**ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ТРУДУ (ТЕХНОЛОГИИ)**

**ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП**

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР**

# 10 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.

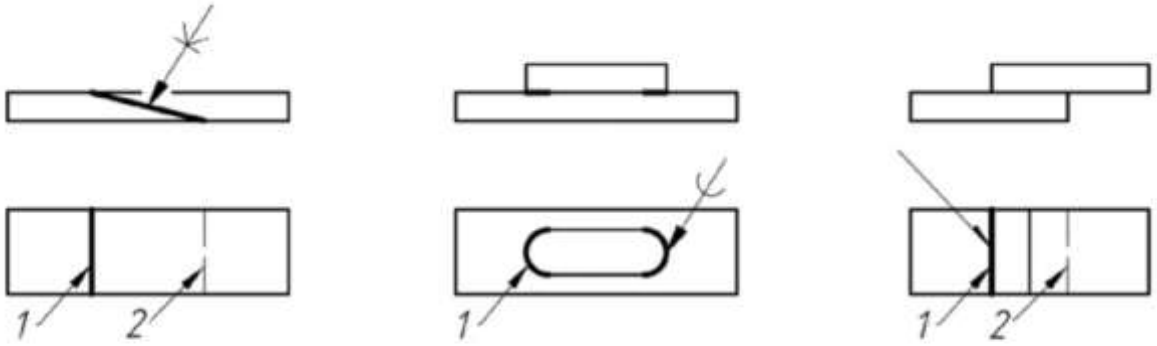
**Максимальная оценка – 30 баллов.**

## Общая часть

1. (1 балл) Верны ли следующие утверждения?

| № | Утверждение |
|---|---|
| 1 | LASER – аббревиатура, означающая усиление микроволн с помощью вынужденного излучения |
| 2 | LASER – аббревиатура, означающая усиление света с помощью вынужденного излучения |
| 3 | Прохоров Александр Михайлович и Басов Николай Геннадиевич (русские физики) в 1964 году получили Нобелевскую премию «за фундаментальные работы в области квантовой электроники, которые привели к созданию излучателей и усилителей на лазерно-мазерном принципе» |
| 4 | Чарльз Хард Таунс (американский физик) в 1964 году получил Нобелевскую премию «за фундаментальные работы в области квантовой электроники, которые привели к созданию излучателей и усилителей на лазерно-мазерном принципе» |

2. (1 балл) Напишите название соединений и типы линий, представленных на чертеже? В чём основное назначение линии номер 1?




*а* *б* *в*

3. (1 балл) Установите соответствие термина в сфере беспилотных авиационных систем и его действию, которое совершается в БАС мультироторного типа. Ответ запишите в виде сочетания цифр и букв, например: 1А2Б3В

| | Термин |
|---|---|
| 1 | Крен |
| 2 | Тангаж |
| 3 | Рыскание |

| | Действие |
|---|---|
| А | Линейная скорость полёта дрона (вперёд/назад) |
| Б | Повороты вокруг вертикальной оси (Z), по часовой или против часовой стрелки |
| В | Наклоны дрона на левый и правый бок |

4. (0,5 балла) При генерации электричества ветрогенератором энергия переходит из одной формы в другую. Определите порядок преобразования энергетических форм во время работы ветряной турбины.

1 – механическая энергия вращения лопастей
2 – кинетическая энергия воздушного потока
3 – электрическая энергия, передаваемая в сеть
4 – электрическая энергия переменного тока
5 - электрическая энергия, запасенная в аккумуляторной батарее

