

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

11 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; 2 - в; 3 - а; **ответ на вопрос 2. (вес 1 б.)**

2. ОТВЕТ: а. **(вес 1 б.)**

3. ОТВЕТ: а – Курчатов И.В.

б – Яблочков П.Н.

в – Пироцкий Ф.А.

г – Доливо-Добровольский М.О. **(вес 1 б.)**

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

5. ОТВЕТ: 6, 7 **(вес 0,5 б.)**

Специальная часть

6. Задача о манипуляторе

6.1.ОТВЕТ: **45 (вес 1,5 б.)**

Решение

Очевидно, что центр масс I и II плеча манипулятора находится посередине на оси серводвигателя S1. 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.

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

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

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

Общая масса: $300 + 300 + 150 = 750 \text{ г} = 0,75 \text{ кг}$.

Минимальный крутящий момент: $60 * 0,75 = 45 \text{ кг*см}$

6.2.ОТВЕТ: **ДАБВГ (вес 1,5 б.)**

Решение

В процессе работы будет 4 раза повторяться алгоритм перемещения двух объектов: k на $k+2$ место, $k+1$ на k место. При этом k уменьшается от 3 до 0 (переменная $shift$). Таким образом, объект Д последовательно переместится на позиции объектов Г, В, Б, А, которые в свою очередь будут занимать свободное место справа.

6.3.ОТВЕТ: 8 (вес 0,5 б.)

Решение

На каждой итерации цикла происходит два перемещения объектов, итого $2 \cdot 4 = 8$.

7. Задача о графиках

7.1.ОТВЕТ: 30,40 (вес 0,5 б.)

7.2.ОТВЕТ: 60 (вес 1 б.)

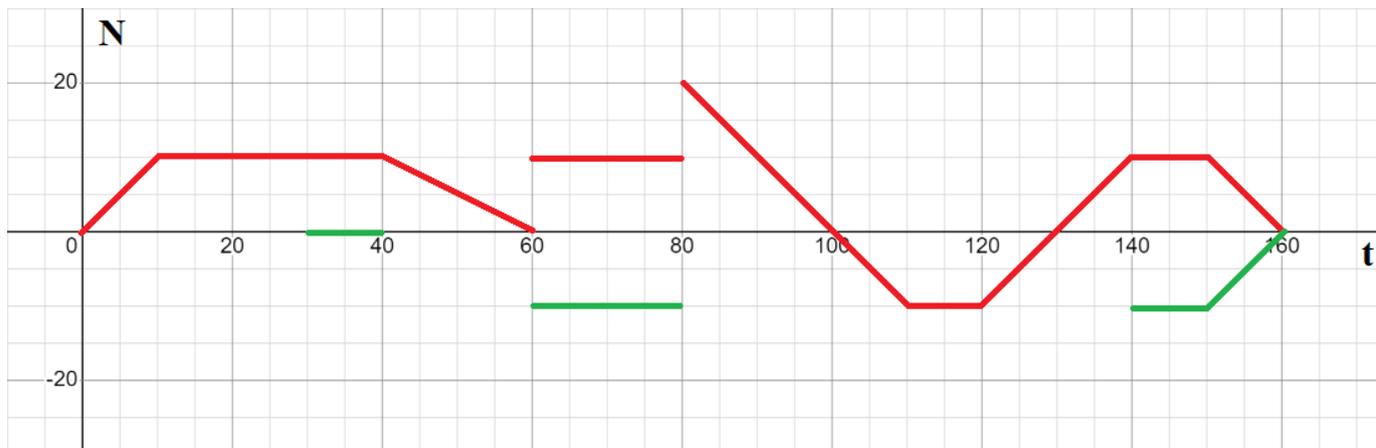
7.3.ОТВЕТ: 60,80 (вес 0,5 б.)

7.4.ОТВЕТ: 240 (вес 1 б.)

7.5.ОТВЕТ: 160 (вес 1 б.)

7.6.ОТВЕТ: 188 (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 30 с до 40 с. То есть, в ответ мы запишем: 30,40.

2) Определим градусную меру угла поворота робота вокруг колеса:

$$\begin{aligned} & (40\text{с} - 30\text{с}) \cdot 10 \frac{\text{об.}}{\text{мин.}} \cdot \frac{1 \text{ мин.}}{60 \text{ с}} \cdot \frac{\pi \cdot 6 \text{ см}}{2\pi \cdot 30 \text{ см}} \cdot 360^\circ = \\ & = 10 \cdot 10 \cdot \frac{1}{60} \cdot \frac{1}{10} \cdot 360^\circ = \frac{1}{6} \cdot 360^\circ = 60^\circ \end{aligned}$$

3) При «танковом» развороте колёса робота должны вращаться в разных направлениях с одинаковой частотой. Это происходит первый раз с 60 с по 80 с, поэтому запишем 60,80.

