

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ТЕХНОЛОГИИ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП
ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР
11 класс
Профиль «Робототехника»

Уважаемый участник олимпиады!

Вам предстоит выполнить теоретические и тестовые задания.

Время выполнения заданий теоретического тура 150 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 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 – 25 баллов.

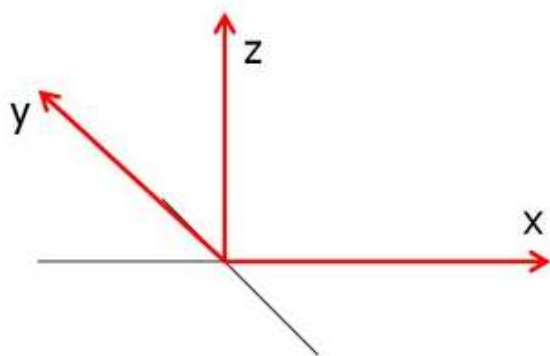
Общая часть

1. Установите соответствие между названием и определением двумерных(2D) наноматериалов.

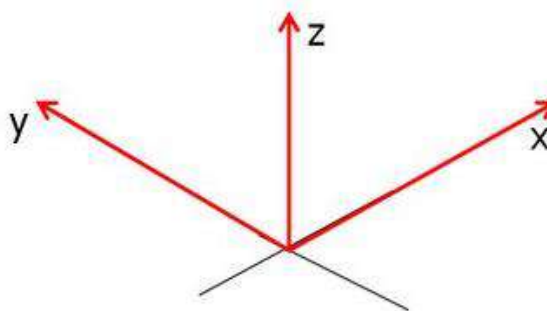
1	силицен	а – гофрированный двумерный наноматериал, изгибающийся вверх и вниз в зависимости от связей между атомами
2	графен	б – двумерная аллотропная модификация кремния (материал имеет периодически деформируемую/изгибающуюся топологию)
3	борофен	в – двумерная аллотропная модификация углерода (плоский материал)

За новаторские эксперименты по исследованию какого двумерного наноматериала Константину Новоселову и Андрею Гейму вручена Нобелевская премия по физике за 2010 год? Выбрать наноматериал из перечисленных, указав в ответе цифру 1, 2 или 3.

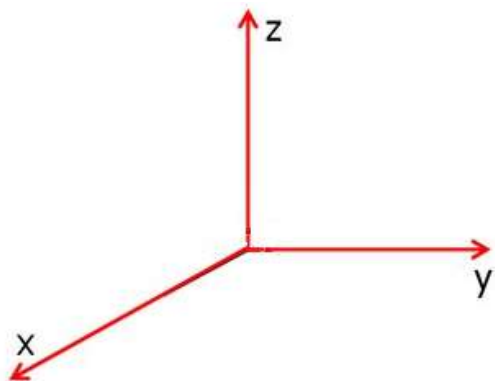
2. На каком рисунке показано правильное расположение осей, во фронтальной диметрической проекции?



а.



б.



в.

3. Развитие энергетической сферы является условием совершенствования техники и технологий. Российские ученые совершили целый ряд открытий, став признанными лидерами в этой области. Сопоставьте перечисленные открытия с фамилиями ученых: Доливо-Добровольский М.О., Курчатов И.В., Пироцкий Ф.А., Яблочков П.Н.

- а. – ядерная энергетика (первый европейский ядерный реактор)
- б. – изобретение трансформатора
- в. – впервые осуществлена передача электроэнергии на расстояние до 1 км
- г. – разработана трёхфазная система токов

4. Эра электронных вычислительных машин началась с методики Дж. Фон Неймана, описанной в 1945 году в рамках доклада «Первый проект» о вычислительной машине EDVAC. Именно от первых устройств, построенных на архитектуре Фон Неймана, отсчитываются поколения ЭВМ. Установите соответствие между столбцами.

