Материалы заданий Всероссийского конкурса научных работ школьников Юниор 2015-2016 учебного года.
Инженерные науки

Общая характеристика заданий

В рамках всероссийского конкурса научных работ школьников Юниор проводится два конкурсных мероприятия. Это

(1) защита подготовленного научного проекта по одному из следующих направлений: физика, информатика, робототехника, математика;

(2) комплексной предметной олимпиады в рамках профиля конкурса (физика, математика, робототехника, информатика).

Согласно положению о Конкурсе олимпиада дает вклад 50 %, защита проекта – 50 % в итоговую оценку.

Олимпиадное задание участников конкурса было комплексным и содержало задания по физике, математике, информатике и робототехнике, проверяя знания участниками обеих этих дисциплин. Вклад каждой дисциплины в итоговую оценку был одинаковым. Задачи олимпиадного задания значительно различаются по сложности, причем как простые, так и сложные задачи были оригинальными и требовали для своего решения глубоких знаний школьной программы и умения их творчески применять. Такая форма задания позволяет, с одной стороны, наиболее точно проранжировать участников олимпиады и выявить наиболее талантливых и способных из них, с другой – мотивирует школьников к дальнейшему изучению указанных дисциплин.

Для оценки научного проекта члены жюри заслушивают каждого участника конкурса, задают вопросы, обсуждают с участником постановку задачи, методы решения и результаты. Участники, претендующие на высокие места в зачете конкурса, заслушивались членами жюри дважды.

Ниже приведены задания олимпиадной части конкурса и тезисы научных проектов лучших участников.

Олимпиадное задание
Заключительного тура Всероссийского конкурса научных работ школьников
Юниор по инженерным наукам
2015-16 учебного года

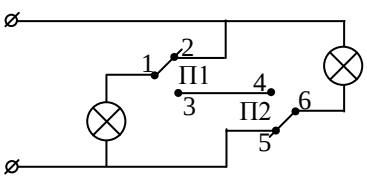
9 класс

1. (10 баллов) В семье три человека: папа, мама и сын Петя. Суммарный возраст всей семьи в 2012 году составил 68 лет. В 2015 году общий возраст папы и мамы равнялся 65 годам. Сколько лет было Пете в 2012 году? Сколько лет было папе в 2012 года, если он старше мамы, маме в том же году было больше 27 лет и через несколько лет возраст папы будет в целое число раз больше возраста Пети?

2. (10 баллов) Имеется два образца сплавов золота с другими металлами массой $m_1 = 1$ кг и $m_2 = 3$ кг и разным содержанием золота. От образцов отрезали две части одинаковой массы и каждую из них сплавили с остатком от другого образца. В результате получили два сплава с одинаковым содержанием золота. Найти массу отрезанных частей.

3. (10 баллов) Из городов А и В одновременно навстречу друг другу выехали две машины. Машины встретились на расстоянии l от А, затем доехали до пунктов назначения – первая машина до города В, вторая – до города А, развернулись и поехали назад. Вторая встреча машин произошла на расстоянии $3l/4$ от города В. Найти расстояние АВ. Скорости машин постоянны.

4. (10 баллов) В электрическую сеть включают цепь, содержащую две лампочки номинальной мощностью $P = 40$ Вт, рассчитанные на работу в этой электрической сети, и два переключателя П1 и П2 на два положения (переключатель П1 обеспечивает либо соединение 1-2, либо соединение 1-3, переключатель П2 - соединения 4-6 или 5-6). Какая мощность будет выделяться в цепи при всех возможных положениях переключателей: $P_{1-2,4-6}$, $P_{1-2,5-6}$, $P_{1-3,4-6}$ и $P_{1-3,5-6}$?



5. (10 баллов) Числами Фибоначчи называется последовательность чисел, строящаяся по следующим правилам: 1) первое и второе числа Фибоначчи равны 1,
2) каждое следующее число последовательности (начиная с 3-го) равно сумме двух предыдущих чисел последовательности.
Таким образом, получается следующая последовательность:
1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233, 377, 610 …

На вход программы подается единственное целое число N в пределах от 1 до 100 (включительно): $1 \le N \le 100$.

В качестве ответа нужно вывести единственное целое число – N-ый элемент последовательности Фибоначчи.

Примеры входных данных и результатов работы программы:

Пример входных данных	*Пример результата*
1	1
7	13
30	832040

Комментарии к задаче по информатике (прилагались к заданию):

Решением задачи является код программы, написанный на любом традиционном языке программирования, с указанием этого языка. В случае невозможности написать код на традиционном языке программирования, в качестве частичного решения может быть принят правильный алгоритм программы, оформленный в виде блок-схемы или псевдокода.

Программа должна читать входные данные из стандартного потока ввода (так, как будто эти данные вводятся с клавиатуры) и выводить результаты в стандартный поток вывода (так, как будто эти данные печатаются на экран). Программа должна корректно работать на входных данных, описанных в условиях задачи. Корректность входных данных гарантируется, проверять её дополнительно внутри программы не требуется (если в условии задачи сказано, что на вход подается целое число от 0 до 1000, не нужно дополнительно проверять, что введена, например, текстовая строка, или число вне этого диапазона).

Программа должна в результате работы выводить только тот ответ, который требуется по условию (может сопровождаться кратким текстовым оформлением или без него). Любой другой вывод результатов в процессе работы программы будет считаться ошибкой. Для лучшего понимания условий задачи и форматов входных и выходных данных, задача сопровождается несколькими примерами корректных входных данных и правильного результата работы, приведенных в разделе *«примеры входных данных и результатов работы программы»*.

Написанная программа должна работать *эффективно*, то есть вычислять правильный ответ, по возможности, за наименьшее время. Программы, написанные *существенно неэффективно*, то есть затрачивающие существенно больше времени, чем эффективные решения, будут считаться неполным решением.

Код программы должен быть написан разборчиво, аккуратно, сопровожден отступами и разумным количеством комментариев в коде программы. Допускается несколько несущественных синтаксических ошибок в коде, при условии, что они не влияют на общую возможность чтения и понимания кода. Неаккуратно написанный (нечитаемый) код программы и/или большое количество синтаксических ошибок могут привести к снижению общей оценки за задачу.

Пример оформления решения (кода программы):

```
{pascal}   //указание языка, на котором написана программа
program MyProg;
var: …
begin
  {считываем входные данные}   //комментарии в теле программы
  readln(a,b);
  …
  {основное тело программы}
  …
  {выводим ответ}
  writeln('Искомое число: ',x);
end.
```

Ответы и решения

1. x, y и z - возраст папы, мамы и Пети соответственно в 2012 году. По условию $x+y+z=68$. Через 3 года возраст папы и мамы составил $x+y+6=65$. Отсюда $x+y=59$, а $z=68-59=9$. Условия для ответа на второй вопрос:

1) $\frac{x+a}{a+9}=k>1, k\in Z,\ a\geq 1, a\in Z$; 2) $x+y=59$; 3) $x>y$; 4) $y>27$.

Если $k \geq 4$, то из условия 1) следует $x + a \geq 4a + 36 \to x \geq 3a + 36$, т.е. папе не меньше 39 лет, при этом маме не больше 20 лет (условие 2), что противоречит условию 4)

Случай 1 $k = 3$

Из 1) следует $x + a = 3a + 27 \to x = 2a + 27 \to y = 32 - 2a > 27 \to a < 5/2 \to a_1 = 1, a_2 = 2$.

Тогда $\begin{cases} x_1 = 29 \\ y_1 = 30 \end{cases}$ (нарушено условие 3) и $\begin{cases} x_2 = 31 \\ y_2 = 28 \end{cases}$ (удовлетворяет условию задачи)

Случай 2 $k = 2$

Из 1) следует $x + a = 2a + 18 \to x = a + 18 \to y = 41 - a$. Условия 3) и 4) дают ограничения на a :

$$\begin{cases} 41 - a > 27 \\ a + 18 > 41 - a \end{cases} \to \begin{cases} a < 14 \\ a > 11,5 \end{cases} \to a_3 = 12,\ a_4 = 13$$

Этим значениям a соответствуют решения: $\begin{cases} x_3 = 30 \\ y_3 = 29 \end{cases}$ и $\begin{cases} x_4 = 31 \\ y_4 = 28 \end{cases}$ (совпадает с x_2, y_2)

2. Пусть x - процентное содержание золота в первом, y - во втором образце, Δm - масса отрезанной части. Тогда

$$\frac{(m_1 - \Delta m)x + \Delta m y}{m_1} = \frac{(m_2 - \Delta m)y + \Delta m x}{m_2}$$

Отсюда

$$\Delta m = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} = 0,75 \text{ кг}$$

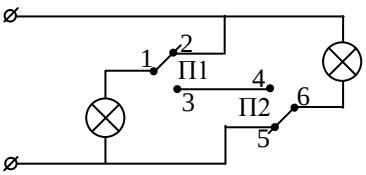
3. Пусть расстояние АВ равно x. Тогда, очевидно, что сумма расстояний, пройденных машинами до первой встречи, равно x, а до второй встречи - $3x$. Действительно, до второй встречи каждая машина доедет до второго города (в сумме $2x$), и проедет расстояние от него до места встречи другой машиной. Поэтому, с одной стороны, машина, выехавшая из города А, пройдет до второй встречи расстояние $3l$, с другой это расстояние равно расстоянию между городами плюс расстоянию от города В до точки второй встречи. Отсюда

$$3l = x + \frac{3l}{4}$$

или

$$x = \frac{9l}{4}$$

4. В положении 1-2, 4-6 первая лампа включена в сеть нормальным образом, вторая не включена вообще. Поэтому в цепи выделяется мощность, равная номинальной мощности одной лампы



$$P_{1-2,4-6} = P = 40 \text{ Вт}$$

В положении 1-2, 5-6 в цепь нормально (параллельно друг другу) включены 2 лампы. Поэтому в цепи выделяется мощность, равная номинальной мощности двух ламп

$$P_{1-2,5-6} = 2P = 80 \text{ Вт}$$

В положении 1-3, 4-6 лампы включены в цепь последовательно. Поэтому в цепи выделяется мощность

$$P_{1-3,4-6} = \frac{U^2}{2R} = \frac{P}{2} = 20 \text{ Вт}$$

где U - напряжение в цепи, R - сопротивление каждой лампочки.

В положении 1-3, 5-6 первая лампа в цепь не включена, вторая включена в сеть нормальным образом. Поэтому в цепи выделяется мощность, равная номинальной мощности одной лампы

$$P_{1-3,5-6} = P = 40 \text{ Вт}$$

5.

```
{pascal}

program Fibbonaci;

var a, b, c, i, n: Integer;

begin
readln(n);
if (n <= 2) then
  writeln('1')
else
  begin
    a:= 1;
    b:= 1;
    for i:=3 to n do
      begin
        c:=a+b;
        a:=b;
        b:=c;
      end;
    Writeln(c);
  end;

end.
```

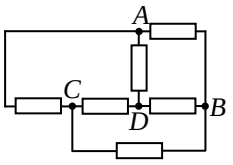
10 класс

1. (10 баллов) Найти значения a, при которых уравнение $a\cos 4x + 4(a^2 - 2a - 2)\sin x\cos x + 4a^2 - a - 8 = 0$ имеет решение на отрезке $\left[-\pi/12; \pi/4\right]$.

