

# Критерии оценивания

## 1. Разворот системы (10 баллов)

№	Критерий	Балл
1. Анализ кинематики в неинерциальной СО (4,5 балла)		4,5
1.1	Указано, что дуга $LM$ возникает из-за мгновенного поворота системы координат, жёстко связанной с рамой велосипеда.	3,5
1.2	Идентификация центра дуги $O$ как положения велосипедиста.	0,5
1.3	Определение масштаба рисунка через радиус $OK$ (из соотношения $5a = 100$ м, где $a$ — длина стороны клетки, получено: $a = 20$ м).	0,5
2. Параметризация движения и составление уравнений (4,0 балла)		4,0
2.1	Найдено перемещение лодки перпендикулярно скорости течения до разворота: $KK_1 = 40$ м.	0,5
2.2	Найдено относительное перемещение лодки вдоль берега до разворота: $LK_1 = 80$ м.	0,5
2.3	Найдено относительное перемещение лодки вдоль берега после разворота: $M_1N = 380$ м.	0,5
2.4	Найдено распределение времени движения до и после разворота ( $t_1 = 0,4t$ , $t_2 = 0,6t$ ) на основе вертикальных перемещений.	0,5
2.5	Записано уравнение для перемещения лодки поперёк реки: $(v \sin \alpha) \cdot t = 100$ м.	0,5
2.6	Записано уравнение для перемещения вдоль берега до разворота: $(V - v \cos \alpha - u) \cdot 0,4t = 80$ м.	0,5
2.7	Записано уравнение для перемещения вдоль берега после разворота: $(V + v \cos \alpha + u) \cdot 0,6t = 380$ м.	1,0
3. Расчёт итоговых величин (1,5 балла)		1,5
3.1	Найдена скорость лодки относительно воды: $v = 2$ м/с.	0,5
3.2	Найдена скорость велосипедиста: $V = 5$ м/с.	0,5
3.3	Вычислено расстояние между пристанями $B$ и $C$ : $S_{BC} = V \cdot 0,4t \approx 166,7$ м.	0,5
<b>ИТОГО</b>		<b>10,0</b>

### Примечания.

- *Арифметика:* Арифметическая ошибка в п.п. 1.2–2.7 приводит к снижению баллов за тот пункт, в котором она допущена. При этом распространение ошибки не учитывается: дальнейшие пункты (в которых используется ошибочное значение) при условии правильности выполнения оцениваются полным баллом.
- *Общий вид:* Если уравнения в п.п. 2.5–2.7 записаны в общем виде (без учёта численных значений, найденных по рисунку) и это в дальнейшем не приводит к верному ответу, за каждый из этих пунктов начисляется половина баллов.

- *Альтернативные методы:* Если расчёт в п.п. 2.4–2.7 реализуется иным способом, приводящим к верной системе уравнений или к верному уравнению относительно искомых величин, баллы за эти пункты выставляются в полном объёме.

## 2. Трение и нейросеть (10 баллов)

№	Критерий	Балл
1. Вывод условий движения и решение задачи (7,5 балла)		7,5
1.1	Обосновано пренебрежение массой листа бумаги и равенство сил трения $F_{\text{брусок-лист}}$ и $F_{\text{лист-призма}}$ .	1,0
1.2	Сделан рисунок, на котором верно изображены все силы, действующие на систему (с учётом или без учёта листа).	0,5
1.3	Указано, что силы трения при движении являются силами трения скольжения, использован закон Амонтона–Кулона: $F_1 = \mu_1 N_1$ и $F_2 = \mu_2 N_2$ .	0,5
1.4	Записано уравнение второго закона Ньютона для бруска в векторном виде (для случая его движения с нулевым или ненулевым ускорением).	0,5
1.5	Записаны уравнения второго закона Ньютона для бруска в проекциях на оси системы отсчёта.	0,5
1.6	Записано уравнение второго закона Ньютона для призмы в векторном виде (для случая её движения с нулевым или ненулевым ускорением).	0,5
1.7	Записаны уравнения второго закона Ньютона для призмы в проекциях на оси системы отсчёта.	1,0
1.8	Получена система уравнений, из которой при проведении правильных преобразований следует ответ для границы области.	1,0
1.9	Выведено итоговое неравенство, связывающее $\mu_1$ , $\mu_2$ и $\alpha$ : $\mu_2 \leq \frac{2 \operatorname{tg} \alpha - \mu_1}{2 + \mu_1 \operatorname{tg} \alpha}$ .	2,0
2. Построение области и анализ решения нейросети (2,5 балла)		2,5
2.1	Построена искомая область на плоскости $(\mu_1, \mu_2)$ .	1,0
2.2	Указана физическая причина ошибки нейросети (использование статической реакции $N_2$ вместо динамической).	1,5
<b>ИТОГО</b>		<b>10,0</b>