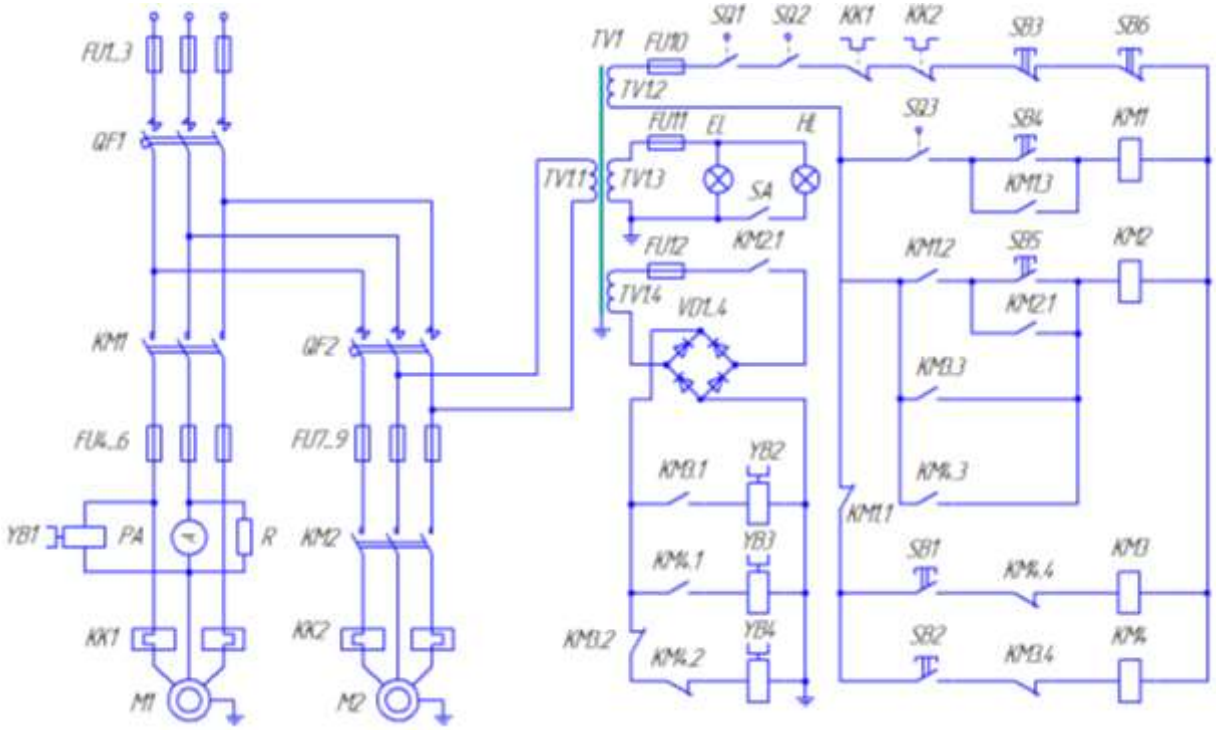
5. (1 балл) Активное и пассивное измерение загрязнения атмосферы – это два вида способов уменьшения загрязнения атмосферы вредными выбросами промышленных предприятий. Распределите способы уменьшения загрязнения атмосферы по эти двум видам.

| | |
|---|---|
| 1 | активные |
| 2 | пассивные |

| | |
|---|---|
| А | строительство предприятий по проектам, прошедшим экологическую экспертизу |
| Б | размещение предприятий с учетом розы ветров |
| В | расположение промышленных предприятий с учетом рельефа местности |
| Г | создание санитарно-защитных зон в виде лесопосадок и парков |
| Д | повышение экологической безопасности сырья перед его применением |
| Е | рассеивание промышленных выбросов высокими дымовыми трубами |

6. (1 балл) Предприниматель за первый год изготовил и реализовал продукцию в объеме 3 000 единиц на общую сумму 6 000 000 руб. при ее себестоимости 1 000 руб. за единицу. На следующий год себестоимость единицы продукции повысилась на 30 %. Какую прибыль получил предприниматель за два года, если за второй год своей деятельности он продал 4 000 единиц продукции по той же цене? Налоги не учитывайте. Ответ запишите в млн. руб.

7. (0,5 балла) На рисунке представлена электрическая принципиальная схема обрабатывающего станка. Определите, от какого напряжения питается цепь управления станка, и выберите правильный ответ:




а – 110 V
б – 220 V
в – 380 V

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 движителей для удержания угла? Выберите все правильные утверждения. Ответ запишите в виде последовательности цифр по возрастанию без пробелов, например, 1234.

