

Шифр

 $\Sigma$ 

## 10-Т1. Исследовательский зонд

№	Пункт разбалловки	Балл	Пр	Ап
1.1	Записано соотношение $R/r = \sin^{-1}(\theta_{max})$ или его аналог. <b>Примечание:</b> Допустимо, если указанная формула будет приведена с подстановкой числового значения $\theta_{max}$ .	1.0		
1.2	Получен численный ответ: $R/r \approx 3,864$ или $r/R \approx 0,259$ . <b>Примечание 1:</b> Выражение вида $R/r = \sin^{-1}(15^\circ)$ в этом пункте критериев не оценивается! <b>Примечание 2:</b> Баллы за данный пункт критериев <i>выставляются</i> , если численный ответ из-за выполненных округлений отличается от авторского, но попадает в один из допустимых диапазонов — $R/r \in [3,80; 4,00]$ или $r/R \in [0,25; 0,27]$ .	0.5		
2.1	Записано, что $(\omega_c/\omega_3)^2 = (R/r)^3$ или $(T_3/T_c)^2 = (R/r)^3$ . <b>Примечание 1:</b> Данное соотношение может быть <i>выведено</i> из закона всемирного тяготения или записано <i>без вывода</i> , как следствие третьего закона Кеплера. Баллы ставятся в обоих случаях. <b>Примечание 2:</b> Допустимы иные формы записи, тождественные указанным.	1.5		
2.2	Записана правильная формула для относительной угловой скорости Болтика $\omega_{отн}$ или для периода относительного движения Болтика $T_{отн}$ (выраженных через угловые скорости или периоды движения зонда и спутника)	1.0		
2.3	Указано, что дуга, пройденная Болтиком между первым пересечением видимого края планеты и точкой максимального отклонения, соответствует углу, равному $\omega_{отн}t_1$ , или записано аналогичное выражение.	0.5		

2.4	<p>Записана теорема синусов или иное верное уравнение (система уравнений), связывающее <math>R</math>, <math>r</math> и угол <math>\theta_0</math> и позволяющее определить <math>\angle OAD</math> или <math>\angle OAS</math>. <b>Примечание 1:</b> Обозначения точек здесь приведены в соответствии с авторским решением. В решении участника эти обозначения не обязаны совпадать с авторскими! <b>Примечание 2:</b> Допустимо, если указанное уравнение будет приведено с частичной или полной подстановкой числовых значений <math>\theta_{max}</math>, <math>\theta_0</math> и <math>R/r</math>.</p>	1.0		
2.5	<p>Получено верное значение угловой меры дуги <math>\angle AOB</math>, пройденной Болтиком за время <math>t_1</math>. <b>Примечание:</b> Балл за данный пункт критериев <i>выставляется</i>, если численный ответ из-за выполненных округлений отличается от авторского, но попадает в допустимый диапазон <math>\angle AOB \in [65,8^\circ ; 66,8^\circ]</math>.</p>	1.0		
2.6	<p>Найдено верное значение <math>T_{отн} = 895</math> мин или <math>\omega_{отн} = \frac{66,334^\circ}{165 \text{ мин}} = 0,4^\circ/\text{мин}</math> с допустимой погрешностью 1%. <b>Примечание:</b> Если за данный пункт критериев баллы участнику выставлены, баллы за предыдущий пункт ставятся автоматически.</p>	0.5		
2.7	<p>Получен верный численный ответ: <math>T \approx 5900</math> мин. <b>Примечание 1:</b> Тожественные ответы, приведённые в любых допустимых единицах измерения времени (секунды, минуты, часы и т.д.), оцениваются одинаково. <b>Примечание 2:</b> Балл за данный пункт критериев <i>выставляется</i>, если численный ответ из-за выполненных округлений отличается от авторского, но попадает в допустимый диапазон — <math>T \in [5600 ; 6300]</math> мин. <b>Примечание 3:</b> Если за данный пункт критериев баллы участнику выставлены, баллы за два предыдущих пункта ставятся автоматически.</p>	1.0		
3.1	<p>Получено соотношение между радиусами Шелезяки и орбиты зонда: <math>R_{Ш} = R \sin(\theta_0)</math> или аналогичное. <b>Примечание:</b> Допустимо, если указанная формула будет приведена с подстановкой числового значения <math>\theta_0</math>.</p>	1.0		

3.2	Записан 2й закон Ньютона для движения зонда по круговой орбите: $m\omega_3^2 R = G \frac{Mm}{R^2}$ или аналогичное выражение. <b>Примечание:</b> Для выставления баллов в этом пункте критериев участником должна быть записана корректная формула, содержащая угловую скорость <i>или</i> период обращения зонда вокруг планеты и массу Шелезяки $M$ .	1.0		
3.3	Записана формула связи между массой планеты, её плотностью и радиусом, например $M = \frac{4}{3}\pi R_{\text{Ш}}^3 \rho$ .	0.5		
3.4	Записано верное соотношение между $\rho$ , $\theta_0$ (или $R_{\text{Ш}}/R$ ), $G$ и $\omega_3$ (или $T$ ), например: $\rho = \frac{3\omega_3^2}{4\pi G \sin^3(\theta_0)}$ или $\rho = \frac{3\pi}{GT^2 \sin^3(\theta_0)}$ . <b>Примечание:</b> Допустимо, если указанная формула будет приведена с частичной или полной подстановкой числовых значений $\pi$ , $\theta_0$ , $G$ , $R_{\text{Ш}}/R$ , $\omega_3$ и $T$ .	0.5		
3.5	Получен верный численный ответ: $\rho \approx 7900$ кг/м <sup>3</sup> . <b>Примечание 1:</b> Если ответ получен корректным способом, балл за предыдущий пункт ставится автоматически. <b>Примечание 2:</b> Баллы за данный пункт критериев <i>выставляются</i> , если численный ответ из-за выполненных округлений отличается от авторского, но попадает в допустимый диапазон — $\rho \in [6800; 8800]$ кг/м <sup>3</sup> .	1.0		

Шифр

 $\Sigma$ 

## 10-Т2. С ускорением

№	Пункт разбалловки	Балл	Пр	Ап
1.1	Определён модуль ускорения $a_0 = g$ .	1.0		
	<b>Примечание.</b> При оценивании пунктов критериев в вопросах 2, 3, 4 и 5 задачи баллы можно выставлять ТОЛЬКО ЗА ОДИН из использованных методов (Метод 1 или Метод 2). Если жюри считает, что в работе использованы оба метода, следует выбрать тот, сумма баллов за который окажется выше. Далее во всех пунктах критериев допустимы иные формы записи выражений, тождественные указанным.			
2.1	<b>Метод 1.</b> Записано выражение для ускорения центра масс в проекции на ось $y$ : $a_y = \frac{mg-F}{m} = g - \frac{F}{m}$ .	1.5		
2.2	<b>Метод 1.</b> Используется соотношение $L + \frac{a_y \tau^2}{2} = \frac{g \tau^2}{2}$ .	1.5		
2.3°	<b>Метод 2.</b> В НеИСО записано выражение для ускорения центра масс $a' = F/m$ .	1.5		
2.4°	<b>Метод 2.</b> В НеИСО учтено, что $\tau = \sqrt{\frac{2L}{a'}}$ .	1.5		
2.5	Получет ответ $\tau = \sqrt{\frac{2Lm}{F}}$ .	1.0		
3.1	<b>Метод 1.</b> Записано выражение для скорости цепочки $v_y = a_y \tau$ сразу после её разворота.	1.5		
3.2°	<b>Метод 2.</b> В НеИСО записано выражение $v' = a' \tau$ для скорости цепочки сразу после её разворота.	0.5		
3.3°	<b>Метод 2.</b> Записано выражение для скорости НеИСО в момент времени $\tau$ : $v_c = g \tau$ .	0.5		
3.4°	<b>Метод 2.</b> С учётом закона сложения скоростей получено: $v_y = v_c - v'$ .	0.5		
3.5	Получен ответ $v =  g - \frac{F}{m}  \sqrt{\frac{2Lm}{F}}$ . Если получен ответ для проекции скорости на вертикальную ось, то ставится полный балл за пункт.	1.0		
4.1	<b>Метод 1.</b> Записано выражение для работы силы $F$ : $A_F = F(L - \frac{a_y \tau^2}{2})$ .	0.5		

4.2	<b>Метод 1.</b> Записано выражение для изменения потенциальной энергии $\Delta\Pi = -mg\frac{a_y\tau^2}{2}$ .	0.5		
4.3	<b>Метод 1.</b> Записан закон сохранения энергии $A_F = \Delta E_{\text{мех}} + Q$ .	0.5		
4.4°	<b>Метод 2.</b> В НеИСО записано определена работа силы $F$ : $2FL$ .	0.5		
4.5°	<b>Метод 2.</b> В НеИСО записано выражение для изменения кинетической энергии цепочки $\frac{mv'^2}{2} = FL$ .	0.5		
4.6°	<b>Метод 2.</b> В НеИСО использован закон сохранения энергии.	0.5		
4.7	Получен ответ $Q = FL$ .	1.0		
5.1	<b>Метод 1.</b> Записано соотношение $\frac{m}{2}a_y = \frac{m}{2}g - T$ .	1.0		
5.2°	<b>Метод 2.</b> В НеИСО записано соотношение $T = \frac{m}{2}a'$ .	1.0		
5.3	Получен ответ $T = \frac{F}{2}$ .	1.0		
	<b>Примечание.</b> Полностью правильное решение, полученное неавторским методом, оценивается полным баллом.			

Шифр

 $\Sigma$ 

## 10-Т3. Пузырёк чёрного курильщика

№	Пункт разбалловки	Балл	Пр	Ап
1.1	Записано условие равновесия пузырька в виде $mg = F_{\text{Арх}}$ , равенство плотностей воды и газа (или другое равносильное утверждение).	1.0		
1.2	Записано выражение для плотности газа: $\rho = \frac{\mu p}{RT}$ .	1.0		
1.3	Записано выражение для давления воды на глубине $h$ : $p = p_0 + \rho gh$ .	1.0		
1.4	Получена связь между температурой газа и глубиной погружения: $T = \frac{\mu p_0}{R \rho_{\text{в}}} + \frac{\mu g}{R} \cdot h$ .	1.0		
1.5	Вычислены коэффициенты линейной зависимости $T(h)$ : $T = 2,67 \text{ К} + 0,267 \frac{\text{К}}{\text{м}} \cdot h$ .	1.0		
1.6	Учтено, что температура на графике указана в градусах Цельсия, и уравнение прямой пересчитано для этой шкалы: $t = -270,48 \text{ }^\circ\text{C} + 0,267 \frac{^\circ\text{C}}{\text{м}} \cdot h \approx -270 \text{ }^\circ\text{C} + 0,267 \frac{^\circ\text{C}}{\text{м}} \cdot h$ . Если результат представлен сразу в градусах Цельсия, то балл за предыдущий пункт ставится автоматически.	1.0		
1.7	Результат представлен на графике зависимости температуры воды от глубины. В случае корректного графика, результаты за два предыдущих пункта ставятся автоматически.	1.0		
1.8	Указано, что существует три положения равновесия пузырька в воде.	1.0		
	<b>Найдена глубина, на которой пузырёк будет в положении равновесия.</b>			
1.9	$h_A \in [1005; 1055] \text{ м}$ .	0.5		
1.10	$h_B \in [1085; 1135] \text{ м}$	0.5		
1.11	$h_C \in [1110; 1160] \text{ м}$	0.5		
2.1	Обосновано, что положение равновесия в точке $B$ устойчиво, а в точках $A$ и $C$ неустойчиво: для всех трёх положений равновесия; — для двух положений равновесия; — для одного положения равновесия.	2.5  2.0 1.0		

Шифр

 $\Sigma$ **10-Т4. Точно не Снеллиус?**

№	Пункт разбалловки	Балл	Пр	Ап
1.1	Сделан вывод, что линза не может быть рассеивающей.	1.0		
1.2	Случай с действительным изображением. Сделано утверждение, что точка $B$ лежит в плоскости двойного фокуса.	0.5		
1.3	Случай с действительным изображением. Указано, что оптический центр линзы — середина отрезка $BB'$ , восстановлено положение оптического центра.	1.0		
1.4	Случай с мнимым изображением. Сделано утверждение или показано на рисунке, что точка $B$ лежит между плоскостью линзы и фокальной плоскостью.	0.5		
1.5	Случай с мнимым изображением. Правильно записана формула тонкой линзы.	1.0		
1.6	Случай с мнимым изображением. Правильно найдено и восстановлено положение оптического центра линзы.	1.0		
2.1	Найдено пересечение продолжения отрезка $AB$ и прямой $\alpha$ .	1.0		
2.2	В случае действительного изображения $B$ восстановлено положение линзы.	0.5		
2.3	В случае мнимого изображения $B$ восстановлено положение линзы.	0.5		
2.4	В случае действительного изображения $B$ восстановлена главная оптическая ось линзы.	0.5		
2.5	В случае мнимого изображения $B$ восстановлена главная оптическая ось линзы.	0.5		
3.1	В случае действительного изображения $B$ восстановлены положения фокусов линзы.	1.0		
3.2	В случае мнимого изображения $B$ восстановлены положения фокусов линзы.	1.0		
4.1	В случае действительного изображения $B$ восстановлено положения точки $A'$ .	1.0		

