

**ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ТЕХНОЛОГИИ**  
**ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП**  
**ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР**  
**10 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. Представьте, что Вы выполняете технологический проект и Вам нужно посчитать трудозатраты при его серийном производстве. Вы узнали, что средняя ежемесячная заработная плата неквалифицированного специалиста составляет 25200 руб. с учетом НДФЛ, но не включает в себя оплату обязательных страховых взносов, которые составляют 30 % от начислений и оплату страховки от несчастного случая и травматизма на производстве, которая составляет 0,2 % от начислений. Рабочий в среднем работает 21 день в месяц по 8 часов. На изготовление одного изделия при серийном производстве уходит три рабочих дня.

Какую сумму необходимо закладывать в разделе «Трудозатраты»?

2. Согласно межгосударственному стандарту ГОСТ 29322-2014 (IEC 60038:2009) «Напряжения стандартные», сетевое напряжение должно составлять  $230 \text{ В} \pm 10 \%$  при частоте  $50 \pm 0,2 \text{ Гц}$  (межфазное напряжение 400 В). Укажите минимальное значение напряжения, на которое должен быть рассчитан однофазный электроприбор, подключаемый к данной сети (без учета коэффициента запаса). Ответ дайте в Вольтах и напишите решение.
3. Впишите названия новых профессий, связанных с медициной.

Специалист по разработке индивидуальных схем питания, основанных на данных о молекулярном составе пищи с учетом результатов генетического анализа человека и особенностей его физиологических процессов.

	О				У						
--	---	--	--	--	---	--	--	--	--	--	--

		Е							Г
--	--	---	--	--	--	--	--	--	---

Высококласный диагност, владеющий информационными и коммуникационными технологиями и способный ставить диагнозы в онлайн-режиме. Ориентирован на предварительную диагностику и профилактику болезней.

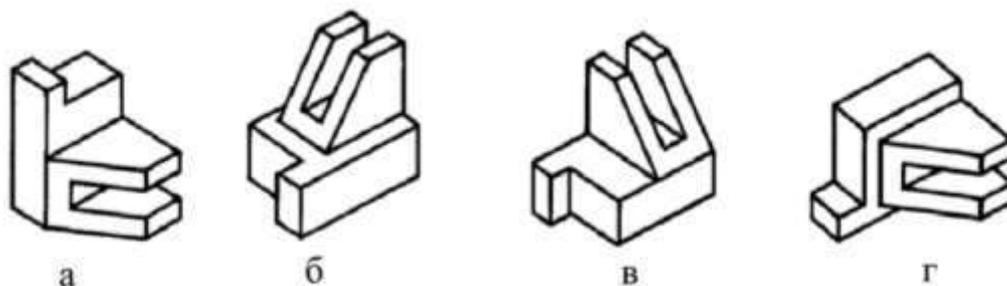
	Е		Е			Й
--	---	--	---	--	--	---

		А	
--	--	---	--

4. Установите правильное соответствие между изобретением, его автором и веком, в котором оно было сделано, указав в таблице арабскую и римскую цифры.

А	Типографский станок	1	Джеймс Уатт	I	XV век
Б	Универсальная паровая машина	2	Сэмюэл Морзе	II	XVII век
В	Телеграфный аппарат	3	Иоганн Гутенберг	III	XVIII век
Г	Телескоп	4	Галилео Галилей	IV	XIX век

5. Укажите аксонометрические проекции одной и той же детали.



**Специальная часть**

6. Манипуляторы представляют собой многозвенные механизмы, соединённые друг с другом шарнирными или телескопическими элементами, обеспечивающими возвратно-поступательные или вращательные движения. Универсальность манипулятора оценивается его способностью перемещаться в пространстве. С помощью кинематических схем показывают, как происходит передача движения между элементами манипулятора.

Звенья и кинематические пары показывают на кинематических схемах с помощью условных обозначений (см. таблицу 1).

Таблица 1. Условные обозначения для кинематических схем

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

Рассмотрите приведённые кинематические схемы (рис. 1).

