

**ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ 2021-2022**  
**МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП. КАЛУЖСКАЯ ОБЛАСТЬ**  
**7 КЛАСС**

*Задание разработано доцентом кафедры физики и математики КГУ им. К.Э. Циолковского  
М.С. Красиным. В подготовке задания 4 принимали участие А.И. Осипов, Е.А. Осипова  
(КГУ им. К.Э. Циолковского)*

**Возможные решения, рекомендуемые критерии оценки, методические рекомендации**

**1. «Средняя скорость».** (10 баллов) Первую треть пути автомобиль двигался со скоростью 20 м/с. Затем его скорость резко уменьшилась до некоторого постоянного значения. В итоге его средняя скорость на всём пути оказалось равной 40 км/ч. Какой была скорость автомобиля на втором участке пути?

**1. «Средняя скорость».** **Возможное решение.**  $s_1 = \frac{s}{3}, s_2 = \frac{2s}{3},$  (1)

$$t_1 = \frac{s}{3v_1}, \quad (2); \quad t_2 = \frac{2s}{3v_2}, \quad (3); \quad v_{\text{cp}} = \frac{s}{t} \quad (4)$$

$$v_{\text{cp}} = \frac{s}{t} = \frac{s}{\frac{s}{3v_1} + \frac{2s}{3v_2}} = \frac{1}{\frac{1}{3v_1} + \frac{2}{3v_2}}, \quad \frac{1}{v_{\text{cp}}} = \frac{1}{3v_1} + \frac{2}{3v_2} \quad (5)$$

$$v_2 = \frac{2v_{\text{cp}} \cdot v_1}{3v_1 - v_{\text{cp}}} \quad (6)$$

$$v_2 = 33 \frac{\text{км}}{\text{ч}} \text{ или } v_2 = 32,7 \frac{\text{км}}{\text{ч}} \quad (7.1), \quad v_2 = 9 \frac{\text{м}}{\text{с}} \text{ или } v_2 = 9,1 \frac{\text{м}}{\text{с}} \text{ или } v_2 = 9,09 \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad (7.2)$$

**Рекомендуемые критерии оценки.**

Правильный перевод единиц измерения (на любом этапе решения) 2 балла

За каждый пункт (1) – (6) добавлять по 1 баллу, в том числе, если некоторые пункты пропущены, но видна логика решения и получена правильная расчётная формула (6)

За ответ типа 7.1. или типа 7.2. с указанной в решении точностью 2 балла

За ответ типа 7.1. или типа 7.2., но с большим количеством значащих цифр в ответе снизить оценку на 1 балл

Если задача решена численным методом для конкретных значений пути и времени, подобранных учащимся, и есть обоснованное указание, что для других значений пути и времени ответ будет такой же, то оценку не снижать.

При отсутствии этого указания ставить 5 баллов за задачу при наличии правильного ответа.

Если указание есть, но нет обоснования, то ставить 6 баллов.

Снижение балла за большое количество цифр в записи ответа объясняется необходимостью приобщения школьников к правилам округления при работе с приближёнными числами.

**2. «Ледоруб со льдом».** (10 баллов) Любитель зимней рыбалки забыл на льду ледоруб. И ледоруб вмёрз в лёд. Весной кусок льда с ледорубом откололся от основного массива льда и оказался в воде. Утонет ли этот кусок в воде? *Справочные данные:* Известно, что в воде тонут все тела, плотность которых больше плотности воды. Плотность воды  $1,0 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$ , плотность льда  $900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ , плотность стали (ледоруба)  $7,8 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$ , масса ледоруба 3,9 кг, объём отколовшегося куска льда с ледорубом 40 л

**2. «Ледоруб со льдом».** **Возможное решение:**

$$\text{Объём куска льда с ледорубом } V_0 = 40 \text{ л} = 40 \text{ дм}^3 = 40000 \text{ см}^3 \quad (1)$$

$$\text{Объём ледоруба } V_1 = \frac{m_1}{\rho_c} = \frac{3900 \text{ г}}{7,8 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}} = 500 \text{ см}^3. \quad (2)$$

$$\text{Объём льда } V_2 = V_0 - V_1 = 39500 \text{ см}^3. \quad (3)$$

$$\text{Масса льда } m_2 = \rho_{\text{л}} V_2 = 0,9 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \cdot 39500 \text{ см}^3 = 35550 \text{ г} \quad (4)$$

$$\text{Плотность куска льда с ледорубом } \rho_0 = \frac{m_1 + m_2}{V_0} \quad (5)$$

$$\rho_0 = \frac{(3900 + 35550)\text{г}}{40000 \text{ см}^3} = \frac{39450 \text{ г}}{40000 \text{ см}^3} = 0,98625 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} = 0,99 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \quad (6)$$

