

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

9 класс

2023-2024 учебный год

Профиль «Робототехника»

Москва 2024 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 (1,5 балла): 5,54 руб. = 6 руб.

2. ОТВЕТ (0,5 балла): д. – всё из вышеперечисленного

3. ОТВЕТ (1 балл): 1 – строительство, 2 – медицина, 3 – авиация

4. ОТВЕТ (1,5 балла):

А	3	II
Б	4	IV
В	2	I
Г	1	III

5. ОТВЕТ (0,5 балла):

1. Прямоугольная изометрическая проекция	б
2. Косоугольная фронтальная диметрическая проекция	а

Специальная часть

Кинематические схемы

6. Ответ: Д (вес 0,5 б.)

Решение

На кинематической схеме изображены две поступательных кинематические пары, соединённые под прямым углом. Соответственно, рабочая зона манипулятора имеет вид прямоугольника. Ответ: Д.

7. Ответ: А (вес 1 б.)

Решение

На кинематической схеме манипулятора изображена одна вращательная кинематическая пара, к которой подсоединена одна поступательная кинематическая пара. При этом схват находится на поступательной кинематической паре. Рабочая область представляет собой сектор круга. Такую же рабочую область имеет и манипулятор со схемы А. Ответ: А.

8. Ответ: ЗИ (вес 1 б.)

Решение

Чтобы рабочая зона манипулятора имела вид сектора сплошного прямого цилиндра, на схеме должна быть одна вращательная кинематическая пара и две поступательные кинематические пары. Схват должен крепиться к поступательной кинематической паре. Одна из поступательных кинематических пар должна идти параллельно оси вращения вращательной кинематической паре. Из предложенных кинематических схем этим требованиям удовлетворяют только схемы З и И. Ответ: ЗИ.

9. Ответ: 6359 (вес 2 б.)

Решение

1) Рабочая область данного манипулятора будет иметь вид сектора сплошного прямого цилиндра.

$$150 \text{ см} = 15 \text{ дм}, 1,2 \text{ м} = 12 \text{ дм}, \Phi = 270^\circ$$

Посчитаем объем рабочей области:

$$\pi * 15^2 * 12 * \frac{270^\circ}{360^\circ} = 2025\pi \approx 6358,5 \approx 6359 \text{ дм}^3$$

Диаграммы показаний энкодеров

10. Ответ: 10,15 (вес 0,5 б.)

Решение

При проезде прямо колеса робота поворачиваются в одном направлении на одинаковое число градусов. По диаграммам видно, что второй проезд прямо робот совершал с 10 по 15 секунду.

11. Ответ: Е (вес 0,5 б.)

Решение

С 15 по 20 секунду показания энкодера мотора А не менялись, а показания энкодера мотора В растут. Значит, робот совершает поворот вокруг колеса А налево. Ответ Е.

12. Ответ: 90° (вес 0,5 б.)

Решение

Посчитаем угол поворота робота при первом танковом развороте:
 $(3870^\circ - 3600^\circ) * 2 * 5 : 30 = 270^\circ : 3 = 90^\circ$

13. Ответ: 63 см (вес 0,5 б.)

Решение

Посчитаем длину линии, которую робот начертил при третьем проезде прямо:

$$(1890^\circ - 1170^\circ) * 2\pi * 5 : 360^\circ = 20\pi \approx 62,8 \approx 63 \text{ см}$$

14. Ответ: 47 см (вес 0,5 б.)

Решение

С 30 по 35 секунду показания на энкодере мотора В не меняются, а на энкодере мотора А - растут. Значит, робот совершает разворот вокруг колеса В.

Робот начертил дугу окружности, диаметр которой равен колее. Определим градусную меру дуги, на которую повернулся робот:

$$\frac{2970^\circ - 1890^\circ}{30} * 5 = 180^\circ$$

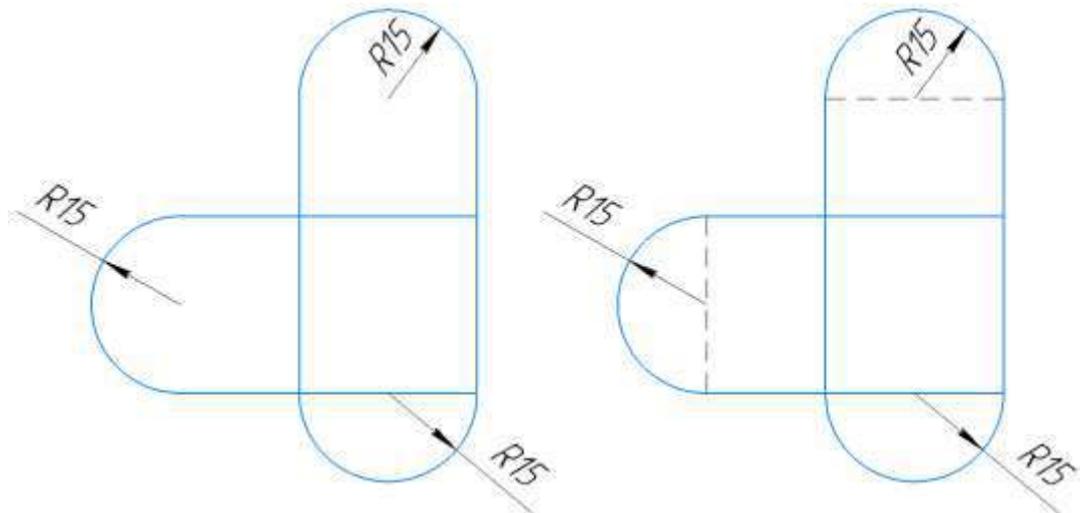
Посчитаем длину дуги, который робот начертил при повороте вокруг колеса В с 30 по 35 секунды:

$$\frac{(2970^\circ - 1890^\circ) * r}{L} * \frac{\pi * L}{360^\circ} = 3 * \pi * 5 = 15\pi = 47,1 \text{ см} \approx 47 \text{ см}$$

15. Ответ: 39 дм² (вес 1 б.)

Решение

Проанализировав диаграммы, можно заметить, что робот начертит следующую фигуру (верхняя сторона прямоугольника продолжается немного вправо):



Данная фигура состоит из трёх половин окружностей и двух пересекающихся равных прямоугольников. Можно разделить данную фигуру на 3 полукруга и два неравных прямоугольника. Стороны большего прямоугольника равны 30 см на 62,8 см, стороны меньшего прямоугольника равны 30 см на

$$62,8 - 30 = 32,8 \text{ см.}$$

Тогда площадь фигуры будет равна:

$$3 * \frac{(30:2)^2 * \pi}{2} + 30 * 62,8 + 30 * 32,8 \approx 3927,75 \text{ см}^2$$

$$3927,75 \text{ см}^2 = 39,2775 \text{ см}^2 \approx 39 \text{ дм}^2$$

Сепулька

16. Ответ: 48,45 (вес 2 б.)

или 48,46 (вес 2 б.)

Решение

Обороты двигателя:

$$\text{За минуту робот проедет } 60 * 0,25 = 15 \text{ м}$$

$$\text{За один оборот колеса робот проедет } 3,14 * 0,1 = 0,314 \text{ м}$$

$$15 : 0,314 = 47,1107 \approx 48 \text{ об/мин}$$

Крутящий момент двигателя:

Масса робота – 30 кг

$$\text{Вес робота } 30 * 9,8 = 294 \text{ Н}$$

Нагрузка $294 : 2 = 147 \text{ Н}$, т. к. 2 мотор-колеса

$$\text{Сила трения покоя } 0,6 * 147 = 88,2 \text{ Н}$$

$$\text{Момент} = \text{Сила} * \text{рычаг} = 88,2 * 0,05 = 4,41 \text{ Н м} \approx 4,41 * 100 : 9,8 = 45 \text{ кгс}$$

17. Ответ: (200; 150) (вес 1 б.)

Решение

$$y = Y_1 - Y_2 = 150$$

Заметим, что $m^2 = n^2 + y^2$

$$250^2 = 200^2 + 150^2$$

Значит треугольник, образуемый роботом и экспонатами, прямоугольный.

Значит $X=200$, $Y=150$

18. Ответ: 5S7P (вес 1 б.)

Решение

Для каждого потребителя из таблицы вычисляется мощность по формуле:

$$P = I * V * n,$$

где I – сила тока (А), V – рабочее напряжение (В),

n – количество потребителей

P двигателей = 180 Вт

P речевой установки = 45 Вт

P одноп. комп. = 8,25 Вт

P датч. расст. = 1,2 Вт

P светодиодн. подств. = 15 Вт

Далее необходимо посчитать суммарную мощность, сложив мощности всех потребителей: $P_{\text{сумм}} = 249,45$ Вт

Далее выбирается минимально необходимое напряжение: выбирается потребитель с наибольшим рабочим напряжением и по этому напряжению подбирается ближайшее меньшее, кратное 4,2 В. Кратность 4,2 В обусловлена тем, что это максимальное напряжение одного литий-ионного элемента питания типоразмера 18650.

Максимально допустимое напряжение двигателя = 22 В, ближайшее наименьшее, кратное: $4,2 \text{ В} * 5 = 21 \text{ В}$. Следовательно, будем считать, что в аккумуляторной сборке 5 элементов питания, подключенных последовательно.

