

## Задача 1. Поворот

**Количество баллов за задачу: 10**

Робот с колёсами радиусом 6 см и шириной колеи 26 см совершает поворот вокруг зафиксированного левого колеса на  $90^\circ$ . На какой угол (в градусах) повернётся ось мотора правого колеса?

- А) 90
- Б) 180
- В) 320
- Г) 270
- Д) 45
- Е) 42
- Ж) 420
- З) 390

**Решение:**

$6 \text{ см} \cdot 3,14 = 18,84 \text{ см}$  длина окружности колеса  
 $26 \text{ см} \cdot 3,14 = 81,64 \text{ см}$  длина которую нужно проехать одним колесом для поворота на 360 градусов  
 $90 / 360 = 0,25$   
 $81,64 \text{ см} \cdot 0,25 = 20,41 \text{ см}$  длина на которую нужно проехать для поворота на 90 градусов  
 $20,41 / 18,84 = 1,0833$  количество оборотов которое нужно сделать колесом  
Переводим в градусы и округляем  
 $1,0833 \cdot 360 = 389,988 = 390$  градусов  
Ответ: 3  
**Ответ:** 3 (390)

## Задача 2. Потребление

**Количество баллов за задачу: 10**

Робот оснащен аккумулятором емкостью 4000 мА·ч и напряжением 12 В. Среднее энергопотребление робота в режиме патрулирования составляет 24 Вт. Сколько часов робот сможет работать без подзарядки?

- А) 1 час
- Б) 2 часа
- В) 3 часа
- Г) 4 часа
- Д) 5 часов
- Е) 6 часов
- Ж) 8 часов
- З) 10 часов

**Решение:**

$4000 \text{ мА} \cdot \text{ч} \cdot 12 \text{ В} = 4 \text{ А} \cdot \text{ч} \cdot 12 \text{ В} = 48 \text{ Вт} \cdot \text{ч}$  запас энергии в аккумуляторе  
 $48 \text{ Вт} \cdot \text{ч} / 24 \text{ Вт} = 2$  часа  
**Ответ:** Б (2)

### Задача 3. АЦП

**Количество баллов за задачу: 10**

Аналогово-цифровой преобразователь (АЦП) преобразует входное аналоговое напряжение в цифровой код. Известно, что АЦП имеет разрядность **8 бит**, то есть может выдавать целые значения от **0 до 255** включительно.

На его вход подано напряжение  **$U_{вх} = 1,8 \text{ В}$** ,  
опорное напряжение  **$U_{оп} = 5,0 \text{ В}$**  (соответствует максимальному цифровому коду).

Какое целое число запишет АЦП в своём регистре после преобразования?

\*\*\* При вычислении результата АЦП дробная часть отбрасывается, то есть значение **округляется в меньшую сторону до ближайшего целого числа**.

- А) 74
- Б) 15
- В) 123
- Г) 91
- Д) 189
- Е) 212
- Ж) 35
- З) 99

**Решение:**

$8 \text{ бит} = 2^8 - 1 = 255 \text{ значений}$

$1.8 \text{ в} / 5 \text{ в} = 0.36 \text{ коэффициент заполнения}$

$255 * 0.36 = 91,8 \text{ округляем в меньшую сторону}$

**Ответ:** Г (91)

## Задача 4. Равновесие

**Количество баллов за задачу: 10**

Однородная балка длиной 3 м и массой 1.5 кг подвешена за точку, находящуюся в 1 м от её левого конца. К концам балки подвешены две одинаковые чашки массой 100 г каждая. Какую массу груза (в кг) нужно положить на левую чашку, чтобы система пришла в равновесие?