2. (10 баллов) Имеется два образца сплавов золота с другими металлами массой $m_1 = 1$ кг и $m_2 = 3$ кг и разным содержанием золота. От образцов отрезали две части одинаковой массы и каждую из них сплавили с остатком от другого образца. В результате получили два сплава с одинаковым содержанием золота. Найти массу отрезанных частей.

3. (10 баллов) Горизонтальный цилиндрический сосуд содержит идеальный газ. Сосуд разделен подвижным поршнем на две части. Когда газ в левой части имеет температуру T_1, а в правой - температуру T_2, отношение объемов частей сосуда оказывается равным $V_1/V_2 = 3/2$. Когда температуры газа в обеих частях сосуда выровнялись, отношение их объемов стало равным $V_1'/V_2' = 2/3$. Найти отношение температур T_1/T_2.

4. (10 баллов) Дана цепь, содержащая 6 резисторов – пять из них одинаковы, резистор между клеммами C и D имеет вдвое меньшее сопротивление. К какой паре клемм - A-B, A-C, A-D, B-C, B-D или C-D - нужно подключить источник напряжения, чтобы хотя бы через один резистор ток не тек? Ответ обосновать.



5. (10 баллов) Задан массив из N элементов. Требуется отыскать в массиве такой элемент (или такие элементы), который встречается (которые встречаются) наибольшее число раз.

В первой строке входных данных содержится целое число N в пределах от 1 до 1000 (включительно): $1 \le N \le 1000$. Во второй строке содержатся N целых чисел m_i: $-10000 \le m_i \le 10000$, разделенных пробелами.

В качестве ответа нужно вывести через пробел в произвольном порядке все уникальные элементы массива, встречающиеся в массиве максимальное число раз.

Примеры входных данных и результатов работы программы:

Пример входных данных	*Пример результата*
8 1 3 5 5 5 7 7 9	5
7 -1 -3 -3 -3 100 100 100	100 -3
5 1 7 -4 6 9	1 7 -4 6 9

Комментарии к задаче по информатике (прилагается к заданию):

Решением задачи является код программы, написанный на любом традиционном языке программирования, с указанием этого языка. В случае невозможности написать код на традиционном языке программирования, в качестве частичного решения может быть принят правильный алгоритм программы, оформленный в виде блок-схемы или псевдокода.

Программа должна читать входные данные из стандартного потока ввода (так, как будто эти данные вводятся с клавиатуры) и выводить результаты в стандартный поток вывода (так, как

будто эти данные печатаются на экран). Программа должна корректно работать на входных данных, описанных в условиях задачи. Корректность входных данных гарантируется, проверять её дополнительно внутри программы не требуется (если в условии задачи сказано, что на вход подается целое число от 0 до 1000, не нужно дополнительно проверять, что введена, например, текстовая строка, или число вне этого диапазона).

Программа должна в результате работы выводить только тот ответ, который требуется по условию (может сопровождаться кратким текстовым оформлением или без него). Любой другой вывод результатов в процессе работы программы будет считаться ошибкой. Для лучшего понимания условий задачи и форматов входных и выходных данных, задача сопровождается несколькими примерами корректных входных данных и правильного результата работы, приведенных в разделе *«примеры входных данных и результатов работы программы»*.

Написанная программа должна работать *эффективно*, то есть вычислять правильный ответ, по возможности, за наименьшее время. Программы, написанные *существенно неэффективно*, то есть затрачивающие существенно больше времени, чем эффективные решения, будут считаться неполным решением.

Код программы должен быть написан разборчиво, аккуратно, сопровожден отступами и разумным количеством комментариев в коде программы. Допускается несколько несущественных синтаксических ошибок в коде, при условии, что они не влияют на общую возможность чтения и понимания кода. Неаккуратно написанный (нечитаемый) код программы и/или большое количество синтаксических ошибок могут привести к снижению общей оценки за задачу.

Пример оформления решения (кода программы):

```
{pascal}   //указание языка, на котором написана программа
program MyProg;
var: …
begin
  {считываем входные данные}   //комментарии в теле программы
  readln(a,b);
  …
  {основное тело программы}
  …
  {выводим ответ}
  writeln('Искомое число: ',x);
end.
```

Ответы и решения

1. Замена $t=\sin 2x\in[-1/2;1]$. Уравнение в переменной t: $at^2-\left(a^2-2a-2\right)t+4-2a^2=0$ имеет корни $t_1=-2$ и $t_2=\dfrac{a^2-2}{a}$. Ограничение $-\dfrac{1}{2}\le\dfrac{a^2-2}{a}\le 1\to a\in\left[-\dfrac{\sqrt{33}+1}{4};-1\right]\cup\left[\dfrac{\sqrt{33}-1}{4};2\right]$

2. Пусть x - процентное содержание золота в первом, y - во втором образце, Δm - масса отрезанной части. Тогда

$$\frac{\left(m_1-\Delta m\right)x+\Delta my}{m_1}=\frac{\left(m_2-\Delta m\right)y+\Delta mx}{m_2}$$

Отсюда

$$\Delta m = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} = 0,75 \text{ кг}$$

3. Условие равновесия поршня в начальном положении дает

$$\frac{\nu_1 R T_1}{V_1} = \frac{\nu_2 R T_2}{V_2} \qquad \Rightarrow \qquad \frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{V_1 T_2}{V_2 T_1} \qquad (*)$$

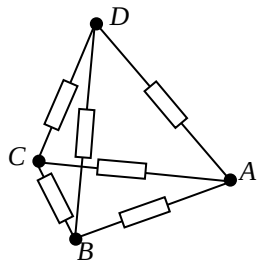
где ν_1 и ν_2 - количество вещества газа в левой и правой частях сосуда. После выравнивания температур (неважно, с потерей энергии, или нет) условие равновесия поршня дает

$$\frac{\nu_1 R T}{V_1'} = \frac{\nu_2 R T}{V_2'} \qquad \Rightarrow \qquad \frac{V_1'}{V_2'} = \frac{\nu_1}{\nu_2} \qquad (**)$$

Откуда, используя (*), получим

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{V_1 V_2'}{V_2 V_1'} = \frac{9}{4}$$

4. Легко видеть, что данная на рисунке цепь эквивалентна цепи, в которой провода расположены вдоль ребер тетраэдра, и в каждое ребро включен один резистор. При подключении источника напряжения к двум вершинам (например, A и B) ток будет обязательно течь через резисторы, непосредственно связывающие эти вершины. Это резисторы, включенные в ребра AB, AC и CB, AD и DB. А вот будет ли течь ток через резистор CD зависит от потенциалов точек D и C – если их потенциалы одинаковы, ток течь не будет. А чтобы их потенциалы были одинаковы, нужно чтобы участки A-D-B A-C-B были одинаковы. А это возможно, если резистор половинного сопротивления включен либо между точками A и B, либо D и C. Таким образом, если подключить источник к клеммам C и D, или A и B, то через один из резисторов цепи ток течь не будет. При всех остальных включениях ток течет через все резисторы.



5.

```
// C++
#include<iostream>
#include<cstdio>
#include<map>
#include<vector>
using namespace std;

map<int, int> a;
int b;
int N;
vector<int> mas;
int m;

int main()
{
	cin >> N;
	for(int i=0;i<N;i++)
	{
		cin >> b;
		a[b] ++;
```

```
	}

	m = 0;
	for(map<int,int>::iterator it = a.begin();it!=a.end();it++)
	{
		if (it->second < m) continue;
		if (it->second > m)
		{
			mas.clear();
			m = it->second;
		}
		mas.push_back(it->first);
	}

	for(int i=0;i<mas.size();i++) cout << mas[i] << " ";

	return 0;
}
```

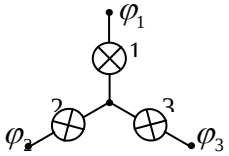
11 класс

1. (10 баллов) Найти значения разности d арифметической прогрессии $x_n = d(n-1)$ ($d > 0$), при которых неравенство $\log_2 x_n \cdot \sqrt{\log_{x_n}\left(x_n^2/2\right)} < 1$ выполнено хотя бы для одного члена этой прогрессии.

2. (10 баллов) Имеется два образца сплавов золота с другими металлами массой $m_1 = 1$ кг и $m_2 = 3$ кг и разным содержанием золота. От образцов отрезали две части одинаковой массы и каждую из них сплавили с остатком от другого образца. В результате получили два сплава с одинаковым содержанием золота. Найти массу отрезанных частей.

3. Горизонтальный цилиндрический сосуд содержит идеальный газ. Сосуд разделен подвижным поршнем на две части. Когда газ в левой части имеет температуру T_1, а в правой - температуру T_2, отношение объемов частей сосуда оказывается равным $V_1/V_2 = 3/2$. Когда температуры газа в обеих частях сосуда выровнялись, отношение их объемов стало равным $V_1'/V_2' = 2/3$. Найти отношение температур T_1/T_2.

4. (10 баллов) Три одинаковых электрических лампочки соединили по схеме «звезда» и подали на цепь следующие электрические потенциалы: $\varphi_1 = \varphi$, $\varphi_2 = 3\varphi$, $\varphi_3 = 0$. Известно, что на лампочке 2 выделяется мощность P. Найти мощность, которая выделяется на лампочках 1 и 3.



5. (10 баллов) N городов (2 ≤ N ≤ 50) соединены между собой множеством дорог. Требуется по заданному номеру исходного города S определить номера всех других городов F, до которых существует путь из исходного города (возможно, проходящий через другие города).

В первой строке входных данных содержится целое число N в пределах от 2 до 20. Следующие N строк содержат по N целых чисел каждая: описание дорог между городами. i-я строка описывает дороги, идущие из города i, j-е число в i-й строке описывает дорогу между городами i и j. Если дороги не существует, то это число равно 0, если дорога существует – то это число равно 1. Все значения на главной диагонали матрицы равны 0. Также гарантируется, что матрица симметрична относительно главной диагонали (если существует дорога из города i в город j, то существует и дорога из города j в город i). В последней строке входных данных содержится единственное целое число S: 1 ≤ S ≤ N – номер исходного города.

В качестве ответа нужно вывести через пробел в произвольном порядке все номера городов, достижимых из исходного города S (не включая сам город S). Если не существует ни одного такого города, вывести -1.

