

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

**11 класс**

**2024-2025 учебный год**

**Профиль «Робототехника»**

**Москва 2025 г.**

По теоретическому туру максимальная оценка результатов участника 9 класса определяется арифметической суммой всех баллов, полученных за выполнение заданий и не должна превышать **30 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 балл): CO<sub>2</sub> или углекислый газ
2. ОТВЕТ (1 балла): план этажа жилого помещения
  - 1 - сплошная толстая основная
  - 2 - сплошная тонкая
  - 3 - сплошная тонкая с изломами
  - 4 - штриховая
  - 5 - штрихпунктирная тонкая

Линии осевые и центровые

Линии сечений, являющиеся осями симметрии для наложенных или вынесенных сечений

3. ОТВЕТ (0,5 балла): Д, Е
4. ОТВЕТ (1 балл): 1Ев2Да3Ае4Вб5Бг6Гд
5. ОТВЕТ (0,5 балла): 52134
6. ОТВЕТ (1 балл): **А – 500, Б – 1000**

А. – точка безубыточности (самоокупаемости) = 500.  
Б. – дополнительный объем продаж (для достижения указанной прибыли) = 1000.

#### Решение:

А) Точка безубыточности = Постоянные расходы / (Цена – Переменные расходы) = 200 000 / (600 – 200) = 500.

Б) Прибыль от продажи единицы товара после самоокупаемости = Цена – Переменные расходы = 600 – 200 = 400.

Дополнительный объем продаж (для достижения планируемой прибыли) = Прибыль общая / Прибыль от продажи единицы = 400 000 / 400 = 1000.

7. ОТВЕТ (1 балл):

Электротехнические компоненты	Элементы кинематики
<b>2,3,4,6,8,9</b>	<b>1,5,7,10,11,12</b>

## 8. ОТВЕТ: 1237

Решение

Если бы движители находились на одной горизонтали с центром плавучести, то они создавали бы момент

$$\approx (0,3 + 0,2) \cdot 9,8 \cdot 0,25 \approx 1,225 \text{ Нм}$$

При смещении движителей увеличивается длина рычага, при этом момент увеличится менее чем в два раза. Момент, необходимый для удержания НПА (в условиях п.1-7) необходим момент  $\approx 11 \cdot 9,8 \cdot 0,3 \cdot \sin 45^\circ \approx 26,7 \text{ Нм}$ . Т.е. тяги в любом случае не будет хватать. Поэтому п.1-3 верны, п.4-6 не верны, п.7 верен.

При выключенных движителях НПА находится в состоянии Неустойчивого равновесия, т.к. центр плавучести ниже центра тяжести, т.е. п.8 неверен.

### Специальная часть

## 9. Кинематическая схема манипулятора

9.1. Ответ: Б (вес 1 б.)

Решение

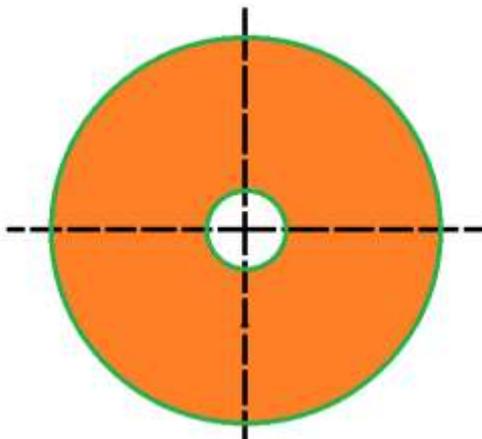


Рис. 1. Рабочая область

Рабочая область – кольцо (рис.1).

Ответ: Б

9.2. Ответ: 440 (вес 1 б.)

Решение

Определим площадь рабочей области (рис. 1).

$$\pi \cdot (c+b)^2 - \pi \cdot (c-b)^2 = \pi \cdot (12^2 - 2^2) = 439,6... \approx 440 \text{ дм}^2$$

Ответ: 440

9.3. Ответ: 136 (вес 1 б.)