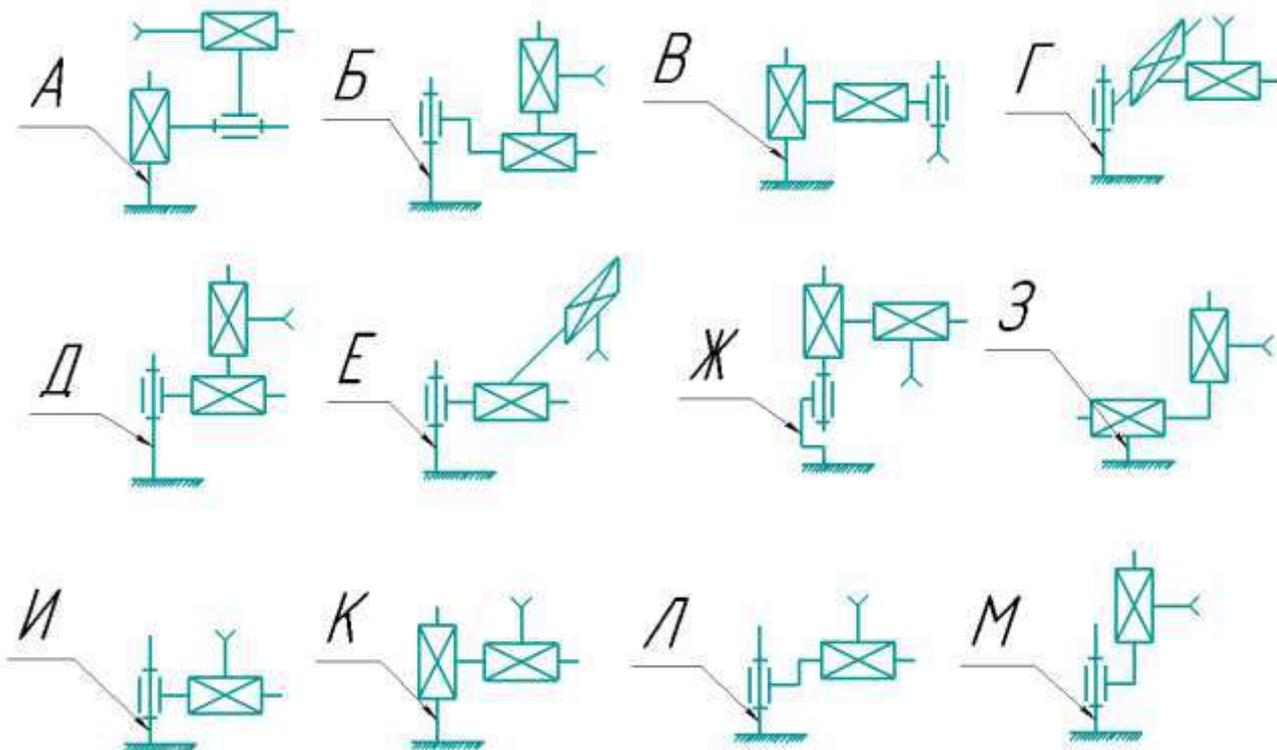


Рисунок 1. Кинематические схемы.

6.1. Определите, какую форму имеет рабочая область манипулятора, кинематическая схема которого представлена на рисунке Л? Выберите из предложенных вариантов один.

- А) Отрезок;
- Б) Сектор шара;
- В) Сектор круга;
- Г) Сектор кольца;
- Д) Сектор конуса;
- Е) Прямоугольник;
- Ж) Дуга окружности;
- З) Прямоугольный параллелепипед;
- И) Сектор прямого полого цилиндра;
- К) Сектор прямого сплошного цилиндра.

6.2. Среди приведённых кинематических схем манипуляторов укажите ту, на которой представлен манипулятор, у которого рабочая зона может иметь ту же форму, что и у манипулятора, изображённого на схеме Д.

6.3. Среди предложенных кинематических схем манипуляторов укажите те, рабочая область которых представляет собой прямоугольник. В ответ запишите последовательность заглавных букв по алфавиту без разделителей и пробелов, например, АБВГДЕЖЗИКЛМ.

6.4. Рассмотрите предложенную кинематическую схему №1 (рис. 2).