- А) 0,85кг
- Б) 0,65кг
- В) 1,2кг
- Г) 0,35кг
- Д) 2кг
- Е) 0,1кг
- Ж) 1,7кг
- З) 1,5кг

**Решение:**

Найдем центр масс балки

$$(3\text{ м} / 2) - 1\text{ м} = 0,5\text{ м (вправо)}$$

Пусть  $m$  - вес груза

Найдем моменты сил, действующие на балки

Левая чашка с грузом  $-(0,1\text{ кг} + m) \cdot g \cdot 1\text{ м}$

Правая чашка  $0,1\text{ кг} \cdot g \cdot 2\text{ м}$

Балка  $1,5\text{ кг} \cdot g \cdot 0,5\text{ м}$

Чтобы найти равновесие сумма моментов всех сил должна быть равна 0

$$-(0,1\text{ кг} + m) \cdot g \cdot 1\text{ м} + 0,1\text{ кг} \cdot g \cdot 2\text{ м} + 1,5\text{ кг} \cdot g \cdot 0,5\text{ м} = 0$$

Сокращаем  $g$  и сокращаем метры

$$-(0,1\text{ кг} + m) \cdot 1 + 0,1\text{ кг} \cdot 2 + 1,5\text{ кг} \cdot 0,5 = 0$$

$$-0,1\text{ кг} - m + 0,2\text{ кг} + 0,75\text{ кг} = 0$$

$$-0,1\text{ кг} + 0,2\text{ кг} + 0,75\text{ кг} = m$$

$$m = 0,85\text{ кг}$$

**Ответ:** А (0.85кг)

## Задача 5. Расстояние

**Количество баллов за задачу: 10**

Робот, двигаясь равномерно, проехал прямой участок за 152 секунд. За это время каждое из его колёс совершило 840 полных оборотов. Радиус колеса равен 9 см. Какое расстояние (в метрах) проедет робот за 8 секунд? Ответ округлите до десятых.

- А) 85
- Б) 25
- В) 12
- Г) 17
- Д) 75
- Е) 10
- Ж) 14
- З) 20

**Решение:**

$840 / 152 = 5,526$  оборотов в секунду скорость робота

$5,526 * 8 = 44,208$  оборотов колесом сделал робот

$9 * 2 * 3,14 = 56,52$  длинна колеса

$56,52 * 44,208 = 2\,498,636$  см проехал робот

Переводим в метры и округляем 25 м

**Ответ:** Б (25)

## Задача 6. Редуктор

**Количество баллов за задачу: 10**

В понижающей зубчатой передаче участвуют 6 шестерён: A(10 зубьев) -> B(40 зубьев) -> C(15 зубьев) -> D(30 зубьев) -> E(12 зубьев) -> F(30 зубьев). Шестерни B и C жёстко закреплены на одной оси, также шестерни D и E жёстко закреплены на одной оси. Если ось шестерни A совершает 600 оборотов в минуту, сколько оборотов в минуту совершает ось шестерни F?

- A) 120
- Б) 30
- В) 20
- Г) 180
- Д) 60
- Е) 10
- Ж) 140
- З) 70

**Решение:**

$10/40=0,25$  коэффициент передачи между A и B  
 $15/30=0,5$  коэффициент передачи между C и D  
 $12/30=0,4$  коэффициент передачи между E и F  
 $0,25 * 0,5 * 0,4 = 0,05$  общий коэффициент передачи  
 $600 * 0,05 = 30$  оборотов на шестерне F

**Ответ:** Б (30)

## Задача 7. Сервопривод

**Количество баллов за задачу: 10**

Поворотный сервопривод имеет диапазон вращения 180 градусов. Он управляется широтно-импульсной модуляцией (ШИМ) с частотой 50 Гц. Минимальной углу поворота ( $0^\circ$ ) соответствует импульс длительностью 1 мс, максимальной ( $180^\circ$ ) – 2 мс. Какова длительность управляющего импульса для поворота на 126 градусов?

- А) 1,2 мс
- Б) 1,3 мс
- В) 1,4 мс
- Г) 1,5 мс
- Д) 1,6 мс
- Е) 1,7 мс
- Ж) 1,8 мс
- З) 1,9 мс

**Решение:**

$(2 \text{ мс} - 1 \text{ мс}) / 180^\circ = 1 \text{ мс} / 180^\circ \approx 0.00556 \text{ мс}$  длительность импульса на градус

$1 \text{ мс} + 126 * 0.00556 \text{ мс} = 1 \text{ мс} + 0.701 \text{ мс} = 1.701 \text{ мс}$

**Ответ:** Е (1,7)

## Задача 8. Танковый поворот

**Количество баллов за задачу: 10**

Робот оснащён двумя независимыми колёсами диаметром 9 см.  
Ширина колеи (расстояние между центрами колёс) равна 42 см.  
Робот выполняет танковый поворот на  $120^\circ$  (левое колесо назад, правое вперёд). На какой угол (в градусах) повернётся ось мотора, управляющего правым колесом?

