

# МОСКОВСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

ПО РОБОТОТЕХНИКЕ 2017–2018 уч. г.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР

Решения и критерии 5-6 класс

## Задача №1

На рисунке №1 изображена механическая передача:

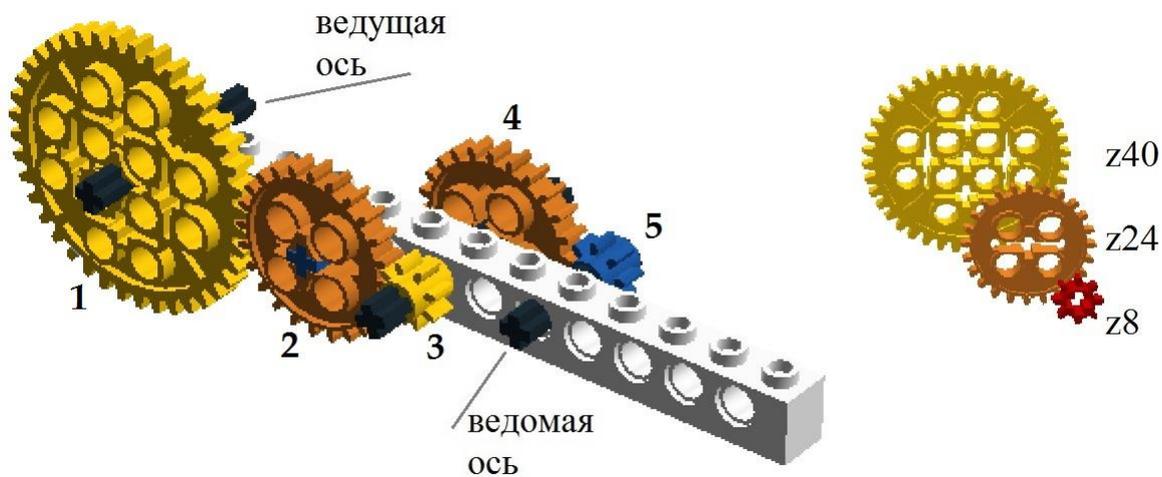


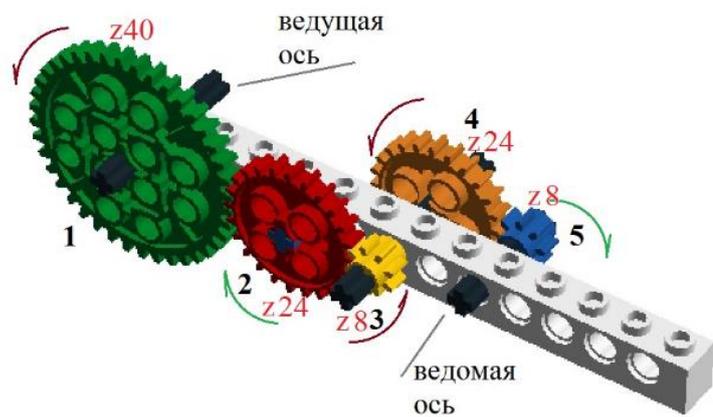
Рис. №1

Как ведомая ось будет вращаться относительно ведущей?

Ответ дайте по следующим пунктам:

- а) в ту же сторону или противоположную?
- б) быстрее или медленнее?
- в) во сколько раз?
- г) укажите номера «паразитных» (вспомогательных) шестеренок (если они есть);
- д) укажите количество ступеней (если они есть).

Решение/ответ:



а) в противоположную.

Механическая передача двухступенчатая, найдем передаточное отношение:

$$i = \frac{z_3}{z_1} \cdot \frac{z_5}{z_4} = \frac{8}{40} \cdot \frac{8}{24} = \frac{1}{15}$$

б) быстрее, так как передаточное отношение  $i < 1$ ;

в) в 15 раз;

г) 2;

д) двухступенчатая.