### Примечания.

- *Общее положение:* в случае, если участник использует предложенное нейросетью решение и при этом приводит физически верные доводы в обоснование его правильности, работа оценивается суммарно в 1,5 балла.
- *Лист бумаги (п. 1.1):* если лист из рассмотрения не исключается, но в дальнейшем получается верная система уравнений для определения границы области, за этот пункт выставляется полный балл.
- *Рисунок (п. 1.2):* если рисунок в работе отсутствует, но решение содержит верные уравнения, из которых в дальнейшем получается верный ответ, баллы за этот пункт выставляются в полном объёме.
- *Векторные уравнения (пп. 1.4, 1.6):* если уравнения записаны сразу в проекциях (пп. 1.5, 1.7), баллы за соответствующие векторные уравнения начисляются в полном объёме.

- *Уравнения (пп. 1.4–1.7)*: если в уравнениях пропущена одна из сил или неверно выбрана проекция, балл за соответствующий пункт снижается на 50%.
- *Алгебра и логика (п. 1.9)*: ошибки в преобразованиях при выводе финальной формулы ведут к снижению балла за данный пункт на 50%. Если итоговое выражение верно, но знак неравенства никак не обоснован, оценка за этот пункт также снижается на 50%.
- *Нейросеть (п. 2.2)*: для получения полного балла необходимо прямое указание на ошибочность использования формулы  $N_2 = 2mg \cos \alpha$  для движущейся системы. Если в качестве ошибки указывается только неверное употребление термина «вес» (например, «На призму действуют: её вес  $mg$ , вес бруска  $mg...$ »), а основная физическая причина не названа, за этот пункт выставляется 0,4 балла.

### 3. Эффект Магнуса (10 баллов)

№	Критерий	Балл
1. Движение без сопротивления среды (3,0 балла)		3,0
1.1	Указано, что при $C_D = 0$ модуль скорости не меняется, а сила Магнуса порождает центростремительное ускорение.	1,5
1.2	Получено выражение для радиуса кривизны траектории: $R = \frac{mv}{C_M \omega}$ .	0,5
1.3	Обосновано, что расстояние $AB$ равно хорде, стягивающей центральный угол поворота вектора скорости ( $2\alpha$ или $360^\circ - 2\alpha$ ).	0,5
1.4	Доказано, что при заданных условиях (угол $\alpha = 30^\circ$ или аналогичные геометрические соображения) хорда равна радиусу: $AB = R$ .	0,5
2. Определение коэффициентов по графикам (7,0 баллов)		7,0
2.1. Коэффициент силы Магнуса $C_M$ (4,5 балла)		4,5
2.1.1	Описан метод нахождения $C_M$ (через угловую скорость поворота вектора скорости $\Omega$ или локальный радиус кривизны $R$ ).	1,0
2.1.2	По графикам верно определены необходимые кинематические параметры (угол поворота $\Delta\varphi$ за время $\Delta t$ , координаты точек или радиус кривизны траектории).	1,0
2.1.3	Вычислен коэффициент $C_M$ . Диапазоны точности (от эталона $1,254 \cdot 10^{-4}$ кг): <ul style="list-style-type: none"> <li>• погрешность <math>\leq 4\%</math> (<math>1,204 \dots 1,304 \cdot 10^{-4}</math> кг) — 2,5 б.</li> <li>• погрешность <math>\leq 10\%</math> (<math>1,129 \dots 1,379 \cdot 10^{-4}</math> кг) — 1,8 б.</li> <li>• погрешность <math>\leq 20\%</math> (<math>1,003 \dots 1,505 \cdot 10^{-4}</math> кг) — 1,2 б.</li> </ul>	2,5
2.2. Коэффициент лобового сопротивления $C_D$ (2,5 балла)		2,5
2.2.1	Описан метод нахождения $C_D$ (метод приращений скорости, проведение касательной к графику $v(t)$ или другой).	0,7