	<i>Изобретения и научные учреждения, в которых они созданы</i>		<i>Ученые, с чьими именами связаны разработки</i>
1	ЭВМ Сетунь, разработана в МГУ	а	С. А. Лебедев
2	МЭСМ (малая электронная счетная машина), Киевский институт электротехники (позднее - Институт электродинамики) БЭСМ-1 (большая электронно-счетная машина), Институт точной механики и вычислительной техники	б	Н. П. Брусенцов, Л. С. Соболев
3	ЭВМ «Стрела» (первый серийный советский компьютер), разработана в СКБ-245 (с 1958 года – это НИИ электронных математических машин – НИЭМ, с 1968 года -НИЦЭВТ)	в	Ю. Я. Базилевский
4	Урал 1,2,3,4 (семейство советских цифровых ЭВМ общего назначения), разрабатывалась на предприятии п/я 24 в г.Пензе	г	Б. И. Рамиев

5. Выберите из перечисленных приборов и технических средств те, которые не создают микроклимат жилого помещения.

1. воздухоочиститель
2. ионизатор
3. климатизёр
4. кондиционер
5. озонатор
6. охранный извещатель
7. тепловой датчик
8. робот-пылесос

Специальная часть

6. Трехстепенной манипулятор с рабочим органом захватом выполняет перемещения в вертикальной плоскости. Захват расположен вертикально. Серводвигатели, расположенные в узлах манипулятора, пронумерованы от 0 до 3 – от основания к захвату (S0, S1, S2, S3). Они подключены последовательно на 9, 10, 11 и 12 порты. Для управления серводвигателями используется специальная библиотека. Команда `myservo[i].write(n)` перемещает вал серводвигателя с номером i в позицию n в диапазоне от 0 до 180 градусов режиме параллельного исполнения. В стартовом положении (см. рисунок) на двигателях выставлены следующие значения: S0 – 60, S1 – 120, S2 – 90, S3 – 60. Поворот плеча манипулятора в положительную сторону осуществляется по часовой стрелке. Захват S3 удерживает объект в положении 90 и более. Скорость вращения каждого серводвигателя составляет не менее 100°/с. В стартовом положении плечи манипулятора расположены следующим образом: I – под 30° к вертикали, II – под 60° к I, III – под 90° к II (см. рисунок). Длины I и II плеча – 50 см, масса каждого плеча с учетом серводвигателей – 300 г, длина III плеча вместе с захватом – 10 см, масса – 100 г. Считаем, что масса каждого плеча распределена равномерно по длине.

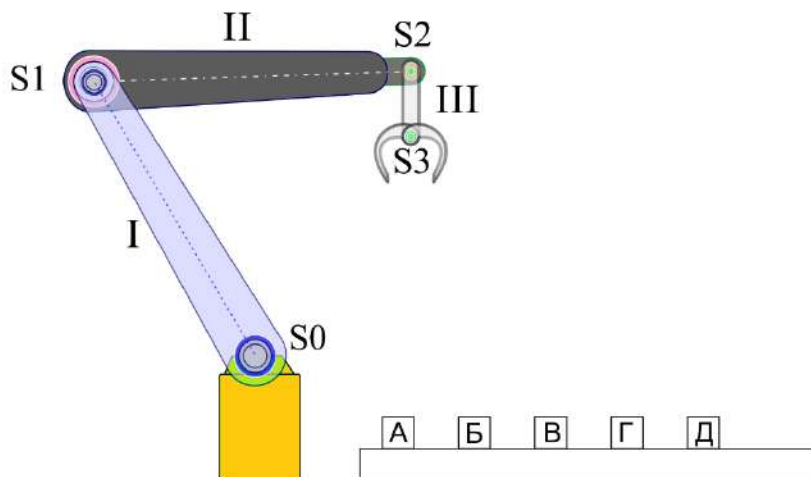


Рисунок 1. Стартовое положение манипулятора.

