

Всероссийская олимпиада школьников по физике  
2018-2019 учебный год  
Муниципальный этап  
Свердловская область  
**7 класс**

**РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ И КРИТЕРИИ ПРОВЕРКИ**

**Инструкция для проверяющих:**

**1. Проверка отдельной задачи**

При проверке каждой задачи проверяющий рисует таблицу, в которой две строки и количество столбцов совпадает с количеством критериев, рекомендуемых для проверки данной задачи, плюс 1 столбец для итогового результата.

Например, в задаче 1 предлагается 6 критериев, следовательно, таблица для проверки выглядит следующим образом:

Критерий 1	Критерий 2	Критерий 3	Критерий 4	Критерий 5	Критерий 6	ИТОГ

Во вторую строку выставляется балл, выставленный при проверке по данному критерию. Во вторую строку столбца «ИТОГ» вносится балл за задачу, равный сумме баллов второй строки в столбцах «критерии».

Например, результат проверки может выглядеть следующим образом:

Критерий 1	Критерий 2	Критерий 3	Критерий 4	Критерий 5	Критерий 6	ИТОГ
<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>7</b>

Во второй задаче всего 4 критерия. Следовательно, таблица для проверки этой задачи должна выглядеть так:

Критерий 1	Критерий 2	Критерий 3	Критерий 4	ИТОГ

В третьей задаче пять критериев. Таблица для проверки:

Критерий 1	Критерий 2	Критерий 3	Критерий 4	Критерий 5	ИТОГ

В четвертой задаче три критерия. Таблица для проверки

Критерий 1	Критерий 2	Критерий 3	ИТОГ

**2. Проверка всей работы:**

На первом (титульном) листе работы членом жюри, который первым проверяет работу, рисуется таблица (см. ниже)

Задача 1	Задача 2	Задача 3	Задача 4	<b>ИТОГ</b>

## 1. Непонятный прибор

Мама семиклассника купила термометр для измерения температуры при приготовлении мяса. Он устроен так: на конце длинного металлического стержня находится устройство для измерения температуры, стержень нужно воткнуть в мясо, на круговой шкале считываются показания температуры. Новый прибор заинтересовал



школьника, и он внимательно стал изучать шкалу. Он обнаружил, что прибор имеет две шкалы: внешнюю и внутреннюю. Вместе с папой они поняли, что внутренняя шкала служит для измерения температуры по шкале Цельсия ( $^{\circ}\text{C}$ ). А вот внешняя ( $^{\circ}\text{F}$ ) была совсем незнакомой. Установите:

- диапазон возможных измерений для внутренней и внешней шкал прибора;
- цену деления для внутренней и внешней шкал;
- сколько градусов показывает прибор по

шкале Цельсия и по шкале F;

- установите связь градуса по шкале Цельсия и по шкале F.

### ВОЗМОЖНОЕ РЕШЕНИЕ:

Внутренняя шкала прибора (шкала Цельсия) – диапазон измерений от  $-18^{\circ}\text{C}$  до  $104^{\circ}\text{C}$ , цена деления –  $2^{\circ}\text{C}$ .

Внешняя шкала термометра (шкала F) – диапазон измерений от 0 до 220 F, цена деления –  $4^{\circ}\text{F}$ .

Показания

прибора:

по шкале F от 76 до 80F,  
по шкале Цельсия –  
примерно от  $24^{\circ}\text{C}$  до  
 $28^{\circ}\text{C}$ .

Для того, чтобы установить связь градуса по шкале Цельсия и по шкале F нужно найти «хорошие точки». Первая из них – начало отсчета, это  $-18^{\circ}\text{C}$  по внутренней шкале и 0F по внешней. Вторая «хорошая точка»: по шкале Цельсия – 60 по шкале F - 140 (см. рисунок- линии).