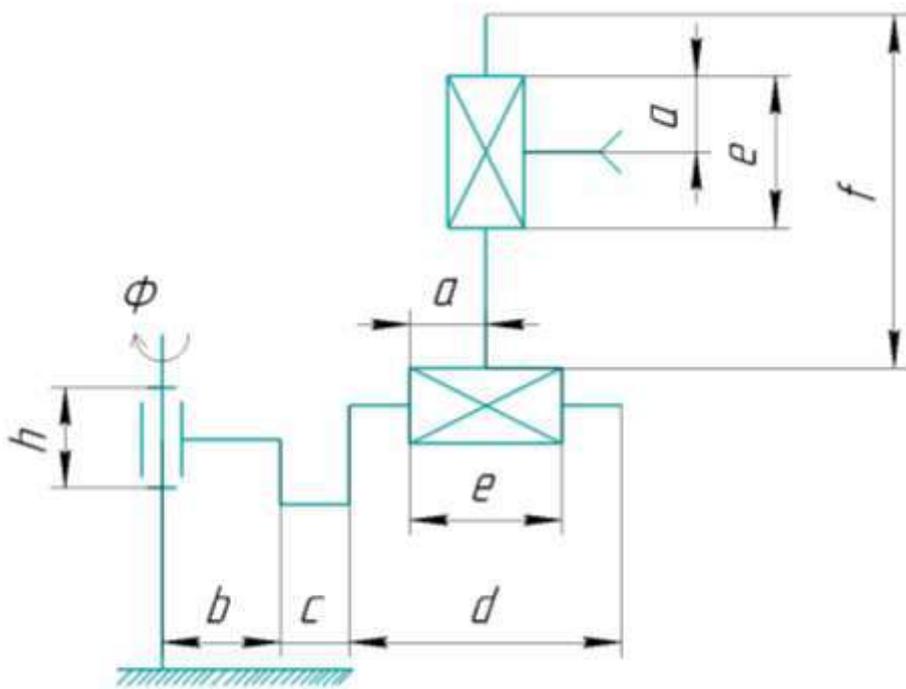


Рисунок 2. Кинематическая схема №1.

Определите объем рабочей области манипулятора, изображённого на данной схеме. Параметры, необходимые для расчёта, возьмите из таблицы 2.

Таблица 2. Параметры для расчета.

a	b	c	d	e	f	h	$\Phi$	$\pi$
10 см	0,6 см	2 дм	1,4 м	20 см	1,7 м	20 см	$150^\circ$	3,14

Ответ дайте в кубических дециметрах, приведя результат с точностью до целых. В ответ запишите только число. Округление стоит производить только при получении финального ответа.

Ответы:

6.1) Г (вес 0,5 б.)

6.2) Ж (вес 1 б.)

или Б (вес 1 б.)

6.3) ВЗК (вес 1 б.)

6.4) 4267 (вес 2 б.)

7. Робот оснащён двумя отдельно управляемыми колёсами, радиус каждого из колёс робота равен 4 см. Левым колесом управляет мотор А, правым колесом управляет мотор В (см. рис. 3).

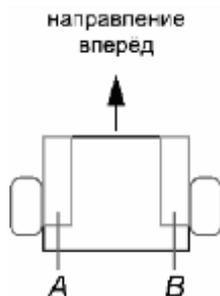


Рисунок 3. Схема робота.

Колёса напрямую подсоединены к моторам. Маркер закреплён посередине между колёс. Ширина колеи робота равна 28 см. Моторы на роботе установлены так, что если обе оси повернутся на  $10^\circ$ , то робот проедет прямо вперед. При расчётах примите  $\pi \approx 3,14$ . Округление стоит производить только при получении финального ответа.

На роботе запустили программу. В начале работы программы энкодеры моторов были обнулены. Дальнейшее изменение показаний энкодеров показано на диаграммах:

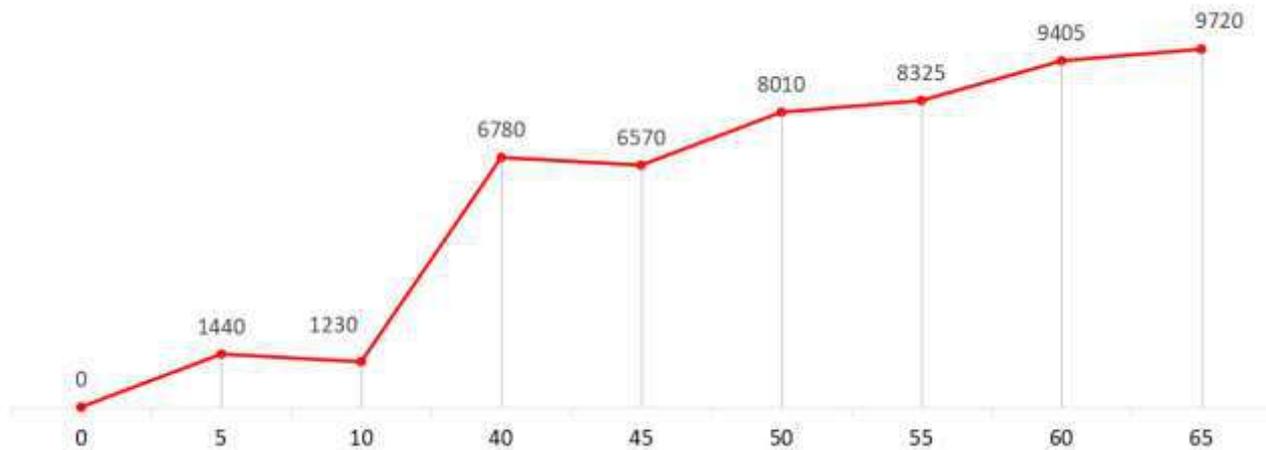


Рисунок 4. Диаграмма показаний энкодера мотора А.