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

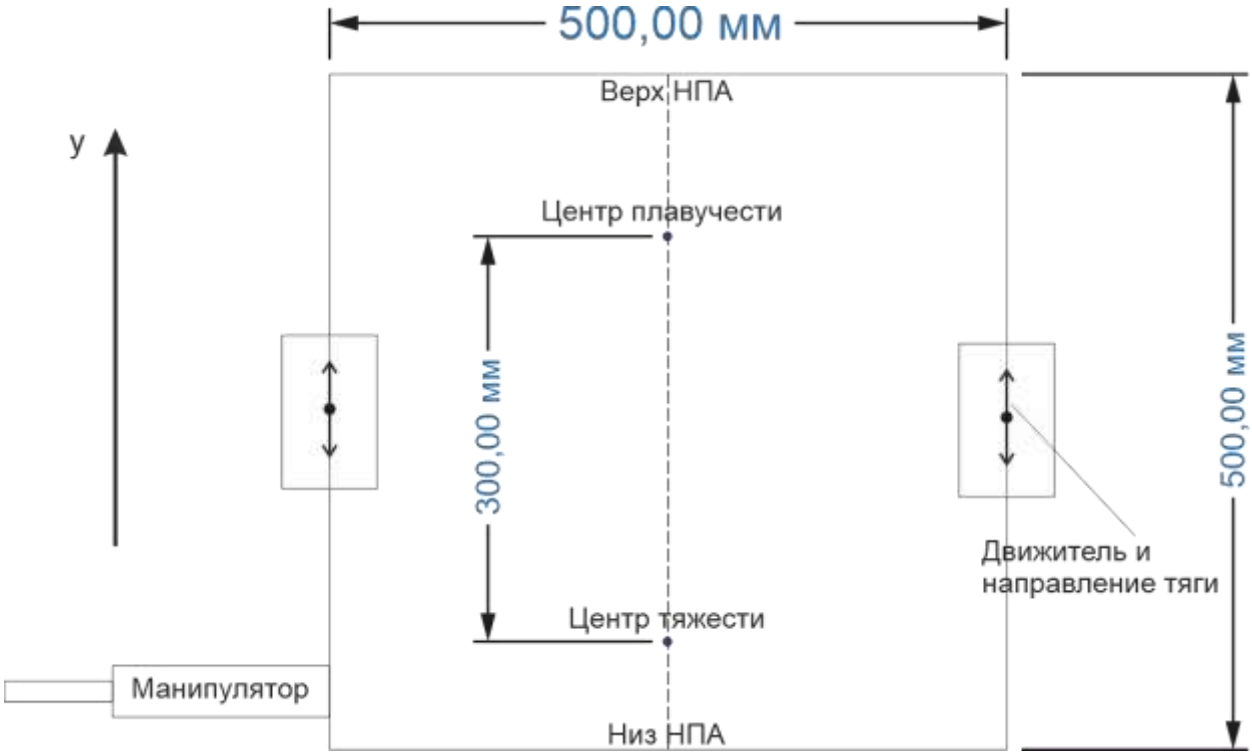



Рис. 1. Необитаемый подводный аппарат

Масса НПА - 10 кг.

Движитель. Тяга в прямом направлении (совпадает с направлением оси y): 0,2 кгс (при номинальном напряжении). Тяга при реверсе: 0,15 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):

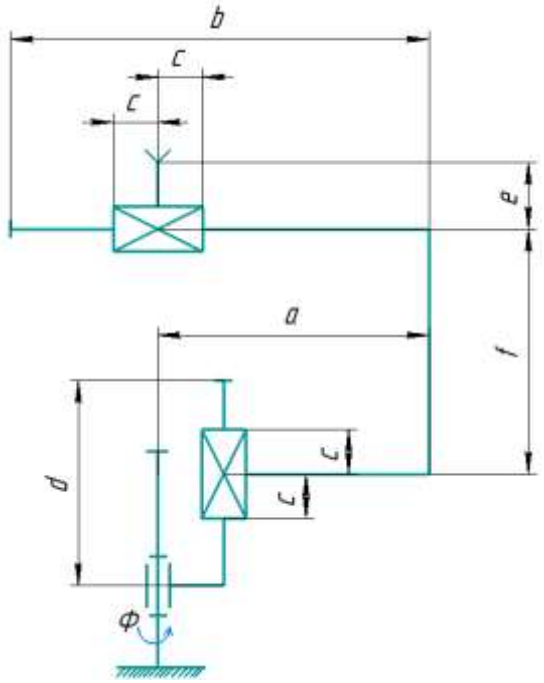



Рис. 2. Кинематическая схема манипулятора

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 | e | f | Ф |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 150 см | 220 см | 10 см | 100 см | 20 см | 80 см | 180° |

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 2? Выберите из предложенных вариантов один.

