

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА
по профилю «Техника, технологии и техническое творчество»

КАРТА КОНТРОЛЯ

Автоматизированные технические системы
10-11 класс

Задание:

Перед началом выполнения ознакомьтесь с небольшой инструкцией

1. Внимательно прочитайте описание кейса и изучите техническое задание к разрабатываемому автоматизированному устройству.
2. Все последующие задания должны быть выполнены согласно техническому заданию.
3. Всего в работе 4 задания, описанные после технического задания.
4. Правильные ответы заполняйте на листе в выделенных окошках.

Успешного выполнения задания!

Кейс: В городе N наблюдается интенсивное движение транспортных средств, что привело к увеличению количества дорожно-транспортных происшествий на нерегулируемом перекрестке вблизи школы. Отсутствие светофора создает угрозу безопасности школьников и водителей. Администрация города инициировала проект по установке энергоэффективного автоматизированного светофора.

Задание: Вам необходимо выступить в роли инженера-проектировщика и выполнить проектирование системы автоматического управления светофором (САТС) с расширенной функциональностью.

Техническое задание (ТЗ): проектирование макета светофора с кнопкой пешехода и 2 режимом работы. Цель проекта: Разработка автоматизированного макета светофора для регулировки движения на пешеходном переходе с двумя режимами работы:

1. **Автоматический режим:** циклическое включение зеленого сигнала для пешеходов каждые 7 секунд.
2. **Режим по запросу:** включение зеленого сигнала при нажатии на кнопку.

В системе должны быть использованы только микроконтроллер Arduino Uno, три светодиода (красный, желтый, зеленый), тактовая кнопка и резисторы.

Исходный режим работы светофора: для пешеходов — красный.

Алгоритм работы:

1. **Автоматический режим:**
 - Каждые 7 секунд система автоматически инициирует переход для пешеходов.
2. **Режим по запросу:**
 - При нажатии на кнопку система немедленно начинает цикл переключения (если не активен другой цикл).

Цикл переключения для пешеходов:

1. Красный сигнал сменяется **мигающим желтым** (1 раз в секунду) в течение **2 секунд**.
2. Включается **зеленый** сигнал для пешеходов на **5 секунд**.
3. Зеленый сигнал **мигает 3 раза** (период 0,5 сек), предупреждая об окончании перехода.
4. Система возвращается в исходное состояние (красный для пешеходов, зеленый для транспорта).

Требования к энергоэффективности. В исходном состоянии потребление энергии должно быть минимальным. Использовать внутренние подтягивающие резисторы Arduino для кнопки.

Этап 1. Исследование и диагностика компонентов**Задание 1. Подбор электрических компонентов.**

Необходимо выбрать из списка подходящие компоненты, которые нужны для реализации проекта. Для реализации проекта вам доступны следующие компоненты:

- Микроконтроллер Arduino Uno (рабочее напряжение 5В)
- Светодиоды: красный (2,1 В), жёлтый (2,1 В), зелёный (3,3 В), $I_{MAX} = 20$ мА
- Резисторы: 100 Ом, 220 Ом, 1 кОм, 10 кОм
- Кнопка тактовая
- Потенциометр (переменный резистор) 10 кОм
- Фоторезистор
- Конденсатор
- Пьезоэлектрический зуммер
- Макетная плата (breadboard) и провода

Часть 1. Подбор резисторов нужного номинала

Исходные данные:

Ваша схема включает три цепи, питающиеся от выхода Arduino (5В):

1. **Цепь красного светодиода**, $U_{КСВ} = 2,1$ В
2. **Цепь зеленого светодиода**, $U_{ЗСВ} = 3,3$ В
3. **Цепь желтого светодиода**, $U_{ЖСВ} = 2,1$ В

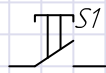
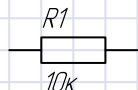
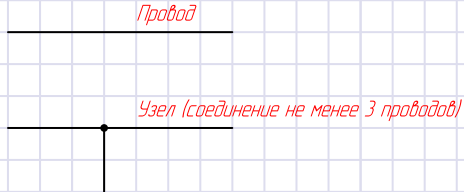
Рассчитайте номинал резисторов, необходимых для безопасного подключения светодиодов к цифровому выходу Arduino (5 В). Сила тока светодиода I_{MAX} должна быть не более 20 мА для обеспечения долгого срока службы. Из списка выберите подходящие резисторы, ответ аргументируйте.

