

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ТЕХНОЛОГИИ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП
ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР
9 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 сложный технологический проект и Вам нужно посчитать энергозатраты при его серийном производстве. Условия следующие:

1 кВт/ч электроэнергии стоит 5,54 руб.

- Лазерно-гравировальный станок имеет энергопотребление 400 Вт в час и выжигает лицевую панель 30 минут.
- 3D принтер работает 3 часа, печатая основной корпус, потребляя 200 Вт за один час.
- Паяльная станция имеет энергопотребление 100 Вт за один час и работает ровно один час при пайке схемы.
- Компьютер используется 10 минут при прошивке микроконтроллера и имеет энергопотребление 600 Вт в час.

Какую сумму денежных средств необходимо заложить в раздел «Энергозатраты на выполнение всех операций при производстве одной серийной единицы изделия»? Ответ дайте в рублях. В ответе запишите целое число.

2. В неисправном электроприборе произошло короткое замыкание. Какое защитное устройство отключит питание?

- а. – устройство дифференциального тока (УДТ) с номинальным током утечки 30 мА
- б. – автоматический выключатель С16
- в. – автоматический выключатель, управляемый дифференциальным током, со встроенной защитой от сверхтока (АВДТ) С25 с номинальным током утечки 100 мА, установленный на вводе
- г. – ничего из вышеперечисленного
- д. – всё из вышеперечисленного

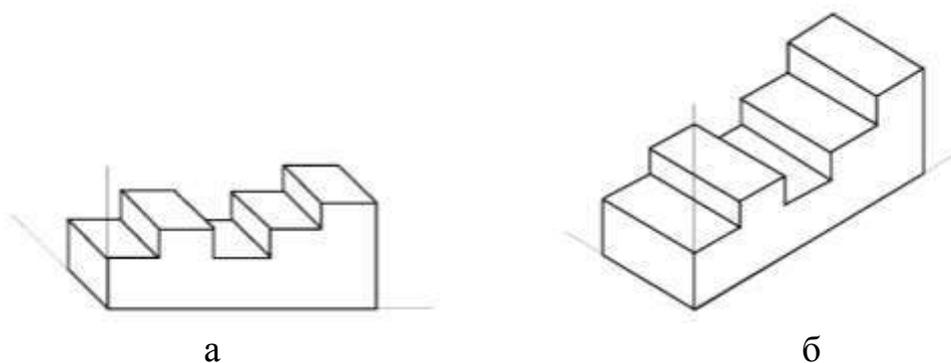
3. Впишите во второй столбик наименования отраслей человеческой деятельности, к которым относятся указанные профессии.

Профессии	Отрасли человеческой деятельности
проектировщик доступной среды; архитектор энергоузелов домов; управляющий жизненным циклом городских объектов	1 –
молекулярный диетолог; клинический биоинформатик; фармакологический эколог	2 –
проектировщик дирижаблей; регулировщик дронов; разработчик интеллектуальных диспетчерских систем	3 –

4. Поставьте правильное соответствие между изобретением, его автором и годом, когда оно было сделано, указав в таблице арабскую и римскую цифры:

А	Александр Белл	1	Радио	I	1960 г.
Б	Томас Эдисон	2	Лазер	II	1876 г.
В	Теодор Нейман	3	Телефон	III	1895 г.
Г	Александр Попов	4	Электрическая лампочка	IV	1879 г.

5. Соотнесите названия аксонометрических проекций с их изображением.



1. Прямоугольная изометрическая проекция
2. Косоугольная фронтальная диметрическая проекция

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).

