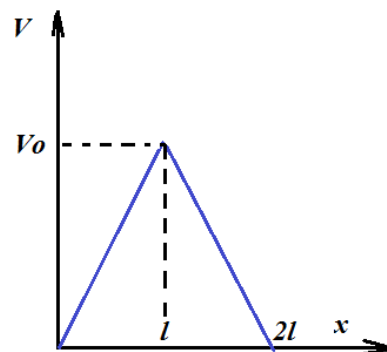


Предмет	Класс	Дата	Время начала	Время окончания
физика	9	10.11.2025	10.00	13.00

1. Непривычное ускорение

Тело массы m движется прямолинейно вдоль оси x , дан график зависимости его скорости от координаты. Найдите зависимость проекции ускорения на ось x от координаты. Постройте график этой зависимости. Какая максимальная сила действовала на тело в процессе движения?



Возможное решение:

Ускорение по определению $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$, скорость по определению $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$.

Для малых Δt можно записать $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{\Delta v}{\Delta x} \cdot \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{\Delta v}{\Delta x} \cdot v$,

$\frac{\Delta v}{\Delta x}$ —угловой коэффициент, находим его по графику, т.к. зависимость скорости от координаты линейна, то угловой коэффициент постоянен, график ускорения от координаты тоже будет кусочно-линейным.

Для начального участка

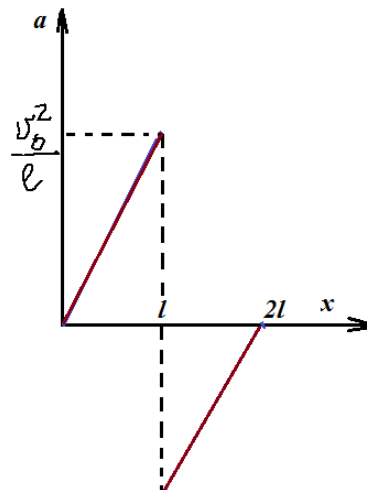
при $x \leq l$ $v = \frac{v_0}{l}x$, $\frac{\Delta v}{\Delta x} = \frac{v_0}{l}$, $a = \frac{v_0^2}{l^2}x$

при $x \geq l$ $v = \frac{v_0}{l}(2l - x)$, $\frac{\Delta v}{\Delta x} = -\frac{v_0}{l}$, $a = \frac{v_0^2}{l^2}(x - 2l)$

при $x=l$ ускорение меняется на противоположное.

Максимальная сила по второму закону Ньютона равна

$F = ma_{\max} = m \frac{v_0^2}{l}$, при $x=l$, причем меняет свое направление на противоположное.



<i>Предмет</i>	<i>Класс</i>	<i>Дата</i>	<i>Время начала</i>	<i>Время окончания</i>
<i>физика</i>	<i>9</i>	<i>10.11.2025</i>	<i>10.00</i>	<i>13.00</i>

Критерии оценивания:

1.	$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$	0,5
2.	$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$	0,5
3.	Получена зависимость ускорения от времени в общем виде $a = \frac{\Delta v}{\Delta x} \cdot v$	2
4.	Найдены угловые коэффициенты по графику скорости от координаты	1
5.	Найдена зависимость при $x \leq l$, $v = \frac{v_0}{l} x$,	1
6.	Найдена зависимость скорости при $x \geq l$ $v = \frac{v_0}{l} (2l - x)$	1
7.	Найдена зависимость при $x \leq l$, $a = \frac{v_0^2}{l^2} x$	1
8.	Найдена зависимость скорости при $x \geq l$ $a = \frac{v_0^2}{l^2} (x - 2l)$	1
9.	Построен график $a(x)$ (по одному баллу за каждый участок)	1
10.	Найдена максимальная сила $F = ma_{max} = m \frac{v_0^2}{l}$, (просто 0,5 за 2 закон Ньютона)	1
	Итого:	10