- Напряжение питания $U_{ПИТ} = 5$ В
- Требуемый ток $I = 20$ мА

Дано:	СИ	Решение:
$I_{MAX} = 20$ мА	0,02 А	$I = \frac{U}{R}$
$U_{ИСТ} = 5$ В		$R = \frac{U}{I}$ Закон Ома для участка цепи
$U_{ЗСВ} = 3,3$ В		$R_З = \frac{U_{ПИТ} - U_{СВ}}{I_{MAX}} = \frac{5 - 3,3}{0,02} = 85$ Ом
$U_{КСВ} = 2,1$ В		$R_{К,Ж} = \frac{U_{ПИТ} - U_{СВ}}{I_{MAX}} = \frac{5 - 2,1}{0,02} = 145$ Ом
		Ответ: Из списка доступных резисторов (100 Ом, 220 Ом, 1 кОм) необходимо выбрать резистор номиналом 100 Ом для зеленого светодиода и 220 Ом для красного и желтого, так как это ближайшие стандартные значения, которые не меньше расчётных. Выбор резистора с меньшим номиналом опасен для светодиода.
$R = ?$		

Часть 2. Выбор компонентов. Из предложенного списка выберите ВСЕ компоненты, необходимые для сборки схемы светофора, описанной в ТЗ. Заполните таблицу, указав выбранный компонент и его назначение в системе.

№	Назначение компонента	Выбранный компонент	УГО
1	Управление системой, программа	Микроконтроллер Arduino Uno	
2	Устройство отображении информации. Сигнал: стой, внимание, иди	Светодиоды: Красный Желтый Зеленый	
3	Ограничение тока светодиода, чтобы светодиод не сгорел, номинал выбирается в ч.1	Резисторы: 220 Ом 220 Ом 100 Ом	

4	Инициация запроса на переход	Кнопка тактовая	
5	Для подключения кнопки. Только внутренний резистор, т.к. требование прописано в ТЗ	Внутренний подтягивающий резистор	
6	Создание электрического подключения компонентов. Сборка электрической схемы	Макетная плата (breadboard) и провода	

Этап 2. Проектирование и расчёт

На основе данных первого этапа разработать проектно-расчётную документацию ключевых узлов системы, включая расчёт энергопотребления и выбор подходящего источника питания.

Задание 2. Часть 1. Расчёт параметров работы светодиодов

Рассчитать **фактическое напряжение** на светодиодах и **потребляемую ими мощность** при использовании резистора выбранного резистора из списка.

Исходные данные. Для цепи зеленого светодиода есть следующие данные:

- Напряжение питания от Arduino: $U_{\text{пит}} = 5 \text{ В}$
- Падение напряжения на зеленом светодиоде: $U_{\text{св}} = 3,3 \text{ В}$
- Падение напряжения на красном светодиоде: $U_{\text{св}} = 2,1 \text{ В}$
- Падение напряжения на желтом светодиоде: $U_{\text{св}} = 2,1 \text{ В}$
- Максимально допустимый ток светодиода: $I_{\text{MAX}} = 20 \text{ мА}$

1) Рассчитать сопротивление светодиодов

Дано:	СИ	Решение:
$I_{MAX} = 20 \text{ мА}$	$0,02 \text{ А}$	$R_{з св} = \frac{U_{св}}{I_{MAX}} = \frac{3,3}{0,02} = 165 \text{ Ом}$
$U_{ист} = 5 \text{ В}$		$R_{к,ж св} = \frac{U_{св}}{I_{MAX}} = \frac{2,1}{0,02} = 105 \text{ Ом}$
$U_{з св} = 3,3 \text{ В}$		
$U_{ж св} = 2,1 \text{ В}$		
$U_{к св} = 2,1 \text{ В}$		
		Ответ: Сопротивление зеленого светодиода равно 165 Ом.
		Сопротивление желтого светодиода равно 105 Ом.
		Сопротивление красного светодиода равно 105 Ом.
$R_{з св} - ?$	$R_{к,ж св} - ?$	

