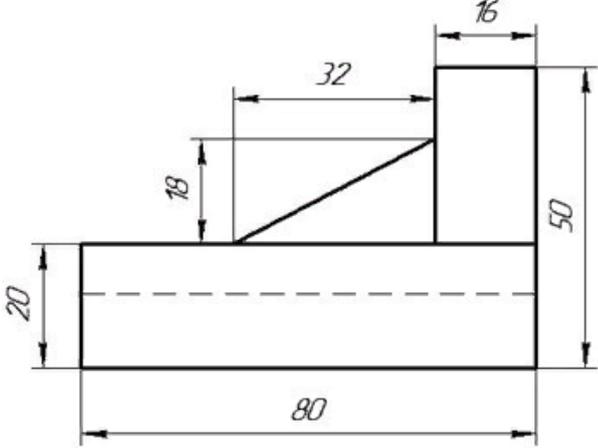


**Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников
по технологии
«Робототехника»
2023/2024 учебный год
10-11 класс
Максимальный балл – 25**

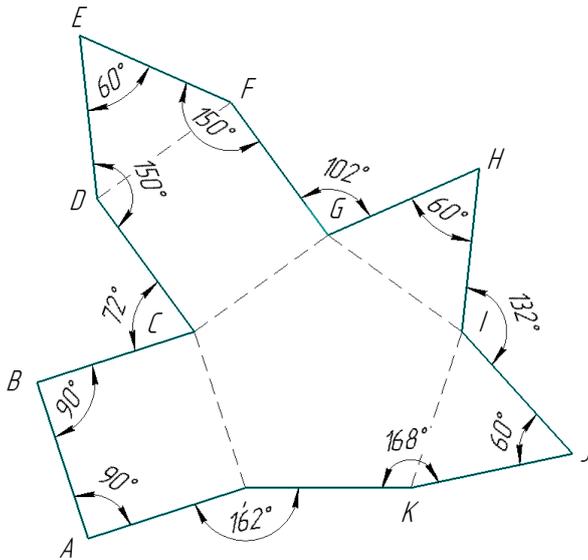
Ключ

№	Ответ	Количество баллов	Примечания
1	1.Робот пылесос 2.Робот - манипулятор 3.Робот для сварки деталей	1	Частично верный ответ 0 баллов
2	1. Петля Мебиуса (продукт подлежит вторичной переработке) 2. Не зажимать 3. Вертикальное положение груза	1	Частично верный ответ 0 баллов
3	Профессиональная проба	1	
4		1	
5	Л1 и Л2	1	Частично верный ответ 0 баллов
6	<p>Ответ: 119 с Приемлемо 120 с Решение: На схеме представлен ненаправленный граф. Поскольку робот должен посетить все рёбра хотя бы по одному разу, то он потратит времени не меньше, чем суммарное время проезда по всем линиям по одному разу: $5 + 6 + 4 + 7 + 3 + 4 + 5 + 4 + 4 + 6 + 7 + 3 + 4 + 6 + 3 + 5 + 3 + 4 + 5 + 4 + 6 + 5 = 103 \text{ (с)}$ Так как из каждой вершины, кроме двух (А, Е), выходит только чётное число линий, то для того, чтобы обойти весь граф, посетив каждое из рёбер по разу, нужно стартовать в одной из вершин – А или Е. Вариант решения №1:</p>	5	

	<p>Так как робот стартует в вершине С, то ему нужно будет добраться в одну из вершин (А или Е), объехать всю траекторию, после чего он попадёт во вторую вершину (Е или А), из которой ему надо будет вернуться в вершину С.</p> <p>Определим кратчайший путь из вершины А в вершину С. Это путь А–М–С. Он равен</p> $4 + 4 = 8 \text{ (с)}$ <p>Определим кратчайший путь из вершины Е в вершину С. Это путь Е–D–С. Он равен:</p> $5 + 4 = 9 \text{ (с)}$ <p>Получается, минимальное время, за которое робот может справиться с заданием, равно:</p> $103 + 8 + 9 = 120 \text{ (с)}$ <p>Ответ: 120 с.</p> <p>Вариант решения №2</p> <p>Так как робот стартует в вершине С, то данный граф надо модернизировать так, чтобы из каждой из вершин выходило чётное число рёбер. Этого можно добиться, проехав по некоторым рёбрам по 2 раза, вперёд и назад. Данные рёбра должны быть связаны с вершинами А и Е, а также с теми вершинами, которые «потеряют» рёбра после удаления по одному из рёбер из вершин А и Е.</p> <p>Расположим удаляемые рёбра так, чтобы по ним можно было пройти кратчайшим путем из одной нечётной вершины в другую. Также надо постараться минимизировать число таких рёбер.</p> <p>Кратчайшим путём из А в Е будет А-М-I-N-E, его вес будет равен:</p> $4 + 4 + 3 + 5 = 16 \text{ (с)}$ <p>Получается, минимальное время, за которое робот может справиться с заданием, равно:</p> $103 + 16 = 119 \text{ (с)}$ <p>Ответ: 119 с.</p>		
7	<p>Ответ: минимальный суммарный угол поворота равен 744°.</p> <p>Решение:</p> <p>В правильном треугольнике все стороны и все углы равны, поэтому все внутренние углы правильных треугольников имеют градусную меру 60°.</p> <p>Правильные четырёхугольники – это квадраты, у них все стороны и все углы равны. Все углы квадратов равны 90°.</p> <p>В правильном пятиугольнике все стороны и все углы также равны.</p> <p>Градусная мера угла правильного пятиугольника равна:</p>	5	

$$\frac{(5 - 2)}{5} \cdot 180^\circ = 108^\circ$$

Тогда градусные меры углов будут равны:

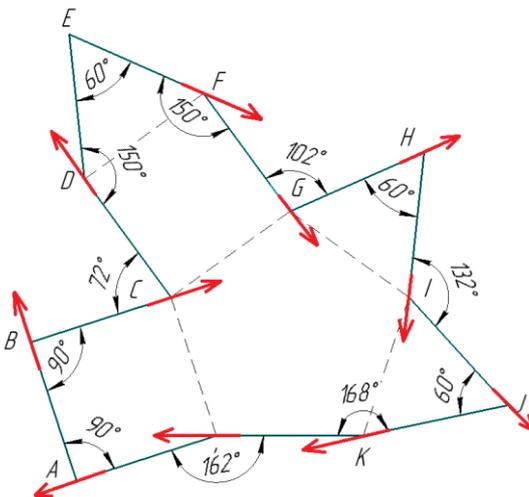


Так как чем меньше градусная мера угла, тем больше угол поворота робота в данной вершине, и поворот в стартовой вершине можно исключить, то, чтобы получить минимальный суммарный угол поворота, робот должен стартовать в вершине угла с наименьшей градусной мерой.

Проанализируем полученные данные.

Получается, что роботу выгоднее стартовать из вершин E, H и J. Эти вершины равноправны.

Рассмотрим вариант подсчёта минимального суммарного угла поворота при старте из вершины E. При старте из вершин H и J результат будет таким же.



Минимальный суммарный угол поворота робота будет равен:

$$2 \cdot (180^\circ - 150^\circ) + (180^\circ - 102^\circ) + 2 \cdot (180^\circ - 60^\circ) + (180^\circ - 132^\circ) +$$

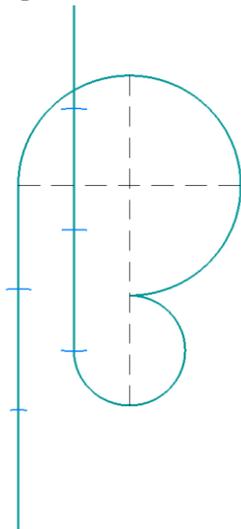
	$+ (180^\circ - 168^\circ) + (180^\circ - 162^\circ) + 2$ $\cdot (180^\circ - 90^\circ) + (180^\circ - 72^\circ) =$ $= 60^\circ + 78^\circ + 240^\circ + 48^\circ + 12^\circ + 18^\circ + 180^\circ$ $+ 108^\circ =$ $= 138^\circ + 288^\circ + 318^\circ = 744^\circ$ <p>Ответ: минимальный суммарный угол поворота равен 744°.</p>		
8	<p>Решение:</p> <p>Рассмотрим, какого типа движения совершает робот. Их можно разделить на три типа: разворот вокруг колеса, танковый разворот и проезд прямо.</p> <p>Движение <i>Мотор А</i> 720°, <i>Мотор В</i> 720° – это проезд прямо. Рассчитаем, какой длины прямолинейный отрезок проехал робот:</p> $2 \cdot \pi \cdot 5 \cdot \frac{720^\circ}{360^\circ} = 20\pi \approx 20 \cdot 3,14 \approx 62,8 \text{ (см)}$ <p>Движение <i>Мотор А</i> 1080°, <i>Мотор В</i> 0° – это поворот вокруг колеса В.</p> <p>Определим градусную меру дуги:</p> $2\pi r \cdot \frac{1080^\circ}{360^\circ} = 2\pi L \cdot \frac{\alpha}{360^\circ}$ $\alpha = \frac{r}{L} \cdot 1080^\circ = \frac{5}{20} \cdot 1080^\circ = 270^\circ$ <p>Определим длину дуги:</p> $2 \cdot \pi \cdot L \cdot \frac{270^\circ}{360^\circ} = 2 \cdot \pi \cdot 20 \cdot \frac{3}{4} = 30\pi$ $\approx 30 \cdot 3,14 = 94,2 \text{ (см)}$ <p>Так как маркер расположен на колесе А, то при выполнении данного движения робот начертит три четверти окружности радиусом 20 см, при этом повернётся на 270° направо.</p> <p>Движение <i>Мотор А</i> 0°, <i>Мотор В</i> -720° – это поворот вокруг колеса А.</p> <p>Определим градусную меру дуги:</p> $2\pi r \cdot \frac{720^\circ}{360^\circ} = 2\pi L \cdot \frac{\alpha}{360^\circ}$ $\alpha = \frac{r}{L} \cdot 720^\circ = \frac{5}{20} \cdot 720^\circ = 180^\circ$ <p>Так как маркер расположен на колесе А, то при выполнении данного движения робот не нарисует новых кривых, но повернётся на 180° направо.</p> <p>Движение <i>Мотор А</i> 540°, <i>Мотор В</i> -540° – это поворот вокруг точки, расположенной посередине между центрами колёс направо.</p> <p>Определим градусную меру дуги:</p> $2\pi r \cdot \frac{540^\circ}{360^\circ} = \pi L \cdot \frac{\alpha}{360^\circ}$ $\alpha = \frac{2r}{L} \cdot 540^\circ = \frac{2 \cdot 5}{20} \cdot 540^\circ = 270^\circ$ <p>Определим длину дуги окружности:</p>	10	За верный ответ на пункт А) 5 баллов, Б) 5 баллов.

$$\pi \cdot L \cdot \frac{270^\circ}{360^\circ} = 20 \cdot \frac{3}{4} \pi = 15\pi \approx 3,14 \cdot 15 \\ = 47,1 \text{ (см)}$$

Так как маркер расположен на колесе В, то при выполнении данного движения робот нарисует три четверти окружности диаметром 20 см, а также совершит танковый разворот на 270° направо.

Движение *Мотор А* 720° , *Мотор В* 720° – это проезд прямо на 62,8 см.

Изобразим кривую, начерченную роботом, сохранив пропорции:



Определим длину кривой, изображённой роботом:

$$62,8 \cdot 2 + 47,1 + 94,2 = 266,9 \approx 267 \text{ (см)}$$

Ответ:

А) длина кривой равна 267 см.

Б) Робот начертит следующую кривую:

