

Задание 10(12)-3. «Колонна автомобилей»

1.1 Рассчитаем интервал времени τ_1 за который автомобиль достигает требуемой скорости постоянного движения, используя закон равноускоренного движения

$$v_0 = a_0 \tau_1 \Rightarrow \tau_1 = \frac{v_0}{a_0} = \frac{20 \frac{м}{с}}{2,0 \frac{м}{с^2}} = 10с. \quad (1)$$

За это время он пройдет путь, равный

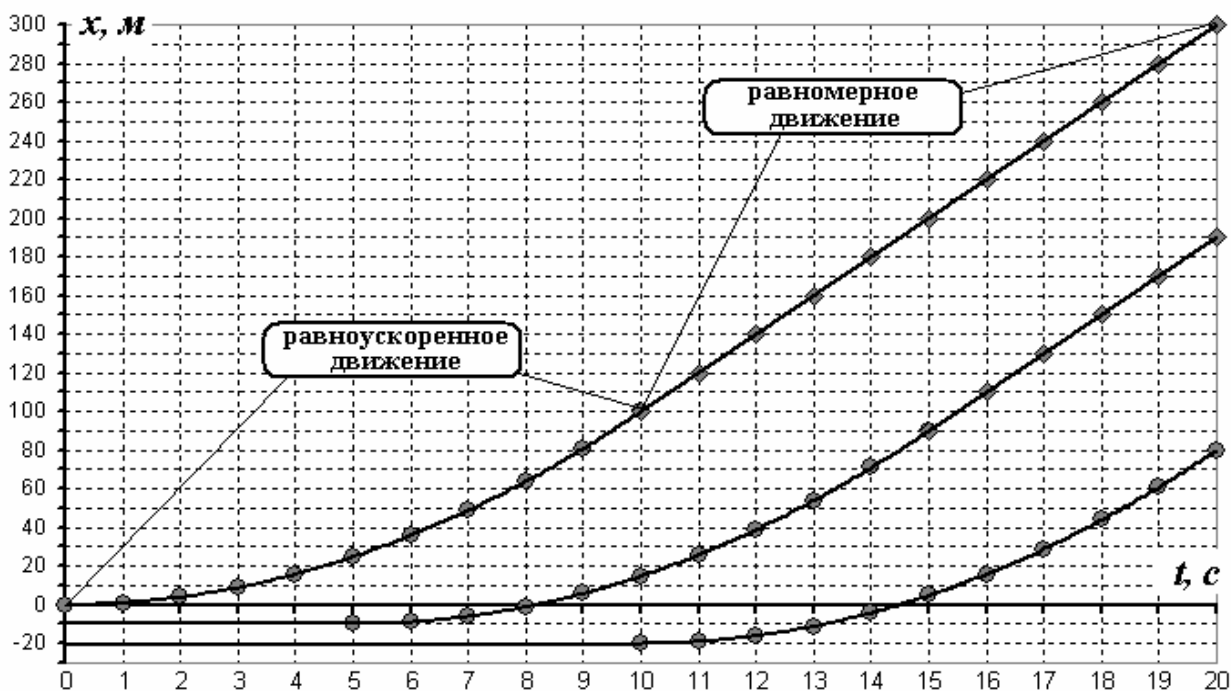
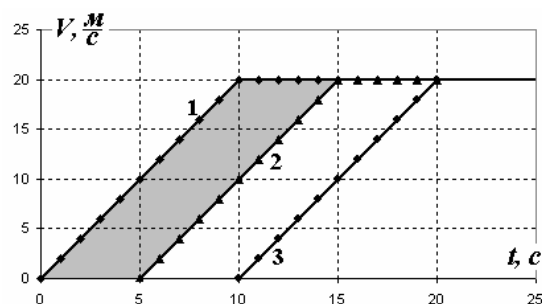
$$s = \frac{a \tau^2}{2} = \frac{v_0^2}{2a_0} = 100м. \quad (2)$$

Это расстояние больше чем расстояние l_1 , при котором трогается следующий автомобиль. Следовательно, следующий автомобиль тронется раньше, чем первый достигнет скорости v_0 , а именно в момент времени τ_1 , который найдем из закона движения

$$l_1 - l_0 = \frac{a_0 \tau^2}{2} \Rightarrow \tau = \sqrt{\frac{2(l_1 - l_0)}{a_0}} = 5,0с \quad (3)$$

Заметим, что время разгона связано с промежутком времени между началами движения автомобилей простым соотношением $\tau_1 = 2\tau$.

Таким образом, первый автомобиль в течение промежутка времени 2τ будет двигаться равноускоренно, с ускорением a_0 (график зависимости скорости от времени – наклонная прямая, график закона движения – парабола), а затем равномерно (график закона зависимости скорости от времени – горизонтальная прямая; график закона движения – наклонная прямая линия). График движения второго автомобиля аналогичен первому, только смещен на интервал времени τ и на расстояние $-l_0$; третий смещен по оси времени на 2τ и на $-2l_0$ по оси координат.



1.2 Расстояние между автомобилями (после того, как задний полностью набрал скорость), проще всего определить из графика зависимости скоростей от времени. Можно заметить, что площадь между графиками зависимостей скоростей двух автомобилей численно равна изменению расстояний между ними (на рисунке заштрихована). Легко определить, что изменение расстояния между двумя соседними автомобилями равно $\Delta l = v_0 \tau = 100 \text{ м}$. Следовательно, в процессе движения расстояние между автомобилями будет равным

$$l_2 = l_0 + v_0 \tau = 110 \text{ м}. \quad (4)$$

1.3 Число интервалов между N автомобилями есть $(N - 1)$, поэтому длина колонны равна

$$L = (N - 1)l_2 \approx 5,4 \text{ км}. \quad (5)$$

1.4 Так как автомобили трогаются через равные промежутки времени τ , и находятся на расстоянии l_0 , то скорость движения «волны разряжения» равна

$$V = -\frac{l_0}{\tau} = -2,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}. \quad (6)$$

Часть 2. «Остановка»

2.1 Изобразим схематически зависимости скоростей двух соседних автомобилей от времени в процессе их торможения. Как и ранее, площадь между графиками равна изменению расстояния между автомобилями, то есть $\Delta x = v_0 \tau$. Так как расстояние должно измениться на величину $\Delta l = l_1 - l_0$, то интервал времени между началами торможений должен быть равен

$$\tau_2 = \frac{\Delta l}{v_0} = 5,0 \text{ с}, \quad (7)$$

причем не зависимо от ускорения!

2.2 Времена между остановками автомобилей равны τ_2 , каждый следующий автомобиль останавливается на расстоянии $l_0 = 10 \text{ м}$, поэтому волна сжатия пробегает со скоростью

$$V = -\frac{l_0}{\tau_2} = -2,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}. \quad (8)$$