Перед манипулятором на подиуме высотой 5 см установлено 5 объектов: А, Б, В, Г, Д. Масса объекта – 50 г, также распределена равномерно. Расстояние до центра первого объекта – 20 см от вертикальной оси, проходящей через ось серводвигателя S0, расстояние между центрами объектов – 10 см. Ось вращения серводвигателя S0 находится на высоте 15 см.

6.1. Определите, какой минимальный крутящий момент требуется для серводвигателя S0 для подъема объекта при максимальной длине стрелы манипулятора и вертикальном плече III. Ответ дайте в кг·см, округлите до ближайшего целого.

6.2. При перемещении объектов манипулятор переводит захват в положение над позицией объекта, затем опускает и производит захват или отпусkanie. В какой последовательности будут расставлены объекты через 20 секунд после начала работы приведенной программы?

```
1 #include <Servo.h>
2 Servo myservo[4];
3 int mass[4] = {1, 3, 2, 1};
4 int grab = 1;
5 int shift = 3;
6 int r = 50; // длина плеча
7 void setup() {
8   for (int i = 0; i < 4; i++)
9     myservo[i].attach(9 + i);
10 }
11 void loop() {
12   for (int pos = 0; pos < 4; pos++) {
13     int dist = 20 + mass[pos + shift] * 10;
14     int alpha = round(asin(dist / (2 * r)) * 180 / PI);
15     int up = round(atan(10 / dist) * 180 / PI);
16     myservo[0].write(90 + alpha - up); // над объектом
17     myservo[1].write(180 - 2 * alpha);
18     myservo[2].write(alpha);
19     delay(2000);
20     myservo[0].write(90 + alpha); // к объекту
21     delay(1000);
22     if (pos % 2) grab = !grab;
23     myservo[3].write(30 + grab * 60);
24     delay(1000);
25     myservo[0].write(90 + alpha - up); // над объектом
26     delay(1000);
27   }
28   shift--;
29 }
```

Ответ дайте заглавными русскими буквами без разделителей, например: ВАГБД

6.3. Сколько перемещений объектов с места на место будет выполнено в ходе работы программы из предыдущего пункта?

7. Робот оснащён двумя отдельно управляемыми колёсами, диаметр каждого из колёс робота равен 6 см. Левым колесом управляет мотор А, правым колесом управляет мотор В. Колёса напрямую подсоединены к моторам. Маркер закреплён посередине между колёс. Ширина колеи робота равна 30 см. Моторы на роботе установлены так, что если оба вала повернутся на 10° , то робот проедет прямо вперёд. При расчётах примите $\pi \approx 3,14$.

На графиках по оси ОХ отложено время в секундах, а по оси ОУ – число оборотов моторов в минуту. Отрицательные показатели частоты вращения означают, что мотор вращается в противоположном направлении по отношению к положительному направлению.

В ходе выполнения программы частота вращения осей моторов изменялась в соответствии с представленными графиками:

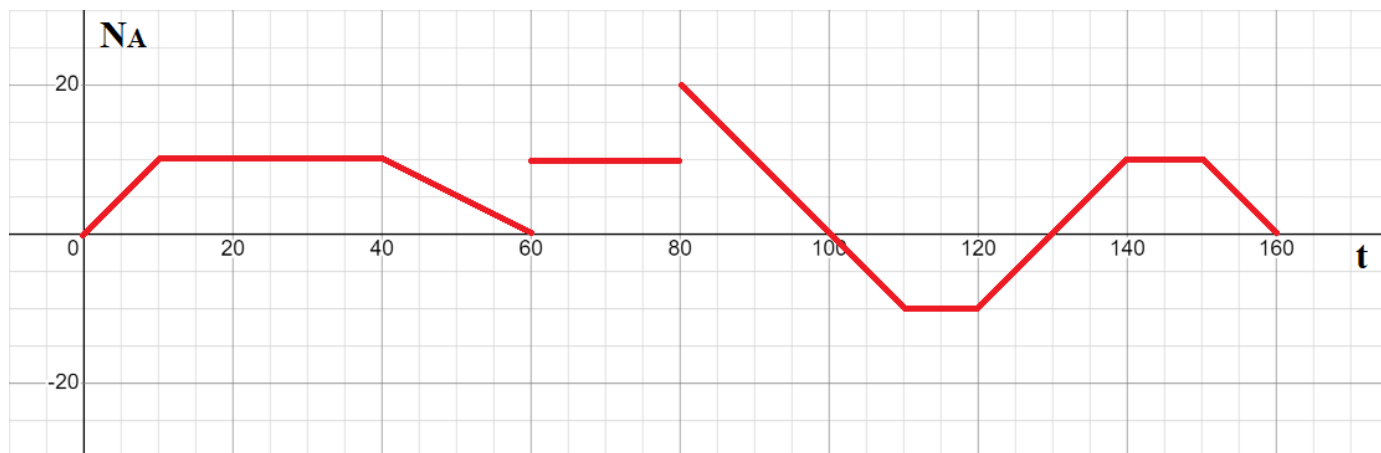


Рисунок 2. График показаний энкодера левого мотора А.

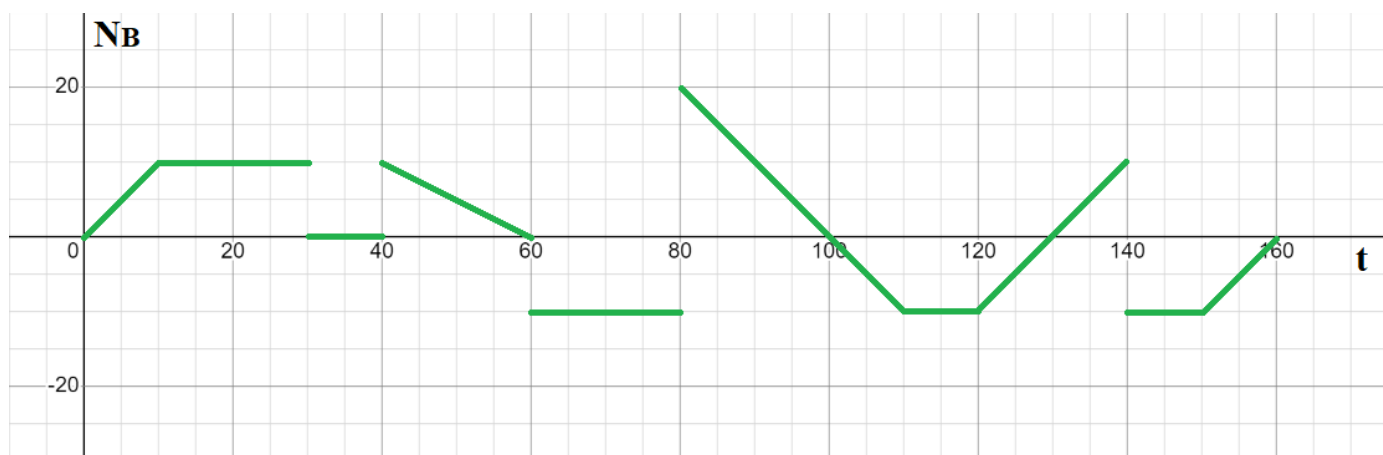


Рисунок 3. График показаний энкодера правого мотора В.