Плотность меньше плотности воды, значит, кусок не утонет (7)

#### **Рекомендуемые критерии оценки.**

За каждый пункт (1), (2), (6)

добавлять по 2 балла,

За каждый пункт (3), (4), (5), (7)

добавлять по 1 баллу

Если в ответе указано больше трёх значащих цифр, то снизить оценку на 1 балл

Снижение балла за большое количество цифр в записи ответа объясняется необходимостью приобщения школьников к правилам округления при работе с приближёнными числами.

3. **«Траектория».** (10 баллов) Прежде, чем плюхнуться в пруд лягушонок сделал 24 прыжка, каждый раз прыгая на 3 см. Улитка ползла по вертикальному столбу вверх со скоростью 2 мм в секунду. И через 6 минут оказалась на его вершине. Чья траектория оказалась длиннее, лягушонка до пруда или улитки до вершины столба?

3. **«Траектория».** **Возможное решение.** Лягушонок преодолел до пруда 72 см. Улитка проползла до вершины столба 72 см. Значит, длина траектории лягушонка оказалась больше, чем у улитки, т.к. в отличие от улитки он двигался не по прямой, а по дугам.

#### **Рекомендуемые критерии оценки.**

За найденное расстояние, пройденное лягушонком ставить 3 балла.

За найденное расстояние, пройденное улиткой ставить 3 балла.

За обоснованный вывод о том, что траектория лягушонка длиннее ставить 4 балла.

Обоснование может быть произвольным. Если указано, что траектория лягушонка не была прямолинейна из-за прыжкового перемещения, то ответ можно считать правильным.

Если вывод необоснован, то ставить только 1 балл.

За вычислительную ошибку снижать оценку на 1 балл и не добавлять 4 балла за сравнение длин траекторий.

4. **«Паровозик».** (10 баллов). На рисунке (см. лист 2) представлены фотографии игрушечного паровозика, проезжающего мимо железнодорожной станции, в различные моменты времени.

4.1. Определите по ним скорость паровозика.

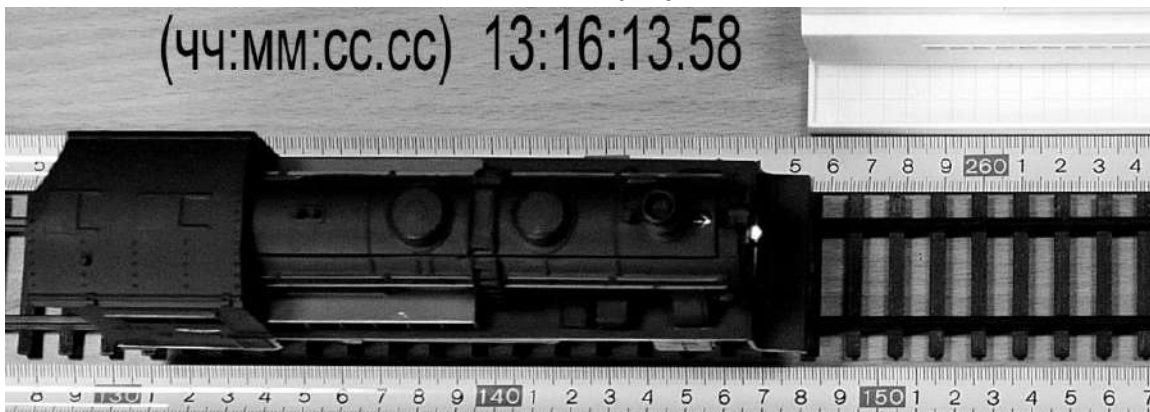
4.2. Найдите время, в течение которого паровозик проезжал мимо станции.

4.3. Постройте график зависимости пройденного паровозиком пути от времени. Для построения графика рекомендуется воспользоваться координатной сеткой на «Листе для записи решения».