Решение

Сделаем рисунок (рис. 2):

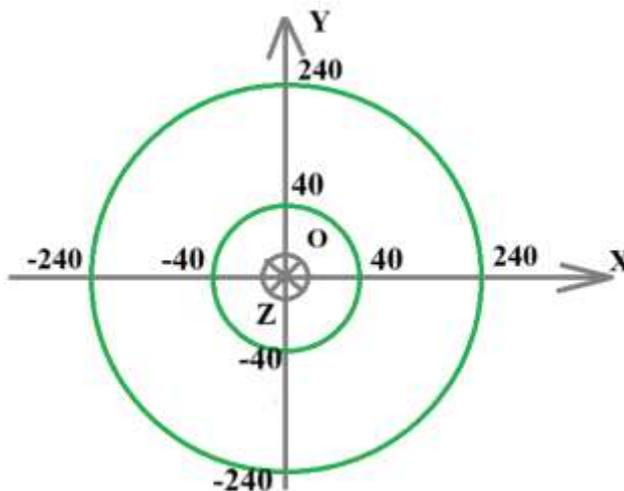


Рис. 2. Рабочая область для расчетов

По оси OZ плоскость находится на расстоянии 60 условных единиц.  
Определим, какие из данных точек не принадлежат рабочей области:

- 1) O(0; 0 ; 0)      2) M(60; 60; 60)      3) H(200; 200; 60)  
4) P(-40; -40; 60)    5) T(-100; 100; 60)      6) E(300; 0; 60)

Точка O не подходит по координатам X, Y, Z.

Точка E не подходит по координате X.

Проверим точку H:

$$200^2 + 200^2 \geq 240^2$$

Значит, точка H не принадлежит рабочей области.

Точки M, P и T принадлежат рабочей области.

Ответ: 136

9.4. Ответ: 100;140;60 (вес 1,5 б.)

Решение

1. Определим, на какой угол повернулась каждая из вращательных кинематических пар. Вращательная кинематическая пара №1:

$$5400:(720*30)*360^\circ=90^\circ$$

Вращательная кинематическая пара №2:

$$-5400:(720*30)*360^\circ=-90^\circ$$

Сделаем рисунок (рис. 3):

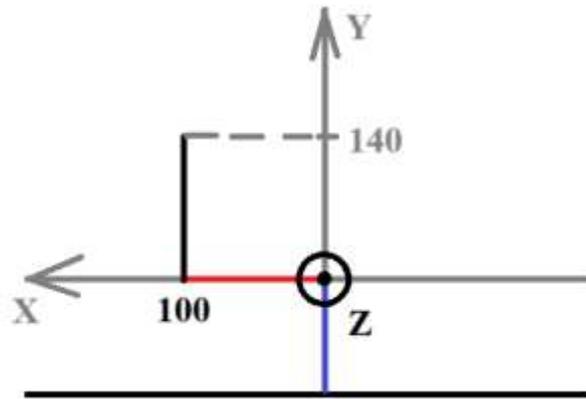


Рис. 3. Целевая точка

По оси OX координата равна:

$$(b:0,5)=50*2=100$$

По оси OY координата равна:

$$(c:0,5)=70*2=140$$

По оси OZ координата равна:

$$(d:0,5)=30*2=60$$

Ответ: 100;140;60

9.5. Ответ: -69;-8066 (вес 2 б.)

Решение

Сделаем рисунок (рис. 4):

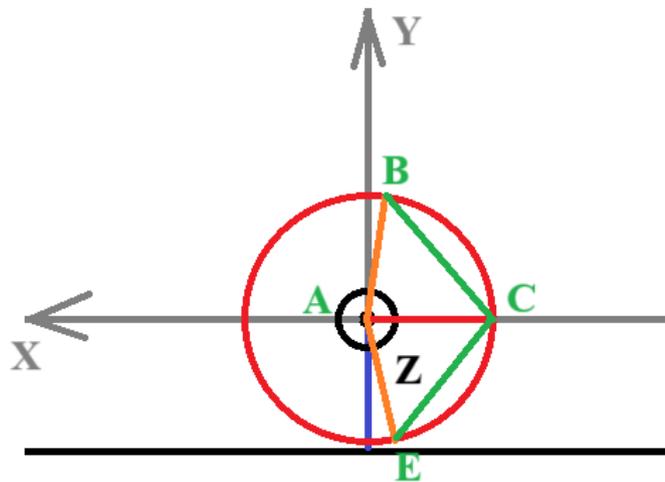


Рис. 4

Рассмотрим данную задачу как задачу по поиску точек пересечения двух окружностей, радиус одной из которых равен 100, а второй равен 140. Это даст нам понимание о возможном положении оси второй вращательной кинематической пары.

