

Олимпиада «Высшая проба» проводится при поддержке Сбера, приветствуем участников соревнования!

Сбер – лидер по созданию инноваций, которые эффективно интегрируются в жизнь людей.



Поздравляем – ты являешь участником заключительного этапа олимпиады по направлению «Инженерные науки».

Вперед к наукоемким технологиям! Желаем тебе блистательной победы!

Время выполнения – 200 минут.

Пишите разборчиво. Ответ пишите на странице с соответствующим номером вопроса. Если используете дополнительный лист, обязательно напишите об этом на основном листе ответа. Если не знаете ответа, ставьте прочерк. Черновики не оцениваются.

(Максимальное количество баллов – 100)

Задача 1 (Максимум – 25 баллов).

Городская дорожная сеть представлена ориентированным графом, где узлы 1, 2, 3, 4, 5 — это перекрёстки, перегоны между узлами дорожной сети обозначены рёбрами графа, которые имеют веса, которые записаны в различных системах счисления, обозначающие время проезда (в минутах).

Матрица смежности графа:

	1	2	3	4	5
1	0	11100_2	52_8	0	0
2	0	0	11000_2	$1F_{16}$	0
3	0	0	0	10100_2	20_8
4	0	0	0	0	20_{16}
5	0	0	0	0	0

Ответьте на следующие вопросы:

1. Переведите все веса в десятичную систему счисления и определите, сколько минут занимает кратчайший перегон между двумя узлами.
2. По матрице смежности отобразите дорожную сеть в виде ориентированного графа, веса должны быть обозначены в десятичной системе счисления.
3. Определите минимальный путь (время) от узла А до узла Е.
4. Найдите сумму времени перегонов по всем возможным маршрутам, если маршрут проходит от 1 к 4 узлу через три перегона.
5. Сколько байт потребуется для хранения строки весов ребер в десятичной системе счисления, если записать веса без разделителей от наименьшего к наибольшему? (1 байт = 2 символа).

Ответы должны сопровождаться подробной аргументацией. В бланке ответов участником должны быть приведены необходимые для объяснения логики решения рисунки, формулы, аналитические обоснования.

Задача 2 (Максимум – 25 баллов).

Инженеры разработали сверхбыструю зарядную станцию для электромобилей на основе ускорителя частиц. Зарядная станция в зависимости от значений двух зарядов в вакууме определяет режим работы. Рассмотрим два случая:

1. Первый заряд $Q_1 = 2 \cdot 10^{-5}$ Кл расположен на расстояние 1,5 метра от второго заряда Q_2 . Модуль силы, с которой первый заряд действует на второй, равен 0,2 Н.
2. Первый заряд $Q_1 = 5 \cdot 10^{-5}$ Кл расположен на расстояние 0,5 метра от второго заряда Q_2 . Модуль силы, с которой первый заряд действует на второй, равен 10 мН.

Режимы работы:

Режим работы		U1, В	R1, Ом	Время полной зарядки, мин
Название	Диапазон значений заряда Q2, Кл			
Молниеносный	$1 \cdot 10^{-3}$ – 1	1 000	100	2
Турбо	$1 \cdot 10^{-6}$ – $9,99 \cdot 10^{-4}$	600	100 000	60
Оптимальный	$1 \cdot 10^{-9}$ – $9,99 \cdot 10^{-7}$	380	6 000	180
Бережный	$1 \cdot 10^{-12}$ – $9,99 \cdot 10^{-10}$	24	10 000	360

Упрощенная электрическая схема, на основе которой функционирует зарядная станция, представлена на рисунке 1. Номиналы резисторов $R_2 = 10$ кОм, $R_3 = 8$ кОм, $R_4 = 5$ кОм.

