

№ 1 (10 баллов)

Есть две группы шестеренок. Первая содержит шестеренки с 12, 16 и 28 зубьями. Вторая содержит шестеренки с 25, 35 и 45 зубьями. Шестеренки каждой из групп могут приходить в зацепление только с шестеренками из своей группы. При этом, шестеренки из обеих групп могут быть размещены на осях одного типа.

Вам нужно собрать два набора шестеренок. Известно, что первый набор составлен из семи шестеренок первой группы. В нем точно есть одна шестеренка с 12 зубьями, одна шестеренка с 16 зубьями и одна шестеренка с 28 зубьями.

Известно, что второй набор составлен из семи шестеренок второй группы. В нем точно есть одна шестеренка с 25 зубьями, одна шестеренка с 35 зубьями и одна шестеренка с 45 зубьями.

Из всех шестеренок этих двух наборов был собран механизм, принципиальная кинематическая схема которого приведена на *рисунке 1*.

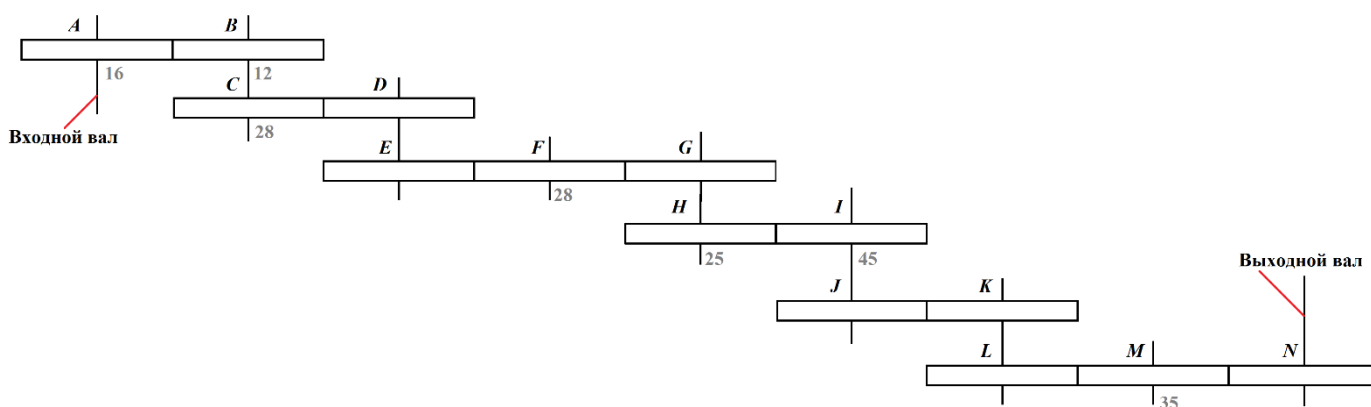


Рисунок 1

На данной схеме не указано количество зубьев части шестеренок. Известно, что передаточное отношение данного механизма равно $1,5 \times 0,9^3$.

- 1) Определите состав каждого из наборов шестеренок (для этого заполните *таблицы 1* и *2*). Свое решение обоснуйте.
- 2) Приведите расчет передаточного отношения предложенного Вами механизма.

Справочная информация

Принципиальная кинематическая схема — это схема, на которой показана последовательность передачи движения от входного вала через передаточный механизм к выходному валу.

На кинематических схемах изображают только те элементы механизма, которые принимают участие в передаче движения без соблюдения размеров и пропорций.

Предположим, есть два набора шестеренок. В первом наборе находятся две шестеренки с 33 зубьями и одна шестеренка с 18 зубьями, а во втором – одна шестеренка с 22 зубьями и одна шестеренка с 44 зубьями.

Из всех имеющихся шестеренок мы можем собрать механизм, удовлетворяющий следующей принципиальной кинематической схеме (см. рисунок 2).

