**МОСКОВСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

**ПО РОБОТОТЕХНИКЕ 2017–2018 уч. г.**

**Теоретический тур**

Решения и критерии проверки

7-8 класс

**Задача №1**

На рисунке №1 изображена механическая передача

****

*Рис. №1*

Ведущая ось вращается в указанном направлении (см. Рис №1)

Как будет вращаться ведомая ось?

Ответ дайте по следующим пунктам:

а) в направлении А или в направлении В?

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 направлении А.

Механическая передача двухступенчатая, найдем передаточное отношение:

$$i=\frac{z\_{2}}{z\_{1}}∙\frac{z\_{4}}{z\_{3}}=\frac{36}{12}∙\frac{24}{1}=\frac{72}{1}$$

б) медленнее, так как передаточное отношение i>1;

в) в 72 раза;

г) нет;

д) двухступенчатая.

Критерии оценки

1. Правильно определено направление вращения ведомой оси (в направлении А) **– 2 балла.**
2. Правильно определено, что ведомая ось вращается медленнее, и приведено обоснование (1 вариант или 2 вариант) – **2 балла.**
* 1 вариант. Механическая передача двухступенчатая, найдем передаточное отношение

$$i=\frac{z\_{2}}{z\_{1}}∙\frac{z\_{4}}{z\_{3}}=\frac{36}{12}∙\frac{24}{1}=\frac{72}{1}$$

Так как передаточное отношение i>1, то ведомая ось вращается медленнее, чем ведущая.

* 2 вариант. Использованы понижающие передачи (ведущая шестерня меньше ведомой), поэтому ведомая ось вращается медленнее ведущей.
1. Правильно определено передаточное отношение

$$i=\frac{z\_{2}}{z\_{1}}∙\frac{z\_{4}}{z\_{3}}=\frac{36}{12}∙\frac{24}{1}=\frac{72}{1}$$

И дан правильный ответ: медленнее в 72 раза **- 2 балла.**

г) Правильно указано, что «паразитных» шестерен **нет** – **2 балла.**

д) 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 построена шлюзовая камера (см. 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 со шлюза №1 на АЭС марсоход потратит 1 условную единицу энергии аккумулятора, при возвращении с АЭС в Шлюз №1 марсоход потратит снова 1 условную единицу энергии аккумулятора.

Полный заряд аккумуляторной батареи марсохода составляет 51 условную единицу. 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 | 1 тугрик | 10 тугриков | 3 тугрика |

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 4 контейнера с ледяными блоками, 4 контейнера с железной рудой и 15 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: 41 тугрик

Станция подзарядки – (2) Логистический центр – (4) Шлюз №1 – (7) Электролизный завод – (10) Шлюз №1 – (12) Логистический центр – (14) Шлюз №1 – (17) Электролизный завод – (20) Шлюз №1 – (22) Логистический центр – (24) Шлюз №1 – (27) Электролизный завод – (30) Шлюз №1 – (32) Логистический центр – (34) Шлюз №1 – (37) Электролизный завод – (40) Шлюз №1 – (42) Логистический центр – (44) Шлюз №1 – (45) АЭС – (46) Шлюз №1 – (48) Логистический центр – (50) Станция подзарядки.

Останется неиспользованной 1 условная единица энергии.

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 51 условную единицу. 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 2 условных единицы (у.е.) энергии, чтобы прибыть в Логистический центр.

*Станция подзарядки –2уе  Логистический центр (2 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 2 у.е. энергии, чтобы прибыть из Логистического центра на Станцию подзарядки.

*- Логистический центр –2уе Станция подзарядки (2 у.е.)*

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

51 – 2 – 2 = 47 у.е. энергии.

