

**Практическое задание для регионального этапа
Всероссийской олимпиады школьников по труду (технологии)
2025–2026 учебный год
(профиль «Техника, технологии и техническое творчество»)
Автоматизированные технические системы, 10 класс**

Техническое задание:

На основе предоставленной испытательной мобильной платформы с мотор-редукторами и инкрементными энкодерами требуется провести измерения скоростей вращения выходного вала мотор-редуктора робота, разработать собственное шасси мобильного робота с ограничением расчетной скорости, выполнить необходимые расчеты, 3D-проектирование и конструкторскую документацию.

Таблица 1 – Предоставляемый перечень компонентов и материалов.

№	Раздел / позиция (с примечаниями)	Кол-во
1	Мобильная платформа (в сборе)	1 компл.
1.1	Шасси с корпусом, крепеж, скользящая/шариковая опора	1 шт.
1.2	Захват с 1–2 сервоприводами (MG996R или аналог)	1 шт.
1.3	2 колесных узла с коллекторными двигателями и энкодерами Холла (JGA25-370 или аналог; металлические редукторы)	2 компл.
1.4	Плата контроллера Arduino UNO или совместимая	1 шт.
1.5	Плата(ы) расширения: драйвер моторов (управление аналогично L298D), узлы подключения внешних устройств, беспаячная макетная плата	1 компл.
1.6	Аналоговые датчики отражения (TCRT5000 или аналог)	2 шт.
1.7	Стабилизатор 5 В для питания контроллера и сервоприводов	1 шт.
1.8	Система питания: Li-ion (предпочтительно 18650), ~12 В (не менее 6 В), силовой выключатель	1 компл.
2	Комплект датчиков на платформу	1 компл.
2.1	Ультразвуковой дальномер (HC-SR04 или аналог)	1 шт.
2.2	ИК-датчик расстояния (Sharp GP2Y0A21 или аналог)	1 шт.
3	Набор электронных компонентов	1 компл.
3.1	Резисторы 220 Ом	2 шт.

3.2	Резисторы 10 кОм	2 шт.
3.3	Кнопки тактовые	2 шт.
3.4	Светодиоды	2 шт.
3.5	Провода для макетной платы	1 набор
3.6	Дисплей LCD1602 с интерфейсом i2c – 1 шт;	1 шт.
3.7	Модуль инкрементального энкодера (для ручного управления интерфейсом).	1 шт.
4	Крепеж и инструмент	1 компл.
4.1	Крепежные элементы, совместимые с выбранным шасси	1 компл.
4.2	Инструмент для работы с крепежом, платами и компонентами	1 компл.
4.3	Штангенциркуль	1 шт.
5	Питание и подключение	1 компл.
5.1	Зарядное устройство для используемых аккумуляторов	1 шт.
5.2	USB-кабель для программирования контроллера	1 шт.
6	Контроль и измерения	1 компл.
6.1	Цифровой мультиметр	1 шт.
7	Рабочее место и ПО	1 компл.
7.1	Рабочий стол не менее 1200×650 мм	1 шт.
7.2	ПК/ноутбук с мышью	1 шт.
7.3	Программное обеспечение (Arduino IDE; драйвер CH340; КОМПАС-3D; КОМПАС-Электрик; Visual Studio Code; PlatformIO; средство чтения PDF)	1 компл.
8	Документация	1 компл.
8.1	Техническая документация на используемые компоненты (PDF)	1 компл.
8.2	Файлы исходного кода – согласно заданию;	1 компл.
8.3	Раздаточный материал – согласно заданию.	1 компл.

Ход выполнения работы.

1. Подготовка испытательной мобильной платформы.
 - 1.1. Изучите предоставленный файл тестового программного кода для Arduino (ATS_reg_26_10.ino), взаимодействующего с драйвером мотора, инкрементальными энкодерами Холла, дисплеем LCD1602 с интерфейсом i2c и модулем инкрементального энкодера (для ручного управления интерфейсом).
 - 1.2. Сохраните предоставленный код под личным шифром участника. При необходимости внесите в него изменения для дальнейшей работы, не затрагивающие логику работы кода (переназначьте номера выводов для подключения компонентов, если необходимо).
 - 1.3. Подключите все необходимые компоненты к испытательной мобильной платформе, настройте их для корректной работы, загрузив в контроллер код. Убедитесь в исправности всех компонентов, корректности их настройки и подключений.
2. Используя энкодер управления интерфейсом и ЖК-дисплей, переведите контроллер робота в 1 режим работы (MODE 1)¹.
 - 2.1. В этом режиме, вручную вращая каждое из колес испытательной платформы, по счетчику импульсов энкодера, отображаемому на дисплее, определите количество импульсов энкодера, соответствующее 10 полным оборотам каждого колеса. Для этого проведите серию из 5 измерений. Полученные данные занесите в **табл. 2.1 приложения А**.
 - 2.2. Проведя необходимые расчеты, произведите анализ полученных значений (**табл. 2.2 приложения А**).

