

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования «Гродненский государственный университет
имени Янки Купаль»

От Альфа к Омеге ...

**Сборник материалов
XII Республиканской научно-практической конференции-конкурса
научно-исследовательских работ учащихся средних,
средних специальных учебных заведений и студентов вузов
«От Альфа к Омеге...» (с международным участием)**

Гродно
ГрГУ им. Янки Купалы
2022

УДК 51+004
ББК 22.1
О80

Рекомендовано советом факультета математики и информатики
ГрГУ имени Янки Купалы

Редакционная коллегия:

А. В. Кузьмич (гл. ред.), кандидат физико-математических наук;
Л.В. Детченя, кандидат физико-математических наук, доцент;
А.Г. Дейцева, кандидат физико-математических наук, доцент;
А.Т. Сазонова;
Е. А. Сетько, кандидат физико-математических наук, доцент

Рецензенты:

Романова Т.М., заместитель директора по учебной работе
(Государственное учреждение образования «Средняя школа № 32 им.
Т.Г. Ларионовой»);
Трифорова И.В., кандидат физико-математических наук, доцент
(Учреждение образования «Гродненский государственный университет
имени Янки Купалы»)

От Альфа к Омеге ... : сб. материалов XII Респ. науч.-практ.
конференции-конкурса науч.-исслед. работ учащихся средних, средних
специальных учебных заведений и студентов вузов «От Альфа к Омеге...» (с
международ. участием) / ГрГУ им. Янки Купалы ; редкол.: А. В. Кузьмич (гл.
ред.) [и др.] – Гродно : ГрГУ им. Янки Купалы, 2022. – 176 с. : 59 рис., 14
табл. – Деп. в ГрГУ им. Янки Купалы 29.11.2022, № 0022/29112022.

В сборнике материалов XII Республиканской научно-практической
конференции-конкурса научно-исследовательских работ учащихся средних,
средних специальных учебных заведений и студентов вузов «От Альфа к
Омеге...» (с международным участием) представлены результаты научно-
практических, научно-исследовательских, творческих и экспериментальных
работ школьников и студентов учреждений высшего образования по следующим
направлениям: алгебра, геометрия и математический анализ; прикладная
математика; компьютерные науки и программирование, робототехника и
искусственный интеллект.

Сборник адресуется учащимся средних, средних специальных учебных
заведений и студентам учреждений высшего образования, учителям и
преподавателям, специалистам в области математики и современных
информационных и коммуникационных технологий.

Часть 1. Статьи студентов

Секция 2. Прикладная математика

**XII Республиканская научно-практическая конференция-конкурс
научно-исследовательских работ учащихся средних,
средних специальных учебных заведений и студентов вузов
«От Альфа к Омеге...» (с международным участием)**

Секция 2. Прикладная математика

СТАТЬИ СТУДЕНТОВ

**О ФУНКЦИИ ЛЕБЕГА РАЦИОНАЛЬНЫХ РЯДОВ ФУРЬЕ НА ЧИСЛОВОЙ
ПРЯМОЙ**

Балаева Есения Дмитриевна

УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы»,

факультет математики и информатики, 4 курс,

Гродно, Беларусь

Научный руководитель – Е. А. Ровба, заведующий кафедры фундаментальной и прикладной математики УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы», доктор физико-математических наук, профессор.

В качестве объекта исследования выбрана функция Лебега рациональных рядов Фурье на вещественной оси. Предметом исследования является поведение функции Лебега в зависимости от выбора полюсов в одном частном случае.

На основании результатов исследования сформулирована теорема и проведено доказательство ограниченности функции Лебега в единственном случае.

Ключевые слова: функция Лебега, константа Лебега, рациональные ряды Фурье, тригонометрические ряды Фурье.

Введение. Функции и постоянные Лебега играют важную роль в вопросах сходимости тригонометрических рядов Фурье и интерполяционных процессов, см., например, [1]. В полиномиальном случае эти величины достаточно хорошо изучены, получены асимптотические формулы для нахождения постоянной Лебега, см. [2]. В рациональном случае задача о нахождении функции и постоянной Лебега является значительно более сложной. Т. С. Кочарян [3] оценил сверху постоянную Лебега для рациональных рядов Фурье. В. Н. Русак построил интерполяционную рациональную функцию Лагранжа с узлами Чебышева – Маркова и оценил соответствующую постоянную Лебега, см. [4]. И в том, и в другом случае эти оценки сверху зависят от полюсов рациональных функций. Вместе с тем в ряде частных случаев интерполяционные постоянные Лебега не зависят от выбора полюсов. Это установлено, например, в работах [5], [6]. Что касается рациональных рядов Фурье, то подобных исследований, видимо, не имеется.

В настоящей работе исследуется поведение функции Лебега в зависимости от выбора полюсов в одном частном случае. Рассматриваются рациональные ряды Фурье на вещественной оси. Такие ряды были введены в работе [7, с.90], в 1999 году. Они являются обобщением тригонометрических полиномиальных рядов Фурье. Позже, в 2004 году, эти же ряды были рассмотрены в работе [8].

В первой части нашей работы изложены известные результаты из [7]. Вторая часть посвящена исследованию функции Лебега таких рядов.

Основная часть.

1. Рациональные ряды Фурье на числовой прямой. Пусть $\{z_n\}_{n=1}^{+\infty}$ - произвольная последовательность комплексных чисел с положительной мнимой частью $z_0 = i$; $z_n = \alpha_n + i\beta_n$, $\beta_n > 0$, $n \in \mathbb{N}$. Введем следующие рациональные функции:

$$\begin{aligned}\Psi_0(x) &= \frac{1}{\sqrt{\pi}}, \quad \Psi_1(x) = \sqrt{\frac{\beta_1}{\pi}} \frac{x-i}{x-z_1}, \\ \Psi_n(x) &= \sqrt{\frac{\beta_n}{\pi}} \frac{x-i}{x-z_n} \prod_{k=1}^{n-1} \frac{x-z_k}{x-z_k}, \quad n=2,3,\dots\end{aligned}\quad (1)$$

Система рациональных функций $\{\Psi_n(x)\}_{n=-\infty}^{+\infty}$, где

$$\Psi_n(x) = \begin{cases} \Psi_n(x), & n \in \mathbb{Z}_+; \\ \overline{\Psi_{-n}(x)}, & n = -1, -2, \dots \end{cases}\quad (2)$$

является ортонормальной по весу $(1+x^2)^{-1}$ на \mathbb{R} .

Пусть функция f определена и абсолютно интегрируема с весом $(1+x^2)^{-1}$ на \mathbb{R} . Построим ряд Фурье функции f по системе (2):

$$f(x) \sim a_0 + \sum_{k=1}^{+\infty} \left(a_k \Psi_k(x) + b_k \overline{\Psi_k(x)} \right),\quad (4)$$

где

$$\begin{aligned}a_k &= \int_{-\infty}^{+\infty} f(x) \overline{\Psi_k(x)} \frac{dx}{1+x^2}, \quad k \in \mathbb{Z}_+, \\ b_k &= \int_{-\infty}^{+\infty} f(x) \Psi_k(x) \frac{dx}{1+x^2}, \quad k \in \mathbb{N}.\end{aligned}$$

Пусть $S_{2n}(x, f)$ есть частичная сумма ряда (4),

$$S_{2n}(x, f) = a_0 + \sum_{k=1}^n \left(a_k \Psi_k(x) + b_k \overline{\Psi_k(x)} \right).\quad (5)$$

Подставляя сюда выражения для коэффициентов a_k и b_k , найдем

$$S_{2n}(x, f) = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) D_n(t, x) \frac{dt}{1+t^2},\quad (6)$$

где

$$D_n(t, x) = \pi \left(\pi + \sum_{k=1}^n \overline{\Psi_k(t)} \Psi_k(x) + \Psi_k(t) \overline{\Psi_k(x)} \right).\quad (7)$$

Для ядра $D_n(t, x)$ справедливы представления:

$$a) \frac{D_n(t, x)}{1+t^2} = \frac{1}{2i(t-x)} \left(\frac{x+i}{t+i} \chi_n(t) \overline{\chi_n(x)} - \frac{x-i}{t-i} \overline{\chi_n(t)} \chi_n(x) \right),\quad (8)$$

где

$$\chi_n(u) = \prod_{k=1}^n \frac{u-z_k}{u-\overline{z_k}}$$

– произведение Бляшке порядка n для полуплоскости с нулями в точках z_k , $k = \overline{1, n}$;

$$б) D_n(t, x) = \frac{\sin \int_x^t \varphi_n'(u) du}{t-x} \sqrt{1+x^2} \sqrt{1+t^2},\quad (9)$$

где

$$\varphi_n(x) = \arg(i-x) + 2 \sum_{k=1}^n \arg(z_k - x).\quad (10)$$

$$\varphi_n'(x) = \frac{1}{1+x^2} + 2 \sum_{k=1}^n \frac{\beta_k}{(x-\alpha_k)^2 + \beta_k^2}.$$

Функция $S_{2n}(x, f)$ является рациональной степени не выше $2n$ с полюсами в точках z_k и $\overline{z_k}$, $k = 1, 2, \dots, n$ и имеет место тождество

$$\frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} D_n(t, x) \frac{dt}{1+t^2} = 1, \quad x \in \mathbb{R}. \quad (11)$$

Введем функцию Лебега рядов (4)

$$L_n(x) = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} |D_n(t, x)| \frac{dt}{1+t^2}, \quad (12)$$

и постоянную Лебега

$$L_n = \max_{x \in \mathbb{R}} L_n(x).$$

Для постоянной Лебега рядов (4) справедлива следующая оценка сверху

$$L_n < C \ln \left(1 + \max_{x \in \mathbb{R}} (1+x^2) \cdot \varphi'_n(x) \right), \quad (13)$$

где C – положительная постоянная, не зависящая от n .

2. Исследование функции Лебега рациональных рядов Фурье в случае $n = 1$.

Из оценки (13) следует, что

$$L_1 < C \ln \left(1 + \max_{x \in \mathbb{R}} (1+x^2) \cdot \varphi'_1(x) \right). \quad (14)$$

Так как имеет место (10), то

$$(1+x^2)\varphi'_1(x) = 1 + 2 \frac{\beta_1(1+x^2)}{(x-\alpha_1)^2 + \beta_1^2}.$$

Будем считать в дальнейшем, что $z_1 = i\beta$, $\beta > 0$. Следовательно,

$$(1+x^2)\varphi'_1(x) = 1 + \frac{2\beta(1+x^2)}{x^2 + \beta^2}$$

и

$$\max_{x \in \mathbb{R}} (1+x^2) \cdot \varphi'_1(x) = \left(1 + \frac{2\beta(1+x^2)}{x^2 + \beta^2} \right) \Big|_{x=0} = 1 + \frac{2}{\beta}. \quad (15)$$

Таким образом, из (14) находим, что

$$L_1 < C \ln \left(1 + \frac{2}{\beta} \right),$$

и при $\beta \rightarrow 0$ $\ln \left(1 + \frac{2}{\beta} \right) \rightarrow \infty$. Покажем, что оценку (14) можно уточнить. С этой целью найдем функцию Лебега в общем виде для случая $n = 1$.

Обратимся к равенству (12)

$$L_1(x) = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{|D_1(t, x)|}{1+t^2} dt. \quad (16)$$

Найдем значение подынтегральной функции, опираясь на представление (8). Будем иметь

$$\frac{D_1(t, x)}{1+t^2} = \frac{1}{2i(t-x)} \left(\frac{x+i}{t+i} \chi_1(t) \overline{\chi_1(x)} - \frac{x-i}{t-i} \overline{\chi_1(t)} \chi_1(x) \right),$$

где

$$\chi_1(u) = \frac{u - z_1}{u - \overline{z_1}},$$

т.е.

$$\frac{D_1(t, x)}{1+t^2} = \frac{1}{2i(t-x)} \left(\frac{x+i}{t+i} \frac{t - z_1}{t - \overline{z_1}} \frac{x - \overline{z_1}}{x - z_1} - \frac{x-i}{t-i} \frac{t - \overline{z_1}}{t - z_1} \frac{x - z_1}{x - \overline{z_1}} \right).$$

Далее исследуем функцию Лебега в случае $z = i\beta, \beta > 0$, т. е. будем полагать, что частичная сумма S_2 имеет чисто мнимые полюсы в точках $\pm i\beta$, см. (11).

Подставив $z_1 = i\beta, \beta > 0$ в равенство, указанное выше, получим

$$\frac{D_1(t, x)}{1+t^2} = \frac{1}{2i(t-x)} \left(\frac{x+i}{t+i} \frac{t-i\beta}{t+i\beta} \frac{x+i\beta}{x-i\beta} - \frac{x-i}{t-i} \frac{t+i\beta}{t-i\beta} \frac{x-i\beta}{x+i\beta} \right).$$

Перемножая и приведя подобные, преобразуем данное выражение к следующему виду

$$\frac{D_1(t, x)}{1+t^2} = \frac{1}{t-x} \left(\frac{(tx(\beta+1) + \beta(\beta-x^2))(\beta t(\beta+1) + x(t^2-\beta)) + (-tx(\beta+1) + \beta(t^2-\beta))(\beta x(\beta+1) - t(\beta-x^2))}{(1+t^2)(t^2+\beta^2)(x^2+\beta^2)} \right). \quad (17)$$

Приведем график функции Лебега $L_1(x, \beta)$, построенный с помощью системы компьютерной алгебры Maple при различных значениях β .

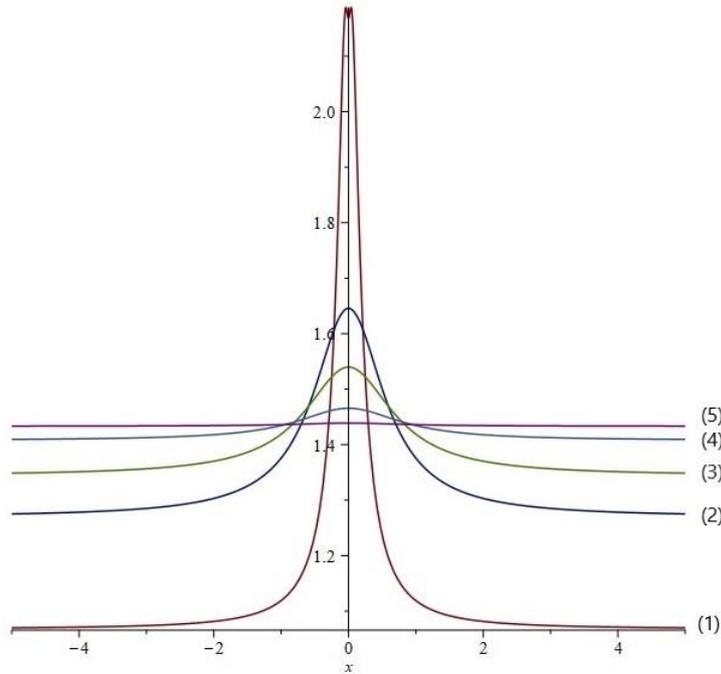


Рисунок 1 – Графическое изображение $L_1(x, \beta)$

(1) – при $\beta = 0,1$; (2) – при $\beta = 0,5$; (3) – при $\beta = 0,7$; (4) – при $\beta = 0,9$;
(5) – при $\beta = 0,99$;

Полученное выражение (17) является слишком сложным, чтобы исследовать функцию (16) на экстремум в общем случае $x \in \mathbb{R}$. Поэтому изучим поведение функции Лебега (16) при $x = 0$. Тем более, это представляет интерес в связи с равенством (15) и приведенным выше рисунком, из которых следует, что точка $x = 0$ является, по всей вероятности, точкой максимума функции Лебега $L_1(x)$ переменной $x, x \in \mathbb{R}$. Тогда функция Лебега (16) примет следующий вид

$$L_1(0) = L_1(0, \beta) = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{|\beta(\beta+2) - t^2|}{(t^2+1)(t^2+\beta^2)} dt. \quad (18)$$

Теорема. Функция $L_1(0, \beta)$ переменной β является ограниченной на промежутке $(0,1]$,

$$\frac{1}{3} + \frac{2\sqrt{3}}{\pi} \leq L_1(0, \beta) < 3, \quad \beta \in (0,1].$$

Доказательство. Раскрывая модуль под знаком интеграла в (18) и учитывая четность подынтегральной функции, будем иметь

$$\begin{aligned}
L_1(0) &= \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{|\beta(\beta+2)-t^2|}{(t^2+1)(t^2+\beta^2)} dt = \frac{1}{\pi} \left(- \int_{-\infty}^{-\sqrt{\beta(\beta+2)}} \frac{\beta(\beta+2)-t^2}{(t^2+1)(t^2+\beta^2)} dt + \int_{-\sqrt{\beta(\beta+2)}}^{+\sqrt{\beta(\beta+2)}} \frac{\beta(\beta+2)-t^2}{(t^2+1)(t^2+\beta^2)} dt - \right. \\
&\quad \left. - \int_{+\sqrt{\beta(\beta+2)}}^{+\infty} \frac{\beta(\beta+2)-t^2}{(t^2+1)(t^2+\beta^2)} dt \right) = \frac{1}{\pi} \left(- \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\beta(\beta+2)-t^2}{(t^2+1)(t^2+\beta^2)} dt + 2 \int_{-\sqrt{\beta(\beta+2)}}^{+\sqrt{\beta(\beta+2)}} \frac{|\beta(\beta+2)-t^2|}{(t^2+1)(t^2+\beta^2)} dt \right) = \\
&= \frac{1}{\pi} \cdot \left(- \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\beta(\beta+2)-t^2}{(t^2+1)(t^2+\beta^2)} dt + 4 \int_0^{+\sqrt{\beta(\beta+2)}} \frac{|\beta(\beta+2)-t^2|}{(t^2+1)(t^2+\beta^2)} dt \right). \tag{19}
\end{aligned}$$

Посчитаем первый интеграл с помощью теории вычетов. Тогда получим

$$\begin{aligned}
\frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{t^2 - \beta(\beta+2)}{(t^2+1)(t^2+\beta^2)} dt &= 2i \left(\operatorname{res}_{t=i} R(t, \beta) + \operatorname{res}_{t=i\beta} R(t, \beta) \right) = \\
2i \left(\frac{t^2 - \beta(\beta+2)}{(t+i)(t^2+\beta^2)} \Big|_{t=i} + \frac{t^2 - \beta(\beta+2)}{(t^2+1)(t+i\beta)} \Big|_{t=i\beta} \right) &= 2i \left(\frac{-1 - \beta(\beta+2)}{2i(-1+\beta^2)} - \frac{2(\beta+1)}{2i\beta(1-\beta^2)} \right).
\end{aligned}$$