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

$$(80\text{с} - 60\text{с}) \cdot 10 \frac{\text{об.}}{\text{мин.}} \cdot \frac{1 \text{ мин.}}{60 \text{ с}} \cdot \frac{\pi \cdot 6 \text{ см}}{\pi \cdot 30 \text{ см}} \cdot 360^\circ =$$

$$= 20 \cdot 10 \cdot \frac{1}{60} \cdot \frac{1}{5} \cdot 360^\circ = 40 \cdot 6^\circ = 240^\circ$$

5) Определим скорость движения робота прямо с частотой вращения осей моторов в 50 оборотов в минуту:

$$50 \frac{\text{об.}}{\text{мин.}} \cdot \frac{1 \text{ мин.}}{60 \text{ с}} \cdot \pi \cdot 6 \text{ см} = 5\pi \approx 5 \cdot 3,14 \approx 16 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

б) Рассмотрим последовательность действий, которые совершал робот. От 0с до 30 с робот ехал прямо, с 30 по 40 с робот разворачивался вокруг колеса, с 40 по 60 с робот ехал прямо, с 60 по 80 с робот совершал «танковый» разворот, с 80 по 100 секунду робот ехал прямо вперёд, с 100 с по 130 с робот ехал прямо назад, с 130 с по 140 с робот ехал прямо вперёд, с 140 с по 160 с робот совершает танковый разворот.

Так как маркер расположен по середине между колёс, то маркер будет рисовать только во время проезда прямо и поворота вокруг колеса.

Определим длину кривой, начерченной роботом с 0 по 60 с:

$$\left((30\text{с} - 10\text{с}) + 0,5 \cdot (10\text{с} - 0\text{с}) + 0,5 \cdot (60\text{с} - 40\text{с}) \right) \cdot 10 \frac{\text{об.}}{\text{мин.}} \cdot \frac{1 \text{ мин.}}{60 \text{ с}} \cdot \pi$$

$$\cdot 6 \text{ см} +$$

$$+ \frac{60^\circ}{360^\circ} \cdot \pi \cdot 30 \text{ см} = (20 + 5 + 10)\pi + 5\pi = 40\pi \text{ (см)}$$

Определим длину проезда прямо вперёд с 80 с по 100 с:

$$0,5 \cdot (100\text{с} - 80\text{с}) \cdot 20 \frac{\text{об.}}{\text{мин.}} \cdot \frac{1 \text{ мин.}}{60 \text{ с}} \cdot \pi \cdot 6 \text{ см} = 20\pi \text{ (см)}$$

Определим длину проезда прямо назад с 100 с по 130 с:

$$0,5 \left((110\text{с} - 100\text{с}) + (130\text{с} - 120\text{с}) \right) \cdot 10 \frac{\text{об.}}{\text{мин.}} \cdot \frac{1 \text{ мин.}}{60 \text{ с}} \cdot \pi \cdot 6 \text{ см} +$$

$$+ (120\text{с} - 110\text{с}) \cdot 10 \frac{\text{об.}}{\text{мин.}} \cdot \frac{1 \text{ мин.}}{60 \text{ с}} \cdot \pi \cdot 6 \text{ см} = 10\pi + 10\pi = 20\pi \text{ (см)}$$

То есть, получается, что робот поедет назад по уже начерченному на 20π см. Значит, этот отрезок не нужно учитывать в длине финальной линии.

Определим длину проезда прямо вперёд с 130 с по 140 с:

$$0,5 \cdot (140\text{с} - 130\text{с}) \cdot 10 \frac{\text{об.}}{\text{мин.}} \cdot \frac{1 \text{ мин.}}{60 \text{ с}} \cdot \pi \cdot 6 \text{ см} = 5\pi \text{ (см)}$$

То есть робот проедет по уже начерченному дважды вперёд на 5π см. Значит, этот отрезок не нужно учитывать в длине финальной линии.

Получаем, что длина линии, начерченной роботом будет равна:

$$40\pi + 20\pi = 60\pi \approx 60 \cdot 3,14 \approx 188 \text{ (см)}$$

8. Задача о рабочей зоне манипулятора

8.1.ОТВЕТ: 320 (вес 1 б.)

8.2.ОТВЕТ: 6,8 (вес 1,5 б.)