2) Рассчитать ток фактический в цепях. Ответ округлить до тысячных. Рассчитайте ток потребления для каждой цепи по закону Ома

Дано:	СИ	Решение:
$I_{MAX} = 20 \text{ мА}$	$0,02 \text{ А}$	$U_{общ} = U_{ист} = 5 \text{ В}$
$U_{ист} = 5 \text{ В}$		$R_{общ} = R_{св} + R_{рез}$
$U_{з св} = 3,3 \text{ В}$		$I_з = \frac{U_{общ}}{R_{общ}} = \frac{5}{165 + 100} = 0,019 \text{ А} = 19 \text{ мА}$
$U_{ж,к св} = 2,1 \text{ В}$		$I_{к,ж} = \frac{U_{общ}}{R_{общ}} = \frac{5}{105 + 220} = 0,015 \text{ А} = 15 \text{ мА}$
$R_{з св} = 165 \text{ Ом}$		Ответ: Т.к. выбран резистор большего номинала сила тока в цепи стала меньше
$R_{к,ж св} = 105 \text{ Ом}$		В цепи зеленого светодиода 19 мА,
$R_1 = 100 \text{ Ом}$		В цепи желтого светодиода 15 мА,
$R_{2,3} = 220 \text{ Ом}$		В цепи красного светодиода 15 мА,
$I_з - ?$	$I_{к,ж} - ?$	

3) Определить фактическое падение напряжения на светодиодах

Дано:	СИ	Решение:
$I_3 = 19 \text{ мА}$	$0,019 \text{ А}$	$U_{3 \text{ CB}} = R_{\text{CB}} * I = 165 * 0,019 = 3,135 \text{ В}$
$I_{\text{К,Ж}} = 15 \text{ мА}$	$0,015 \text{ А}$	$U_{\text{Ж,К CB}} = R_{\text{К,Ж CB}} * I = 105 * 0,015 = 1,575 \text{ В}$
$R_{3 \text{ CB}} = 165 \text{ Ом}$		
$R_{\text{К,Ж CB}} = 105 \text{ Ом}$		
		Ответ: фактическое напряжение зеленого светодиода стало $3,135 \text{ В}$ желтого светодиода стало $1,575 \text{ В}$ красного светодиода стало $1,575 \text{ В}$
$U_{3 \text{ CB}} - ?$	$U_{\text{Ж,К CB}} - ?$	

4) Рассчитать потребляемую мощность светодиодов

Дано:	СИ	Решение:
$I_3 = 19 \text{ мА}$	$0,019 \text{ А}$	$P_{\text{CB}} = U_{\text{CB}} * I = 3,135 * 0,019 = 0,06 \text{ Вт}$
$I_{\text{К,Ж}} = 15 \text{ мА}$	$0,015 \text{ А}$	$P_{\text{К,Ж CB}} = U_{\text{К,Ж CB}} * I_{\text{К}} = 1,575 * 0,015 = 0,02 \text{ Вт}$
$R_{3 \text{ CB}} = 165 \text{ Ом}$		<i>Ответ: Потребляемая мощность</i> <i>зеленого светодиода равна 0,06 Вт = 60 мВт</i> <i>желтого светодиода равна 0,02 Вт = 20 мВт</i> <i>красного светодиода равна 0,02 Вт = 20 мВт</i>
$R_{\text{К,Ж CB}} = 105 \text{ Ом}$		
$U_{3 \text{ CB}} = 3,135 \text{ В}$		
$U_{\text{Ж,К CB}} = 1,575 \text{ В}$		
$U_3 - ?$	$P_3 - ?$	

ШИФР _____

Школьный этап Всероссийской олимпиады школьников по труду (технологии) в 2025/2026 учебном году в Санкт-Петербурге

Часть 2. Расчёт токов потребления и анализ энергоэффективности системы.

Заполните таблицу полученных значений и сделайте вывод.

