

**Практическое задание для заключительного этапа
Всероссийской олимпиады школьников по труду (технологии)
2025–2026 учебный год
(профиль «Техника, технологии и техническое творчество»)
Автоматизированные технические системы, 11 класс**

Техническое задание:

На основе компонентов предоставленной испытательной мобильной платформы с дифференциальным приводом (Таблица 1) с мотор-редукторами и инкрементальными энкодерами требуется разработать собственное шасси мобильного робота на четырех всенаправленных колесах типа *mecanum* (Рисунок 1), выполнить необходимые расчеты, 3D-проектирование и конструкторскую документацию.



Рисунок 1 – Пример робота на всенаправленных колесах типа *mecanum*

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, крепежные элементы, 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, 5В	1 шт.
1.5	Платы расширения: шилд двуканального драйвера моторов (управление по контактам 4,5,6,7 Arduino UNO), сенсор шилд, беспаячная макетная плата	1 компл.
1.6	Аналоговые датчики отражения (TCRT5000 или аналог)	2 шт.
1.7	Стабилизатор 5 В 3 А с разъемом на выходе типа BLS, подключенный к системе питания, для питания контроллера и сервоприводов	1 шт.
1.8	Система питания: 6-12 В, Li-ion (предпочтительно 18650), 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	Резистор 220 Ом	2 шт.
3.2	Резистор 10 кОм	2 шт.
3.3	Кнопка тактовая	2 шт.
3.4	Светодиод 5мм	2 шт.
3.5	Провода для макетной платы 30 см (штекер-штекер, гнездо-гнездо, штекер-гнездо)	1 набор
3.6	Дисплей LCD1602 с интерфейсом i2c	1 шт.
3.7	Модуль инкрементального энкодера KY-040 EM-407 или аналог	1 шт.
4	Крепеж и инструмент	1 компл.
4.1	Крепежные элементы для датчиков, совместимые с выбранным шасси	1 компл.
4.2	Инструмент для работы с крепежом, платами и компонентами	1 компл.
4.3	Штангенциркуль	1 шт.
4.4	Цифровой мультиметр	1 шт.
4.5	Пассатижи малые	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	Рабочее место и ПО	1 компл.
6.1	Рабочий стол не менее 1200×650 мм	1 шт.
6.2	ПК/ноутбук с мышью	1 шт.
6.3	Программное обеспечение (Arduino IDE; драйвер CH340; КОМПАС-3D; КОМПАС-Электрик; Visual Studio Code; PlatformIO; средство чтения PDF)	1 компл.
7	Документация	1 компл.
7.1	Техническая документация на используемые компоненты (PDF)	1 компл.
7.2	Файлы исходного кода – согласно заданию;	1 компл.
7.3	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_zakl_26.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 MODE 1 (переназначьте номера выводов для подключения компонентов, если необходимо). Самостоятельно допишите реализацию функций `float distance()` и `void stop()`, позволяющих измерять расстояние до объекта (любым способом) и мгновенно останавливать моторы с торможением. Запрограммируйте режим MODE 2 таким образом, чтобы робот двигался вперед с максимальной скоростью и мгновенно останавливался при обнаружении препятствия на расстоянии 120 см и менее.

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. Определение характеристик моторов.

2.1. Используя энкодер управления интерфейсом и ЖК-дисплей, переведите контроллер робота в 1 режим работы (MODE 1)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**.

3. 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.

- 3.1. Поставьте испытательное шасси в специально отведенную стартовую зону, направив его в сторону препятствия. Используя энкодер управления интерфейсом и ЖК-дисплей, переведите контроллер робота во 2 режим работы (MODE 2), который запрограммировали ранее. Дополнительным нажатием кнопки энкодера подтвердите запуск программы измерения скорости вращения моторов в движении. Робот должен начать движение с максимальной скоростью и остановиться с торможением за 120^{-10} см перед препятствием.
- 3.2. Запишите значение 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).
- 3.3. Используя формулу связи линейной скорости и частоты вращения колеса, определите необходимый наружный диаметр колеса для достижения скорости линейного перемещения колеса $V = 0,50$ м/с. Его значение занесите в **табл. 3.2 приложения Б**.
4. Произведите снятие габаритно-присоединительных размеров и построение 3D-модели внешней геометрии мотор-редуктора с энкодером. Для этого, 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 в соответствии с требованиями инструкционно-оценочной карты (приложение В) форматах .m3d и STEP (.stp). После завершения работы приведите робота в исходное (собранное) состояние.**
5. Разработайте собственную конструкцию мобильной платформы, отвечающую требованиям инструкционно-оценочной карты (**приложение В**), сохранив все **файлы в форматах .m3d/.a3d и STEP (.stp)**. В сборке шасси используйте 4 экземпляра моторов.
6. Оформите все необходимые чертежи и спецификацию согласно требованиям инструкционно-оценочной карты (**приложение В**) в форматах **.cdw/.spw и PDF**.

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 =
Полуразмах ΔN^2		$\Delta N =$
Относительная погрешность δ^3 , %		$\delta =$

Поле для расчетов

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

³ $\delta = (\Delta N / N) \cdot 100\%$

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица 3.1 – Параметры 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 скорости линейного перемещения колеса $V=0,50$ м/с), мм	

Поле для расчета