А) Полый цилиндр;
Б) Сплошной цилиндр;
В) Сектор полого шара;
Г) Сектор сплошного шара;
Д) Сектор полого цилиндра;
Е) Сектор сплошного цилиндра;
Ж) Два сектора полых цилиндров разных радиусов;
З) Два сектора сплошных цилиндров разного радиуса.

9.2. Определите объём рабочей области манипулятора. Ответ дайте в кубических дециметрах, приведя 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).

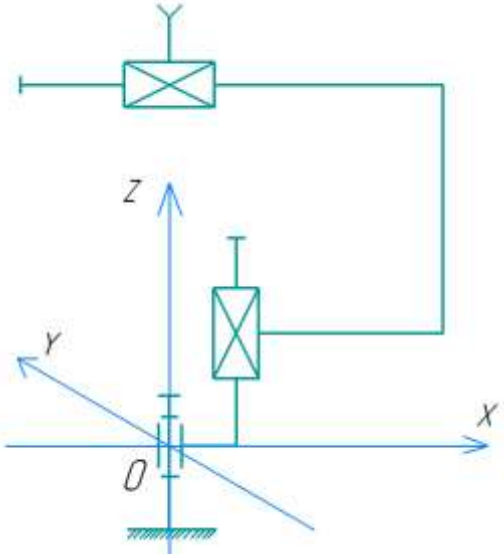



Рис. 3. Система координат для манипулятора

Начало отсчёта - это точка, расположенная на пересечении оси вращения вращательной кинематической пары и продолжения горизонтального звена. Ось OX расположена горизонтального, проходит слева направо. Ось OY расположена в горизонтальной плоскости, и направлена от зрителя вглубь схемы. Ось OZ направлена вертикально вверх. Все оси перпендикулярны друг другу. Масштаб по всем осям 2 условных единиц равны 1 см.

Начальное положение манипулятора: поступательная пара, двигающаяся в вертикальном направлении, касается нижним краем горизонтального

плеча, через которое проходит ось OX, вращательная пара расположена так, что движущаяся горизонтально поступательная пара ориентирована строго вдоль оси OX. Схват расположен так, что через него проходит ось OZ. **Положительное направление поворота** вращательной кинематической пары определяется так: если смотреть с конца стрелки оси OZ, то это поворот **от конца оси OX по кратчайшему пути к концу оси OY.**

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

1) O(0; 0 ; 0) 2) M(0; 0; 240) 3) H(200; 200; 200)
4) P(-400; 80; 260) 5) T(-100; -40; 250) 6) E(-200; 140; 180)

9.4. Для приведения в движение кинематических пар используют одинаковые моторы с энкодером и редуктором. За один оборот вала мотора энкодер выдаёт 120 импульсов. Передаточное число редукторов равно 20.

Вращательная кинематическая пара подключена к редуктору мотора №1 и поворачивается в том же направлении и на такое же количество градусов, что и ведомая ось редуктора.

Мотор №2 управляет вертикально движущейся поступательной кинематической парой. Мотор №3 управляет горизонтально движущейся поступательной кинематической парой. Движение поступательной пары организовано посредством винта с гайкой. За один оборот оси редуктора поступательная пара перемещается на 2 см. Если мотор вращается в положительном направлении, то поступательная пара движется в положительном направлении соответствующей оси, если смотреть на манипулятор в начальном положении.

Определите, в точке с какими координатами окажется захват манипулятора, если энкодер мотора №1 показал 600, энкодер мотора №2 показал 12000, энкодер мотора №3 показал 18000. Перед началом работы показания энкодеров были обнулены, а манипулятор установлен в начальное положение. В ответе приведите координаты по каждой из осей OX, OY, OZ в формате: 0;0;0.