Примеры входных данных и результатов работы программы:

Пример входных данных	*Пример результата*
3 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1	2 3
3 0 0 0 0 0 1 0 1 0 1	-1
7 0 1 0 1 0 0 0 1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 1 1 0 0 0 1 1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 1 0 0 0 1 0 1 0 6	1 2 4 7

Комментарии к задаче по информатике (прилагается к заданию):

Решением задачи является код программы, написанный на любом традиционном языке программирования, с указанием этого языка. В случае невозможности написать код на традиционном языке программирования, в качестве частичного решения может быть принят правильный алгоритм программы, оформленный в виде блок-схемы или псевдокода.

Программа должна читать входные данные из стандартного потока ввода (так, как будто эти данные вводятся с клавиатуры) и выводить результаты в стандартный поток вывода (так, как будто эти данные печатаются на экран). Программа должна корректно работать на входных данных, описанных в условиях задачи. Корректность входных данных гарантируется, проверять её дополнительно внутри программы не требуется (если в условии задачи сказано, что на вход подается целое число от 0 до 1000, не нужно дополнительно проверять, что введена, например, текстовая строка, или число вне этого диапазона).

Программа должна в результате работы выводить только тот ответ, который требуется по условию (может сопровождаться кратким текстовым оформлением или без него). Любой другой вывод результатов в процессе работы программы будет считаться ошибкой. Для лучшего понимания условий задачи и форматов входных и выходных данных, задача сопровождается несколькими примерами корректных входных данных и правильного результата работы, приведенных в разделе *«примеры входных данных и результатов работы программы»*.

Написанная программа должна работать *эффективно*, то есть вычислять правильный ответ, по возможности, за наименьшее время. Программы, написанные *существенно неэффективно*, то есть затрачивающие существенно больше времени, чем эффективные решения, будут считаться неполным решением.

Код программы должен быть написан разборчиво, аккуратно, сопровожден отступами и разумным количеством комментариев в коде программы. Допускается несколько несущественных синтаксических ошибок в коде, при условии, что они не влияют на общую возможность чтения и понимания кода. Неаккуратно написанный (нечитаемый) код программы и/или большое количество синтаксических ошибок могут привести к снижению общей оценки за задачу.

Пример оформления решения (кода программы):

```
{pascal}   //указание языка, на котором написана программа
program MyProg;
var: …
begin
  {считываем входные данные}   //комментарии в теле программы
  readln(a,b);
  …
  {основное тело программы}
  …
  {выводим ответ}
  writeln(‘Искомое число: ‘,x);
end.
```

Ответы и решения

1. Замена: $t = \log_2 x_n$. Тогда неравенство примет вид: $t \cdot \sqrt{2 - \frac{1}{t}} < 1$ (*). Допустимые значения t : $\frac{2t-1}{t} \geq 0 \to t \in (-\infty; 0) \cup [1/2; +\infty)$.

Случай 1. $t < 0$

Любое число $t<0$ является решением неравенства (*), поэтому $\log_2 x_n<0 \to x_n \in (0;1)$. Если $d \in (0,1)$, то x_2 является решением неравенства. Если $d \ge 1$, то в случае 1 решений неравенства нет.

Случай 2. $t \ge 1/2$

Возводим в квадрат правую и левую часть неравенства (*):

$$t^2\left(2-\frac{1}{t}\right)<1 \to 2t^2-t-1<0 \to \begin{cases} t \ge 1/2 \\ (t-1)(2t+1)<0 \end{cases} \to 1/2 \le t<1$$

Тогда $\log_2 \sqrt{2} \le \log_2 x_n < \log_2 2 \to \sqrt{2} \le x_n < 2$. Если $d \ge 1$, то x_2 является решение неравенства при $d \in \left[\sqrt{2};2\right)$. При $d \ge 2$ в случае 2 решений нет.

2. Пусть x - процентное содержание золота в первом, y - во втором образце, Δm - масса отрезанной части. Тогда

$$\frac{(m_1-\Delta m)x+\Delta m y}{m_1}=\frac{(m_2-\Delta m)y+\Delta m x}{m_2}$$

Отсюда

$$\Delta m=\frac{m_1 m_2}{m_1+m_2}=0,75 \text{ кг}$$

3. Условие равновесия поршня в начальном положении дает

$$\frac{\nu_1 R T_1}{V_1}=\frac{\nu_2 R T_2}{V_2} \qquad \Rightarrow \qquad \frac{\nu_1}{\nu_2}=\frac{V_1 T_2}{V_2 T_1} \qquad (*)$$

где ν_1 и ν_2 - количество вещества газа в левой и правой частях сосуда. После выравнивания температур (неважно, с потерей энергии, или нет) условие равновесия поршня дает

$$\frac{\nu_1 R T}{V_1'}=\frac{\nu_2 R T}{V_2'} \qquad \Rightarrow \qquad \frac{V_1'}{V_2'}=\frac{\nu_1}{\nu_2} \qquad (**)$$

Откуда, используя (*), получим

$$\frac{T_1}{T_2}=\frac{V_1 V_2'}{V_2 V_1'}=\frac{9}{4}$$

4. Пусть потенциал центральной точки равен φ_0. Тогда по закону Ома для участка цепи, получим для токов, текущих через лампочки (в направлении к центральной точке звезды; отрицательность тока означает противоположное его направление)

$$I_1=\frac{\varphi_1-\varphi_0}{R}, \qquad I_2=\frac{\varphi_2-\varphi_0}{R}, \qquad I_3=\frac{\varphi_3-\varphi_0}{R}$$

(R - сопротивление лампочек). Условие равенства втекающих и вытекающих из центральной точки звезды токов дает

$$I_1+I_2+I_3=0$$

Отсюда находим потенциал центральной точки

$$\varphi_0=\frac{\varphi_1+\varphi_2+\varphi_3}{3}$$

а затем и мощности, выделяющиеся на лампах

$$P_1=\frac{(\varphi_1-\varphi_2-\varphi_3)^2}{4R}=\frac{\varphi^2}{R}, \quad P_2=\frac{(\varphi_2-\varphi_1-\varphi_3)^2}{4R}=\frac{\varphi^2}{R}, \quad P_3=\frac{(\varphi_3-\varphi_1-\varphi_2)^2}{4R}=\frac{4\varphi^2}{R}$$

Поскольку по условию на лампочке 2 выделяется мощность P , на лампочках 1 и 3 выделяются мощности

$$P_1=P, \quad P_3=4P$$

5.

```
#include<iostream>
#include<cstdio>
#include<vector>
using namespace std;

int n;
vector<vector<int> > ways;
vector<bool> ok;


void go(int a)
{
	ok[a] = true;
	for(int i=0;i<ways[a].size();i++)
		if (!ok[ways[a][i]])
			go(ways[a][i]);
}

int main()
{
	cin >> n;
	ways.resize(n);
	ok.resize(n);
	for(int i=0;i<n;i++)
		for(int j=0;j<n;j++)
		{
			int x;
			scanf("%d", &x);
			if (x) ways[i].push_back(j);
		}
	int a;
	cin >> a;
	a--;

	go(a);

	int cnt = 0;
	for(int i=0;i<n;i++)
		if (ok[i] && i != a)
		{
			cnt++;
			printf("%d ", i+1);
		}
	if (!cnt)
		printf("-1\n");

	return 0;
}
```

Тезисы научных работ
Победителей Всероссийского конкурса научных работ школьников Юниор
По Инженерным наукам 2015-2016 учебный год

Тезисы научных работ
Победителей Всероссийского конкурса научных работ школьников Юниор
По физике
2015-2016 учебный год

Создание демонстрационного мюонного годоскопа

Прохорова Елена Максимовна, Класс: 11

Карасев Михаил Алексеевич, Класс: 11

Университетский Лицей 1511 Предуниверситарий НИЯУ МИФИ, г. Москва

Научный руководитель: Душкин Лев Игоревич - ассистент НОЦ НЕВОД, НИЯУ МИФИ

В данной работе спроектирован и собран демонстрационный мюонный годоскоп, позволяющий визуализировать прохождение мюона через вещество на светодиодной панели.

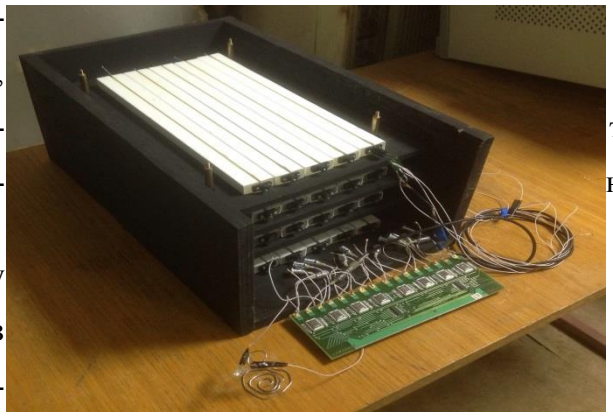
Мюоны играют очень важную роль во вторичном потоке космических лучей. Это нестабильные элементарные частицы. Их масса в 200 раз превышает массу электронов. Не испытывая сильного ядерного взаимодействия, они могут беспрепятственно проходить сквозь большие слои вещества. Время жизни мюонов мало - 2,2 микросекунды, однако мюоны космических лучей имеют скорости, близкие к скорости света, так что из-за эффекта замедления времени специальной теории относительности их легко обнаружить у поверхности Земли. Помимо фундаментальной науки, мюоны имеют также и прикладное значение: они используются в качестве просвечивающего инструмента в томографии, с их помощью можно прогнозировать природные катаклизмы.

Существует большое множество экспериментальных установок, позволяющих наблюдать мюонные треки, но эти установки, как правило, имеют большие габариты и являются стационарными, поэтому ознакомиться с их действием можно только на месте. Для того, чтобы можно было продемонстрировать регистрацию мюонов в условиях класса и создавался данный мюонный годоскоп.

Работа проходила в несколько этапов. На первом этапе определены оптимальные параметры установки посредством компьютерного моделирования. Чтобы подтвердить результаты моделирования, собрана упрощенная версия установки. Затем, на основе компьютерного моделирования и упрощенной версии создана опытная модель установки.

Установка состоит из четырех уровней сцинтилляторов, установленных в ряд по пять штук в каждом. Каждый сцинтиллятор представляет из себя блок из сцинтилляционного пластика размерами (1x2,5x25). Именно пластиковый сцинтиллятор был выбран в качестве рабочего вещества разработанного разработанного детектора, так как он обладает рядом преимуществ: легок в транспортировке, долговечен, прост в обработке и эксплуатации.

Основными элементами установки являются: светоизолированный корпус, сцинтиллятор, оптоволокно, усилитель, лавинный фотодиод, электронная плата, источник питания, светодиодная панель.



Установка действует по следующему принципу: заряженная частица, проходя через сцинтиллятор, наряду с ионизацией атомов и молекул возбуждает их. Возвращаясь в основное состояние, атомы испускают фотоны. Свет от вспышек в сцинтилляторе, обусловленных прохождением заряженных частиц, регистрируется фотодиодом, после чего он инвертируется трансформатором и поступает на специальную плату, а затем на светодиод. На светодиодной панели можно наблюдать прохождение мюона через плоскости детектора.