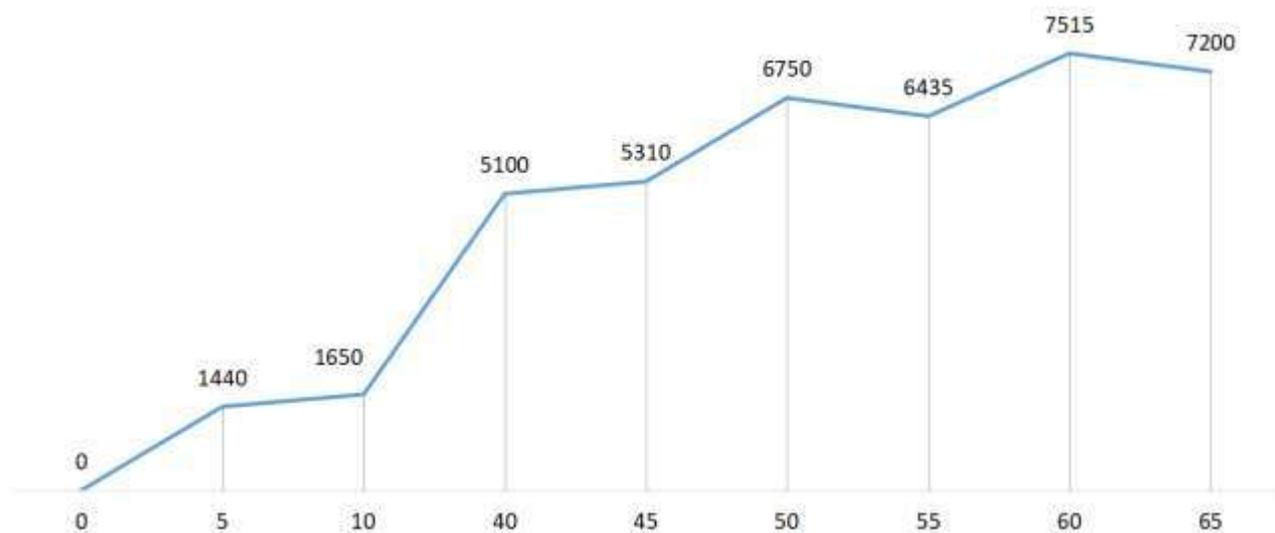


Рисунок 5. Диаграмма показаний энкодера мотора В.

По горизонтали отложены время в секундах. Значения на диаграмме даны в градусах. Если между измерениями показания энкодеров менялись, то они менялись равномерно.

7.1. Определите отрезок времени, когда робот совершал второй проезд прямо. Ответ дайте в формате «А,В» без кавычек, где А – время начала, а В - время конца, например, с 1 по 2 секунду можно записать как 1,2.

7.2. Определите, какое движение робот совершал с 50 по 55 секунду. Если робот совершает поворот, то направление поворота определяется относительно его направления вперёд. Выберите из предложенных вариантов.

- А) Робот не двигался;
- Б) Проезд прямо назад;
- В) Проезд прямо вперёд;
- Г) Танковый поворот налево;
- Д) Танковый поворот направо;
- Е) Поворот вокруг колеса А налево;
- Ж) Поворот вокруг колеса В налево;
- З) Поворот вокруг колеса А направо;
- И) Поворот вокруг колеса В направо.

7.3. Определите градусную меру угла, на которую повернулся робот при первом танковом развороте. Ответ дайте в градусах, приведя результат с точностью до целых.

7.4. Определите длину линии, которую робот начертил при третьем проезде прямо. Ответ дайте в сантиметрах с точностью до целых.

7.5. Определите длину линии, которую робот начертил с 10 с по 40 с. Ответ дайте в сантиметрах с точностью до целых.

7.6. Определите площадь фигуры, которую начертил робот за всё время выполнения программы. Ответ дайте в квадратных дециметрах, приведя результат с точностью до целых.