¹ Примечание: при правильном подключении всех компонентов нажатие на кнопку модуля энкодера подтверждает выбор режима, а при активном режиме выходит из него. Если это не так, исправьте ситуацию самостоятельно или добавьте отдельную кнопку. Вращение рукоятки энкодера позволяет переключаться между режимами работы, если на данный момент никакой режим не активен.

3. Поднимите испытательное шасси так, чтобы его колеса не касались поверхности. Используя энкодер управления интерфейсом и ЖК-дисплей, переведите контроллер робота во 2 режим работы (MODE 2)². Дополнительным нажатием кнопки энкодера подтвердите запуск программы измерения скорости вращения моторов.
 - 3.1. Дождитесь стабилизации показаний скорости счета частоты импульсов энкодера Р (имп./с), отображаемых на дисплее. Занесите полученные показания в **табл. 3.1 приложения Б**. Используя полученные данные, рассчитайте частоту вращения колеса n (об./с).
 - 3.2. Используя формулу связи линейной скорости и частоты вращения колеса, определите необходимый наружный диаметр колеса для достижения $V = 0,50$ м/с. Руководствуясь данными ГОСТ 9833–73 (PDF-файл стандарта предоставляется в справочных материалах к заданию), из стандартных типоразмеров уплотнительных колец сечением **4,6 мм** выберите такое, которое наилучшим образом подходило бы для использования в качестве покрышек для колес робота. При этом типоразмер уплотнительного кольца должен быть подобран таким образом, чтобы расчетная линейная скорость перемещения, развиваемая роботом, была максимально приближена к $V = 0,50$ м/с, **но не превышала ее**. Пригодность предложенного решения подтвердите расчетом развиваемой скорости с его использованием. В случае, если доступные типоразмеры колец сечением 4,6 мм не обеспечивают данное условие, необходимо выбрать стандартные кольца другого сечения, обосновав данное решение. Все данные и расчеты занесите в **табл. 3.2 приложения Б**.
4. Используя доступный инструмент, снимите мотор-редуктор с шасси, отделив его от колеса. Согласно п. 4 инструкционно-оценочной карты (**приложение В**), проведите снятие габаритно-присоединительных размеров и построение 3D-модели внешней геометрии мотор-редуктора с энкодером (в сборе). **Все разработанные файлы сохраните в папке, именованной шифром участника. После завершения работы приведите робота в исходное (собранное) состояние.**

² Примечание: при правильном подключении всех компонентом нажатие на кнопку модуля энкодера подтверждает выбор режима, а при активном режиме выходит из него. Если это не так, исправьте ситуацию самостоятельно или добавьте отдельную кнопку. Вращение рукоятки энкодера позволяет переключаться между режимами работы, если на данный момент никакой режим не активен.

5. Разработайте собственную конструкцию мобильной платформы, отвечающую требованиям инструкционно-оценочной карты (**приложение В**).
6. Оформите чертежи основания, держателей моторов, крышки (уплотнительного кольца), колесного диска и опоры согласно требованиям инструкционно-оценочной карты (**приложение В**).

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица 2.1 – Измерение импульсов энкодера на 10 оборотов колеса

	Мотор 1	Мотор 2
Измерение 1, количество импульсов на 10 оборотов		
Измерение 2, количество импульсов на 10 оборотов		
Измерение 3, количество импульсов на 10 оборотов		
Измерение 4, количество импульсов на 10 оборотов		
Измерение 5, количество импульсов на 10 оборотов		

Таблица 2.2 – Анализ полученных значений

	Имп. на 10 об.	Имп. на 1 об.
Максимальное полученное значение (моторы 1 и 2)		N_max =
Минимальное полученное значение (моторы 1 и 2)		N_min =
Среднее значение всех измерений (моторы 1 и 2)		N =
Среднее отклонения ΔN^3		$\Delta N =$
Относительная погрешность δ^4 , %		$\delta =$

Поле для расчетов

³ $\Delta N = (N_{max} - N_{min}) / 2$

⁴ $\delta = (\Delta N / N) \cdot 100\%$

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица 3.1 – Скорости вращения мотора и колеса