- 7.1. Определите отрезок времени, когда робот совершал разворот вокруг колеса. Ответ дайте в формате «А,В» без кавычек без пробелов и других разделителей, где А – время начала, а В – время конца, например, с 1 по 2 секунду можно записать так: 1,2
- 7.2. Определите градусную меру угла поворота робота вокруг колеса. Ответ дайте в градусах, округлите результат до ближайшего целого.
- 7.3. Определите отрезок времени, когда робот совершал первый разворот на месте. Ответ дайте в формате «А,В» без кавычек, пробелов и других разделителей, где А – время начала, а В - время конца, например, с 1 по 2 секунду можно записать так: 1,2
- 7.4. Определите градусную меру угла, на который повернулся робот при первом развороте на месте. Ответ дайте в градусах, округлите результат до ближайшего целого.
- 7.5. Определите линейную скорость, которую робот может развивать при движении прямо с частотой вращения осей моторов в 50 оборотов в минуту. Ответ дайте в сантиметрах в секунду, округлите результат до ближайшего целого.
- 7.6. Определите длину линии, которую начертил робот с помощью маркера, закреплённого посередине между колёс. Ответ дайте в сантиметрах, округлите результат до меньшего целого. Если робот проехал по одному и тому же участку по несколько раз, то длина данного участка учитывается единожды.
8. Манипулятор робота может совершать поступательные движения звеньев в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Манипулятор обладает одной вращательной степенью свободы, вращаясь вокруг одной из осей.

При движении манипулятора в плоскости XOZ координата положения захвата манипулятора вдоль оси OX может меняться от -100 до 700, координата положения захвата манипулятора вдоль оси OZ может меняться от -200 до 800. Масштаб для всех осей одинаковый: 1 единица вдоль осей равна 2 мм. Манипулятор может поворачиваться на угол от -60° до 120° вокруг оси OX.

8.1. Определите площадь рабочей зоны манипулятора в плоскости XOZ, ответ выразите в квадратных дециметрах, приведя результат с точностью до целых.

8.2. Определите объем рабочей зоны манипулятора, ответ выразите в кубических метрах, округлив результат до десятых. При расчёте примите $\pi \approx 3,14$.

9. К цифровому входу контроллера подключен фотодатчик согласно схемы.

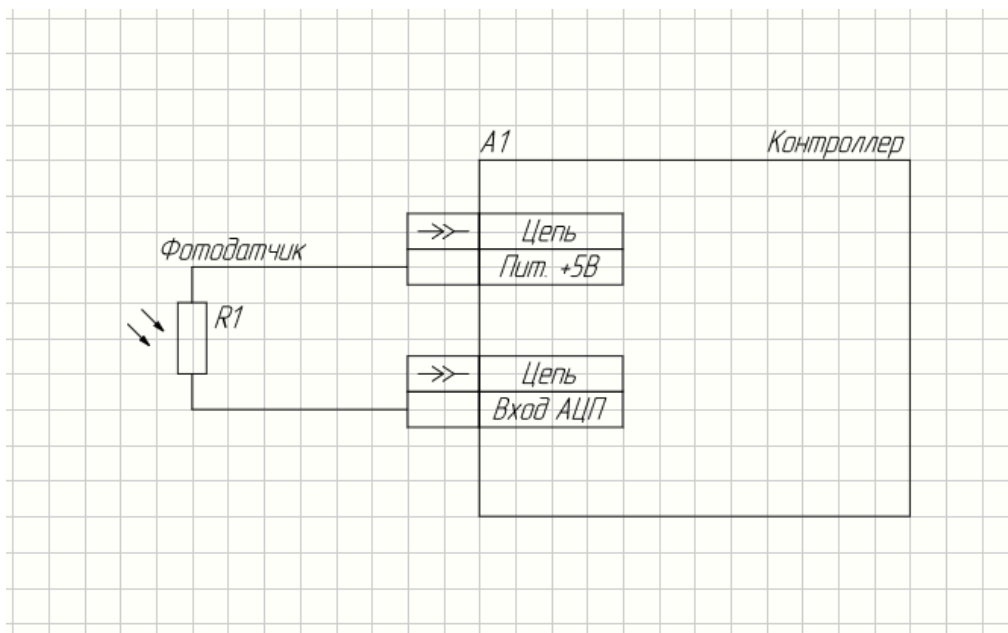


Рисунок 4. Схема подключения фотодатчика.