#### *Справочная информация*

*В случае, когда робот совершает разворот, справедлива следующая формула:*

$$\frac{R_a}{R_b} = \frac{\Delta\varphi_a}{\Delta\varphi_b},$$

*где  $R_a, R_b$  - это радиусы окружностей, по которым движутся колёса роботов,  $\Delta\varphi_a$  и  $\Delta\varphi_b$  - изменения показаний энкодеров моторов.*

#### Ответы:

7.1) 45,50 (вес 0,5 б.)

7.2) Д (вес 0,5 б.)

7.3) 60° (вес 0,5 б.)

7.4) 75 см (вес 0,5 б.)

7.5) 314 см (вес 0,5 б.)

7.6) 170 дм<sup>2</sup> (вес 1 б.)

8. В Политехническом музее в Москве можно увидеть в качестве экспоната робота-экскурсовода по имени Сепулька, который был изготовлен в 1962 году советскими инженерами опытно-экспериментальной фабрики наглядных пособий и демонстрационной аппаратуры общества «Знание» (рис. 6). Корпус робота состоит из пластмассовой трубы, сверху которой находится «голова» - большой шар с антенной.



Рисунок 6. Робот экскурсовод в Политехническом музее. Москва, 1969 г.

Сепулька транслировал рассказ экскурсовода - звук, заранее записанный на магнитную ленту. Для управления Сепулькой применялся специальный радиопульт. Робот питался от аккумуляторов НКН-10, расположенных в средней части туловища. Сепулька имитировал ходьбу при помощи пластиковых колпаков-ботинок, которыми прикрыты колеса, приводимые в движение электромоторами. Габаритные размеры Сепульки -  $700 \times 500 \times 1750$  мм, масса - 49 кг.

8.1. Представим, что Вам поручено модернизировать робота, а именно, подобрать для него два новых двигателя, исходя из следующих условий:

- мобильная платформа имеет двухмоторный дифференциальный привод,
- диаметр каждого из двух ведущих колес составит 13 см,
- шины резиновые,
- скорость движения робота не менее 0,35 м/с,
- вес робота при модернизации уменьшится на 10 кг.

Произведите необходимые расчеты технических характеристик двигателей, а именно, скорости вращения (об/мин) и крутящего момента (кгс·см). Вычислите минимально возможные целые значения данных характеристик для того, чтобы Сепулька мог сдвинуться с места и начать движение.

В ответе укажите два числа через запятую: первое число – минимально возможное значение скорости вращения двигателя, второе число – необходимый крутящий момент.

Коэффициент трения покоя примите равным 0,7.

8.2. Представим, что в ходе модернизации на робота были добавлены лазерные датчики расстояния, но в музее есть зал со стеклянными стенами, расстояние до которых датчики не могут обнаружить. Вам поручено написать алгоритм локализации Сепульки в этом зале, но для начала Вы решили рассмотреть частный случай. Вам известны координаты расположения двух экспонатов в этом зале:  $X_1=350$ ;  $Y_1=200$ ,  $X_2=X_1$ ;  $Y_2=100$  (рис. 7).