- А) 45
- Б) 300
- В) 180
- Г) 90
- Д) 215
- Е) 360
- Ж) 560
- З) 640

**Решение:**

$9 \text{ см} \cdot 3.14 = 28,26 \text{ см}$  длина колеса  
 $42 \cdot 3.14 = 131,88 \text{ см}$  длина на которую нужно повернуть колеса для поворота на 360 градусов  
 $120 / 360 = 0,333$  треть круга  
 $131,88 \text{ см} \cdot 0,333 = 43,916 \text{ см}$  расстояние которое нужно проехать колесом для поворота на 120 градусов  
 $43,916 / 28,26 = 1,554$  оборота нужно сделать чтобы повернуться на 120 градусов  
 $1,554 \cdot 360 = 559,44$  градусов  
Округляем до 560 градусов

**Ответ:** Ж (560)

## Задача 9. Точность

**Количество баллов за задачу: 10**

Энкодер мотора выдаёт 12 импульсов на оборот вала. Через редуктор 1:50 он связан с колесом диаметром 8 см. С какой точностью (в мм) система может определять пройденное расстояние, если используется подсчёт целых импульсов?

- А) 0,001 мм
- Б) 1 мм
- В) 0,5 мм
- Г) 0,02 мм
- Д) 0,4 мм
- Е) 0,5 мм
- Ж) 0,0008 мм
- З) 0,05 мм

**Решение:**

$12 * 50 = 600$  импульсов на оборот колеса

$8 * 3.14 = 25,12$  см длинна окружности колеса

$25,12 / 600 = 0,0419$  см = 0,419 мм

**Ответ:** Д (0,4 мм)

## Задача 10. Зубчатая передача

**Количество баллов за задачу: 10**

В зубчатой передаче участвуют **семь зубчатых колёс**:

А (20 зубьев) -> В (12 зубьев) -> С (17 зубьев) -> D (14 зубьев) -> Е (27 зубьев) -> F (9 зубьев) -> G (5 зубьев).

Колёса соединены **последовательно**, то есть каждое следующее зацепляется с предыдущим.

Известно, что **ведомое колесо G** совершает 15 оборотов в минуту.

Определите, **сколько оборотов за 5 минут совершает ведущее колесо А.**

- А) 9,75
- Б) 15,25
- В) 12
- Г) 60
- Д) 300
- Е) 5
- Ж) 18,75
- З) 72,5

**Решение:**

Т.к. шестеренки соединены последовательно и мы знаем кол-во зубьев у ведущей и ведомой, то промежуточные шестеренки не влияют на конечный коэффициент передачи.

$20 \text{ зубьев} / 5 \text{ зубьев} = 0.25$  коэффициент передачи

$15 \text{ об/мин} * 0.25 = 3,75 \text{ об/мин}$  совершает ведущая

$3.75 * 5 = 18,75$  оборотов за 5 минут

**Ответ:** Ж (18,75)



## Задача 11. Освещенность

**Количество баллов за задачу: 10**

Датчик освещенности выдает напряжение, прямо пропорциональное уровню света. Его выход подключен к АЦП микроконтроллера с опорным напряжением 3.3 В. АЦП имеет разрядность 10 бит. При освещенности 100 лк датчик выдает 1.5 В. Какое значение будет в регистре АЦП будет при 150 лк?

- А) 256
- Б) 355
- В) 465
- Г) 512
- Д) 587
- Е) 697
- Ж) 744
- З) 800

**Решение:**

$2^{10}=1024$  уровня

$(150 / 100) * 1,5=2,25$  в напряжение при 150 лк

$(2,25 / 3,3) * 1023 = 697,5$  (АЦП возвращает целое число, дробная часть отбрасывается)

**Ответ:** Е (697)

## Задача 12. pid

**Количество баллов за задачу: 10**

Для стабилизации двухколесного робота используется ПИД-регулятор. Робот отклонен от вертикали на 3 градуса. Пропорциональная составляющая (P) дает сигнал, равный 5 \* ошибка. Интегральная (I) накопила значение 2. Дифференциальная (D) составляет -1. Какой будет общий управляющий сигнал?

