

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

**10 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 как правильный, если полностью совпадает с ключом; как частично правильный, если содержит верное рассуждение, существенно приближающее к решению; как неправильный, если отличается от ключа или отсутствует. Каждый правильный или частично правильный ответ имеет свой вес: 0,5 балла, 1 балл, 1,5 балла, 2 балла, 2,5 балла, 3 балла.

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

### Общая часть

1. ОТВЕТ (1,5 балла): 4 687,2 руб.

Решение:

$25200 : 21 : 8 = 150$ р. – начисленная оплата труда в час.

$150 * 8 * 3 = 3600$ р. – начисленная оплата труда за 3 рабочих дня.

$3600 * 1,302 = 4 687,2$  р. – трудозатраты со всеми начислениями.

2. ОТВЕТ(0,5 балла): 207 В

3. ОТВЕТ(1 балл): 1 – молекулярный диетолог, 2 – сетевой врач

4. ОТВЕТ: (1,5 балла)

А	3	І
Б	1	ІІІ
В	2	ІV
Г	4	ІІ

5. ОТВЕТ (0,5 балла): б, г.

### Специальная часть

#### Кинематические схемы

6. Ответ: Г (вес 0,5 б.)

Решение

На кинематической схеме изображены одна вращательная кинематическая пара, соединённая через изогнутый стержень с поступательной кинематической парой. Элементы изогнутого стержня соединены под прямым

углом. Соответственно, рабочая зона манипулятора имеет вид сектора кольца, что соответствует ответу Г.

7. Ответ: Ж или Б (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 второй поступательной кинематической паре, присоединённой под прямым углом к первой поступательной кинематической паре. Направление движения одной из поступательных кинематических пар параллельно оси вращения вращательной кинематической пары. Рабочая область может представлять собой сектор прямого кругового сплошного цилиндра. Такую же рабочую область имеет и манипулятор со схемы Ж.

Если считать, что в варианте Д вторая поступательная кинематическая пара находится на ненулевом расстоянии от оси вращательной пары в своем ближайшем к ней положении, то подходит вариант Б.

8. Ответ: ВЗК (вес 1 б.)

Решение

Чтобы рабочая зона манипулятора имела вид прямоугольника, на схеме должны быть две поступательные кинематические пары. На схеме не быть вращательной кинематической пары, или же её влияние на рабочую область манипулятора должно быть минимально, то есть она должна только вращение схвата, при этом ось вращения должна лежать в той же плоскости, что и прямоугольная область, образованная поступательными парами. Из предложенных кинематических схем этим требованиям удовлетворяют только схемы В,З и К.

9. Ответ: 7065 (вес 2 б.)

Решение

Рабочая область данного манипулятора будет иметь вид сектора полого прямого цилиндра.

0,7 м = 7 дм, 1,5 м = 15 дм, 1,2 м = 12 дм,  $\Phi=150^\circ$

Объем сектора полого цилиндра можно посчитать по формуле:

$$\pi(R_6^2 - R_M^2) * h_{ц} * \frac{\Phi}{360^\circ}$$

$$R_6 = b + c + d = 7 + 2 + 12 = 21 \text{ дм}, R_M = b + c = 7 + 2 = 9 \text{ дм}$$

Посчитаем объем рабочей области:

$$\pi * (21^2 - 9^2) * 15 * \frac{150^\circ}{360^\circ} = 2250\pi \approx 7065 \text{ дм}^3$$

### Диаграммы показаний энкодеров

10. Ответ: 45,50 (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 45 по 50 секунду.

11. Ответ: Д (вес 0,5 б.)

Решение

С 50 по 55 секунду показания энкодера мотора А растут, а показания энкодера мотора В уменьшаются. Значит, робот совершает танковый поворот направо.

12. Ответ: 60 (вес 0,5 б.)

Решение

Посчитаем угол поворота робота при первом танковом развороте:  
 $(1440^\circ - 1230^\circ) * 4 : 14 = 60^\circ$

13. Ответ: 75 (вес 0,5 б.)