## Критерии оценки

1. Правильно определено направление вращения ведомой оси (в противоположную сторону) – **2 балла.**
2. Правильно определено, что ведомая ось вращается быстрее и приведено обоснование (1 вариант или 2 вариант) - **2 балла.**
  - 1 вариант. Механическая передача двухступенчатая, найдем передаточное отношение:

$$i = \frac{z_3}{z_1} \cdot \frac{z_5}{z_4} = \frac{8}{40} \cdot \frac{8}{24} = \frac{1}{15}$$

Так как передаточное отношение  $i < 1$ , то ведомая ось вращается быстрее, чем ведущая.

- 2 вариант. Используются повышающие передачи (ведущая шестерня больше ведомой), поэтому ведомая ось вращается быстрее ведущей.
3. Правильно определено передаточное отношение

$$i = \frac{z_3}{z_1} \cdot \frac{z_5}{z_4} = \frac{8}{40} \cdot \frac{8}{24} = \frac{1}{15}$$

И дан правильный ответ: быстрее в 15 раз - **2 балла.**

- 4) Правильно указан номер «паразитной» шестерни (№2) – **2 балла.**
- 5) Правильно определено количество ступеней в механической передаче (2) – **2 балла.**

**Итого: максимальный балл – 10.**

## Задача №2

При колонизации Марса был построен производственный район, в котором расположены: Электролизный завод, Литейный завод, АЭС, Логистический центр для хранения ресурсов и Станция подзарядки грузового марсохода. Между ними проложены дороги, а также построены шлюзовые камеры (см. рис. №1)

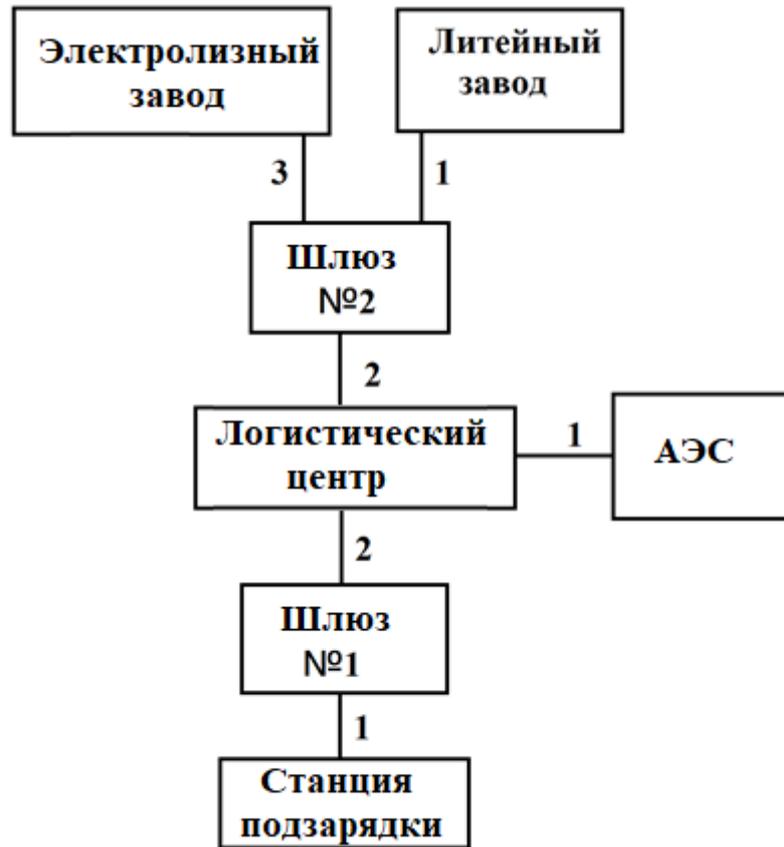


Рис. №1

Марсоход в начале рабочей смены выезжает со Станции подзарядки с полностью заряженным аккумулятором в Логистический центр. В Логистическом центре марсоход могут загрузить одним из трех видов ресурсов: ураном, железом и ледяными блоками, после чего марсоход должен доставить груз соответственно на АЭС, Литейный завод или Электролизный завод.