Решим систему уравнений:

$$\begin{aligned} x^2 + y^2 &= 100^2 \\ (x + 100)^2 + y^2 &= 140^2 \end{aligned}$$

Получим две точки пересечения с координатами:

$$(-2; 14\sqrt{51}) \text{ и } (-2; -14\sqrt{51})$$

Вторая пара координат нам не подходит, так как в условии сказано, что среди возможных решений выберите то, при котором вторая вращательная кинематическая пара находится над плоскостью XOZ.

$$\cos \angle BAC = \frac{100^2 + 100^2 - 140^2}{2 * 100^2} = \frac{2}{100}$$

$$\angle BAC = 88,8540...^\circ \approx 88,854^\circ$$

Угол поворота первой кинематической пары будет равен:

$$90^\circ - 88,854^\circ = 1,146^\circ$$

Учтём, что поворот будет совершаться в отрицательном направлении.

Энкодер мотора №1 покажет:

$$(-1,146^\circ : 360^\circ) * (720 * 30) = -68,76 \approx -69$$

$$\cos \angle ABC = \frac{100^2 + 140^2 - 100^2}{2 * 100 * 140} = \frac{7}{10}$$

$$\angle ABC = 45,57299...^\circ \approx 45,573^\circ$$

Угол поворота второй кинематической пары будет равен:

$$180^\circ - 45,573^\circ = 134,427^\circ$$

Учтём, что поворот будет совершаться в отрицательном направлении.

Энкодер мотора №2 покажет:

$$(-134,427^\circ : 360^\circ) * (720 * 30) = -8065,62 \approx -8066$$

Ответ: -69; -8066

## 10. Пятизвенный манипулятор

10.1. Ответ: 600 (вес 1 б.)

Решение

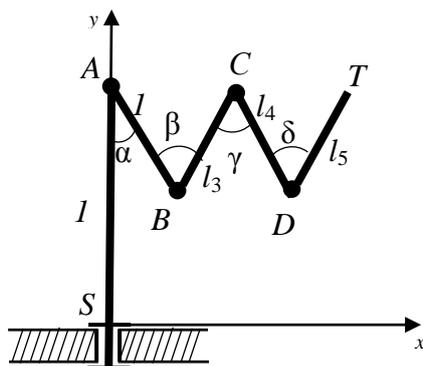


Рис. 5. Манипулятор

В искомом положении (см. рис. 5) треугольники  $ABC$ ,  $B CD$ ,  $CDT$  равносторонние,  $\alpha = 30^\circ$ , точки  $A, C, T$  лежат на одной прямой, параллельной оси  $x$ .

Ответ: 600

10.2. Ответ: 0,9114 (вес 1,5 б.)

Решение

Воспользуемся рис. 3. Подсчитаем момент силы привода в шарнире  $B$  через сумму произведений сил тяжести, действующей на середины звеньев или узлы, на длину соответствующего рычага, не забыв перевести в соответствующие единицы измерения:  $F = 0,04 \cdot 0,075 \cdot 9,8 + 0,05 \cdot 0,15 \cdot 9,8 + 0,04 \cdot 0,225 \cdot 9,8 + 0,05 \cdot 0,3 \cdot 9,8 + 0,04 \cdot 0,375 \cdot 9,8 = 0,4851$ .

Ответ: 0,4851

10.3. Ответ: 218 (вес 2 б.)

Решение

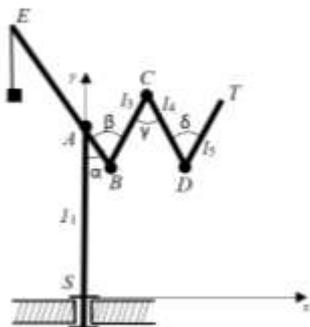


Рис. 6. Удлиненный манипулятор

Обратимся к рис. 6. Пусть  $EA = x$  (мм), тогда  $AB = 300 - x$  и уравнение равновесия выглядит:  $0,2 \cdot \frac{300+x}{2} + 0,04 \cdot (1 + \frac{x}{300}) \cdot \frac{300+x}{4} = 0,04 \cdot (1 - \frac{x}{300}) \cdot (75 - \frac{x}{4}) + 0,05 \cdot (150 - \frac{x}{2}) + 0,04 \cdot (225 - \frac{x}{2}) + 0,05 \cdot (300 - \frac{x}{2}) + 0,04 \cdot (375 - \frac{x}{2}) + 0,05 \cdot (450 - \frac{x}{2}) + 0,04 \cdot (525 - \frac{x}{2})$ . Откуда получаем  $x = \frac{2400}{11} \approx 218,1818 \dots$

Ответ: 218

## 11. Механизм Чебышева

11.1. 41 (вес 2 б.)

Решение

Ход пресса равен вертикальному ходу точки  $B$ , т.е. разнице высоты трапеции  $OADE$  и высоты фигуры из двух подобных треугольников, получающейся при перемещении рычага  $F$  направо (см. рис. 7).

