

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ТРУДУ (ТЕХНОЛОГИИ)
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП
ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР

11 класс

Профиль «Робототехника»

Уважаемый участник олимпиады!

Вам предстоит выполнить теоретические и тестовые задания.

Время выполнения заданий теоретического тура 180 минут.

Выполнение тестовых заданий целесообразно организовать следующим образом:

- не спеша, внимательно прочитайте тестовое задание;
- определите, какой из предложенных вариантов ответа наиболее верный и полный;
- напишите букву, соответствующую выбранному Вами ответу;
- продолжайте, таким образом, работу до завершения выполнения тестовых заданий;
- после выполнения всех предложенных заданий еще раз удостоверьтесь в правильности ваших ответов;
- если потребуется корректировка выбранного Вами варианта ответа, то неправильный вариант ответа зачеркните крестиком, и рядом напишите новый.

Выполнение теоретических (письменных, творческих) заданий целесообразно организовать следующим образом:

- не спеша, внимательно прочитайте задание и определите, наиболее верный и полный ответ;
- отвечая на теоретический вопрос, обдумайте и сформулируйте конкретный ответ только на поставленный вопрос;
- если Вы выполняете задание, связанное с заполнением таблицы или схемы, не старайтесь детализировать информацию, вписывайте только те сведения или данные, которые указаны в вопросе;
- особое внимание обратите на задания, в выполнении которых требуется решить задачу или выразить Ваше мнение с учетом анализа ситуации или поставленной проблемы. Внимательно и вдумчиво определите смысл вопроса и логику ответа (последовательность и точность изложения). Отвечая на вопрос, предлагайте свой вариант решения проблемы, при этом ответ должен быть кратким, но содержать необходимую информацию;

– после выполнения всех предложенных заданий еще раз удостоверьтесь в правильности выбранных Вами ответов и решений.

Предупреждаем Вас, что:

- при оценке тестовых заданий, где необходимо определить один правильный ответ, 0 баллов выставляется за неверный ответ и в случае, если участником отмечены несколько ответов (в том числе правильный), или все ответы;
- при оценке тестовых заданий, где необходимо определить все правильные ответы, 0 баллов выставляется, если участником отмечены неверные ответы, большее количество ответов, чем предусмотрено в задании (в том числе правильные ответы) или все ответы.

Задание теоретического тура считается выполненным, если Вы вовремя сдаете его членам жюри.

Максимальная оценка – 30 баллов.

Общая часть

1. На рисунке (А) представлена лазерная трубка лазерно-гравировального станка. Лазерная трубка внешне представляет собой колбу из стекла, которая в свою очередь также состоит из нескольких внутренних стеклянных полостей. Всего лазерная трубка имеет 3 стеклянных контура. Газовая смесь располагается только в центральной колбе, которая также называется газоразрядная трубка (рисунок Б). Контур стекла вокруг газоразрядной трубки предназначен для протока охлаждающей жидкости. В газовой смеси используется три вида газов, каждый из которых отвечает за решение определенной задачи. Какой газ отвечает за выделение энергии в виде фотонов?



Рисунок А. Лазерная трубка.