Сократив дроби и приведя подобные, будем иметь

$$\frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{t^2 - \beta(\beta+2)}{(t^2+1)(t^2+\beta^2)} dt = \frac{1+\beta-2}{1-\beta} = -1.$$

Разобьем второй интеграл в (19) на два интеграла и вычислим каждый из них отдельно.

$$\frac{4}{\pi} \int_0^{+\sqrt{\beta(\beta+2)}} \frac{|\beta(\beta+2)-t^2|}{(t^2+1)(t^2+\beta^2)} dt = \frac{4}{\pi} \left(\int_0^{+\sqrt{\beta(\beta+2)}} \frac{\beta(\beta+2)}{(t^2+1)(t^2+\beta^2)} dt - \int_0^{+\sqrt{\beta(\beta+2)}} \frac{t^2}{(t^2+1)(t^2+\beta^2)} dt \right) = \frac{4}{\pi} (I_1 - I_2).$$

В каждом из полученных интегралов подынтегральные функции разложим на простые дроби, соответствующие коэффициенты найдем методом неопределенных коэффициентов. Получим:

$$\begin{aligned}
I_1 &= \int_0^{+\sqrt{\beta(\beta+2)}} \frac{\beta(\beta+2)}{(t^2+1)(t^2+\beta^2)} dt = \frac{\beta(\beta+2)}{\beta^2-1} \left(\int_0^{+\sqrt{\beta(\beta+2)}} \frac{dt}{t^2+1} - \int_0^{+\sqrt{\beta(\beta+2)}} \frac{dt}{t^2+\beta^2} \right) = \\
&= \frac{\beta(\beta+2)}{\beta^2-1} \operatorname{arctg} \sqrt{\beta(\beta+2)} - \frac{\beta+2}{\beta^2-1} \operatorname{arctg} \frac{\sqrt{\beta(\beta+2)}}{\beta}; \\
I_2 &= \int_0^{+\sqrt{\beta(\beta+2)}} \frac{t^2}{(t^2+1)(t^2+\beta^2)} dt = \frac{1}{\beta^2-1} \left(- \int_0^{+\sqrt{\beta(\beta+2)}} \frac{dt}{t^2+1} + \beta^2 \int_0^{+\sqrt{\beta(\beta+2)}} \frac{dt}{t^2+\beta^2} \right) = \\
&= \frac{1}{\beta^2-1} \left(\operatorname{arctg} \sqrt{\beta(\beta+2)} + \beta \operatorname{arctg} \frac{\sqrt{\beta(\beta+2)}}{\beta} \right).
\end{aligned}$$

Подставим полученные значения I_1 и I_2 в равенство, указанное выше, приведем подобные и вынесем общие множители за скобки. Тогда

$$\begin{aligned}
\frac{4}{\pi} \int_0^{+\sqrt{\beta(\beta+2)}} \frac{|\beta(\beta+2)-t^2|}{(t^2+1)(t^2+\beta^2)} dt &= \frac{4}{\pi} \left(\frac{\beta(\beta+2)}{\beta^2-1} \operatorname{arctg} \sqrt{\beta(\beta+2)} - \frac{\beta+2}{\beta^2-1} \operatorname{arctg} \frac{\sqrt{\beta(\beta+2)}}{\beta} + \right. \\
&\quad \left. + \frac{1}{\beta^2-1} \operatorname{arctg} \sqrt{\beta(\beta+2)} - \frac{\beta}{\beta^2-1} \operatorname{arctg} \frac{\sqrt{\beta+2}}{\beta} \right) = \frac{4}{\pi} \left(\frac{\beta+1}{\beta-1} \operatorname{arctg} \sqrt{\beta(\beta+2)} - \frac{2}{\beta-1} \operatorname{arctg} \sqrt{\frac{\beta+2}{\beta}} \right).
\end{aligned}$$

Таким образом, имеем следующую формулу для функции Лебега

$$L_1(0, \beta) = -1 + \frac{4}{\pi(\beta-1)} \left((\beta+1) \operatorname{arctg} \sqrt{\beta(\beta+2)} - 2 \operatorname{arctg} \sqrt{\frac{\beta+2}{\beta}} \right).$$

Исследуем полученную функцию Лебега в зависимости от $\beta, \beta \in (0, 1]$, а именно, вначале найдем значение функции $L_1(0) = L_1(0, \beta)$ в двух случаях – полиномиальном при $\beta \rightarrow 1$ и рациональном при $\beta \rightarrow 0$. Первый случай называется полиномиальным, потому что при $\beta = 1$ после замены $x = \operatorname{tg} \frac{\theta}{2}$ придем к обычным тригонометрическим рядам. Второй случай является особенным для функции Лебега, потому что частичная сумма $S_1(x)$ имеют полюсы в точках $\pm i\beta$, и в этом случае они неограниченно приближаются к точке $x = 0$. Для этого найдем соответствующие пределы $L_1(0, \beta)$:

а) при $\beta \rightarrow 1$. Тогда

$$\begin{aligned} \lim_{\beta \rightarrow 1} L_1(0, \beta) &= \lim_{\beta \rightarrow 1} \left(-1 + \frac{4}{\pi(\beta-1)} \left((\beta+1) \operatorname{arctg} \sqrt{\beta(\beta+2)} - 2 \operatorname{arctg} \sqrt{\frac{\beta+2}{\beta}} \right) \right) = \\ &= -1 + \frac{4}{\pi} \lim_{\beta \rightarrow 1} \left(\frac{(\beta+1) \operatorname{arctg} \sqrt{\beta(\beta+2)}}{\beta-1} - \frac{2 \operatorname{arctg} \sqrt{\frac{\beta+2}{\beta}}}{\beta-1} \right). \end{aligned}$$

Применим к полученной неопределенности вида $\frac{0}{0}$ правило Лопиталья. Заметим, что производная знаменателя равна 1, поэтому перейдем к поиску производной числителя

$$\begin{aligned} \left((\beta+1) \operatorname{arctg} \sqrt{\beta(\beta+2)} - 2 \operatorname{arctg} \sqrt{\frac{\beta+2}{\beta}} \right)' &= \operatorname{arctg} \sqrt{\beta(\beta+2)} + \frac{\beta+1}{(\beta+1)\sqrt{\beta(\beta+2)}} + \frac{\sqrt{\beta}}{\beta(\beta+1)\sqrt{\beta+2}} = \\ &= \frac{(\beta^2 + 3\beta + 2)\sqrt{\beta(\beta+2)} \operatorname{arctg} \sqrt{\beta(\beta+2)} + \beta^2 + 4\beta + 4}{(\beta^2 + 3\beta + 2)\sqrt{\beta(\beta+2)}}. \end{aligned}$$

Опираясь на свойства предела дроби, вычислим искомый предел

$$\begin{aligned} \lim_{\beta \rightarrow 1} L_1(0, \beta) &= -1 + \frac{4}{\pi} \lim_{\beta \rightarrow 1} \left(\frac{(\beta^2 + 3\beta + 2)\sqrt{\beta(\beta+2)} \operatorname{arctg} \sqrt{\beta(\beta+2)}}{(\beta^2 + 3\beta + 2)\sqrt{\beta(\beta+2)}} + \frac{\beta^2 + 4\beta + 4}{(\beta^2 + 3\beta + 2)\sqrt{\beta(\beta+2)}} \right) = \\ &= -1 + \frac{4}{\pi} \frac{6\sqrt{3} \operatorname{arctg} \sqrt{3} + 9}{6\sqrt{3}} = \frac{4\pi\sqrt{3} - 3\pi\sqrt{3} + 18}{3\pi\sqrt{3}} = \frac{1}{3} + \frac{2\sqrt{3}}{\pi}. \end{aligned}$$

б) при $\beta \rightarrow 0$. Тогда

$$\begin{aligned} \lim_{\beta \rightarrow 0} L_1(0, \beta) &= -1 + \lim_{\beta \rightarrow 0} \left(\frac{4}{\pi(\beta-1)} \left((\beta+1) \operatorname{arctg} \sqrt{\beta(\beta+2)} - 2 \operatorname{arctg} \sqrt{\frac{\beta+2}{\beta}} \right) \right) = \\ &= -1 + \frac{4}{\pi} \lim_{\beta \rightarrow 0} \frac{\beta+1}{\beta-1} \operatorname{arctg} \sqrt{\beta(\beta+2)} - \frac{8}{\pi} \lim_{\beta \rightarrow 0} \frac{1}{\beta-1} \operatorname{arctg} \sqrt{\frac{\beta+2}{\beta}} = -1 - \frac{4}{\pi} (\operatorname{arctg} 0 - \pi) = 3. \end{aligned}$$

Таким образом, имеем

$$\lim_{\beta \rightarrow 0} L_1(0, \beta) = 3,$$

$$\lim_{\beta \rightarrow 1} L_1(0, \beta) = \frac{1}{3} + \frac{2\sqrt{3}}{\pi} \approx 1,44.$$

Остаётся найти $L_1'(0, \beta)$ и проследить её поведение при $\beta \in (0; 1)$

$$L_1'(0, \beta) = \left(-1 + \frac{4}{\pi(\beta-1)} \left((\beta+1) \operatorname{arctg} \sqrt{\beta(\beta+2)} - 2 \operatorname{arctg} \sqrt{\frac{\beta+2}{\beta}} \right) \right)' =$$

$$= \frac{4}{\pi} \left(\left(\frac{(\beta+1) \operatorname{arctg} \sqrt{\beta(\beta+2)}}{\beta-1} \right)' - 2 \left(\frac{\operatorname{arctg} \sqrt{\frac{\beta+2}{\beta}}}{\beta-1} \right)' \right).$$

Применив основные правила дифференцирования, получим

$$L_1'(0, \beta) = \frac{4}{\pi} \left(\frac{-2\sqrt{\beta(\beta+2)} \operatorname{arctg} \sqrt{\beta(\beta+2)}}{(\beta-1)^2 \sqrt{\beta(\beta+2)}} + \frac{\beta-1}{(\beta-1)^2 \sqrt{\beta(\beta+2)}} + \frac{2(\beta-1)\sqrt{\beta}}{2\beta(\beta-1)^2(\beta+1)\sqrt{\beta+2}} + \frac{4\beta(\beta+1)\sqrt{\beta+2} \operatorname{arctg} \sqrt{\frac{\beta+2}{\beta}}}{2\beta(\beta-1)^2(\beta+1)\sqrt{\beta+2}} \right).$$

Выполним несложные преобразования для каждой дроби. Тогда окончательно получим

$$L_1'(0, \beta) = \frac{8 \operatorname{arctg} \sqrt{\frac{\beta+2}{\beta}} - 8 \operatorname{arctg} \sqrt{\beta(\beta+2)}}{\pi(\beta-1)^2} + \frac{4\sqrt{\beta(\beta+2)}}{\beta\pi(\beta-1)^2} = 8 \frac{\operatorname{arctg} \sqrt{\frac{\beta+2}{\beta}} - \operatorname{arctg} \sqrt{\beta(\beta+2)}}{\pi(\beta-1)^2} + \frac{4\sqrt{\beta+2}}{\pi\sqrt{\beta}(\beta-1)(\beta+1)}.$$

С помощью сайта yotx.ru построим график полученной производной $L_1'(0, \beta)$.

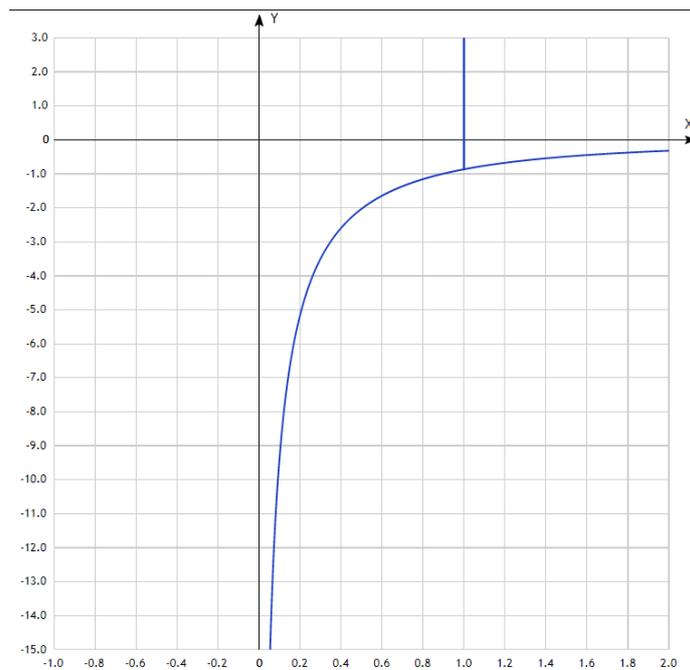


Рисунок 2 – Графическое изображение $L_1'(0, \beta)$

Из графика производной видно, что она принимает отрицательные значения при $\beta \in (0; 1)$. Также докажем отрицательность производной на интервале $(0; 1)$ аналитически, найдем

$$\operatorname{arctg} \sqrt{\frac{\beta+2}{\beta}} - \operatorname{arctg} \sqrt{\beta(\beta+2)} = \operatorname{arctg} \frac{\sqrt{\beta+2} \left(\frac{1}{\sqrt{\beta}} - \sqrt{\beta} \right)}{1+\beta+2} = \operatorname{arctg} \sqrt{\frac{\beta+2}{\beta}} \left(\frac{1-\beta}{\beta+3} \right).$$

Тогда будем иметь, что

$$\begin{aligned} L_1'(0, \beta) &= \frac{8}{\pi} \frac{\operatorname{arctg} \left(\sqrt{\frac{\beta+2}{\beta}} \left(\frac{1-\beta}{\beta+3} \right) \right)}{(1-\beta)^2} - \frac{4}{\pi} \frac{\sqrt{\beta+2}}{\sqrt{\beta}} \frac{1}{(\beta+1)(1-\beta)} = \\ &= -\frac{4}{\pi(1-\beta)} \left(\sqrt{\frac{\beta+2}{\beta}} \frac{1}{\beta+1} - \frac{2}{1-\beta} \operatorname{arctg} \sqrt{\frac{\beta+2}{\beta}} \frac{1-\beta}{3+\beta} \right). \end{aligned}$$

Теперь покажем, что выражение, стоящее в скобках, положительно на $(0; 1)$. Действительно, используя известное неравенство $\operatorname{arctg} x < x$, $x > 0$, получим, что

$$\frac{2}{1-\beta} \operatorname{arctg} \sqrt{\frac{\beta+2}{\beta}} \frac{1-\beta}{3+\beta} < \frac{2}{3+\beta} \sqrt{\frac{\beta+2}{\beta}}.$$

Далее заметим, что справедливо неравенство

$$\frac{2}{\beta+3} \sqrt{\frac{\beta+2}{\beta}} < \frac{1}{\beta+1} \sqrt{\frac{\beta+2}{\beta}}, \beta \in (0, 1).$$

Отсюда заключаем, что производная функции $L_1(0, \beta)$ принимает отрицательные значения при $\beta \in (0; 1)$.

Следовательно, функция Лебега $L_1(0, \beta)$ является убывающей по переменной β на промежутке $(0, 1)$,

$$\frac{1}{3} + \frac{2\sqrt{3}}{\pi} \leq L_1(0, \beta) < 3.$$

Таким образом, функция Лебега $L_1(0, \beta)$ является ограниченной на полуинтервале $(0, 1]$. Теорема доказана.

Заключение. По результатам выполненной работы была доказана ограниченность функции Лебега $L_1(0, \beta)$ переменной β на промежутке $(0, 1]$ в единственном случае. Доказанная теорема показывает, что ранее полученную оценку (13) в работе [7] можно уточнить.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Натансон, И. П. Конструктивная теория функций / И. П. Натансон. – М. – Л.: Физматгиз, 1949. – 688 с.
2. Дзядык, В. К. Введение в теорию равномерного приближения функций полиномами / В. К. Дзядык. – М.: Наука, 1977. – 511 с.
3. Кочарян, Т. С. О приближении рациональными функциями в комплексной области / Т. С. Кочарян // АН Арм. ССР. Сер. физ.-матем. наук. – 1958. – Т. 11, №4 – С. 20–24.
4. Русак, В. Н. Об интерполяции рациональными функциями с фиксированными полюсами / В. Н. Русак // ДАН БССР. – 1962. – Т. 4, №9 – С. 548–550.
5. Ровба, Е. А. К вопросу об оценке константы Лебега интерполяционного рационального процесса с узлами Чебышева-Маркова / Е. А. Ровба, Н. Ю. Козловская // Веснік Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. Серыя 2. Матэматыка. Фізіка. Інфарматыка, вылічальная тэхніка і кіраванне. – 2016. – Т. 6, № 3. – С. 6–11.
6. Rovba, E. On Lebesgue constants of interpolation rational processes on the real axis / E. Rovba, K. Smotrityki // Веснік Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. Серыя 2. Матэматыка. Фізіка. Інфарматыка, вылічальная тэхніка і кіраванне. – 2020. – Т. 10, № 2. – С. 66–23.
7. Ровба, Е. А. Интерполяция и ряды Фурье в рациональной аппроксимации : дис. ... д-ра. физ.-мат. наук : 01.01.01 / Е. А. Ровба. – Гродно, 1999. – 184 с.

8. Русак, В. Н. К вопросу о сходимости и суммируемости ортогональных рядов по рациональным функциям / В. Н. Русак // Труды Института математики. – 2004. – Т. 12, №1. – С. 134–137.

**XII Республиканская научно-практическая конференция-конкурс
научно-исследовательских работ учащихся средних,
средних специальных учебных заведений и студентов вузов
«От Альфа к Омеге...» (с международным участием)**

Секция 2. Прикладная математика

СТАТЬИ СТУДЕНТОВ

**МНК ДЛЯ ОПИСАНИЯ ЗАВИСИМОСТИ МЕЖДУ ЦЕНОЙ НА НЕФТЬ И
ИНДЕКСОМ АКЦИЙ НЕФТЯНОЙ КОМПАНИИ**

Дубовик Валерия Владимировна

УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы»,

факультет математики и информатики, 2 курс,

Гродно, Беларусь

Научный руководитель – Е. А. Сетько, доцент кафедры фундаментальной и прикладной математики УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы», кандидат физико-математических наук, доцент.

Метод наименьших квадратов (МНК) является одним из математических методов, который часто применяется для построения формул, составленных на основе обработки статистических или эмпирических данных. Данный метод широко используется в естественных науках, технике и экономике. В статье МНК используется для описания зависимости между ценой на нефть и индексом акций нефтяной компании.

Ключевые слова: метод наименьших квадратов, статистические данные, прогнозирование.

Введение. В статье рассматривается метод наименьших квадратов, в основе которого лежит теория локального экстремума для функции многих переменных [1, с. 425-429]. МНК является весьма распространённым методом обработки наблюдений, экспериментальных и анкетных данных представляющим результаты некоторого исследования, и записанным в виде таблицы. Здесь данный метод применяется для решения учебной задачи, предлагаемой для самостоятельной работы [2].