Питаются и фотодатчик, и контроллер напряжением 5 В. Переключение входа контроллера из состояния логического нуля в логическую единицу происходит при напряжении на входе строго больше половины напряжения питания. Если фотодатчик не подключён ни к какому устройству, переход от чёрного к белому цвету обеспечивает линейное повышение напряжения от 0 до 5 вольт. При подключении к контроллеру с входным сопротивлением 100 кОм напряжение на выходе со 100 % белым падает с 5 до 2 В. Чтобы повысить напряжение выхода, входное сопротивление контроллера было повышено до 250 кОм.

- 9.1. Какое напряжение будет на выходе фотодатчика в этом случае? Ответ запишите с точностью до тысячных долей.
- 9.2. При каком уровне белого в процентах вход контроллера переключится в состояние логической единицы? Ответ запишите в виде целого числа.
- 9.3. Входное сопротивление контроллера - 250 кОм. В состоянии измерения цвета близкого к чёрному на входе контроллера имеется напряжение 1 В. Какое сопротивление в этом случае имеет фотодатчик? Ответ дайте в виде целого числа в кОм.
- 9.4. Пусть для согласования фотодатчика и контроллера используется эмиттерный повторитель. Сопротивление резистора R равно 2 кОм. Напряжение падения на p-n переходе равно 0,6 В. Какой минимальный коэффициент усиления должен иметь транзистор для начала фиксации 100 % уровня белого?

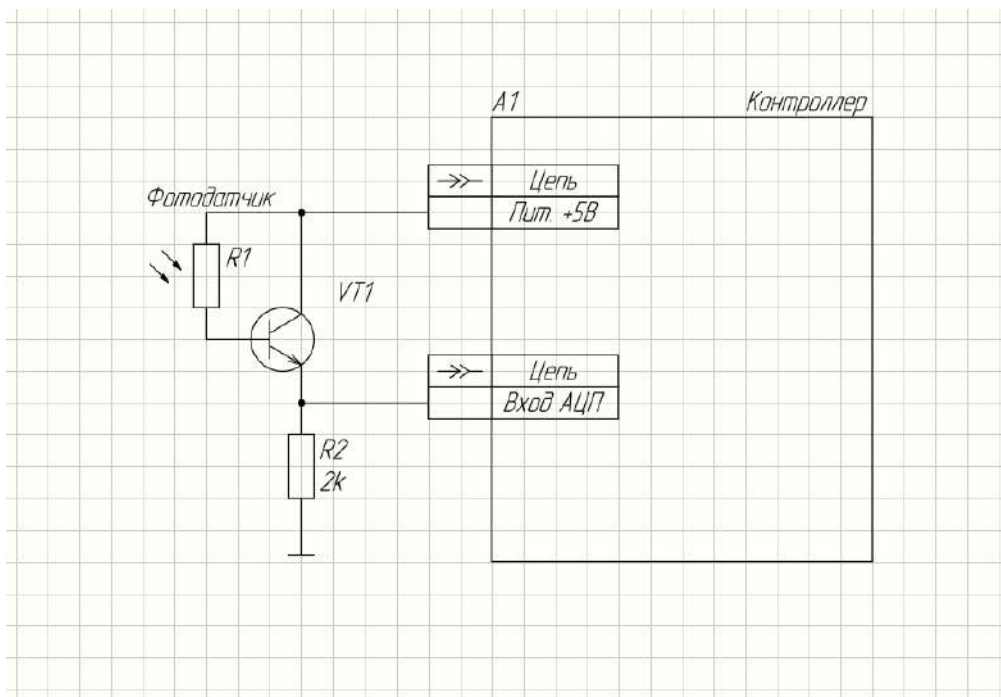


Рисунок 5. Схема подключения фотодатчика с эмиттерным повторителем.