За один раз в марсоход можно загрузить только один контейнер с любым из имеющихся ресурсов. Если марсоход привез на завод не тот ресурс, то его там не примут и отправят назад в Логистический центр. В конце рабочей смены марсоход должен вернуться на станцию подзарядки.

На рисунке 1 указано, сколько условных единиц энергии аккумулятора расходуется при перемещении между объектами, например, на переезд из Логистического центра на АЭС марсоход потратит 1 условную единицу зарядки аккумулятора, при возвращении с АЭС в Логистический центр марсоход потратит снова 1 условную единицу энергии аккумулятора.

Полный заряд аккумуляторной батареи марсохода составляет 40 условных единиц. Подзарядка аккумулятора марсохода в течение смены невозможна.

За верную доставку ресурса на соответствующее предприятие оператор марсохода получает в конце дня денежное вознаграждение:

Название ресурса	Уран	Ледяные блоки	Железо
Стоимость доставки	2 тугрика	20 тугриков	6 тугриков

На Литейном заводе переплавляется железо, на Электролизном заводе из ледяных блоков получают кислород и водород, для выработки электроэнергии на АЭС доставляется уран.

Сегодня в Логистическом центре 3 контейнера с ледяными блоками, 6 контейнеров с железной рудой и 9 контейнеров с ураном.

Если марсоход не сможет вернуться на станцию подзарядки, то оператор марсохода будет оштрафован на величину дневного заработка.

Разработайте и запишите маршрут, следуя которому оператор марсохода сможет заработать к концу дня максимальную сумму. Подсчитайте, чему будет равен максимальный заработок оператора.

Ответ: 64 тугрика

Станция подзарядки – (1) Шлюз №1 – (3) Логистический центр – (5) Шлюз №2 – (8) Электролизный завод – (11) Шлюз №2 – (13) Логистический центр – (15) Шлюз №2 – (18) Электролизный завод – (21) Шлюз №2 – (23) Логистический центр (25) Шлюз №2 – (28) Электролизный завод – (31) Шлюз №2 – (33) Логистический центр – (34) АЭС – (35) Логистический центр - (36) АЭС – (37) Логистический центр - (39) Шлюз №1 – (40) Станция подзарядки

Решение:

1. Определим заряд аккумуляторной батареи марсохода, который можно использовать для доставки груза, с учетом возвращения на Станцию подзарядки в конце смены.

Известно, что полный заряд аккумуляторной батареи марсохода составляет 40 условных единиц. Подзарядка аккумулятора марсохода в течение смены невозможна. Марсоход в начале рабочей смены выезжает со Станции подзарядки с полностью заряженным аккумулятором в Логистический центр.

Таким образом, марсоход в начале смены должен потратить 3 условных единицы (у.е.) энергии, чтобы прибыть в Логистический центр.

*Станция подзарядки* –<sup>1уе</sup> Шлюз №1 (1 у.е.) –<sup>2уе</sup> Логистический центр (3 у.е.)- ...

Также известно, что, если марсоход не сможет вернуться на станцию подзарядки, то оператор марсохода будет оштрафован на величину дневного заработка. Следовательно, в конце смены марсоход должен потратить 3 у.е. энергии, чтобы прибыть из Логистического центра на Станцию подзарядки.

- Логистический центр –<sup>2уе</sup> Шлюз №1 (2 у.е.) –<sup>1уе</sup> Станция подзарядки (3 у.е.)

Таким образом, получается, что на выполнение задания по доставке грузов из Логистического центра у марсохода остается

$40 - 3 - 3 = 34$  у.е. энергии.

2. Определим, какое количество условных единиц энергии необходимо затратить марсоходу, чтобы доставить по 1 грузу каждого вида ресурсов. Каждый раз выполняя задание по доставке груза, марсоход из Логистического центра должен доехать до пункта назначения и вернуться обратно в Логистический центр.

**Ледяные блоки** – 10 у.е. энергии

*Логистический центр* –<sup>2уе</sup> Шлюз №2 (2 у.е.) –<sup>3уе</sup> Электролизный завод (5у.е.) –<sup>3уе</sup> Шлюз №2 (8 у.е.) –<sup>2уе</sup> Логистический центр (10 у.е.)