Частота импульсов энкодера P, имп./с	P =
Частота вращения колеса n = P/N, об./с	n =

Поле для расчета

Таблица 3.2 – определение параметров колеса

Целевое значение линейной скорости V, м/с	0,50
Необходимый диаметр колеса D (для V=0,50 м/с), мм	
Обозначение типоразмера предложенного уплотнительного кольца формата XXX-XXX-XX	
Сечение уплотнительного кольца d2, мм	
Внутренний диаметр уплотнительного кольца d1, мм	
Внешний диаметр уплотнительного кольца (колеса) D_факт, мм	
Расчетное значение линейной скорости V_факт, развиваемое с предложенным колесом, м/с	

A large, empty rectangular box with a thin black border, occupying most of the page. It is intended for calculations and justification.

Поле для расчетов и обоснования

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Инструкционно-оценочная карта практической работы по АТС (10 класс).

№	Наименование этапа, пояснение. Требования (<i>критерии оценивания</i>).	Макс.б.	Факт.б.
1	Подготовка испытательной мобильной платформы	(3)	
1.1	Подключение всех компонентов осуществлено корректно. <i>1 б. – полностью выполнено;</i> <i>0 б. – допущена ошибка или не выполнено.</i>	1	
1.2	Все органы управления и компоненты функционируют в штатном режиме, режимы MODE 1 и MODE 2 корректно выполняют свою функцию, выводя соответствующие значения на дисплей. <i>2 б. – полностью выполнено;</i> <i>0 б. – допущена ошибка или не выполнено.</i> <i>0 б., если шасси сдано участником в частично или полностью разобранном виде.</i>	2	
2	Исследование характеристик мотор-редукторов (приложение А)	(3)	
2.1	Таблица 2.1 заполнена корректно – измеренное число импульсов энкодера на 10 оборотов каждого колеса согласуется с действительностью. <i>1 б. – полностью выполнено;</i> <i>0 б. – допущена ошибка или не выполнено.</i>	1	
2.2.1	Таблица 2.2 – среднее значение N имеет корректное значение. <i>1 б. – полностью выполнено;</i> <i>0 б. – допущена ошибка или не выполнено.</i> <i>0 б., если за п. 2.1 0 баллов.</i>	1	
2.2.2	Таблица 2.2 – расчет среднего отклонения ΔN представлен, значение ΔN корректно. <i>0,5 б. – полностью выполнено;</i> <i>0 б. – допущена ошибка или не выполнено.</i> <i>0 б., если за п. 2.1 0 баллов.</i>	0,5	

2.2.3	Таблица 2.2 – расчет относительной погрешности δ представлен, значение δ корректно. <i>0,5 б. – полностью выполнено;</i> <i>0 б. – допущена ошибка или не выполнено.</i> <i>0 б., если за п. 2.1 0 баллов.</i>	0,5	
3	Определение параметров колеса (Приложение Б)	(3)	
3.1.1	Записанное значение частоты импульсов энкодера Р в табл. 3.1 согласуется с действительностью. <i>0,5 б. – полностью выполнено;</i> <i>0 б. – допущена ошибка или не выполнено.</i>	0,5	
3.1.2	Рассчитанное значение частоты вращения колеса n в табл. 3.1 согласуется с действительностью. <i>0,5 б. – полностью выполнено;</i> <i>0 б. – допущена ошибка или не выполнено.</i>	0,5	
3.2.1	Таблица 3.2 – расчет требуемого диаметра колеса D для скорости V=0,50 м/с представлен, полученное значение корректно. <i>0,5 б. – полностью выполнено;</i> <i>0 б. – допущена ошибка или не выполнено.</i>	0,5	
3.2.2	Таблица 3.2 – типоразмер предложенного уплотнительного кольца записан в корректном формате; указанные для него параметры d1, d2 соответствуют ГОСТ 9833–73; значение внешнего диаметра D_факт определено верно; соблюдается условие $D_{\text{факт}} \leq D$; кольцо подобрано так, что значение D_факт максимально приближено к D. <i>1 б. – полностью выполнено;</i> <i>0 б. – допущена ошибка или не выполнено.</i>	1	
3.2.3	Таблица 3.2 – полученное расчетное значение линейной скорости V_факт корректно; $V_{\text{факт}} \leq V$; V_факт приближено к V. <i>0,5 б. – полностью выполнено;</i> <i>0 б. – допущена ошибка или не выполнено.</i>	0,5	