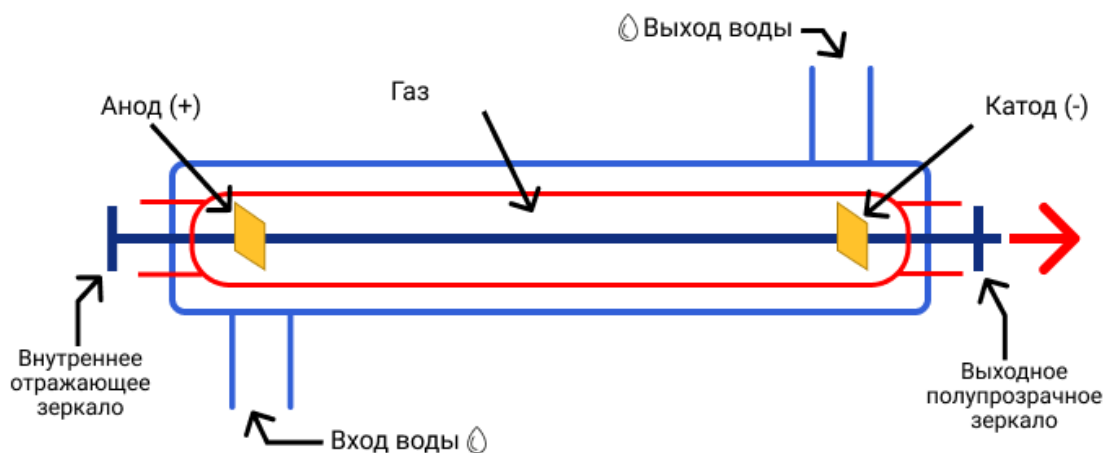
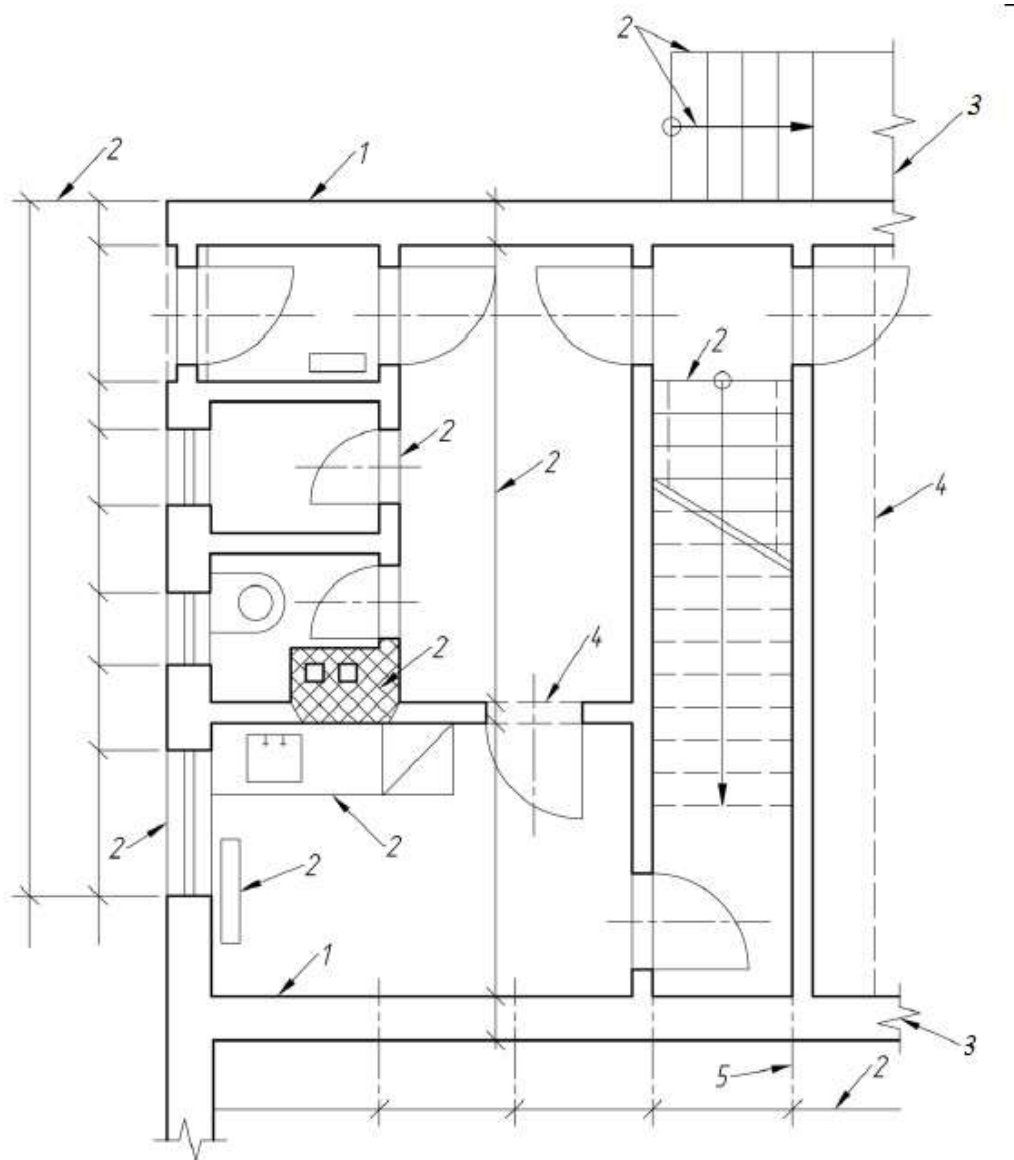
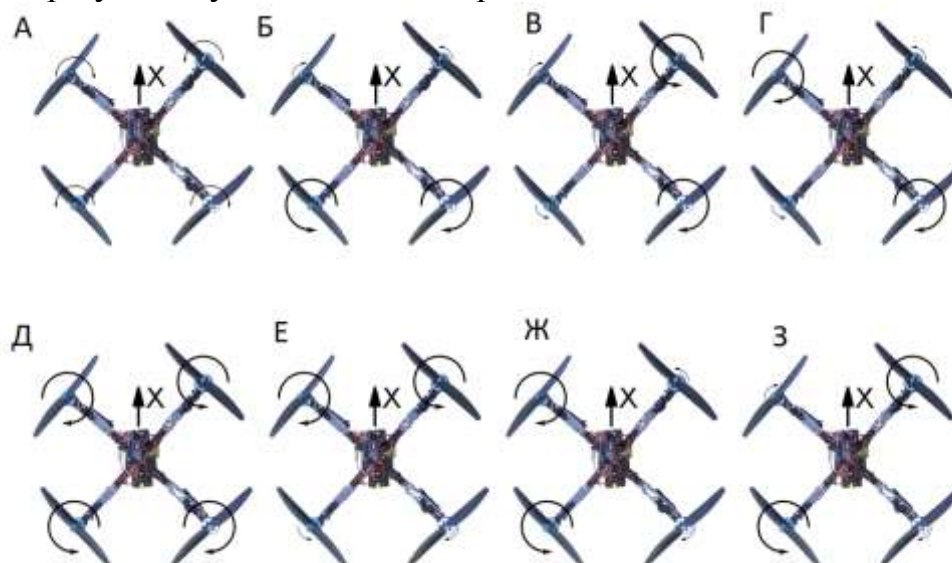


Рисунок Б. Схема устройства лазерной трубки.

2. Ответьте на вопросы: Что изображено на рисунке? Укажите названия линий, представленных на чертеже. В чём основное назначение линии номер 5?



3. Выберите два изображения схемы работы винтов, при которых квадрокоптер будет осуществлять набор высоты и выполнять движение назад.