4.2	В случае мнимого изображения $B$ восстановлено положения точки $A'$ .	1.0		
-----	---	-----	--	--

Шифр

 $\Sigma$ 

## 10-Т5. Усилитель

№	Пункт разбалловки	Балл	Пр	Ап
	<b>Во всех пунктах настоящих критериев различие между строгим и нестрогим неравенством, то есть между парами знаков <math>&lt;</math> и <math>\leq</math>, <math>&gt;</math> и <math>\geq</math>, считать несущественным.</b>			
1.1	Записана связь напряжения на выходе с силой тока между стоком и истоком $U = \mathcal{E}IR$ или аналогичное выражение. <b>Примечание:</b> Если вместо $I$ написано $I_{\text{нас}}$ , если вместо $R$ и/или $\mathcal{E}$ подставлены конкретные значения из условия задачи, баллы за этот пункт ставятся.	0.5		
1.2	Указано, что синусоидальность выходного сигнала реализуется при условии $U_{\text{зи}} > -U_0$ . <b>Примечание 1:</b> Достаточно указания, что синусоидальность выходного сигнала реализуется <i>только</i> на возрастающем участке зависимости $I_{\text{нас}}(U_{\text{зи}})$ (без прямого указания на неравенство). <b>Примечание 2:</b> Обоснование в этом пункте критериев не требуется.	1.0		
1.3	Используя линейность зависимости $I_{\text{нас}}(U_{\text{зи}})$ , обосновано, что синусоидальность выходного сигнала реализуется при условии $U_{\text{зи}} > -U_0$ . <b>Примечание:</b> Если за пункт критериев поставлены баллы, то за предыдущий пункт они ставятся автоматически.	1.5		
1.4	Получено, что синусоидальность выходного сигнала реализуется при условии $U_{\text{зи}} \leq \left(\frac{\mathcal{E}}{I_0 R} 1\right) U_0$ . <b>Примечание 1:</b> Допустимо, если в данном неравенстве будут сразу подставлены конкретные значения $\mathcal{E}$ , $I_0$ и/или $U_0$ из условия задачи. <b>Примечание 2:</b> Если участник сразу подставляет значение $R$ , то указанное неравенство должно быть приведено в двух версиях (для $R = 5 \text{ Ом}$ и $R = 16 \text{ Ом}$ ). Если приведён только <i>один вариант</i> , за данный пункт ставится максимум 0,5 балла.	1.5		

1.5	Получен ответ для случая (а): $U_a \leq 1$ В. <b>Примечание:</b> Данный пункт при отсутствии баллов за предыдущий оценивается в ноль баллов.	0.5		
1.6	Получен ответ для случая (б): $U_a \leq 0,25$ В	1.0		
2.1	Получено выражения для коэффициента усиления $K = \frac{I_0 R}{U_0}$	1.0		
2.2	Получен числовой ответ: $K = 2,5$	0.5		
3.1	Указано, что график является “обрезанной” сверху и снизу, смещённой вверх по оси ординат синусоидой. <b>Примечание:</b> Достаточно словесного упоминания и/или чертежа, из которого видно данное свойство.	0.5		
3.2	Обосновано, что синусоида должна быть “обрезанной” сверху и снизу.	0.5		
	<b>График зависимости <math>U(t)</math></b>			
3.3	Значение выходного напряжения в точках $t = N\tau$ , где $N = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$ , равно 6 В. <b>Примечание:</b> Достаточно словесного упоминания данного свойства, например, в виде указания на положение средней линии исходной синусоиды.	0.5		
3.4	Вблизи оси ординат (оси $U$ ) наклон кривой отрицательный. <b>Примечание:</b> Достаточно того, что на графике видно указанное свойство.	1.0		
3.5	Значения больше 10 В и меньше 0 В “обрезаны” горизонтальными линиями $U = 10$ В и $U = 0$ В.	1.0		
3.6	Горизонтальные участки симметричны относительно положения пиков исходной синусоиды (то есть точек с абсциссами $\pm\tau/2, \pm 3\tau/2, \dots$ ).	0.5		
3.7	Верхние горизонтальные участки длиннее нижних. <b>Примечание:</b> Указанное свойство должно быть явно видно из графика или прописано словами.	0.5		