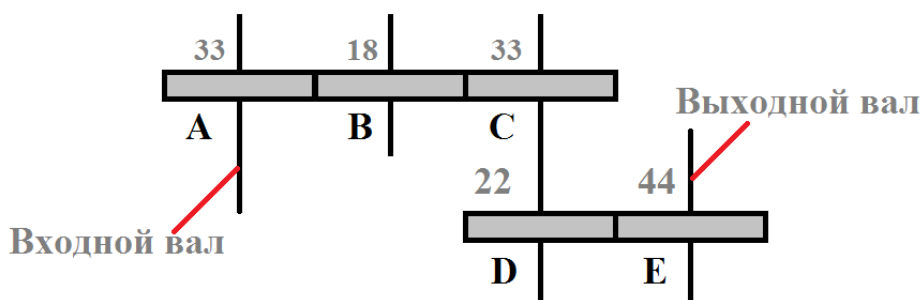


Рисунок 2

Данная схема содержит пять шестеренок. Шестеренка A находится на входном валу, шестеренка E – на выходном валу. Шестеренки C и D находятся на одном валу.

Если провести расчет передаточного отношения данного механизма, то оно будет равно 2:

$$\frac{18}{33} \times \frac{33}{18} \times \frac{44}{22} = 2$$

Ответ:

Заполним пропуски в *таблице 1*:

Набор № 1 (<i>таблица 1</i>)						
Шестеренка <i>A</i>	Шестеренка <i>B</i>	Шестеренка <i>C</i>	Шестеренка <i>D</i>	Шестеренка <i>E</i>	Шестеренка <i>F</i>	Шестеренка <i>G</i>
16	12	28	12	16	28	12

Для заполнения *таблицы 2* есть два варианта решения.

А) Вариант $\left(\frac{3}{4} \times \frac{3}{7} \times \frac{3}{4}\right) \times \left(\frac{9}{5} \times \frac{7}{5} \times \frac{9}{5}\right)$:

Набор № 2 (<i>таблица 2</i>)						
Шестеренка <i>H</i>	Шестеренка <i>I</i>	Шестеренка <i>J</i>	Шестеренка <i>K</i>	Шестеренка <i>L</i>	Шестеренка <i>M</i>	Шестеренка <i>N</i>
25	45	25	35	25	35	45

Проведем расчет передаточного отношения получившего у нас механизма:

$$\frac{12}{16} \times \frac{12}{28} \times \frac{28}{16} \times \frac{12}{28} \times \frac{45}{25} \times \frac{35}{25} \times \frac{35}{25} \times \frac{45}{35} = \left(\frac{3}{4} \times \frac{3}{7} \times \frac{3}{4}\right) \times \left(\frac{9}{5} \times \frac{7}{5} \times \frac{9}{5}\right) = \frac{2187}{2000}$$

Б) Вариант $\left(\frac{3}{4} \times \frac{3}{7} \times \frac{3}{4}\right) \times \left(\frac{9}{5} \times \frac{9}{5} \times \frac{7}{5}\right)$:

Набор № 2 (<i>таблица 2</i>)						
Шестеренка <i>H</i>	Шестеренка <i>I</i>	Шестеренка <i>J</i>	Шестеренка <i>K</i>	Шестеренка <i>L</i>	Шестеренка <i>M</i>	Шестеренка <i>N</i>
25	45	25	45	25	35	35

Проведем расчет передаточного отношения получившего у нас механизма:

$$\frac{12}{16} \times \frac{12}{28} \times \frac{28}{16} \times \frac{12}{28} \times \frac{45}{25} \times \frac{45}{25} \times \frac{35}{25} \times \frac{35}{35} = \left(\frac{3}{4} \times \frac{3}{7} \times \frac{3}{4}\right) \times \left(\frac{9}{5} \times \frac{9}{5} \times \frac{7}{5}\right) = \frac{2187}{2000}$$

Критерии проверки:

№	Баллы	Описание
1.1	+1 балл	Правильно вычислено количество зубьев шестеренки D
	+1 балл	Правильно вычислено количество зубьев шестеренки E
	+1 балл	Правильно вычислено количество зубьев шестеренки G
	+1 балл	Правильно вычислено количество зубьев шестеренки J
	+1 балл	Правильно вычислено количество зубьев шестеренки K
	+1 балл	Правильно вычислено количество зубьев шестеренки L
	+1 балл	Правильно вычислено количество зубьев шестеренки N
1.2	+3 балла	Приведен верный подсчет передаточного отношения конфигурации, соответствующей условию задачи

Решение:

Приведем передаточное отношение к привычному нам виду обыкновенной дроби и разложим ее числитель и знаменатель на множители:

$$1,5 \times 0,9^3 = \frac{3}{2} \times \left(\frac{9}{10}\right)^3 = \frac{3}{2} \times \frac{9}{10} \times \frac{9}{10} \times \frac{9}{10} = \frac{3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3}{2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 5 \times 5 \times 5}$$

Запишем возможные передаточные отношения, которые мы можем получить, соединяя шестеренки по группам.