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 (60; 60; 270), если перемещение будет происходить по кратчайшему пути. Ответ дайте с точностью до целых. Округление стоит производить только при получении финального ответа. Ответ дайте для энкодеров первого, второго и третьего моторов последовательно в формате: 0;0;0.

10. В основе нескольких механизмов великого русского математика и механика Пафнутия Львовича Чебышёва лежит узел, подобный изображенному на рис. 5 (масштаб на рисунке не соблюден). Это механизм представляет из себя рычажную систему, в которой жесткий треугольный рычаг $BCD$ с прямым углом $C$ соединен шарнирами в точках $C$ и $B$ с прямыми рычагами $OC$ и $AB$. Пусть $|OC| = 2$ дм, $|AB| = |CB| = |DC| = 1$ дм. Шарниры $A$ и $O$ закреплены на горизонтальной опоре так, что если угол $AOC = 45^{o}$, то $OC||CD$ . Будем считать, что механизм находится в плоскости прямоугольной системы координат $Oxy$ (рис. 5), рычаги при движении могут «заходить друг под друга».

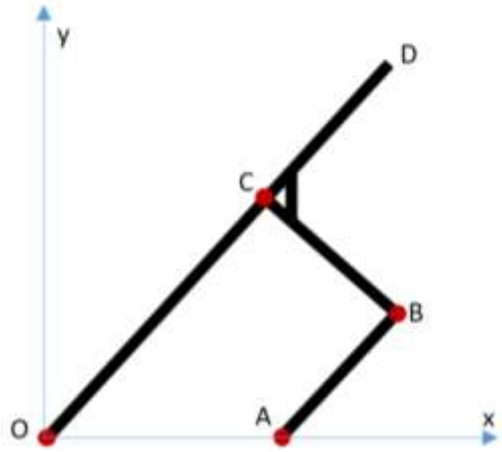



Рис. 5. Рычажный узел Чебышёва

10.1. Рычаг $AB$ повернули так, что угол $OAB = 45^{o}$. Определите новую координату $(x, y)$ окончания $D$ рычага $BCD$. В ответе запишите через запятую пару $x, y$ в миллиметрах, округлив до целых.

10.2. Рычаг $AB$ повернули так, что угол $OAB = 90^{o}$, а рычаги пересекаются только в шарнирах. Определите новую координату $(x, y)$ шарнира $C$ рычага $BCD$. В ответе запишите через запятую пару $x, y$ в миллиметрах, округлив до целых.

11. Саша собрал трехзвенный манипулятор, схема которого приведена на рисунке 6.

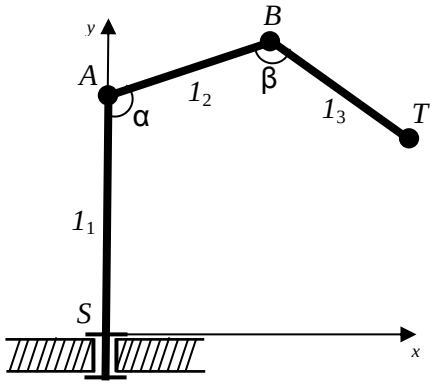



Рис. 6. Трехзвенный манипулятор

Звено $SA$ длины $l_1$ (от основания) направлено вертикально вверх и может вращаться вокруг своей оси на $360^o$. Все звенья лежат в одной плоскости. Длина звена $AB$ равна $l_2$. Длина звена $BT$ равна $l_3$. Известно, что углы $\alpha$ и $\beta$ могут изменяться в следующих пределах: $0 \le \alpha \le a$, $0 \le \beta \le b$. В точке $T$ расположен хват. При использовании в решении $\pi$, принять его равным 3,14.

11.1. Известно, что $l_2 = l_3 = 300$ мм, $b = 150^o$. При каком минимальном значении параметра $a$ рабочая зона манипулятора будет наиболее протяженной по оси $Sx$? В ответе через запятую запишите числовую величину параметра $a$ в градусах и наибольшую возможную в этом случае целочисленную координату по оси $Sx$ точки $T$ (хвата манипулятора) в миллиметрах. Например: 65,600.

