

**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**
Вариант 09-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

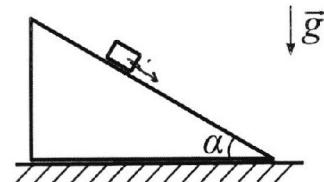
1. Шайба массой $m=0,2$ кг движется поступательно по гладкой горизонтальной плоскости. Скорость шайбы изменяется со временем по закону $\vec{V}(t) = \vec{V}_0 \left(1 - \frac{t}{T}\right)$, где \vec{V}_0 – вектор начальной скорости, модуль начальной скорости $V_0 = 4$ м/с, постоянная $T = 2$ с.

1. Найдите путь S , пройденный шайбой за время от $t = 0$ до $t = 4T$.
2. Найдите модуль F горизонтальной силы, действующей на шайбу.
3. Найдите работу A силы F за время от $t = 0$ до $t = T$.

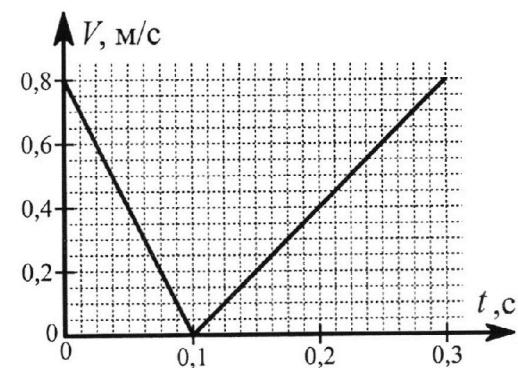
2. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Через $T = 4$ с мяч падает на площадку. Известно, что отношение максимальной и минимальной скоростей мяча в процессе полета $\frac{V_{MAX}}{V_{MIN}} = n = 2$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Силу сопротивления воздуха считайте пренебрежимо малой.

1. Найдите максимальную высоту H полета.
2. Найдите горизонтальную дальность S полета.
3. Найдите радиус R кривизны начального участка траектории.

3. На шероховатой горизонтальной плоскости стоит клин. Шайбу кладут на шероховатую наклонную плоскость клина и сообщают шайбе начальную скорость. Шайба движется по покоящемуся клину. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Поступательное движение шайбы до и после остановки происходит по одной и той же прямой. Масса шайбы $m = 0,2$ кг, масса клина $2m$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².



1. Найдите $\sin \alpha$, где α – угол, который наклонная плоскость образует с горизонтом.
2. Найдите модуль F_{TP} наибольшей силы трения, с которой горизонтальная плоскость действует на клин в процессе движения шайбы по клину при $0 < t < 0,3$ с.
3. При каких значениях коэффициента μ трения скольжения клина по горизонтальной плоскости клин будет находиться в покое при $0 < t < 0,3$ с?





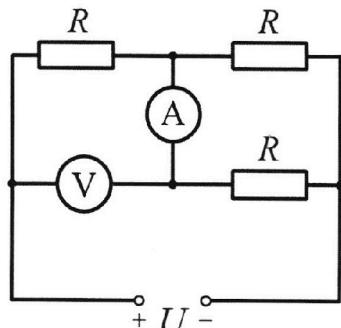
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 09-01



*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.*

4. В электрической цепи (см. схему на рис.) сопротивления трех резисторов одинаковы и равны $R = 100 \text{ Ом}$. Цепь подключена к источнику постоянного напряжения $U = 30 \text{ В}$. Сопротивление амперметра пренебрежимо мало по сравнению с R , сопротивление вольтметра очень велико по сравнению с R .



- 1 Найдите силу I тока, текущего через источник.
- 2 Найдите показание U_B вольтметра.
- 3 Какая мощность P рассеивается в цепи?

5. В калориметр, содержащий воду при температуре $t_1 = 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$, помещают лед. Масса льда равна массе воды. После установления теплового равновесия отношение массы льда к массе воды $n = 9/7$.

1. Найдите долю δ массы воды, превратившейся в лед.
2. Найдите начальную температуру t_2 льда.

В теплообмене участвуют только лед и вода. Удельная теплоёмкость льда $c_L = 2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot {^{\circ}}\text{C})$, удельная теплоёмкость воды $c_B = 4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot {^{\circ}}\text{C})$, удельная теплота плавления льда $\lambda = 3,36 \cdot 10^5 \text{ Дж}/\text{кг}$, температура плавления льда $t_0 = 0 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.



- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

СТРАНИЦА
1 из 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач **нумеруются отдельно**. Порча QR-кода недопустима!

