



**ИЗУМРУД.СТУДЕНТ**  
ОЛИМПИАДА УРАЛЬСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА



3101440130980

## Титульный лист

**Направление**  Естественные науки  Инженерные науки  
 Математика и информатика  Социальные и гуманитарные науки  
 Экономика и управление

**Вариативный блок**  1  2  3  4  5

**Курс**  1  2  3  4  5  отсутствует

**Фамилия**

М Е С И Л О В А

**Имя**

А Р И Н А

**Отчество**

А Л Е К С А Н Д Р О В Н А

**Дата рождения**

23 11 2002

**Город участия**

Е К А Т Е Р И Н Б У Р Г

**Аудитория**

Ф 2 0 1

**Телефон**

+ 7 9 1 9 3 8 8 4 0 9 9

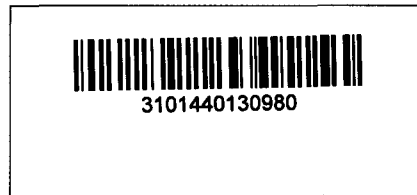
**Дата**

05 02 2024

**Подпись**

**Пример  
заполнения**

А Б В Г Д Е Ж З И Й К Л М Н О П Р С Т У Ф  
Х Ц Ч Ш Щ Ъ Ы Ь Э Ю Я 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0



## Проверочный лист

Заполняется участниками

Направление  Естественные науки  Инженерные науки  
 Математика и информатика  Социальные и  
 Экономика и управление гуманитарные науки

Вариативный блок  1  2  3  4  5

Курс  1  2  3  4  5  отсутствует  
 Город участия **ЕКАТЕРИНБУРГ**

## Заполняется организаторами

Количество доп. листов Количество черновиков к проверке :  
 Время выхода с до :

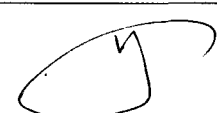
## Протокол проверки

Заполняется жюри

Номер задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Балл члена жюри №1	25	50								
Балл члена жюри №2	25	50								

Итоговый балл 75

Подпись члена жюри №1 Филатов

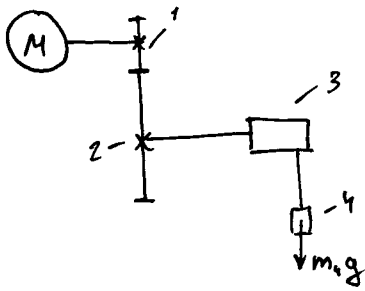
Подпись члена жюри №2 

Пример заполнения **А Б В Г Д Е Ж З И Й К Л М Н О П Р С Т У Ф**  
**Х Ц Ч Ш Щ Ъ Ы Ь Э Ю Я 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0**



# Бланк ответов

5) Блок



$$m_4 = 50 \text{ кг}$$

$$J_{\text{дв}} = 0,035 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

$$J_1 = 2,5 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

$$J_2 = 4 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

$$J_3 = 6 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

$$r_1 = 0,2 \text{ м}$$

$$r_2 = 0,6 \text{ м}$$

$$r_3 = 0,4 \text{ м}$$

$$M_{\text{дв}} = a - b \omega_{\text{дв}} \quad ; \quad a = 83; \quad b = 5$$

$$\eta = 0,95$$

$$\rightarrow M_{\text{дв}} = 83 - 5\omega_{\text{дв}}$$

$$\omega_{\text{дв}} = \frac{83 - M_{\text{дв}}}{5}$$

Решение:

1) Чтобы составить уравнение движения, зафиксируем основное уравнение движения привода:

$$M_{\text{дв}} - M_c = J_{\Sigma} \frac{d\omega_{\text{дв}}}{dt} \quad (1)$$

2) Т.к. не все элементы машинного агрегата движутся с одинаковой скоростью (за счёт наличия редуктора), для составления ур-ия движения нужно привести параметры всех элементов агрегата к валу двигателя:

