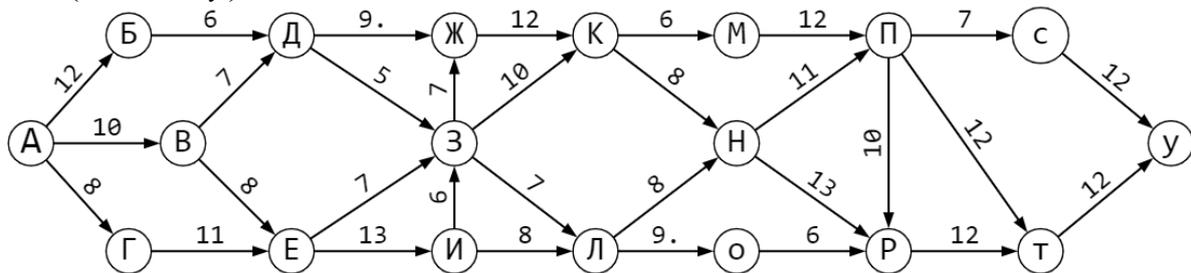


Задача №1 (5 баллов)

На соревновании робот должен проехать от старта (точка А) до финиша (точка У) за наименьшее время. По регламенту движение разрешено только по линиям в направлении, указанном стрелками. Линии, связывающие старт с финишем, показаны на схеме (см. схему).



Схема

Числами на схеме обозначено количество секунд, которое робот потратит на проезд данного участка. Менять отрезок, вдоль которого движется робот, можно только на перекрёстках, обозначенных кругами.

А) (3 балла) За какое минимальное время робот может доехать от старта до финиша, ни разу не нарушив регламент? Ответ дайте в секундах.

Б) (2 балла) Укажите путь, по которому должен двигаться робот, чтобы пройти поле за минимальное время. В ответ запишите последовательность заглавных букв, обозначающих вершины в порядке их посещения, например А-В-Д-Ж-К-М-П-С-У.

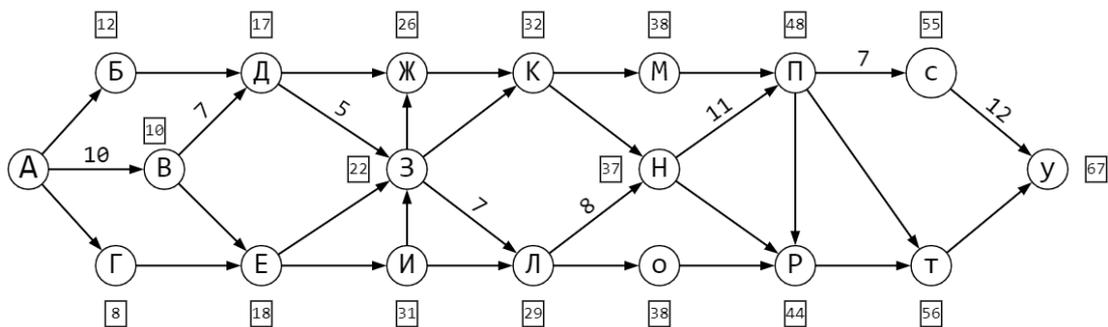
Ответ:

А) 67 секунд;

Б) А-В-Д-З-Л-Н-П-С-У.

Решение

Будем обходить вершины последовательно, в направлении от А к У, пометая около каждой вершины то время, которое мы затратили для того, чтобы до неё добраться от точки старта. Если до вершины можно добраться несколькими путями, то в качестве пометки мы выберем минимальное время из имеющихся показателей. Получим:



Самым быстрым окажется путь: А-В-Д-З-Л-Н-П-С-У.

Он займёт

$$10+7+5+7+8+11+7+12=67 \text{ секунд.}$$

Олимпиада «Ломоносов» по Робототехнике. Заключительный этап.
5-7 классы. 2023–2024 уч. г.

Ответ:

А) 67 секунд;

Б) А-В-Д-З-Л-Н-П-С-У.

№ п/п	Критерий	Баллы
	Пункт А	
1	Дан полностью верный ответ. Приведено верное обоснование решения (67 секунд)	3
2	Дан неоптимальный ответ. Результат отличается от нужного не более чем на 5 секунд (67 ± секунд).	1
3	Приведён только верный ответ (67 секунд)	1
	Пункт Б	
4	Дан полностью верный ответ. Приведено верное обоснование решения (А-В-Д-З-Л-Н-П-С-У)	2
5	Приведён только верный ответ (А-В-Д-З-Л-Н-П-С-У)	1

Олимпиада «Ломоносов» по Робототехнике. Заключительный этап.
5-7 классы. 2023–2024 уч. г.