В первой группе три вида шестеренок. Соответственно, можно получить шесть вариантов передаточных отношений, отличных от единицы:

$$\frac{12}{16} = \frac{3}{4} \text{ или } \frac{16}{12} = \frac{4}{3}$$

$$\frac{12}{28} = \frac{3}{7} \text{ или } \frac{28}{12} = \frac{7}{3}$$

$$\frac{16}{28} = \frac{4}{7} \text{ или } \frac{28}{16} = \frac{7}{4}$$

Во второй группе три вида шестеренок. Соответственно, можно получить еще шесть вариантов передаточных отношений, отличных от единицы:

$$\frac{25}{35} = \frac{5}{7} \text{ или } \frac{35}{25} = \frac{7}{5}$$

$$\frac{25}{45} = \frac{5}{9} \text{ или } \frac{45}{25} = \frac{9}{5}$$

$$\frac{35}{45} = \frac{7}{9} \text{ или } \frac{45}{35} = \frac{9}{7}$$

Если в передаточном отношении все шестеренки будут с одинаковым количеством зубьев, то такое передаточное отношение будет равно единице:

$$\frac{12}{12} = \frac{16}{16} = \frac{28}{28} = 1 = \frac{25}{25} = \frac{35}{35} = \frac{45}{45}$$

Проанализируем разложение передаточного отношения на множители:

$$\frac{3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3}{2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 5 \times 5 \times 5}$$

Обратим внимание на то, что в знаменателе у нас есть четыре двойки. Эти четыре двойки можно представить как две четверки:

$$\frac{3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3}{2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 5 \times 5 \times 5} = \frac{3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3}{4 \times 4 \times 5 \times 5 \times 5}$$

Соответственно, эти две четверки – это части двух из трех сомножителей передаточного отношения, составленных из шестеренок первой группы.

Также в знаменателе есть три пятерки. Эти пятерки – это части трех из трех сомножителей передаточного отношения, составленных из шестеренок второй группы.

Получается, что мы можем записать наше передаточное отношение следующим образом:

$$\frac{3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3}{4 \times 4 \times 5 \times 5 \times 5} = \left(\frac{?}{4} \times \frac{?}{4} \times \frac{?}{?}\right) \times \left(\frac{?}{5} \times \frac{?}{5} \times \frac{?}{5}\right)$$

В числителе у нас семь троек.

Над каждой пятеркой может быть либо 9, либо 7.

Над каждой четверкой может быть либо 3, либо 7.

В разложении передаточного отношения нет ни одного множителя с 7. Но мы знаем из условия, что должно быть как минимум по одному числу 7 в каждой из одной групп шестеренок. Это означает, что либо множитель 7 отсутствует, потому что данные шестеренки были употреблены в качестве «паразитных», либо потому что множители 7 были расположены в числителе и знаменателе и были сокращены.

Обратимся к таблицам шестеренок. Мы находим там шестеренки, несущие множитель 7 на месте «паразитных», это шестеренки *M* и *F*.

Однако в первой группе есть еще одна шестеренка, которая несет множитель 7, – это шестеренка *C*:

$$\left(\frac{?}{4} \times \frac{?}{4} \times \frac{?}{?}\right) \times \left(\frac{?}{5} \times \frac{?}{5} \times \frac{?}{5}\right) = \left(\frac{?}{4} \times \frac{?}{4} \times \frac{?}{7}\right) \times \left(\frac{?}{5} \times \frac{?}{5} \times \frac{?}{5}\right)$$

Шестеренки *A* и *B* из первой группы дают множитель $\frac{3}{4}$:

$$\left(\frac{?}{4} \times \frac{?}{4} \times \frac{?}{7}\right) \times \left(\frac{?}{5} \times \frac{?}{5} \times \frac{?}{5}\right) = \left(\frac{3}{4} \times \frac{?}{7} \times \frac{?}{4}\right) \times \left(\frac{?}{5} \times \frac{?}{5} \times \frac{?}{5}\right)$$

Шестеренки *H* и *I* из второй группы дают множитель $\frac{9}{5}$:

$$\left(\frac{3}{4} \times \frac{?}{7} \times \frac{?}{4}\right) \times \left(\frac{?}{5} \times \frac{?}{5} \times \frac{?}{5}\right) = \left(\frac{3}{4} \times \frac{?}{7} \times \frac{?}{4}\right) \times \left(\frac{9}{5} \times \frac{?}{5} \times \frac{?}{5}\right)$$

Мы определили местоположение трех из семи троек. Нам нужно расположить еще четыре тройки и одну семерку.

Если мы расположим семерку в первой группе, то еще одна тройка уйдет в первую группу, а на вторую останется три тройки:

$$\left(\frac{3}{4} \times \frac{?}{7} \times \frac{?}{4}\right) \times \left(\frac{9}{5} \times \frac{?}{5} \times \frac{?}{5}\right) \neq \left(\frac{3}{4} \times \frac{7}{7} \times \frac{3}{4}\right) \times \left(\frac{9}{5} \times \frac{9}{5} \times \frac{3}{5}\right)$$

А это противоречит условию того, что над 5 может быть либо 9, либо 7.

Значит, 7 находится во второй группе. Тогда мы получаем следующий вариант:

$$\left(\frac{3}{4} \times \frac{?}{7} \times \frac{?}{4}\right) \times \left(\frac{9}{5} \times \frac{?}{5} \times \frac{?}{5}\right) = \left(\frac{3}{4} \times \frac{3}{7} \times \frac{3}{4}\right) \times \left(\frac{9}{5} \times \frac{7}{5} \times \frac{9}{5}\right)$$

Заполним пропуски в *таблице 1*:

Набор № 1 (<i>таблица 1</i>)						
Шестеренка <i>A</i>	Шестеренка <i>B</i>	Шестеренка <i>C</i>	Шестеренка <i>D</i>	Шестеренка <i>E</i>	Шестеренка <i>F</i>	Шестеренка <i>G</i>
16	12	28	12	16	28	12

Обратим внимание, что для заполнения *таблицы 2* есть два варианта решения.

Для варианта $\left(\frac{3}{4} \times \frac{3}{7} \times \frac{3}{4}\right) \times \left(\frac{9}{5} \times \frac{7}{5} \times \frac{9}{5}\right)$:

Набор № 2 (<i>таблица 2</i>)						
Шестеренка <i>H</i>	Шестеренка <i>I</i>	Шестеренка <i>J</i>	Шестеренка <i>K</i>	Шестеренка <i>L</i>	Шестеренка <i>M</i>	Шестеренка <i>N</i>
25	45	25	35	25	35	45

Проведем расчет передаточного отношения получившегося у нас механизма:

$$\frac{12}{16} \times \frac{12}{28} \times \frac{28}{16} \times \frac{12}{28} \times \frac{45}{25} \times \frac{35}{25} \times \frac{35}{25} \times \frac{45}{35} = \left(\frac{3}{4} \times \frac{3}{7} \times \frac{3}{4}\right) \times \left(\frac{9}{5} \times \frac{7}{5} \times \frac{9}{5}\right) = \frac{2187}{2\,000}$$

Для варианта $\left(\frac{3}{4} \times \frac{3}{7} \times \frac{3}{4}\right) \times \left(\frac{9}{5} \times \frac{9}{5} \times \frac{7}{5}\right)$:

Набор № 2 (таблица 2)						
Шестеренка <i>H</i>	Шестеренка <i>I</i>	Шестеренка <i>J</i>	Шестеренка <i>K</i>	Шестеренка <i>L</i>	Шестеренка <i>M</i>	Шестеренка <i>N</i>
25	45	25	45	25	35	35

Проведем расчет передаточного отношения получившегося у нас механизма:

$$\frac{12}{16} \times \frac{12}{28} \times \frac{28}{16} \times \frac{12}{28} \times \frac{45}{25} \times \frac{45}{25} \times \frac{35}{25} \times \frac{35}{35} = \left(\frac{3}{4} \times \frac{3}{7} \times \frac{3}{4}\right) \times \left(\frac{9}{5} \times \frac{9}{5} \times \frac{7}{5}\right) = \frac{2187}{2\,000}$$

№ 2 (15 баллов)

По полю, разделенному на клетки, передвигается робот-муравей. Он может двигаться в четырех направлениях (см. *таблицу 1*) и толкать перед собой ровно один кубик.

Команда	Направление движения робота
ВНИЗ N	↓
ВВЕРХ N	↑
ВЛЕВО N	←
ВПРАВО N	→

Таблица 1

<p>НАЧАЛО $Y=1$ ПОВТОРИТЬ 3 РАЗ ВПРАВО 4 ВНИЗ Y ВЛЕВО 4 ВНИЗ Y КОНЕЦ ПОВТОРИТЬ КОНЕЦ</p>
<i>Программа № 1</i>

Обратите внимание, робот не может тянуть кубик, а также толкать два и больше кубиков!

Присваивание значения переменной: $Y = 2$.

Математические функции и операции записываются в виде стандартных математических обозначений из школьного курса: $Y = Y + 2$.

Рассмотрим пример программы (см. *программу № 1*) для робота-муравья и результаты ее выполнения в заданной конфигурации.

Если перед началом выполнения программы на поле была задана конфигурация в соответствии с *рисунком 3*, то после выполнения программы поле будет выглядеть, как показано на *рисунке 4*.

<p>Начальное положение робота</p>	<p>Траектория движения робота</p> <p>Конечное положение робота</p>
<i>Рисунок 3</i>	<i>Рисунок 4</i>

Если при выполнении программы робот пытается выйти за пределы поля или сдвинуть два кубика, то он разрушается, а программа завершается с ошибкой и не выполняется дальше.

Робот-муравей должен разместить кубики с буквами в соответствующих клетках: кубик с буквой «М» в клетку А3, кубик с буквой «Ы» в клетку В6, кубик с буквой «Ш» в клетку С11, кубик с буквой «Ь» в клетку D19. Робот должен начать в клетке D1 и закончить в клетке L20.

На клетках G3, I6 и K11 находятся красные кубики, которые нельзя сдвигать.

Обстановка поля следующая (см. рисунок 5):

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
A																				
B																				
C																				
D	X																			
E			М																	
F																				
G						Ы														
H																				
I											Ш									
J																				
K																				Ь
L																				

Рисунок 5

Допишите программу для робота-муравья, чтобы он смог выполнить поставленную перед ним задачу без разрушения робота. Для этого используйте заготовку программы (см. программу № 2).

При заполнении заготовки программы на каждой строке может располагаться ровно одна команда. При этом у Вас могут остаться пустые строки.

Ответ:

Вариант №1	Вариант №2
НАЧАЛО Y = 0 Z = 1 ВВЕРХ 3 ПОВТОРИТЬ 4 РАЗ Y = Y + 1 ВПРАВО 1 ВНИЗ Y + 4 ВПРАВО Z ВВЕРХ Y + 3 Z = Z + Y КОНЕЦ ПОВТОРИТЬ ВПРАВО 1 ВНИЗ 7 КОНЕЦ	НАЧАЛО Y = 1 Z = 4 N = 1 ПОВТОРИТЬ 4 РАЗ ВПРАВО Y ВНИЗ 2 ВПРАВО 1 ВВЕРХ Z ВНИЗ Z Z = Z + 1 Y = Y + N N = N + 1 КОНЕЦ ПОВТОРИТЬ ВПРАВО 1 КОНЕЦ

Возможны и другие варианты написания программы.

Критерии проверки:

№ пп	№	Баллы	Описание
2	1	+3 балла	Правильно поставлен кубик «М»
	2	+3 балла	Правильно поставлен кубик «I»
	3	+3 балла	Правильно поставлен кубик «Ш»
	4	+3 балла	Правильно поставлен кубик «Б»
	5	+3 балла	Робот после завершения программы вернулся в клетку В2. Засчитываются только в том случае, если по пунктам 1, 2, 3 и 4 выставлено по 3 балла

В случае, если программа позволяет роботу выполнять поставленные перед ним задачи по размещению кубиков на соответствующих местах и не приводит к разрушению робота, но при этом не соответствует заданной в задаче структуре, то максимальное количество баллов по каждому из пунктов уменьшается в 2 раза.

Если робот после выполнения программы разрушается (выходит за границы поля, пытается сдвинуть два или более кубиков подряд, сдвигает красный кубик), то за задачу ставятся баллы, накопленные до разрушения робота.

№ 3 (25 баллов)

Робот должен преодолеть трассу за минимальное время. От старта до финиша можно перемещаться только вдоль дорог, которые проложены между узловыми точками (см. рисунок б).

Робот движется по ровной горизонтальной поверхности. Двигаться по дорогам робот должен так, чтобы центр колесной базы всегда оставался на черной линии.

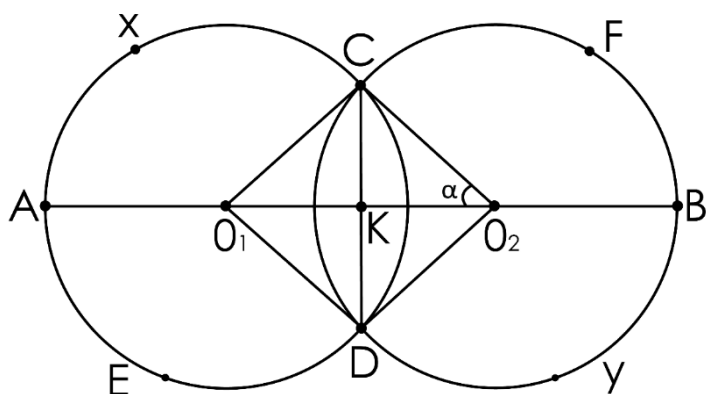


Рисунок б

Известно, что трасса состоит из прямых отрезков и двух пересекающихся окружностей радиусом $R = 6$ м. Также известно, что $\alpha = 45^\circ$, $\angle AO_1X = \angle BO_2Y = \angle FO_2B = \angle AO_1E = 2\alpha$.

Проезжать по всем приведенным на рисунке б дорогам не обязательно. Робот обязательно должен посетить узловые точки А, В, X, Y. Точку старта выберите самостоятельно!

Робот оснащен двумя отдельно управляемыми колесами, расстояние между центрами колес составляет $L = 100$ см, радиус колес $r = 5$ см. Максимальная скорость вращения моторов $\omega = 1$ об/с. Число π примите равным 3,14. Приведите подробное решение задачи. Вычисления производите с точностью до сотых.

Робот может двигаться вперед и делать развороты на месте. Робот первоначально стоит в том направлении, в котором он начнет движение.

Определите:

- 1) Траекторию, по которой поедет робот. В качестве ответа приведите последовательность посещения роботом узловых точек, например: «А – Е – D – Y – В».
- 2) Время, которое робот потратит на развороты на месте.
- 3) Минимальное время, за которое робот преодолеет трассу, при указанных условиях.

Ответ:

- 1) Траектория, по которой поедет робот: $X - A - O_1 - D - Y - B$, или $B - Y - D - O_1 - A - X$, или $A - X - C - O_2 - B - Y$, или $Y - B - O_2 - C - X - A$.
- 2) Время, которое робот потратит на развороты на месте, равно 3,75 с.
- 3) Минимальное время, за которое робот преодолет трассу при указанных условиях, равно 123,22 с.

Критерии проверки:

№	Баллы	Описание
3.1	+4 балла	Правильно определена конфигурация минимальной траектории ($X - A - O_1 - D - Y - B$, или $B - Y - D - O_1 - A - X$, или $A - X - C - O_2 - B - Y$, или $Y - B - O_2 - C - X - A$)
3.2	+3 балла	Правильно определен общий угол разворота робота на месте для предложенной участником траектории (135°)
	+3 балла	Правильно определено суммарное время, затраченное роботом на разворот на месте, на найденный общий угол разворота на месте (3,75 с)
3.3	+3 балла	Правильно определена суммарная длина прямолинейных участков предложенная участником траектории (12 м)
	+3 балла	Правильно определена длина дуги окружности, по которой поедет робот внешним колесом (25,51 м) или величина центрального угла дуги (225°) для предложенной участником траектории
	+3 балла	Правильно определено время проезда роботом линейных участков траектории (38,22 с) для предложенной участником траектории
	+3 балла	Правильно определено время, затраченное роботом на проезд по дуге окружности внешним колесом (81,25 с) для предложенной участником траектории
	+3 балла	Правильно определено минимальное время, за которое робот преодолет трассу (123,22 с)

Если для какого-либо пункта дано неполное обоснование, то можно снижать баллы за данный пункт, ставя балл пропорционально полноте обоснования приведенного решения.

Решение:

Движения робота могут быть трех типов: разворот на месте, проезд по прямолинейным участкам траектории и проезд по дуге окружности.

Определим скорость движения робота на прямолинейном участке траектории:

$$v = 2 \times \pi \times r \times w = 2 \times 3,14 \times 5 \text{ см} \times 1 \frac{1}{\text{с}} = 31,4 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

В качестве минимальных по времени стоит рассмотреть следующие траектории:

$$X - A - O_1 - D - Y - B, \text{ или } B - Y - D - O_1 - A - X,$$

$$\text{или } A - X - C - O_2 - B - Y, \text{ или } Y - B - O_2 - C - X - A.$$

Рассмотрим вариант обхода $X - A - O_1 - D - Y - B$. Для других вариантов расчет будет таким же.

Длина прямолинейных участков пути равна

$$AO_1 + O_1D = R + R = 6 + 6 = 12 \text{ м}$$

Тогда время проезда по прямолинейным участкам траектории будет равно:

$$1200 : 31,4 \approx 38,22 \text{ с}$$

Определим градусные меры углов.

$$CO_1 = O_1D = DO_2 = CO_2 = R$$

Значит, CO_1DO_2 – это ромб, тогда его диагонали являются биссектрисами соответствующих углов. Таким образом мы получаем:

$$\angle CO_1O_2 = \angle CO_2O_1 = \angle DO_1O_2 = \angle DO_2O_1 = 45^\circ$$

Тогда

$$\angle O_1CO_2 = \angle CO_2D = \angle CO_1D = \angle O_2DO_1 = 90^\circ$$

$$\angle CO_1A = \angle CO_2B = \angle DO_1A = \angle DO_2B = 135^\circ$$

Рассчитаем угол разворота на месте:

$$\angle O_2O_1D + 90^\circ = 45^\circ + 90^\circ = 135^\circ$$

Рассчитаем время разворота робота на месте:

$$\frac{\pi L}{2\pi r w} \times \frac{135^\circ}{360^\circ} = \frac{L}{2r w} \times \frac{3}{8} = \frac{100 \times 3}{2 \times 5 \times 1 \times 8} = \frac{30}{8} = 3,75 \text{ с}$$

При повороте робота по дуге окружности его внешнее (по отношению к описываемой роботом дуге) колесо проходит больший путь, чем внутреннее.

Соответственно, если робот движется по дуге окружности с постоянной по модулю скоростью, то его внешнее колесо робота будет вращаться быстрее, чем внутреннее.

Поскольку робот должен двигаться по дуге окружности так, чтобы центр колесной базы оставался на линии, то внешнее колесо робота должно будет описывать окружность диаметра, большего на величину половины колесной базы робота.

Определим градусные меры дуг, которые робот должен проехать:

$$\angle XA + \angle DYB = 90^\circ + 135^\circ = 225^\circ$$

Определим время, за которое внешнее колесо робота преодолеет дугу данной градусной меры, вращаясь со скоростью $w = 1$ об/с:

$$\frac{2\pi \times \left(R + \frac{L}{2}\right)}{2\pi r w} \times \frac{225^\circ}{360^\circ} = \frac{R + \frac{L}{2}}{r w} \times \frac{5}{8} = \frac{600 + 50}{5 \times 1} \times \frac{5}{8} = 81,25 \text{ с}$$

Таким образом, робот преодолеет всю трассу за

$$38,22 + 3,75 + 81,25 = 123,22 \text{ с}$$