Отыскание уравнения прямой по эмпирическим данным называется выравнением по прямой. Пусть некоторая функция $y_n = ax_n + b$ есть линейная зависимость между x и y , где a и b - коэффициенты, которые надо найти. Для качественного исследования стоит иметь как можно больше точек. Минимальный допустимый набор состоит из пяти-шести точек. Таким образом, следует подобрать такую линейную функцию, график которой проходит как можно ближе ко всем заданным точкам. Данную функцию обычно называют аппроксимирующей (теоретической функцией). Одним из методов нахождения такой функций и является метод наименьших квадратов.

Чтобы оценить точность полученного приближения, вычислим y_n и отклонения (разности) $\varepsilon_n = ax_n + b - y_n$. Геометрически, погрешность есть не что иное, разность между ординатой точки на прямой и ординатой опытной точки с той же абсциссой. Погрешности зависят от выбранного положения прямой, т.е. от a и b . Поэтому требуется подобрать a и b таким образом, чтобы эти погрешности были возможно меньшими по абсолютной величине.

Первое, что необходимо сделать – это оценить, насколько велика сумма $\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3 + \dots + \varepsilon_n$, но проблема состоит в том, что разности могут быть и отрицательными. Например, $\varepsilon_2 = ax_2 + b - y_2 < 0$. Поэтому отклонения в результате такого суммирования будут взаимоничтожаться.

Тогда в качестве оценки точности приближения рационально принять сумму модулей отклонений $|\varepsilon_1| + |\varepsilon_2| + |\varepsilon_3| + \dots + |\varepsilon_n|$. Это метод наименьших модулей, но на практике гораздо чаще применяется метод наименьших квадратов, где возможные отрицательные отклонения уничтожаются не модулем, а возведением их в квадрат $\varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2 + \varepsilon_3^2 + \dots + \varepsilon_n^2$. И если эта сумма

квадратов окажется минимальной, то и сами погрешности будут в среднем малыми по абсолютной величине.

В экономических расчетах могут использоваться различные функции. Так как же тогда подобрать функцию для исследования? Искомая функция должна быть достаточно проста. Рассмотрим только случай построения линейной зависимости.

Сделаем попытку установления взаимосвязи между доходностью акций нефтяной компании и доходностью индекса, составляющим которого является акция. Данные используем из [3] представлены на рисунке 1.

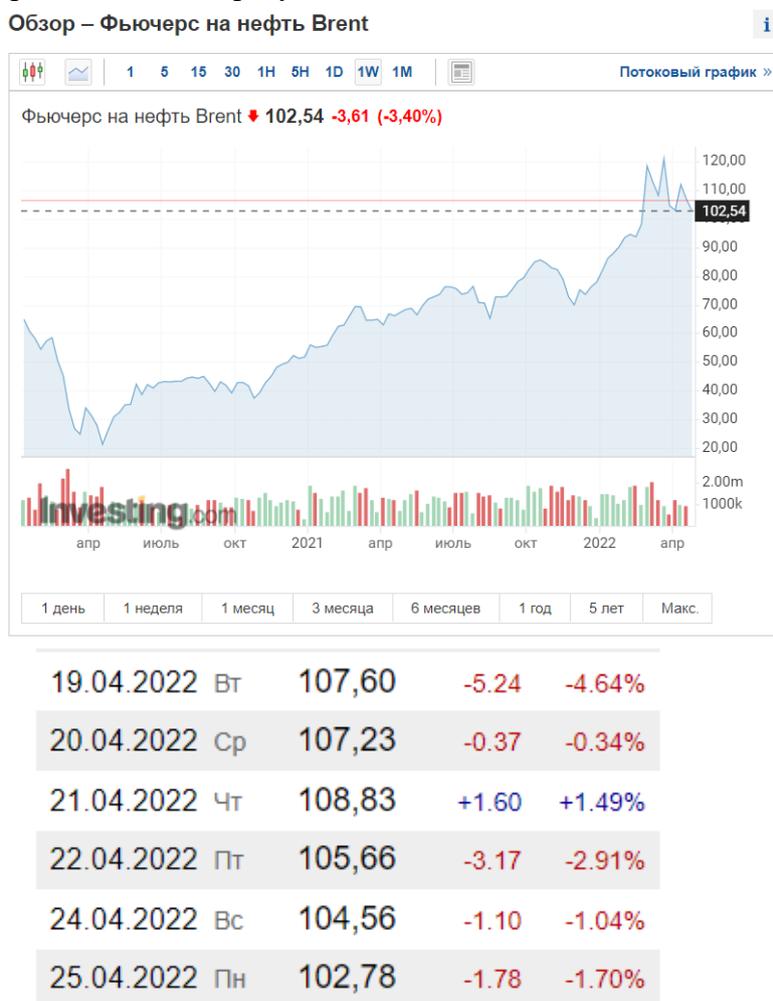


Рисунок 1 – Данные для анализа

Данные для дальнейшей работы представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Данные о ценах на нефть и индексах

№ наблюдения	Цена на нефть, X ден. ед.	Индекс нефтян	$x_i y_i$	x_i^2
1	107,6	110,49	11888,724	11577,76
2	107,23	108,71	11656,9733	11498,27
3	108,83	106,43	11582,7769	11843,97
4	105,66	105,92	11191,5072	11164,04
5	104,56	104,11	10885,7416	10932,79
6	102,78	101,43	10424,9754	10563,73
Сумма по столбцу	636,66	637,09	67630,6984	67580,56

Проанализировав расположение точек на координатной плоскости, предположим, что связь между указанными переменными линейная.

Для линейной функции $y=ax+b$ нормальная система уравнений для нахождения a и b имеет вид [1]:

$$\begin{cases} a \sum x_i^2 + b \sum x_i = \sum x_i y_i, \\ a \sum x_i + b n = \sum y_i. \end{cases}$$

Зависимой переменной (y) в данной регрессионной модели будет являться индекс акций нефтяной компании, а независимой (x) - цена на нефть. Для составления нормальной системы необходимые результаты вычислений занесём в Таблицу 2.

Таблица 2 – Результаты вычислений в программе Microsoft Excel

№ наблюдения	x	y	$x_i y_i$	x_i^2
6	102,78	110,49	11888,72	11577,76
5	104,56	108,71	11656,97	11498,27
4	108,83	106,43	11582,78	11843,97
3	105,66	105,92	11191,51	11164,04
2	104,56	104,11	10885,74	10932,79
1	107,6	101,43	10424,98	10563,73
Сумма по столбцу	636,66	637,09	67630,7	67580,56

Нормальная система уравнений в этом случае примет вид:

$$\begin{cases} 67580,56a + 636,66b = 67630,7 \\ 636,66a + 6b = 673,09 \end{cases}$$

Решая эту систему, получим $a = -154,305294$, $b = 16485,515833$. Следовательно, искомая эмпирическая формула имеет вид $y = -154,305294x + 16485,515833$.

Так как угловой коэффициент у нас отрицательный, найденная зависимость является обратной. Из анализа полученной функции следует, что с увеличением цены на нефть на 1 денежную единицу за баррель индекс нефтяной компании уменьшается в среднем на 154,305294 процентных пункта.

Заключение. В данной статье проиллюстрировано применение МНК с использованием программы Microsoft Excel. Выявленная зависимость, в конечном счете, позволяет делать попытки прогнозов на будущее, отталкиваясь от данных статистических наблюдений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Высшая математика для экономистов: учебник для студентов вузов, обучающихся по экономическим специальностям / Н.Ш. Кремер [и др.]; под ред. проф. Н.Ш. Кремера. – 3-е изд. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2010. – 479 с.
2. Сборник задач по высшей математике для экономистов: Учебное пособие / Под ред. В.И. Ермакова. – М.: ИНФРА-М, 2001. – 575 с.
3. Обзор – Фьючерс на нефть Brent [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.investing.com/commodities/brent-oil>. – Дата доступа: 17.03.2022.

**XII Республиканская научно-практическая конференция-конкурс
научно-исследовательских работ учащихся средних,
средних специальных учебных заведений и студентов вузов
«От Альфа к Омеге...» (с международным участием)**

Секция 2. Прикладная математика

СТАТЬИ СТУДЕНТОВ

**МАРКОВСКИЕ СИСТЕМЫ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ
И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ**

Жихарко Мария Федоровна

УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы»,

факультет математики и информатики, 2 курс,

Гродно, Беларусь

Научный руководитель – Т. В. Русилко, доцент кафедры фундаментальной и прикладной математики УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы», кандидат физико-математических наук, доцент.

В данной статье исследуются марковские системы массового обслуживания и их применение при моделировании сложных систем и процессов. Приводятся сведения о системах массового обслуживания (СМО), их классификация, обозначения в символике Кендалла. В работе приведен пример исследования реальной системы, для которой СМО является моделью. Рассчитаны основные характеристики ее эффективности в стационарном режиме.

Ключевые слова: система массового обслуживания, марковская система массового обслуживания, моделирование

Введение. Ожидание обслуживания является частью повседневной жизни людей. Мы подолгу можем стоять в очередях к кабинетам, кассам, ожидать на остановках общественного транспорта, метро, аэропортов. Однако ожидание касается не только людей, но и товаров, документов и других предметов, образующих очередь в той или иной сфере. Поэтому основной задачей для минимизации суммарных затрат, заключающихся в ожидании обслуживания заявок и потерь от простаивающих средств обслуживания, является решение одновременно двух вопросов: формирование потока заявок в систему и обеспечение средствами обслуживания. Этим и занимается теория систем массового обслуживания (СМО).

Общие сведения о системах массового обслуживания. СМО определяется как объект, предназначенный для обслуживания заявок, поступающих в систему. СМО состоит из каналов обслуживания и накопителей, в которых заявки ожидают своей очереди на обслуживание. Основными элементами являются входящий поток заявок, очередь на обслуживание, приборы обслуживания и выходящий поток заявок, что иллюстрирует рисунок 1.

Совокупность событий, распределенных во времени, называется потоком. Если событие заключается в появлении заявок, имеем поток заявок. Поток называют пуассоновским, если количество требований n , поступающих за какой-то промежуток времени t , распределено по закону Пуассона:

$$P(n, t) = \frac{(\lambda t)^n}{n!} e^{-\lambda t},$$

где $P(n, t)$ показывает с какой вероятностью поступают n заявок за определенный интервал времени t ; λ – интенсивность потока; n – случайное число, принимающее целочисленные значения, $n=0,1,2,\dots$, здесь $t>0$ и $\lambda>0$. Пуассоновский поток может быть стационарным и нестационарным в зависимости от того меняется ли λ с течением времени.

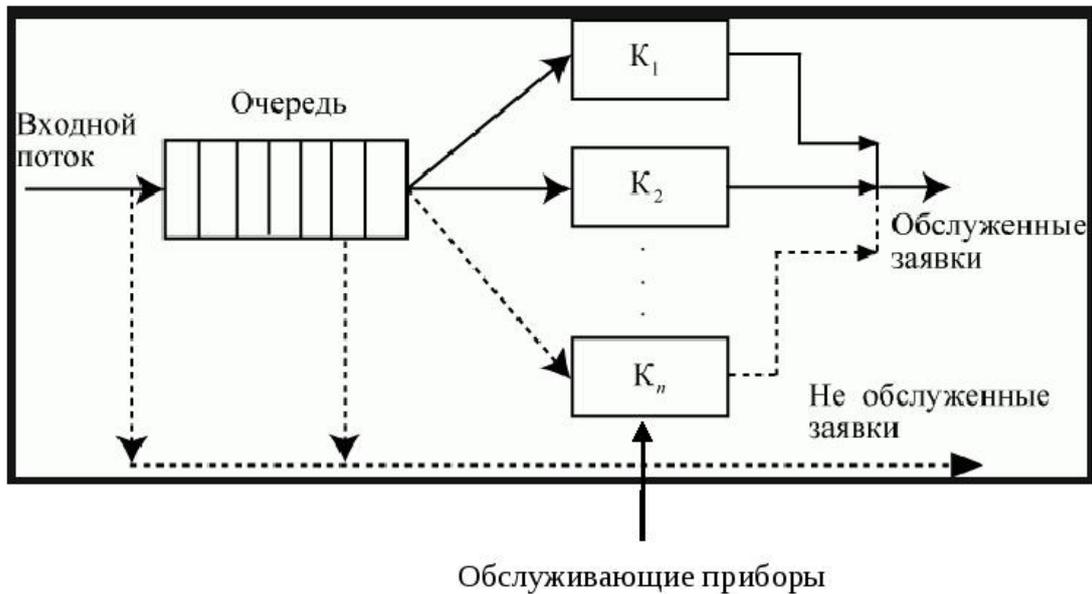


Рисунок 1 – Основные элементы СМО

Длительность обслуживания отвечает за длительность нахождения заявки в приборе. Часто длительность обслуживания распределяется по экспоненциальному (показательному) закону обслуживания. Экспоненциальное распределение — абсолютно непрерывное распределение, моделирующее время между двумя последовательными свершениями одного и того же события.

Классификация СМО. В теории массового обслуживания СМО классифицируются по следующим признакам: по количеству приборов, их расположению, возможности образования очереди, объему заявок и алгоритму планирования очереди в системе.

В зависимости от количества приборов обслуживания СМО делятся на:

- одноканальные;
- многоканальные.

По расположению каналов относительно друг друга СМО делятся на:

- системы с параллельным расположением каналов (обслуживание заявок может вести любой свободный или освободившийся прибор);
- системы с последовательным расположением каналов (обслуживание ведут несколько каналов, но с условием, что следующий прибор начинает обслуживание, только после завершения обслуживания предыдущим).

По способу образования очереди СМО делятся на:

- системы с отказом в обслуживании (системы, в которых образование очереди невозможно);
- системы с ограничением на длину очереди (системы, в которых образование очереди ограничено каким-то параметром);
- системы без очереди (системы, в которых очередь может расти без ограничений).

По расположению источника требований системы могут быть разомкнутыми (источник заявок находится вне системы) и замкнутыми (источник находится в самой системе).

Обозначения СМО в символикe Кендалла. Для простоты описания СМО часто пользуются символикoй Кендалла. В символикe может использоваться до 6 позиций, которые обозначаются следующим образом: $_{-} / _{ -} / _{ -} / _{ -} / _{ -} / _{ -}$. Но при записи простейших однофазовых СМО используется 4 позиции, причем часто на первых двух позициях записываются символы, а на двух других числа. Пример представления: $A/B/N/L$.

На первой позиции дается информация о поступающем потоке, вторая задает закон распределения времени на обслуживание заявок в приборе, третья – количество приборов, четвертая – количество мест ожидания, на пятой указывается способ выбора заявок из очереди (в системе с ожиданием), на шестой даются сведения о порядке выбора свободного прибора.

На первой и второй позициях задаются законы распределений интервалов времени между моментами поступления заявок в систему и длительности обслуживания заявок в приборе соответственно: M – экспоненциальное распределение времени обслуживания, входящий поток заявок – простейший; D – распределение по детерминированному закону; G – произвольное распределение; U – равномерное распределение; E_n – распределение Эрланга n -ого порядка и т.д.

Примеры:

$M/M/1$ – одноканальная СМО с накопителем неограниченной емкости, в которую поступает простейший поток с экспоненциальной длительностью обслуживания.

$M/G/5/7$ – пятиканальная СМО с накопителем в 7 мест, с пуассоновским входным потоком и с произвольным распределением длительности обслуживания.

$D/E_2/7/0$ – семиканальная СМО без накопителя, в которую поступает детерминированный поток с длительностью обслуживания заявок в приборе, распределенной по закону Эрланга 2-ого порядка.

Марковские СМО. Для процессов массового обслуживания с простейшим входным потоком и экспоненциальным законом распределения времени обслуживания характерно отсутствие последействия. То есть будущее развитие рассматриваемых процессов зависит лишь от их текущих состояний и не зависит от того, как происходило их развитие в прошлом. Это означает, что такие процессы являются марковскими.

Примерами марковских процессов в данной ситуации могут выступать:

- такси;
- кассы;
- справочные бюро;
- и другие технологические системы управления гибких производственных систем.

Стационарный и переходный режим функционирования СМО. СМО может работать как в стационарном режиме, когда вероятностные характеристики не меняются со временем, так и в переходном режиме, когда значения характеристик меняются со временем, стремясь в пределе к стационарным значениям.

В стационарном режиме функционирования система меняет свое состояние случайным образом, но вероятности состояний уже не зависят от текущего времени. Каждая из них, являясь константой, характеризует относительное время пребывания системы в данном состоянии. Непременным условием этого режима является отсутствие перегрузок, то есть интенсивность поступления заявок должна быть меньше, чем интенсивность обслуживания.

Это записывается в виде условия:

$$\lambda < \mu \text{ или } \lambda b < 1,$$

где λ – интенсивность потока, μ – интенсивность обслуживания, b – средняя длительность обслуживания.

Переходный режим возникает, длится некоторое время и затем затухает, после чего система переходит в стационарный режим работы, однако при внешнем вмешательстве снова возникает переходный режим, и ситуация повторяется.

Основные характеристики функционирования СМО в стационарном режиме.

Основными характеристиками СМО являются среднее число заявок в очереди (L_q), среднее число заявок в системе (L_s), среднее время нахождения заявки в системе (W_s), среднее время нахождения заявки в очереди (W_q), среднее кол-во занятых приборов (\bar{c}), среднее число заявок, обслуживаемых в единицу времени (A), вероятность обслуживания поступившей заявки (Q), среднее время обслуживания одной заявки ($\overline{t_{\text{обсл}}}$).

Пусть в системе находится n клиентов, рассчитаем функциональные характеристики:

$$L_S = \sum_{n=1}^N np_n$$

$$L_q = \sum_{n=c+1}^N (n-c)p_n$$

С помощью формул Литтла мы можем показать зависимость между L_S и W_S (а также L_q и W_q):

$$L_S = \lambda_{\text{эффект}} W_S$$

$$L_q = \lambda_{\text{эффект}} W_q$$

Параметр $\lambda_{\text{эффект}}$ может равняться интенсивности поступления заявок при условии, что все появляющиеся заявки попадают в обслуживающую систему, если это условие не выполняется, то $\lambda_{\text{эффект}} < \lambda$.

$$\lambda_{\text{эффект}} = \lambda(1 - P_{\text{отказа}})$$

$$P_N = P_{\text{отказа}}$$

$$\lambda_{\text{потери}} = \lambda - \lambda_{\text{эффект}} = \lambda P_{\text{отказа}}$$

Также есть прямая зависимость между средним временем нахождения в системе и средним временем нахождения в очереди: $W_S = W_q + b$. Откуда вытекает формула $L_S = L_q + \lambda_{\text{эффект}} b$. По определению разность между L_S и L_q равна среднему количеству занятых приборов \bar{c} . Следовательно, $\bar{c} = L_S - L_q = \sum_{n=1}^N np_n + \sum_{n=c+1}^N (n-c)p_n$.