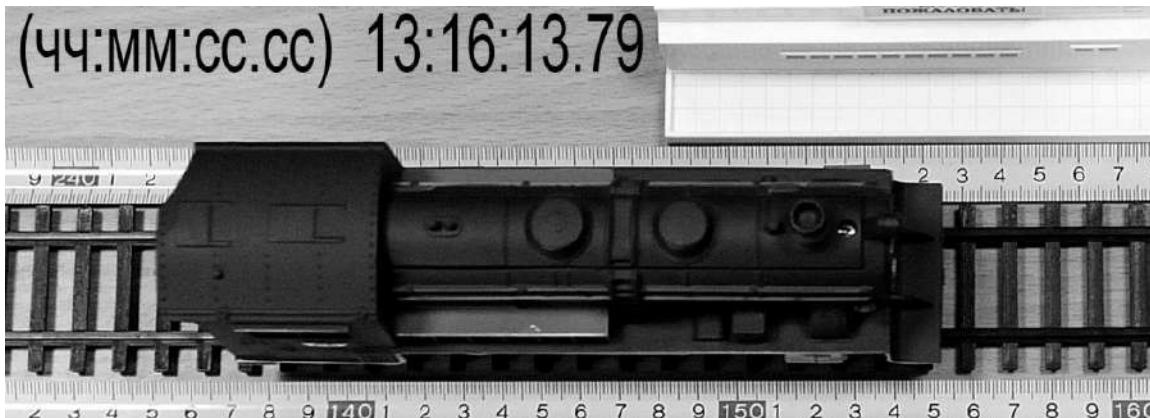
4.4. Найдите скорость паровозика по графику движения. Опишите, как Вы это сделали.

*Справочная информация:* Обозначение ЧЧ:ММ:СС:СС на фотографиях означает, что первые две цифры указывают часы, следующие две – минуты, следующие две – секунды, следующие две – сотые доли секунды.