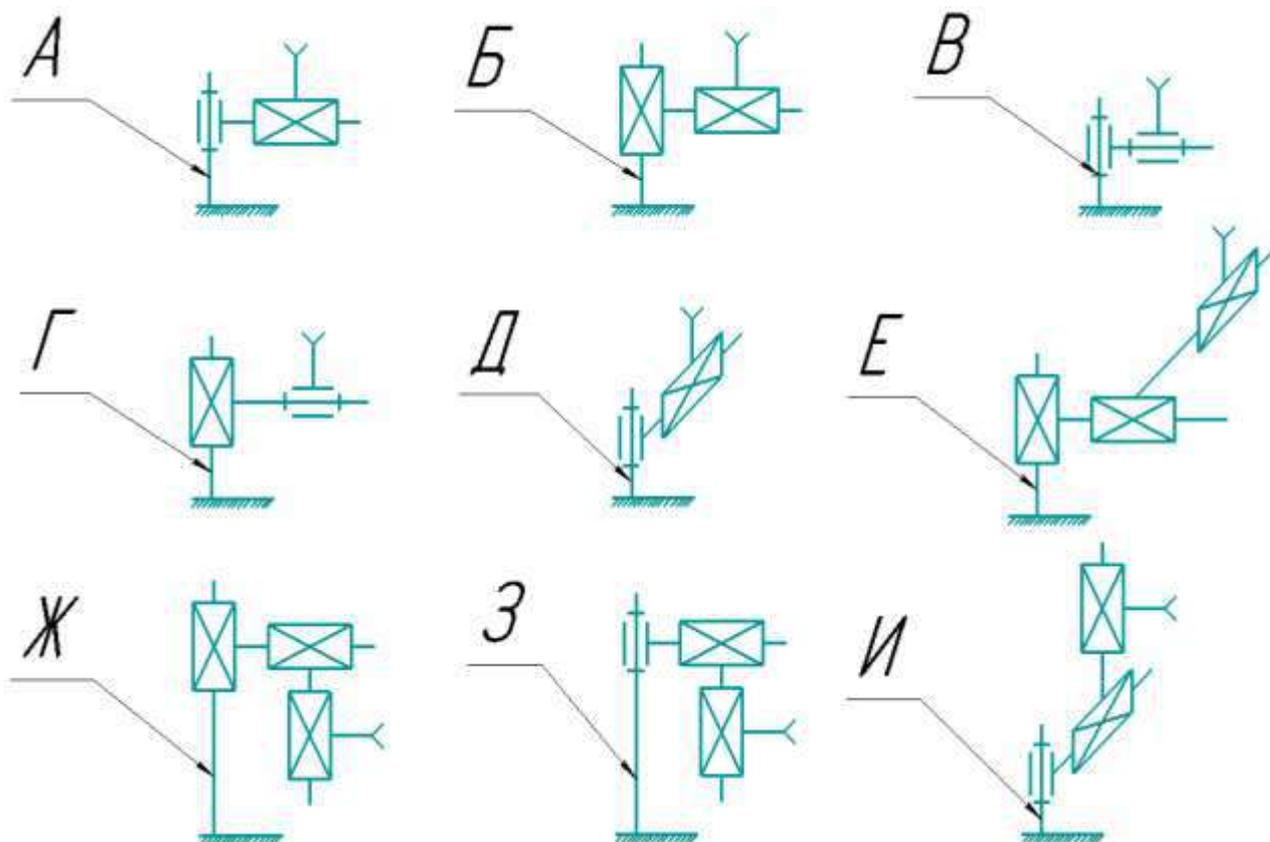


Рисунок 1. Кинематические схемы.

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

- А) Отрезок;
- Б) Сектор шара;
- В) Сектор круга;
- Г) Сектор конуса;
- Д) Прямоугольник;

- Е) Дуга окружности;
- Ж) Прямоугольный параллелепипед;
- З) Сектор прямого полого цилиндра;
- И) Сектор прямого сплошного цилиндра.

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

6.3. Среди предложенных кинематических схем манипуляторов укажите те, рабочая область которых может представлять собой сектор прямого сплошного цилиндра при подходящих параметрах элементов. В ответ запишите последовательность заглавных букв по алфавиту без разделителей и пробелов, например, АБВГДЕЖЗИК.

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

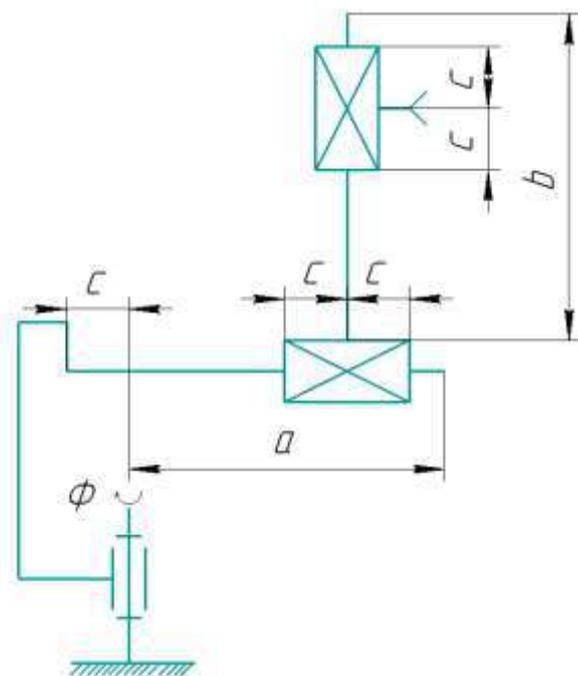


Рисунок 2. Кинематическая схема №1.