4. Для улучшения свойств металлов их соединяют в сплавы. Установите соответствие между компонентами сплава, названием сплава и его применением. Ответ запишите в виде сочетания цифр и букв, например: 1Аа2Бб3Вв4Гг

Компоненты сплава			Сплав		Применение сплава
1	алюминий, кремний	А	бронза	а	изготовления инструментов, шестерёнок и пружин
2	железо и углерод	Б	константан	б	изготовление монет, инструментов, столовых приборов
3	медь и олово	В	мельхиор	в	литьё деталей в авто- и моторостроении
4	медь и никель	Г	латунь	г	изготовление электроизмерительных приборов
5	медь, никель, марганец	Д	сталь	д	изготовление деталей машин и запорной аппаратуры
6	медь и цинк	Е	силумин	е	изготовление проводов с повышенной механической прочностью, пружины и контактные детали для электрических аппаратов и приборов, автомобильные детали, подвижные узлы

5. На атомной электростанции в процессе выработки электроэнергии происходят преобразования одних видов энергии в другие. Расположите в правильной последовательности процесс преобразования различных видов энергии при работе АЭС.

- 1 – внутренняя энергия водяного пара
- 2 – внутренняя энергия теплоносителя
- 3 – кинетическая энергия паровой турбины
- 4 – электрическая энергия, вырабатываемая генератором
- 5 – энергия распада атомных ядер в реакторе

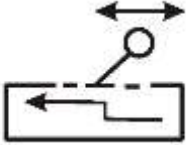
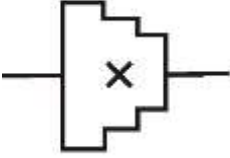
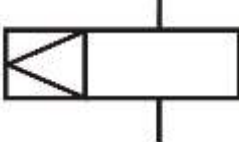
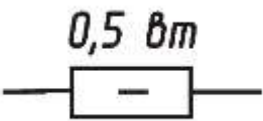
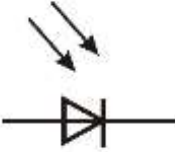
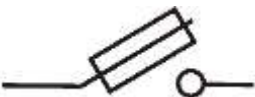
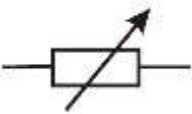
6. Компания реализует товар собственного производства по цене 600 руб. за единицу. Постоянные (фиксированные) расходы компании составляют 200 000 руб. Переменные расходы равны 200 руб. за единицу. Определите:

А. – точку безубыточности (самоокупаемости).

Б. – сколько компания должна реализовать дополнительно, чтобы получить прибыль 400 000 руб.

Налоги не учитывайте. Ответ запишите целыми числами.

7. В таблице приведены пиктограммы условных обозначений деталей и узлов механизмов и электрических компонентов согласно «ГОСТ 2.770—68 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Элементы кинематики», «ГОСТ 2.703-2011 ЕСКД. Правила выполнения кинематических схем» и «ГОСТ 2-702-2011 ЕСКД. Правила выполнения электрических схем». Определите какая из пиктограмм относится к электротехническим компонентам, а какая к элементам кинематики и распределите их на 2 группы.

1		5		9	
2		6		10	
3		7		11	
4		8		12	

8. Петя создал необитаемый подводный аппарат с нулевой плавучестью. Задача аппарата собирать объекты со дна водоёма. Для этого необходимо НПА наклониться на угол 45 градусов по тангажу против часовой стрелки вокруг некоторого центра. Помогите Пете с расчётами, хватит ли тяги двигателей для удержания угла? Выберите все правильные утверждения. Ответ запишите в виде последовательности цифр без пробелов, например, 3456.

- 1) Тяги не хватит.
- 2) Если поменять местами центр плавучести и центр тяжести, не поменяется ситуация с удержанием угла.
- 3) Если сместить двигатели на высоту центра тяжести, то тяги не хватит для удержания угла.
- 4) Если сместить двигатели на высоту центра плавучести, то тяги станет хватать для удержания угла.
- 5) Если поменять местами центр плавучести и центр тяжести, это позволит удерживать заданный угол.

- 6) Тяги хватит.
- 7) Если сместить центр тяжести в центр плавучести, то тяги двигателей хватит.
- 8) При выключенных двигателях НПА находится в устойчивом равновесии.