N¹

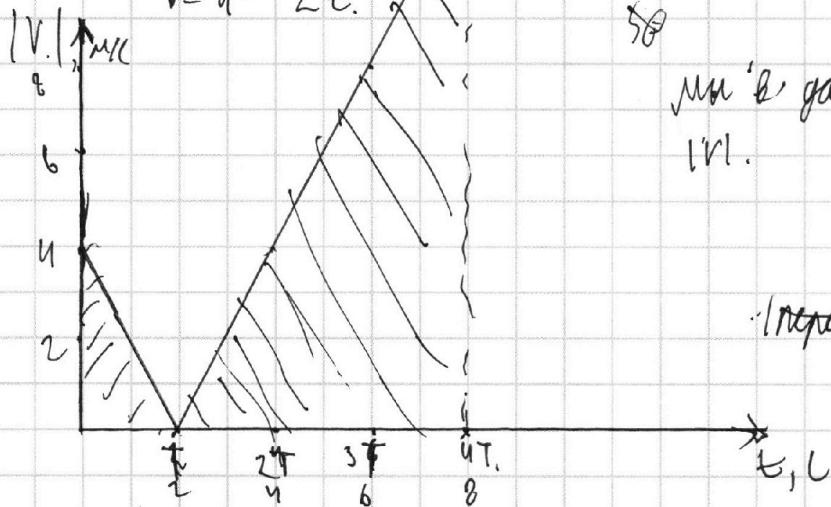
Заметим, что по данному закону скопом движется по линии, но остается всегда параллельной траектории, значит \forall час движение по оной прямой и значит верно уравнение $v = v_0(1 - \frac{t}{T})$ (и путь s является линейной функцией времени).

$v = v_0(1 - \frac{t}{T}) = v_0 - \frac{v_0}{T}t$, заметим что по уравнению для скопом $v = v_0 - at$, значит $a = \frac{v_0}{T}$, а значит ускорение скопом постоянно. ($a = \frac{v_0}{T} = 2 \text{ м/с}^2$).

$$v = v_0 - at.$$

$$v = u - 2t.$$

$$T = 2 \text{ с} \quad \text{и} \quad T = 3 \text{ с}. \quad \text{Неважно}$$



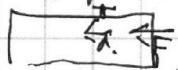
Мы в данном случае берем $|V|$.

L- перемещение чайки.

(Пересечение)

Путь равен прошедшему чайкой пути между наибольшим и наименьшим положениями.

$$S = \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot 2 + \frac{1}{2} \cdot 12 \cdot 6 = 4 + 36 = 40 \text{ м.}$$



где F и мы изолируем F : $ma = F$ $F = 0,2 \cdot 2 = 0,4 \text{ Н}$.

Заметим что в данном случае при t=0 и t=T масса оста
живает и при этот моменте движение против направления движения
значит работа приложенного усилия

$$\Delta F = -s \cdot F = -\frac{1}{2} \cdot 4 \cdot 2 \cdot 0,4 = -1,6 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Ответ: $S = 40 \text{ м}$ $F = 0,4 \text{ Н}$ $\Delta F = -1,6 \text{ Н} \cdot \text{м.}$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.



- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

СТРАНИЦА
1 из 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по **каждой из задач** нумеруются **отдельно**. Порча QR-кода недопустима!

У нас получалась линия.

постоянна максимальная скорость
движ. в точках В и С (она

получила по же закону сопротивления
движения), а $V_{\text{ макс}} = \sqrt{V_{\text{ нач}}^2 - 2gH}$

$$1. \frac{V_{\text{ макс}}^2}{2} = \frac{V_{\text{ нач}}^2}{2} + gH \Rightarrow V_{\text{ нач}} = V_{\text{ макс}} - 2gH$$

$$V_{\text{ нач}} = \sqrt{V_{\text{ макс}}^2 - 2gH}. \text{ макс., замедление}$$

и то т.л. скорость $V_{\text{ нач}}$ когда максимум

в движ. бывала токсична для траектории, когда прошло некоторое
время ($T = 2L$), мы получим $V_y = gT = 20 \text{ м/с}$, тогда $V_{\text{ нач}} = \sqrt{V_{\text{ макс}}^2 - V_y^2}$

$$V_y^2 = 2gH.$$

$$2gH = 400.$$

$$H = 20 \text{ м.}$$

$$\frac{V_{\text{ макс}}}{\sqrt{V_{\text{ макс}}^2 - 2gH}} = 1.$$

$$\frac{V_{\text{ макс}}}{\sqrt{V_{\text{ макс}}^2 - 2gH}} = \sqrt{2}.$$

$$\therefore V_{\text{ макс}} = \sqrt{2} V_{\text{ нач}} = 20\sqrt{2} \text{ м/с}$$

$$\therefore V_{\text{ макс}} = \sqrt{\frac{1600}{3}} = \frac{40}{\sqrt{3}} \text{ м/с.}$$