Решение

Посчитаем длину линии, которую робот начертил при третьем проезде прямо:  
 $(7515^\circ - 6435^\circ) * 2\pi * 4 : 360^\circ = 24\pi \approx 75,35 \approx 75 \text{ см}$

14. Ответ: 314 см (вес 1,5 б.)

Решение

С 10 по 40 секунду показания на энкодере мотора А растут, но не так, как на энкодере мотора В. Значит, маркер движется по дуге окружности, радиус которой больше колеи, при этом колесо А описывает окружность большего радиуса, чем колесо В.

$$\frac{R_a}{R_b} = \frac{\varphi_a}{\varphi_b} = \frac{6780^\circ - 1230^\circ}{5100^\circ - 1650^\circ} = \frac{5550}{3450} \text{ и } R_a = R_b + 28$$

Решив два данных уравнения в системе, получим, что:

$$R_a = 74 \text{ см}, R_b = 46 \text{ см}$$

Робот начертит дугу окружности радиуса

$$R_b + 14 = 60 \text{ см}$$

Посчитаем градусную меру дуги окружности:

$$\frac{5550^\circ * 4}{74} = 300^\circ$$

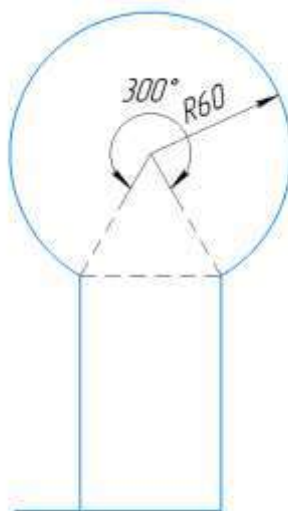
Посчитаем длину дуги, который робот начертит при повороте с 10 по 40 секунды:

$$2 * \pi * 60 * \frac{300^\circ}{360^\circ} = 100\pi \approx 314 \text{ см}$$

15. Ответ: 170 (вес 2 б.)

Решение

Проанализировав диаграммы, можно заметить, что робот начертит следующую фигуру:



Данная фигура состоит из сектора круга, равностороннего треугольника и прямоугольника. Площадь фигуры будет равна:

$$\begin{aligned} & \pi * 60^2 * \frac{300^\circ}{360^\circ} + \frac{1}{2} * 60^2 * \sin(60^\circ) + 60 * \frac{1440^\circ - 0^\circ}{360^\circ} * 2 * \pi * 4 = \\ & = 3000\pi + 900\sqrt{3} + 1920\pi = 900\sqrt{3} + 4920\pi \approx 17007,64 \text{ см}^2 \\ & 17007,64 \text{ см}^2 = 170,0764 \text{ дм}^2 \approx 170 \text{ дм}^2 \end{aligned}$$

**Сепулька**

16. Ответ: 52,89 (вес 2 б.)

Решение

Обороты двигателя:

$$\text{За минуту робот проедет } 60 * 0,35 = 21 \text{ м}$$

$$\text{За один оборот колеса робот проедет } 3,14 * 0,13 = 0,4082 \text{ м}$$

$21 : 0,4082 = 51,44 \leq 52$  об/мин – минимальная целая скорость

Крутящий момент двигателя:

Масса робота:  $49 - 10 = 39$  кг

Вес робота  $39 * 9,8 = 382,2$  Н

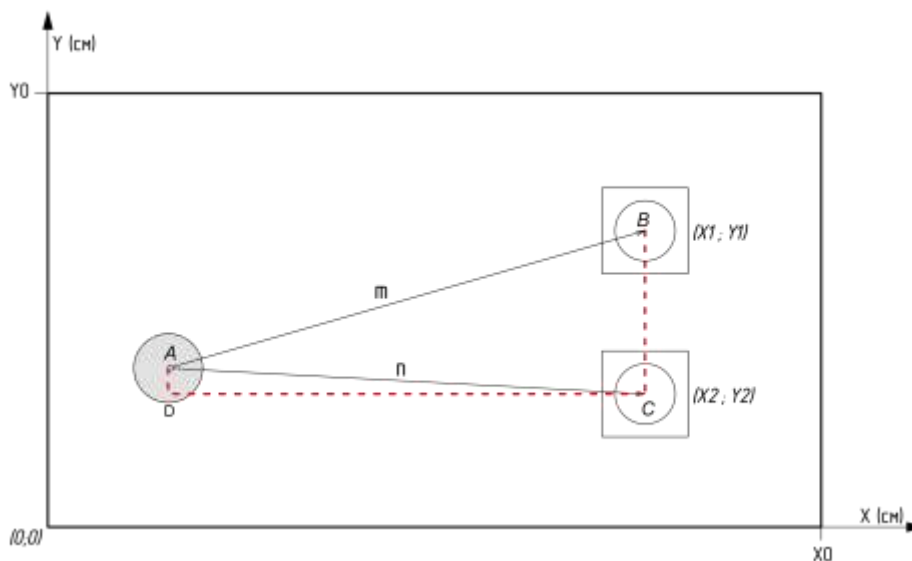
Нагрузка  $382,2 : 2 = 191,1$  Н, т. к. 2 мотор-колеса

Сила трения покоя  $0,7 * 191,1 = 133,77$  Н

Момент = Сила\*рычаг =  $133,77 * 0,065 = 8,69505$  Н м =  $88,725$  кгс см  $\approx 89$

17. Ответ: (251; 213) (вес 1 б.)

Решение



Выразим  $\sphericalangle ACB$  по теореме косинусов:

$$y = Y1 - Y2, \sphericalangle ACB = \alpha$$

$$m^2 = n^2 + y^2 - 2ny * \cos(\alpha) \Rightarrow \cos(\alpha) = \frac{-m^2 + n^2 + y^2}{2ny}$$

Построим прямоугольный треугольник  $ADC$ , чтобы найти  $AD$  и  $DC$ :

$$\sphericalangle ACD = 90 - \alpha$$

$$AD = n * \sin(90 - \alpha) = n * \cos(\alpha) - \text{при } \alpha < 90 \text{ (при коор. } Y > Y2)$$

$$DC = \sqrt{n^2 - AD^2}$$

Следовательно координаты точки A:

$$X = X2 - DC = X2 - \sqrt{n^2 - \left(n * \frac{-m^2 + n^2 + y^2}{2ny}\right)^2}$$

$$Y = Y2 + AD = Y2 + n * \frac{-m^2 + n^2 + y^2}{2ny}$$

Подставим значения:

$$X = 350 - \sqrt{150^2 - \left(\frac{-100^2 + 150^2 + 100^2}{2 * 100}\right)^2} = 250,7843 \approx 251$$
$$Y = 100 \pm \frac{-100^2 + 150^2 + 100^2}{2 * 100} = 100 + 112,5 = 212,5 \approx 213$$

18. Ответ: 8S8P (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

Р двигателей = 400 Вт

Р речевой установки = 75 Вт

Р одноп. комп. = 15 Вт

Р датч. расст. = 0,66 Вт

Р светодиодн. подств. = 12,5 Вт

Суммарная мощность всех потребителей: Р сумм = 503,16 Вт

34 В – максимально допустимое напряжение двигателя (потребителя с наибольшим напряжением).

8 - ближайшее наименьшее кратное к 34, т. к.  $4,2 \text{ В} * 8 = 33,6 \text{ В}$ .

Следовательно, в аккумуляторной сборке 8 элементов питания, подключенных последовательно.

Номинальное напряжение элемента питания составляет 3,7 В.