Определите объем рабочей области манипулятора, изображённого на данной схеме. Параметры, необходимые для расчёта, возьмите из таблицы 2. Хват размещен непосредственно на кинематической паре.

Таблица 2. Параметры для расчета

а	в	с	Φ	π
160 см	1,4 м	1 дм	270°	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) Д (вес 0,5 б.)

6.2) А (вес 1 б.)

6.3) ЗИ (вес 1 б.)

6.4) 6359 (вес 2 б.)

7. Робот оснащён двумя отдельно управляемыми колёсами, радиус каждого из колёс робота равен 5 см. Левым колесом управляет мотор А, правым колесом управляет мотор В (см. рис. 3).

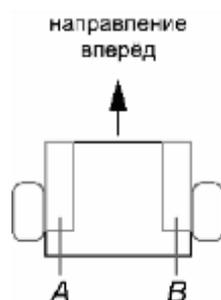


Рисунок 3. Схема робота.

Колёса напрямую подсоединены к моторам. Маркер закреплён посередине между колёс. Ширина колеи робота равна 30 см. Моторы на роботе установлены так, что если обе оси повернутся на 10° , то робот проедет прямо вперёд. 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 (рис. 4 и рис. 5):

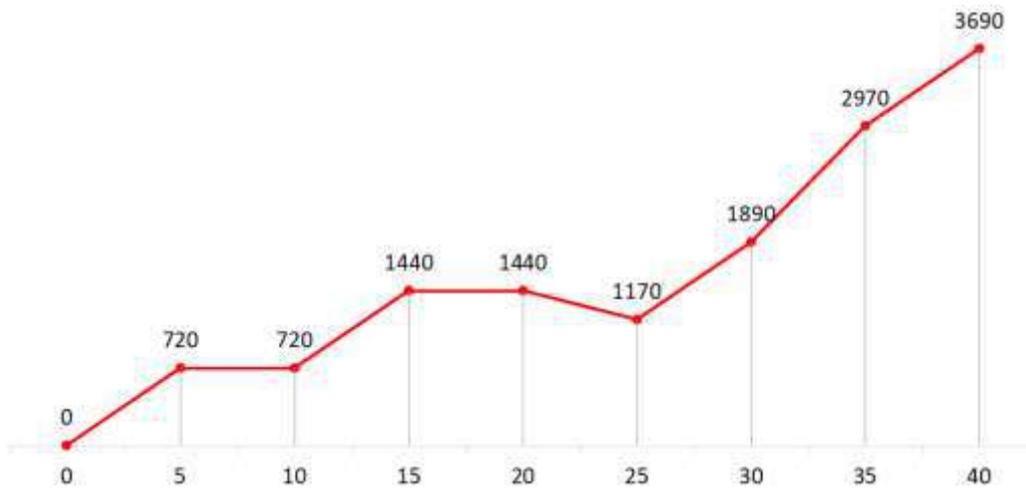


Рисунок 4. Диаграмма показаний энкодера мотора А.