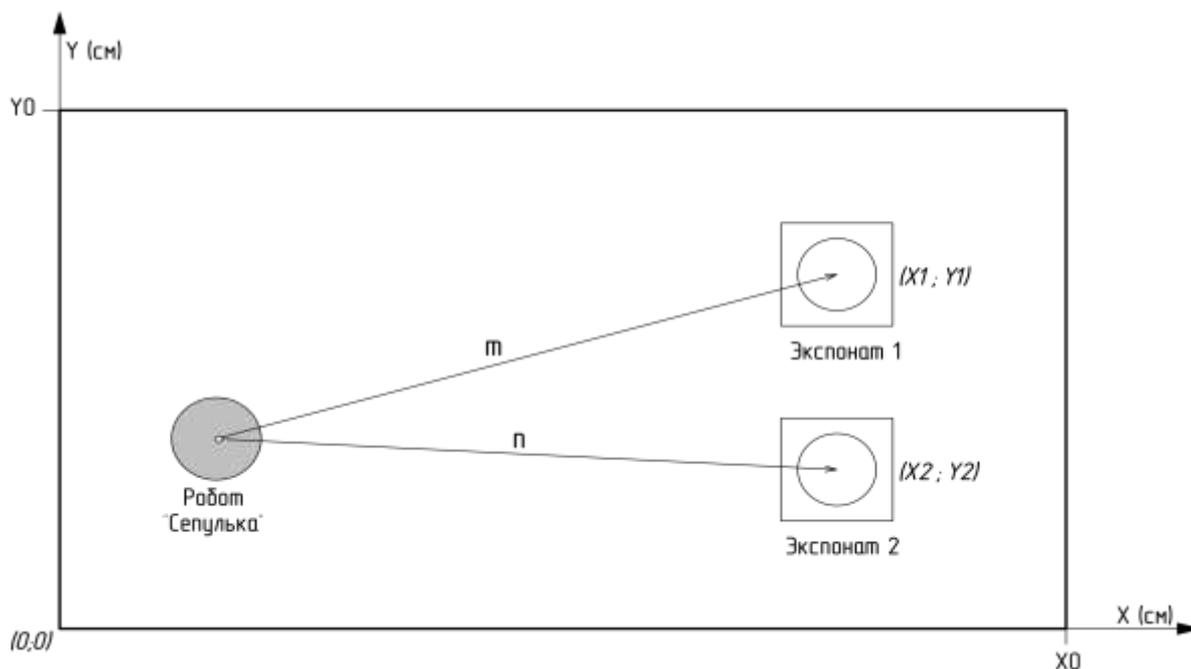


Рисунок 7. Робот и экспонаты в зале.

С помощью дальномеров робот измерил расстояния до экспонатов:  $m=100$ ,  $n=150$ . Ваша задача определить координаты робота  $X$  и  $Y$  в этом зале, если известно, что  $X < X_1$ . Ответ округлить до целых. Ответ записать в виде:  $(X; Y)$ .

8.3. Представим, что электроника и механика робота была модернизирована, осталось подобрать аккумулятор, так как существующий НКН-10 устарел и выработал свой ресурс. В техническом здании сказано: «автономный источник питания должен состоять из параллельных цепей, состоящих из последовательно соединенных Li-ion элементов питания типоразмера 18650». Емкость каждого из элементов питания, доступных Вам – 3200 мАч. Вам необходимо подобрать минимально необходимую конфигурацию (критерий минимальности определяется по количеству

элементов питания) сборки элементов питания для функционирования робота в течение 1,5 часов, чтобы он смог провести экскурсию. Элементы питания можно подключать как последовательно, так и параллельно. Моторы питаются напрямую от автономного источника питания. Принять КПД всех понижающих преобразователей напряжения = 100%, повышающих преобразователей в работе не используется. Ответ указать в формате:  $nSmP$ , где  $n$  – количество элементов питания, подключенных последовательно в цепи, а  $m$  – число параллельных цепей. Потребление и рабочие напряжения компонентов указаны в таблице 3.

Таблица 3. Потребление и рабочие напряжения компонентов

Наименование	Рабочее напряжение (В)	Потребляемый ток (мА)	Количество (шт)
	Максимальное напряжение (В)		
Двигатель	20	10000	2
	34		
Речевая установка	15	5000	1
Одноплатный компьютер	5	3000	1
Датчики расстояния	3,3	50	4
Светодиодная подсветка	5	2500	1

**Ответы:**

8.1) 52,89 (вес 2 б.)

8.2) (251; 213) (вес 1 б.)

8.3) 8S8P (вес 1 б.)

9. На выставке современного кибернетического искусства Никитой был представлен новый сверхбыстрый робот-художник. Посетителям выставки был предложен интерактивный аттракцион. На сенсорном экране следовало нарисовать скорости левого и правого колес как функцию времени. После чего они могли насладиться замечательными траекториями, которые нарисовал робот. В качестве сувенира участникам аттракциона планировалось отдать графики скоростей колес и траекторию, однако файлы перепутались и Никита должен вручную сопоставить соответствующие графики. Помогите ему это сделать.

Робот представляет из себя двухколесную тележку с радиусом колес (WheelRadius) 5 см и шириной базы (TrackWidth) 20 см (рис. 8).

