \cdot 180 / \pi = 0,2 \cdot 180 / \pi = 36 / \pi \approx 11,46 \approx 11 \text{ дм}$$