Список используемой литературы:

1. A Coordinate Detector for Studying Horizontal Fluxes of Cosmic Rays, Barbashina et al, Instruments and Experimental Technique, Volume 43, Issue 6, 2000, Pages 743-746

2. В.В.Борог, А.Ю.Буринский, В.В.Дронов "Мюонный годоскоп для исследования солнечно-земных связей в области энергий больше 10 ГэВ", Изв.РАН, сер.физ., 1995, т. 59, вып.4, стр.191-194.

3. В.В.Борог "Мюонная томография" Труды Первой Баксанской Молодежной Школы Экспериментальной и Теоретической Физики, КБГУ, Нальчик, 2000, стр. 82-95.

4. Cosmic Rays and Particle Physics, T. Gaisser, 1991.

Термоэлектрический преобразователь

Некрасов А.Е., 9 класс, ГБОУ лицей 1502 при МЭИ г. Москва

Научный руководитель: Тикунов Анатолий Сергеевич, учитель основ технического моделирования, ГБОУ лицея 1502 при МЭИ г. Москва.

- При выполнении проектной работы я поставил перед собой следующие задачи: исследовать способ получения электрической энергии из энергии отходящих газов с помощью элемента Пельтье-Зеебека, создать электрогенератор, позволяющий получать дешёвую электрическую энергию, определить наиболее подходящее место применения данного генератора.

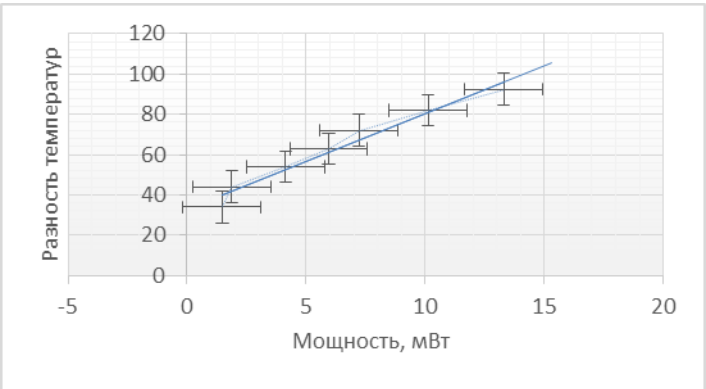
- Причина поиска альтернативных источников энергии — потребность получать её из энергии возобновляемых или практически неисчерпаемых природных ресурсов и явлений. Во внимание может браться также экологичность и экономичность.

Предметом моеего исследования являются элементы Пельтье. В основном элементы Пельтье используются для систем нагрева или охлаждения. Однако благодаря эффекту Зеебека элемент Пельтье может выступать в роли электрогенератора.

Такой генератор можно использовать в местах, где отработавшее тепло выбрасывается в атмосферу. Таким местом можно считать печную трубу – газы, попавшие в нее, уже обогрели помещение, и их тепловая энергия просто выбрасывается. С помощью электрогенератора, основанного на элементах Зеебека, можно преобразовывать это тепло в электричество. Другое место применения этого генератора- выхлопные трубы в автомобилях, где накопленную энергию можно использовать для подзарядки аккумулятора или накапливать.

- Для опытов были приобретены элементы Пельтье и разработана экспериментальная установка, представленная на фото.

Её комплектующие: радиатор, элемент Пельтье, фанера в качестве термоизоляции, негорючая термоизоляция, металлические цилиндр и пластина, промышленный фен, вольтметр и амперметр, универсальный измерительный прибор labquest Vernier- для измерения температур я пользовался термопарами.



- В результате эксперимента была высчитана мощность в зависимости от разности температур холодной и горячей стороны элемента Пельтье. Так как любые физические измерения имеют погрешности, то можно построить аппроксимированный график, т.е. в небольшом температурном интервале мощность линейно зависит от разности температур.

Так как полученная нами зависимость совпала с зависимостью, представленной производителем, то можно использовать для расчетов характеристики элемента Зеебека от того же производителя.
Была найдена информация о средних размерах трубы (высота-500 мм, диаметр-110 мм) и температуры газов в ней(100°C). За температуру на улице принята температура 0°C.
Пользуясь характеристиками элемента Зеебека, узнаем его мощность на этой разнице температур(1,6 Вт) и его размеры(40*40 мм). Рассчитав, сколько элементов Зеебека поместится в трубу, если их располагать по периметру, зная их цену и цену 1 кВт*ч для Москвы(5,03 р), я рассчитал время окупаемости предлагаемого мною электрогенератора – 56 часов.
В случае, если такой генератор установить по площади поверхности выхлопной трубы диаметром 60 мм и длиной 100 мм с разницой температур воздуха 150 градусов, время окупаемости генератора в этих условиях – 24 часа.
- Мною была подробно изучена теоретическая часть элемента Пельтье-Зеебека и термоэлектрического эффекта Пельтье Зеебека.
Я разработал экспериментальную установку и, проведя на ней опыт, получил график зависимости мощности от разницы температур для элемента Пельтье. Также я получил график и, благодаря погрешностям измерений, смог преобразовать его в аппроксимированный график - линейную зависимость.
Так как полученная нами зависимость совпала с зависимостью, представленной производителем, я использовал для расчетов характеристики элемента Зеебека того же производителя и получил время окупаемости этого генератора в двух различных случаях его применения.
Мной было создано устройство, преобразующее тепловую энергию, выбрасываемую в атмосферу, в электрическую, что способствует экономии электроэнергии. Можно с уверенностью сказать, что в ближайшем будущем электрогенератор Пельтье-Зеебека станет неотъемлемой частью в области энергосбережения.
- Литература
Вейник А.И. Термодинамическая пара. Минск, 1973
http://enc-dic.com/colier/Termojelektrichestvo-6415/
http://megabook.ru/article/%D0%97%D0%B5%D0%B5%D0%B1%D0%B5%D0%BA%D0%B0%20%D1%8D%D1%84%D1%84%D0%B5%D0%BA%D1%82
http://www.rlocman.ru/shem/schematics.html?id=108429
https://ru.wikipedia.org/

Исследование вариации темпов счета космического излучения по данным эксперимента «ПАМЕЛА»

Шарова Татьяна и Ахмадалиева Фарида

11 класс Предуниверситария НИЯУ МИФИ

Научный руководитель: Владимир Владимирович, доктор физико-математических наук

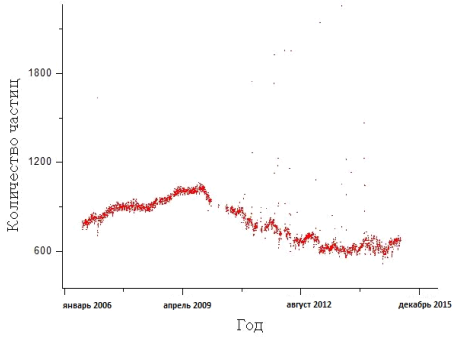
Целью этой работы являлось изучение аномально высоких короткопериодических вариаций потоков в конце 2014 года - начале 2015 г. по данным спектрометра ПАМЕЛА, сравнение полученных показаний с показаниями наземных установок, а также поиск причин возникновения явления. Научная значимость поставленных задач заключается в том, что изучение вариаций потоков космических лучей может выявить механизмы модуляции, понять процессы распространения КЛ в гелиосфере и околоземном космическом пространстве.

Вариации солнечной активности приводят к изменению потоков галактических космических лучей около Земли. Это явление называется эффектом модуляции, которое наблюдалось в многочисленных наземных и космических экспериментах.

С 2006 года на орбите работает спектрометр ПАМЕЛА, международный космический эксперимент, основными задачами которого являются измерение потоков антипротонов, электронов и позитронов, легких ядер галактических космических лучей, исследование высокоэнергичной компоненты солнечных протонных событий (выше 50 МэВ), а также изучение эффектов солнечной модуляции [1].

В состав телескопа-спектрометра ПАМЕЛА входят: времяпролетная система, магнитный спектрометр, электромагнитный калориметр, антисовпадательная система, ливневой сцинтиллятор и нейтронный детектор. Времяпролетная система используется для разделения частиц по скоростям и определения их заряда по измерениям величины потерь энергии dE/dx. А основная задача антисовпадательной системы заключается в идентифицикации частиц, попадающих в спектрометр вне его геометрической апертуры. Кроме этого, нейтронный детектор, находящийся под нижним сцинтиллятором, используется для улучшения разделения электронов и протонов в калориметре.

По данным времяпролетной системы были построены темпы счета прибора ПАМЕЛА с начала полета до октября 2015г. .



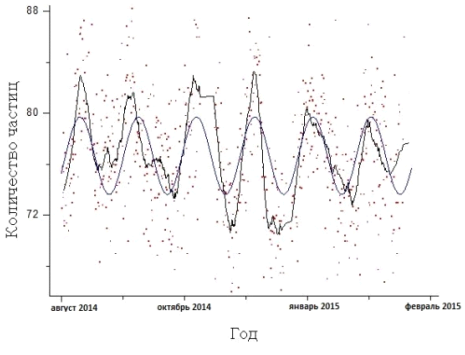


Рис. 1. Темп счета прибора с 2006 г по 2015г.

Рис. 2. Темп счета прибора с августа 2014 по февраль 2015.

На рис. 1. видны изменения темпов счета в ходе11-летнего цикла солнечной активности. Измерения на борту спутника начались на спаде солнечной активности в 23 цикле в середине 2006г. Как видно из рисунка, в конце 2009г. наблюдался максимум темпа счета прибора в период минимума солнечной активности, а затем потоки космических лучей стали убывать. На спаде кривой видны многочисленные всплески, связанные с регистрацией высокоэнергетичных протонов от солнечных вспышек. При анализе временных профилей были обнаружены короткопериодические (около 30 дней) вариации темпов счета в конце 2007- начале 2008 и в 2014-2015 гг.

Для изучения характеристик вариаций (периода колебаний и амплитуды) использовалась программа Origin и специальные вспомогательные программы, написанные на языках Fortran. Для более детального исследования был выбран интервал с август 2014г. по март 2015г (рис.2). Данные были сглажены для того, чтобы исключить факторы, такие как вспышки солнечной активности и пропуски в измерениях спектрометра, которые могли бы помешать точному определению искомых характеристик. Для определения периода и амплитуды вариаций временной профиль темпа был описан синусоидой. Для более точного определения периода была использована специальная программа на языке Fortran и встроенные функции пакета Origin. Период вариаций составил T=27,5 дней, и амплитуда A равна 7%.