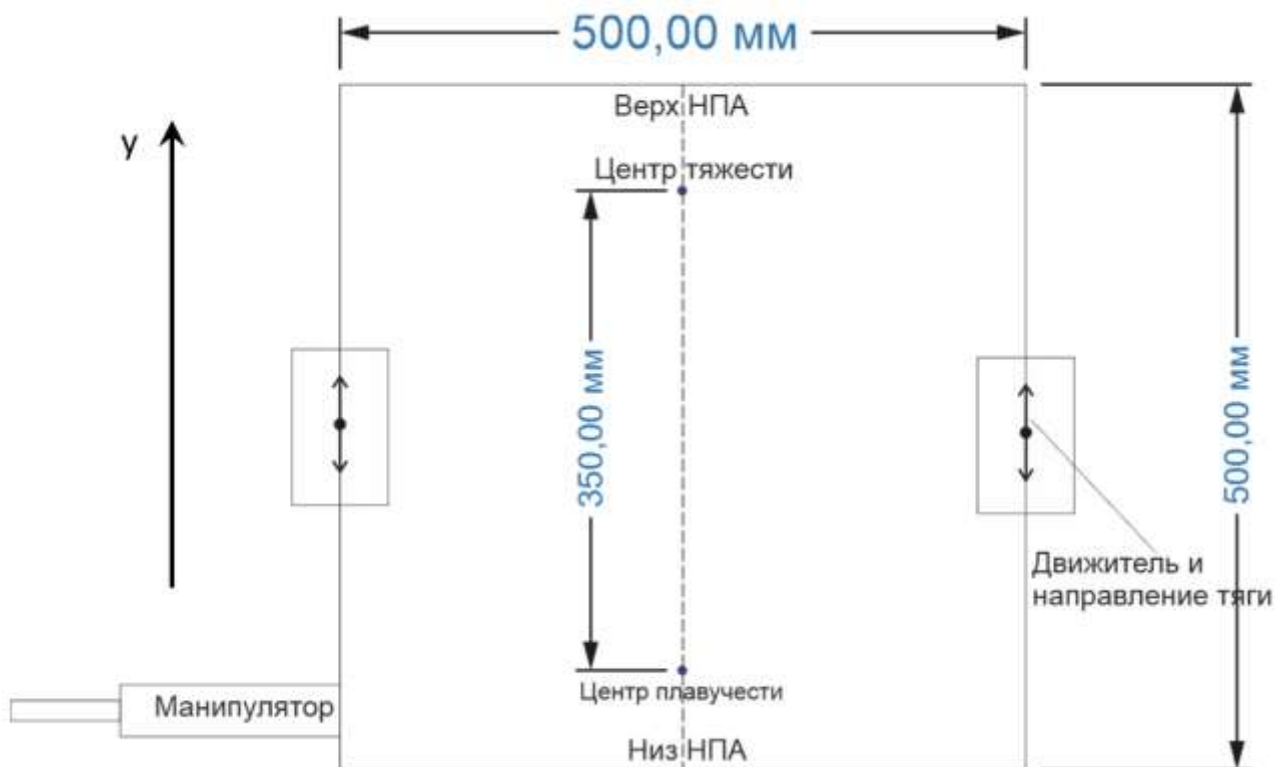


Рис. 1. Необитаемый подводный аппарат

Масса НПА - 11 кг.

Двигатель. Тяга в прямом направлении (совпадает с направлением оси y): 0,3 кгс (при номинальном напряжении). Тяга при реверсе: 0,2 кгс (при номинальном напряжении).

1 килограмм-сила (кгс) равен 9,80665 ньютона (Н).

Центр плавучести – это местоположение внутри твердого объекта, погруженного в жидкость, где сумма всех сил давления распределяется в направлении, противоположном направлению силы тяжести.

Специальная часть

9. Из конструктора собрали манипулятор по следующей кинематической схеме (рис. 2). Манипулятор установлен на краю стола, а любая его часть может заходить под стол.

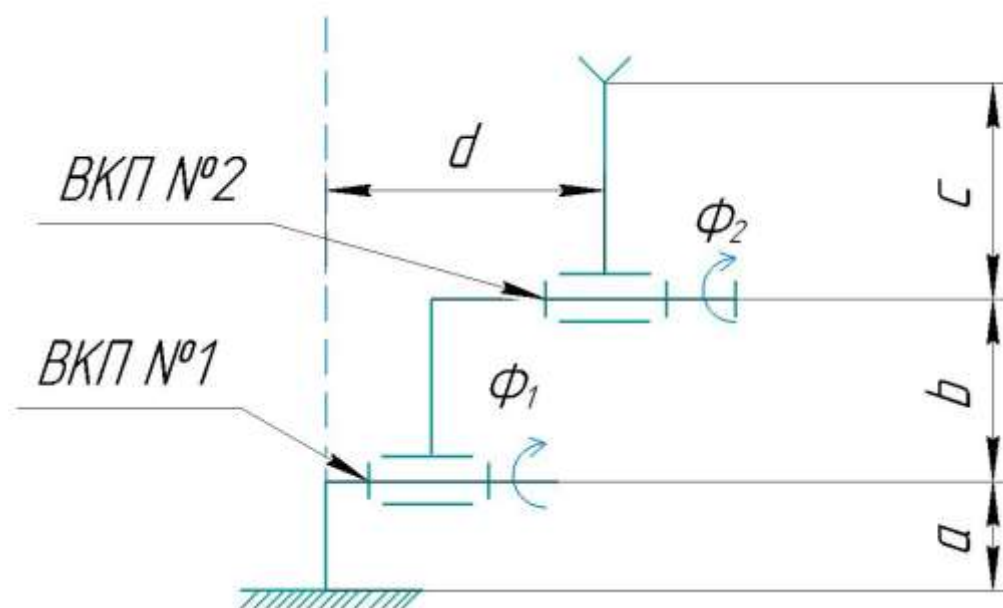


Рис. 2. Кинематическая схема манипулятора

Звенья и кинематические пары показывают с помощью условных обозначений (таблица 1).

Таблица 1. Обозначения элементов кинематической схемы

Элемент	Эскиз
Звено (стержень)	
Неподвижное закрепление звена	
Поступательная кинематическая пара	
Вращательная кинематическая пара	
Рабочий орган манипулятора (схват)	

Параметры манипулятора указаны в таблице 2.

Таблица 2. Параметры манипулятора

a	b	c	d	Φ_1	Φ_2
30 см	50 см	70 см	30 см	360°	360°

Для определённости будем называть точку, расположенную на конце схвата манипулятора, как захват.

Под рабочей областью манипулятора будем понимать множество всех точек, в которых может оказаться захват.

9.1. Определите, какую форму имеет рабочая область манипулятора, кинематическая схема которого представлена на рисунке №1? Выберите из предложенных вариантов один.

- А) Круг;
- Б) Кольцо;
- В) Окружность;
- Г) Сектор круга;
- Д) Сегмент круга;
- Е) Сектор полого цилиндра;
- Ж) Сектор сплошного цилиндра;
- З) Два сектора полых цилиндров разных радиусов;
- И) Два сектора сплошных цилиндров разного радиуса.

9.2. Определите площадь рабочей области манипулятора. Ответ дайте в квадратных дециметрах, приводя результат с точностью до целых. Округление стоит производить только при получении финального ответа. При расчётах примите $\pi \approx 3,14$. Блок кинематической пары перемещается между крайними точками соответствующего рычага.

9.3. Введём систему координат (рис. 3).

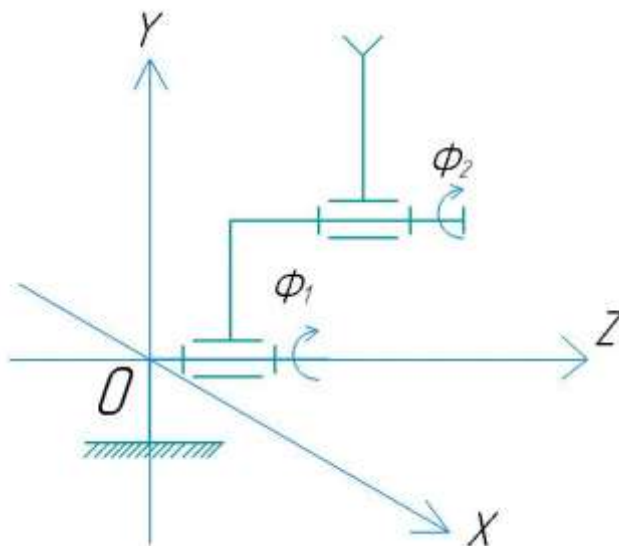


Рис. 3. Система координат для манипулятора

Начало отсчёта - это точка, в которой конец звена ВКП №1 закреплен к вертикальной опоре. Ось OZ расположена вдоль оси первой вращательной кинематической пары, проходит слева направо. Ось OY направлена вертикально вверх. Ось OX лежит в горизонтальной плоскости и направлена к зрителю из схемы. Все оси перпендикулярны друг другу. Масштаб по всем осям 1 условная единица равна 0,5 см.

Среди приведённых точек укажите те, в которые **не может** попасть захват манипулятора. В ответе укажите последовательность номеров пунктов без пробелов и разделителей, упорядоченных **по возрастанию**.

- | | | |
|--------------------|---------------------|--------------------|
| 1) O(0; 0 ; 0) | 2) M(60; 60; 60) | 3) H(200; 200; 60) |
| 4) P(-40; -40; 60) | 5) T(-100; 100; 60) | 6) E(300; 0; 60) |

9.4. Начальное положение манипулятора - обе пары расположены так, как показано на Рисунке №2. Обе вращательные кинематические пары держат схват так, что он ориентирован строго вверх и находится в вертикальной плоскости YOZ. **Положительное направление поворота** вращательной кинематической пары определяется так: если смотреть с конца стрелки оси OZ, то это поворот **от конца оси OY по кратчайшему пути к концу оси OX**.

Вращательные кинематические пары 1-2 подключены к моторам №1 и №2 соответственно. Для приведения в движение кинематических пар используют одинаковые моторы с энкодером и редуктором. За один оборот вала мотора энкодер выдаёт 720 импульсов. Передаточное число редуктора равно 30.

Перед началом работы показания энкодеров были обнулены, а манипулятор установлен в начальное положение. Определите, в точке с какими координатами окажется захват манипулятора, если энкодер мотора №1 показал 5400, энкодер мотора №2 показал -5400. Ответ дайте для координат по каждой из осей отдельно в формате x;y;z.

9.5. Определите, какое значение будет на энкодерах моторов после того, как захват переместится из начального положения (где значения энкодеров были обнулены) в точку с координатой (-100; 0; 60), если перемещение будет происходить по кратчайшему пути. Среди возможных решений выберите то, при котором вторая вращательная кинематическая пара находится над плоскостью XOZ. Ответ дайте с точностью до целых. Округление стоит производить только при получении финального ответа. Ответ дайте для каждого из энкодеров первого и второго моторов последовательно в формате: 0;0.

10. Саша собрал пятизвенный манипулятор, схема которого приведена на рисунке 4.

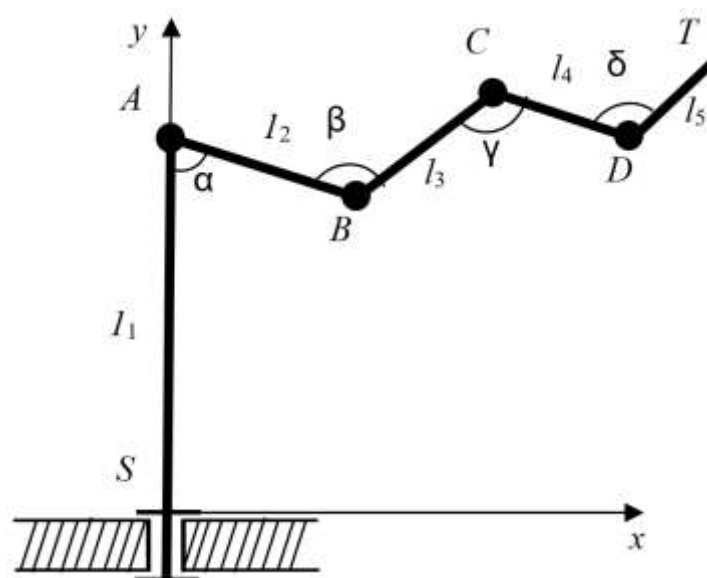


Рис. 4. Пятизвенный манипулятор.