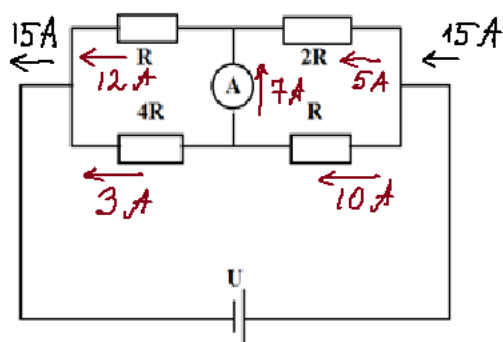
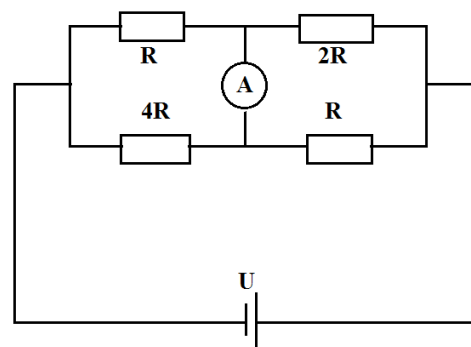
Предмет	Класс	Дата	Время начала	Время окончания
физика	9	10.11.2025	10.00	13.00

2. «Идеальные показания»

В схеме на рисунке напряжение на батарее $U = 220$ В, сопротивление $R = 10$ Ом. Амперметр и батарея идеальные. Найдите показания амперметра. Что покажет идеальный вольтметр, если поставить его вместо амперметра?

Возможное решение:

Сопротивление идеального амперметра равно нулю, поэтому можно считать, что резисторы R и $4R$, а также $2R$ и R включены попарно параллельно.



Общее сопротивление цепи $4/5 R + 2/3 R = 22/15 R$. Сила тока, текущего через источник: $I = 15U/22R = 15$ А. Токи в ветвях соответственно: в верхней ветви цепи текут токи 12 А и 5 А, в нижней ветви – 3 А и 10 А. Поэтому сила тока, текущего через амперметр, равна 7 А. Распределение токов в цепи показано на схеме.

Другой способ: если расставлять токи, то из соображений, что

напряжение на амперметре равно нулю, и напряжение на верхнем левом резисторе равно напряжению на нижнем левом, аналогично справа. Токи в узлах справа и слева равны: $5I_1 = 3I_2$. Напряжение $U = 4I_1R + 2I_2R$. Найдём токи: $I_1 = \frac{3U}{22R} = 3$ А, $I_2 = \frac{5U}{22R} = 5$ А.

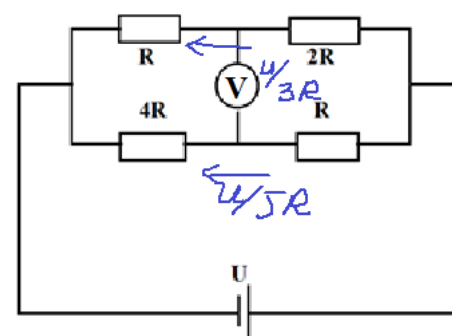
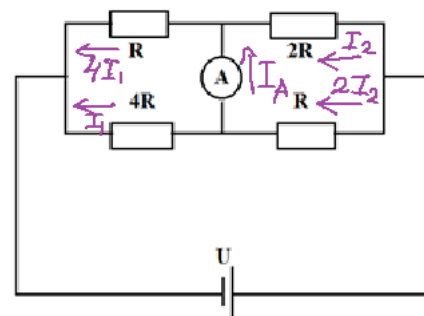
$$I_A = 4I_1 - I_2 = \frac{7U}{22R} = 7 \text{ А}$$

Из равенства напряжений при параллельном подключении находим токи на верхней и нижней ветвях: $I_1 = U/3R$ ток $I_2 = U/5R$.

Обойдем левый контур: $I_1R - I_2 \cdot 4R + U_V = 0$.

Найдём напряжение, которое показывает вольтметр:

$$U_V = I_2 \cdot 4R - I_1 \cdot R = U \left(\frac{4}{5} - \frac{1}{3} \right) = \frac{7}{15} U \approx 102,7 \text{ В.}$$



<i>Предмет</i>	<i>Класс</i>	<i>Дата</i>	<i>Время начала</i>	<i>Время окончания</i>
<i>физика</i>	<i>9</i>	<i>10.11.2025</i>	<i>10.00</i>	<i>13.00</i>

Критерии оценивания:

		<i>баллы</i>
1.	Эквивалентная замена амперметра перемычкой (напряжение на амперметре равно нулю).	1
2.	Расчет общего сопротивления схемы попарно параллельных резисторов $\frac{4}{5}R + \frac{2}{3}R = \frac{22}{15}R$, или расстановка токов из одинаковости напряжений (см картинку).	1
3.	Нахождение общего тока: $I = 15U/22R = 15 \text{ А}$, или равенство токов в узлах справа и слева: $5I_1 = 3I_2$.	1
4.	Нахождение токов через отдельные резисторы: $I_1 = \frac{3U}{22R} = 3 \text{ А}$, $I_2 = \frac{5U}{22R} = 5 \text{ А}$.	2
5.	Нахождение тока через амперметр: $I_A = 4I_1 - I_2 = \frac{7U}{22R} = 7 \text{ А}$.	1
6.	Вольтметр = разрыву цепи (ток через вольтметр не течет)	1
7.	Найдены токи в верхней и нижней ветвях $I_1 = U/3R$ ток $I_2 = U/5R$.	2
8.	Найдено напряжение, которое показывает вольтметр $U_V = I_2 \cdot 4R - I_1 \cdot R = U \left(\frac{4}{5} - \frac{1}{3} \right) = \frac{7}{15}U \approx 102,7 \text{ В}$.	1
	Итого:	10

Примечание: Можно решать другими способами, правила Кирхгофа, узловые потенциалы и т.п. В этом случае баллы ставятся пропорционально за соответствующий этап.

<i>Предмет</i>	<i>Класс</i>	<i>Дата</i>	<i>Время начала</i>	<i>Время окончания</i>
<i>физика</i>	<i>9</i>	<i>10.11.2025</i>	<i>10.00</i>	<i>13.00</i>

3. Встреча в воздухе

Белка сидит на дереве и бросает вниз шишки. Добрый Василий решил кинуть шишку белке обратно. Две шишки были запущены одновременно с одинаковыми скоростями, одна сверху вниз с высоты $H = 30$ м, другая – снизу вверх. Шишки встретились в воздухе на высоте $h = H/8$. Найдите, с какой скоростью были брошены шишки. Через какое время от момента броска шишки встретились? Чему равны скорости шишек в этот момент? На какую максимальную высоту поднималась шишка, запущенная снизу? Ускорение свободного падения $g \approx 10$ м/с². Сопротивлением воздуха пренебречь.

Возможное решение:

Введем ось y , например, вертикально вверх. Запишем координаты шишки, запущенной сверху и шишки, брошенной вверх, в момент встречи эти координаты равны $h = \frac{H}{8}$.

$$y_1 = H - vt - \frac{gt^2}{2} = h = \frac{H}{8}.$$

$$y_2 = vt - \frac{gt^2}{2} = h = \frac{H}{8}.$$

Решим уравнения, если, например, сложить уравнения, то избавимся от скорости: $gt^2 = H - \frac{H}{4} = \frac{3}{4}H$.

Тогда $t = \sqrt{\frac{3H}{4g}} = 1,5$ с.

Выразим начальную скорость $2vt = H$, тогда $v = \frac{H}{2t} = \frac{H}{2\sqrt{\frac{3H}{4g}}} = \frac{\sqrt{gH}}{\sqrt{3}} = 10$ м/с. Скорость

в момент столкновения у верхнего: $v_{\text{в}} = v + gt = 10 + 10 \cdot 1,5 = 25$ м/с; $v_{\text{н}} = v - gt = 10 - 10 \cdot 1,5 = -5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, т.е. шишка, запущенная снизу в этот момент уже летела вниз. Найдём, на какую максимальную высоту поднималась шишка, запущенная снизу. Можно из кинематики (уравнения по оси y , скорость в верхней точке равна нулю, а проще из закона сохранения энергии) $h_{\text{max}} = \frac{v^2}{2g} = 5$ м.

<i>Предмет</i>	<i>Класс</i>	<i>Дата</i>	<i>Время начала</i>	<i>Время окончания</i>
<i>физика</i>	<i>9</i>	<i>10.11.2025</i>	<i>10.00</i>	<i>13.00</i>

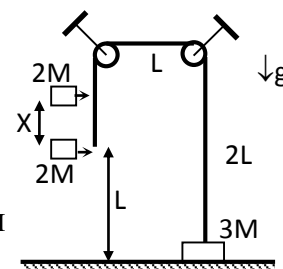
Критерии оценивания:

	<i>этапы решения</i>	<i>соотношения</i>	<i>балл</i>
1	Записана координата шишки, запущенной сверху	$y_1 = H - vt - \frac{gt^2}{2}$	1
2	Записана координата шишки, запущенной снизу	$y_2 = vt - \frac{gt^2}{2} = h = \frac{H}{8}$	1
3	При встрече координаты равны	$y_1 = y_2 = h = \frac{H}{8}$	1
4	Найдено время (один балл за формулу, один за числовой ответ)	$t = \sqrt{\frac{3H}{4g}} = 1,5 \text{ с}$	2
5	Найдена скорость (один балл за формулу, один за числовой ответ)	$v = \frac{H}{2t} = \frac{\sqrt{gH}}{\sqrt{3}} = 10 \text{ м/с}$	2
6	Найдена скорость верхнего	$v_{\text{в}} = v + gt = 10 + 10 \cdot 1,5 = 25 \text{ м/с}$	1
7	Найдена скорость нижнего (проекция на ось или модуль)	$v_{\text{н}} = v - gt = 10 - 10 \cdot 1,5 = -5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$	1
8	Найдем, на какую максимальную высоту поднималась шишка, запущенная снизу	$h_{\text{max}} = \frac{v^2}{2g} = 5 \text{ м}$	1
		Итого:	10

Предмет	Класс	Дата	Время начала	Время окончания
физика	9	10.11.2025	10.00	13.00

4. Упругий шнур

Через два маленьких блока перекинут невесомый однородный резиновый шнур длиной $4L$. К одному концу шнура прикреплен груз с массой $3M$, который лежит на полу. К другому концу, а также выше него на расстоянии $X < L$ к шнуру прикрепляют одинаковые грузы с массами $2M$ и медленно их отпускают. При каком значении жесткости шнура k груз с массой $3M$ будет касаться пола и в новом положении равновесия? Размерами грузов пренебречь.



Возможное решение:

Груз $3M$ будет касаться пола, если натяжение шнура будет меньше $3Mg$ (+0.5б). Это возможно, только если нижний груз слева (по рисунку) будет лежать на полу (+0.5б). Подвешиваемые грузы делят шнур на два более коротких отрезка, с жесткостями $4kL/X$ (+1б) и $4kL/(4L-X)$ (+1б) Для последовательно соединенных пружин складываются $1/k$, или проще, пружина в n раз большей длины имеет в n раз меньшую жесткость.

В граничном случае растяжение более длинной правой части шнура составит $L_1 = 3Mg(4L-X)/(4kL)$ (+1б), более короткий шнур между подвешиваемыми грузами будет иметь натяжение Mg (+1б) и растяжение $L_2 = MgX/4kL$ (+1б).

Из условия $L_1 + L_2 = L$ (+1б) следует, что в такой ситуации $k = \frac{6L-X}{2L^2}Mg$ (+2 балла за граничное значение). Значит, груз с массой $3M$ останется лежать на полу при жесткостях, отвечающих условию $k < \frac{6L-X}{2L^2}Mg$ (+1 балл за явно сформулированное утверждение)

Критерии оценивания:

	этапы решения	соотношения	балл
1	Условие касания пола груза $3M$	$T < 3Mg$	0,5
2	При этом нижний груз слева (по рисунку) на полу	Можно рисунком	0,5
3	Найдены жесткости соответствующих участков	$4kL/X$ и $4kL/(4L-X)$	2

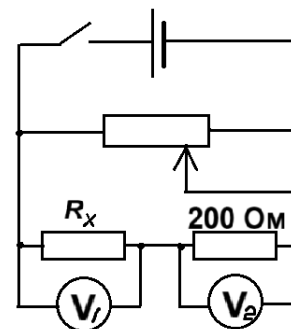
<i>Предмет</i>	<i>Класс</i>	<i>Дата</i>	<i>Время начала</i>	<i>Время окончания</i>
<i>физика</i>	<i>9</i>	<i>10.11.2025</i>	<i>10.00</i>	<i>13.00</i>

4	Растяжение более длинной правой части шнура в граничном случае	$L_1 = 3Mg(4L - X)/(4kL)$	1
5	натяжение более короткого шнура между подвешиваемыми грузами из условия равновесия среднего груза	$T_2 = 3Mg - 2Mg = Mg$	1
6	Растяжение нижнего груза	$L_2 = MgX/4kL$	1
7	Суммарное растяжение	$L_1 + L_2 = L$	1
8	Найдено k	$k = \frac{6L - X}{2L^2}Mg$	2
9	Сделан вывод, при каких значениях груз 3M останется лежать на полу	$k < \frac{6L - X}{2L^2}Mg$	1
		Итого:	10

Предмет	Класс	Дата	Время начала	Время окончания
физика	9	10.11.2025	10.00	13.00

5. ВАХ резистора

Для определения сопротивления неизвестного резистора юный физик Глеб хотел построить ВАХ – вольтамперную характеристику, т.е. зависимость силы тока в резисторе от напряжения на нём, однако в его распоряжении не оказалось амперметра, а только два вольтметра. Находчивый Глеб догадался, что можно обойтись и так, собрал схему (смотри рисунок) и снял серию измерений.



$U_1, \text{В}$	0,2	0,4	0,6	0,7	0,9	1,0	1,1	1,3	1,4	1,5
$U_2, \text{В}$	0,8	1,8	2,6	3,3	4,0	4,5	5,1	5,8	6,4	7,0

Используя экспериментальные данные, необходимо: 1) построить график зависимости силы тока в неизвестном резисторе R_x от напряжения на нём; 2) по графику определить сопротивление неизвестного резистора; 3) определить показания вольтметров, если на участок цепи с резисторами будет подано напряжение 9В.

Возможное решение и критерии оценивания:

1) Произведён расчёт силы тока в неизвестном резисторе, соединённом последовательно с известным, по напряжению U_2 на известном резисторе $R=200 \text{ Ом}$, дополнена таблица значениями силы тока $I = \frac{U_2}{R}$ **1 балл**

$U_1, \text{В}$	0,2	0,4	0,6	0,7	0,9	1,0	1,1	1,3	1,4	1,5
$U_2, \text{В}$	0,8	1,8	2,6	3,3	4,0	4,5	5,1	5,8	6,4	7,0
$I, \text{мА}$	4	9	13	16,5	20	22,5	25,5	29	32	35

2) Построен график зависимости $I(U)$

3 балла

- верно подписаны и оцифрованы оси (см требования к РЭ) **0,5 балла**
- подходящий масштаб (больше 50%) **1 балл**
- нанесены **ВСЕ** точки из таблицы **0,5 балла**
- верно проведена сглаживающая **прямая** **1 балл**

2) С помощью графика определён угловой коэффициент

2 балла

- из графика найдено $R_x = \frac{\Delta U}{\Delta I} \approx \frac{1,05 \text{В}}{0,024 \text{А}} \approx 44 \text{ Ом}$

Предмет	Класс	Дата	Время начала	Время окончания
физика	9	10.11.2025	10.00	13.00

- за верный метод и адекватный выбор значений для расчёта численного значения, т.е. достаточно большой треугольник показан на графике

1 балл

(если маленький треугольник, то 0,5 балла; если совсем нет пометки на графике, то 0 баллов)

- числовое значение в пределах 42 – 46 Ом
(если в пределах 40 – 48 Ом, то 0,5 балла)

1 балл

3) Определены новые показания вольтметров при $U=9В$

4 балла

- записаны соотношения напряжений $U_1+U_2=U$ и сопротивлений $\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_x}{R}$

1 балл

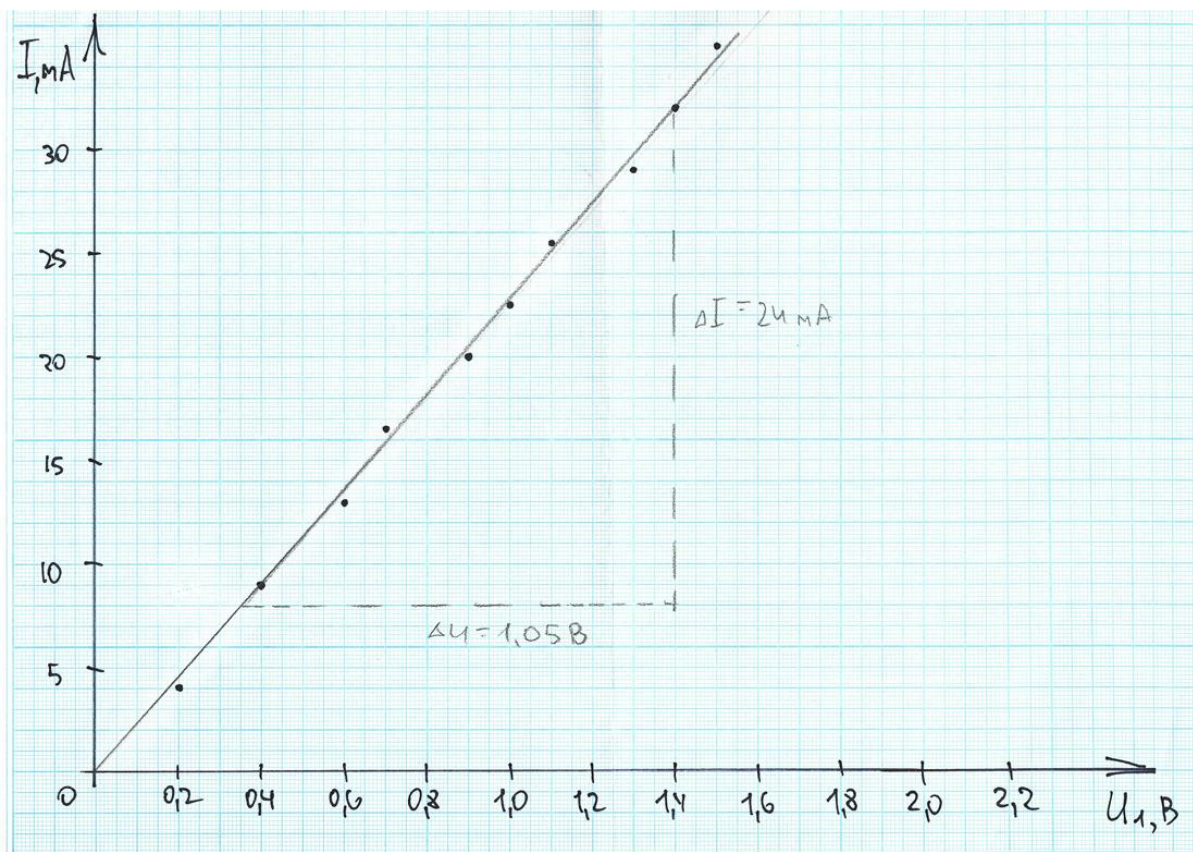
- получены формулы $U_1 = \frac{U \cdot R_x}{R+R_x}$ и $U_2 = \frac{U \cdot R}{R+R_x}$

2 балла

- определены значения $U_1 \approx 1,6 В$ и $U_2 \approx 7,4 В$

1 балл

Примерный вид графика



Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
в 2025-2026 учебном году

<i>Предмет</i>	<i>Класс</i>	<i>Дата</i>	<i>Время начала</i>	<i>Время окончания</i>
<i>физика</i>	<i>9</i>	<i>10.11.2025</i>	<i>10.00</i>	<i>13.00</i>

Рекомендации для жюри

Каждая задача оценивается из 10 баллов. Участники олимпиады могут предложить полные и верные решения задач, отличные от приведённых в ключе. За это они должны получить полный балл. Частичное решение или решение с ошибками оценивается, ориентируясь на этапы решения, приведённые в разбалловке. При этом верные выводы из ошибочных допущений не добавляют баллов. Если какой-то этап решения не полный, или частично правильный, то он оценивается частью баллов за этап. Если в решении участника олимпиады предложенные этапы объединены как один, то оценка проводится из суммарного балла. **Наличие лишь ответа без решения не оценивается.** При наличии у участника двух решений без указания, какое он считает верным, оценка проводится по худшему. Для удобства работы жюри решения и критерии оценки для каждой задачи приведены на отдельной странице и при необходимости снабжены комментарием. К некоторым задачам может приводиться два варианта решения. Следует держаться духа и буквы предлагаемой разбалловки, чтобы обеспечить сопоставимость проверки на разных площадках проведения.

С вопросами по критериям оценок можно обратиться или по электронной почте masha.yuldasheva@mail.ru или по телефону 8-913-940-45-06 к председателю предметно-методической комиссии олимпиады *Юлдашевой Марии Рашидовне*.