Электрическая цепь:	Выбранный резистор из списка	Сопротивление светодиода	Фактический ток в цепях	Фактическое падение напряжения на светодиодах	Потребляемая мощность
Цепь зеленого светодиода	100 Ом	165 Ом	19 мА	3,135 В	60 мВт
Цепь красного светодиода	220 Ом	105 Ом	15 мА	1,575 В	20 мВт
Цепь желтого светодиода	220 Ом	105 Ом	15 мА	1,575 В	20 мВт

Ваша система включает три независимые цепи питания от шины 5V Arduino:

1. **Цепь красного светодиода,**
2. **Цепь зеленого светодиода**
3. **Цепь желтого светодиода**

Технические условия:

- Напряжение питания: $U_{\text{пит}} = 5 \text{ В}$
- Номинальный ток светодиодов: $I_{\text{ном}} = 20 \text{ мА}$
- В наиболее энергозатратном режиме одновременно работают красный и желтый светодиоды
- Источник питания: USB-порт (500 мА) или сетевой адаптер
- Ограничение тока на pin Arduino: 20 мА
- Ограничение общей нагрузки на шине 5V: 500 мА

Задача:

1. Определите суммарный ток в пиковом режиме работы (красный и желтый)
2. Проанализируйте соответствие требованиям:
 - Ток через каждый пин Arduino
 - Общая нагрузка на шине 5V
3. Сделайте вывод о возможности питания системы от стандартного USB-порта

Сделайте вывод.

Расчетная величина	Расчет для красного	Расчет для желтого	Расчет для зеленого
Ток цепи (I)	15 мА	15 мА	19 мА
Ток в пиковом режиме $I_{\text{пик}}$	Для красного и желтого	30 мА	
Общий ток ($I_{\text{общ}}$)	Для 3 светодиодов	49 мА	

Ток в пиковом режиме: $I_{\text{пик}} = 30 \text{ мА}$

Вывод:

Рассчитанный общий ток $I_{\text{общ}} = 49 \text{ мА}$.

*Предел тока USB-порта/блока питания ~500 мА. Ограничение тока на pin Arduino: 20 мА.

Ограничение общей нагрузки на шине 5V: 500 мА

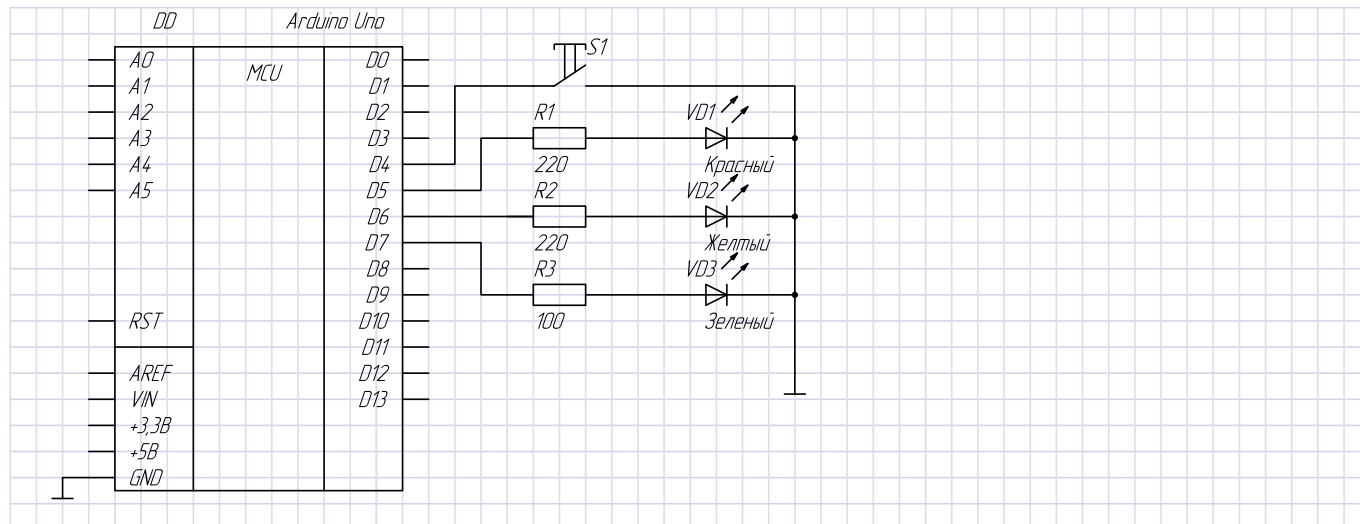
Выбрать правильный вариант:

✓ Данный источник питания **ПОДХОДИТ**, так как $I_{\text{общ}} \ll 500 \text{ мА}$.