Звено SA длины l_1 (от основания) направлено вертикально вверх и может вращаться вокруг своей оси. Все звенья лежат в одной плоскости. Длина звена AB равна l_2 . Длина звена BC равна l_3 . Длина звена CD равна l_4 . Длина звена DT равна l_5 . Известно, что углы $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ могут изменяться от 10° до 60° .

10.1. Известно, что $l_2 = l_3 = l_4 = l_5 = 300$ мм. Найдите наибольшую возможную целочисленную координату по оси Sx точки T (оконечности манипулятора) в миллиметрах. В ответе запишите только число.

10.2. Известно, что $l_2 = l_3 = l_4 = l_5 = 300$ мм, в точках B, C, D расположено по одному сервоприводу массой 50 г. (считать, что масса сосредоточена в соответствующей точке). Масса каждого звена без сервопривода равна 40 г. и равномерно распределена по звену. Определите крутящий момент сервопривода B , необходимый для удержания звеньев в положении, при котором точка T имеет наибольшую координату по оси Sx . Ответ дайте в $\text{Н} \cdot \text{м}$ с точностью до десятитысячных (при вычислении ускорение свободного падения принять равным $9,8 \text{ м/с}^2$).

Справочная информация. Моментом силы относительно оси вращения называется физическая величина, равная произведению силы на её плечо.

Если крутящий момент сервопривода равен $2 \text{ Н} \cdot \text{м}$, то это значит, что сервопривод удержит на весу в горизонтальном положении невесомый рычаг длины 1 м , на свободный конец которого подвесили груз весом $P = 2 \text{ Н}$.

10.3. Чтобы «облегчить» работу сервоприводу на вершине A первого звена, Саша решил перенести точку крепления второго звена к сервоприводу A ближе к точке B (рис. 5), освободившийся конец звена

удлинить на 300 мм тем же материалом (таким образом вся получившаяся из первого звена деталь будет весить 80 г, масса распределена равномерно, все остальные звенья не изменяются) и на свободный конец добавить груз массы 200 гр так, чтобы он уравнивал звенья в состоянии, когда координата по оси Sx точки T максимальная из возможных. Определите, на сколько миллиметров пришлось Саше сдвинуть точку крепления второго звена. В ответе запишите число с точностью до целого.

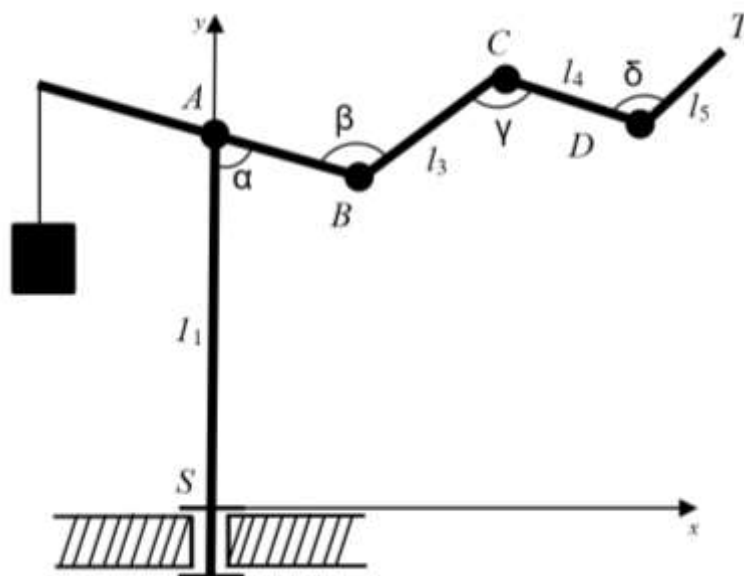


Рис. 5. Новый вариант манипулятора

11. В основе механизма пресса великого русского математика и механика Пафнутия Львовича Чебышёва лежит узел, подобный изображенному на рисунке 6 (масштаб на рисунке не соблюден). Это механизм представляет из себя рычажную систему, в которой рычаг FD соединен шарнирами в точках A и D с прямыми рычагами OA и ED , закрепленными на станине шарнирами O и E . Посередине отрезка AD на шарнире B закреплен рычаг BC , который через шарнир C передает движение на вертикально движущийся в пазах шток пресса. Движение штока вниз обеспечивается «перекидыванием» конца рычага F по часовой стрелке направо через верх, при этом точка B движется по полуовалу. Пусть $|AD|=1$ дм, $|OA|=|ED|=4$ дм, $|OE|=3$ дм. Будем считать, что механизм находится в плоскости прямоугольной системы координат Oxy (рис. 6), рычаги при движении могут «заходить друг под друга».