11.2. Известно, что $l_1 = 600$ мм, $l_2 = l_3 = 300$ мм, $a = 120^o$, $b = 120^o$. Вычислите в квадратных метрах с точностью до сотых площадь осевого сечения рабочей зоны манипулятора (осевое сечение – сечение плоскостью, содержащей ось $Sy$). В ответе введите только число.

11.3. Сервоприводы в узлах $A$ и $B$ управляются независимо и имеют максимальную угловую скорость 0,1 рад/с и 0,2 рад/с соответственно. В стартовом положении угол $\alpha = 60^o$ а $\beta = 30^o$. Какое наименьшее целое число секунд необходимо манипулятору для приведения углов $\alpha$ и $\beta$ к величине $120^o$ (если это возможно)?

11.4. Сервоприводы в узлах $A$ и $B$ управляются независимо и имеют максимальную угловую скорость 0,1 рад/с и 0,2 рад/с соответственно. Управление угловой скоростью $\omega_A$ сервопривода $A$ задали квадратичным законом зависимости от времени (с.):

$$\omega_A(t) = \begin{cases} (-t^2 + d_A \cdot t) \cdot 0.025, \text{ если } 0 \le -t^2 + d_A \cdot t \le 4 \\ 0, \text{если } -t^2 + d_A \cdot t < 0 \\ 0.1, \text{ в противном случае} \end{cases},$$

а угловой скоростью $\omega_B$ сервопривода $B$ квадратичным законом зависимости от времени (с.):

$$\omega_B(t) = \begin{cases} (-t^2 + d_B \cdot t) \cdot 0.2, \quad \text{если } 0 \le -t^2 + d_B \cdot t \le 1 \\ 0, \text{если } -t^2 + d_B \cdot t < 0 \\ 0.2, \quad \text{в противном случае} \end{cases}$$

Какие следует установить значения параметров $d_A$ и $d_B$, чтобы скорости не превысили максимальные, т.е. чтобы их не пришлось искусственно снижать, используя нижние условия в системах для $\omega_A(t)$ и $\omega_B(t)$ как можно дольше по времени**.** В ответе запишите через запятую значения $d_A$,$d_B$.

12.1. Робот Ани передает информацию на базу в двоичном виде в кодировке ASCII по радиосвязи (каждый символ алфавита передачи кодируется семью битами). Для защиты от возможных помех используется простейший код проверки на четность: информация последовательно записывается в первые семь бит каждого байта, а восьмой бит байта заполняется нулем, если сумма содержимого первых семи бит четна и единицей иначе. Таким образом, после получения, по сумме элементов байта понятно, произошла ли в байте ошибка типа инвертирования одного любого бита. Ее невозможно исправить, но можно попросить передать этот байт ещё раз. Понятно, что если инвертируются два бита, то ошибки не заметить. Код такого типа называется кодом, обнаруживающим одну ошибку.

12.1. На базе получили следующие три байта

(0110000x)(y1010011)(100z0011)

Позиции, где поставлены 0 или 1 были приняты уверенно, будем считать, что в них нет ошибок. Позиции x,y,z вызывали сомнения при приеме. Определите передаваемые символы на местах x,y,z. В ответе запишите эти три символа без пробелов. Например, 101.

12.2. Восемь бит байта будем называть заполнением этого байта. Сколько всего возможно различных заполнений одного байта указанным в условии способом?

12.3. Сколько из всевозможных заполнений байта указанным способом таких, что среди первых четырех бит не найдется трех нулей?

13. Федя написал программу для навигации робота по полю с координатной сеткой (рис. 7), где ось X – по горизонтали, ось Y – по вертикали.