Решение

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

$$(700 - (-100)) \cdot 2 = 1600 \text{ мм} = 16 \text{ дм}$$

по оси OZ:

$$(800 - (-200)) \cdot 2 = 1000 \cdot 2 = 2000 \text{ мм} = 20 \text{ дм}$$

Тогда площадь прямоугольника будет равна:

$$16 \cdot 20 = 320 \text{ дм}^2$$

Рабочая зона манипулятора представляет собой фигуры, образованной суммой частей двух цилиндров разного радиуса.

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

$$(700 - (-100)) \cdot 2 = 1600 \text{ мм} = 16 \text{ дм}$$

Радиусы цилиндров будут различны. Для первого цилиндра:

$$|-200| \cdot 2 = 400 \text{ мм} = 4 \text{ дм}$$

Для второго цилиндра:

$$800 \cdot 2 = 1600 \text{ мм} = 16 \text{ дм}$$

Тогда объем рабочей зоны манипулятора будет равен:

$$\begin{aligned} & (\pi \cdot 16^2 + \pi \cdot 4^2) \cdot \frac{120^\circ - (-60)^\circ}{360^\circ} \cdot 16 = 272 \cdot 8 \cdot \pi \approx \\ & \approx 3,14 \cdot 8 \cdot 272 = 6832,64 \text{ дм}^3 = 6,83264 \text{ м}^3 \approx 6,8 \text{ м}^3 \end{aligned}$$

9. Задача о фотодатчике

9.1.ОТВЕТ: 3,125 (вес 1 б.)

Решение

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

При повышении входного сопротивления контроллера до 250 кОм образуется делитель напряжения 150 кОм/250 кОм. В данном случае выходное напряжение вычисляется по формуле $(U_{\text{вх}} \cdot R_{\text{вх}})/(R_{\text{вых}} + R_{\text{вх}}) = (250 \cdot 5)/(150 + 250) = 1250/400 = 3,125 \text{ В}$.

9.2.ОТВЕТ: 80 (вес 1 б.)

Решение

Уровень переключения в % = $2,5/3,125 * 100 \% = 80 \%$.

9.3.ОТВЕТ:1000 (вес 1 б.)

Решение

Выходное сопротивление датчика и входное сопротивление контроллера образуют делитель напряжения, где R_1 - сопротивление фотодатчика, R_2 - входное сопротивление контроллера. Напряжение U на выходе делителя можно найти по формуле

$$U = ((U_{пит} * R_2) / U) - R_2 = ((5 * 250000) / 1) - 250000 = 1000 \text{ КОм.}$$

9.4.ОТВЕТ:122,5 (вес 1 б.)

Решение

Для начала фиксации уровня белого напряжение на выходе эмиттерного повторителя должно быть больше 2,5 В, следовательно, на входе напряжение должно быть не менее $2,5 + 0,6 = 3,1$ В. При выходном сопротивлении фотодатчика 150 кОм входное сопротивление эмиттерного повторителя (до целых) должно быть не меньше 245 кОм. Входное сопротивление эмиттерного повторителя вычисляется по формуле $R_{вх} = K * R$, где K – коэффициент усиления транзистора, R – сопротивление в цепи эмиттера, следовательно $K = R_{вх}/R = 245/2 = 122,5$.

10.Задача о работе на омни-колесах

10.1. ОТВЕТ: 135,45,-45,-135 (вес 1,5 б.)

Решение

Очевидно, что центр масс I и II плеча манипулятора находится посередине на оси серводвигателя S1. 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.

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

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

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

Общая масса: $300 + 300 + 150 = 750 \text{ г} = 0,75 \text{ кг.}$

Минимальный крутящий момент: $60 * 0,75 = 45 \text{ кг*см}$

10.2. ОТВЕТ: $u=2*(dir-gyro)$ (вес 1 б.)

Вариант ответа: $u=(dir-gyro)*2$

Решение

В процессе работы будет 4 раза повторяться алгоритм перемещения двух объектов: k на $k+2$ место, $k+1$ на k место. При этом k уменьшается от 3 до 0.

10.3. ОТВЕТ: -34;0 (вес 1 б.)

Решение

Перемещение по точкам: $(0;0)$, $(-12\sqrt{2}; -12\sqrt{2})$, $(-24\sqrt{2};0)$

$$-24\sqrt{2} \approx -33,94 \approx -34$$

10.4. ОТВЕТ: 45 (вес 0,5 б.)

Решение

Последнее значение курса работа *dir*.

10.5. ОТВЕТ: 17 (вес 1 б.)

Решение

На каждой итерации цикла робот выполняет поворот на 1 градус, затем проезжает по курсу $a=24*125/1000=3$ см. 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

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

$$r = a / (2 \sin \pi/360) \approx a / (2\pi/360) = a*180/ \pi = 0,3*180/ \pi = 54 / \pi \approx 17,18 \approx 17 \text{ дм}$$