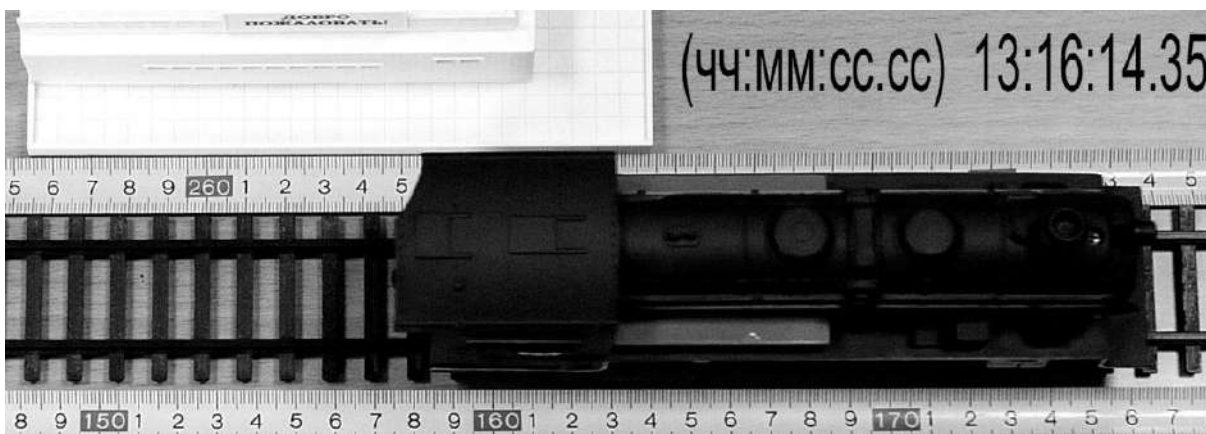
(ЧЧ:ММ:СС.СС) 13:16:13.58



(ЧЧ:ММ:СС.СС) 13:16:13.79



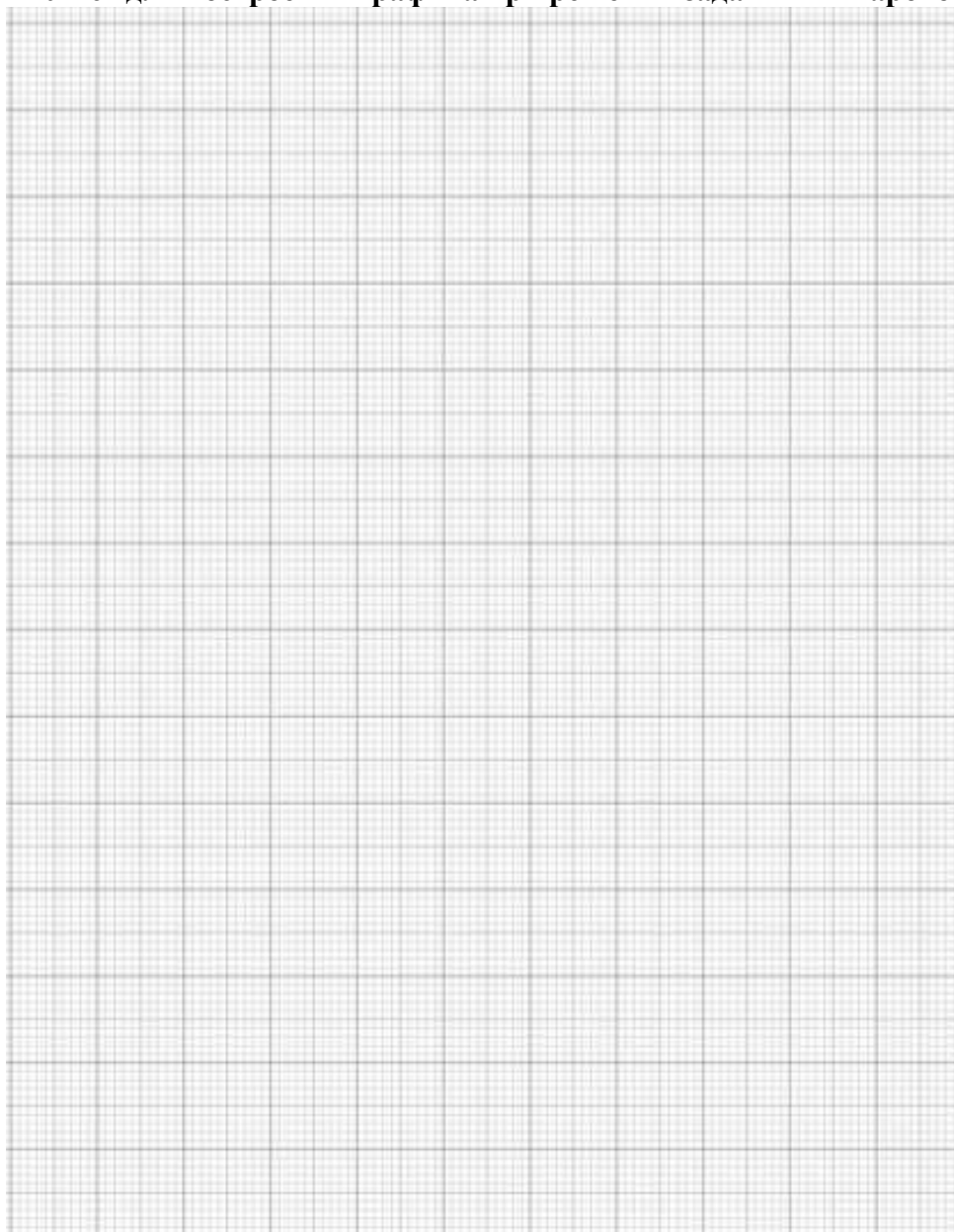
(ЧЧ:ММ:СС.СС) 13:16:14.35



(ЧЧ:ММ:СС.СС) 13:16:14.58



## Лист для построения графика при решении задания 4 «Паровозик»



### 4. «Паровозик». Возможное решение:

4.1. Находим скорость паровозика. Составим таблицу, устанавливающую связь моментов времени и координат какой-то части паровозика (например, его передней части)

Таблица 1

Момент времени, $t$ , чч:мм:сс:сс	13:16:13:58	13:16:13:79	13:16:14:35	13:16:14:58
Координата передней части паровозика, $x$ , мм	1482	1551	1762	1835

*Обращаем внимание, что по фотоснимкам сложно определить координату, поэтому она определяется с точностью до 2-3 мм.*

Чтобы погрешность результата измерения была как можно меньше, следует находить пройденный путь по разности между координатами на первом снимке и на последнем.

Интервал времени движения с момента первого фотоснимка до последнего равен 1 с. За это время паровозик проехал 353 мм. Следовательно, скорость паровозика равна 353 мм/с.

*Обращаем внимание, что из-за погрешности измерения, в том числе из-за эффекта параллакса, следует признать правильными значения скорости от 347 мм/с до 359 мм/с, если измерения проводились по первому и последнему снимку. Поскольку ошибка в 3 мм может быть и при определении начальной координаты и конечной, то суммарная ошибка при определении пройденного пути может достигать 6 мм.*

Если взять другой интервал движения, то результат будет несколько другим.