Все расчеты емкости производятся с номинальным напряжением элемента питания, которое для данного типа составляет 3,7 В, номинальное напряжение 5 последовательно подключенных элементов питания: $V_{\text{НОМ}} = 5 * 3,7 = 18,5$ В
Посчитаем необходимую емкость аккумулятора для работы потребителей в течение всей экскурсии (по условию 1,5 ч):

$$C_{\text{необх}} = (P_{\text{сумм}} * t) / V_{\text{НОМ}}, \text{ где } t - \text{ время автономной работы}$$

$$C_{\text{необх}} = (249,45 * 1,5) / 18,5 = 20,2256 \text{ Ач}$$

Посчитаем минимально необходимое количество элементов питания (k) подключенных параллельно, чтобы обеспечить емкость, посчитанную выше, в задаче дана емкость одного элемента питания:

$$k = C_{\text{необх}} / C_{\text{эл.пит.}}$$

$$k = 20,2256 / 3,2 = 6,32 \approx 7 \text{ штук}$$

Робот-художник

19. ОТВЕТ: 25 (вес 1 б.)

Беспилотник

20. 40 (вес 1 б.)

Решение

Для начала необходимо определить расстояние, которое преодолел квадрокоптер.

$$\Delta x = x_2 - x_1 = 18 - 10 = 8 \text{ км.}$$

$$\Delta y = y_2 - y_1 = 51 - 25 = 6 \text{ км.}$$

$$l = \sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2} = \sqrt{8^2 + 6^2} = \sqrt{64+36} = 10 \text{ км.}$$

Время затраченное дроном на полёт:

$$\Delta t = t_2 - t_1 = 11:40:00 - 11:25:00 = 00:15:00 = 15 \text{ мин.}$$

Зная время и расстояние можем определить скорость:

$$V = l / \Delta t = 10 / (1/4) = 40 \text{ км/ч.}$$

21. (11,12; 9,12) (вес 1 б.)

Решение

Для начала необходимо определить расстояние, которое преодолел квадрокоптер.

$$l = v \cdot t = 45 \cdot (4/60) = 45 \cdot 1/15 = 3 \text{ км.}$$

Исходя из теоремы Пифагора и зная направление вектора движения беспилотника, определим изменения по осям x и y .

$$\Delta x = l \cdot \cos(45^\circ) = 3 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 2,12 \text{ км}$$

$$\Delta y = l \cdot \sin(45^\circ) = 3 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 2,12 \text{ км}$$

Зная начальные координаты и расстояние смещения:

$$x_2 = x_1 + \Delta x = 9 + 2,12 = 11,12 \text{ км}$$

$$y_2 = y_1 + \Delta y = 7 + 2,12 = 9,12 \text{ км}$$

Манипулятор

22. ОТВЕТ: 0,4,2 (вес 2,5 б.)

Решение

Распишем момент, развиваемый третьим приводом:

$$M_3 = MgL_3 \cos(\alpha_3) + m_3 g \frac{L_3}{2} \cos(\alpha_3)$$

Сократим:

$$M_3 = gL_3 \cos(\alpha_3) \left(M + \frac{m_3}{2} \right)$$

Распишем момент, развиваемый вторым приводом:

$$M_2 = Mg(L_3 \cos(\alpha_3) + L_2 \sin(\alpha_2)) + m_3 g \left(\frac{L_3}{2} \cos(\alpha_3) + L_2 \sin(\alpha_2) \right) \\ + M_{m3} L_2 \sin(\alpha_2) + m_2 \frac{L_2}{2} \sin(\alpha_2)$$

где M_{m3} масса третьего привода.

Сократим:

$$M_2 = g \left(L_3 \cos(\alpha_3) \left(M + \frac{m_3}{2} \right) + L_2 \sin(\alpha_2) \left(M + m_3 + M_{m3} + \frac{m_2}{2} \right) \right)$$

Первый привод не развивает крутящий момент, так как его ось вращения параллельна направлениям действия всех сил.

Так как нужно выбрать приводы с наименьшим потреблением тока, то рассчитаем для каждого привода коэффициент равный отношению максимально развиваемого им момента к его максимальному потреблению тока. Назовём это соотношение коэффициентом эффективности. Для каждого сочленения выберем привод, способный развить требуемый крутящий момент и обладающий наибольшим коэффициентом эффективности. При этом нужно

проверить, что третий привод не слишком тяжёлый, так как момент развиваемый вторым приводом зависит от массы третьего привода. Может оказаться, что нужно выбрать менее эффективный привод, но с меньшей массой.

Используя коэффициент эффективности рассчитаем ток, потребляемый каждым приводом и вычислим общий ток, потребляемый манипулятором. На основе полученного значения выберем источник питания.

Коэффициенты эффективности:

$$k_1 = 16,66 \text{ нм/А}$$

$$k_2 = 18,18 \text{ нм/А}$$

$$k_3 = 20 \text{ нм/А}$$

$$k_4 = 16,25 \text{ нм/А}$$

$$k_5 = 20 \text{ нм/А}$$

$$M_3 = 173,2 \text{ нм}$$

Выберем третий привод - привод 2

$$M_2 = 623,9 \text{ нм}$$

Выберем второй привод - привод 4

Выберем первый привод - любой привод

23. ОТВЕТ: 5 (вес 1,5 б.)

Решение

Потребление тока манипулятором

$$I_1 = 47,9 \text{ А}$$

Выберем источник питания - источник питания 5