Это явление наблюдалось и на наземных установках, проводящих мониторинг высокоэнергетического космического излучения. Нейтронный монитор, расположенный на полярной станции в Оулу (Финляндия), также зарегистрировал аномальное явления высоких вариаций потоков [2]. Коэффициент корреляции между темпами счета спектрометра ПАМЕЛА и нейтронных мониторов вычислен в EXEL по формуле из [3]

$$r = \frac{n\sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[n\sum x^2 - (\sum x)^2][n\sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

Коэффициент , вычисленный для указанного интервала , равен 0.8, что указывает на то, что оба эксперимента регистрируют одно и то же явление. Коэффициент корреляции для всего периода измерений заметно ниже, так как НМ не чувствителен к солнечным протонным событиям.

В этот период на Солнце наблюдались корональная дыра, превышающая средний размер, что могло послужить причиной рассматриваемого аномального явления [4]. Как известно, корональные дыры появляются в те периоды, когда солнечная активность идет на спад. В настоящее время считается, что высокоскоростной солнечный ветер формируется именно в корональных дырах и он может оказывать влияние на космические лучи высоких энергий [5].

Заключение:

При изучении временных профилей темпов счета детекторов космического прибора ПАМЕЛА обнаружены короткопериодические вариации потоков космических лучей. Период вариаций около 27 дней, амплитуда достигала 7% для протонов с энергий E>80МэВ. Данное явление, по-видимому, связано с огромной корональной дырой, которая сформировалась на Солнце в августе 2014г.

Список используемой литературы:

1. Nature,2009, V459, P….

2. https://cosmicrays.oulu.fi/

УВЕЛИЧЕНИЕ РЕСУРСА РАБОТЫ ВНТ ПУТЕМ НАНЕСЕНИЯ БАРЬЕРНОГО ПОКРЫТИЯ НА ТИТАНОВУЮ МИШЕНЬ

Готовцев В.О., Лазарева В.Е.

Университетский Лицей №1511 предуниверситария НИЯУ МИФИ, 11 класс, г. Москва

Научные руководители – к.ф.-м.н., проф. Беграмбеков Леон Богданович (НИЯУ МИФИ), ассистент Каплевский Александр Сергеевич (НИЯУ МИФИ)

Вакуумные нейтронные трубки (ВНТ) – приборы, которые производят нейтронный поток в результате взаимодействия ионов дейтерия с атомами трития, которыми насыщают титановую мишень. ВНТ находят самое широкое применение в различных областях техники и технологии: медицине, геологоразведке нефтяных месторождений и др. Главная проблема, существующая при использовании ВНТ – это их короткий срок службы. Причиной этого является облучение титановых мишеней потоком ионов дейтерия во время работы трубки, что приводит к десорбции трития из мишени.

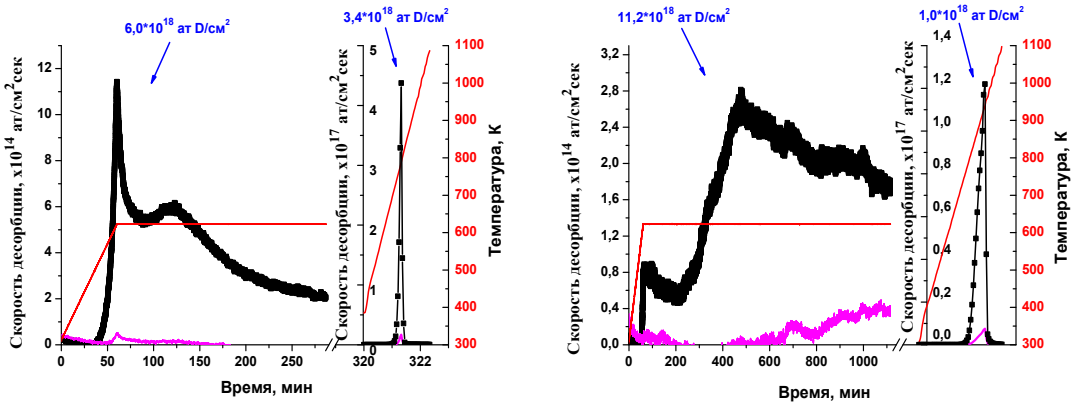
Цель работы – исследование возможности увеличения срока службы ВНТ путем нанесения на титановую мишень покрытия, обладающего лучшими барьерными свойствами по отношении к диффузии водорода.

Эксперименты проводились в установке МИКМА [1], позволяющей облучать образцы плазмой и её компонентами и анализировать процессы захвата и выделения газов из образцов методом Термодесорбционной спектрометрии (ТДС). Для экспериментов использовались мишени в виде слоя титана толщиной ≈1 мкм на молибденовой подложке.

В первой серии экспериментов исследовалась термическая стойкость титанового слоя, насыщенного дейтерием до концентрации $TiD_{1.66}$. Образцы нагревались, а затем выдерживались при рабочей температуре ВНТ (350°C). После этого образцы охлаждались, и затем в процессе прогрева со скоростью 5 К/с методом ТДС измерялось количество оставшихся газов. ТДС спектр десорбции дейтерия из слоя титана представлен на рис.1а. Интегрирование ТДС спектра показало, что всего за 250 минут выдержки титанового слоя при 350°C (623К) из него десорбировалось ≈ 60% дейтерия.

Известно, что поверхностный оксидный слой является диффузионным барьером и в значительной степени определяет параметры десорбции изотопов водорода из титана. Следующая серия экспериментов была посвящена попытке затормозить десорбцию дейтерия при рабочей температуре из титановой мишени, за счёт формирования на её поверхности оксидного слоя с лучшими барьерными свойствами. Был выбран оксид иттрия, поскольку температура десорбции дейтерия из титановой мишени с покрытием оксида иттрия при прогреве со скоростью 5 К/с превосходила температуру десорбции из титановой мишени без покрытия примерно на 100 К (рис. 2а). Покрытие оксида иттрия толщиной 50 нм осаждалось на поверхность титана в аргоновом разряде с 11% примесью кислорода. Из образца титановой мишени, покрытого оксидом иттрия, за первые 250 минут прогрева при 350°C (623К) выделилось только 6% дейтерия (рис.1б). То-есть, барьерный слой оксида иттрия на поверхности дейтерида титана значительно (в 10 раз) тормозит десорбцию дейтерия.

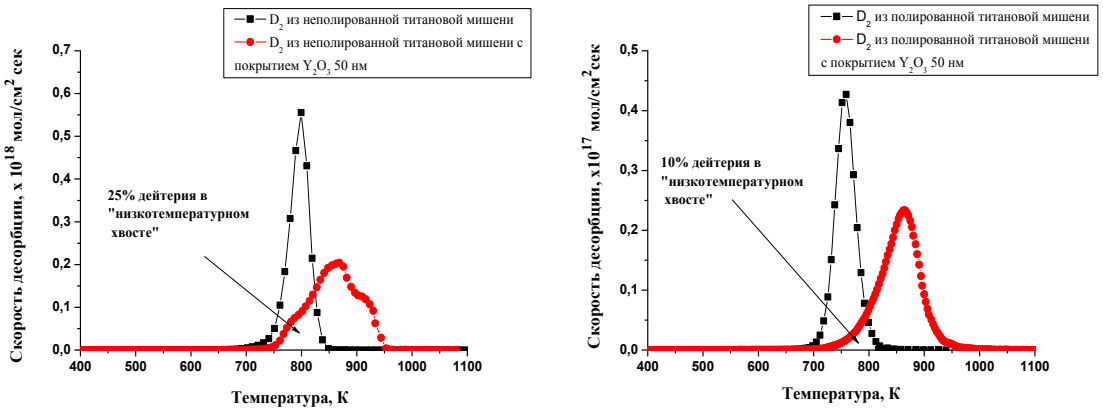
На ТДС спектре дейтерия из титановой мишени (рис. 2а) видно, что часть дейтерия (около 25%) выделяется при температуре десорбции газа из титановой мишени без иттриевого покрытия, т.е. у спектра имеется “низкотемпературный хвост”. Микрофотографический анализ поверхности титановой мишени показал наличие большого количества участков, угол наклона которых к поверхности близок к нормали. Покрытие оксида иттрия, которое мы напыляли на титановую мишень, не формировалось на таких участках и могло приводить к появлению низкотемпературного «хвоста» у ТДС спектра дейтерия.



а б

Рис.1. Спектры D_2 и HD при ТДС анализе: а) насыщенного насыщенного слоя, б) насыщенного насыщенного слоя с оксидным слоем иттрия. (На рисунке указаны интегральные значения десорбции дейтерия с 1 см^2 мишени на разных этапах ТДС).

Для предотвращения низкотемпературной десорбции дейтерия было решено сформировать плоскую поверхность молибденовой подложки, а затем напылить на нее титановую пленку толщиной 1 мкм и барьерный слой оксида иттрия толщиной 50 нм. Перед напылением слоя титана и барьерного оксидного слоя молибденовая подложка подвергалась механической и ионно-плазменной полировке. ТДС спектр дейтерия из полированной титановой мишени с барьерным слоем оксида иттрия представлен на рис. 2б. Сравнивая рисунки 2а и 2б можно заключить, что полировка молибденовой подложки позволила уменьшить количество атомов дейтерия, составляющих “низкотемпературный хвост”, с 25 до 10% (т.е. в 2,5 раза).



а б

Рис. 2 ТДС спектры дейтерия при высокой скорости нагрева 5 К/с из образца неполированной (а) и полированной (б) титановой мишени: без покрытия и с покрытием оксидом иттрия толщиной 50 нм.

Литература

[1] Airapetov, L. Begrambekov, S. Bremond et al., J. of Nucl. Mater. 415(2011) P.1042-1045

Модификация наноструктурированных поверхностей вольфрама и молибдена в результате вакуумного пробоя

Артанова Марина, 11 класс, Сахарова Таисия, 11 класс

ГАОУ ЦО № 548

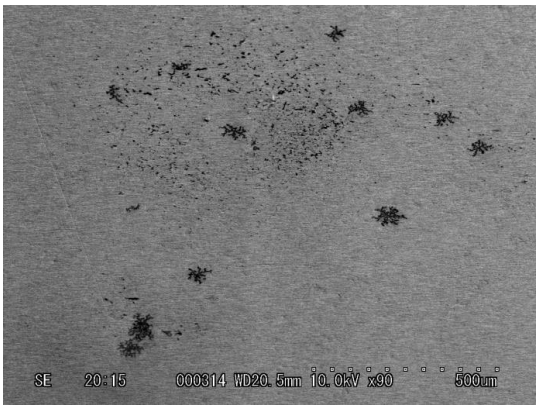
Научный руководитель: Синельников Дмитрий Николаевич, кандидат физ.-мат. наук, ст. преп. каф. №21 НИЯУ МИФИ

В настоящее время при осуществлении управляемого термоядерного синтеза существует проблема взаимодействия плазмы с поверхностью. Более того, при высоких температурах и больших потоках гелия, падающих на обращенную к плазме вольфрамовую поверхность термоядерной установки, может образовываться новая структура – вольфрамовый "нанопух". Частицы "нанопуха" могут отделяться от поверхности и попадать в плазму, что приводит к ее загрязнению и охлаждению. Кроме того, между плазмой и "нанопухом" наиболее часто происходит зажигание униполярных дуг, что приводит к еще большему загрязнению плазмы. Причина этого негативного явления до сих пор не ясна. В данной работе мы исследуем начальный этап образования униполярных дуг - процесс нарушения электрической изоляции между пухом, являющимся катодом, и металлическим анодом, который мы используем вместо плазмы для упрощения эксперимента.