2.2.2	Вычислен коэффициент $C_D$ . Диапазоны точности (от эталона $4,80 \cdot 10^{-4}$ кг/с): <ul style="list-style-type: none"> <li>• погрешность <math>\leq 2\%</math> (<math>4,70 \dots 4,90 \cdot 10^{-4}</math> кг/м) — 1,8 б.</li> <li>• погрешность <math>\leq 5\%</math> (<math>4,56 \dots 5,04 \cdot 10^{-4}</math> кг/м) — 1,2 б.</li> <li>• погрешность <math>\leq 10\%</math> (<math>4,32 \dots 5,28 \cdot 10^{-4}</math> кг/м) — 0,7 б.</li> </ul>	1,8
<b>ИТОГО</b>		<b>10,0</b>

**Примечания.**

- **Методика измерений:** В п. 2 баллы за описание алгоритма (п.п. 2.1.1 и 2.2.1) начисляются при использовании любого физически непротиворечивого метода, вне зависимости от его итоговой точности.
- **Арифметика:** Если конечный ответ не попадает в целевой диапазон исключительно вследствие арифметических ошибок, но при этом алгоритм расчёта верен, баллы за соответствующий диапазон точности (п.п. 2.1.3 или 2.2.2) начисляются со штрафом 50%.
- **Размерности:** Отсутствие или неверное указание размерности итоговых величин карается штрафом в 0,2 б. Для  $C_M$  допускаются размерности кг и кг/рад.

**4. Нелинейные элементы (10 баллов)**

№	Критерий	Балл
1. Вольт-амперные характеристики элементов (3,0 балла)		3,0
1.1.1	Изображены линейные участки ВАХ элемента $Z_1$ : до 20 мА (2 В) и при $R = 200$ Ом после области переключения.	0,5
1.1.2	Изображён скачок тока вниз от 20 мА до 10 мА для элемента $Z_1$ .	0,5
1.2.1	Изображены линейные участки ВАХ элемента $Z_2$ : до 10 мА (2 В) и при $R = 100$ Ом после области переключения.	0,5
1.2.2	Изображён скачок тока вверх от 10 мА до 20 мА для элемента $Z_2$ .	0,5
1.3	На графиках корректно отмечены координаты точек излома/скачка (2 В; 10 мА) и (2 В; 20 мА).	1,0
2. Физический анализ последовательного соединения (4,5 балла)		4,5
2.1.1	Указано условие равенства токов через элементы: $I_1 = I_2$ .	0,5
2.1.2	Записана связь общего напряжения со временем: $U(t) = 0,1t$ .	0,2
2.2	Описан первый этап ( $0 < t < 30$ с): оба элемента имеют начальные сопротивления, ток растёт до $\approx 10$ мА.	0,5
2.3	Описан этап стабилизации напряжения на $Z_2$ ( $30 < t < 40$ с): ток растёт до $\approx 20$ мА при $U_2 \approx 2$ В.	0,6
2.4	Объясняется «провал» тока при $t = 40$ с ( $U = 4$ В): при входе $Z_1$ в переходную область ток падает, что заставляет $Z_2$ вернуться в состояние высокого сопротивления.	1,7

2.5	Описан этап роста тока при $t > 40$ с ( $Z_1$ имеет сопротивление 200 Ом): ток растёт до 20 мА к моменту 60 с.	1,0
3. Построение итогового графика $I(t)$ (2,5 балла)		2,5
3.1.1	Верно изображена точка локального максимума (20 мА) при $t = 40$ с.	0,2
3.1.2	Верно изображена точка локального максимума (20 мА) при $t = 80$ с.	0,2
3.1.3	Верно изображена точка поворота (20 мА) при $t = 60$ с.	0,1
3.2.1	Верно изображена точка «провала» тока до 10 мА при $t = 40$ с.	0,4
3.2.2	Верно изображена точка «провала» тока до 10 мА при $t = 80$ с.	0,4
3.3.1	Верно изображена точка излома (начало стабилизации) при $t = 30$ с.	0,3
3.3.2	Верно изображена точка излома (конец стабилизации) при $t = 90$ с.	0,3
3.4	Все характерные точки графика верно соединены линиями.	0,6
<b>ИТОГО</b>		<b>10,0</b>

*Примечания.*

- *Наличие графика:* Правильное построение графика  $I(t)$  (в том числе только для половины диапазона 0–60 с) является подтверждением владения физической моделью процесса. В этом случае баллы за разделы 2.1–2.5 начисляются полностью даже при отсутствии текстового обоснования.
- *Непрерывность:* Если в точках скачка на графиках ВАХ (п.п. 1.1.2 и 1.2.2) нарисован разрыв (отсутствует вертикальная или наклонная соединительная линия), баллы за соответствующий пункт не присваиваются.
- *Точки излома:* Отсутствие подписей координат ключевых точек (максимумов, минимумов) на графике  $I(t)$  ведёт к штрафу 0,5 б. за весь раздел 3.
- *Симметрия:* Верно построенный график для фазы возрастания тока (0–60 с) оценивается в 1,5 балла за всю третью часть.

**5. Через призму (10 баллов)**

№	Критерий	Балл
1. Теоретическая модель и вывод формулы (4,5 балла)		4,5
1.1	Указано, что лучи от текста, попадающие в объектив через призму, выходят из неё вертикально (условие съёмки с большого расстояния).	0,5
1.2	Сделан корректный чертёж хода лучей в сечении призмы, отмечены углы падения $i$ и преломления $r$ .	1,0
1.3	Записан закон преломления на грани призмы с учётом её геометрии (угол при вершине $60^\circ$ ).	0,5
1.4	Установлена геометрическая связь между истинным расстоянием между строками $x$ и видимым смещением/расстоянием в призме $y$ .	1,5
1.5	Получена итоговая расчётная формула для $n$ через отношение измеряемых величин $y/x$ (или эквивалентная ей).	1,0

2. Экспериментальная часть и итоговый результат (5,5 балла)		5,5
2.1	Проведены измерения расстояния между строками текста ( $x_f$ ) вне призмы.	0,5
2.2	Проведены измерения расстояния между изображениями тех же строк ( $y_f$ ) внутри призмы.	0,5
2.3	Рассчитано значение показателя преломления. Диапазоны точности (от эталона $n \approx 1,51$ ): <ul style="list-style-type: none"> <li>• погрешность <math>\leq 2\%</math> (1,48 ... 1,54) — 4,5 б.</li> <li>• погрешность <math>\leq 5\%</math> (1,43 ... 1,59) — 3,0 б.</li> <li>• погрешность <math>\leq 10\%</math> (1,36 ... 1,66) — 1,5 б.</li> </ul>	4,5
<b>ИТОГО</b>		<b>10,0</b>

*Примечания.*

- *Оценочное суждение:* Если участник не проводит расчётов и измерений, а сразу указывает ответ  $n = 1,5$ , обосновывая это тем, что данный показатель преломления является типичным для материалов, из которых изготавливаются подобные призмы, за всю задачу выставляется 5,0 баллов.
- *Арифметическая ошибка:* Если неверный результат в первом разделе вызван исключительно арифметической ошибкой, штраф в размере 50% накладывается только на тот пункт, где она была допущена. Последующие логически верные этапы вывода (даже с использованием неверного промежуточного значения) оцениваются в полном объёме.
- *Масштаб:* Если участник пытается вычислить абсолютные размеры в мм, не понимая, что коэффициент увеличения сокращается в отношении  $y/x$ , но при этом получает верный ответ, баллы не снижаются.
- *Альтернативное решение:* Если предложенный метод решения физически обоснован, но отличается от авторского, и при этом приводит к формуле, дающей результат в одном из указанных диапазонов точности, баллы за первый раздел (пп. 1.1–1.5) выставляются в полном объёме.