#### 4.2. Находим время, за которое паровозик проехал мимо станции.

*Способ первый.* Можно заметить, что первый снимок фиксирует момент начала прохождения паровозика мимо станции. Последний снимок сделан немного позже, после того как паровозик проехал мимо станции. Поэтому, учитывая положение паровозика на предпоследнем снимке и время этого снимка можно сделать вывод, что искомое время приблизительно на 0,04 с меньше 1 с. Следовательно, оно приблизительно равно 0,96 с.

*Способ второй.* Можно заметить, длина станции равна 2714-2553 мм=161 мм. Длина паровозика 1835-1650 мм = 185 мм. Значит, проезжая мимо станции, он перемещается на расстояние 346 мм. Разделив это расстояние на скорость паровозика, получаем 0,98 с.

#### 4.3. Строим график зависимости координаты от времени.

Составим таблицу взаимосвязи пройденного пути от времени. Интервалы времени находим по разности моментов времени, пройденные пути – по разности координат.

Таблица 2.

Момент времени, t, чч:мм:сс:сс	13:16:13:58	13:16:13:79	13:16:14:35	13:16:14:58
Время движения $\Delta t$ , с	0,00	0,21	0,77	1,00
Координата, x, мм	1482	1551	1762	1835
Путь, $s=\Delta x$ , мм	0	69	280	353

Для построения графика необходимо выбрать удобный масштаб.

На оси абсцисс будет отложено время. Время изменяется от 0 до 1,00 с.

Размеры координатного листа позволяют принять 1 деление равным 0,01 с.

По оси ординат будет отложен путь. Максимальный путь составляет 353 мм.

На координатном листе по вертикали помещается 140 малых делений. Значения пройденных путей почти кратны 35. Поэтому можно принять 10 малых делений (одно большое деление) равным 35 мм или 1 деление равным 3,5 мм.

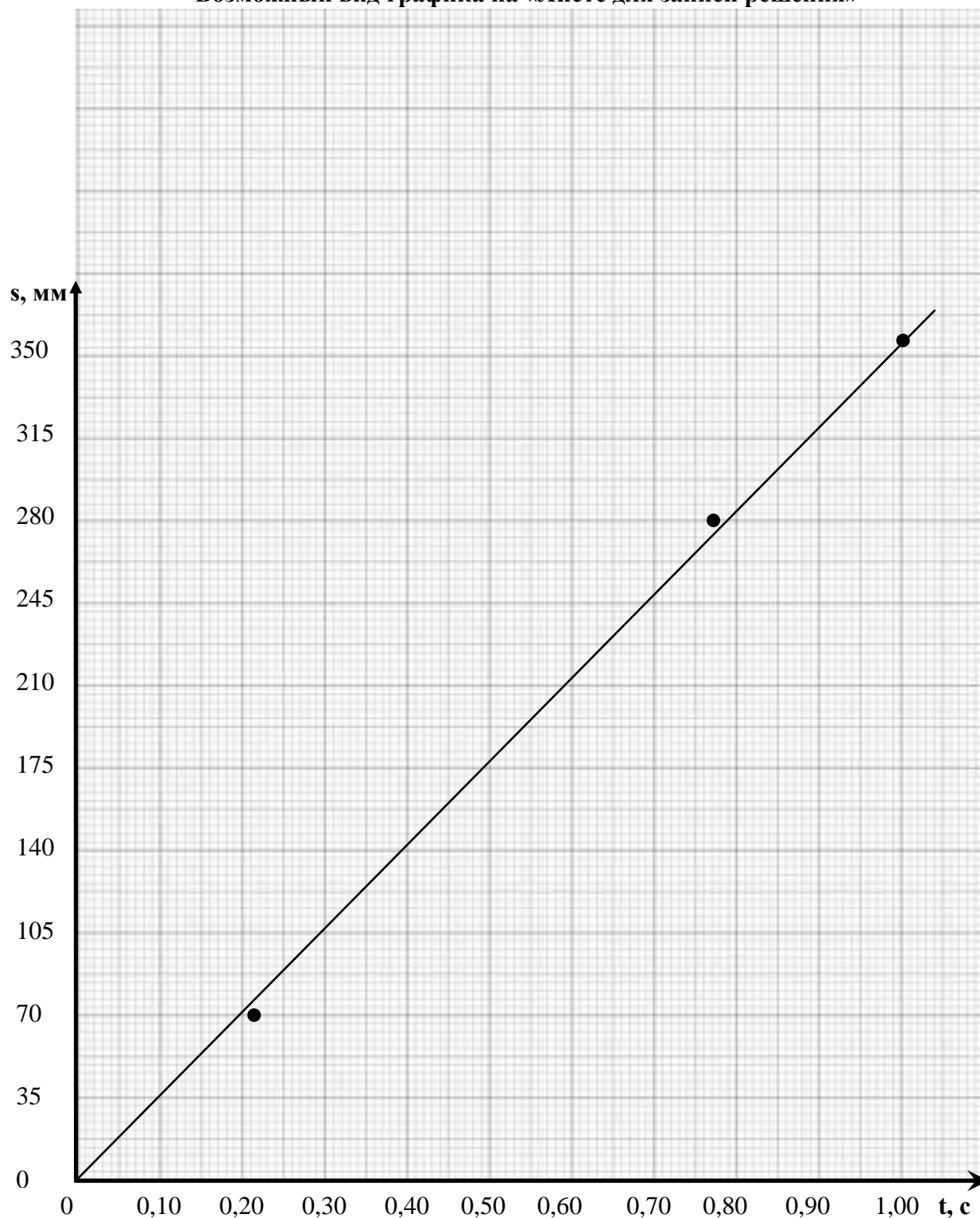
Откладываем координатные оси и с учётом масштаба строим экспериментальные точки.