Целью работы было изучить закономерности нарушения вакуумной электрической изоляции между вольфрамовым "нанопухом", являющимся катодом в вакуумном диоде, и анодом из нержавеющей стали. Для этого необходимо было спроектировать вакуумный диод и рассчитать его параметры. Вакуумный диод состоит из катода и анода, разделенных вакуумным промежутком, однако для нарушения электрической изоляции необходима достаточно большая напряженность электрического поля. Для ее достижения приходится использовать малые вакуумные промежутки, поэтому возникает проблема параллельного размещения электродов. Решением этой проблемы является использование анода сферической формы вместо плоского, но в этом случае электрическое поле в вакуумном промежутке не однородно. Поэтому важной задачей является нахождение площади эмитирующей поверхности катода - поверхности, у которой электрическое поле максимально и приближенно однородно. Эта площадь зависит от длины вакуумного промежутка и радиуса анода. Проведя моделирование в среде Comsol, а также аналитический расчет, были выявлены оптимальный радиус анода, а также зависимость между исследуемой площадью катода и длиной вакуумного промежутка. Данная зависимость необходима для определения средней плотности тока с исследуемого катода, что важно для последующей обработки результатов измерения.

Во второй части работы был проведен анализ фотографий поверхности катода, поврежденного микропробоем. Фотографии были получены с помощью сканирующего электронного микроскопа (СЭМ). На этих фотографиях были обнаружены кратеры от микропробоя с поверхности вольфрамового "нанопуха", похожие на снежинки (см. рисунок 1). Ранее о возникновении таких кратеров на проводящей металлической поверхности не было известно. Подобных кратеров от одного микропробоя образовалось порядка 20 штук. Причиной образования таких кратеров могло быть про-

текание достаточно большого тока между катодом и анодом, несмотря на наличие в цепи токоограничивающего сопротивления, лимитирующего ток в 200 мкА. Таким образом, энергия для протекания такого тока могла быть запасена в емкости вакуумного диода. Предварительно эта емкость была оценена в 10^{-12} Ф. Было сделано предположение, что материал, находившийся в месте образования снежинки, во время пробоя был испарен. Исходя из этого предположения, был произведен расчет глубины каналов снежинки из равенства энергии, содержащейся в вакуумном диоде, и энергии, необходимой для испарения материала, содержащегося в канале снежинки. По снимкам поверхности материала, снятых под углом, определили глубину канала и сравнили ее с полученной расчетной глубиной. Данное сравнение было проведено для наноструктурированных поверхностей не только из вольфрама, но из молибдена.



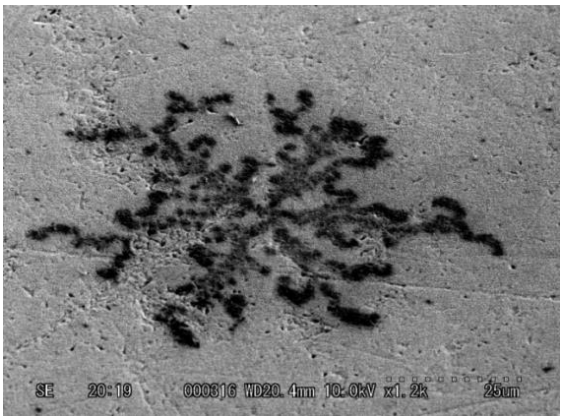


Рисунок 1. Кратеры от микропробоя на поверхности вольфрамового "нанопуха"

Таким образом, были рассчитаны оптимальные параметры вакуумного диода со сферическим анодом, позволяющие при равномерной эмиссии с поверхности оценить плотность тока с катода. В работе были изучены принципы движения вакуумной дуги по поверхности. Используя эти принципы, а также результаты анализа фотографий молибденовой и вольфрамовой наноструктурированных поверхностей катода, поврежденного микропробоем, мы создали энергетическую модель образования снежинок. Она поможет изучить механизм возникновения вакуумного пробоя, что позволит повысить вакуумную электрическую изоляцию.

Использованная литература:

1. D. Hwangbo, S. Kajita, S. A. Barengolts, M. M. Tsventoukh, N.Ohno «Transition in velocity and grouping of arc spot on different nanostructured tungsten electrodes» // Results in Physics 4 (2014) 33–39

2. https://en.wikipedia.org

3. Anders A. Cathodic arcs: from fractal spots to energetic condensation. New York, USA: Springer; 2008.

Тезисы научных работ
Победителей Всероссийского конкурса научных работ школьников Юниор
По математике
2015-2016 учебный год

О функции Эйлера колец вычетов гауссовых целых чисел

Юргин Григорий, 11 класс

Научный руководитель: **Бибиков Павел Витальевич,** к.ф.-м.н., учитель лицея “Вторая школа”, старший научный сотрудник Института проблем управления РАН
ГБОУ лицей “Вторая школа”, г. Москва

Целью данной работы является изучение функции Эйлера, определённой для колец вычетов гауссовых целых чисел.

Напомним, что *классическая функция Эйлера* ставит в соответствие натуральному числу $m > 1$ количество обратимых элементов в кольце вычетов $Z_m : \varphi(m) := | Z_m^* |$. Ранее в работе [1] были рассмотрены матричные обобщения функции Эйлера. В данной работе мы рассмотрим другое её обобщение, связанное с *кольцом вычетов гауссовых целых чисел* $Z_z[i] := Z[i] / zZ[i]$ (здесь $i := \sqrt{-1}$ – мнимая единица, $Z[i]$- множество гауссовых целых чисел).

Определение. *Функцией Эйлера кольца* $Z_z[i]$ назовём функцию φ_i, определенную равенством

$$\varphi_i(z) := | Z_z[i]^* |$$

По аналогии с классической функцией Эйлера [3] доказываются некоторые свойства функции $\varphi_i(m)$, где m целое.

Теорема 1. Выполняются следующие свойства $\varphi_i(m)$:

1) Если $p \equiv -1 (\mathrm{mod}\, 4)$ - целое простое, то $\varphi_i(p) = p^2 - 1$

2) Если k и l - целые взаимно простые, то $\varphi_i(k)\varphi_i(l) = \varphi_i(kl)$;

3) Если $m = p_1^{\alpha_1} \cdot \ldots \cdot p_k^{\alpha_k}$ - разложение m на простые, то

$$\varphi_i(m) = m^2 \prod_{j=1}^{k} \varepsilon(p),$$

где $\varepsilon(p) = 1 - \frac{1}{p}$, если $p \equiv 1 (\mathrm{mod}\, 4)$, $\varepsilon(p) = 1 - \frac{1}{p^2}$, если $p \equiv -1 (\mathrm{mod}\, 4)$ и $\varepsilon(p) = \frac{1}{2}$, если $p = 2$.

Теорема 2. Имеет место следующая асимптотика:

$$\frac{\sum \varphi_i(m)}{\sum m^2} \to \frac{3}{4} \prod_{p \equiv -1 (\mathrm{mod}\, 4)} (1 - \frac{1}{p^3}) \prod_{p \equiv 1 (\mathrm{mod}\, 4)_1} (1 - \frac{2}{p^2} + \frac{1}{p^3})$$

Замечание. Теорему 1 можно обобщить, а именно, можно рассматривать кольца $Z[\alpha]$, где α является корнем некоторого многочлена с целыми коэффициентами.

Также рассматривается функция $\varphi_i(z)$, определенная на множестве всех гауссовых целых чисел:

Теорема 3. Выполняются следующие свойства $\varphi_i(z)$:

1) Если z - неприводимое гауссово целое, то $\varphi_i(z) = N(z) - 1$, где $N(z)$ – норма гауссова целого числа z

2) Если u и v - взаимно простые гауссовы целые, то $\varphi_i(u)\varphi_i(v) = \varphi_i(uv)$

3) Если $N(z) = p_1^{\alpha_1} \cdot \ldots \cdot p_k^{\alpha_k}$ - разложение нормы числа z на простые, то

$$\varphi_i(z) = N(z)\prod_{j=1}^{k}\varepsilon(p),$$

где $\varepsilon(p) = 1 - \frac{1}{p}$, если $p \equiv 1 (\mathrm{mod}\, 4)$, $\varepsilon(p) = 1 - \frac{1}{p^2}$, если $p \equiv -1 (\mathrm{mod}\, 4)$ и $\varepsilon(p) = \frac{1}{2}$, если $p = 2$.

Теорема 4. Имеет место следующая асимптотика:

$$\frac{\sum \varphi_i(z)}{\sum N(z)} \to \frac{3}{4} \prod_{p \equiv -1 (\mathrm{mod}\, 4)} (1 - \frac{1}{p^4}) \prod_{p \equiv -1 (\mathrm{mod}\, 4)} (1 - \frac{1}{p^2})^2$$

Было начато изучение колец вида $Z[\sqrt{-k}]$. Был получен такой результат: *любой идеал в* $Z[\sqrt{-k}]$ *порождается не более, чем двумя элементами*.

Этот результат является частным случаем известного утверждения о том, что любая подгруппа в свободной абелевой группе, порождённой n элементами, порождается не более, чем n элементами. В дальнейшем планируется провести более глубокое исследование колец $Z[\sqrt{-k}]$ и функций Эйлера для них.

Автор благодарит П. В. Бибикова за постановку задачи и ценные замечания.

Литература

[1] Д. Байгушев. *О росте в среднем матричной функции Эйлера //* Труды Казанского математического общества им. Н. И. Лобачевского, **44**, 2013

[2] Винберг Э.Б. *Курс алгебры /* 2-е изд., испр. и доп. – М.: Изд-во “Факториал Пресс”, 2001. – 544 с.

[3] Арнольд В.И. *Группы Эйлера и арифметика геометрических прогрессий /* М.: МЦНМО, 2003. – 44 с.