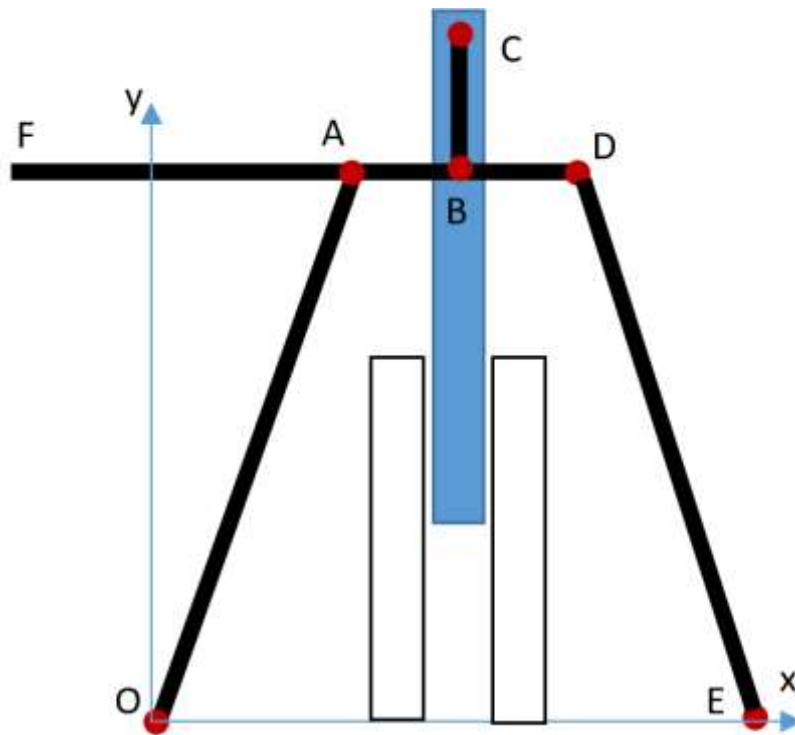


Рис. 6. Узел из пресса Чебышёва

- 11.1. Определите вертикальный ход пресса в миллиметрах (разницу расстояний от оси Ox до вертикального штока в его верхнем и нижнем положении). В ответе укажите только число, округлив до целого.
- 11.2. Определите координаты (x, y) в миллиметрах шарнира B , когда он находится ближе всего к оси Oy при работе пресса. В ответе укажите пару чисел x, y через запятую, округлив их до целых.
12. Петя собрал робота: диаметр ведущих колёс 7 сантиметров, расстояние между точками контакта ведущих колёс с поверхностью – 19 сантиметров (рис.7). Два датчика расположены симметрично относительно продольной оси робота.

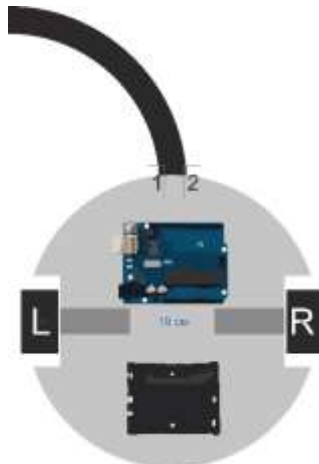


Рис. 7. Робот на линии

Петя программа движения по линии содержит следующие строки:

```
power = 50;
kp = 2;
...
u = kp * err; //Управляющее воздействие
motorL = power + u; //Мощность подаваемая на левый мотор L
motorR = power - u; //Мощность подаваемая на правый мотор R
...
```

Петя запустил робота двигаться вдоль линии, которая представляет из себя дугу с радиусом кривизны 14 сантиметров. При движении по дуге абсолютное значение ошибки (err) было в диапазоне 23-27. При движении по дуге центральная точка между датчиками находится по центру линии (рис.8).

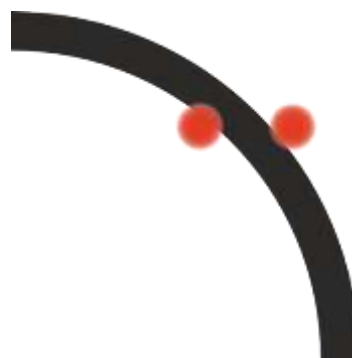


Рис. 8. Центральная точка между датчиками находится по центру линии

- 12.1. На каком расстоянии от оси колес Петя закрепил датчики? При вычислениях принять модуль величины $err=25$ и считать, что центральная точка между датчиками движется точно по середине линии. Ответ дайте в сантиметрах, округлив до целого.

12.2. По дуге с каким максимальным радиусом изгиба, выраженным целым числом сантиметров, данный робот при пренебрежении другими факторами в условиях модели гарантированно не сможет проехать круг, используя указанный в условии алгоритм движения по линии?

13. Витя тестирует схему управления лампой накаливания на базе платы Arduino Uno, используя вольтметр. Контакт 9 сконфигурирован как выход (pinMode (9, OUTPUT);). Транзистор VT1 – кремниевый, максимальное напряжение насыщения база-эмиттер $V_{BEsat} = 1,2 \text{ В}$, максимальное напряжение насыщения коллектор-эмиттер $V_{CEsat} = 0,4 \text{ В}$. Используемый вольтметр считайте идеальным (внутреннее сопротивление равно бесконечности). Схема питается от стабилизированного источника, напряжение $V_{cc} = 10 \text{ В}$.

13.1. При первом измерении школьник подключил вольтметр между базой и эмиттером транзистора (Рис. 9).