10. Робот перемещается на 4 омни-колесах под управлением функции, описанной ниже.

```

1 void move(int angle, int v, int dir, word t)
2 {
3   long t1 = millis();
4   while (millis() - t1 < t or dir!=gyro)
5     {
6       if(millis() - t1 > t) v=0;
7       int u = 0;
8       int A = v * cos((g1 - angle) * PI / 180) - u;
9       int B = v * cos((g2 - angle) * PI / 180) - u;
10      int C = v * cos((g3 - angle) * PI / 180) - u;
11      int D = v * cos((g4 - angle) * PI / 180) - u;
12      turn_motors(A, B, C, D);
13      delay(1);
14    }
15    turn_motors(0, 0, 0, 0);
16 }

```

Рисунок 6. Функция управления движением робота на омни-колесах.

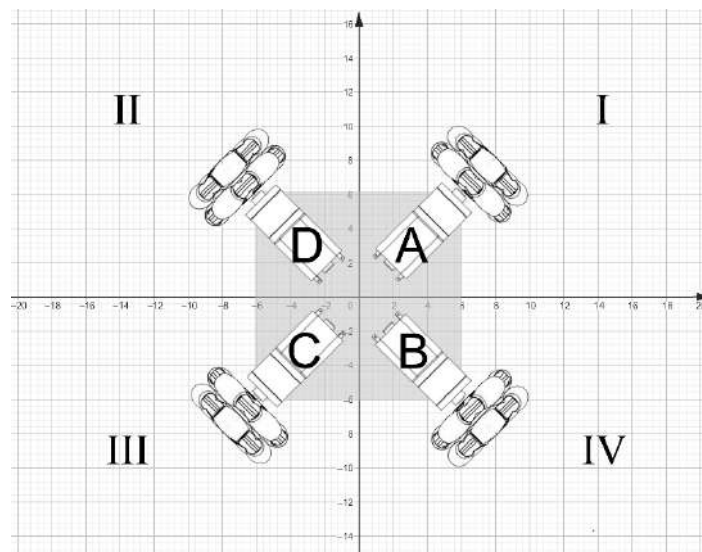


Рисунок 7. Схема робота на омни-колесах.

Валы моторов размещены горизонтально под углом 90° друг к другу. При положительной скорости моторы вращаются по часовой стрелке (если смотреть на мотор со стороны колеса). Робот включает моторы функцией `turn_motors`, подавая на моторы скорость в диапазоне от -100 до 100. При выходе значения аргумента функции за указанный диапазон на моторы подается значение 100 с соответствующим знаком. Центр робота расположен в точке $(0,0)$, моторы повернуты на 45° к осям координат (Рисунок 7).

Расстояние между противоположными колесами – 20 см. Единичный отрезок соответствует 1 см. При выполнении последовательности команд

```
move(30, 100, 0, 1000);  
move(-90, 100, 0, 1000);  
move(150, 100, 0, 1000);
```

центр робота последовательно переместился в точки с координатами $(12\sqrt{3}; 12)$, $(12\sqrt{3}; -12)$ и вернулся в начало координат. Среднюю скорость робота в любом направлении считать пропорциональной v и равной 24 см/с при $v=100$, проскальзыванием пренебречь.

10.1. Определите значения g_1, g_2, g_3, g_4 в полудиапазоне $(-180; 180]$ и запишите их в строчку через запятую без пробелов, например: 50,70,35,-120

10.2. Для точного удержания направления робота к значениям скоростей моторов в 6 строке функции `move` добавили управляющее воздействие u , пропорциональное отклонению текущего угла поворота гиродатчика `gуго` (целочисленное значение) от заданного курса робота `dir` с коэффициентом усиления 2. Показания гиродатчика отсчитываются от 0 в положительную сторону по часовой стрелке, в отрицательную – против. Используйте результат предыдущего пункта.