$$S = V_{\text{ нач}} \cdot T = \frac{80}{\sqrt{3}} \text{ м}$$

$$\cos \alpha = \frac{V_{\text{ нач}}}{V_{\text{ макс}}} = \frac{1}{\sqrt{2}}.$$

$$a_n = \cos \alpha \cdot a.$$

$$a_n = 5 \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}.$$

$$a_n = \frac{V_{\text{ макс}}}{R_x}.$$

$$\therefore R_x = \frac{V_{\text{ макс}}}{a_n} = \frac{320}{5} = \frac{320}{3} \text{ м.}$$

$$\text{Очевидно: } H = 2 \text{ м} \quad S = \frac{80}{\sqrt{3}} \text{ м} \quad R_x = \frac{320}{3} \text{ м.}$$



$$V_{\text{ нач}}^2 + V_y^2 = V_{\text{ макс}}^2$$

$$V_{\text{ нач}} = \sqrt{V_{\text{ макс}}^2 - V_y^2}.$$

$$V_{\text{ нач}} = V_x$$

$$V_x$$

$$V_y$$

$$V_{\text{ макс}}$$

$$V_{\text{ нач}}$$

$$V_x$$

$$V_y$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по **каждой из задач** нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Первый замечание, что
шайба ускоряется с силой $F_g = mg \sin \alpha$
(если) всё время $\alpha < \theta < 90^\circ$.

$$\text{II зм. } F_2 = F_{gab} \cdot \sin \alpha = mg \cos \alpha \cdot \sin \alpha$$

$$F_2 = F_{gab} \cdot \cos \alpha = mg \cos^2 \alpha \text{ ускорение.}$$

$$F_2 + 2mg = N \quad (\text{но II зм!})$$

$$\begin{aligned} F_{\text{норм}} &\geq N, \quad F_{\text{норм}} = N \cdot \mu_k = (F_2 + 2mg) \mu_k = 2 \cdot 0,6 \cdot 0,8 = \\ &= (mg \cos^2 \alpha + 2mg) \mu_k \\ &= 2,496 \text{ Н.} \end{aligned}$$

Максимальная нормальная сила трения. $F_{\text{норм}} > F_2$

$$(mg \cos^2 \alpha + 2mg) \mu_k \geq mg \cos \alpha \cdot \sin \alpha.$$

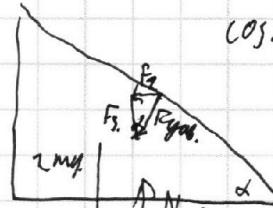
$$(\cos^2 \alpha + 2) \mu_k \geq \cos \alpha \cdot \sin \alpha.$$

$$\mu_k \geq \frac{\cos \alpha \cdot \sin \alpha}{\cos^2 \alpha + 2} = \frac{0,6 \cdot 0,8}{1,64 + 2} = \frac{0,48}{3,64} =$$

$$\frac{12}{132} = \frac{12}{66} = \frac{2}{11}.$$

$$\mu_k \geq \frac{2}{11}.$$

$$\text{Ответ: } \sin \alpha = 0,6 \quad F_{\text{норм}} = 0,96 \text{ Н} \quad \mu_k \geq \frac{2}{11}.$$



$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} \approx 0,8.$$

$F_{\text{норм}} = \text{на кинетич. ускор.}$
 $F_2 = \text{на кинемат. ускор.}$

$$F_2 = F_{\text{норм}} \cdot \mu_k = mg \cos \alpha \cdot \sin \alpha \cdot \mu_k$$

$$2,496 \text{ Н.}$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

СТРАНИЦА
1 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

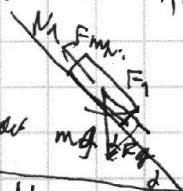
№3.

~~При этом замечаем что сила тяжести между двумя деревьями~~
~~выше по ходу~~ ~~меньше~~ ~~после остановки~~
не то. № 2 зм.

$$F_{\text{норм}} - F_1 = m \cdot a \quad (\text{т.к. это движение равно ускорению}), \text{ т.е.}$$

$F_{\text{норм}} > F_1$, т.к. замечаем когда мед. о.

замечаем что движение скользит замечаем та же
что трение горячее и $F_{\text{норм}} = F_1$, а замечаем о
ускорение будет равно 0 и мед. не будет
двигаться.

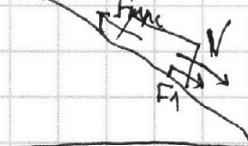


$$\begin{aligned} F_y &= mg \cdot \sin \alpha \\ F_1 &= \mu \cdot F_y \end{aligned}$$

Если тело изначально имело скорость маловажущую.