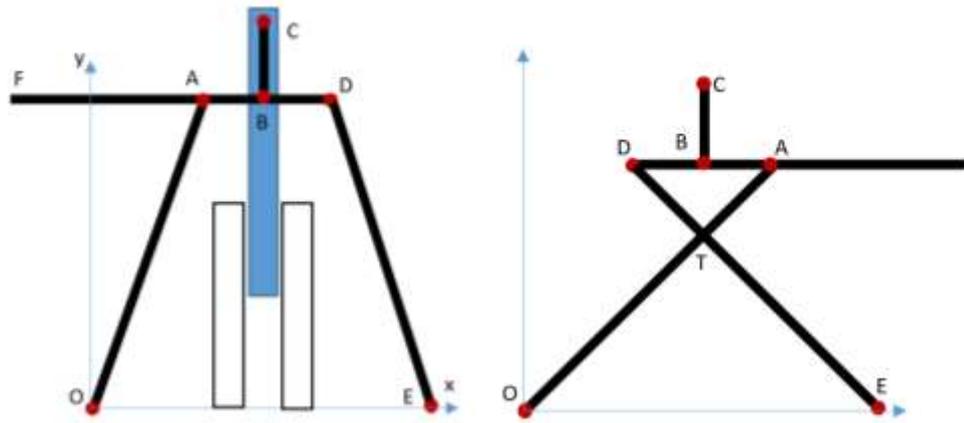


Рис. 7. Пресс Чебышева

Высота трапеции равна  $\sqrt{4^2 - 1} = \sqrt{15}$ .

$\frac{OT}{TA} = 3$ ,  $OT + TA = 4$  дм. Значит,  $OT = 3$ ,  $TA = 1$  дм. Высота треугольника  $TDA$  из вершины  $T$  равна  $\sqrt{1 - \frac{1}{4}} = \frac{\sqrt{3}}{2}$ . Тогда высота треугольника  $TEO$  из вершины  $T$  равна  $3 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$ , высота всей фигуры  $2\sqrt{3}$  дм, а общий ход поршня  $\sqrt{15} - 2\sqrt{3}$  дм.  
 Ответ: 41

11.2. Ответ: 34,349 (вес 2 б.)

Решение

Точка  $B$  движется по полуовалу. Ближе всего точка  $B$  находится к оси  $Oy$  при вертикальном положении рычага  $DF$ . Составим систему уравнений по рис. 8.

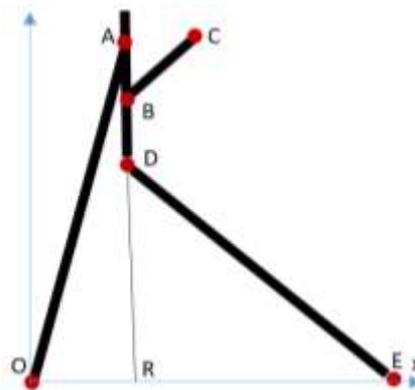


Рис. 8. Пресс

$$\begin{cases} (RD + 1)^2 + OR^2 = 4^2 \\ RD^2 + (3 - OR)^2 = 4^2 \end{cases} \quad \begin{cases} OR = 3 \cdot \left(\frac{1}{2} - \frac{\sqrt{15}}{10}\right) \\ RD = \frac{9\sqrt{15}}{10} - \frac{1}{2} \end{cases} \quad \begin{cases} x = OR \\ y = RD + \frac{1}{2} \end{cases} \quad \begin{cases} x = 3 \cdot \left(\frac{1}{2} - \frac{\sqrt{15}}{10}\right) \\ y = \frac{9\sqrt{15}}{10} \end{cases}$$

Ответ: 34,349

12. Робот на дуге

12.1. Ответ: 10 (вес 2 б.)

Решение

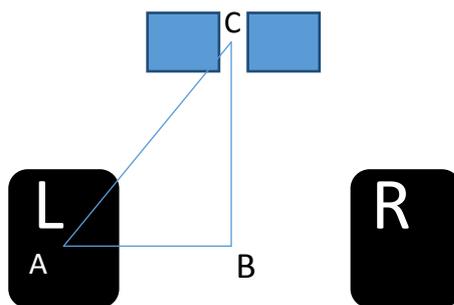


Рис. 9. Схема модели

Для представленной дуги  $err = -25$ .