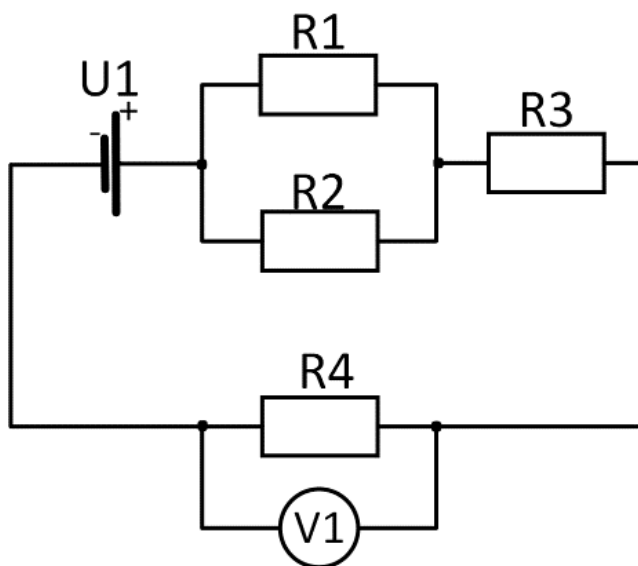


Рисунок 1. Упрощенная электрическая схема.

Ответьте на следующие вопросы:

1. Рассчитайте значение заряда Q_2 и запишите название режима, соответствующего значению заряда Q_2 для первого случая.
2. Рассчитайте значение заряда Q_2 и запишите название режима, соответствующего значению заряда Q_2 для второго случая.

3. Определите показание вольтметра V_1 для схемы, соответствующей первому полученному случаю.
4. Определите показание вольтметра V_1 для схемы, соответствующей второму полученному случаю.
5. Определить в каком из двух случаев количество теплоты, выделяемое на резисторе R_4 , будет больше и почему.

Ответы должны сопровождаться подробной аргументацией. В бланке ответов участником должны быть приведены необходимые для объяснения логики решения рисунки, формулы, аналитические обоснования.

Задача 3 (Максимум – 25 баллов).

На заводе работает автоматизированная конвейерная линия, транспортирующая грузы массой 10 кг, представляющие собой кубы красного, зеленого или синего цвета. Конвейер состоит из нескольких участков, на каждом из которых изменяются параметры движения.

1. На первом участке конвейера груз разгоняется с постоянным ускорением $a = 0,5 \text{ м/с}^2$ из состояния покоя. Вычислите скорость груза через 10 секунд. Затем найдите, какое расстояние груз пройдет за это время.
2. На втором участке груз поднимается конвейером по наклонной плоскости с углом наклона 30° к горизонту. Сила тяги, действующая на груз, равна $F=120 \text{ Н}$ и направлена вдоль наклонной поверхности, сила трения, действующая на груз на данном участке, составляет $F_{тр}=50 \text{ Н}$. Найдите ускорение, с которым груз движется по наклонной плоскости.
3. Третий участок конвейера состоит из двух параллельных конвейерных лент, которые стыкуются между собой без зазоров. Грузы красного цвета останавливаются на этом участке, после чего специализированный толкатель передает грузу импульс, которого хватает равно для перемещения груза из центра первой конвейерной ленты шириной 1 метр в центр второй конвейерной ленты шириной 3 метра. Определите этот импульс, если коэффициент трения μ между грузом и каждой лентой равен 0,2.
4. Для определения цвета груза на третьем участке используется система распознавания цвета, которая считывает цвет груза, сохраняет его в формате RGB, и передает в базу данных в шестнадцатеричной системе счисления. Определите, какие значения могут быть переданы в базу данных.
5. Детально опишите алгоритм работы всей конвейерной линии в виде блок-схемы, если после прохождения третьего участка конвейера грузы красного цвета попадают в контейнер 1, а грузы зеленого и синего цветов в контейнер 2.

Ответы должны сопровождаться подробной аргументацией. В бланке ответов участником должны быть приведены необходимые для объяснения логики решения рисунки, формулы, аналитические обоснования.

Задача 4 (Максимум – 25 баллов).

Некоторая установка фиксирует модуль скорости (в дм/с) летящего по вертикали объекта каждые 50 см от уровня земли. Все данные арифметически округляются до целых.