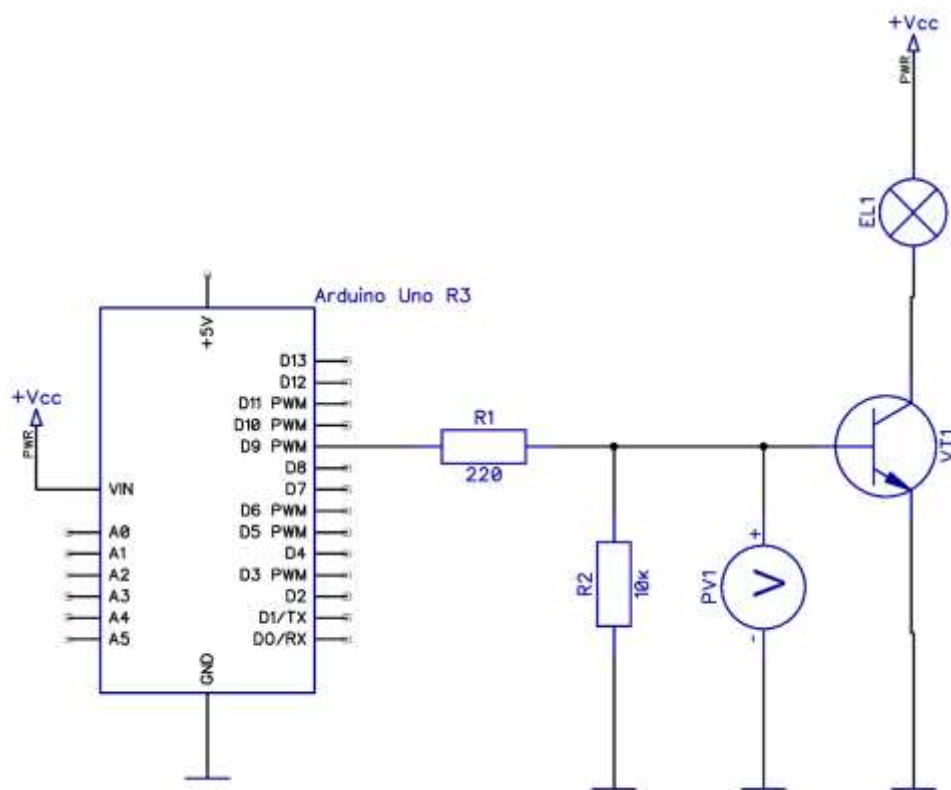


Рис. 9. Тестирование лампы накаливания

Что покажет вольтметр во время выполнения следующего фрагмента кода, если все компоненты исправны?

```
analogWrite (9, 255);
```

Варианты ответов:

1) 5 В

- 2) 4,89 В
- 3) 10 В
- 4) значение в диапазоне от 0,6 В до 1,2 В
- 5) 4,3 В

13.2. При втором измерении школьник подключил вольтметр между коллектором и эмиттером транзистора (рис. 10).

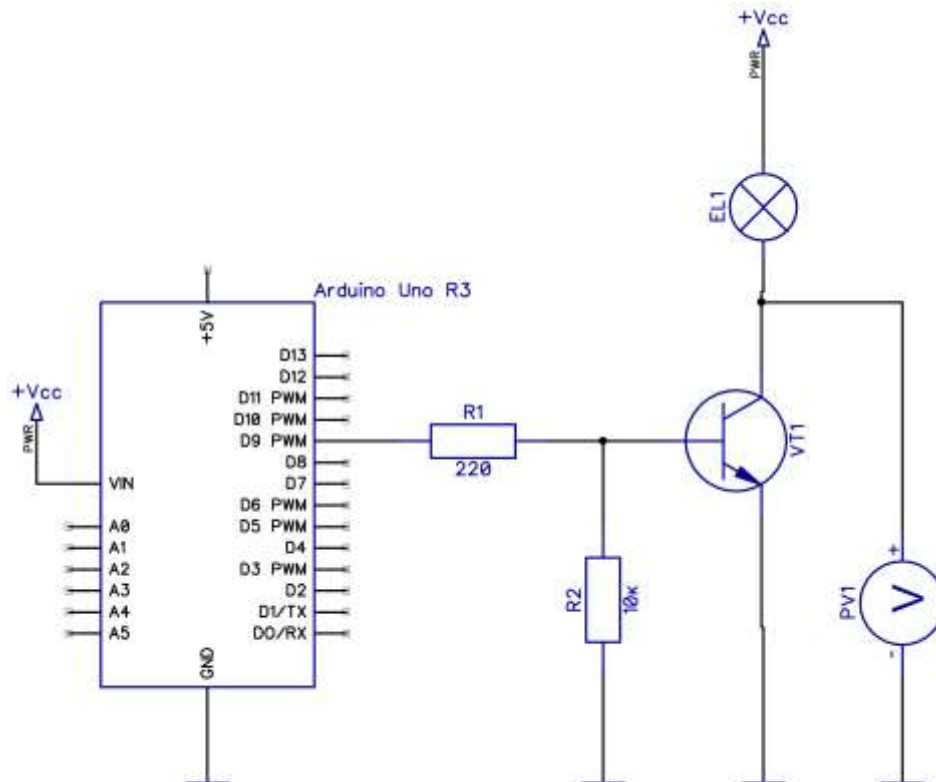


Рис. 10. Второе тестирование лампы накаливания

Что покажет вольтметр во время выполнения следующего фрагмента кода, если все компоненты исправны?

```
analogWrite (9, LOW);
```

Варианты ответов:

- 1) ~ 10 В
- 2) ~ 5 В
- 3) ~ 0,4 В
- 4) 0 В
- 5) Вопрос некорректен, т.к. приведенный код не скомпилируется