$F_1 > F_{\text{норм}}$ выше, то:

т.к.



$$\begin{aligned} \text{движение скользит} \\ \text{на } F_{\text{норм}} = N_1 F_y = \end{aligned}$$

$$= 165 \cdot mg \cdot N_1$$

после остановки:
мед. в начале пути.

№2 №3:

$$F_1 - F_{\text{норм}} = m \cdot a_2$$

$$\sin \alpha \cdot m \cdot g = N_1 \cos \alpha \cdot m \cdot g = m \cdot a_2$$

$$\sin \alpha \cdot g - \mu_1 \cos \alpha \cdot g = a_2$$

ускорение мед. постепенно.

$$V = V_0 + at, \text{ т.к. замечаем, что, т.к.}$$

замечаем что движение мед. и с остановкой которое движение

$$a_1 = \frac{0,6}{0,1} = 6 \text{ м/с}^2 \quad a_2 = \frac{0,6}{0,2} = 3 \text{ м/с}^2$$

$$N_1 \cos \alpha \cdot g - \mu_1 \cos \alpha \cdot g = a_1$$

$$\sin \alpha \cdot g - \mu_1 \cos \alpha \cdot g = a_2$$

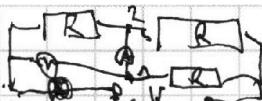
$$1 \cdot \sin \alpha \cdot g = a_1 + a_2 = 12$$

$$\sin \alpha = 0,6$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

СТРАНИЦА
1 из 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач **нумеруются отдельно**. Порча QR-кода недопустима!


№ 4
Если учесть что вспомогательная система имеет сопротивление то можно пересчитать как на

расс.

Вольтметр показывает напряжение V_1 , а амперметр показывает I_1 (т.е. показания φ_1 и ψ_1 равны).

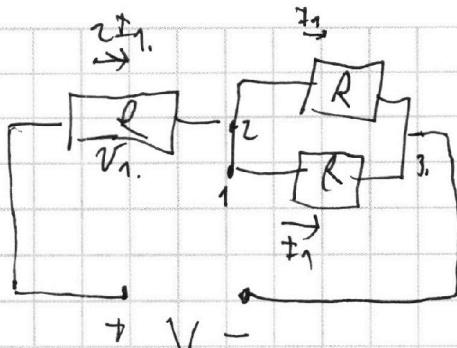
$$R_{23} = \frac{R \cdot R}{2R} = \frac{R}{2}$$

$$V = (R + R_2) \cdot 2I_1 = 3RI_1$$

$$2RI_1 = \frac{V}{1,5}$$

$$V_1 = 20 \text{ В.}$$

$$P = V \cdot 2I_1 = 3V \cdot 0,2 = 6 \text{ Вт.}$$



$$V_1 = R \cdot 2I_1$$

$$3RI_1 = V,$$

$$I_1 = \frac{30}{300} = 0,1 \text{ А.}$$

Весь ток $I = I_1$, все подходит

Ответ: вольтметр показывает 20 В, амперметр 0,1 А, мощность какая рассчитана $P = 6 \text{ Вт.}$

Задача?



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
1 из 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач **нумеруются отдельно**. Порча QR-кода недопустима!

15.

Пусть чай было $76x$ масса льда и воды. Тогда изначально масса воды равна $8x$, а в конечном виде стало $4x$, значит масса воды сократилась в $\frac{4x}{8x} = \frac{1}{2}$.

Пусть m -масса воды или льда изначально

После которого получилось изображение $0 = m(0.6t_1 + 0) + \frac{1}{2}m\lambda$, а перед которым появился изначальный лед.

$t_1 = t_{\text{л}}(t_2 - t_1)$. Но x в теплопроводности учитывает только лед и вода, так $t_{\text{л}} = 0^\circ\text{C}$.

$$m(0.6t_1 + \frac{1}{2}m\lambda) = m_{\text{л}}t_1$$

$$t_1 = \frac{m(0.6t_1 + \frac{1}{2}m\lambda)}{m_{\text{л}}} = 2 \cdot 10 = \frac{\frac{1}{2} \cdot 3,36 \cdot 10^5}{2,1 \cdot 10^3} = 2,1 = \frac{40,942 \cdot 10^2}{2,1} =$$

$$= 20 = 0,2 \cdot 10^2 = -40^\circ\text{C}$$

Ответ: $t_1 = \frac{1}{2}m\lambda = -40^\circ\text{C}$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА
— ИЗ —

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. **Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно.** Порча QR-кода недопустима!



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА
_ ИЗ _

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. **Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно.** Порча QR-кода недопустима!



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> |

СТРАНИЦА
_ ИЗ _

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. **Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно.** Порча QR-кода недопустима!



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА
ИЗ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. **Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно.** Порча QR-кода недопустима!