Пример 1. Для примера возьмем магазин самообслуживания, в котором $n=2$ кассы, $m=3$ места в очереди, интенсивность потока $\lambda=0,5$ покупателей/мин, интенсивность обслуживания $\mu=0,4$ покупателей/мин.

Перечислим все возможные состояния данной СМО $M/M/2/3$.

S_0 – СМО свободна;

S_1 – одна линия занята, очереди нет;

S_2 – две линии заняты, очереди нет;

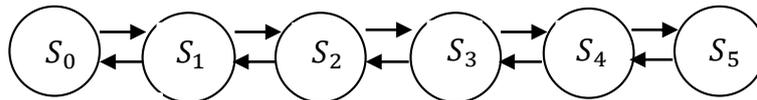
S_3 – две линии заняты, 1 заявка в очереди;

S_4 – две линии заняты, 2 заявки в очереди;

S_5 – две линии заняты, 3 заявки в очереди.

Если поступит еще одна заявка, то она получит отказ, так как в очереди нет места.

Построим граф процесса «гибели и размножения»:



Если входящий поток является простейшим, то заявки поступают по одной за время Δt , $\Delta t \rightarrow 0$. Поэтому стрелки идут из каждого состояния только в следующее.

Найдем вероятности состояний в стационарном режиме:

$$p_0 = (1 + 0,5^1/0,4 + 0,5^2/0,4 * 0,8 + 0,5^3/0,4 * 0,8 * 0,8 + 0,5^4/0,4 * 0,8 * 0,8 * 0,8 + \frac{0,5^5}{0,4 * 0,8 * 0,8 * 0,8 * 0,8})^{-1} = 0,249,$$

Значит с вероятностью 24,9% магазин в стационарном режиме пуст. Определим вероятности остальных состояний:

$$p_1 = \frac{0,5}{0,4} * 0,249 = 0,311;$$

$$p_2 = \frac{0,5^2}{0,4 * 0,8} * 0,249 = 0,195;$$

$$p_3 = \frac{0,5^3}{0,4 * 0,8 * 0,8} * 0,249 = 0,122;$$

$$p_4 = \frac{0,5^4}{0,4 * 0,8 * 0,8 * 0,8} * 0,249 = 0,076;$$

$$p_5 = \frac{0,5^5}{0,4 * 0,8 * 0,8 * 0,8 * 0,8} * 0,249 = 0,047.$$

Контроль $\sum p_i = 1$.

Определим основные характеристики функционирования системы в стационарном режиме.

$$p_{\text{отказа}} = p_5 = 0,047,$$

$$Q = 1 - p_{\text{отказа}} = 1 - 0,047 = 0,953,$$

$$A = \lambda Q = 0,5 * 0,953 = 0,477,$$

$$L_s = 0 * p_0 + 1 * p_1 + 2 * p_2 + 3 * p_3 + 4 * p_4 + 5 * p_5 = 1 * 0,311 + 2 * 0,249 + 3 * 0,122 + 4 * 0,076 + 5 * 0,047 = 1,606,$$

$$L_q = 1 * p_3 + 2 * p_4 + 3 * p_5 = 0,415,$$

$$\bar{c} = 1,606 - 0,415 = 1,191,$$

$$W_s = \frac{1,606}{0,5} = 3,212 \text{ мин},$$

$$W_q = \frac{0,415}{0,5} = 0,83 \text{ мин},$$

$$\bar{t}_{\text{обсл}} = \frac{1}{\mu} = \frac{1}{0,8} = 1,25 \text{ мин},$$

Пример 2. В банке города работает 4 кассы. Время, потраченное на обслуживание одного клиента, в среднем 20 минут. Клиенты подходят к окну в среднем по 4 чел/час. Определить характеристики работы банка.

Данный банк моделируется четырехканальным СМО ($n=4$) с ожиданием без ограничений на длину очереди и на время ожидания. $\lambda = 4, n = 4, t_{\text{общ}} = 4$, следовательно, $\mu = 3$ чел/час. Нагрузка системы $\rho = \lambda/\mu = 1,33$ эрланга. Нагрузка, приходящая на один канал, $\gamma = \rho/n = 1,33/4 = 0,33 < 1$, т.е. предельный режим функционирования существует, и мы можем определить основные характеристики эффективности СМО в предельном режиме.

$$p_0 = (1 + 4 * 0,33 + 4^2/2! * 0,33^2 + 4^3/3! * 0,33^3 + 4^4/4! * 0,33^4 + 4^4/4! * 0,33^5)^{-1} = 0,266,$$

$$K_{\text{обсл}} = \rho = 1,33$$

$$r = \frac{4^4}{4!} * \frac{0,33^5}{(1-0,33)^2} * 0,266 = 0,025$$

$$\bar{K} = 1,33 + 0,025 = 1,355$$

$$\bar{t}_{\text{оч}} = \frac{4^4}{4 * 4!} * \frac{0,33^5}{(1-0,33)^2} * 0,266 = 0,0062 \text{ ч}$$

$$\bar{t}_{\text{сист}} = \frac{4}{4} * 0,33 + \frac{4^4}{4 * 4!} * \frac{0,33^5}{(1-0,33)^2} * 0,266 = 0,336 \text{ ч}$$

Заключение. В данной работе представлена подробная информация о СМО, а также примеры и принципы работы таких систем в различных сферах жизни человека. Исходя из вышеприведенной информации можно сделать вывод, что при дальнейшем развитии систем массового обслуживания способ распределения заявок будет эффективнее: на данный процесс

будет затрачиваться меньше времени, что в свою очередь приведет к уменьшению количества создаваемых очередей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Будылина, Е. А. Системы массового обслуживания: марковские процессы с дискретными состояниями / Е. А. Будылина, И. А. Гарькина, Я. И. Сухов. // Молодой ученый. – 2014. – № 6 (65). – С. 145-148.
2. Солнышкина, И.В. Теория систем массового обслуживания: учеб. пособие / И. В. Солнышкина. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КнАГТУ», 2015. – 76 с.

**XII Республиканская научно-практическая конференция-конкурс
научно-исследовательских работ учащихся средних,
средних специальных учебных заведений и студентов вузов
«От Альфа к Омеге...» (с международным участием)
Секция 2. Прикладная математика
СТАТЬИ СТУДЕНТОВ**

**ИМПОРТ ДАННЫХ И ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКОВ СРЕДСТВАМИ ЯЗЫКА
ПРОГРАММИРОВАНИЯ R**

Пугач Иван Александрович, Василюк Артур Станиславович
*УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы»,
факультет математики и информатики, 2 курс,
Гродно, Беларусь*

Научный руководитель – Н. В. Семенчук, доцент кафедры фундаментальной и прикладной математики УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы», кандидат физико-математических наук, доцент.

Целью данной работы является импорт статистических данных в виде временных рядов с высокой волатильностью и их предварительный графический анализ средствами языка программирования R.

На первом этапе был программно реализован импорт следующих данных: значения стоимости 22 криптовалют на момент закрытия торгов за период с 1 января 2018 г. по 6 декабря 2019 г., а также значения стоимости биткоина на момент закрытия торгов в период с 1 января 2016 г. по 24 августа 2019 г. Для этого использовались возможности библиотеки «readr» [1]. Далее, используя библиотеку «tibble» [1], данные были преобразованы в объекты класса tsibble. Данный класс позволяет работать с временными рядами с нерегулярной регистрацией наблюдений во времени, с наличием нескольких переменных разных типов, нескольких группирующих переменных, что свойственно данным в виде временных рядов с высокой волатильностью. Далее, используя возможности библиотек dplyr, ggrepel, ggplot2, было программно реализовано построение различных графиков, демонстрирующих динамику импортированных временных рядов в рассматриваемый период времени.

Набор данных cryptos содержит собранные с сайта CoinMarketCap значения стоимости 22 криптовалют на момент закрытия торгов. Эти данные охватывают период с 1 января 2018г. по 6 декабря 2019г. и имеют очень простую структуру:

```
require(tibble)
require(readr)

cryptos <- read_csv("cryptos_price.csv")
glimpse(cryptos, width = 60)
> glimpse(cryptos, width = 60)
Rows: 15,510
Columns: 3
$ y      <dbl> 7547.00, 7448.31, 7252.03, 7320.15, 7321.99, ...
$ ds     <date> 2019-12-06, 2019-12-05, 2019-12-04, 2019-12-...
$ coin   <chr> "bitcoin", "bitcoin", "bitcoin", "bitcoin", "...
```

Переменная y – это стоимость криптовалюты coin (в долларах США), отмеченная в день ds. Все 22 временных ряда изображены на рис. 1.

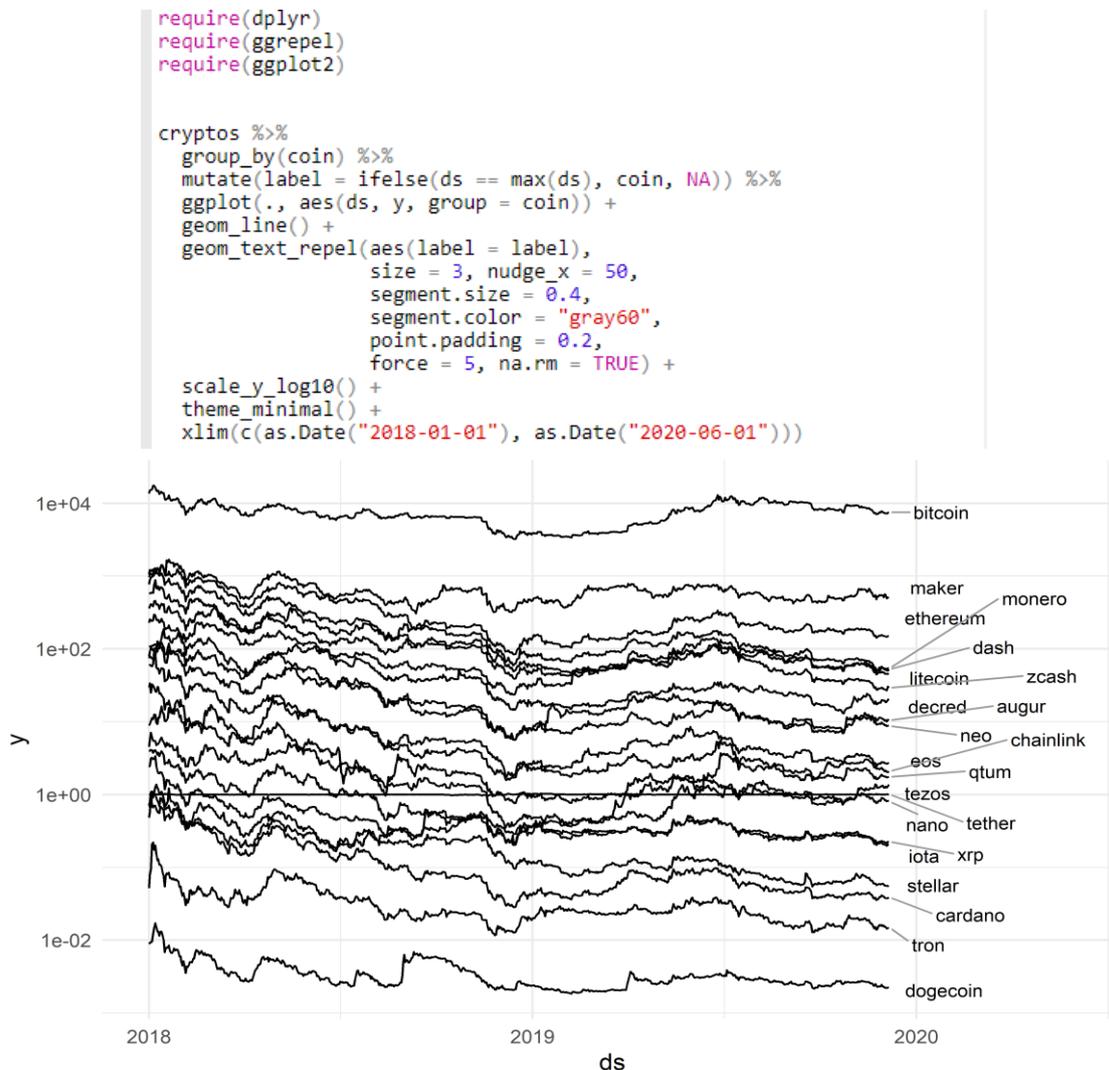


Рисунок 1 – Динамика стоимости 22 криптовалют

Набор данных bitcoin содержит собранные с сайта CoinMarketCap значения стоимости биткоина на момент закрытия торгов в период с 1 января 2016г. по 24 августа 2019г.

```
bitcoin <- read_csv("bitcoin_price.csv") %>%
  as_tsibble(., key = NULL, index = ds)
glimpse(bitcoin, width = 60)
```

Rows: 1,332

Columns: 2

\$ y <dbl> 434.33, 433.44, 430.01, 433.09, 431.96, 429.11,...

\$ ds <date> 2016-01-01, 2016-01-02, 2016-01-03, 2016-01-04,...

Переменная y — это стоимость биткоина (в долларах США), отмеченная в день ds. Заметьте, что в отличие от рассмотренного выше набора данных cryptos, таблица bitcoin содержит только один временной ряд. Поэтому при преобразовании этой таблицы в формат tsibble аргументу key было присвоено значение NULL — таким образом мы сообщили программе, что в таблице нет группирующих переменных. Динамика стоимости биткоина в рассматриваемый период времени изображена на рис. 2.

```
bitcoin %>%
  ggplot(., aes(ds, y)) +
  geom_line() + scale_y_log10() +
  theme_minimal()
```



Рисунок 2 – Динамика стоимости биткоина

Заключение. В данной статье продемонстрированы возможности визуализации временных рядов средствами языка программирования R. Для визуализации и анализа были использованы возможности библиотек `readr`[1], `tibble`[1], `dplyr`[2], `ggrepel`[2], `ggplot2`[2]. С помощью данных библиотек имеется возможность визуализации временных рядов, а в последствии и их детальный анализ на основании полученных графиков. Так, в данной работе была проанализирована стоимость криптовалют, что может помочь понять сам рынок, понять тенденции роста, или же падения электронных валют.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Справочные материалы по пакету `readxl` [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cran.r-project.org/web/packages/>. – Дата доступа: 14.06.2022.
2. Giorgino, T. Computing and Visualizing Dynamic Time Warping Alignments in R: The Dtw Package / T. Giorgino // *Journal of Statistical Software*. – 2009. – Vol. 31 (7). – P. 1–24.

**ХII Республиканская научно-практическая конференция-конкурс
научно-исследовательских работ учащихся средних,
средних специальных учебных заведений и студентов вузов
«От Альфа к Омеге...» (с международным участием)**

Секция 2. Прикладная математика

СТАТЬИ СТУДЕНТОВ

**НЕОБХОДИМЫЕ УСЛОВИЯ НАЛИЧИЯ СВОЙСТВА ПЕНЛЕВЕ У
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ В ЧАСТНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ПЯТОГО
ПОРЯДКА**

Станулевич Андрей Викторович

УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы»,

факультет математики и информатики, 4 курс,

Гродно, Беларусь

Научный руководитель – Е. Е. Кулеш, доцент кафедры фундаментальной и прикладной математики УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы», кандидат физико-математических наук, доцент.

В работе исследуется одно дифференциальное уравнение в частных производных пятого порядка на наличие свойства Пенлеве. Во введении приводится известное в литературе определение свойства Пенлеве для дифференциального уравнения в частных производных, а также описание основного метода исследования — метода резонансов. В основной части исследована резонансная структура исследуемого уравнения, проверено выполнение необходимых условий наличия свойства Пенлеве.

Ключевые слова: Дифференциальное уравнение, свойство Пенлеве, метод резонансов.

Введение. Дифференциальные уравнения в частных производных используются для описания различных по своей природе физических явлений таких как задачи о нелинейных волнах, возникающих при стекании тонкого слоя жидкости по наклонной плоскости, процессов турбулентности, волн дрейфа в плазме, фронта пламени, проблемы взаимодействия волн большой амплитуды, возникающих в физике плазмы, нелинейной оптике, физике ферромагнетиков и др.

В работах Пенлеве и его учеников были получены важные результаты по проблеме отсутствия в решениях обыкновенных дифференциальных уравнений подвижных критических особых точек. Это свойство дифференциальных уравнений называют теперь свойством Пенлеве.

Дифференциальное уравнение в частных производных имеет *свойство Пенлеве*, если все подвижные особенности его общего решения, если они существуют, являются полярными.

Для исследования дифференциального уравнения в частных производных n -го порядка на наличие свойства Пенлеве используется метод резонансов (его также называют тестом Пенлеве, или сингулярным анализом). В исследуемое уравнение подставляют ряд

$$w(x, t) = u_0 \varphi^{-s} + \dots + u_r \varphi^{r-s} + \dots, \quad (1)$$

где $u_0 = u_0(x, t) \neq 0$, $u_k = u_k(x, t)$ – аналитические функции в окрестности Φ , $s \in N$. В результате получим выражение вида

$$A(u_0) \varphi^{-d} + \dots + R(r) u_r \varphi^{r-d} + \dots = 0.$$

Из уравнения $A(u_0) = 0$ найдем u_0 . Подставляя найденные u_0 в уравнение $R(r) = 0$, найдем соответствующие значения r , называемые резонансными числами. Наборы

$$(s, u_0; r_1, \dots, r_n) \quad (2)$$

определяют резонансную структуру исследуемого дифференциального уравнения в частных производных.

Теорема существования неявной функции утверждает, что вблизи поверхности Φ функция $\varphi(x, t)$ может быть представлена в виде $\varphi = (x, t) = x - \gamma(t)$, где $\varphi(\gamma(t), t) = 0$ при условии, что $\varphi_x(x, t) \neq 0$ на поверхности Φ . Тогда $\varphi_x = 1$. Заменяя x на $\varphi - \gamma(t)$ в коэффициентах $u_k(x, t)$ и переразложив ряд (1), получим ряд по степеням φ с коэффициентами, зависящими только от t :

$$u(x, t) = \sum_{k=0}^{\infty} u_k(t) \varphi^{k-s}. \quad (3)$$

Необходимым условием А (В) наличия свойства Пенлеве для дифференциального уравнения в частных производных n -го порядка будем называть произвольность функции φ и $n - 1$ резонансных коэффициентов u_{r_i} , $i = \overline{1, n-1}$ ряда (1) (ряда (3)), представляющего решение дифференциального уравнения в частных производных.