1. 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 –2уе Шлюз №1 (2 у.е.) –3уе Электролизный завод (5у.е.) –3уе Шлюз №1 (8 у.е.)– 2уеЛогистический центр (10 у.е.)*

**Железная руда** – 8 у.е. энергии

*Логистический центр –2уе Шлюз №1 (2 у.е.) –2уе Литейный завод (4 у.е.) –2уе Шлюз №2 (6 у.е.)– 2уеЛогистический центр (8 у.е.)*

**Уран** – 6 у.е. энергии

*Логистический центр –2уе Шлюз №1 (2 у.е.) –1уе АЭС (3 у.е.) –1уе Шлюз №1 (4 у.е.) – 2уеЛогистический центр (6 у.е.)*

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

 (**Железная руда** (8 у.е., 3 тугрика)**+Уран** (6 у.е., 1 тугрик)) 14 у.е., 4 тугрика **<Ледяные блоки** 10 у.е., 10 тугриков

Ледяные блоки выгоднее доставлять, чем железную руду и уран.

1. Узнаем, сколько ледяных блоков марсоход успеет отвезти на Электролизный завод и вернуться обратно в Логистический центр (10 у.е.) за одну смену (47 у.е. энергии аккумулятора):
47 : 10 = 4 остаток 7 – 4 ледяных блока успеет отвезти марсоход и вернуться в Логистический центр, остаток 7 у.е.
2. Оставшиеся 7 у.е. энергии марсоход может потратить только на доставку урана (6 у.е.), т.к. на доставку железной руды потребуется 8 у.е. энергии.
7 : 6= 1 остаток 1 - 1 контейнер с ураном успеет отвезти марсоход и вернуться обратно в Логистический центр. Остается неиспользуемой 1 у.е. энергии
3. Составим маршрут, который позволит марсоходу отвезти 4 ледяных блока и 1 контейнер с ураном

*Станция подзарядки –2уе  Логистический центр (2 у.е.) –2уе Шлюз №1 (4 у.е.) –3уе Электролизный завод (7 у.е.) –3уе Шлюз №1 (10 у.е.)– 2уеЛогистический центр (12 у.е.) –2уе Шлюз №1 (14 у.е.) –3уе Электролизный завод (17 у.е.) –3уе Шлюз №1 (20 у.е.)– 2уеЛогистический центр (22 у.е.) –2уе Шлюз №1 (24 у.е.) –3уе Электролизный завод (27 у.е.) –3уе Шлюз №1 (30 у.е.)– 2уеЛогистический центр (32 у.е.) –2уе Шлюз №1 (34 у.е.) –3уе Электролизный завод (37 у.е.) –3уе Шлюз №1 (40 у.е.)– 2уеЛогистический центр (42 у.е.) –2уе Шлюз №1 (44 у.е.) –1уе АЭС (45 у.е.) –1уе Шлюз №1 (46 у.е.) – 2уеЛогистический центр (48 у.е.) –2уе Станция подзарядки (50 у.е.)*

Представлена схема, по которой сначала отвозятся 4 ледяных блока, затем 1 урановый контейнер, но возможны и другие сочетания этих элементов, например, можно сначала привести 1 урановый контейнер на АЭС, а потом доставить 4 ледяных блока на Электролизный завод.

1. Определим максимальный заработок оператора марсохода:
4 ледяных блока по 10 тугриков

1 урановый контейнер по 1 тугрику

4х10+1х1=40+1=41 тугрик.

Критерии оценки

1. Правильно определено количество условных единиц энергии, которое можно использовать для доставки грузов (47 у.е. энергии) – **1 балл.**
2. Правильно определено количество условных единиц энергии, которое необходимо для доставки 1 контейнера
* с ледяными блоками (10 у.е.) – **1 балл**,
* с железной рудой (8 у.е.) – **1 балл,**
* с ураном (6 у.е.) – **1 балл.**
1. 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., 10 тугриков,
* железная руда (8 у. е., 3 тугрика) **+**  уран (6 у. е., 1 тугрик) =

= 14 у.е., 4 тугрика.

1. Правильно определено количество контейнеров с ледяными блоками (4 шт.) – **1 балл**.
2. Правильно определено количество контейнеров с ураном (1 шт.) – **1 балл**.
3. Приведено правильное описание маршрута – **3 балла.**
4. Приведен правильный ответ (4 контейнера с ледяными блоками и 1 контейнер с ураном, 41 тугрик) - **3 балла.**

**Итого: максимальный балл – 15.**

**Задача №3**

Программируемый робот-чертёжник изображает логотип компании (См. Рис. №1). Каждую из линий робот начертит 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.