- Передаточное отношение редуктора:  $i = \frac{r_2}{r_1} = \frac{0,6}{0,2} = 3$

- Приведённые моменты инерции:

$$J_{2.\text{пр}} = \frac{J_2}{i} = \frac{4}{3} = 1,333 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

$$J_{3.\text{пр}} = \frac{J_3}{i} = \frac{6}{3} = 2 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

$$J_{4.\text{пр}} = \frac{J_4}{i} = \frac{8}{3} = 2,667 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

$$J_4 = m_4 \cdot r_3^2 = 50 \cdot 0,4^2 = 8 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

$$J_{\Sigma.\text{пр}} = J_{\text{дв}} + J_1 + J_{2.\text{пр}} + J_{3.\text{пр}} + J_{4.\text{пр}} = 0,035 + 2,5 + 1,333 + 2 + 2,667 = 6,535 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

- Приведённый момент сопротивления нагрузки:

$$M_{c.\text{пр}} = \frac{M_c}{i \cdot \eta} = \frac{196,2}{3 \cdot 0,95} = 68,84 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad \checkmark$$

$$M_c = m_4 g \cdot r_3 = 50 \cdot 9,81 \cdot 0,4 = 196,2 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

3) Теперь мы можем записать уравнение движения для данного машинного агрегата:

$$M_{\text{дв}} - 68,84 = 6,535 \cdot \frac{d\omega_{\text{дв}}}{dt}$$

$$\frac{d\omega_{\text{дв}}}{dt} - 0,153 M_{\text{дв}} + 10,534 = 0$$

4) Т.к. в установившемся режиме работы ускорение равно нулю, в соответствии с уравнением (1) в уст. реж.:  $M_{\text{дв.уст}} - M_{c.\text{пр}} = 68,84 \text{ Н} \cdot \text{м}$ , поэтому скорость двигателя в уст. реж. равна:  $\omega_{\text{дв.уст}} = \frac{83 - M_{\text{дв.уст}}}{5} = \frac{83 - 68,84}{5} = 2,832 \text{ рад/с} \quad \checkmark$



## Бланк ответов

5) Установившаяся скорость поезда груза:

$$\omega_{гр.уст} = \frac{\omega_{дв.уст}}{i} = \frac{2,832}{3} = 0,944 \text{ рад/с}$$

$$v_{гр.уст} = \omega_{гр.уст} \cdot r_3 = 0,944 \cdot 0,4 = 0,3776 \text{ м/с} \quad \checkmark$$

50 баллов

### Инвариантная часть

1) Докажите, что леса бесконечно много раз откусима от каждого куска.

Леса делится сыр 2 мм

За это время, в течение которого она ела, в первый раз равнялось 1 мм

и далее уменьшалось в 2 раза

Таким образом, время, в течение которого леса ела, образует геометрическую прогрессию

$$a_n = \frac{1}{2^{n-1}} = 2^{1-n}, \text{ где } n = 1, 2, 3, \dots$$

Найдём сумму бесконечного ряда:

$$S_n = \sum_{n=1}^{\infty} 2^{1-n} = 2 \sum_{n=1}^{\infty} 2^{-n} = 2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^n} = 2 \cdot 1 = 2 \quad \checkmark + 8$$

Таким образом, чтобы ~~сумма~~ <sup>сумма</sup> времени от кусочка сыра было равно 2 мм, число её укусов должно быть равно  $n = \infty$ .

2) Сколько сыра досталось Лесе за эти две минуты, если  $v_n = \frac{2}{n(n+2)}$ ,  $n = 1, 2, 3, \dots$

Сначала леса откусила  $M_1 - M_2 = 4 - 3 = 1$  кг сыра, чтобы масса кусочков были одинаковыми.

Далее леса откусывала от каждого куска по  $v_n$  кг, т.к. каждый раз после откусывания от двух кусков их масса снова становилась одинаковой. Таким образом, суммарное количество съеденного сыра будет находится по формуле:

$$S_n = 1 + 2 \sum_{n=1}^{\infty} v_n = 1 + 2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2}{n(n+2)} \quad \checkmark$$

3) Сколько сыра осталось каждому медвежонку?

Каждому медвежонку досталось сыра:

$$S_n = 7 - \left( 1 + 2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2}{n(n+2)} \right) \quad \checkmark$$

↑ Остаток от всего сыра после обеда лесот, делённый колонами.

Ход решения верный, но сумма

ряда не найдена

25 баллов



# Бланк ответов