Напишите формулу для вычисления u в одно присваивание без пробелов, без объявления типа, например: $u=(a+b*c-d)/100$

10.3. Среднюю угловую скорость вращения робота вокруг своей оси при подаче на моторы максимальных значений с одним знаком, например, `turn_motors(100, 100, 100, 100)`, считать равной 150°/с, при подаче других равных значений скорость пропорциональна им. Определите координаты робота после выполнения следующей последовательности команд. Проскальзыванием, разгоном, торможением, инерцией и возможным перерегулированием пренебречь. Стартовое положение приведено на рисунке 2. Используйте результат предыдущих пунктов. Числа в ответе округлите до ближайшего целого и укажите без скобок через точку с запятой, например: 12;17

```
move(0, 0, 90, 1000);  
move(45, 100, 90, 1000);  
move(0, 0, 45, 1000);  
move(-90, 100, 45, 1000);
```

10.4. Определите угол поворота гиродатчика `gyro` после выполнения последовательности команд в пункте 1.3. Начальное значение `gyro=0`. Возможным перерегулированием пренебречь.

10.5. Центр робота движется по правильному 360-угольнику, близкому к окружности, по алгоритму, приведенному ниже.

```
for(int i=0; i<360; i++)  
{  
  move(0, 0, i, 200);  
  move(0, 100, i, 125);  
}
```

Определите радиус описанной окружности для указанного многоугольника. На малых углах ($<20^\circ$) считайте синус угла равным углу в радианах. Результат приведите в дециметрах, округлите до ближайшего целого. Инерцией пренебречь.

Бланк ответа

*Используйте для записи только отведённое для каждого вопроса место.
Не пишите на бланке свое имя, фамилию или другие сведения, которые
могут указывать на авторство работы.*

Никаких пометок в бланке ответов быть не должно!

Общая часть

Вопрос 1 – 1 балл.

ОТВЕТ: _____

Вопрос 2 – 1 балл.

ОТВЕТ: _____

Вопрос 3 – 1 балл.

ОТВЕТ: _____

Вопрос 4 – 1,5 балла.

ОТВЕТ: _____

Вопрос 5 – 0,5 балла.

ОТВЕТ: _____

Специальная часть

Вопрос 6.1 – 1,5 балла.

Решение:

ОТВЕТ: _____

Вопрос 6.2 – 1,5 балла.

Решение:

ОТВЕТ: _____

Вопрос 6.3 – 0,5 балла.

Решение:

ОТВЕТ: _____

Вопрос 7.1 – 0,5 балла.

Решение:

ОТВЕТ: _____

Вопрос 7.2 – 1 балл.

Решение:

ОТВЕТ: _____

Вопрос 7.3 – 0,5 балла.

Решение:

ОТВЕТ: _____

Вопрос 7.4 – 1 балл.

Решение:

ОТВЕТ: _____

Вопрос 7.5 – 1 балл.

Решение:

ОТВЕТ: _____

Вопрос 7.6 – 1 балл.

Решение:

ОТВЕТ: _____

Вопрос 8.1 – 1 балл.

Решение:

ОТВЕТ: _____

Вопрос 8.2 – 1,5 балла.

Решение:

ОТВЕТ: _____

Вопрос 9.1 – 1 балл.

Решение:

ОТВЕТ: _____

Вопрос 9.2 – 1 балл.

Решение:

ОТВЕТ: _____

Вопрос 9.3 – 1 балл.

Решение:

ОТВЕТ: _____

Вопрос 9.4 – 1 балл.

Решение:

ОТВЕТ: _____

Вопрос 10.1 – 1,5 балла.

Решение:

ОТВЕТ: _____

Вопрос 10.2 – 1 балла.

Решение:

ОТВЕТ: _____

Вопрос 10.3 – 1 балл.

Решение:

ОТВЕТ: _____

Вопрос 10.4 – 0,5 балла.

Решение:

ОТВЕТ: _____

Вопрос 10.5 – 1 балл.

Решение:

ОТВЕТ: _____