Логотип состоит трех треугольников. Известно, что КВ=ВМ=МС=СD=1 м, AD=AH=3 м, DH = 3,53 м, ∠B=∠C=∠A=72°.

Каждое из колес соединено со своим мотором. Поворот робот осуществляет на месте. Считайте, что робот разгоняется и останавливается мгновенно.

Колесная база робота равна L=40 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 π примите равным 3. Также укажите последовательность, в которой робот будет посещать вершины логотипа.

Точку старта и первоначальную ориентацию робота определите самостоятельно.

Ответ:156,3 секунды.

Посещать вершины можно в следующем порядке:

«К-В-M-C-D-H-A-К-М-D» или «D-M-K-A-H-D-C-M-B-K».

Решение:



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

Общая длина прямых отрезков равна

AD+AH+DH+KB+BM+MC+CD=3+3+3,53+1+1+1+1=13,53 м.

Определим максимальную скорость, с которой может двигаться робот:

$$v=2πrN=2×3×5×20 \frac{см}{мин}=2×3×5×20÷60\frac{см}{с}=10\frac{см}{с}.$$

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

$$t\_{1}=1353 см÷10\frac{см}{с}=135,3 с$$

Определим, из какой точки может стартовать робот – это две вершины, K и D, к которым ведет по три отрезка. При этом, начав в одной из них, закончить мы будем должны в другой.

Из вершин А, H, B, C выходит по два отрезка, значит, придя туда впервые, оттуда придется сразу уйти по другому пути. В вершину M ведет 4 отрезка, это значит, что ее придется посетить два раза.

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

Обратим внимание на то, что в зависимости от того, в каком направлении будет совершаться обход фигуры, мы получим различное время, поскольку углы, на которые приходится роботу поворачивать на месте в зависимости от направления движения, будут различаться.

Рассмотрим варианты обхода логотипа при старте из точки К:

1. K-B-M-C-D-M-K-A-H-D
2. K-B-M-C-D-H-A-K-M-D
3. K-B-M-K-A-H-D-C-M-D
4. K-B-M-K-A-H-D-M-C-D
5. K-B-M-D-C-M-K-A-H-D
6. K-B-M-D-H-A-K-M-C-D
7. K–M-B-K-A-H-D-C-M-D
8. K–M-B-K-A-H-D-M-C-D
9. K-M-C-D-M-B-K-A-H-D
10. K-M-C-D-H-A-K-B-M-D
11. K-M-D-C-M-B-K-A-H-D
12. K-M-D-H-A-K-B-M-C-D
13. K–A-H-D-C-M-K-B-M-D
14. K–A-H-D-C-M-B-K-M-D
15. K-A-H-D-M-B-K-M-C-D
16. K-A-H-D-M-K-B-M-C-D

При поворотах на месте на вершинах робот, в зависимости от дальнейшего направления движения, будет поворачиваться на разные углы. И, если длины отрезков не поменяются от порядка их начертания, то углы минимизировать можно.

Обратим внимание, что у нас четыре точки А, K, M, D – лежат на одной прямой. Если при начертании логотипа робот проедет отрезок АD насквозь, то в вершинах К и М роботу не придется совершать повороты. Значит, оптимальную траекторию нужно искать среди тех, которые содержат подряд буквы «A-K-M-D» или «D-M-K-A».

Под этот критерий подходят K-B-M-C-D-H-A-K-M-D и K-B-M-C-D-M-K-A-H-D.

В случае, если робот едет по траектории K-B-M-C-D-H-A-K-M-D, то мы получим следующие углы поворотов на месте:



При этом ∠1=∠2=∠3=∠6=180°-72°=108°, ∠5=180°-54°=126°, ∠4=180°-(54°+54°) = 180°-108°=72°.

Тогда полный угол поворота будет равен ∠1+∠2+∠3+∠4+∠5+∠6=108°+108°+108°+72°+126°+108°=630°.

В случае, если робот едет по траектории K-B-M-C-D-M-K-A-H-D, то мы получим следующие углы поворотов на месте:



При этом ∠1=∠2=∠3=∠5=180°-72°=108°, ∠6=180°-54°=126°, ∠4=180°-54° = 126°.

Тогда полный угол поворота будет равен ∠1+∠2+∠3+∠4+∠5+∠6=108°+108°+108°+126°+126°+108°=684°.

Значит, оптимальным из двух вариантов будет вариант обхода K-B-M-C-D-H-A-K-M-D, поскольку суммарный угол разворота на месте будет минимальным.

Определим время, за которое робот развернется на месте на угол в 630°:

$t\_{p}=\frac{π×\frac{L}{2}×630°}{180°}÷\frac{(2×π×r×N)}{60}=\frac{630}{30}=\frac{210}{10}=21 c$.

Тогда суммарное время, за которое робот нарисует логотип, будет равно:

135,3+21=156,3 с.

В случае старта робота из точки D, можно провести аналогичные рассуждения, показав, что траектория D-M-K-A-H-D-C-M-B-K является оптимальной с тем же временем прохождения трассы, что и для траектории K-B-M-C-D-H-A-K-M-D.

Ответ: 156,3 секунды.

Посещать вершины можно в следующем порядке:

«К-В-M-C-D-H-A-К-М-D» или «D-M-K-A-H-D-C-M-B-K».

Критерии оценки

1. Правильно определена общая длина прямых отрезков (13, 53 м) – **3 балла.**

AD+AH+DH+KB+BM+MC+CD=3+3+3,53+1+1+1+1=13,53 м.

1. Правильно определена максимальная скорость, с которой может двигаться робот (10 см/с) – **3 балла.**
2. Правильно определено время, которое затратит робот на преодоление прямых участков траектории (135,3 с) – **3 балла.**
3. Приведено рассуждение, из какой точки траектории может стартовать робот – **3 балла.**

*Пример рассуждения.* Определим, из какой точки может стартовать робот – это две вершины, K и D, к которым ведет по три отрезка. При этом, начав в одной из них, закончить мы будем должны в другой.

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

Обратим внимание на то, что в зависимости от того, в каком направлении будет совершаться обход фигуры, мы получим различное время, поскольку углы, на которые приходится роботу поворачивать на месте в зависимости от направления, движения будут различаться.

В случае, если робот едет по траектории K-B-M-C-D-H-A-K-M-D, то мы получим следующие углы поворотов на месте:



При этом ∠1=∠2=∠3=∠6=180°-72°=108°, ∠5=180°-54°=126°, ∠4=180°-(54°+54°) = =180°-108°=72°.

Тогда полный угол поворота будет равен ∠1+∠2+∠3+∠4+∠5+∠6=108°+108°+108°+72°+126°+108°=630°.

В случае, если робот едет по траектории K-B-M-C-D-M-K-A-H-D, то мы получим следующие углы поворотов на месте:



При этом ∠1=∠2=∠3=∠5=180°-72°=108°, ∠6=180°-54°=126°, ∠4=180°-54° = 126°.

Тогда полный угол поворота будет равен ∠1+∠2+∠3+∠4+∠5+∠6=108°+108°+108°+126°+126°+108°=684°.

Значит, оптимальным из двух вариантов будет вариант обхода K-B-M-C-D-H-A-K-M-D, поскольку суммарный угол разворота на месте будет минимальным.

1. Правильно определен минимальный суммарный угол разворота (630̊) – **3 балла.**
2. Правильно определено время, за которое робот развернется на месте на угол в 630° (21 с) -– **3 балла.**

$$t\_{p}=\frac{π×\frac{L}{2}×630°}{180°}÷\frac{(2×π×r×N)}{60}=21 c.$$

1. Правильно определено суммарное время, за которое робот нарисует логотип (156,3) – **3 балла.**
2. Дан правильный ответ (156,3 секунды; посещать вершины можно в следующем порядке: «К-В-M-C-D-H-A-К-М-D» или «D-M-K-A-H-D-C-M-B-K») – **4 балла.**

**Итого: максимальный балл – 25.**