Значит :  $V_{\text{НОМ}} = 8 * 3,7 = 29,6 \text{ В}$

Необходимая емкость аккумулятора для работы потребителей в течение всей экскурсии (по условию 1,5 ч):

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

$C_{\text{необх}} = (503,16 * 1,5) / 29,6 = 25,498 \text{ Ач}$

Минимально необходимое количество элементов питания (к):

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

$$k = 25,498 / 3,2 = 7,968 \approx 8 \text{ штук}$$

### Робот-художник

19. Ответ: А2Б1В4Г3 (вес 2 б.)

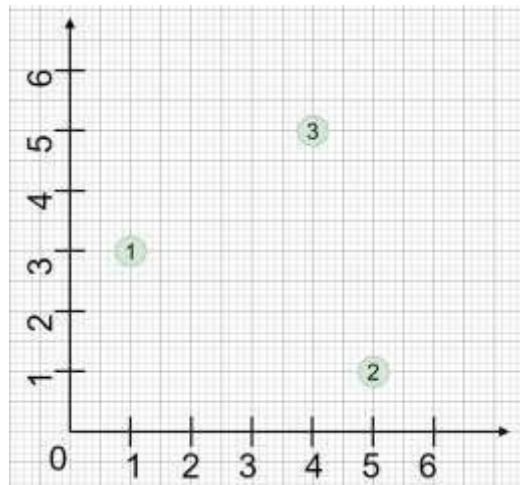
Решение

### Беспилотник

20. Ответ: 3, 3 (вес 2 б.)

Решение

Для начала обозначим на декартовой системе координат базовые станции:



Зная скорость распространения радиосигнала рассчитаем расстояние от каждой базовой станции до квадрокоптера:

$$\delta_1 = 6,6 * 10^{-6} * 3 * 10^5 = 6,6 * 3 * 10^{-1} = 1,98$$

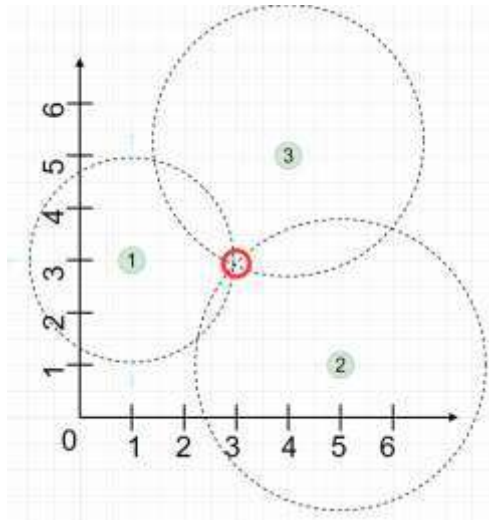
$$\delta_2 = 9,4 * 10^{-6} * 3 * 10^5 = 9,4 * 3 * 10^{-1} = 2,82$$

$$\delta_3 = 7,5 * 10^{-6} * 3 * 10^5 = 7,5 * 3 * 10^{-1} = 2,25$$

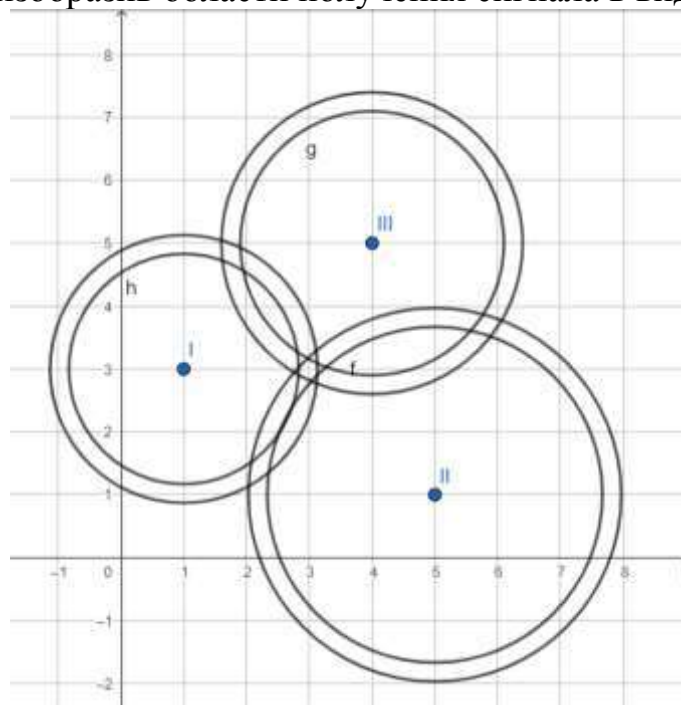
Построим окружности из центра базовых станций с вычисленными радиусами:

Точка пересечения трех окружностей – координаты квадрокоптера.