Тезисы научных работ
Победителей Всероссийского конкурса научных работ школьников Юниор
По информатике
2015-2016 учебный год

Устройство для отслеживания ночных приступов эпилепсии «EpiDetect»

Воровченко Руслан, 9 класс, Ткаченко Михаил, 10 класс

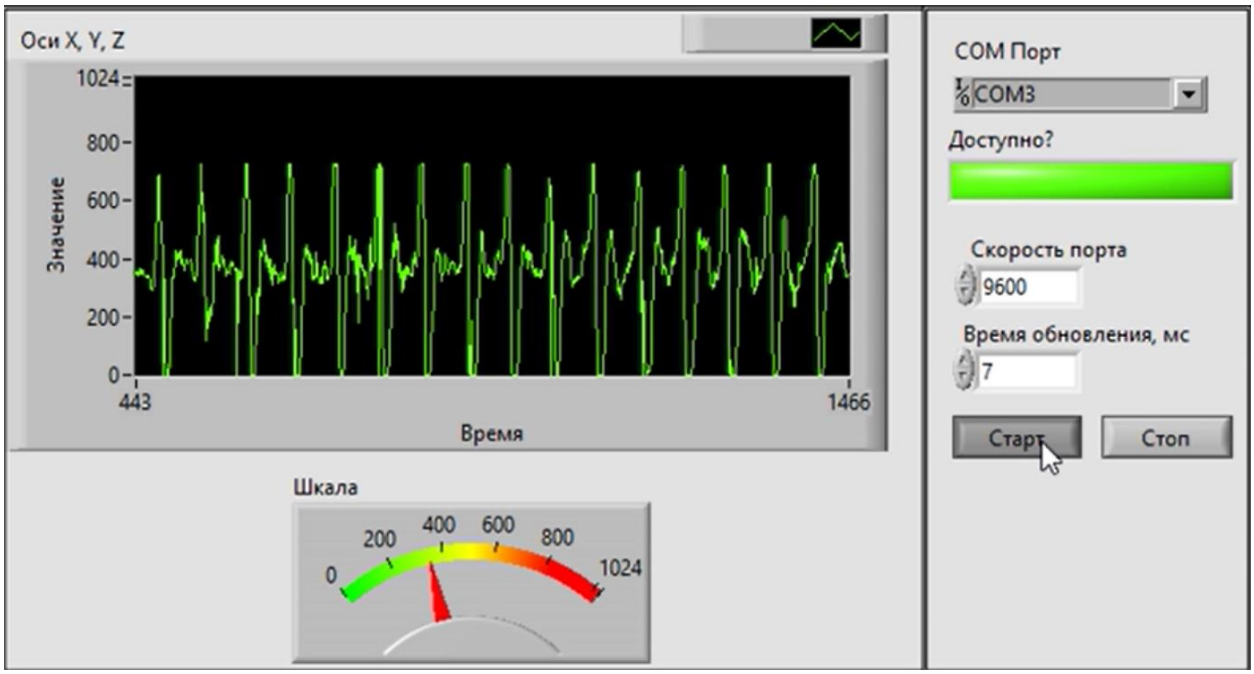
ГБОУ "СОШ №1739", г. Зеленоград, Московской обл.

Система отслеживания ночных приступов эпилепсии "EpiDetect" занимается распознаванием приступов роландической эпилепсии в ночное время суток и уведомлением окружающих о приступе для оказания больному первой помощи.

В мире эпилепсией страдает около 5% взрослого населения и 3% детей. Довольно часто приступы эпилепсии происходят ночью. К сожалению, на сегодняшний день их невозможно отследить, а значит внести в «дневник пациента», который ведет врач, для составления наиболее подходящего курса лечения. Также для того, чтобы оказать своему ребенку своевременную помощь, родители, как правило, спят со своими детьми, что вносит определённые неудобства.

Основной целью данной работы является создание устройства, способного отслеживать ночные приступы роландической эпилепсии и уведомлять об этом тех, кто находится рядом. Таких устройств на данный момент не существует в мире, лишь ведутся разработки в этой области.

Устройство будет регистрировать ускорения руки в пространстве по трем осям при приступе и выявлять ритмичность движения. Если паттерн движения руки совпадает с паттерном движения больного при приступе, то устройство начинает издавать звук и отправляет уведомление на смартфон. Для получения данных об ускорении руки планируется использовать акселерометр.



На данный момент создан прототип устройства на базе платы Arduino Nano и акселерометра. Устройство выводит численные значения ускорений по трем осям на компьютер и с помощью специальной программы строится график зависимости значения от времени. Испытав устройство на больном при приступе, мы получили график, на базе которого будет осуществляться разработка математической модели распознавания приступа.

Комплекс технических устройств и программного обеспечения «РуДа» («Рука Друга») для использования при проведении лабораторных работ с детьми, имеющими ограниченные возможности здоровья

Берейчук Дарья Александровна, 11 класс
МБОУ «Гимназия №1 «Юнона» г.Волгодонска, МБУДО «Станция юных техников» г.Волгодонска

Научный руководитель: Банникова Татьяна Ивановна, педагог дополнительного образования высшей категории МБУДО «Станция юных техников» г.Волгодонска
Котельников Владимир Иванович педагог дополнительного образования МБУДО «Станция юных техников» г.Волгодонска

Текст тезисов: Если дети с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) будут учиться наравне со здоровыми сверстниками, то им будет нужна не только специализированная помощь для коррекции дефектов, но и помощь в автоматизации учебного процесса.

В современном мире современные технологии базируются на применении электроники независимо от вида производства. В своей профессиональной деятельности и в быту большинство людей сталкивается с использованием различных радиоэлектронных приборов. Профессии, связанные с радиоэлектроникой, стали массовыми, поэтому важно дать возможность подростку изучить вопросы радиоэлектроники за рамками школьного курса физики. Это поможет им в выборе направления профессионального образования и практической деятельности в повседневной жизни.

Цель проекта: разработать комплекс технических устройств и программного обеспечения для использования при проведении лабораторных работ с детьми, имеющими ограниченные возможности здоровья (слабовидящих, слабослышащих).

Методы исследования: теоретические (изучение литературы; анализ и синтез; обобщение и сравнение); математические (подсчет статистических данных, компьютерное моделирование).

Гипотеза исследования: комплекс «РуДа» поможет не только детям с ограниченным физическими возможностями по здоровью, но и педагогам, работающим с ними.

В современном мире широко распространены различные электронные устройства. Так в проекте рассматривается ряд разработанных устройств, как для слабовидящих, так и для слабослышащих детей.

1. Стационарные элементы «коробочка»

Данное устройство представляет собой «площадку с дорожками», на которые и будут помещаться элементы лабораторной работы. Чтобы ребенок мог ясно видеть элемент, все дорожки дистанционно подсвечиваются учителем. Используется технология управления нагрузкой и изучение пульта. Собрано на базе программируемого микроконтроллера ATtiny13

2. Радиоуправляемые независимые элементы

Представлены радиоуправляемые независимые брелоки. Они могут находиться как в горизонтальном так и в вертикальном положении; элементы можно размещать на брелоках, рядом с ними,

и даже крепить брелок к элементу (если крупный элемент).

В каждом блоке стоит трехцветный светодиод, что позволяет использовать не только три цвета: красный, синий и зеленый, но и их комбинации: красный + зеленый, зеленый + синий, или одновременно включить все три цвета и получить белый цвет.

Устройство для слабослышащих детей

Данное устройство представляет собой соединенные микрофон и наушник.

Учитель закрепляет около рта микрофон из набора, а ученик вставляет наушник. Таким образом, вся аудитория слышит привычный голос учителя, а слабослышащий ребенок - с увеличенной громкостью, которую он может регулировать до необходимого уровня.

Согласно бизнес-плану проекта такое оборудование будет намного выгоднее ныне существующих.

Помощник-оформитель лабораторных работ

Для разработки данной программы использовался язык программирования C#. С ее помощью ребенок может выбрать размер шрифта, с которым ему будет удобно работать, подобрать цветовую гамму из представленных пастельных тонов. При первом входе создается учетная запись ученика, в которой будут храниться настройки.

В программу встроены калькулятор, секундомер и таймер, так как без этих инструментов сложно производить расчеты, а телефонами пользоваться запрещено, к тому же слабовидящие смогут четко видеть цифры. Вводить информацию можно с клавиатуры, добавление схем и рисунков через графический редактор, или сделав фотографию напрямую из программы.

Так как в естественно научных дисциплинах важна технология выполнения, правильность и точность расчетов, то дети всего класса могут использовать данную программу, при внесении данных, полученных в ходе исследования, что увеличит время выполнения самой работы.

Выводы:

В работе рассмотрено инклюзивное образование как неотъемлемая часть образовательного процесса. Рассмотрена возможность автоматизации учебного процесса при проведении лабораторных работ с детьми, имеющими ограниченные возможности здоровья.

В ходе работы над проектом были изготовлены 2 устройства для слабовидящих детей, 1 устройство для слабослышащих, разработан «Помощник-оформитель лабораторных работ».

Было выявлено, что на данный момент аналогов проекта нет. На основе подготовленной документации был сделан вывод: данный комплекс является умеренным по цене, а, значит, может стать широкодоступным для всех нуждающихся в нем.

Секция: Информатика

Центр детского творчества города Костромы «Содружество»

156029, г. Кострома, ул. Березовая роща, д. 12, кор. А

Тел.:(4942)42-75-49; E-mail: sodryjestvo-44@yandex.ru

Группа электронных духовых инструментов на базе AVR микроконтроллеров

Челноков Данил, Евсеев Илья

Класс: 9

Научный руководитель: Шестаков Александр Александрович, педагог дополнительного образования высшей категории, Центр детского творчества города Костромы «Содружество»

В ЦДТ «Содружество» есть вокально-инструментальный ансамбль. В связи с желанием ВИА развиваться появилась потребность введения в ансамбль духовой группы.

Цель работы: разработка ряда электронных духовых инструментов в виде USD HID устройств на основе AVR микроконтроллеров.

В продаже имеется несколько видов духовых инструментов: акустические; электронные; виртуальные. Исходя из анализа промышленных духовых инструментов, мы решили сконструировать свою духовую трубу, на которой можно было бы играть и как на акустической, и как на электронной, но громкость извлекаемого звука могла бы регулироваться, а его диапазон соответствовал бы акустической трубе. Мы приняли решение собирать свою трубу с использованием AVR микроконтроллера с подключением к PC. При таком варианте построения используется минимальное количество деталей, и, соответственно, на сборку требуется минимум средств.

Мы должны были реализовать зависимость аналогового сигнала, поступающего на АЦП микроконтроллера от того, как музыкант будет дуть в нашу электронную трубу. В качестве датчика изменения потока воздуха (то есть силы, с которой музыкант дует в трубу) мы решили применить микрофон с усилительной схемой. Когда музыкант дует в микрофон, на выходе схемы изменяется напряжение от 0 до 2,5 вольт в зависимости от силы воздушного потока. Для того чтобы избежать возбуждения микрофона от посторонних звуков применен микроконтакт, замыкающийся от потока воздуха. Контакт, как и микрофон, встроен в мундштук трубы. Напряжение на выходе схемы появляется только тогда, когда музыкант дует в мундштук и срабатывает и микрофон, и микроконтакт.

Для обработки аналогового сигнала с помощью АЦП микроконтроллера ATtiny45 потребовалось написание специальной программы - прошивки микроконтроллера. Если напряжение на входах АЦП изменяется, то изменяются и числа, отправляемые на USB порт.