☐ Данный источник питания **НЕ ПОДХОДИТ**, так как $I_{\text{общ}} > 500 \text{ мА}$.

Задание 3. Необходимо нарисовать электрическую принципиальную схему, выполненную по ГОСТ, в которой отразить все необходимые компоненты для реализации данного ТЗ.

Обратите внимание на подключение пинов Arduino, оно должно совпадать с программным кодом в следующем задании.



Этап 3. Программирование и интеграция

Цель этапа – обеспечить функционирование САТС в соответствии с техническим заданием (ТЗ), адаптируя готовые программные модули под параметры проекта.

Задание 4. Необходимо заполнить пропуски в программном коде для функционирования проекта, учитывая электрическую схему подключения, разработанную вами в задании выше.

При правильном заполнении поля участнику прибавляется +1 балл (1 балл = 🏆)

Первый балл можно получить за соответствие вписанных пинов Arduino, согласно принципиальной схеме, которой нарисовал участник в задании №3. Балл начисляется только в том случае, когда совпали со схемой все 3 пина светодиода и кнопка. В иных ситуациях балл не начисляется.

Второй балл начисляется если правильно вписана команда `pinMode`, для всех трех светодиодов. В иных ситуациях балл не начисляется.

Третий и последующие баллы начисляются за правильное заполнение поля. Совпадение должно быть точным, иначе программа не будет работать!

```
#define LED_RED 5 // pin Arduino Красный светодиод
#define LED_YELLOW 🏆 // pin Arduino Желтый светодиод
#define LED_GREEN 7 // pin Arduino Зеленый светодиод
#define BUTTON 4 // pin Arduino Тактовая кнопка

#define TIME 7000 🏆 // Интервал включения зеленого сигнала для пешеходов 7000 мс = 7 сек

unsigned int time_red = 0; // Точка отсчета для времени работы красного светодиода

void setup() {
  🏆 pinMode(LED_GREEN, OUTPUT 🏆); // Инициализация пина как Выход
  pinMode(LED_RED 🏆, OUTPUT); // Для красного светодиода
  pinMode(LED_YELLOW, OUTPUT); // Для желтого светодиода
  pinMode(BUTTON, INPUT_PULLUP); 🏆 // Инициализация тактовой кнопки, с внутренним резистором
}

void loop() {
  digitalWrite(LED_RED, HIGH); // Для пешехода горит красный
  if (!digitalRead(BUTTON 🏆) || millis() - time_red > TIME 🏆) { // Условие перехода состояний.
    // Цикл выполняется, когда кнопка нажата или через каждые 7 сек
    // Время выполнения одной итерации цикла 1000 мс. Всего на выполнение 1000*2 = 2000 мс
    for (int n = 0; n < 2 🏆; n++) { //Мигаем желтым светодиодом
      digitalWrite(LED_YELLOW, HIGH); // Включается желтый
      delay(500); // Горит 500 мс
      digitalWrite(LED_YELLOW, LOW); // Выключается желтый
      delay(500); // Ждем 500 мс
    }
    digitalWrite(LED_RED, LOW); // Выключаем красный
    digitalWrite(LED_GREEN, HIGH); // Включается зеленый
    delay(5000 🏆); // Время работы зеленого сигнала
    //Время выполнения одной итерации цикла 500 мс. Всего на выполнение 500*3 = 1500 мс
    for (int n = 0; n < 3 🏆; n++) { // Мигаем зеленым светодиодом
      digitalWrite(LED_GREEN, HIGH); // Включается зеленый
      delay(250); // Ждем 250 мс
      digitalWrite(LED_GREEN, LOW); // Выключается зеленый
      delay(250); // Ждем 250 мс
    }
    time_red = millis(); 🏆 // Перезаписываем точку отсчета
  }
}
```

Контроль практического задания
«Проектирование автоматизированного светофора»

№ n/n	Критерии оценивания	Макс. балл	Балл участника
	Исследование и диагностика компонентов	8	
1	Заполнение таблицы выбора компонентов. Заполнена полностью. Да/нет	1	
2	За каждый корректно выбранный и указанный в таблице компонент (согласно списка ниже) начисляется 1 балл . • Микроконтроллер Arduino Uno (для управления системой) • Светодиоды: Красный, желтый, зеленый • Резисторы: 100 Ом, 220 Ом (для ограничения тока светодиодов) • Кнопка тактовая • Подтягивающий внутренний резистор для подключения кнопки • Макетная плата и провода (для сборки схемы) <i>Выбор лишних компонентов (потенциометр, фоторезистор, конденсатор, зуммер) — минус 1 балл за каждый.</i>	6	
3	Обоснование выбора. Если в таблице кратко указано назначение каждого компонента (например, «резистор — для ограничения тока»), добавить 1 балл .	1	
	Проектирование и расчёт	15	
4	Расчёт резистора. Применена верная формула: $R = \frac{U_{\text{пит}} - U_{\text{св}}}{I_{\text{MAX}}}$ подставлены верные значения (5В, 3.3В, 0.02А), получен верный ответ 85 Ом для зеленого. +1 балл Применена верная формула, подставлены верные значения (5В, 2.1В, 0.02А), получен верный ответ 145 Ом для красного и желтого + 1 балл	2	
5	Выбор резисторов из списка. Участник выбрал резистор 100 Ом для зеленого и 220 Ом для красного/желтого и дал верное обоснование (ближайший больший номинал для защиты светодиода). За верный выбор и обоснование для каждого типа резистора — по 1 баллу (итого 2 балла).	2	
6	Расчёт параметров работы светодиодов. Расчёт фактического напряжения и мощности для зеленого светодиода. Верно рассчитаны сила тока в цепи (≈ 19 мА), напряжение на светодиоде (≈ 3.135 В) и потребляемая мощность (≈ 0.06 Вт). Расчёт фактического напряжения и мощности для красного и желтого светодиода. Верно рассчитаны сила тока в цепи (≈ 15 мА), напряжение на светодиоде (≈ 1.575 В) и потребляемая мощность (≈ 0.02 Вт). Балл начисляется за каждый верный расчёт для 3 светодиодов: - Сила тока в цепи +1 балл - Напряжение на светодиоде + 1 балл - Потребляемая мощность + 1 балл	3	
7	Анализ энергопотребления. Правильно определен суммарный ток в пиковом режиме (30 мА), сделан верный вывод о соответствии требованиям и возможности питания от USB	2	

ШИФР _____

Школьный этап Всероссийской олимпиады школьников по труду (технологии) в 2025/2026 учебном году в Санкт-Петербурге

8	Полнота принципиальной схемы. На схеме присутствуют все необходимые компоненты: Arduino, 3 светодиода, 3 резистора, кнопка, соединения с GND и пинами.	2	
9	Корректность схемы. Светодиоды подключены через резисторы, аноды — к цифровым пинам, катоды — к GND. Кнопка подключена к пину и GND с использованием внутреннего подтягивающего резистора.	2	
10	Соответствие схемы программному коду. Номера пинов на схеме для светодиодов (5, 6, 7) и кнопки (4) совпадают с объявлениями #define в коде.	1	
11	Аккуратность и читаемость. Схема нарисована четко, обозначения соответствуют ГОСТ, есть подписи компонентов.	1	
Программирование и интеграция		12	
12	Правильное заполнение пропусков в программном коде. Первый балл можно получить за соответствие вписанных пинов Arduino, согласно принципиальной схеме, которой нарисовал участник в задании №3. Балл начисляется только в том случае, когда совпали со схемой все 3 пина светодиодов. В иных ситуациях балл не начисляется. Второй балл начисляется если правильно вписана команда pinMode , для всех трех светодиодов. В иных ситуациях балл не начисляется. Третий и последующие баллы начисляются за правильное заполнение поля. Совпадение должно быть точным, иначе программа не будет работать! Ответ считается верным, если участник написал вместо HIGH = 1, LOW = 0.	12	
Итого:		35	