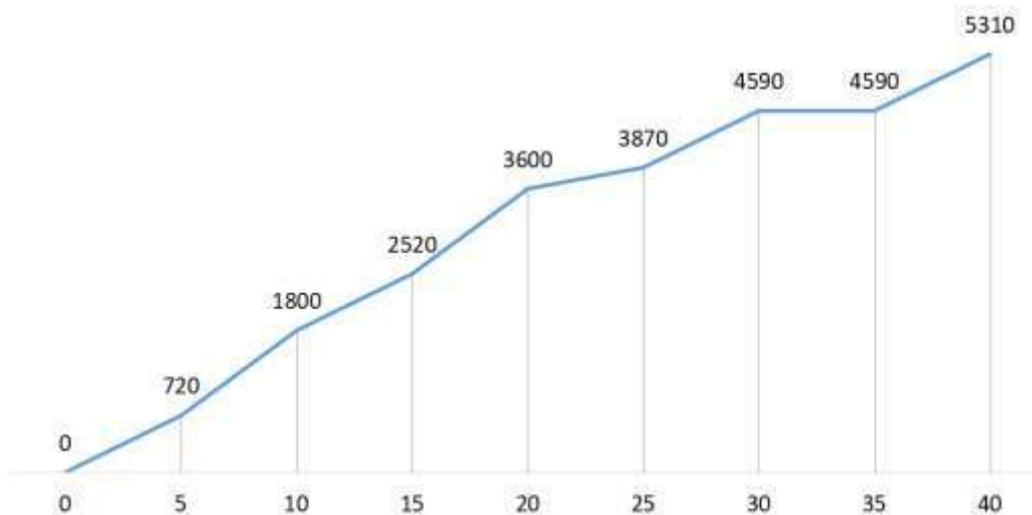


Рисунок 5. Диаграмма показаний энкодера мотора В.

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 15 по 20 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 30 с по 35 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.

Ответы:

7.1) 10,15 (вес 0,5 б.)

7.2) Е (вес 0,5 б.)

7.3) 90° (вес 0,5 б.)

7.4) 63 см (вес 0,5 б.)

7.5) 47 см (вес 0,5 б.)

7.6) 39 дм² (вес 1 б.)

8. В Политехническом музее в Москве можно увидеть в качестве экспоната работа-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 работа 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 - 700×500×1750 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 10 см,
- шины резиновые,
- скорость движения робота не менее 0,25 м/с,
- вес робота при модернизации уменьшится на 19 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 0,6.

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: $X_1=400$; $Y_1=300$, $X_2=X_1$; $Y_2=150$ (рис. 7).

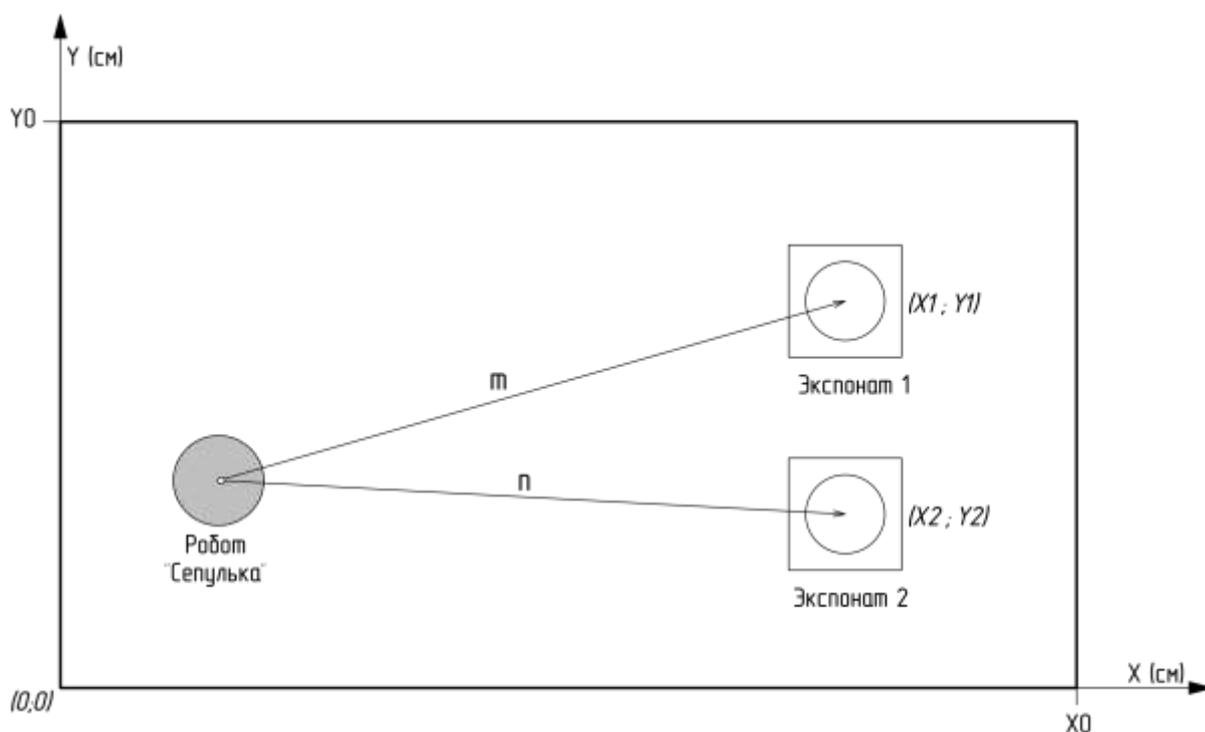


Рисунок 7. Робот и экспонаты в зале.