В дальнейшем числа обрабатываются программой на компьютере, которая также была написана в процессе работы над проектом. Эта программа работает следующим образом: из программы библиотеке USB Scope передаются идентификаторы устройства. Она считывает данные, приходящие с микроконтроллера, соответствующего переданным идентификаторам, и пересылает эти данные в программу.

С первым блоком данных, то есть с теми данными, которые приходят от первого АЦП программа работает так: когда в программу приходит число, отличное от 0, она запоминает это число Если дальше приходит большее число, она снова его запоминает, и так до тех пор, пока пришедшее число не будет меньше запомненного. Тогда программа при помощи модуля Direct Sound, входящего в состав DirectX, воспроизводит звук трубы с тональностью, соответствующей запомненному числу, то есть с тональностью, которую выдал музыкант. Этот механизм нужен для того, чтобы выбрать максимальное значение, приходящее на АЦП вследствие воздушного потока, направляемого в трубу музыкантом, так как по закону самоиндукции напряжение, соответствующее силе этого потока выдается датчиком (микрофоном) не мгновенно. Звук воспроизводится из папки программы, куда он был заранее помещен как обыкновенный звуковой файл с расширение .wav.

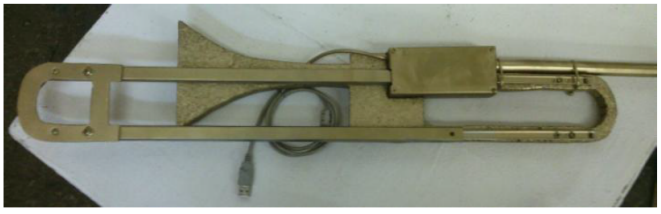
Со вторым блоком данных, то есть с данными со второго АЦП, программа работает следующим образом. При не нажатых кнопках – клапанах на входе второго АЦП имеется очень низкое напряжение и «труба» играет с той тональностью, которая соответствует значению, приходящему в программу с первого АЦП. При нажатии на первую кнопку напряжение на втором АЦП изменяется и «труба» играет на полтона ниже. При нажатии на вторую кнопку труба играет на тон ниже, а при нажатии на третью кнопку на полтора тона ниже. Делители напряжения, которые обеспечивают изменение потенциала на втором АЦП после нажатия на кнопки, подобраны таким образом, что комбинирование кнопок обеспечивает понижение воспроизводимого звука трубы от 0,5 до 3 тонов, как и в настоящем акустическом духовом инструменте.

Звук духового инструмента устанавливается в папке на компьютере, для этого не требуется изменений схемы, а также не требуется перепрошивка микроконтроллера. После консультации с вокально-инструментальным ансамблем было решено собрать трубу, корнет и тромбон. В схеме тромбона кнопки на входе второго АЦП были заменены на переменный резистор. Так же потребовался одновременный запуск трёх программ с разными звуковыми файлами, при чём так, что по крайней мере два окна должны воспроизводить звук даже тогда, когда они неактивны. Это реализовано с помощью установки флага Global Focus в дескрипторе звукового буфера.

На наших электронных духовых инструментах можно играть так же как на акустических тренируя легкие и технику игры. При этом звук можно выводить на наушники, что позволяет репетировать, не мешая окружающим.

Литература:

1. Белов А.В.-«Самоучитель разработчика устройств на микроконтроллерах AVR»
2. Том Миллер-«Managed DirectX-Программирование графики и игр»
3. http://www.mirmk.net/content/view/88/29/
4. http://msdn.microcoft/com/ru-ru/library/kx37x362.aspx



Тезисы научных работ
Победителей Всероссийского конкурса научных работ школьников Юниор
По робототехнике
2015-2016 учебный год

Тактильное устройство обнаружения препятствий

Автор: **Илья Андреевич Тужилин**, 9 класс
ГБОУ города Москвы «Лицей № 1502 при МЭИ»

Научный руководитель: Ирина Анатольевна Краснова, учитель физики, Лицей 1502 при МЭИ

1. Краткая постановка задачи.

Цель проекта - сделать окружающий мир безопаснее и доступнее для незрячих людей, создав устройство для обнаружения препятствий. В соответствии с данной целью были поставлены следующие задачи:

- выполнить анализ имеющихся на рынке устройств, предназначенных для облегчения пространственной ориентации незрячих;
- разработать прототип устройства, которое поможет незрячим ориентироваться в незнакомых помещениях и передвигаться, избегая препятствий;
- сделать устройство недорогим и простым в изготовлении, а также легко настраиваемым под потребности каждого пользователя, для чего применить при разработке прототипа программируемые микроконтроллеры и недорогие широкодоступные электронные компоненты.

2. Обоснование актуальности проекта и практической значимости.

По данным Всемирной организации здравоохранения [1] (World Health Organization) одной из серьезных проблем здравоохранения в мире является потеря зрения. Сейчас в мире 39 миллионов человек являются полностью незрячими, а это каждый 200-ый житель земли. Большая их часть (90%) имеет низкий уровень доходов, поэтому существенная часть современной помощи незрячим для них недоступна.

Создание устройства, отвечающего задачам проекта, значительно повысит уровень жизни большинства незрячих людей, позволив им получить доступ к уже существующим технологиям.

3. Описание методов решения поставленной задачи

В ходе работы над проектом был выполнен анализ имеющихся на рынке устройств, предназначенных для облегчения пространственной ориентации незрячих. Было выявлено, что в нижнем ценовом сегменте находятся устройства, использующие ультразвук для определения расстояния до препятствия, а для информирования пользователя - звуковые сигналы и/или вибрацию

Учитывая, что скорость реакции человека на тактильное/вибрационное раздражение сопоставима со скоростью реакции на звуковое раздражение [2], и принимая во внимание, что для незрячих людей очень важным каналом информации является слух, который лучше оставить в распоряжении незрячего в полном объёме, было принято решение об использовании тактильного способа для передачи данных пользователю о расстоянии до объекта.

В качестве датчика для измерения расстояния были рассмотрены недорогие датчики: ультразвуковой датчик HC-SR04 и инфракрасный датчик GP2Y0A02YK. В результате сравнения технических характеристик и цен, был выбран ультразвуковой датчик HC-SR04. Считывание показаний данного датчика производится по ширине импульса на одном из его контактов (выводе Echo) – ширина импульса пропорциональна измеренному расстоянию до объекта. Для определения ширины импульса в проекте используется микроконтроллер Arduino. Были разработаны программы для микроконтроллера и эксперименты, определяющие возможность использования выбранного ультразвукового датчика в т.ч.:

- определен коэффициент пропорциональности между длительностью импульса и измеренным расстоянием;
- определена погрешность измерения ширины импульса микроконтроллером при помощи осциллографа (использовался DSO Nano v3);
- построена диаграмма направленности ультразвукового датчика HC-SR04.

4. Анализ полученных данных и разработка прототипа устройства.

Диаграмма направленности, полученная экспериментально, отличается от паспортной диаграммы направленности датчика HC-SR04, - зона видимости уже заявленной. Тем не менее, полученные данные позволяют сделать вывод, что датчик HC-SR04 подходит для целей проекта.

Исходя из задачи охватить как можно большую область пространства, в которой устройство должно обнаруживать препятствие, а также освободить руки незрячего, было принято решение в качестве каркаса устройства использовать шляпу.

Устройство состоит из шести ультразвуковых датчиков, шести вибромоторов и двух микроконтроллеров. Разработаны электрическая схема и программное обеспечение для микроконтроллера, позволяющие передавать данные о расстоянии до объекта пользователю тактильным способом – при приближении и удалении от препятствия моторы вибрируют с разной частотой. Прототип устройства был изготовлен и проведены его испытания в т.ч. построена диаграмма направленности обнаружения препятствий.

5. Выводы и формулировка результатов.

По результатам работы сделаны следующие выводы:

- разработанный прототип устройства позволяет ориентироваться в пространстве и избегать столкновения с препятствиями при перемещении в помещениях;
- использование микроконтроллера позволяет гибко изменять параметры устройства, подстраиваясь под требования пользователя;
- устройство имеет низкую стоимость по сравнению с существующими аналогами (его стоимость при самостоятельном изготовлении не превышает 750 руб.) ;
- устройство просто в изготовлении при наличии соответствующей инструкции, а значит легко может быть изготовлено любым заинтересованным лицом – родственником или знакомым незрячего, или врачом, осуществляющим реабилитационную деятельность;
- проведена консультация с конечными пользователями (незрячими) и получены замечания.

После доработки и устранения замечаний устройство может применяться для социальной реабилитации людей, потерявших зрение и для обучения эффективным приемам ориентировки в пространстве.

Цель научно-исследовательской работы достигнута.

6. Литература.

1. Сайт Всемирной Организации Здравоохранения http://www.who.int;
2. Ломов Б.Ф. Человек и техника. Очерки инженерной психологии (1966).

7. Аннотация.

Устройство для обнаружения препятствий, помогающее незрячим людям передвигаться, избегая препятствий. Разработанный прототип имеет низкую стоимость и прост в изготовлении, а также легко настраивается под потребности каждого пользователя.

та Э2 будет 1, а, соответственно, на выходе Э2 будет 0. Таким образом, светодиод погаснет. Если же светодиод изначально не горел, то он так и продолжит не гореть.

Предположим, что изначально светодиод не горит. Подадим на Z2 0, в этом случае по таблице истинности логического элемента 2И-НЕ на выходе Э2 будет 1. Таким образом, светодиод загорится. Если же светодиод изначально горел, то он так и продолжит гореть.

(2) Предположим, что светодиод горит. Обозначим входа Э1 номерами 1 и 2, входа Э2 номерами 4 и 5, выходы Э1 и Э2 номерами 3 и 6 соответственно. Рассмотрим таблицу состояний.

№	1	2	3	4	5	6
Z1=0 (кратковременно подали	0	Не зависимо от значения, по таблицы истинности на выхо-	1	1	1	0

значение 0)		де Э1 будет 1.				
Z1=1	1	Так как у второго входа элемента Э1 есть связь с выходом элемента Э2, то значение на нём ровно 0.	1	1	1	0

Таким образом, при кратковременной подаче нуля на вход Z1 светодиод погаснет и останется в таком же состоянии даже после подачи на Z1 единицы. Если же светодиод не горит, то он так и будет не гореть.

Предположим, что светодиод не горит. Рассмотрим таблицу состояний.

№	1	2	3	4	5	6
Z2=0 (кратковременно подали значение 0)	1	0	1	Не зависимо от значения, по таблицы истинности на выходе Э2 будет 1.	0	1
Z1=1	1	Так как у второго входа элемента Э1 есть связь с выходом элемента Э2, то значение на нём ровно 1.	0	Так как у первого входа элемента Э2 есть связь с выходом элемента Э1, то значение на нём ровно 0.	1	1

Таким образом, при кратковременной подаче нуля на вход Z2 светодиод загорится и останется в таком же состоянии даже после подачи на Z2 единицы. Если же светодиод горит, то он так и будет гореть.