Основная часть. В данной работе ставится задача построить дифференциальное уравнение в частных производных пятого порядка со свойством Пенлеве и найти некоторые его решения. В работе [2] показано, что обыкновенное дифференциальное уравнение

$$y'''' = 3yy'''' + 9y'y'' - 3y^2y'' - 6yy'^2 \quad (4)$$

имеет свойство Пенлеве. Построим на его основе дифференциальное уравнение в частных производных

$$w^2 \left(w_{xxxx} - 3ww_{xxx} - 9w_x w_{xx} + 3w^2 w_{xx} + 6ww_x^2 \right)_x = w_t. \quad (5)$$

Определим резонансную структуру уравнения (5). Будем искать решение уравнения (5) в виде ряда

$$w = u_0 \varphi^{-s} + u_1 \varphi^{-s+1} + \dots + u_r \varphi^{-s+r} + \dots, \quad (6)$$

где $\varphi = \varphi(x, t)$, $\varphi_x = 1$, $u_k = u_k(t)$. Приравнявая наименьшие степени каждого слагаемого левой части уравнения (5), найдем s :

$$\begin{aligned} -s - 5 &= -s - s - 4 = -s - 1 - s - 3 = -s - s - 1 - s - 2; \\ s + 5 &= 2s + 4 = 3s + 3; \\ s &= 1. \end{aligned}$$

Тогда ряд (6) примет вид

$$w = u_0 \varphi^{-1} + \dots + u_r \varphi^{-1+r} + \dots \quad (7)$$

Подставляя ряд (7) в уравнение (5) и приравнявая коэффициенты при φ^{-8} , получим для определения u_0 уравнение

$$u_0^5 + 3u_0^4 + 2u_0^3 = 0. \quad (8)$$

Приравнявая коэффициенты при φ^{r-8} , получим уравнение для определения резонансных чисел

$$\begin{aligned} r^5 - 3(u_0 + 5)r^4 + (3u_0^2 + 42u_0 + 85)r^3 - 3(12u_0^2 + 71u_0 + 75)r^2 + \\ + (141u_0^2 + 462u_0 + 274)r - 60(3u_0^2 - 6u_0 - 2) = 0. \end{aligned} \quad (9)$$

Из (8) и (9) найдём $u_0 = -1$, $r = -1, 1, 3, 4, 5$; $u_0 = -2$, $r = -1, -2, 3, 4, 5$.

Перепишем уравнение (5) в виде:

$$w^2 \left(w_{xxxx} - 3ww_{xxx} - 12w_x w_{xx} - 9w_{xx}^2 + 18ww_x w_{xx} + 3w^2 w_{xx} + 6w_x^3 \right) = w_t. \quad (10)$$

Проверка выполнения необходимого условия А. Будем искать далее решение уравнения (10) в виде ряда (7), где $\varphi = \varphi(x, t)$, $\varphi_x \neq 1$, $u_k = u_k(x, t)$. Первый коэффициент принимает значения $u_0 = -\varphi_x$. Первое резонансное условие, отвечающее произвольности u_1 , имеет вид

$$\begin{aligned} 36\varphi_x \varphi_{xx} u_0^5 - 12\varphi_x^2 (16\varphi_x u_1 - 18\varphi_{xx} - 9u_{0x}) u_0^4 - \\ - 48\varphi_x^3 (9\varphi_x u_1 - 5\varphi_{xx} - 6u_{0x}) u_0^3 - 120\varphi_x^4 (2\varphi_x u_1 - u_{0x}) u_0^2 = 0 \end{aligned} \quad (11)$$

и выполняется с учетом вида u_0 . Приравнявая коэффициенты при φ^{-6} , получим уравнение

$$18 \left(\varphi_x^2 u_2 + (-u_1^2 + u_{1x}) \varphi_x + u_1 \varphi_{xx} - \frac{\varphi_{xxx}}{3} \right) \varphi_x^5 = 0, \quad (12)$$

из которого находим

$$u_2 = \frac{3\varphi_x u_1^2 - 3\varphi_x u_{1x} - 3\varphi_x u_1 + \varphi_{xxx}}{3\varphi_x^2}. \quad (13)$$

Аналогично проверим выполнение резонансных условий, отвечающих произвольности u_3, u_4, u_5 :

$$6\varphi_x^3 (6\varphi_x^3 u_1 u_2 - 6\varphi_x^2 u_1^3 + 3\varphi_x^3 u_{2x} + 9\varphi_x^2 \varphi_{xx} u_2 + 3\varphi_x^2 u_{1xx} + 9\varphi_x \varphi_{xx} u_{1x} + \varphi_x \varphi_{xxx} u_1 + 3\varphi_{xx}^2 u_1 - \varphi_x \varphi_{xxxx} - \varphi_{xx} \varphi_{xxx}) = 0; \quad (14)$$

$$36u_2^2 \varphi_x^6 + (-54u_1^2 u_2 - 36u_1 u_{2x} + 36u_{1x} u_2 - 9u_{2xx}) \varphi_x^5 + (18u_1^4 - 72\varphi_{xx} u_1 u_2 + 54u_1^2 u_{1x} - 45\varphi_{xx} u_{2x} - 33\varphi_{xxx} u_2 - 18u_1 u_{1xx} + 18u_{1x}^2 - 9u_{1xxx}) \varphi_x^4 + (54\varphi_{xx} u_1^3 - 36\varphi_{xx}^2 u_2 - 54\varphi_{xx} u_1 u_{1x} - 18\varphi_{xxx} u_1^2 - 36\varphi_{xx} u_{1xx} - 30\varphi_{xxx} u_{1x} + 3\varphi_{xxxx} u_1 + 3\varphi_{xxxxx}) \varphi_x^3 + (-27\varphi_{xx}^2 u_1^2 - 18\varphi_{xx}^2 u_{1x} + 3\varphi_{xx} \varphi_{xxxx} + \varphi_{xxx}^2) \varphi_x^2 = 0; \quad (15)$$

$$36\varphi_x^6 u_2 u_3 + (-36u_1^2 u_3 - 36u_1 u_2^2 + 36u_{1x} u_3 - 36u_2 u_{2x}) \varphi_x^5 + (36u_1^3 u_2 + 36\varphi_{xx} u_3 - 108\varphi_{xx} u_2^2 + 18u_1^2 u_{2x} + 36u_1 u_{1x} u_2 - 12\varphi_{xxx} u_3 + 18u_1 u_{2xx} - 36u_{1xx} u_2 + 3u_{2xxx}) \varphi_x^4 + (90\varphi_{xx} u_1^2 u_2 - 36u_1^3 u_{1x} + 90\varphi_{xx} u_1 u_{2x} - 108\varphi_{xx} u_{1x} u_2 + 18\varphi_{xxx} u_1 u_2 - \varphi_{xxx} u_1 u_2 - 18u_1^2 u_{1xx} - 36u_1 u_{1x}^2 + 18\varphi_{xx} u_{2xx} + 18\varphi_{xxx} u_{2x} + 18\varphi_{xxxx} u_2 + 12u_1 u_{1xxx} - 18u_{1x} u_{1x} + 3u_{1xxxx}) \varphi_x^3 + (-36\varphi_{xx} u_1^4 + 36\varphi_{xx}^2 u_1 u_2 - 54\varphi_{xx} u_1^2 u_{1x} - 6\varphi_{xxx} u_1^3 + 18\varphi_{xx}^2 u_{2x} + 30\varphi_{xx} \varphi_{xxx} u_2 + 54\varphi_{xx} u_1 u_{1xx} - 18\varphi_{xx} u_{1x}^2 + 42\varphi_{xx} u_1 u_{1x} + 9\varphi_{xxxx} u_1^2 + 12\varphi_{xx} u_{1xxx} + 18\varphi_{xxx} u_{1xx} + 12\varphi_{xxxx} u_{1x} - 3\varphi_{xxxxx} u_1 - \varphi_{xxxxx}) \varphi_x^2 + 2u_1 (18\varphi_{xx}^2 u_{1x} + 9\varphi_{xx} \varphi_{xxx} u_1 - 3\varphi_{xx} \varphi_{xxxx} - \varphi_{xxx}^2) \varphi_x = 0. \quad (16)$$

С учетом вида коэффициентов u_0 и u_2 убеждаемся, что резонансные условия, (14)-(16) также выполняются. Аналогично можно убедиться в выполнении всех резонансных условий при $u_0 = -2\varphi_x$.

Теорема. Для уравнения (10) выполнено необходимое условие А наличия свойства Пенлеве.

Заключение. В работе исследована резонансная структура дифференциального уравнения в частных производных уравнения пятого порядка (5), проверено выполнение необходимого условия А наличия свойства Пенлеве для уравнения (5).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Weiss, J. The Painleve property for partial differential equations / J. Weiss, M. Tabor, G. Carnevale // J. Math. Phys. – 1983. – Vol. 24, № 3. – P. 522–526.
2. Мартынов, И. П. Аналитическая теория нелинейных уравнений и систем / И. П. Мартынов, Н. С. Березкина, В. А. Пронько. – Гродно: ГрГУ, 2009. – 395 с.

**XII Республиканская научно-практическая конференция-конкурс
научно-исследовательских работ учащихся средних,
средних специальных учебных заведений и студентов вузов
«От Альфа к Омеге...» (с международным участием)**

Секция 2. Прикладная математика

СТАТЬИ СТУДЕНТОВ

**ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ ПРЕДЕЛЬНОГО ЦИКЛА АВТОНОМНОЙ
СИСТЕМЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ**

Теребей Эдгар Викторович

УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы»,

факультет математики и информатики, 2 курс,

Гродно, Беларусь

Научный руководитель – А. В. Кузьмич, доцент кафедры фундаментальной и прикладной математики УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы», кандидат физико-математических наук.

Объектом исследования является автономная система, правые части которой представляют собой полиномы. Предмет исследования – предельные циклы автономной системы дифференциальных уравнений. Цель исследования – разработка программного модуля для визуализации построения предельного цикла автономной системы дифференциальных уравнений в пакете компьютерной алгебры «Wolfram Mathematica». Полученные результаты могут быть применены в качественной теории и теории бифуркаций обыкновенных дифференциальных уравнений.

Ключевые слова: система компьютерной алгебры, автономная дифференциальная система, предельный цикл, фазовая траектория.

Введение. Многие реальные процессы в различных областях науки и техники могут быть представлены в виде систем дифференциальных уравнений, однако не для любой системы возможно получить решение в элементарных функциях. Линейные системы дифференциальных уравнений являются единственными системами, для которых известен аналитический вид решения, однако с помощью линейных дифференциальных систем не многие процессы могут быть описаны, а решение для нелинейных систем не всегда могут быть найдены. Но даже когда такие решения найдены, они могут быть сложными и трудно поддающимися анализу. Поэтому, методы и приемы, позволяющие изучать свойства решений систем дифференциальных уравнений без непосредственного интегрирования системы, приобрели большое значение. Качественная теория дифференциальных уравнений занимается разработкой именно таких методов и приемов. Одной из задач которой является определения количества и расположения предельных циклов, которые соответствуют автоколебательным режимам в моделируемых процессах. На сегодняшний день существует множество пакетов компьютерной алгебры для построения траекторий автономных систем дифференциальных уравнений, таких как «Mathcad», «Maple», «Macysma», «MATLAB», «Mathematica» и др. Целью работы является разработка программного модуля для визуализации построения предельного цикла автономной системы дифференциальных уравнений в пакете компьютерной алгебры.

Основная часть. Рассмотрим автономную систему дифференциальных уравнений

$$x'(t) = y(t)$$

$$y'(t) = y(t) - y^2(t) - y^3(t) - (1 - y(t))^2 x(t) + (-1 - 2x(t) - ax^2(t) + c)y(t) - 1/a(1 + x(t))(ax^2(t) - c) \quad (1)$$

Для которой в работе [1] было доказано, что во всей фазовой плоскости она имеет не более одного предельного цикла.

Для визуализации построения предельного цикла была использована система компьютерной алгебры «Wolfram Mathematica», которая широко используется для научных, инженерных и математических расчетов. Данная система компьютерной алгебры была выбрана, так как имеет достаточно большое количество средств для программирования графики и численных вычислений. Остановимся на основных функциях необходимых для визуализации построения предельного цикла [2].

Для визуализации построения предельного цикла в «Wolfram Mathematica» необходимо сначала получить решение рассматриваемой системы дифференциальных уравнений (1), затем построить это решение на фазовой плоскости.

Для численного решения системы дифференциальных уравнений в «Wolfram Mathematica» применяется функция $NDSolve[eqns, \{x, y\}, \{t, tmin, tmax\}]$, где $eqns$ – уравнение системы и начальные условия. Эта функция находит решение на промежутке $t \in (tmin, tmax)$. Решение будет получено по точкам с интерполяцией между ними в параметрическом виде. Поэтому для построения фазовых траекторий используется функция $ParametricPlot[\{\{fx, fy\}, \{fx1, fy1\}, \dots\}, \{t, tmin, tmax\}]$, где $\{fx, fy\}, \{fx1, fy1\}$ – параметрические кривые которые будут построены на промежутке $t \in (tmin, tmax)$.

Функция $Animate[expr, \{t, tmin, tmax, dt\}]$ была использована для того чтобы построение было анимированным. Эта функция задает построение серии графических объектов $expr$ при изменении параметра t от $tmin$ до $tmax$ с шагом dt .

В итоге, для визуализации построения предельного цикла системы (1), при $a = 3, c = 5$ и при начальных условиях $x(0) = 1.5, y(0) = 0, x(0) = 0.1, y(0) = 0$, получаем следующий программный код:

```
a = 3; c = 5;
```

```
Animate[u = NDSolve[{x'[t] == y[t], y'[t] == (y[t] - y[t]^2 - y[t]^3 - (1 - y[t])^2 * x[t] +
+ (-1 - 2x[t] - ax[t]^2 + c) * y[t] - (1 + x[t]) * (ax[t]^2 - c) / a), x[0] == 1.5, y[0] == 0}, {x, y},
{t, 0, tmax}];
```

```
fx = u[[1, 1, 2]];
```

```
fy = u[[1, 2, 2]];
```

```
v = NDSolve[{x'[t] == y[t], y'[t] == (y[t] - y[t]^2 - y[t]^3 - (1 - y[t])^2 * x[t] +
+ (-1 + 2x[t] - ax[t]^2 + c) * y[t] - (1 + x[t]) * (ax[t]^2 - c) / a), x[0] == 0.1, y[0] == 0}, {x, y},
{t, 0, tmax}];
```

```
fx1 = v[[1, 1, 2]];
```

```
fy1 = v[[1, 2, 2]];
```

```
ParametricPlot[Evaluate[{fx[t], fy[t]}], Evaluate[{fx1[t], fy1[t]}], {t, 0, tmax},
```

```
PlotStyle -> {Thickness[0.001], {Black, Red}}, PlotRange -> All, {tmax, 0.01, 7, 0.01},
```

```
AnimationRunning -> False
```

Результатом работы является анимация фазовых траекторий (рисунок 1). Анализируя эту анимацию, можем утверждать о том, что предельный цикл системы (1) является устойчивым, поскольку начинающиеся в этой окрестности траектории, неограниченно приближаются при $t \rightarrow +\infty$ к предельному циклу.

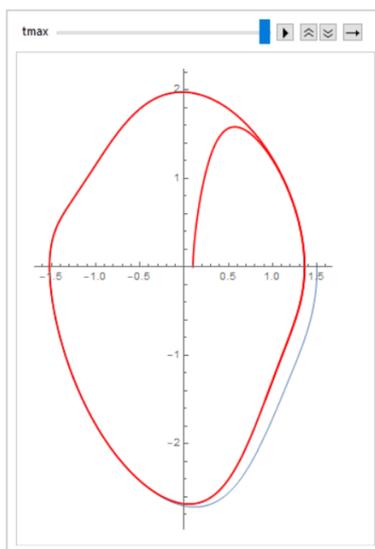


Рисунок 1 – Предельный цикл системы (1)

Для улучшения визуализации использовались функции *PlotStyle* и *PlotRange*. *PlotStyle* — определяет стили, в которых должны быть нарисованы объекты, в нашем случае задается толщина линии и цвет траекторий. *PlotRange* — определяет какой диапазон координат включать в график, в данной работе это область, где есть фазовые траектории.

Заключение. С помощью полученного программного модуля, можно визуализировать фазовые траектории дифференциальной системы (1) для различных значений a и c и начальных условий $x(0) = x_0, y(0) = y_0$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузьмич, А. В. Выделение класса обобщенных систем брюсселятора с единственным предельным циклом / А. В. Кузьмич, А. А. Гринь // Еругинские чтения – 2019: материалы XIX Междунар. науч. конф. по дифференциальным уравнениям, Могилёв, 14-17 мая 2019 г. : в 2 ч. – Минск: Ин-т математики НАН Беларуси, 2019. – Ч. 1. – С. 79-81.
2. Доля, П.Г. Mathematica для математиков / П. Г. Доля – Харьков : Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина, 2015. – 400 с.

**XII Республиканская научно-практическая конференция-конкурс
научно-исследовательских работ учащихся средних,
средних специальных учебных заведений и студентов вузов
«От Альфа к Омеге...» (с международным участием)
Секция 2. Прикладная математика
СТАТЬИ СТУДЕНТОВ**

**СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ
ВЫЯВЛЕНИЯ ОТКЛИКА НА ВОЗДЕЙСТВИЕ**

Щерба Дарья Михайловна

*УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы»,
факультет математики и информатики, 4 курс,
Гродно, Беларусь*

Научный руководитель – Т. В. Русилко, доцент кафедры фундаментальной и прикладной математики УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы», кандидат физико-математических наук, доцент.

В статье исследуются статистические методы выявления отклика на воздействие: параметрические и непараметрические критерии проверки статистических гипотез о совпадении двух групп. Для статьи использовались данные о результатах научно-исследовательской работы факультетов ГрГУ им. Янки Купалы. Проведен анализ данных за 2019 и 2020 года по ряду важных показателей научно-исследовательской работы факультетов, сформулированы выводы.

Ключевые слова: выборка, генеральная совокупность, статистическая гипотеза, зависимые и независимые выборки, t -критерий Стьюдента, T -критерий Вилкоксона.

Введение. Во многих исследованиях одной из наиболее встречающихся статистических задач является задача сравнения нескольких выборок экспериментальных данных, взятых из одной или нескольких генеральных совокупностей. Эти данные могут иметь совершенно разное происхождение. Например, могут сравниваться выборки для одной и той же, так и для совершенно разных экспериментальных групп. Для решения таких задач используется огромный спектр статистических методов. С помощью них выполняется оценка степени статистической достоверности совпадения и различий между основными показателями выборок, полученными в результате исследования.