Управляющее воздействие  $u = 2 * -25 = -50$

$motorL = 50 + (-50) = 0$  //Получается, что левый двигатель остановлен

$motorR = 50 - (-50) = 100$

$AB = 19/2 = 9.5 \text{ см}$

Робот движется вдоль линии датчиками вокруг точки А (см. рис. 9)

$AC$  – радиус = 14 см

$BC = \sqrt{14^2 - 9.5^2} = 10.28 \dots \sim 10 \text{ см}$

Ответ: 10

12.2. Ответ: 10 (вес 2 б.)

Решение

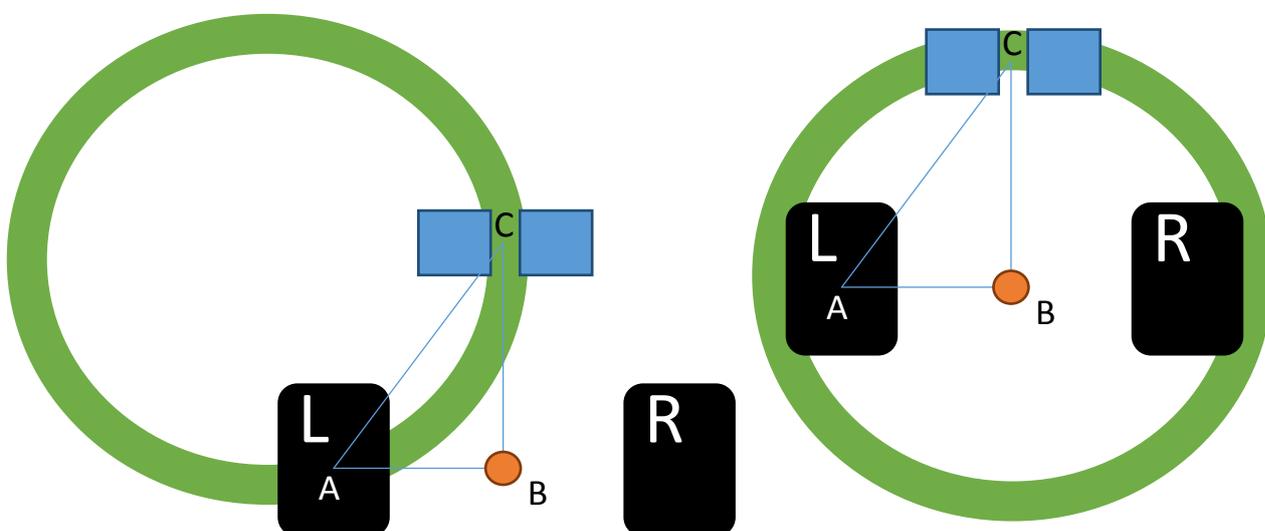


Рис. 10.

Робот не сможет двигаться по дуге с радиусом кривизны меньше либо равным расстоянию от центра датчиков до центра оси колес –  $BC$ . Так как при вращении робота не возникает разницы между показаниями датчиков – они всегда на линии. Т.е. на регуляторе через некоторое расстояние движения по такой дуге ошибка станет равна 0 и больше не будет меняться (радиус дуги по которой движется робот вырождается до  $R=0$ , и робот начинает вращаться на месте так, что линия через датчики всегда направлена по касательной).

Ответ: 10

### 13. Arduino

13.1. Ответ: 4 (вес 1,5 б.)

Решение

Функция `analogWrite` с аргументами (9, 255) формирует ШИМ-сигнал с коэффициентом заполнения 1 (100%), что должно привести к установлению на выходе 9 постоянного напряжения высокого уровня (5 В при полном отсутствии нагрузки). Если напряжение между базой и эмиттером кремниевого биполярного транзистора достигает  $\sim 0,6$  В, эмиттерный переход открывается, и напряжение на нем в дальнейшем увеличивается очень слабо (десятые доли вольта) и не превышает напряжение насыщения база-эмиттер. Таким образом, вольтметр может показать значение от 0,6 В до напряжения насыщения база-эмиттер.

Ответ: 4

13.2. Ответ: 1 (вес 1,5 б.)

Решение

Ключевое слово «LOW» является макроопределением в заголовочном файле `Arduino.h` и заменяется препроцессором на «0». Следовательно, в результате выполнения «`analogWrite (9, LOW);`» будет сформирован ШИМ-сигнал с коэффициентом заполнения 0, т.е. на выходе 9 установится постоянное напряжение 0 В. Транзистор VT1 будет закрыт. Вольтметр в этом случае покажет значение, близкое к напряжению источника, т.е.  $\sim 10$  В.

Ответ: 1