Из начала координат проводим интерполирующую линию так, чтобы она прошла наиболее близко к этим точкам. Получился график зависимости пути от времени.

#### 4.4. Найти скорость по графику зависимости пути от времени.

Чтобы по этому графику найти скорость паровозика. Надо найти точку на линии графика, координата которой может быть определена достаточно хорошо. Найти соответствующие ей путь и время и, разделив путь на время, найти скоростью (178 мм : 0,50 с = 356 мм/с)

### Возможный вид графика на «Листе для записи решения»



#### Рекомендуемые критерии оценки

За задание 4.1. (3 балла)

За вычисление значения скорости в пределах от 341 мм/с до 365 мм/с, ставить 2 балла,

Если значение скорости указано в пределах от 335 мм/с до 340 мм/с или от 366 мм/с до 370 мм/с, то ставить 1 балл

Если есть описание способа нахождения добавить 1 балл.

За задание 4.2. (3 балла)

За нахождение времени проезда мимо станции любым способом ставить 2 балла, если указано значение от 0,94 с до 1 с. Если указанное значение выходит за рамки этого интервала, то ставить 1 балл.

Если при использовании второго способа не учтена протяжённость станции или паровозика, но остальные расчёты правильные, то ставить 1 балл

Если есть описание, как была найдено значение времени перемещения паровозика, то добавить 1 балл.

За задание 4.3. (3 балла)

Если указаны наименования координатных осей, то ставить 0,5 балла.

Если имеются отметки о масштабе координатных осей, то ставить 0,5 балла.

Если выбран достаточно удобный масштаб, то добавить 0,5 балла. *(Достаточно удобным можно считать масштаб, позволяющий отображать координатные точки, соответствующие пройденному пути (или координатам) паровозика с погрешностью не более 6 мм, а интервалам (моментам) времени с точностью до 0,01 с)*

Если правильно отмечены координатные точки, то ставить 0,5 балла.

Если правильно проведена интерполирующая линия, то ставить 1 балл.

*Если на осях графика отложены не интервалы времени, а моменты времени и (или) не пройденные пути, а координаты паровозика, то оценку не снижать.*

*Если учащийся не стал использовать координатную сетку, а изобразил график на обычном листе, то оценка за задание построение графика не должна превышать 1 балл.*

За задание 4.4. (1 балл)

Если найдена скорость и дано описание, как это сделано, то ставить 1 балл.

Если только этим способом и был найден ответ на задание 4.1, то 1 балл ставить за 4.4. и до 3 баллов за задание 4.1. в соответствии критериями за 4.1.

Если только этим способом найдена скорость паровозика, но учащийся не использовал координатную сетку, то суммарный балл за задания 4.1 и 4.4. не должен превышать 2 балла (1 балл за 4.1. и 1 балл за 4.4.)

Итоговый балл за задание 4 должен быть округлён до целых в большую сторону!