Для установления совпадений или различий характеристик групп формулируются статистические гипотезы:

- гипотеза об отсутствии различий (нулевая гипотеза);
- гипотеза о значимости различий (альтернативная гипотеза) [1, с. 43].

Все методы условно подразделены на параметрические и непараметрические. Параметрические критерии основаны на нормальном типе распределения генеральной совокупности или используют параметры этой совокупности (средние значения, дисперсии и другие). Для непараметрических критериев характерно отсутствие базирования на законе распределения генеральных совокупностей, параметры этих совокупностей не используются для принятия решения [2, с. 109].

При исследовании двух или более выборок с целью их дальнейшего сравнения следует определить являются ли выборки зависимыми или независимыми. Зависимые выборки характеризуются тем, что каждому испытуемому из одной выборки поставлен в соответствие по определенному критерию испытуемый из другой выборки. Напротив, независимые выборки характеризуются тем, что вероятность отбора любого испытуемого одной выборки не зависит от отбора любого из испытуемых другой выборки.

Для анализа зависимых выборок зачастую применяются следующие статистические критерии: t -критерий Стьюдента, T -критерий Вилкоксона, критерий Фридмана, G -критерий знаков.

В случае t -критерия Стьюдента метод позволяет проверить гипотезу о том, что средние значения двух генеральных совокупностей, из которых извлечены зависимые выборки, отличаются друг от друга.

Исходные предположения для статистической проверки:

- каждому представителю одной выборки поставлен в соответствие представитель другой выборки;
- данные двух выборок положительно коррелируют;
- распределение изучаемого признака в обоих выборках соответствуют нормальному закону.

Формула для эмпирического значения t -критерия Стьюдента отражает тот факт, что единицей анализа различий является разность значений признака для каждой пары наблюдений. Соответственно, для каждой из N пар значений признака сначала вычисляется разность $d_i = x_{1i} - x_{2i}$.

$$t_{эмп} = \frac{|M_d|}{\sigma_d / \sqrt{N}}, df = n - 1, \quad (1)$$

где M_d – средняя разность значений; σ_d – стандартное отклонение разностей [3, с. 167-168].

Альтернативой для t -критерия Стьюдента является T -критерий Вилкоксона, если распределение хотя бы одной выборки существенно отличается от нормального.

Различия между элементами сравниваемых зависимых выборок с достаточной точностью оцениваются помощью рангового T -критерия Вилкоксона. T -критерий рассчитывают следующим образом:

1. Ранжируют попарные разности, как положительные, так и отрицательные, в один общий ряд. При этом нулевые разности в расчет не принимают, а все остальные независимо от знака ранжируют так, чтобы наименьшая абсолютная разность получила первый ранг, причем одинаковым по величине разностям присваивают один и тот же ранг.
2. Находят отдельно суммы положительных и отрицательных разностей. Меньшую из двух сумм разностей, без учета ее знака, используют в качестве фактически установленной величины T -критерия.
3. Сравнивают эту величину $T_{эмп}$ с критическим значением $T_{кр}$ для принятого уровня значимости α и числа парных наблюдений n , которое берут без нулевых разностей. Нулевая гипотеза отвергается, если $T_{эмп} < T_{кр}$ [4, с. 72-73].

Анализ научно-исследовательской работы факультетов ГрГУ имени Янки Купалы за 2019 и 2020 года. Рассмотрим применение методов выявления отклика на воздействие для статистических данных пятнадцати факультетов Гродненского государственного университета имени Янки Купалы по трем показателям научно-исследовательской деятельности за 2019 и 2020 года:

- общее число наименований научных учебных изданий;
- число научных статей, опубликованных в научных журналах и других научных изданиях;
- число опубликованных материалов и тезисов докладов.

Данные представлены в таблице 1.

**Таблица 1 – Данные о научно-исследовательской деятельности факультетов
ГрГУ им. Янки Купалы за 2019 – 2020 года**

№	Факультет	Общее число наименований научных учебных изданий		Число научных статей, опубликованных в научных журналах и др. научных изданиях		Число опубликованных материалов и тезисов докладов	
		2019	2020	2019	2020	2019	2020
1	ВФ	72	15	38	34	31	65
2	ИСФ	45	55	26	38	20	20
3	ПФ	235	200	248	100	30	65
4	ФБиЭ	13	141	159	133	121	93
5	ФДП	10	81	35	46	38	27
6	ФИД	31	17	16	6	9	8
7	ФИКИТ	51	321	197	198	78	81
8	ФИТМ	94	95	67	56	23	33
9	ФМИ	167	133	66	71	81	57
10	ФП	118	94	83	70	37	63
11	ФТФ	122	1	48	73	71	64
12	ФФ	341	283	257	209	45	43
13	ФФК	75	90	26	53	29	26
14	ФЭУ	21	27	185	130	83	53
15	ЮФ	273	272	186	174	74	79

Проведем анализ данных за два года по первому показателю – общее число наименований учебных изданий. Для правильного выбора эффективного критерия следует провести первичный анализ выборки. Имеем зависимые выборки содержащие количественные данные за два периода.

Необходимо ответить на вопрос: повлиял ли пройденный год на общее число наименований учебных изданий. Из поставленного вопроса можно сформулировать статистические гипотезы. В качестве нулевой выдвинем гипотезу H_0 : «различия между количеством учебных изданий в 2019 и 2020 отсутствуют или являются несущественными» при альтернативной H_1 : «различия являются существенными».

Для применения упоминаемых критериев необходимо рассчитать разницу между двумя имеющимися зависимыми выборками (см. рисунок 1) и проверить нормальность полученных данных. Проведем данные операции с помощью прикладного пакета STATISTICA [5].

	Общее число наименований научных учебных изданий 2019 год	2 Общее число наименований научных учебных изданий 2020 год	3 Разница
ВФ	72	15	-57
ИСФ	45	55	10
ПФ	235	200	-35
ФБиЭ	13	141	128
ФДП	10	81	71
ФИД	31	17	-14
ФИКИТ	51	321	270
ФИТМ	94	95	1
ФМИ	167	133	-34
ФП	118	94	-24
ФТФ	122	1	-121
ФФ	341	283	-58
ФФК	75	90	15
ФЭУ	21	27	6
ЮФ	273	272	-1

Рисунок 1 – Данные для анализа

Проверку на нормальность проведем с использованием критерия согласия Колмогорова–Смирнова и критерия Шапиро–Уилка. Результаты проверки представлены на гистограмме рисунка 2.

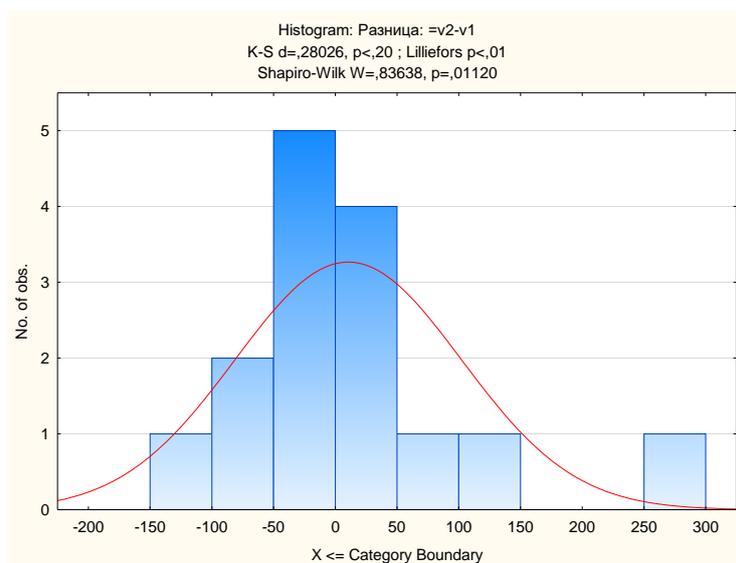


Рисунок 2 – Результаты проверки на нормальность

Заметим, что по критерию Колмогорова–Смирнова и критерию Шапиро–Уилка тест не пройден и по гистограмме очевидна явная асимметрия. Отсюда можно сделать вывод, что распределение не нормальное. Исходя из вывода *t*-критерий Стьюдента для зависимых выборок не может быть использован, поэтому воспользуемся критерием Вилкоксона. Примерим данный критерий для общих чисел научных наименований научных изданий за 2019 и 2020 года и получим характеристики представленные на рисунке 3.

Pair of Variables	Wilcoxon Matched Pairs Test (Общее число наименований научных изданий)			
	Valid N	T	Z	p-value
Общее число наименований научных учебных изданий	15	55,50000	0,255583	0,798273

Рисунок 3 – Результаты использование критерия Вилкоксона

Видим, что $p = 0,798273 > 0,05$ значительно превосходит выбранный уровень значимости $\alpha = 0,05$, где *p*-значение – это вероятность справедливости H_0 и $|z| < 2$, где *z*-оценка – мера отклонения критерия от среднего, выраженная в единицах стандартного отклонения [6, 7]. Следовательно, нулевая гипотеза принимается, и мы делаем заключение, что общее число научных изданий в 2019 и 2020 годах статистически не отличается.

С помощью функции «Описательные статистики» в STATISTICA найдем медианы значений количества научных изданий за 2019 и 2020 года [8]. Эти значения покажут конкретное различие между данными двух лет. Результаты представлены на рисунке 4.

Variable	Descriptive Statistics (Общее число наименований научных учебных изданий)		
	Valid N	Mean	Median
Общее число наименований научных учебных изданий 2019 год	15	111,2000	75,00000
Общее число наименований научных учебных изданий 2020 год	15	121,6667	94,00000

Рисунок 4 – Результаты использования описательных статистик для вычисления медиан

Отсюда видно, что медиана общего числа наименований за 2019 год меньше, чем данная характеристика за 2020, но статистически данная разность не является значимой.

Аналогично проведем статистическое сравнение оставшихся двух пар выборок.

Сформулируем статистические гипотезы для следующей пары выборок. В качестве нулевой выдвинем гипотезу H_0 : «различия между числом научных статей, опубликованных в научных журналах и других научных изданиях в 2019 и 2020 отсутствуют или являются несущественными» при альтернативной H_1 : «различия являются существенными».

Рассчитаем разницу между двумя имеющимися зависимыми выборками, результаты представлены на рисунке 5. Проверим нормальность полученных данных с помощью прикладного пакета STATISTICA.

	1 Число научных статей, опубликованных в научных журналах и др. научных изданиях 2019 год	2 Число научных статей, опубликованных в научных журналах и др. научных изданиях 2020 год	3 Разница
ВФ	38	34	-4
ИСФ	26	38	12
ПФ	248	100	-148
ФБиЭ	159	133	-26
ФДП	35	46	11
ФИД	16	6	-10
ФИКИТ	197	198	1
ФИТМ	67	56	-11
ФМИ	66	71	5
ФП	83	70	-13
ФТФ	48	73	25
ФФ	257	209	-48
ФФК	26	53	27
ФЭУ	185	130	-55
ЮФ	186	174	-12

Рисунок 5 – Данные для анализа

Полученные результаты использования критерия согласия Колмогорова–Смирнова и критерия Шапиро–Уилка представлены на частотной гистограмме рисунка 6.

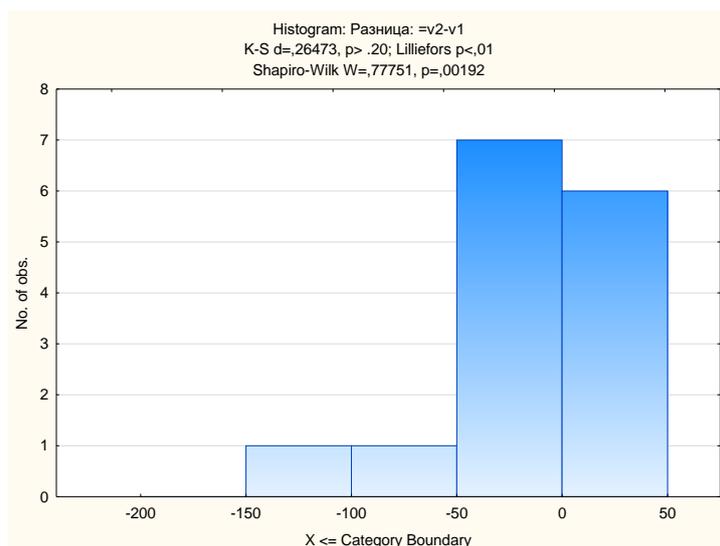


Рисунок 6 – Результаты проверки на нормальность

По критерию Колмогорова–Смирнова тест пройден, так как $p > 0,2$, однако по критерию Шапиро–Уилка тест не пройден и на графике присутствует явная правосторонняя асимметрия. Делаем вывод, что распределение не нормальное. Воспользуемся критерием Вилкоксона.

Примерим критерий для чисел опубликованных научных статей за 2019 и 2020 года и получим характеристики представленные на рисунке 7.

Pair of Variables	Wilcoxon Matched Pairs Test (Общее ч Marked tests are significant at p <,05000)			
	Valid N	T	Z	p-value
Число научных статей, опубликованных в научн	15	39,00000	1,192720	0,232980

Рисунок 7 – Результаты использование критерия Вилкоксона

Поскольку $p = 0,23298 > 0,05$ и $|z| < 2$, то нулевая гипотеза принимается. Соответственно число научных статей, опубликованных в научных журналах и других научных изданиях в 2019 и 2020 годах статистически не отличается.

С помощью функции «Описательные статистики» в STATISTICA найдем медианы числа научных статей, опубликованных в научных журналах и других изданиях за 2019 и 2020 года. То есть сделаем конкретный вывод о различии между данными двух лет. Результаты представлены на рисунке 8.

Variable	Descriptive Statistics (Число с		
	Valid N	Mean	Median
Число научных статей, опубликованных в научных	15	109,1333	67,00000
Число научных статей, опубликованных в научных	15	92,7333	71,00000

Рисунок 8 – Результаты использования описательных статистик для вычисления медиан

Из таблицы на рисунке 8 имеем, что медиана числа опубликованных научных статей за 2019 год больше, чем за 2020, но статистически данная разность не является значимой.

Проведем аналогичное исследование для числа опубликованных материалов и тезисов докладов. В качестве нулевой выдвинем гипотезу H_0 : «различия между числом опубликованных материалов и тезисов докладов в 2019 и 2020 отсутствуют или являются несущественными» при альтернативной H_1 : «различия являются существенными».

Рассчитаем разницу между двумя имеющимися зависимыми выборками (рисунок 9) и проверим нормальность полученных данных с помощью прикладного пакета STATISTICA.

	Число опубликованных материалов и тезисов докладов 2019 год	Число опубликованных материалов и тезисов докладов 2020 год	3 Разница
ВФ	31	65	34
ИСФ	20	20	0
ПФ	30	65	35
ФБиЭ	121	93	-28
ФДП	38	27	-11
ФИД	9	8	-1
ФИКИТ	78	81	3
ФИТМ	23	33	10
ФМИ	81	57	-24
ФП	37	63	26
ФТФ	71	64	-7
ФФ	45	43	-2
ФФК	29	26	-3
ФЭУ	83	53	-30
ЮФ	74	79	5

Рисунок 9 – Данные для анализа

Полученные результаты использования критерия согласия Колмогорова–Смирнова и критерия Шапиро–Уилка представлены в частотной гистограмме на рисунке 10.

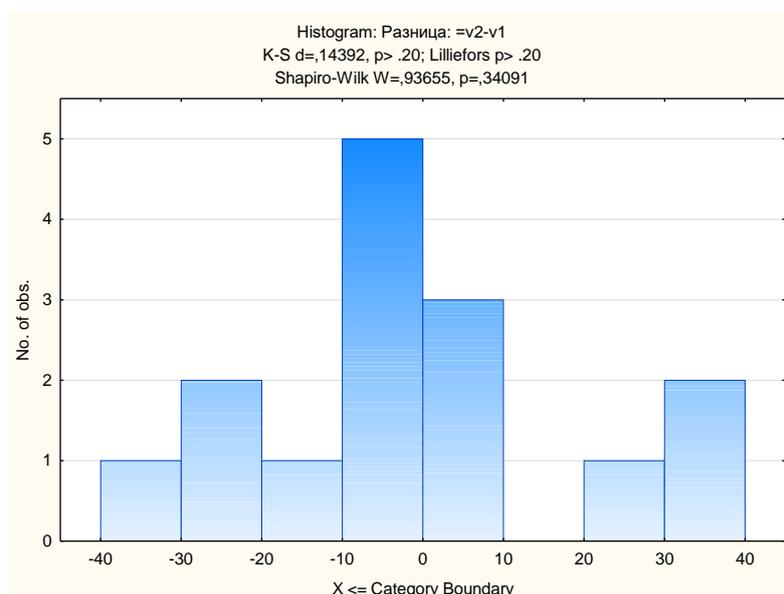


Рисунок 10 – Результаты проверки на нормальность

По обоим критериям тесты пройден, так как $p > 0,2$, хотя на графике присутствует не критическая асимметрия. Делаем вывод, что распределение является нормальным. Для подтверждения наличия нормального распределения проведем несколько дополнительных тестов.

Проанализируем описательные статистики для разности числа материалов и тезисов докладов за 2019 и 2020 года. На рисунке 11 представлены значения описательных статистик – среднее значение, медиана, асимметрия, стандартная ошибка асимметрии, эксцесс и стандартная ошибка эксцесса.

Variable	Descriptive Statistics (Число тезисов данные.sta)						
	Valid N	Mean	Median	Skewness	Std.Err. Skewness	Kurtosis	Std.Err. Kurtosis
Разница	15	0,466667	-1,00000	0,291493	0,580119	-0,361811	1,120897

Рисунок 11 – Результаты нахождения описательных статистик

Среднее значение и медиана данной выборки не близки по своим показателям, поэтому данный косвенный признак нормальности распределения не подтвердился.

Для того, чтобы оценить на сколько асимметрия велика необходимо сравнить значение асимметрии и значение стандартной ошибки. Если стандартная ошибка асимметрии больше чем в три раза коэффициента нормальности, то гипотеза о нормальности отвергается. В данном случае гипотеза принимается.

То же самое отношение должно существовать между эксцессом и стандартной ошибкой эксцесса. Заметим, что эксцесс отрицательный, при этом стандартная ошибка более чем в три раза превышает абсолютное значение эксцесса по модулю. То есть по этому признаку имеем ненормальность распределения.

Построим нормальный вероятностный график рассматриваемой выборки на рисунке 12. Заметим, что присутствуют значения, которые смещают основное среднее значение данных от нормальной прямой, но эти «ошибки» не значительны.