**Железная руда** – 6 у.е. энергии

*Логистический центр* –<sup>2уе</sup> Шлюз №2 (2 у.е.) –<sup>1уе</sup> Литейный завод (3у.е.) –<sup>1уе</sup> Шлюз №2 (4 у.е.) –<sup>2уе</sup> Логистический центр (6 у.е.)

**Уран** – 2 у.е. энергии

*Логистический центр* –<sup>1уе</sup> АЭС (1 у.е.) –<sup>1уе</sup> Логистический центр (2 у.е.)

3. Так как оператор марсохода должен получить максимально возможный доход, сравним цены на доставку ресурсов:

(Железная руда (6 у.е., 6 тугриков)+Уран (2 у.е., 2 тугрика)) 8у.е., 8 тугриков < Ледяные блоки 10 у.е., 20 тугриков.

Ледяные блоки выгоднее доставлять, чем железную руду и уран.

4. Узнаем, сколько ледяных блоков марсоход успеет отвезти на Электролизный завод и вернуться обратно в Логистический центр (10 у.е.) за одну смену (34 у.е. энергии аккумулятора):

$34 : 10 = 3$  остаток 4 – 3 ледяных блока успеет отвезти марсоход и вернуться в Логистический центр, остаток 4 у.е.

5. Оставшиеся 4 у.е. энергии марсоход может потратить только на доставку урана (2 у.е.), т.к. на доставку железной руды потребуется 6 у.е. энергии.

$4 : 2 = 2$  контейнера с ураном успеет отвезти марсоход и вернуться обратно в Логистический центр.

6. Составим маршрут, который позволит марсоходу отвезти 3 ледяных блока и 2 контейнера с ураном:

*Станция подзарядки –<sup>1уе</sup> Шлюз №1 (1 у.е.) –<sup>2уе</sup> Логистический центр (3 у.е.) –<sup>2уе</sup> Шлюз №2 (5 у.е.) –<sup>3уе</sup> Электролизный завод (8 у.е.) –<sup>3уе</sup> Шлюз №2 (11 у.е.) –<sup>2уе</sup> Логистический центр (13 у.е.) –<sup>2уе</sup> Шлюз №2 (15 у.е.) –<sup>3уе</sup> Электролизный завод (18 у.е.) –<sup>3уе</sup> Шлюз №2 (21 у.е.) –<sup>2уе</sup> Логистический центр (23 у.е.) –<sup>2уе</sup> Шлюз №2 (25 у.е.) –<sup>3уе</sup> Электролизный завод (28 у.е.) –<sup>3уе</sup> Шлюз №2 (31 у.е.) –<sup>2уе</sup> Логистический центр (33 у.е.) –<sup>1уе</sup> АЭС (34 у.е.) –<sup>1уе</sup> Логистический центр (35 у.е.) –<sup>1уе</sup> АЭС (36 у.е.) –<sup>1уе</sup> Логистический центр (37 у.е.) –<sup>2уе</sup> Шлюз №1 (39 у.е.) –<sup>2уе</sup> Станция подзарядки (40 у.е.)*

Представлена схема, по которой сначала отвозятся 3 ледяных блока, затем 2 урановых контейнера, но возможны и другие сочетания этих элементов, например, отвезли 1 ледяной блок, затем 1 урановый контейнер, потом опять 1 ледяной блок, затем 1 урановый контейнер, потом опять 1 ледяной блок.

7. Определим максимальный заработок оператора марсохода:

3 ледяных блока по 20 тугриков

2 урановых контейнера по 2 тугрика

$3 \times 20 + 2 \times 2 = 60 + 4 = 64$  тугрика.