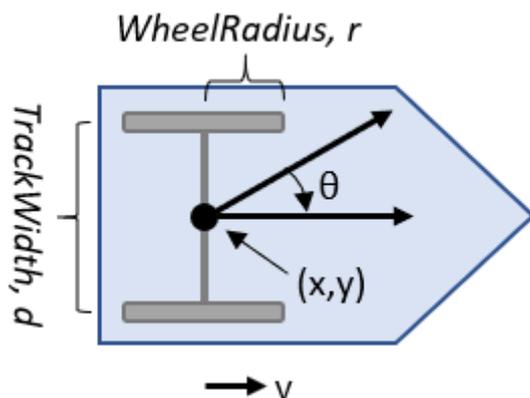
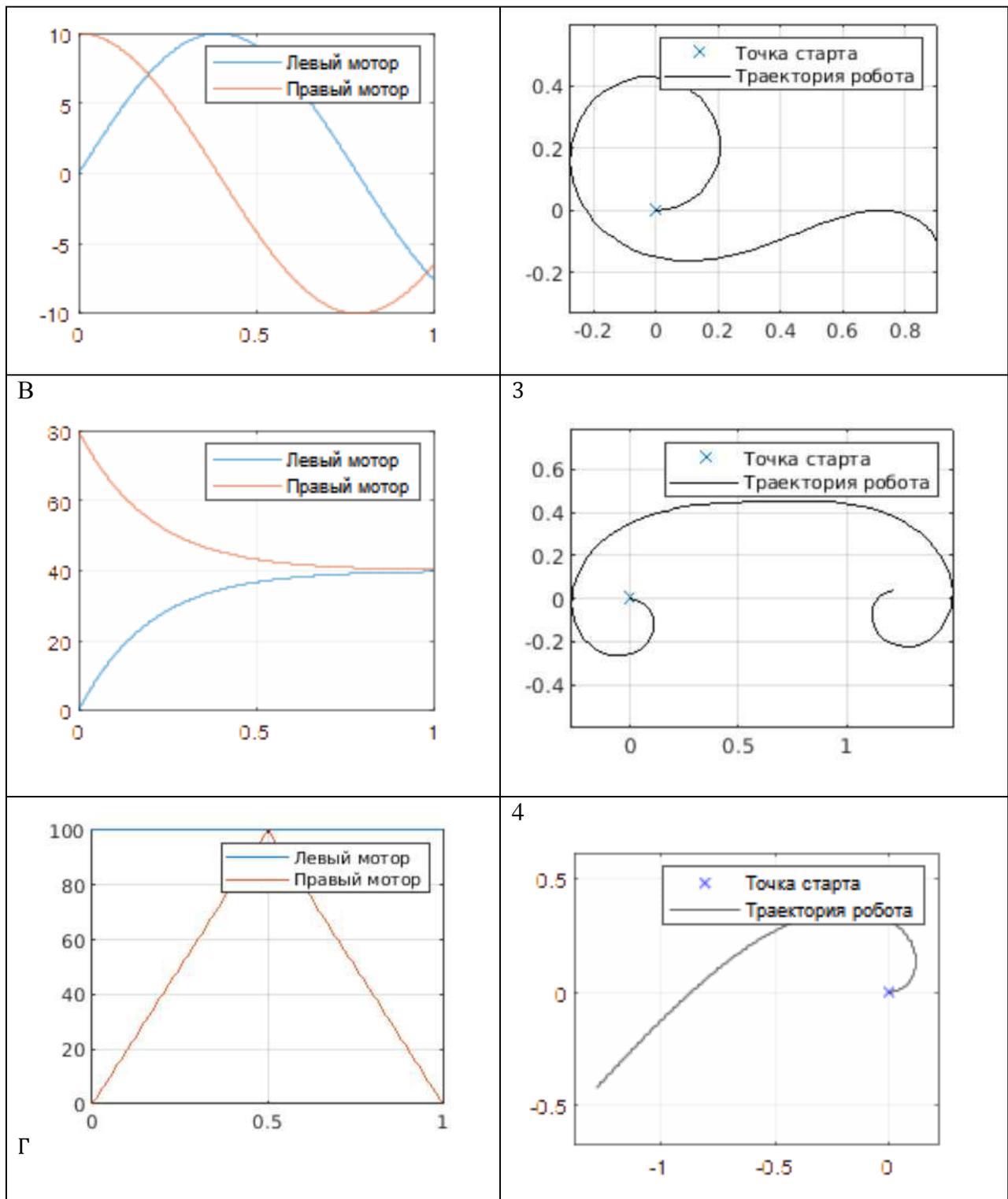


Рисунок 8. Двухколесная тележка.

9.1. В левом столбце таблицы 4 представлены графики угловых скоростей в радианах в секунду в зависимости от времени в секундах. В правом столбце представлены траектории движения робота. Необходимо сопоставить графики скоростей с траекториями. Ответ представьте в виде А1Б2В3Д4.

Таблица 4. Графики угловых скоростей и траектории движения робота

<p>А</p>	<p>1</p>
<p>Б</p>	<p>2</p>



Ответы:

9.1) А2Б1В4Г3 (вес 2 б.)