Задание №2 (5 баллов)

На выставке роботов в одном из залов показывали роботов, которые всегда говорят правду, и роботов, которые всегда лгут. Внешне все роботы выглядят одинаково. Роботов распаковали и расставили в ряд, при этом роботы разных типов оказались перемешаны.

Технику нужно развесить ярлыки на роботов, указав какие из роботов говорят правду, а какие — лгут. Он задал каждому из роботов по вопросу. Ответы, которые дали роботы:

Робот №1: Число 234567 делится на 9 без остатка;

Робот №2: Робот №1 — лжец;

Робот №3: Робот №2 — лжец;

Робот №4: Робот №3 говорит правду;

Робот №5: Робот №2 говорит правду;

Робот №6: Робот №1 говорит правду;

Робот №7: Робот №5 — лжец;

Робот №8: Робот №5 говорит правду;

Робот №9: Робот №4 — лжец.

Определите номера роботов, которые лгут. В ответ запишите число, составленное из номеров лгущих роботов, упорядоченных по возрастанию, например, 1234.

Ответ: 2589.

Решение

По имеющимся ответам, мы сможем разделить роботов на две группы.

Ответы, которые дали роботы:

Робот №1: Число 234567 делится на 9 без остатка;

Робот №2: Робот №1 — лжец;

Робот №3: Робот №2 — лжец;

Робот №4: Робот №3 говорит правду;

Робот №5: Робот №2 говорит правду;

Робот №6: Робот №1 говорит правду;

Робот №7: Робот №5 — лжец;

Робот №8: Робот №5 говорит правду;

Робот №9: Робот №4 — лжец.

Так как число 234567 делится на 9 без остатка, то робот №1 говорит правду. Значит, робот №2 - лжёт, а робот №3 - говорит правду и так далее.

Роботов можно разделить на две группы: №1, №3, №4, №6 и №7 - говорят правду. А роботы №2, №5, №8 и №9 -лгут.

Нам нужно записать в ответ в порядке возрастания номера роботов, которые лгут.

Получим: 2589

№ п/п	Критерий	Баллы
1	Дан полностью верный ответ. Приведено верное обоснование решения (2589)	5
2	Приведён только верный ответ (2589).	3

Олимпиада «Ломоносов» по Робототехнике. Заключительный этап.
5-7 классы. 2023–2024 уч. г.

Задание №3 (10 баллов)

Робот оснащён двумя колёсами равного радиуса. Колёса напрямую подсоединены к моторам. Левым колесом управляет мотор А, правым колесом управляет мотор В. Диаметр колёс робота равен 10 см.

По середине между центрами колёс робота установлен маркер. Робот чертит ломаную. Известно, что она состоит из 5 прямых отрезков. После того, как робот начертит очередной отрезок, он совершает танковый разворот на 90° направо. Каждый следующий начерченный отрезок длиннее предыдущего на 2 оборота колеса робота. Длина первого отрезка ломаной равна 50 см.

Определите, чему равна длина ломаной, начерченной роботом. Ответ дайте в дециметрах, приведя результат с точностью до целых. При расчётах примите $\pi \approx 3,14$. Округление стоит производить только при получении финального ответа.

Ответ: 88 дм

Решение

Длина окружности колеса равна

$$3,14 \cdot 10 = 31,4 \text{ (см)}$$

При танковом развороте точка, расположенная по середине между колёс, совершает разворот на месте, значит при поворотах робот не будет чертить никаких линий.

Определим длины остальных отрезков ломаной:

$$50 + 2 \cdot 31,4 = 50 + 62,8 = 112,8 \text{ (см)}$$

$$112,8 + 62,8 = 175,6 \text{ (см)}$$

$$175,6 + 62,8 = 238,4 \text{ (см)}$$

$$238,4 + 62,8 = 301,2 \text{ (см)}$$

Длина ломаной равна:

$$50 + 112,8 + 175,6 + 238,4 + 301,2 = 878 \text{ (см)}$$

$$878 \text{ см} = 87,8 \text{ дм} \approx 88 \text{ дм}$$

Ответ: 88 дм.

№ п/п	Критерий	Баллы
1	Дан полностью верный ответ. Приведено верное обоснование решения (88 дм)	10
2	Дан ответ не в тех единицах измерения, или не выполнено округление, или взято пи другой точности, при этом ответ отличается не более чем на 2 дм ($88 \cong 2 \text{ дм}$)	8
3	В решении допущена одна арифметическая ошибка или решение не доведено до конца, но общий ход решения верен.	5
4	Приведён только верный ответ (88 дм)	3

Олимпиада «Ломоносов» по Робототехнике. Заключительный этап.
5-7 классы. 2023–2024 уч. г.

Задание №4 (10 баллов)

На соревновании робот должен преодолеть прямолинейную трассу. Рома решил, что во время заезда его робот будет двигаться равномерно и прямолинейно. На попытке он использовал колёса диаметром 60 мм и между мотором и колёсами поставил одноступенчатую передачу. Данная передача была «самая быстрая», какую можно собрать из трёх шестерёнок с 8 зубьями, двух шестерёнок с 24 зубьями и двумя шестерёнками с 40 зубьями. При этом для создания передачи были использованы все семь шестерёнок. Робот проехал трассу за 24 секунды.

Определите, какова длина трассы, которую проехал робот, если мотор за 2 секунды поворачивается на 270° . Ответ дайте в сантиметрах, приведя результат с точностью до целых. При расчетах примите $\pi \approx 3,14$. Для получения более точного ответа округление стоит производить только после получения финального результата.

Ответ: 848 см.

Решение

$$60 \text{ мм} = 6 \text{ см}$$

Определим, на сколько градусов повернулась ось мотора:

$$24:2 \cdot 270^\circ = 3 \cdot 240^\circ$$

Определим, сколько оборотов сделала ось мотора:

$$3 \cdot 240^\circ : 360^\circ = 9 \text{ (об.)}$$

Самая быстрая одноступенчатая передача, которую можно получить из набора предложенных шестерёнок, может ускорять вращение оси колёс в

$$40:8=5 \text{ раз}$$

Определим, сколько оборотов сделало каждое из колёс:

$$9 \cdot 5 = 45 \text{ (об.)}$$

Длина окружности колеса равна:

$$6 \cdot \pi = 6\pi \text{ (см)}$$

Длина пути, который проделал робот равна:

$$6\pi \cdot 45 \approx 6 \cdot 3,14 \cdot 45 \equiv 847,8 \approx 848 \text{ (см)}$$

Ответ: 848 см.

№ п/п	Критерий	Баллы
1	Дан полностью верный ответ. Приведено верное обоснование решения (848 см)	10
2	Дан ответ не в тех единицах измерения, или не выполнено округление, или взято π не рекомендованной точности, при этом ответ отличается не более чем на 5 см ($848 \text{ см} \pm 2 \text{ дм}$)	8
3	В решении допущена одна арифметическая ошибка или решение не доведено до конца, но общий ход решения верен. Верно определено, во сколько раз передача из данных шестерёнок может ускорить вращение ведомой оси (5 раз) и длина окружности колеса (6π или 18,84 см)	5

4	Приведён только верный ответ (848 см)	3
---	---------------------------------------	---

Задание №5 (10 баллов)

Для макета ветряной мельницы Рома собрал двухступенчатую передачу (см. *Схему передачи*).

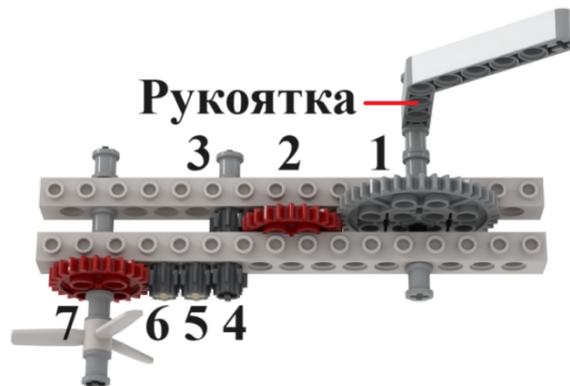


Схема передачи

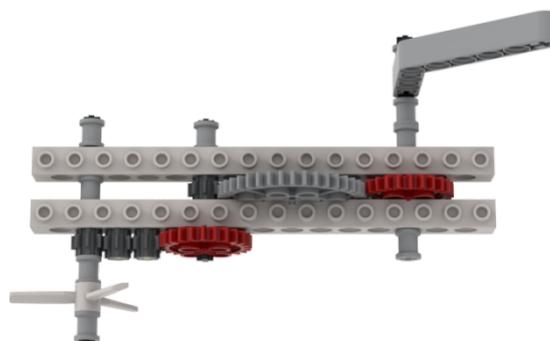
Винт можно вращать с помощью рукоятки, расположенной сзади. Передача собрана из четырёх шестерёнок с 8 зубьями, двух шестерёнок с 24 зубьями и одной шестерёнки с 40 зубьями. Опробовав механизм, Рома заметил, что винт крутится не очень быстро. Тогда он перебрал первую ступень передачи, поменяв местами шестерёнки с 40 и 24 зубьями. Попробовав новую конструкцию передачи, Рома заметил, что теперь винт вращается даже медленнее. Тогда Рома переделал конструкцию передачи, поменял местами шестерёнки №4 и №7. Результат его устроил, и он утвердил данную конструкцию как итоговую.

Определите, какое минимальное число оборотов в минуту нужно делать рукояткой передачи в итоговой сборке, чтобы винт совершал не менее 3 оборотов за секунду.

Ответ: 20 об/мин.

Решение

После двух изменений в конструкции передачи, Рома получил следующую конструкцию:



Данная передача ускоряет скорость вращения ручки в 9 раз. Это можно показать следующим образом:

$$(24:8) * (24:3) = 9$$

Олимпиада «Ломоносов» по Робототехнике. Заключительный этап.

5-7 классы. 2023–2024 уч. г.

Нам будет достаточно, чтобы винт совершал 3 оборота в секунду. Значит, в минуту он должен совершать:

$$3 * 60 = 180 \text{ (об./мин)}$$

Получается, что Роме нужно вращать ручку со скоростью:

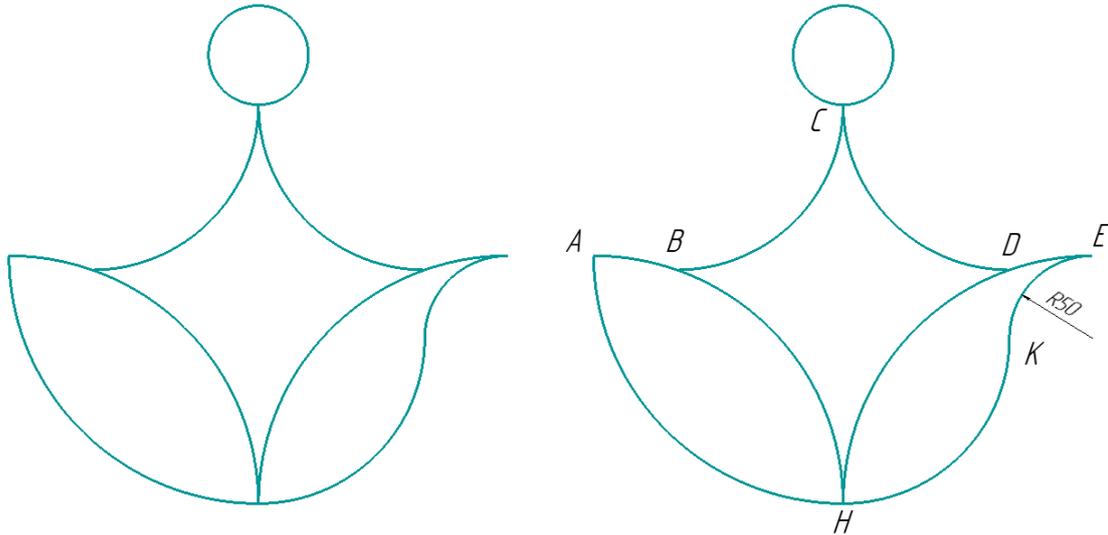
$$180 : 9 = 20 \text{ (об./мин)}$$

Ответ: 20 об./мин.

№ п/п	Критерий	Баллы
1	Дан полностью верный ответ. Приведено верное обоснование решения (20 об./мин.)	10
2	Дан ответ не в тех единицах измерения или не выполнено округление, при этом ответ отличается не более чем на 1 оборот (20 ± 1 об./мин.)	5
3	Приведён только верный ответ (20 об./мин.)	3

Задание №6 (10 баллов)

Робот - чертёжник движется по ровной горизонтальной поверхности и с помощью пера, закреплённого посередине между колёс, наносит на неё изображение (см. *Изображение*), составленное из окружности и дуг окружностей. Робот начертил данную фигуру одним росчерком пера, не отрывая пера от поверхности и не проводя ни одной линии дважды.



Изображение

Известно, что градусная мера всех дуг окружностей равна 90° . Радиусы дуг АВ, АН, ЕН равны. Радиус дуги НК составляет $\frac{2}{3}$ от радиуса дуги НЕ. Радиусы дуг НК, ВС, CD равны. Радиус окружности в 5 раз меньше, чем радиус дуги АН. Радиус дуги КЕ равен 50 см.

Определите длину линии, начерченной роботом. Ответ дайте в дециметрах с точностью до целых. При расчётах примите $\pi \approx 3,14$. Для получения более точного ответа округление стоит производить только при получении финального результата.

Ответ: 144 дм.