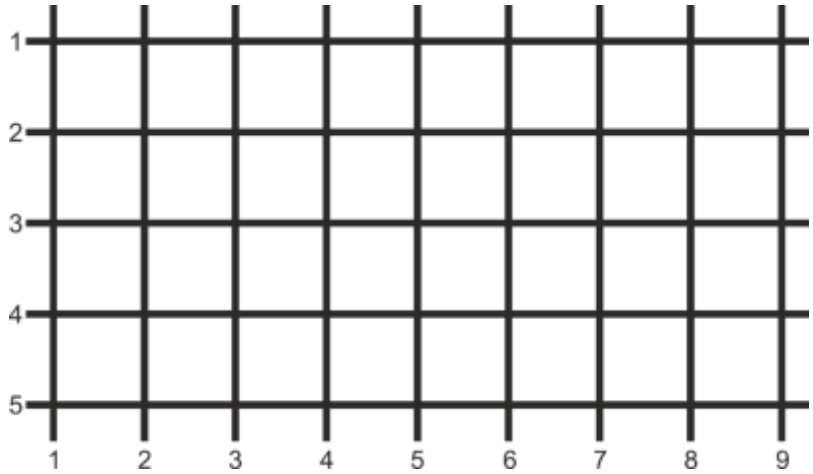



Рис.7. Поле с координатной сеткой

Робот двигается вдоль линий с помощью двух датчиков, умеет поворачивать на 90 градусов на перекрестках.

Для локализации Федя использует вектор состояния робота: current_x, current_y, current_direction – текущие координаты робота и направление. Федя закодировал направления согласно рисунку 8,

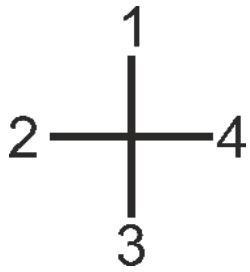



Рис.8. Коды направлений

где направление 1 соответствует направлению в сторону увеличения значения по оси Y.

На старте робот находится в координатах 4,3 с кодом направления 2. Маршрут движения робота задается парами значений X,Y в массиве route – робот должен проехать по точкам: 2;3, затем 1;2, затем остановиться. Фрагмент программы

```
int route[] = { 2, 3, 1, 2 };  //Маршрут, состоящий из пар координат X,Y
int current_x = 4;
int current_y = 3;
int curr_dir = 2; //Текущее направление робота
void turn_and_move(int coord1, int coord2, int axis_code) {//axis_code: 1 для оси X, 0 для оси Y
  //Функция constrain(x,a,b) возвращает x, если x входит в область значений [a,b]; возвращает a, если x<a; возвращает b, если x>b
  int dest_dir = constrain(coord1 - coord2, -1, 1) + 2 + axis_code;
//dest_dir - целевое направление робота
  int turns_number = (5 + curr_dir - dest_dir) % 5 - 1;
  for (int i = 0; i < abs(turns_number); i++)
    //Функция turn поворачивает робота на 90 градусов в заданную сторону: -1 – против часовой стрелки, 1 – по часовой стрелке
    turn(constrain(turns_number, -1, 1));
  curr_dir = dest_dir;
  int cross_number = abs(coord1 - coord2);
  for (int i = 0; i < cross_number; i++)
    LF_cross();  //Проезд вдоль линии до перекрестка
}
//Проезд из текущей точки в координаты x,y
void move_xy(int x, int y) {
  turn_and_move(x, current_x, 1);
  current_x = x;
  turn_and_move(y, current_y, 0);
  current_y = y;
}
int main() {
  for (int i = 0; i < 4; i++)
    move_xy(route[i * 2], route[i * 2 + 1]);
}
```

*Перенос строк не считать за ошибку

Федя запустил робота и тот приехал не в те координаты, которые он ожидал.

13.1. Какая координата X будет у робота после первого перемещения по одной оси на заданное количество перекрёстков?

13.2. В каких координатах оказался робот после выполнения всей программы? Запишите через запятую две цифры X,Y.

13.3. Федя допустил ошибку в алгоритме, поэтому робот неправильно ездит по заданному маршруту. Ошибка в одной цифре в алгоритме. Укажите номер строки, где допущена ошибка, и правильную цифру через запятую без пробелов, например 19,7.

Таблица 3. Вспомогательная таблица

| Шаг | destination_direction | turns_number | current_direction | Реальное направление | Расчётные координаты | Реальные координаты |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Старт | | | 2 | 2 | | 4,3 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |