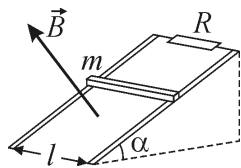


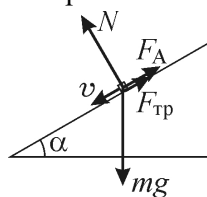
### Вопрос 3, вариант 3

**3.1.3. Задача.** По двум проводящим длинным шинам, установленным под углом  $\alpha = 30^\circ$  к горизонту, поступательно соскальзывает расположенный перпендикулярно шинам медный брусок массой  $m = 100$  г (см. рисунок).. Вся система находится в однородном магнитном поле, вектор индукции которого перпендикулярен к плоскости движения бруска, а модуль равен  $B = 0,1$  Тл. Сверху шины замкнуты на резистор сопротивлением  $R = 0,2$  Ом. Коэффициент трения между поверхностями шин и бруска равен  $\mu = 0,5$ , а расстояние между шинами  $l = 1$  м. Пренебрегая сопротивлением шин, бруска и мест контакта между ними, найдите тепловую мощность  $N$ , выделяющуюся в резисторе при движении бруска с установившейся скоростью. Ускорение свободного падения примите равным  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.



**Вопросы.** Сформулируйте закон Ампера. Чему равна сила, действующая на заряд, движущийся в магнитном поле?

**3.1.3. Решение.** Брусок движется по шинам под действием сил, модули и направления которых изображены на рисунке, где  $mg$  – модуль силы тяжести,  $N$  – модуль нормальной составляющей силы реакции шин,  $F_A$  – модуль силы Ампера,  $F_{тр}$  – модуль силы трения скольжения. На концах бруска возникает ЭДС индукции, обусловленная действием силы Лоренца на свободные заряды в движущемся проводнике, и по модулю равная  $\mathcal{E} = Blv$ . По контуру, образованному шинами, бруском и резистором, начинает течь ток силой  $I = \frac{\mathcal{E}}{R}$ . В результате появляется сила



Ампера, действующая на брусок, и по модулю равная  $F_A = IBl$ . Она нарастает до тех пор, пока скорость движения бруска не перестает увеличиваться, достигая значения  $v_{уст}$ . Соответствующее уравнение движения имеет вид  $0 = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha - F_A$ . Сила протекающего в контуре тока

равна при этом  $I = \frac{Blv_{уст}}{R}$ , а сила Ампера:  $F_A = \frac{B^2 l^2 v_{уст}}{R}$ . Подставляя полученное выражение для

силы Ампера в уравнение движения, найдем установившуюся скорость движения бруска:

$v_{уст} = \frac{mgR}{B^2 l^2} (\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$ . Используя это выражение, находим, что сила тока в контуре

$I = \frac{mg}{Bl} (\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$ . Тепловая мощность, выделяющаяся в резисторе, по закону

Джоуля–Ленца равна  $N = I^2 R = \left[ \frac{mg}{Bl} (\sin \alpha - \mu \cos \alpha) \right]^2 R$ .

**Ответ:**  $N = \left[ \frac{mg}{Bl} (\sin \alpha - \mu \cos \alpha) \right]^2 R \approx 0,09$  Вт = 90 мВт.

#### Критерии оценки

**Задачи (каждая задача оценивается максимально в 15 баллов)**

1. Задача вовсе не решалась – **0 баллов**.
2. Задача не решена, но сделан поясняющий рисунок (если требуется), частично сформулированы необходимые физические законы – **1 – 5 баллов**.
3. Задача не решена, но правильно сформулированы физические законы и правильно записаны основные уравнения, необходимые для решения задачи – **6 – 11 баллов**.
4. Задача решена, но допущены незначительные погрешности – **12-14 баллов**.
5. Задача решена полностью и получен правильный ответ – **15 баллов**.

**Теоретические вопросы (каждый вопрос оценивается максимально в 10 баллов)**

1. Ответ по существу обеих частей вопроса полностью отсутствует – **0 баллов**.
2. Ответ является неполным (даны формальные ответы, но отсутствуют или не полностью приведены необходимые пояснения) - ответы по каждой из частей вопроса оцениваются независимо от **1 до 5 баллов**, далее баллы суммируются **1-9 баллов**.
3. Ответ является полным (содержит по обеим частям вопроса необходимые физические понятия и величины с пояснением их смысла) – **10 баллов**.