4	Снятие габаритно-присоединительных размеров и построение 3D-модели внешней геометрии мотор-редуктора с энкодером	(6)	
4.1	<p>Представлена модель мотор-редуктора с энкодером (в сборе), следующие параметры которой соответствуют действительным (с допуском для размеров $\pm 0,1$ мм):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ключевые габаритные размеры (длина, ширина, высота); - Ключевые диаметры и иные определяющие размеры; - Межосевые расстояния монтажных отверстий; - Диаметры монтажных отверстий; - Условные обозначения резьбы каждого резьбового отверстия; - Параметры выходного вала (диаметр, длина, лыска и иные элементы). <p><i>3 б. За каждое выявленное несоответствие (включая повторяющиеся) снимается 1 балл. 0 б. – если 3D-модель не представлена в форматах САПР и STEP (STP) или на модели отсутствует мотор, редуктор или модуль энкодера (хотя бы одно).</i></p>	3	
4.2	<p>Представлен чертеж мотор-редуктора с энкодером:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Чертеж размещен в рамке чертежа; - В основной надписи указано корректное наименование; - В поле «Чертил» указан шифр участника; - На чертеже приведено достаточное количество видов; - Виды выполнены в проекционной взаимосвязи; - Линии выполнены по ЕСКД и применены в полном объеме; - Условные обозначения выполнены по ЕСКД и приведены в полном объеме; - Осевые линии нанесены по ЕСКД и везде, где необходимо; - Размеры нанесены по ЕСКД и в достаточном количестве; - Указанные размеры не дублируют друг друга; - Указанные размеры соответствуют представленной 3D-модели. <p><i>3 б. За каждое выявленное несоответствие (включая повторяющиеся) снимается 1 балл. 0 б., если чертеж не сохранен в форматах исходного файла САПР и PDF или на чертеже отсутствует мотор, редуктор или модуль энкодера (хотя бы одно).</i></p>	3	

5	Разработка шасси робота		
5.1.1	<p>Представлена сборка шасси робота, содержащая основание, два держателя мотор-редуктора, два мотор-редуктора с энкодерами, два колесных диска, две покрышки (уплотнительных кольца) и две опоры.</p> <p>Требования:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ширина колеи (по центрам покрышки) составляет 200 мм; - Каждый из перечисленных выше элементов сборки имеет собственное цветовое решение, отличное от других элементов. - Расположение всех компонентов соответствует их типичному расположению для мобильного робота, обеспечивая его функциональность; - Используются две опоры, одна из которых располагается сзади, другая – спереди шасси; - Соединения обеспечивают надежное крепление к основанию; - Соединения не имеют коллизий⁵; - Сопрягаемые поверхности имеют контакт либо заданные конструктивные зазоры/посадки. <p><i>2 балла. За каждое выявленное несоответствие (включая повторяющиеся) снимается 1 балл.</i></p> <p><i>0 баллов – если 3D-модель не представлена в форматах САПР и STEP (STP) или в сборке отсутствует хотя бы один элемент (основание, два держателя мотор-редуктора, два мотор-редуктора с энкодерами, два колесных диска, две покрышки, две опоры).</i></p>	2	

⁵ Проверка осуществляется в сборке КОМПАС-3D инструментом «Диагностика» > «Проверка коллизий». После вызова инструмента выделяются все объекты сборки и нажимается кнопка «Выполнить проверку».

5.1.2	<p>Представлен габаритный чертеж сборки робота:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Чертеж сборки робота выполнен как габаритный; - Чертеж размещен в рамке чертежа; - В основной надписи указано корректное наименование; - В поле «Чертил» указан шифр участника; - На чертеже приведено достаточное количество видов; - На чертеже имеется аксонометрический вид; - Виды выполнены в проекционной взаимосвязи; - Линии выполнены по ЕСКД и применены в полном объеме; - Условные обозначения выполнены по ЕСКД и приведены в полном объеме; - Осевые линии нанесены по ЕСКД и везде, где необходимо; - Размеры нанесены по ЕСКД и в полном объеме; - Указанные размеры не дублируют друг друга; - Указанные размеры соответствуют представленной 3D-модели. <p><i>3 балла. За каждое выявленное несоответствие (включая повторяющиеся) снимается 1 балл.</i></p> <p><i>0 баллов, если чертеж не сохранен в форматах исходного файла САПР и PDF или на чертеже отсутствует хотя бы один элемент (основание, два держателя мотор-редуктора, два мотор-редуктора с энкодерами, два колесных диска, две покрышки, две опоры).</i></p>	3	
-------	--	---	--