- А) 8
- Б) 10
- В) 12
- Г) 14
- Д) 16
- Е) 18
- Ж) 20

**Решение:**

$P = 5 * 3 = 15$

$I = 2$

$D = -1$

Управляющий сигнал  $U = P + I + D$

$15 + 2 + (-1) = 16$

**Ответ:** Д (16)

## Задача 13. Мощность

**Количество баллов за задачу: 10**

Для робота используется двигатель постоянного тока с номинальным напряжением 12 В. Его характеристики: сопротивление обмотки 1 Ом, ток холостого хода 0.1 А. Какой ток потребляет двигатель при номинальном напряжении под нагрузкой, если его КПД в этом режиме составляет 75%?

- А) 0.5 А
- Б) 0.8 А
- В) 1.0 А
- Г) 1.2 А
- Д) 1.5 А
- Е) 2.5 А
- Ж) 2.0 А

### **Решение:**

КПД двигателя равен отношению полезной механической мощности к потребляемой электрической:  $\eta = P_{\text{мех}} / P_{\text{эл}}$

Потери мощности в двигателе складываются из потерь в меди ( $I^2 \cdot R$ ) и потерь холостого хода  $U \cdot I_{\text{хол}}$ .

Полезная мощность  $P_{\text{мех}} = P_{\text{эл}} - P_{\text{пот}}$ .

Таким образом,  $\eta = (P_{\text{эл}} - P_{\text{пот}}) / P_{\text{эл}} = 1 - (P_{\text{пот}} / P_{\text{эл}})$ .

Отсюда  $P_{\text{пот}} = (1 - \eta) \cdot P_{\text{эл}}$ .

Потери мощности:  $I^2 \cdot R + U \cdot I_{\text{хол}}$ .

Подставляем:

$$I^2 \cdot 1 + 12 \cdot 0.1 = (1 - 0.75) \cdot (12 \cdot I)$$

$$I^2 + 1.2 = 0.25 \cdot 12 \cdot I$$

$$I^2 + 1.2 = 3I$$

$$I^2 - 3I + 1.2 = 0$$

Решаем квадратное уравнение:

$$D = 9 - 4 \cdot 1 \cdot 1.2 = 9 - 4.8 = 4.2$$

$$I = (3 \pm \sqrt{4.2}) / 2$$

$$\sqrt{4.2} \approx 2.05$$

$$I_1 = (3 + 2.05) / 2 \approx 2.525 \text{ А}$$

$$I_2 = (3 - 2.05) / 2 \approx 0.475 \text{ А}$$

Ток холостого хода 0.1 А, поэтому под нагрузкой ток будет больше, выбираем 2.525 А

**Ответ:** Е (2.5)

## Задача 14. Ультразвук

**Количество баллов за задачу: 10**

Ультразвуковой дальномер робота измеряет время прохождения сигнала до объекта и обратно. В помещении с температурой воздуха 18.5°C зафиксировано время задержки сигнала, равное 5.824 мс. Скорость звука в воздухе при 0°C составляет 331 м/с и увеличивается на 0.6 м/с при повышении температуры на каждый градус Цельсия. Рассчитайте расстояние до объекта в сантиметрах, учитывая, что звуковой импульс проходит путь до объекта и обратно.

- А) 85.5 см
- Б) 95.0 см
- В) 100.0 см
- Г) 105.5 см
- Д) 110.0 см
- Е) 115.5 см
- Ж) 120.0 см

**Решение:**

$$331 + 0,6 \cdot 18,5 = 342,1 \text{ м/с}$$

$$5.824 \text{ мс} = 0,005824 \text{ с}$$

$$342,1 \cdot 0,005824 = 1,992 \text{ м общий путь}$$

$$1,992 / 2 = 0,996 \text{ м} = 99,6 \text{ см расстояние до объекта}$$

**Ответ:** В (100)

## Задача 15. Выполнение практического упражнения

**Количество баллов за задачу: 160**

Упражнение в виртуальной среде «Кулибин».