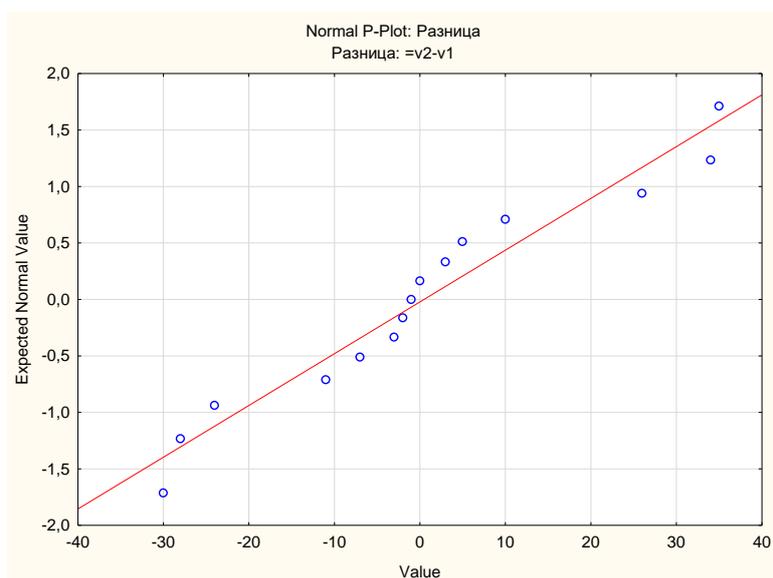


Рисунок 12 – Нормальный вероятностный график

Дополнительно построим диаграмму размаха на рисунке 13. Заметим, что ящик относительно симметричен. Можно сделать вывод, что распределение симметрично.

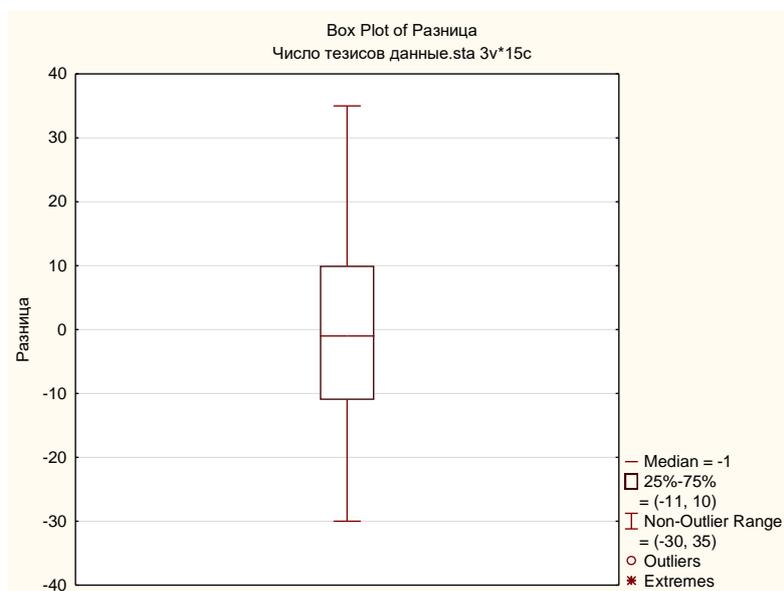


Рисунок 13 – Диаграмма размаха

Делая вывод по всем проведенным тестам, можно сказать, что имеется выборка с нормальным распределением. Для сравнительного анализа используем парный *t*-критерий Стьюдента, результаты представлены на рисунке 14.

Variable	T-test for Dependent Samples (Число тезисов данные.sta)							
	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
Число опубликованных материалов и тезисов докладов 2019 год	51,33333	31,29963						
Число опубликованных материалов и тезисов докладов 2020 год	51,80000	24,75941	15	-0,46667	20,05659	-0,090115	14	0,929473

Рисунок 14 – Результаты использование *t*-критерия Стьюдента

Очевидно, что $p = 0,929473 > 0,05$ значительно превосходит выбранный уровень значимости. Соответственно число опубликованных материалов и тезисов докладов в 2019 и 2020 годах статистически не отличается.

Заключение. В работе были рассмотрены примеры использования параметрических и непараметрических методов выявления отклика на воздействие. В частности, из параметрических методов был рассмотрен *t*-критерий Стьюдента, из непараметрических методов – критерий Вилкоксона. Проведен анализ статистических данных результатах научно-исследовательской работы пятнадцати факультетов ГрГУ им. Янки Купалы по трем показателям:

- общее число наименований научных учебных изданий;
- число научных статей, опубликованных в научных журналах и других научных изданиях;
- число опубликованных материалов и тезисов докладов.

В результате анализа было установлено, что различие по количеству научных изданий, статей, опубликованных в научных изданиях, материалов и тезисов докладов за 2019 и 2020 года статистически незначимо. Значит в 2020 году количественные показатели не изменились по сравнению с 2019 годом, что не позволяет сделать вывод о росте показателей научно-исследовательской работы факультетов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Новиков, Д. А. Статистические методы в педагогических исследованиях (типовые случаи) / Д. А. Новиков. – М.: МЗ-Пресс, 2004. – 67 с.
2. Наследов, А. Д. Математические методы психологического исследования. Анализ и интерпретация данных: учеб. пособие / А. Д. Наследов. – СПб.: Речь, 2004. – 392 с.
3. Ермолаев-Томин, О. Ю. Математические методы в психологии: учеб. пособие / О. Ю. Ермолаев-Томин. – Изд. 5-е. – М.: Издательство Юрайт, 2014. – 511 с.
4. Берестнева, О. Г. Прикладная математическая статистика / О. Г. Берестнева, О. В. Марухина, Г. Е. Шевелев. – Томск: ТПУ, 2012. – 188 с.
5. Наумова, Т. А. Наставления по обработке результатов научного эксперимента для студентов, будущих педагогов: метод. пособие / Т. А. Наумова, Е. В. Мухачева. – Ижевск: УдГУ, 2014. – 37 с.
6. Хацкевич, Г. А. Эконометрика: учебник / Г. А. Хацкевич, Т. В. Русилко. – Минск: РИВШ, 2021. – 452 с.
7. Русилко, Т. В. Эконометрика: учеб. пособие / Т. В. Русилко, Г. А. Хацкевич. – Гродно: ГрГУ, 2014. – 362 с.
8. Матальцкий, М. А. Теория вероятностей и математическая статистика / М. А. Матальцкий, Т. В. Русилко. – Гродно: ГрГУ, 2009. – 219 с.

**XII Республиканская научно-практическая конференция-конкурс
научно-исследовательских работ учащихся средних,
средних специальных учебных заведений и студентов вузов
«От Альфа к Омеге...» (с международным участием)**

Секция 2. Прикладная математика

СТАТЬИ СТУДЕНТОВ

**О РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММЫ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ФУНКЦИИ ТРЕХ ПЕРЕМЕННЫХ,
ИМЕЮЩЕЙ ОДНУ ТОЧКУ ЛОКАЛЬНОГО ЭКСТРЕМУМА**

Янченко Вадим Александрович

УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы»,

факультет математики и информатики, 2 курс,

Гродно, Беларусь

Научный руководитель - Сетько Е. А., доцент кафедры фундаментальной и прикладной математики УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы», кандидат физико-математических наук, доцент.

В статье рассмотрена математическая модель задачи на нахождение локального экстремума трех переменных, и рассказано о реализации программы составляющей набор различных задач схожей сложности. Расписаны формулы, использующиеся программой, алгоритм программы, структура программы. Программа написана на языке программирования Python

Ключевые слова: экстремумы функции, матрицы Гессе, языке программирования Python.

Введение. Преподавателю математического анализа постоянно приходится составлять самостоятельные и контрольные работы, тестовые задания, для этого требуется большое количество однотипных заданий, например, отличающихся лишь коэффициентами. Поэтому эффективно разрабатывать математическую модель задачи, а затем провести реализацию ее на каком-то языке программирования. Это позволяет получать большое количество примеров одного уровня сложности с “красивыми” ответами.

Мне была поставлена задача по написанию программы для создания набора заданий на поиск локального экстремума функции трех переменных. Программа написана на языке программирования Python.

Основная часть. Программа поделена на 4 модуля:

1. Отвечает за запись условий и ответов в файлы, вызывает код других модулей, передавая между ними необходимую информацию, отвечает на вопрос: является ли критическая точка функции, точкой локального экстремума, используя критерий Сильвестра знакоопределенности квадратичной формы (второго дифференциала) [1].

2. Отвечает за составление уравнений и нахождение точек экстремума

3. Занимается составлением матриц и определителей.

4. Вычисляет определители матриц размерности 2x2 и 3x3.

Для анализа математической модели было использовано несколько параметрических выражений для функции трех переменных:

$$f_1 = Ax^2 + By^2 + Cz^2 + Dx + Ey + Fz$$

$$f_2 = Ax^2 + By^2 + Cz^2 + Dxy + Eyz + Fzx + Gx + Ky + Lz$$

$$f_3 = Ax^3 + By^3 + Cz^3 + Dx^2 + Fy^2 + Fz^2 + Gx + Ky + Lz$$

Были выбраны такие функции из-за нарастающей сложности и времени для их решения. Отличаются они матрицами Гессе. Матрица Гессе для первого уравнения - всегда диагональная матрица, для второго - обычная матрица из целых чисел, для третьей - матрица

элементы которой являются линейными функциями. Так же фактором сложности является количество точек и сложность их определения, на пример у Зей функции при нахождении точек необходимо решить систему из трех квадратных уравнений и ее решением является 3 пары переменных из которых можно составить 8 точек и каждую надо проверить.

Для каждой функции находятся коэффициенты исходя из требования получения критической точки с целыми координатами. В зависимости от выбранной функции коэффициенты ищутся по-разному. Выбираются случайные координаты точек, и коэффициенты для некоторых параметров. Важно заметить, что у f_1 и f_2 при любых коэффициентах будет только одна критическая точка, а у f_3 – две.

Рассмотрим сначала функцию f_1 :

$$f_1 = Ax^2 + By^2 + Cz^2 + Dx + Ey + Fz$$

Пусть $M_0(x_0, y_0, z_0)$ – единственная критическая точка функции.

Коэффициенты при x^2, y^2, z^2 выбираются случайным образом из некоторого наперед заданного диапазона значений:

$$\left\{ \frac{1}{4}, \frac{1}{2}, \frac{3}{4}, \frac{3}{2}, \frac{5}{2}, 1, 2, 3, 4, 5, \frac{-1}{4}, \frac{-1}{2}, \frac{-3}{4}, \frac{-3}{2}, \frac{-5}{2}, -1, -2, -3, -4, -5 \right\}$$

Формулы для коэффициентов $A, B, C, \forall A, B, C \in \mathbb{R}$:

$$D = -2Ax_0; E = -2By_0; F = -2Cz_0$$

Вывод формул:

Составим аналитическое выражение для исследуемой функции:

$$f_1 = Ax^2 + By^2 + Cz^2 + Dx + Ey + Fz$$

Найдем частные производные полученной функции и приравняем их к нулю для получения координат искомой критической точки:

$$2Ax + D = 0; \quad 2By + E = 0; \quad 2Cz + F = 0$$

Далее рассмотрим функцию f_2 :

$$f_2 = Ax^2 + By^2 + Cz^2 + Dxy + Eyz + Fzx + Gx + Ky + Lz$$

Вновь $M_0(x_0, y_0, z_0)$ – единственная критическая точка функции

Выберем случайные значения коэффициентов при $x^2, y^2, z^2, xy, yz, zx$.

Определим формулы для оставшихся коэффициентов:

$$G = -2Ax_0 - Dy_0 - Fz_0 \quad K = -2By_0 - Dx_0 - Ez_0 \quad L = -2Cz_0 - Ey_0 - Fx_0$$

Вывод формул:

Составим аналитическое выражение для исследуемой функции:

$$f_2 = Ax^2 + By^2 + Cz^2 + Dxy + Eyz + Fzx + Gx + Ky + Lz$$

Найдем частные производные полученной функции и приравняем их к нулю для получения координат искомой критической точки:

$$2Ax + Dy + Fz + G = 0; \quad 2By + Ez + Dx + K = 0; \quad 2Cz + Fx + Ey + L = 0;$$

Рассмотрим функцию f_3 :

$$f_3 = Ax^3 + By^3 + Cz^3 + Dx^2 + Fy^2 + Fz^2 + Gx + Ky + Lz$$

Пусть $M_1(x_1, y_1, z_1)$ и $M_2(x_2, y_2, z_2)$ – две критические точки исследуемой функции.

Случайные значения коэффициентов для: x^3, y^3, z^3

Вычислим формулы для других коэффициентов:

$$D = -\frac{3}{2}(x_1 + x_2)A \quad E = -\frac{3}{2}(y_1 + y_2)B \quad F = -\frac{3}{2}(z_1 + z_2)C$$

$$G = -3x_1^2A - 2x_1D \quad K = -3y_1^2B - 2y_1E \quad L = -3z_1^2C - 2z_1F$$

Вывод:

Составим аналитическое выражение для исследуемой функции:

$$f_3 = Ax^3 + By^3 + Cz^3 + Dx^2 + Fy^2 + Fz^2 + Gx + Ky + Lz$$

Найдем частные производные рассматриваемой функции (для примера только по x) и приравняем их к нулю для получения координат искомых критических точек:

$$\frac{dy}{dx} = 3Ax^2 + 2Dx + G = 0$$

$$\begin{cases} 3Ax_1^2 + 2Dx_1 + G = 0 \\ 3Ax_2^2 + 2Dx_2 + G = 0 \end{cases}$$

Находим разность уравнений системы (от первого отнимем второе)

$$\begin{cases} 3A(x_1^2 - x_2^2) + 2D(x_1 - x_2) = 0 \\ 3Ax_1^2 + 2Dx_1 + G = 0 \end{cases}$$

Выражаем D из первого выражения, G из второго и подставляем D во второе

$$\begin{cases} D = -1,5A(x_1 + x_2) \\ G = -3Ax_1^2 - 2Dx_1 \end{cases}$$

Примеры выполнения:

Task 1

$$+(5/3)x^3 - (1/3)y^3 - (5/3)z^3 + (15/2)x^2 + (1/2)y^2 + (5/2)z^2 + 10x + 10z - 4 = 0$$

Task 1

(-2, 1, 2) - point of extremum, point of max

(-1, 0, -1) - point of extremum, point of min

После формирования уравнения программа находит все вторые частные производные и составляет матрицу Гессе. Определяет A , B , C . Повторяется нужное количество раз и возвращает результаты в pdf файл

Заключение. В работе продемонстрирована возможность использования компьютерных технологий для создания набора задач по заданной теме. Способом «от обратного» можно генерировать условия задач при помощи относительно простых алгоритмов. Однако это не единственный метод увеличения вариативности комплекта задач. Иногда константы-параметры сразу входят в условие, иногда задача сводится к системе уравнений, которая имеет бесконечно много решений, зависящих от некоторого количества свободных переменных. В этом случае, выбирая значения свободных переменных определенным образом, можно получить «красивые» ответы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кудрявцев, Л. Д. Краткий курс математического анализа. В 2 т. Т. 2. Дифференциальное и интегральное исчисления функций многих переменных. Гармонический анализ: учебник для студ. / Л. Д. Кудрявцев. – 2-е изд, перераб. и доп. – Висагинас: Alfa, 1998. – 381 с

Секция 3. Компьютерные науки и программирование

**XII Республиканская научно-практическая конференция-конкурс
научно-исследовательских работ учащихся средних,
средних специальных учебных заведений и студентов вузов
«От Альфа к Омеге...» (с международным участием)
Секция 3. Компьютерные науки и программирование
СТАТЬИ СТУДЕНТОВ**

**ЦИФРОВОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ МОДУЛЯ УЧЕБНОГО КУРСА
«КРИПТОГРАФИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ» ПО ТЕМЕ «ЗАДАЧА ДИСКРЕТНОГО
ЛОГАРИФМИРОВАНИЯ» И «ЭЛЕКТРОННАЯ ЦИФРОВАЯ ПОДПИСЬ ПО СХЕМЕ
ЭЛЬ-ГАМАЛЯ»**

Булай Алеся Егоровна

*УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы»,
факультет математики и информатики, 4 курс,
Гродно, Беларусь*

Научный руководитель – И. Б. Просвирнина, доцент кафедры системного программирования и компьютерной безопасности УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы», кандидат физико-математических наук, доцент.

В статье приводится программная реализация методов согласования и Сильвестра-Полига-Хелмана решения задачи дискретного логарифмирования и создания электронной цифровой подписи по схеме Эль-Гамалья, разрабатывается обучающий модуль по данным темам, приводится описание разработанного автором статьи приложения «EdMod». Приложение реализовано на языке программирования Python с использованием библиотекой графического интерфейса Tkinter.

Ключевые слова: обучающий модуль, задача дискретного логарифмирования, метод согласования, метод Сильвестра-Полига-Хелмана, электронная подпись по схеме Эль-Гамалья, цифровое образовательное решение.

Введение. Одна из составляющих образовательного процесса – разработка методических материалов курсов преподавателями с целью эффективного изучения этих курсов студентами и выработки практических навыков для успешного применения в профессиональной деятельности. С появлением информационных технологий, преподаватели внедряют в образовательный процесс различные инновации. Одна из таких инноваций – модульный подход к процессу обучения с использованием цифровых технологий. Обучающий модуль – это логически завершенная, простая и удобная в использовании форма обучения. С помощью обучающего модуля можно легко разбить материал учебной дисциплины на различные блоки, содержащие локальный теоретический материал и конкретные практические задачи для закрепления данного материала и отработки конкретных навыков по заданной теме.

Основная часть. Объектами исследования были выбраны метод согласования, метод Сильвестра-Полига-Хелмана, метод создания электронной цифровой подписи по схеме Эль-Гамалья. Цель проекта – реализация графического интерфейса обучающего модуля по данным темам. Предметом исследования является создание приложения на языке программирования Python с использованием библиотеки графического интерфейса Tkinter. Разработанное приложение планируется внедрить в образовательный процесс факультета математики и информатики ГрГУ имени Янки Купалы для выполнения лабораторных работ и управляемой самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине «Криптографические методы».

Для программной реализации обучающего модуля автором статьи были подготовлены методические материалы по темам «Алгоритмы дискретного логарифмирования» и «Схема цифровой подписи Эль-Гамалья». Каждая тема подразделяется на теоретическую и

практическую часть. Основными требованиями к теории являются доступность понимания, краткость изложения и четкое соответствие рассматриваемой теме. В практической части приводятся примеры задач, с помощью которых студенты могут рассмотреть область применения изученного материала, решить конкретные упражнения для закрепления теории исследуемой темы.