Проводятся эксперименты по подбрасыванию полукилограммового груза с земли около установки. После его падения устройство формирует строку по алгоритму, блок-схема которого представлена на рисунке 2.

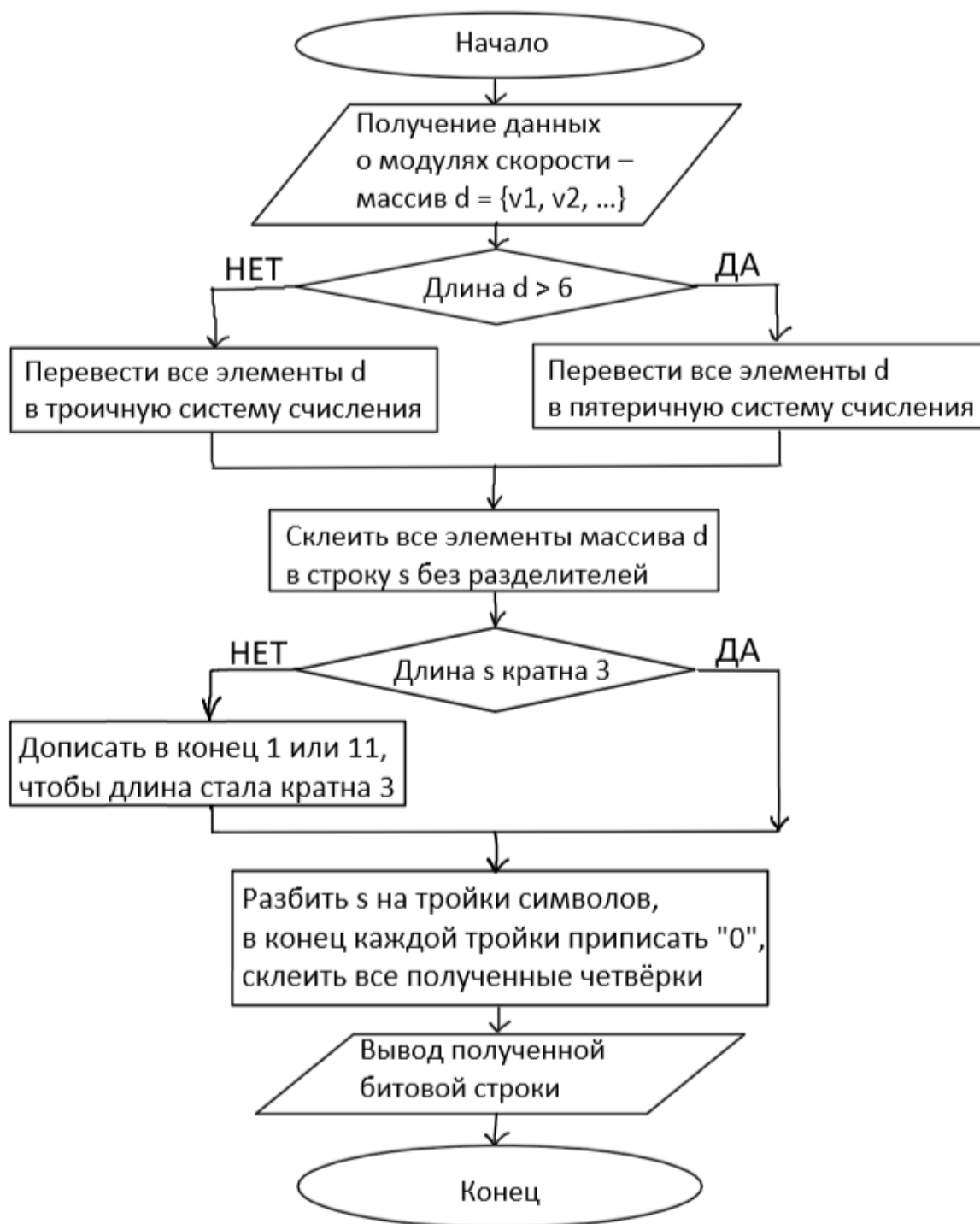


Рисунок 2. Блок-схема алгоритма.