С помощью дальномеров робот измерил расстояния до экспонатов: $m=250$, $n=200$. Ваша задача определить координаты робота в этом зале. Ответ округлить до целых. Ответ записать в виде: $(X; Y)$. Считать $X < X_1$.

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 - проведения экскурсии в течение 1,5 часов. 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	15	6000	2
	22		
Речевая установка	10	4500	1
Одноплатный компьютер	3,3	2500	1
Датчики расстояния	5	60	4
Светодиодная подсветка	5	3000	1

Ответы:

8.1) 48,45 (вес 2 б.)

или 48,46 (вес 2 б.)

8.2) (200; 150) (вес 1 б.)

8.3) 5S7P (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).

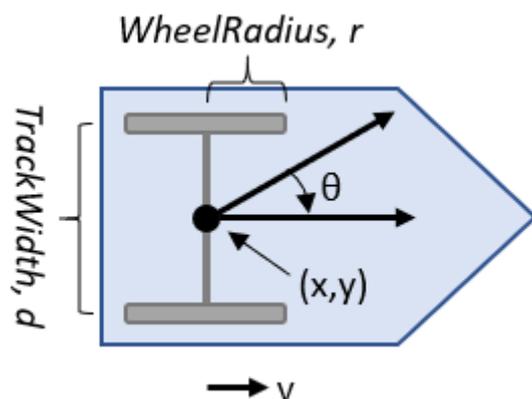
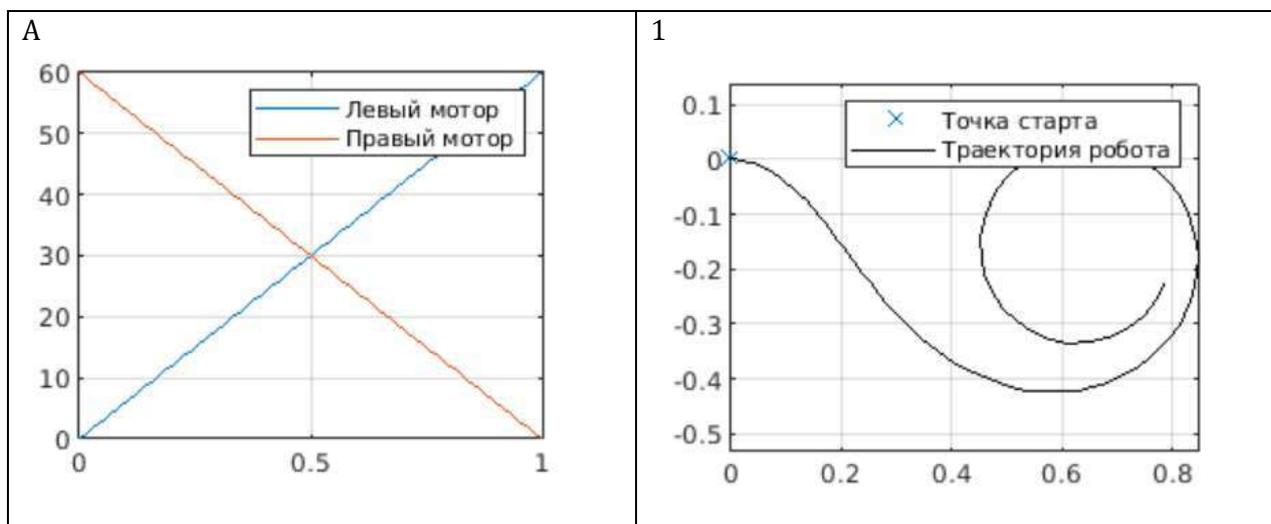
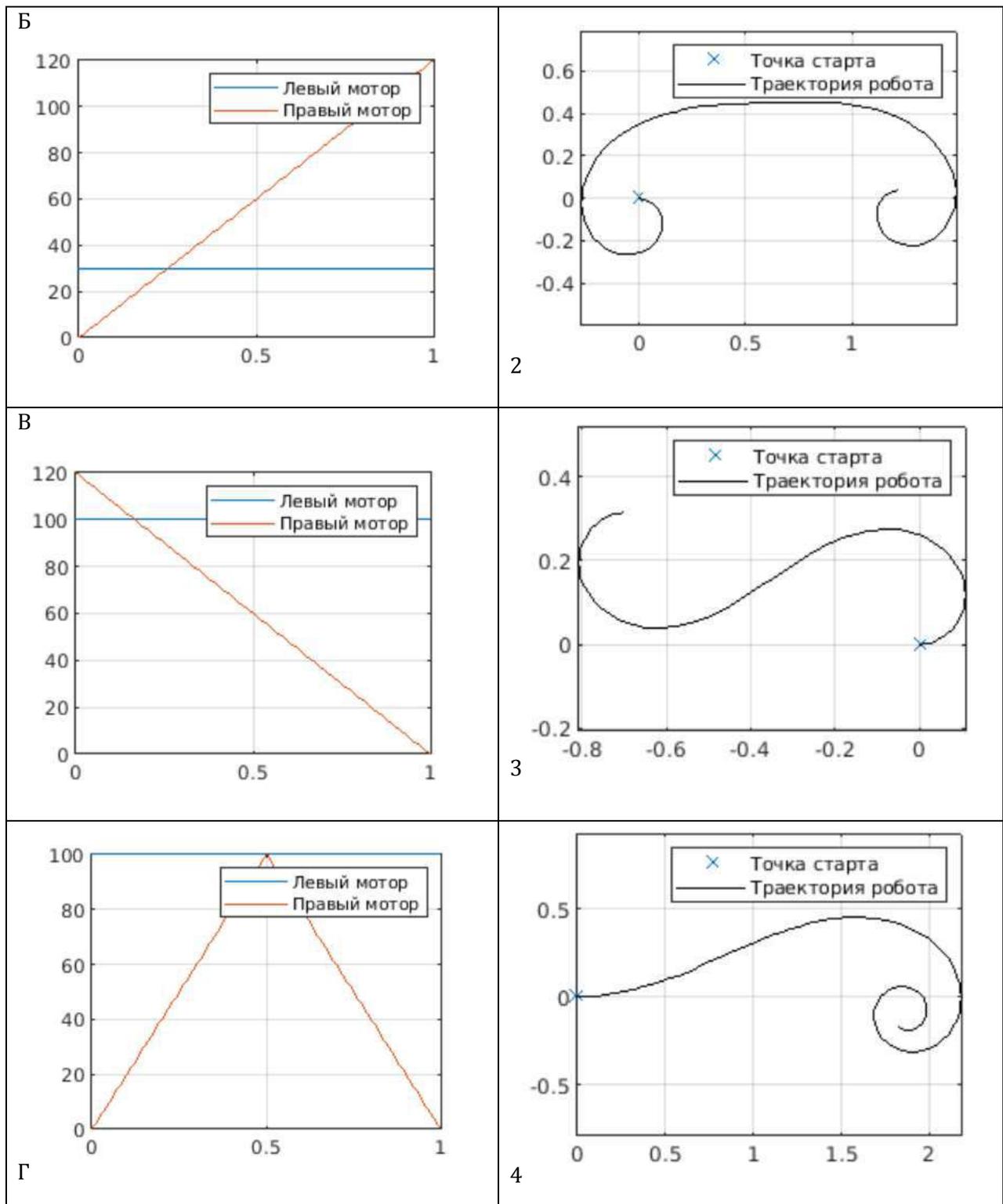


Рисунок 8. Двухколесная тележка.

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 роботов





Отвeты:

9.1) АЗБ1В4Г2 (вес 2 б.)

10. При полёте беспилотник определяет свое местоположение в некоторой навигационной системе. При запросе координат беспилотник получает массив из трех значений: $(x_d; y_d; t)$, где x, y - координаты дрона, t - глобальное время. Цена деления в данной декартовой системе координат равна 1 км.