10. На координатной плоскости расположены три Базовых Станции (БС), с известными координатами  $(x_6; y_6)$ . Необходимо найти местонахождение дрона  $(x_д; y_д)$ , если известно время за которое радиосигнал достиг беспилотника от каждой станции. Радиус покрытия соты от Базовой Станции (БС) 5 км. (частота 6 ГГц). Скорость распространения радиосигнала считать за 300000 км/с.

10.1. Определите координаты квадрокоптера с точностью до километра, если:

- координаты БС следующие: 1) (1; 3), 2) (5; 1), 3) (4; 5) км;
- время, за которое радиосигналы от соответствующих базовых станций достигли беспилотника: 1) 6,6 мкс, 2) 9,4 мкс, 3) 7,5 мкс.

При расчетах координат дрона учитывайте возможную погрешность оборудования при измерении времени приема сигнала до 10%. Ответ в километрах дайте с точностью до целых.

Ответы:

10.1) 3, 3 (вес 2 б.)

11. Тензодатчик подсоединен к динамометру, который может прикладывать разную силу к тензодатчику (рис. 9). Тензодатчик вырабатывает положительный сигнал при сжатии и отрицательный при растяжении.

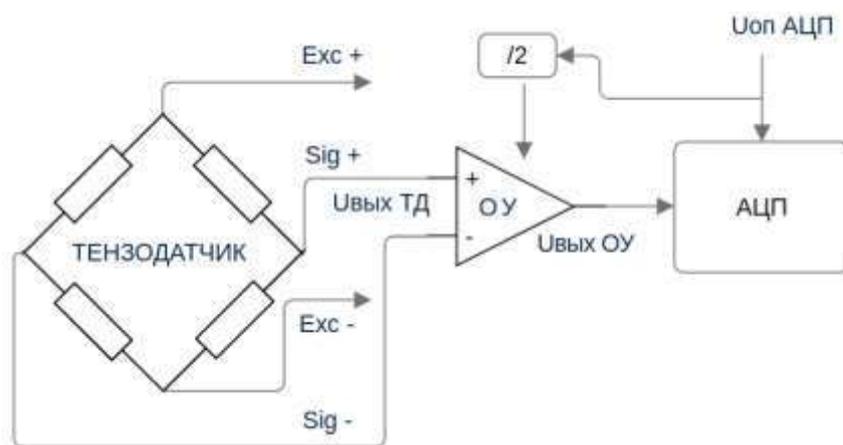


Рисунок 9. Схема тензодатчика.

К выводам  $Exc+$  и  $Exc-$  подводится стабилизированное питание тензодатчика постоянным напряжением какой-либо величины.

Sig+ и Sig- дифференциальные выходы тензодатчика. Дифференциальные выходы тензодатчика подсоединены к дифференциальным входам операционного усилителя с некоторым коэффициентом усиления  $k_{yc}$ .

С выхода операционного усилителя сигнал подается на АЦП с опорным напряжением  $U_{оп\ АЦП}$ .

Если не прикладывать усилие к тензодатчику, то напряжение на выходе усилителя равно половине опорного напряжения АЦП.

При наличии силового воздействия на тензодатчик на выходе операционного усилителя получаем напряжение  $U_{вых\ ОУ} = U_{вх\ ОУ} * k_{ОУ} + U_{оп\ АЦП} / 2$

При проведении измерения параметров тензодатчика: приложении к тензодатчику силы в 5Н и питания 1В, значение выходного напряжения тензодатчика составило 1,5 мВ.

11.1. Какое напряжение сигнала будет на входе АЦП при силе сжатия в 1 Н при питании тензодатчика 5В и  $U_{оп\ АЦП} = 2,5\ В$  и коэффициентом усиления операционного усилителя равным 2? . Ответ округлить до десятых.

11.2. Какую минимальную разрядность должен иметь АЦП, чтобы фиксировать изменение воздействия на тензодатчик в 10 мН? Питание тензодатчика 5 В.

11.3. Какое максимально возможное усиление операционного усилителя необходимо при опорном напряжении АЦП  $U_{оп\ АЦП} = 5\ В$  и максимальном воздействии на тензодатчик  $\pm 10\ Н$ ? В ответ запишите целую часть. Питание тензодатчика 5 В.

11.4. Какое числовое значение будет выходе 24-битного АЦП, при растяжении в 7 Н, напряжении питания тензодатчика 10 В и коэффициенте усиления операционного усилителя 4? Опорное напряжении АЦП  $U_{оп\ АЦП} = 3\ В$ .

#### Ответы:

11.1) 1.3 (вес 1 б.)

11.2) 17 (вес 1 б.)

11.3) 166 (вес 1 б.)

11.4) 7918846 или 7918845 (вес 1 б.)