Решение

$$50 \text{ см} = 5 \text{ дм}$$

Определим радиусы дуг окружностей.

Обозначим длину радиуса дуги ЕН за x , тогда длина радиуса дуги НК составляет $\frac{2}{3}x$.

Поскольку все дуги по 90° , и конец дуги ЕН совпадает с концом дуги КЕ, а начало дуги ЕН совпадает с началом дуги НК, то радиус дуги ЕК равен разности радиусов дуг ЕН и НК:

$$x - \frac{2}{3}x = 5$$

$$x = 5 : \frac{1}{3} = 15 \text{ (дм)}$$

Значит, радиусы дуг АВ, АН, ЕН равны 15 дм.

Радиус дуг НК, ВС, CD равны:

Олимпиада «Ломоносов» по Робототехнике. Заключительный этап.

5-7 классы. 2023–2024 уч. г.

$$15 * \frac{2}{3} = 10(\text{дм})$$

Радиус окружности равен:

$$15:5 = 3(\text{дм})$$

Посчитаем суммарную длину всех дуг окружности:

$$2\pi * 3 + 2\pi * \frac{90}{360} * (15 + 15 + 15 + 10 + 10 + 10 + 5) \approx 46 * 3,14 = 144,44(\text{дм})$$

$$144,44 \text{ дм} \approx 144 \text{ дм}$$

Ответ: длина кривой равна 144 дм.

№ п/п	Критерий	Баллы
1	Дан полностью верный ответ. Приведено верное обоснование решения (144 дм)	10
2	Дан ответ не в тех единицах измерения, или не выполнено округление, или взято пи не рекомендованной точности, при этом ответ отличается не более чем на 2 дм (144 дм \pm 2 дм)	8
3	В решении допущена одна арифметическая ошибка или решение не доведено до конца, но общий ход решения верен. Верно определён радиус окружности ЕН (15 дм) или дуги НК (10 дм)	5
4	Приведён только верный ответ (144 дм)	3

Роботу необходимо нарисовать 4 разных изображения на полигоне таким образом, чтобы каждое из них было в произвольной зоне. Каждому участнику выдается фломастер произвольного цвета, который нужно закрепить на роботе. Для корректного использования фломастера, нужно собрать механизм, который позволит перемещаться роботу, не оставляя следов на поверхности.

Робототехнический полигон - баннерная ткань с нанесенной разметкой. Полигон разделен на 4 зоны черными линиями толщиной 3мм и имеет красный квадрат в центре - зона старта и финиша (сторона квадрата 25 см).

Рисунок - изображение, которое робот наносит на полигон с помощью фломастера. Для выполнения задачи доступно 4 разных рисунка: Линия, треугольник, окружность и символ бесконечности. Размер рисунков задан должен быть в пределах погрешности.

Задача

Робот должен в автономном режиме выполнить следующие действия:

- Начать движение в любом направлении из центра полигона - зоны старт/финиш;
- Нарисовать 4 рисунка в любой последовательности. Важно, чтобы в каждой зоне был только один рисунок;
- Допустима погрешность 3 см при нанесении изображений;
- При перемещении между рисунками робот не должен оставлять следов на полигоне. Если перед нанесением изображения маркер коснулся поверхности и оставил след, то этот рисунок засчитан не будет;
- На каждом рисунке допустимы пропуски линий не более 1 см, включая углы;
- Финишировать в зоне старт/финиш;
- Зачетный заезд длится не более 3 минут (180 секунд);
- Если рисунок пересекает толстую линию полигона, то он не будет засчитан.

Размеры рисунков:

1. Линия: длина 30 см;
2. Треугольник: равнобедренный, один угол - 40 градусов. Размер основания 20 см. Погрешность угла +/- 5 градусов;
3. Окружность: радиус 10 см;
4. Символ бесконечности: 20 см на 10 см. Символ должен быть симметричен.

Для демонстрации выполнения данной задачи дано две попытки. Первая попытка начинается через 60 минут после начала выполнения задания, вторая - через 60 минут после окончания первой попытки. Перед попыткой все участники прекращают работу над роботом и продолжают только после завершения всеми участниками зачетной попытки. Участник может отказаться от попытки. В зачет идет результат лучшей попытки.

Начисление баллов:

Действие	Балл за действие	Сумма
Робот полностью выехал со старта	5	5
Все точки вертикальной проекции робота покинули стартовую зону		
Изображен рисунок правильной формы	5*4	20
Изображен рисунок с верными размерами +/- 3 см	5*4	20
Робот остановился в зоне финиша (при положительных баллах за рисунки)	5	5
	Максимальный балл	50