5.2	<p>Модель основания робота:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Проекция основания вписывается в окружность 250 мм; - Имеет необходимое количество сквозных отверстий диаметром 3 мм, соосные крепежным отверстиям держателей моторов и используемым опорам, обеспечивающих фиксацию деталей болтовым соединением М3; - Если состоит из нескольких элементов, то выполнена в сборке с соблюдением всех зазоров и посадок. <p><i>2 балла. За каждое выявленное несоответствие (включая повторяющиеся) снимается 1 балл.</i></p> <p><i>0 баллов, если 3D-модель не представлена в форматах САПР и STEP (STP).</i></p>	2	
5.3	<p>Модель колесного диска:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Имеет надежную конструкцию, адекватную возложенной на нее функции; - Имеет элемент дизайна – имитацию колесных спиц; - Посадка покрышки соответствует используемому уплотнительному кольцу с допуском $\pm 0,1$ мм; - Посадка на выходной вал мотор-редуктора соответствует модели мотор-редуктора, разработанной в п. 4, с допуском $\pm 0,1$ мм; - Ответная часть имеет конструкцию, обеспечивающую надежную фиксацию колесного диска на валу мотора; - Фиксация колесного диска на выходном валу мотор-редуктора выполнена способом, отличным от посадки с натягом (запрессовки); - Если состоит из нескольких элементов, то выполнена в сборке с соблюдением всех зазоров и посадок. <p><i>3 балла. За каждое выявленное несоответствие (включая повторяющиеся) снимается 1 балл.</i></p> <p><i>0 баллов – если 3D-модель не представлена в форматах САПР и STEP (STP).</i></p>	3	

5.4	<p>Модель держателя мотор-редуктора:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Каждый посадочный элемент держателя соответствует модели мотор-редуктора, разработанной в п. 4, и обеспечивают его фиксацию; - Имеет надежную конструкцию, адекватную возложенной на нее функции; - Соединение с основанием предусматривает четыре сквозных отверстия диаметром 3 мм, обеспечивающих крепление болтовым соединением М3; - Если состоит из нескольких элементов, то выполнена в сборке с соблюдением всех зазоров и посадок. <p><i>2 балла. За каждое выявленное несоответствие (включая повторяющиеся) снимается 1 балл.</i></p> <p><i>0 баллов – если 3D-модель не представлена в форматах САПР и STEP (STP).</i></p>	2	
5.5	<p>Модель крышки (внутренний диаметр и сечение) – соответствуют параметром уплотнительного, определенным в табл. 3.2 приложения Б</p> <p><i>1 б. – полностью соответствует;</i></p> <p><i>0 б. – допущена ошибка или не соответствует.</i></p> <p><i>0 баллов – если 3D-модель не представлена в форматах САПР и STEP (STP).</i></p>	1	
5.6	<p>Модель опоры:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Имеет надежную конструкцию, адекватную возложенной на нее функции; - Соединение с основанием предусматривает два сквозных отверстия диаметром 3 мм, обеспечивающих крепление болтовым соединением М3; - Имеет высоту на 0,5-1 мм меньше дорожного просвета робота (в месте крепления опоры); - Если состоит из нескольких элементов, то выполнена в сборке с соблюдением всех зазоров и посадок. <p><i>2 балла. За каждое выявленное несоответствие (включая повторяющиеся) снимается 1 балл.</i></p> <p><i>0 баллов – если 3D-модель не представлена в форматах САПР и STEP (STP) или не является шариковой, роликовой или скользящей опорой.</i></p>	2	

6	Чертежи основания, держателей моторов, крышки (уплотнительного кольца), колесного диска и опоры	(5)	
6.1	<p>Требования к каждому чертежу:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Чертеж размещен в рамке чертежа; - В основной надписи указано корректное наименование; - В поле «Чертил» указан шифр участника; - Корректно указан применимый для данных целей материал изготовления; - На чертеже приведено достаточное количество видов; - Виды выполнены в проекционной взаимосвязи; - Линии выполнены по ЕСКД и применены в полном объеме; - Условные обозначения выполнены по ЕСКД и приведены в полном объеме; - Осевые линии нанесены по ЕСКД и везде, где необходимо; - Размеры нанесены по ЕСКД и в достаточном количестве; - Указанные размеры не дублируют друг друга; - Указанные размеры соответствуют представленной 3D-модели. <p><i>5 баллов. За каждое выявленное несоответствие (включая повторяющиеся) снимается 1 балл.</i></p> <p><i>0 баллов, если хотя бы один чертеж (основания, держателей моторов, крышки, колесного диска или опоры) не сохранен в форматах исходного файла САПР и PDF или не представлен.</i></p>	5	
	Итого:	35	