## Критерии оценки

1. Правильно определено количество условных единиц энергии, которое можно использовать для доставки грузов (34 у.е. энергии) – **1 балл.**
2. Правильно определено количество условных единиц энергии, которое необходимо для доставки одного контейнера
  - с ледяными блоками (10 у.е.) – **1 балл,**
  - с железной рудой (6 у.е.) – **1 балл,**
  - с ураном (2 у.е.) – **1 балл.**
3. Приведено сравнение цен на доставку ресурсов и сделан вывод, что ледяные блоки доставлять выгоднее, чем железную руду и уран - **3 балла.**
  - ледяные блоки - 10 у. е., 20 тугриков,
  - железная руда (6 у. е., 6 тугриков) + уран (2 у. е., 2 тугрика) =  
= 8 у.е., 8 тугриков.
4. Правильно определено количество контейнеров с ледяными блоками, которое марсоход успеет перевезти за смену (3шт.) – **1 балл.**
5. Правильно определено количество контейнеров с ураном, которое марсоход успеет перевезти за смену (2 шт.) – **1 балл.**
6. Приведено правильное описание маршрута – **3 балла.**
7. Приведен правильный ответ (3 контейнера с ледяными блоками, 2 контейнера с ураном, 64 тугрика)- **3 балла.**

**Итого: максимальный балл – 15.**

### Задача №3

Программируемый робот-чертёжник изображает логотип компании (См. Рис. №1). Каждую из линий робот должен начертить ровно один раз.

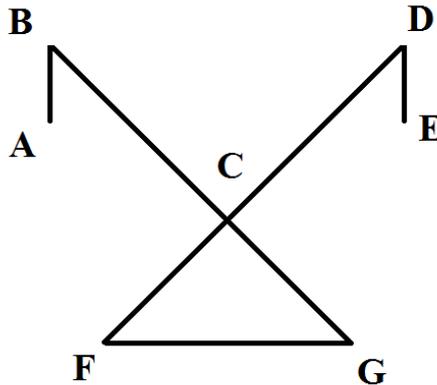


Рис. №1

Робот укомплектован двумя одинаковыми колесами радиуса  $r = 5$  см, а также двумя одинаковыми моторами. Максимально возможное число оборотов в минуту каждого из моторов равно  $N = 20$ .

Известно, что  $AB = DE = a = 50$  см,  $BG = FD = b = 6$  м,  $FG = c = 2$  м,  $\angle B = \angle D = \angle F = \angle G = 45^\circ$ .

Каждое из колес соединено со своим мотором. Поворот робот осуществляет на месте. Считайте, что робот разгоняется и останавливается мгновенно. Поворот на  $90^\circ$  робот совершает ровно за 10 секунд.

Колесная база робота равна  $L = 20$  см. Перо, с помощью которого робот вычерчивает логотип, закреплено в центре колесной базы. Робот не может ехать боком и задним ходом.

Определите минимальное время, за которое робот начертит логотип. Ответ приведите в секундах. Число  $\pi$  примите равным 3.

Точку старта и первоначальную ориентацию робота определите самостоятельно.

Ответ: 210 секунд.

Решение:

Прежде всего, разделим движение робота на две части – на движение вдоль прямой линии и на поворот на месте.

Общая длина прямых отрезков равна

$$AB+DE+BG+FD+FG=50+50+600+600+200=1500 \text{ см.}$$

Определим максимальную скорость, с которой может двигаться робот:

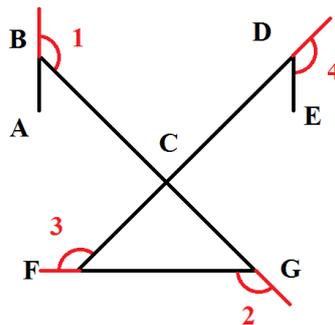
$$v = 2\pi rN = 2 \times 3 \times 5 \times 20 \frac{\text{см}}{\text{мин}} = 2 \times 3 \times 5 \times 20 \div 60 \frac{\text{см}}{\text{с}} = 10 \frac{\text{см}}{\text{с}}.$$

Значит, на то, чтобы преодолеть прямые участки траектории, робот потратит:

$$t_1 = 1500 \text{ см} \div 10 \frac{\text{см}}{\text{с}} = 150 \text{ с}$$

Определим, из какой точки может стартовать робот – это две вершины, А и Е, к которым ведет по одному отрезку. Из вершин В, D, F, G выходит по два отрезка, значит, придя туда впервые, оттуда придется сразу уйти по другому пути. В вершину С ведет 4 отрезка, это значит, что ее придется посетить два раза.

Определим, на какой суммарный угол должен развернуться робот за время проезда по траектории.



Робот, стартуя из точки А и доехав до точки В, должен будет повернуть на  $\angle 1$ , далее проехать до точки G, повернуть на  $\angle 2$ , далее проехать до точки F, повернуть на  $\angle 3$ , после чего проехать до точки D и повернуть на  $\angle 4$ , и далее доехать до точки Е.

$\angle ABC$  и  $\angle 1$  – смежные, значит,  $\angle ABC + \angle 1 = 180^\circ$ ,  $\angle 1 = 180^\circ - \angle ABC = 180^\circ - 45^\circ = 135^\circ$ .

Аналогично находим, что  $\angle 2 = \angle 3 = \angle 4 = 135^\circ$ .

Значит, полный угол разворота на месте будет равен

$$\angle 1 + \angle 2 + \angle 3 + \angle 4 = 135^\circ + 135^\circ + 135^\circ + 135^\circ = 540^\circ.$$

Определим, за сколько времени робот повернется на данный угол.

$$t_2 = 540^\circ \div 90^\circ \times 10 \text{ с} = 60 \text{ с}$$

Итого, робот затратит всего  $150 \text{ с} + 60 \text{ с} = 210 \text{ с}$ .

Ответ: 210 секунд.

## Критерии оценки

1. Правильно определена общая длина прямых отрезков (1500 см)- **4 балла.**

$$AB+DE+BG+FD+FG=50+50+600+600+200=1500 \text{ см.}$$

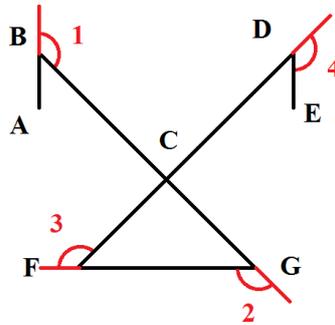
2. Правильно определена максимальная скорость, с которой может двигаться робот (10 см/с)– **4 балла.**

$$v = 2\pi rN = 2 \times 3 \times 5 \times 20 \frac{\text{см}}{\text{мин}} = 2 \times 3 \times 5 \times 20 \div 60 \frac{\text{см}}{\text{с}} = 10 \frac{\text{см}}{\text{с}}.$$

3. Правильно определено время преодоления прямых участков траектории (150с ) – **4 балла.**

$$t_1 = 1500 \text{ см} \div 10 \frac{\text{см}}{\text{с}} = 150 \text{ с.}$$

4. Приведен расчет углов поворота робота при прохождении траектории (540°) - **4 балла.**



*Пример.* Робот, стартуя из точки А и доехав до точки В, должен будет повернуть на  $\angle 1$ , далее проехать до точки G, повернуть на  $\angle 2$ , далее проехать до точки F, повернуть на  $\angle 3$ , после чего проехать до точки D и повернуть на  $\angle 4$ , и далее доехать до точки E.

$\angle ABC$  и  $\angle 1$  – смежные, значит,  $\angle ABC + \angle 1 = 180^\circ$ ,  $\angle 1 = 180^\circ - \angle ABC = 180^\circ - 45^\circ = 135^\circ$ .

Аналогично находим, что  $\angle 2 = \angle 3 = \angle 4 = 135^\circ$ .

Значит, полный угол разворота на месте будет равен

$$\angle 1 + \angle 2 + \angle 3 + \angle 4 = 135^\circ + 135^\circ + 135^\circ + 135^\circ = 540^\circ.$$

5. Правильно определено за сколько времени робот повернется на данный угол (60 с)– **4 балла.**

$$t_2 = 540^\circ \div 90^\circ \times 10 \text{ с} = 60 \text{ с}$$

6. Дан правильный ответ (210 с) – **5 баллов.**

**Итого: максимальный балл – 25.**