Поэтому изменению в 140 градусов по шкале F соответствует изменение в  $60 - (-18) = 60 + 18 = 78$  градусов по шкале Цельсия. Таким образом, «соотношение градусов» следующее:

$$\frac{140}{78} = 1,795 \approx 1,8 \frac{F}{C}.$$

Есть еще два хорошо совпадающих деления – это  $40^{\circ}\text{C}$  и  $104^{\circ}\text{F}$  (еще одна линия на рисунке). При выборе этой точки получаем результат

$$\frac{104}{40 - (-18)} = 1,793 \approx 1,8 \frac{F}{C}$$

### Критерии проверки:

1	Диапазон измерений (от $-18^{\circ}\text{C}$ до $104^{\circ}\text{C}$ ) по шкале Цельсия	1 балл
2	Диапазон измерений (от 0 до 220) по шкале F	1 балл
3	Цена деления по шкале Цельсия ( $2^{\circ}\text{C}$ )	1 балл
4	Цена деления по шкале F ( $4^{\circ}\text{F}$ )	1 балл
5	Показания термометра по обеим шкалам: от $76^{\circ}\text{F}$ до $80^{\circ}\text{F}$ и по шкале Цельсия – от $24^{\circ}\text{C}$ до $28^{\circ}\text{C}$ (по 1 баллу за каждое показание)	2 балла
6	<p>Установлено соответствие градусов по двум шкалам</p> <p>Здесь очень важен выбор «хороших делений», то есть тех делений по внутренней и внешней шкале, которые хорошо совпадают – это по шкале Цельсия – 60 по шкале F – 140 и <math>40^{\circ}\text{C}</math>; <math>104^{\circ}\text{F}</math> (приведены в решении). По рисунку (приведен после решения задачи) видно, что есть деления, которые при не очень внимательном отношении могут показаться совпадающими – это (<math>-6^{\circ}\text{C}</math> и <math>20^{\circ}\text{F}</math>); (<math>16^{\circ}\text{C}</math> и <math>60^{\circ}\text{F}</math>); (<math>78^{\circ}\text{C}</math> и <math>172^{\circ}\text{F}</math>) и т.д. Но при аккуратной работе (на шкале прибора проводятся тонкие прямые линии из точки крепления стрелки) все эти деления оказываются не полностью совпадающими. Полное совпадение есть только у тех, которые приводятся в решении.</p> <p>Поэтому оценивать следует так: если учащийся использует точки, указанные в решении то следует ставить полный балл (4 балла). Если выбрана любая другая точка, то ставится 2 балла.</p> <p>Соотношение градусов при выборе других совпадающих делений:</p> <p>(<math>-6^{\circ}\text{C}</math> и <math>20^{\circ}\text{F}</math>) - <math>1,667 \text{ }^{\circ}\text{F}/^{\circ}\text{C}</math>;  (<math>16^{\circ}\text{C}</math> и <math>60^{\circ}\text{F}</math>) – <math>1,765 \text{ }^{\circ}\text{F}/^{\circ}\text{C}</math>;  (<math>78^{\circ}\text{C}</math> и <math>172^{\circ}\text{F}</math>) – <math>1,791 \text{ }^{\circ}\text{F}/^{\circ}\text{C}</math>.</p> <p>Возможно, есть еще почти совпадающие деления, которые найдут участники. За выбор таких точек следует ставить также 2 балла.</p> <p>При способе определения соотношения, описанном далее, следует ставить 1 балл. По шкале F (или <math>^{\circ}\text{C}</math>) выбирается одно деление, далее примерно определяется, сколько градусов по другой шкале этому соответствует.</p>	<p>До 4 баллов</p> <p>Подробности и комментарий по выставлению баллов в левом столбце</p> <p>4 балла</p> <p>2 балла</p> <p>1 балл</p>



Рекомендуемая таблица для проверки:

К 1	К 2	К 3	К 4	К 5	К 6	ИТОГ

## 2. Бассейн и два насоса

В бассейне объема  $V$  есть два насоса. Один насос накачивает воду в бассейн, второй откачивает воду из бассейна. Если работает только первый насос, то бассейн наполняется водой за время  $t_1$ , если работает только второй насос, то он полностью откачивает воду из бассейна за время  $t_2$ , причем  $t_1 < t_2$ .

- Какой объем воды поступает в бассейн за 1 секунду при работе первого насоса?
- Какой объем воды откачивает из бассейна в единицу времени второй насос?

- Сколько времени будет наполняться водой пустой бассейн, если одновременно включить два насоса?

### ВОЗМОЖНОЕ РЕШЕНИЕ:

Если работает только первый насос, то бассейн объема  $V$  наполнится водой за время  $t_1$ , причем

$$V = v_1 \cdot t_1.$$

Здесь  $v_1$  – объём, который первый насос накачивает в бассейн в единицу времени

$$v_1 = \frac{V}{t_1}.$$

Если работает только второй насос, то полностью весь бассейн он откачает за время  $t_2$ , причем

$$V = v_2 \cdot t_2.$$

Здесь  $v_2$  – объём, который второй насос откачивает из бассейна в единицу времени,

$$v_2 = \frac{V}{t_2}.$$

Если оба насоса будут работать одновременно, то бассейн наполнится водой за время  $t$ , причем

$$V = v_1 t - v_2 t.$$

Знаки разные, так как первый накачивает воду в бассейн, а второй откачивает.

Подставив значения  $v_1$  и  $v_2$ , получим

$$V = \frac{V}{t_1} t - \frac{V}{t_2} t.$$

Из записанного соотношения получим  $t$

$$t = \frac{t_1 t_2}{t_2 - t_1}.$$

### Критерии проверки

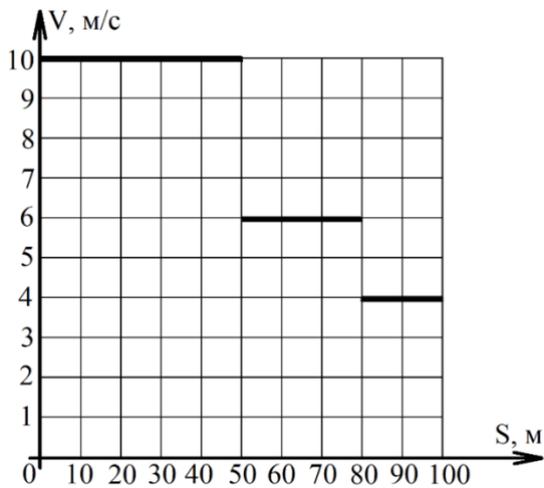
1	Определено $v_1$	1 балл
2	Определено $v_2$	1 балл
3	Записано выражение для $V$ в случае одновременной работы двух насосов	4 балла
4	Правильно проделаны все математические преобразования, получен правильный ответ	4 балла

Рекомендуемая таблица для проверки:

Критерий 1	Критерий 2	Критерий 3	Критерий 4	ИТОГ

### 3. Два бегуна

На школьном стадионе проходят соревнования по бегу. В финал забега на 100 метров вышли два лучших бегуна. Первый из них выбрал следующую тактику: первые 50 метров он бежал очень быстро, далее скорость бега стала меньше, а



последние 30 метров дистанции он бежал совсем медленно. График зависимости скорости бега этого спортсмена от пройденного расстояния представлен на рисунке.

Второй спортсмен выбрал иную тактику. Всю дистанцию он пробежал в постоянной скоростью 7 м/с.

- Определить среднюю скорость бега первого спортсмена.

- Какой из спортсменов быстрее пробежит дистанцию?

- На каком расстоянии от места старта спортсмены поравняются?

### ВОЗМОЖНОЕ РЕШЕНИЕ:

Используя график, определим время движения первого спортсмена. Первые 50 метров он бежал со скоростью 10 м/с, далее 30 метров он двигался со скоростью 6 м/с, последние 20 метров он пробежал со скоростью 4 м/с, поэтому общее время движения равно

$$t_1 = \frac{50}{10} + \frac{30}{6} + \frac{20}{4} = 15,00 \text{ (с)}.$$

Второй бегун дистанцию пробежал за время

$$t_2 = \frac{100}{7} = 14,29 \text{ с}.$$

Мы видим, что быстрее дистанцию пробежал второй бегун.

Найдем среднюю скорость бега первого бегуна: 100 метров он пробегает за 15 секунд, поэтому

$$V_{\text{ср1}} = \frac{100}{15} = 6,67 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Теперь определим, на каком расстоянии от места старта бегуны поравняются, то есть второй догонит первого.

Скорее всего встреча пройдет на последнем 20-метровом участке дистанции. Запишем уравнения движения бегунов: первый за 10 секунд пробежит 80 метров и будет двигаться со скоростью 4 м/с, поэтому его уравнение движения выглядит так:  $x_1(t) = 80 + 4(t - 10)$ ; уравнение движения второго бегуна  $x_2(t) = 7t$ . В момент встречи координаты бегунов одинаковы, поэтому получаем уравнение

$$80 + 4(t - 10) = 7t.$$

Решая которое, определяем момент встречи бегунов

$$\begin{aligned} 80 + 4t - 40 &= 7t; \\ 40 &= (7 - 4)t; \\ t &= \frac{40}{3}. \end{aligned}$$

В этот момент времени бегуны окажутся на расстоянии

$$S = 7 \cdot \frac{40}{3} = 93,33 \text{ м}$$

от места старта.

### Критерии проверки

1	Определено время движения второго бегуна	1 балл
2	Определено время движения первого бегуна	3 балла
3	Сделан вывод, кто быстрее	1 балл
4	Определена средняя скорость первого бегуна	1 балл
5	Определено время и место встречи бегунов Школьники могут решать эту часть задачи, не составляя уравнения движения (в 7 классе этого просто могут не знать), если задача решена правильно, следует ставить полный балл	2 балла 2 балла

Рекомендуемая таблица для проверки:

Критерий 1	Критерий 2	Критерий 3	Критерий 4	Критерий 5	ИТОГ

## 4. Старорусские измерения

4.1. В России долгое время массу измеряли в следующих единицах:

1 фунт – 409,51 грамм;

1 лот – 1/32 фунта = 3 золотника;

1 доля – 1/96 золотника.

Установите:

- какую часть от фунта составляет 1 золотник (1 балл)?

- Сколько грамм в 1 доле (1 балл)?

4.2. Единицей измерения длин в России долго являлся аршин. Аршин равен длине человеческого шага.

1 аршин = 71,12 сантиметра;

1 аршин = 16 вершков.

- Сколько вершков составляет 1 метр (2 балла)?

4.3. (6 баллов)

Плотность в Международной системе СИ измеряется в  $1 \text{ кг/м}^3$ . Плотность стали  $7,8 \text{ г/см}^3$ . Пусть масса измеряется в фунтах, а длина в аршинах. Выразите плотность стали в фунтах/аршин<sup>3</sup>.

**РЕШЕНИЕ:**

4.1. 3 золотника составляют 1/32 фунта, то есть  $409,51/32$  грамм. Таким образом, 1 золотник составляет от 409,51 грамма  $\frac{1}{3 \cdot 32} = \frac{1}{96}$  долю. Поэтому

$$1 \text{ золотник} = \frac{409,51}{96} \text{ г} = 4,27 \text{ г.}$$

1 доля составляет 1/96 часть золотника, поэтому 1 доля в граммах равна

$$1 \text{ доля} = \frac{4,27}{96} \text{ г} = 0,05 \text{ г}$$

4.2. Как мы видим из условия задачи, 16 вершков составляет 1 аршин или 0,7112 метра. Поэтому в 1 метре содержится

$$\frac{16}{0,7112} = 22,50 \text{ вершка.}$$

4.3. Как видим из условия задачи, 1 грамм равен  $\frac{1}{409,51}$  фунта, а 1 аршин составляет 71,12 см, поэтому 1 см равен  $\frac{1}{71,12}$  аршина. Поэтому

$$7,8 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} = \frac{7,8 \cdot 71,12 \cdot 71,12 \cdot 71,12}{409,51} = 6851,81 \left( \frac{\text{фунт}}{\text{аршин}^3} \right).$$

### Критерии проверки

1	1 золотник равен 4,27 грамма 1 доля равна 0,05 г	1 балл 1 балл
2	В 1 метре – 22,50 вершка	2 балла
3	Определена плотность стали $1 \text{ грамм/см}^3 = 878,44 \text{ фунт/аршин}^3$ , $7,8 \text{ г/см}^3 = 6851,81$ фунт/аршин <sup>3</sup>	6 баллов

### Рекомендуемая таблица для проверки

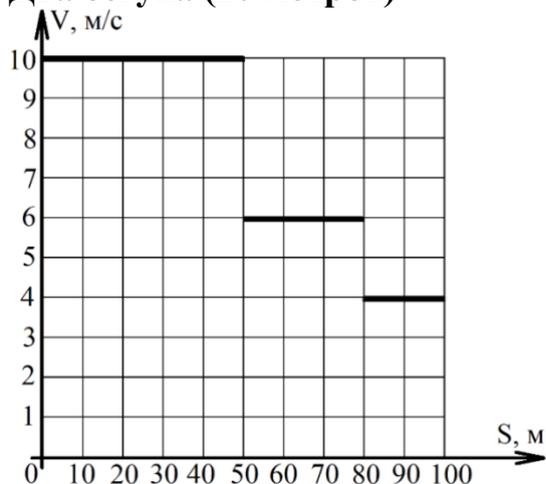
Критерий 1	Критерий 2	Критерий 3	ИТОГ

## 7 класс дополнительные критерии к задаче №3

Условие задачи и график противоречат друг другу: в условии сказано, что «первый бегун последние 30 метров бежал ...», а по графику длина последнего участка равна 20 метров.

Следует проверять оба решения, ниже приведены варианты решения для длины последнего участка 20 метров (как по графику)

### Два бегуна (20 метров)



На школьном стадионе проходят соревнования по бегу. В финал забега на 100 метров вышли два лучших бегуна. Первый из них выбрал следующую тактику: первые 50 метров он бежал очень быстро, далее скорость бега стала меньше, а последние 20 метров дистанции он бежал совсем медленно. График зависимости скорости бега этого спортсмена от пройденного расстояния представлен на рисунке.

Второй спортсмен выбрал иную тактику. Всю дистанцию он пробежал в постоянной

скоростью 7 м/с.

- Определить среднюю скорость бега первого спортсмена.
- Какой из спортсменов быстрее пробежит дистанцию?
- На каком расстоянии от места старта спортсмены поравняются?

### ВОЗМОЖНОЕ РЕШЕНИЕ:

Используя график, определим время движения первого спортсмена. Первые 50 метров он бежал со скоростью 10 м/с, далее 30 метров он двигался со скоростью 6 м/с, последние 20 метров он пробежал со скоростью 4 м/с, поэтому общее время движения равно

$$t_1 = \frac{50}{10} + \frac{30}{6} + \frac{20}{4} = 15,00 \text{ (с)}.$$

Второй бегун дистанцию пробежал за время

$$t_2 = \frac{100}{7} = 14,29 \text{ с}.$$

Мы видим, что быстрее дистанцию пробежал второй бегун.

Найдем среднюю скорость бега первого бегуна: 100 метров он пробегает за 15 секунд, поэтому

$$V_{\text{ср1}} = \frac{100}{15} = 6,67 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Теперь определим, на каком расстоянии от места старта бегуны поравняются, то есть второй догонит первого.

Скорее всего встреча пройдет на последнем 20-метровом участке дистанции. Запишем уравнения движения бегунов: первый за 10 секунд

пробежит 80 метров и будет двигаться со скоростью 4 м/с, поэтому его уравнение движения выглядит так:  $x_1(t) = 80 + 4(t - 10)$ ; уравнение движения второго бегуна  $x_2(t) = 7t$ . В момент встречи координаты бегунов одинаковы, поэтому получаем уравнение

$$80 + 4(t - 10) = 7t.$$

Решая которое, определяем момент встречи бегунов

$$\begin{aligned} 80 + 4t - 40 &= 7t; \\ 40 &= (7 - 4)t; \\ t &= \frac{40}{3}. \end{aligned}$$

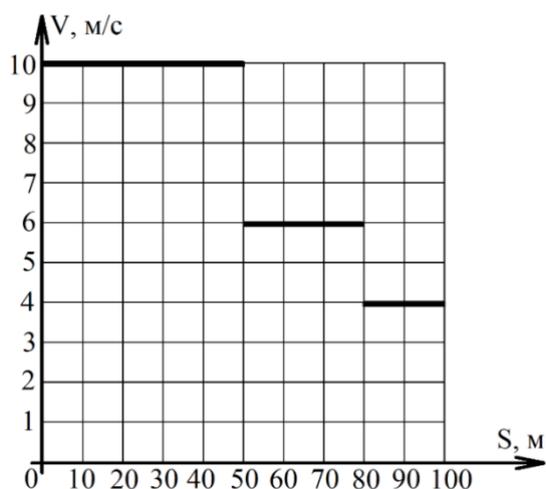
В этот момент времени бегуны окажутся на расстоянии

$$S = 7 \cdot \frac{40}{3} = 93,33 \text{ м}$$

от места старта.

### Критерии проверки

1	Определено время движения второго бегуна	1 балл
2	Определено время движения первого бегуна	3 балла
3	Сделан вывод, кто быстрее	1 балл
4	Определена средняя скорость первого бегуна	1 балл
5	Определено время и место встречи бегунов Школьники могут решать эту часть задачи, не составляя уравнения движения (в 7 классе этого просто могут не знать), если задача решена правильно, следует ставить полный балл	2 балла 2 балла



### Два бегуна (30 метров)

На школьном стадионе проходят соревнования по бегу. В финал забега на 100 метров вышли два лучших бегуна. Первый из них выбрал следующую тактику: первые 50 метров он бежал очень быстро, далее скорость бега стала меньше, а последние 30 метров дистанции он бежал совсем медленно. График зависимости скорости бега этого спортсмена от пройденного расстояния представлен на рисунке.

Второй спортсмен выбрал иную тактику. Всю дистанцию он пробежал в постоянной

скоростью 7 м/с.

- Определить среднюю скорость бега первого спортсмена.
- Какой из спортсменов быстрее пробежит дистанцию?
- На каком расстоянии от места старта спортсмены поравняются?

**ВОЗМОЖНОЕ РЕШЕНИЕ:**

Используя график, определим время движения первого спортсмена. Первые 50 метров он бежал со скоростью 10 м/с, далее 30 метров он двигался со скоростью 6 м/с, последние 20 метров он пробежал со скоростью 4 м/с, поэтому общее время движения равно

$$t_1 = \frac{50}{10} + \frac{20}{6} + \frac{30}{4} = 15,83 \text{ (с)}.$$

Второй бегун дистанцию пробежал за время

$$t_2 = \frac{100}{7} = 14,29 \text{ с}.$$

Мы видим, что быстрее дистанцию пробежал второй бегун.

Найдем среднюю скорость бега первого бегуна: 100 метров он пробегает за 15,83 секунды, поэтому

$$V_{\text{ср1}} = \frac{100}{15,83} = 6,32 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Теперь определим, на каком расстоянии от места старта бегуны поравняются, то есть второй догонит первого.

Скорее всего встреча пройдет на последнем 30-метровом участке дистанции. Запишем уравнения движения бегунов: первый за  $\frac{50}{10} + \frac{20}{6} = 8,33$  (с) секунд пробежит 70 метров и будет двигаться со скоростью 4 м/с, поэтому его уравнение движения выглядит так:  $x_1(t) = 70 + 4(t - 8,33)$ ; уравнение движения второго бегуна  $x_2(t) = 7t$ . В момент встречи координаты бегунов одинаковы, поэтому получаем уравнение

$$70 + 4(t - 8,33) = 7t.$$

Решая которое, определяем момент встречи бегунов

$$70 + 4t - 33,32 = 7t;$$

$$36,38 = (7 - 4)t;$$

$$t = \frac{36,38}{3} = 12,26.$$

В этот момент времени бегуны окажутся на расстоянии

$$S = 7 \cdot 12,26 = 85,82 \text{ м}$$

от места старта.

### Критерии проверки

1	Определено время движения второго бегуна	1 балл
2	Определено время движения первого бегуна	3 балла
3	Сделан вывод, кто быстрее	1 балл
4	Определена средняя скорость первого бегуна	1 балл
5	Определено время и место встречи бегунов Школьники могут решать эту часть задачи, не составляя уравнения движения (в 7 классе этого просто могут не знать), если задача решена правильно, следует ставить полный балл	2 балла 2 балла

Рекомендуемая таблица для проверки:

Критерий	Критерий	Критерий	Критерий	Критерий	ИТОГ
----------	----------	----------	----------	----------	------

1	2	3	4	5	

В задаче №3 для 7 класса возникли неоднозначности :условие- график.  
Поэтому надо проверять задачу и в ситуации, когда ребенок информацию брал  
из графика, и когда он инфор