На протяжении всех расчётов пренебрегайте сопротивлением среды, а ускорение свободного падения равно $g = 9,8 \text{ м/с}^2$.

В первом эксперименте на подбрасывание груза затратили 6,8 Дж. Найдите ответы на следующие вопросы:

- 1) Определите, на какую высоту подлетит груз. Ответ укажите в сантиметрах, арифметически округлив до целых.
- 2) Какая скорость будет зафиксирована установкой на высоте 50 см? Ответ укажите в дм/с, округлив до целых.
- 3) Определите какая строка будет выдана установкой после падения груза на землю (однократное выполнение алгоритма)?

Во втором эксперименте груз подкинули, и установка выдало строку:

1 0 2 0 0 1 0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 2 0 1 0

С использованием информации, полученной после проведения второго эксперимента, ответьте на следующие вопросы:

- 4) Найдите количество измерений, которое произвела установка. Восстановите набор скоростей, сформировавших массив d . В ответе запишите элементы массива d в порядке получения измерений.
- 5) Определите максимальную энергию (Дж), с которой мог быть подкинут груз. Ответ округлите до десятых.

Ответы должны сопровождаться подробной аргументацией. В бланке ответов участником должны быть приведены необходимые для объяснения логики решения рисунки, формулы, аналитические обоснования.

Задача 5 (Максимум – 25 баллов).

Современные инженерные системы требуют точного управления и мониторинга напряжения в электронных цепях для обеспечения стабильной работы устройств. В данной задаче студенты исследуют работу делителя напряжения, моделируя поведение компонентов в реальной системе, например, в сенсорных системах IoT, системах питания или блоках автоматизированного управления.

Представленная на рисунке 3 схема содержит в себе микроконтроллер Arduino Uno (используется в качестве источника напряжения), амперметр A1, вольтметры V1, V2, V3, V4, резисторы $R1 = 1 \text{ кОм}$, $R2 = 10 \text{ кОм}$, $R3 = 100 \text{ Ом}$, монтажную плату и соединительные провода. На рисунке 4 представлен программный код, загруженный в память Arduino Uno.

Проанализируйте монтажную схему и программный код, и ответьте на следующие вопросы:

1. Перерисуйте монтажную схему в виде электрической схемы цепи. Чему равняется эквивалентное сопротивление электрической цепи, если показание вольтметра V4 равняется 4,67 В?
2. Чему равняется показание амперметра A1, если показание вольтметра V4 равняется 4,67 В?
3. Чему равняются показания вольтметров V1, V2, V3, если показание вольтметра V4 равняется 4,67 В?
4. В эксперименте №1 студенты изменяют подключение оранжевого и зеленого проводов, и подключают их к пину №5 Arduino Uno. Как изменятся показания всех приборов A1, V1, V2, V3, V4? В чем заключается причина изменений?
5. В эксперименте №2 студенты изменяют подключение оранжевого и зеленого проводов, и подключают их к пину №4 Arduino Uno. Как изменятся показания всех приборов A1, V1, V2, V3, V4? В чем заключается причина изменений по сравнению с экспериментом №1? Какую роль в работе схемы играет широтно-импульсная модуляция?

Ответы должны сопровождаться подробной аргументацией. В бланке ответов участником должны быть приведены необходимые для объяснения логики решения рисунки, формулы, аналитические обоснования.