10.1. Какова скорость квадрокоптера (км/ч), если при первом запросе координат беспилотник получил следующий пакет данных: $(10; 45; 11:25:00)$, а при втором запросе: $(18; 51; 11:40:00)$? Ответ округлить до ближайшего целого.

10.2. Каково будет местоположение квадрокоптера $(x; y)$, если его начальные координаты равны $(9.00; 7.00)$ км, он движется в плоскости x, y под углом 45 градусов к оси Ox (увеличение обеих координат), со скоростью $v = 45$ км/ч в течении времени $t = 4$ мин? Ответ дать с точностью до десятков метров.

Ответы:

10.1) 40 (вес 1 б.)

10.2) $(11,12; 9,12)$ (вес 1 б.)

11. Трёхступенной манипулятор располагается в вертикальной плоскости. Одно из требований к данному манипулятору – возможность удерживать груз массой $M=5$ кг на конце последнего плеча, находясь в положении, представленном на рисунке 9. Каждый из приводов располагается в начале соответствующего ему плеча. Ось вращения первого привода параллельна направлению ускорения свободного падения. Оси вращения остальных приводов перпендикулярны плоскости рисунка. Приводы пронумерованы от 1 до 2 – от основания манипулятора к грузу. Длины плеч манипулятора и углы поворота приводов в заданном положении манипулятора представлены в таблице 5. Считайте, что массы плеч равномерно распределены по их длине. Ускорение свободного падения $g=10$ м/с². Считайте, что потребление тока приводом пропорционально развиваемому им моменту.

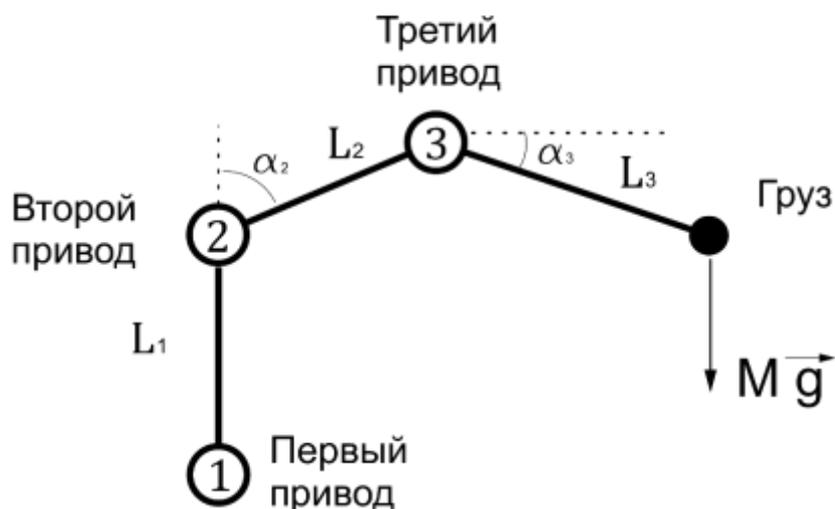


Рисунок 9. Заданное положение манипулятора.

Таблица 5. Характеристики положений манипулятора

Длины плеч, м		Массы плеч, кг		Углы поворота приводов, градусы	
L_1	1	m_1	10		
L_2	1,5	m_2	15	α_2	45
L_3	2	m_3	10	α_3	30

11.1. Из таблицы 6 подберите такие приводы для манипулятора, чтобы он мог удерживать груз потребляя минимально возможное количество тока I_1 . В ответ запишите номер выбранных приводов через запятую, в порядке от первого к третьему. Если для какого-то привода подходит любой из предложенных вариантов, в ответе на его месте укажите цифру 0.

Таблица 6. Характеристики приводов

Номер привода	Максимальный момент, Н*м	Максимальное потребление тока, А	Масса, кг
1	50	3	5
2	200	11	20
3	120	6	12
4	650	40	65
5	300	15	30

11.2. На основании выбранных в предыдущем пункте приводов, из таблицы 6 выберите подходящий источник питания минимальной

мощности для этого манипулятора. В ответ запишите номер выбранного источника питания.

Таблица 6. Источники питания

Номер источника	Максимальный ток
1	15
2	10
3	70
4	30
5	50

Ответы:

11.1) 0,4,2 (вес 2,5 б.)

11.2) 5 (вес 1,5 б.)