Система уравнений окружностей (расстояний между точками), не даст прямого ответа, поскольку точки могут не совпасть. Однако это можно компенсировать, изобразив области получения сигнала в виде колец.



На графике видно, что в пересечение попадает точка (3;3). Для простоты математических расчетов, учитывая погрешность, можно принять некоторые расстояния за целые числа.

**Ответ:** (3; 3) км

**Тензодатчик**

21. ОТВЕТ: 1.3 (вес 1 б.)

Решение

$$\text{Крутизна } \frac{\Delta U}{\Delta F} = \text{const} * U_{\text{пит}}$$

$$\text{const} = \frac{1,5 \text{ mV}}{5 \text{ Н} * 1 \text{ V}} = 0,3 \text{ мН}^{-1}$$

$$U_{\text{ВЫХ ТД}} = U_{\text{ВХ ОУ}} = 1 \text{ Н} * 0,3 \text{ мН}^{-1} * 5 \text{ V} = 1,5 \text{ mV}$$

$$U_{\text{ВЫХ ОУ}} = 1,5 \text{ mV} * 2 + 1,25 \text{ V} = 1,253 \text{ V}$$

**Ответ:** напряжение сигнала будет на входе АЦП **1,3 В**

22. ОТВЕТ: 17 (вес 1 б.)

Решение

Напряжение на выходе тензодатчика:

$$U_{\text{ВЫХ ТД}} = 10 \text{ мН} * 0,3 \text{ мН}^{-1} * 5 \text{ V} = 15 \text{ мкV}$$

Усиленный сигнал:

$$U_{\text{ВХ ОУ}} * k_{\text{ОУ}} = 15 \text{ мкV} * 2 = 30 \text{ мкV}$$

$$U_{\text{оп АЦП}} = 2,5 \text{ В}$$

Число градаций:

$$\frac{2,5 \text{ V}}{30 \text{ мкV}} = 83333$$

$$2^{17} = 131072$$

$$2^{16} = 65536$$

**Ответ:** минимальную разрядность АЦП **17**

23. ОТВЕТ: 166 (вес 1 б.)

Решение

$$U_{\text{оп АЦП}} = 5 \text{ В}$$

$$\Delta F = \pm 10 \text{ Н}$$

$$U_{\text{ВЫХ ТД}} = 10 \text{ Н} * 0,3 \text{ мН}^{-1} * 5 \text{ V} = 15 \text{ мВ}$$

Максимальное значение усиленного сигнала 2,5 В

$$\frac{2,5 \text{ В}}{15 \text{ мВ}} = 166,6$$

**Ответ:** коэффициент усиления **166**

24. ОТВЕТ: 7918846 или 7918845 (вес 1 б.)

Решение

$$U_{\text{ВЫХ ТД}} = -7 \text{ Н} * 0,3 \text{ мН}^{-1} * 10 \text{ V} = -21 \text{ мV}$$

$$U_{\text{ВЫХ ОУ}} = -21 \text{ мV} * 2 + 1,5 \text{ V} = 1,416 \text{ V}$$

$$\frac{1,416 \text{ V}}{\frac{3 \text{ V}}{2^{24}}} = 7 \text{ 918 845,952} \approx 7 \text{ 918 846 или } 7 \text{ 918 845}$$

**Ответ:** числовое значение выходе 24 -х битного АЦП **7 918 846 или 7 918 845**