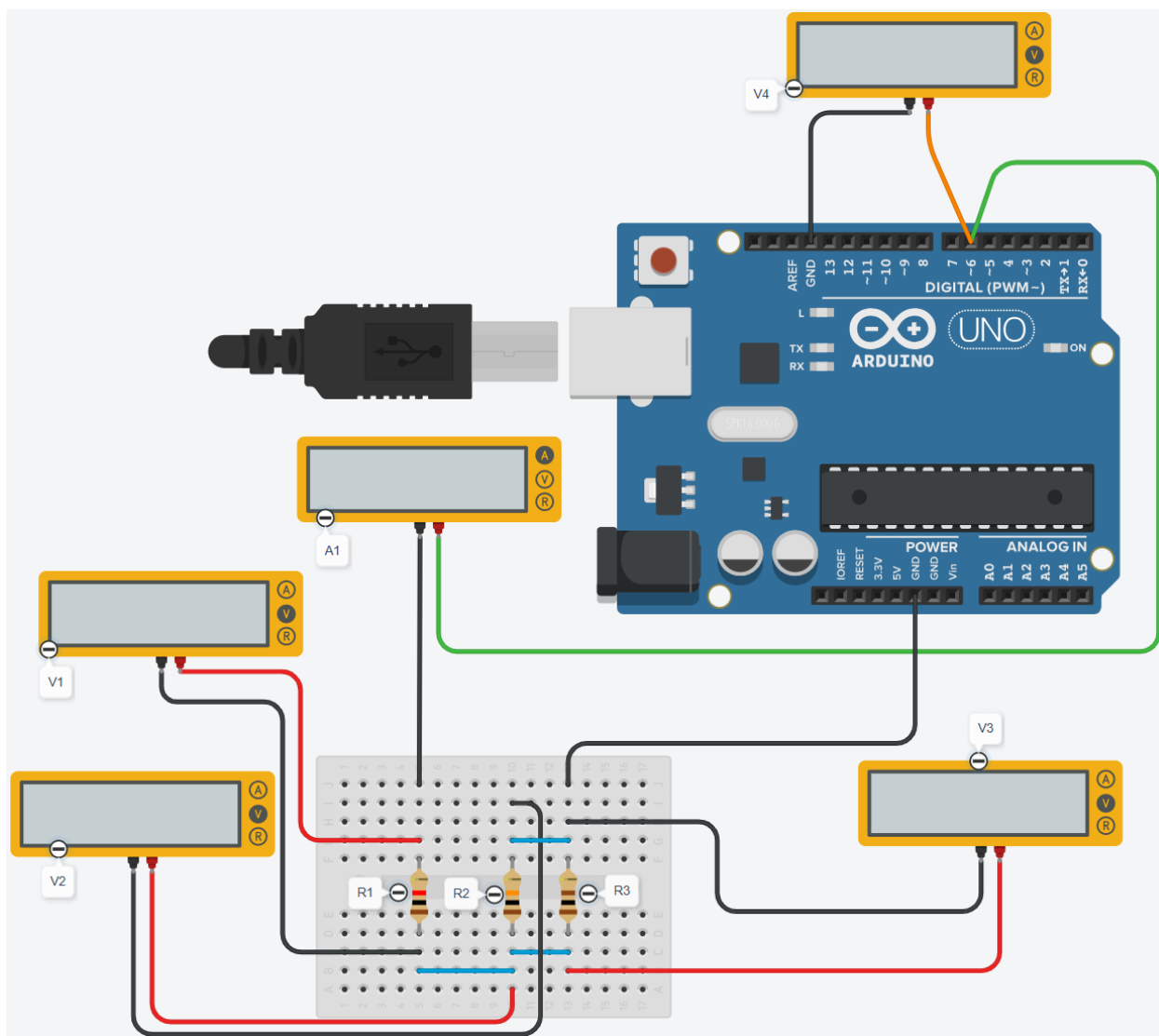


Рисунок 3. Монтажная схема

Текст

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

const int Pin4 = 4;

const int Pin5 = 5;

const int Pin6 = 6;

int Value4 = 50;

int Value5 = 150;

int Value6 = 250;

void setup() {

pinMode(Pin4, OUTPUT);

pinMode(Pin5, OUTPUT);

pinMode(Pin6, OUTPUT);

}

void loop() {

analogWrite(Pin4, Value4);

analogWrite(Pin5, Value5);

analogWrite(Pin6, Value6);

delay(2000); // Задержка на 2 секунды

}

1 (Arduino Uno R3)

Рисунок 4. Программный код, загруженный в память Arduino Uno.