Остановимся подробно на описании обоих блоков модуля. Первый блок «ЭЦП Эль-Гамалья» разделен на следующие подблоки: «Генерация ключей», «Создание подписи», «Проверка подписи». Второй блок «Задача дискретного логарифмирования» состоит из подблоков «Метод согласования», «Метод Сильвестра-Полига-Хеллмана» и «Время выполнения».

Эта структура модуля отражена в реализации приложения следующим образом. При запуске приложения открывается основное окно, в котором представлены два блока с соответствующими подблоками, а также отображена дата и время запуска. Вид окна при запуске приложения представлен на рисунке 1.

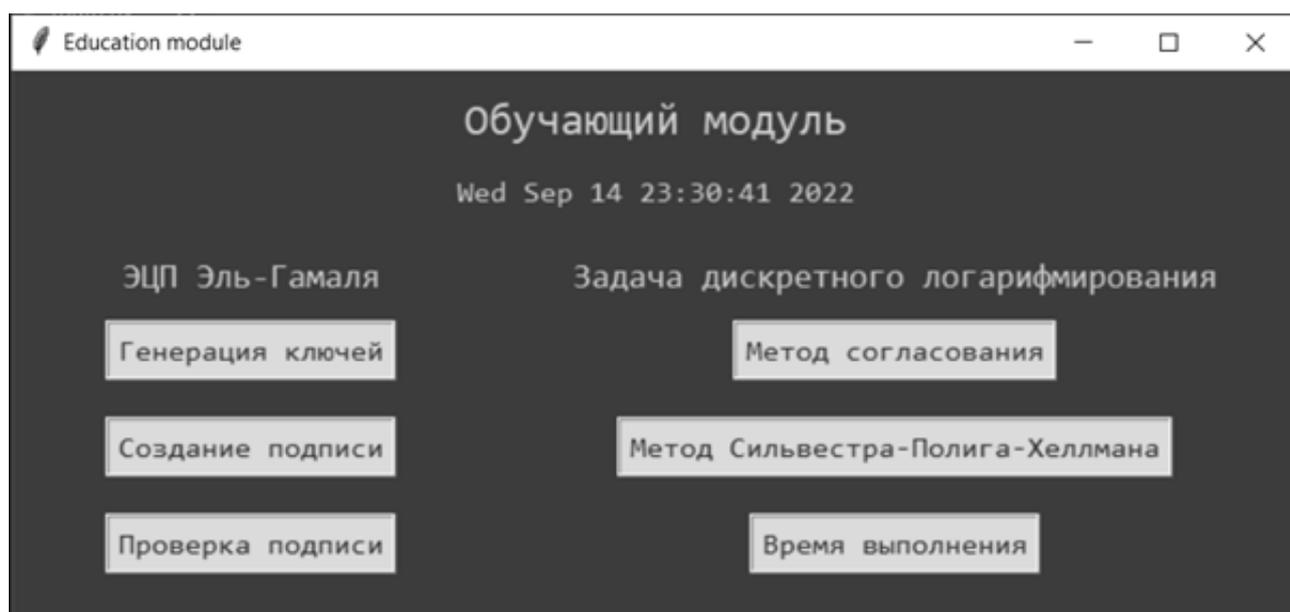


Рисунок 1 – Меню приложения

При нажатии в меню приложения кнопки «Генерация ключей» запустится новое окно «ElGamal signature scheme: Keys Generation». Данное окно разбито на две части: в одной отображается считанный с файла текст, представляющий собой теорию по генерации ключей цифровой подписи Эль-Гамалья, во второй – примеры и задачи для практического закрепления материала. Примеры разработаны для исследования решения задачи, а задачи разработаны для проверки полученных расчетов. В данном блоке представлено четыре примера и четыре задачи. «Пример 1» – находит все простые числа в введенном диапазоне. «Задача 1» – проверяет, является ли введенное число простым в заданном диапазоне. «Пример 2» – находит первообразный корень введенного простого числа. «Задача 2» – проверяется, является ли введенное число первообразным корнем заданного числа. «Пример 3» – находит число от 1 до введенного числа, уменьшенного на единицу. «Задача 3» – проверяет, является ли введенное число большим единицы и меньшим заданного числа. «Пример 4» – находит открытый ключ ЭЦП Эль-Гамалья по введенным параметрам, где g – первообразный корень, x – секретный и p – открытый ключи [1]. «Задача 4» – проверяет, является ли введенное число открытым ключом ЭЦП Эль-Гамалья по заданным параметрам. В программном коде предусмотрены исключения: число не введено, введено некорректное число. Вид окна приставлен в рисунке 2.

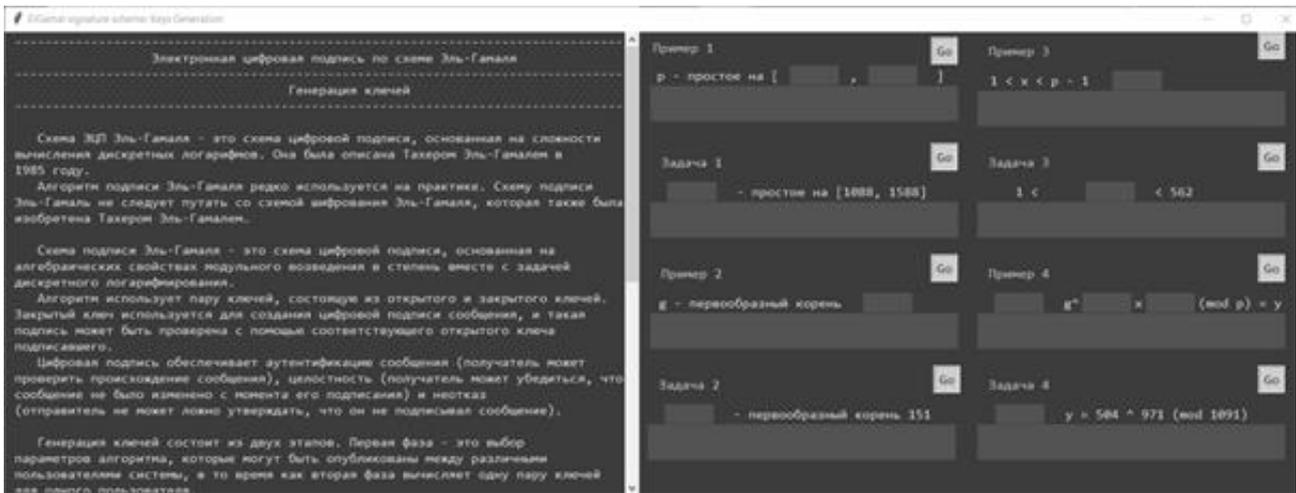


Рисунок 2 – Окно «ElGamal signature scheme: Keys Generation»

Подблок «Создание подписи» представляет собой окно «ElGamal signature scheme: Signature», которое аналогично разбито на две части: теория по алгоритму создания подписи Эль-Гамала, пример и задача для практического закрепления материала. Пример предоставляет возможность ввести такие параметры, как m – сообщение, p – открытый ключ, g – первообразный корень и x – секретный ключ. После клика на кнопку «Решить», в виджет вывода отобразится подробный алгоритм создания подписи по данным параметрам. Таким образом, обучающиеся могут наглядно закрепить действия алгоритма при разных параметрах, которые они имеют возможность ввести вручную. После отработки примера, обучающиеся приступают к решению задачи, которая генерируется каждый раз при запуске подблока. В задаче обучающимся задаются начальные параметры: p – публичный и x – секретный ключи, g – первообразный корень. Обучающимся необходимо рассчитать подпись (r, s) для используемого ими сообщения m , ввести свои результаты, нажать на кнопку «Проверить», после чего в виджет вывода передается правильность результата: «Верно» или «Неверно» соответственно [2]. Вид окна приставлен в рисунке 3.

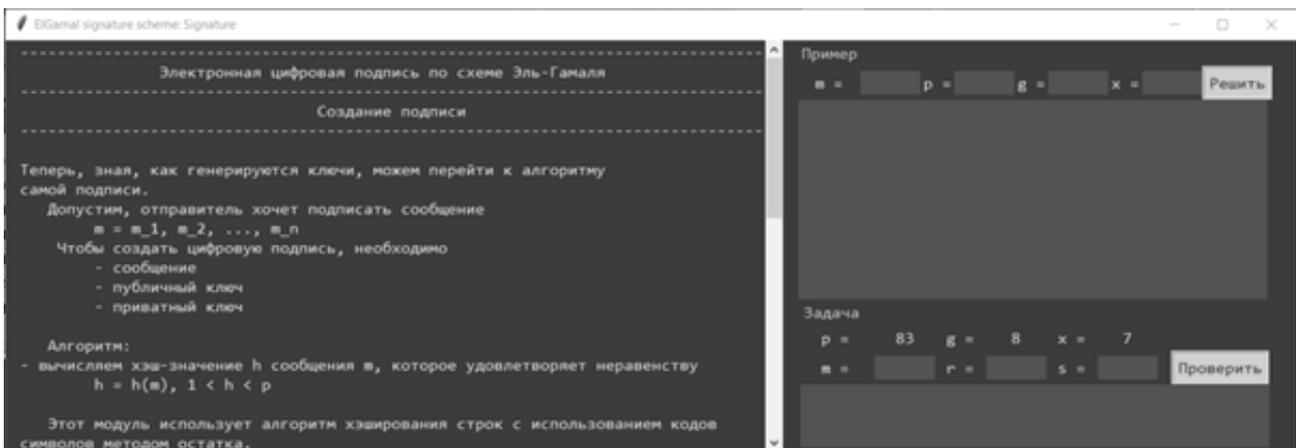


Рисунок 3 – Окно «ElGamal signature scheme: Signature»

В подблоке «Проверка подписи» представлена теория по алгоритму проверки подписи Эль-Гамала, а также пример и задача для практического закрепления материала. В примере по введенным параметрам (y – публичный ключ, p – модуль, g – первообразный корень модуля, m – сообщение, r, s – подпись сообщения) последовательность расчетов проверки цифровой подписи. В задаче по заданным параметрам происходит проверка на валидацию созданной подписи. Вид окна приставлен в рисунке 4.



Рисунок 4 – Окно «ElGamal signature scheme: Verification»

При нажатии в меню приложения кнопки «Метод согласования» запустится новое окно «Computing discrete logarithm: Coherence Method», которое предоставляет теорию по методу согласования решения задачи дискретного логарифма, а также пример и задачу для практического закрепления материала. В примере студенты имеют возможность ввести параметры и увидеть подробный вывод расчетов решения задачи дискретного логарифмирования данным методом. В задаче проверяется, является ли введено число решением заданной задачи дискретного логарифмирования [3]. В программном коде предусмотрено исключение такое, как «число не введено». Вид окна приставлен в рисунке 5.

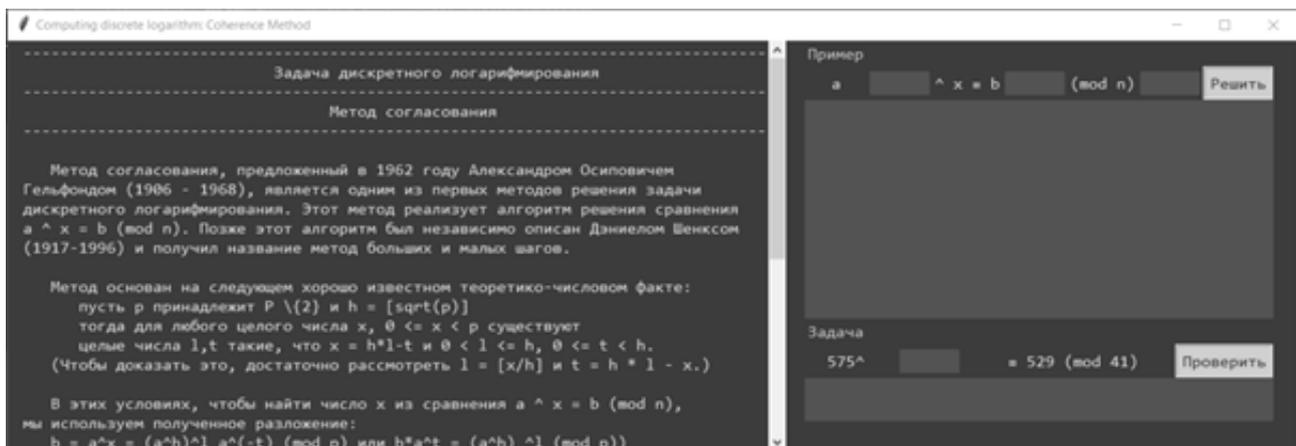


Рисунок 5 – Окно «Computing discrete logarithm: Coherence Method»

Подблок «Метод Сильвестра-Полига-Хеллмана» представляет собой окно «Computing discrete logarithm: Sylvester-Pohlig-Hellman Method». В данном окне представлена теория по методу Сильвестра-Полига-Хеллмана решения задачи дискретного логарифма, пример, который позволяет проверить, является ли введенное число решением заданной задачи дискретного логарифмирования, и задача, с помощью которой проверяется является ли введенный параметр решением заданной задачи дискретного логарифмирования. В программном коде предусмотрено исключение такое, как «число не введено». Вид окна приставлен в рисунке 6.

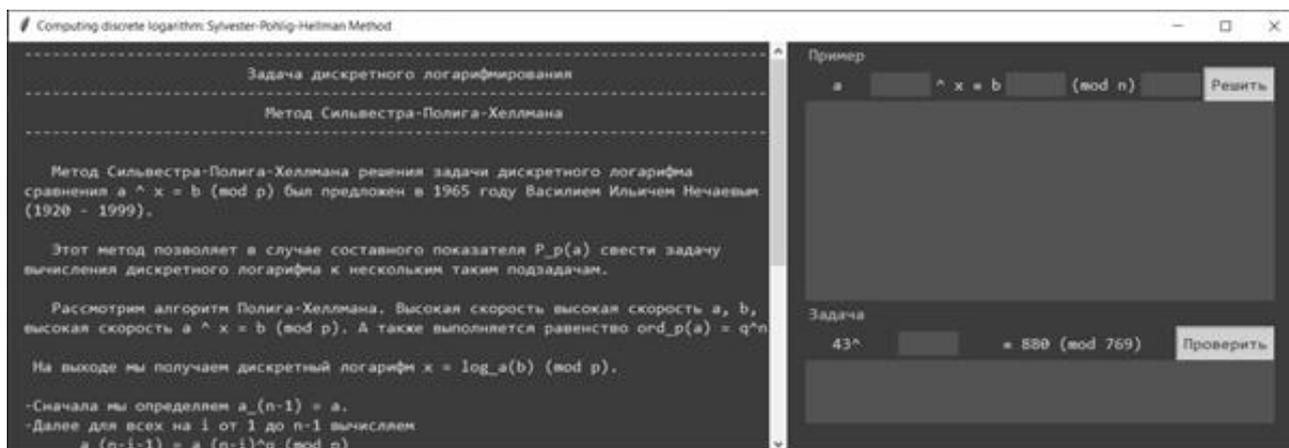


Рисунок 6 – Окно «Computing discrete logarithm: Sylvester-Pohlig-Hellman Method»

Подблок «Время выполнения» реализован в окне «Computing discrete logarithm: Execution times». Данный подблок реализован для анализа среднего времени исполнения алгоритмов решения задачи дискретного логарифмирования методами согласования и Сильвестра-Полига-Хеллмана по заданным параметрам: количество тестов и диапазон значений задачи. Вид окна приставлен в рисунке 7.

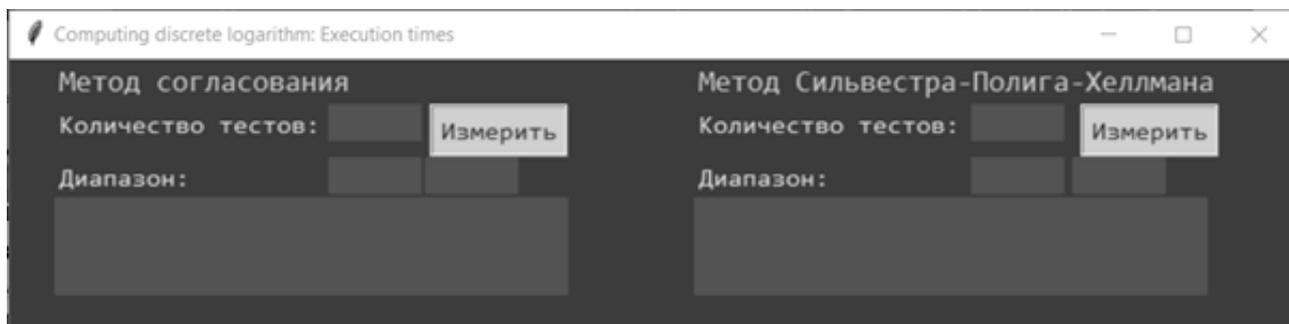


Рисунок 7 – Окно «Computing discrete logarithm: Execution times»

Заключение. Разработанное приложение «EdMod» позволяет изучить материал по темам «Задача дискретного логарифмирования» и «ЭЦП Эль-Гамалья» и закрепить полученные знания с помощью решения задач, генерируемых в приложении. Кроме того, имеется возможность обращения к справочным материалам тем данного модуля непосредственно при решении задач и автоматической валидации результатов студентов. Такой подход повышает эффективность обучения и позволяет заинтересовать студентов в конечном результате работы. Данное приложение опубликовано на [github.com](https://github.com/AVnumbuf/education-module), с ним можно ознакомиться по ссылке <https://github.com/AVnumbuf/education-module>.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анисимова, Э.С. Электронно-цифровая подпись на основе метода Эль-Гамалья / Э.С. Анисимова // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2015. – № 1-1. – С. 53–55.
2. Илюшечкин, Е. А. Практические аспекты генерации ключей для криптосистемы Эль-Гамалья / Е. А. Илюшечкин, А. А. Лаптев // Математические структуры и моделирование. – 2011. – № 22. – С. 131–140.
3. Прокудина, С. С. Дискретный логарифм и алгоритмы его вычисления / С. С. Прокудина // Академическая публицистика. – 2017. – № 3. – С. 15–19.

**XII Республиканская научно-практическая конференция-конкурс
научно-исследовательских работ учащихся средних,
средних специальных учебных заведений и студентов вузов
«От Альфа к Омеге...» (с международным участием)
Секция 3. Компьютерные науки и программирование
СТАТЬИ СТУДЕНТОВ**

**ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ HTML, CSS, JS ДЛЯ РАЗРАБОТКИ САЙТА
КОНФЕРЕНЦИИ «ОТ АЛЬФА К ОМЕГЕ...»**

Медведь Кирилл Михайлович

*УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы»,
факультет математики и информатики, 2 курс,
Гродно, Беларусь*

Научные руководители – О. И. Урбан, старший преподаватель кафедры современных технологий программирования УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы», магистр физико-математических наук, Е. В. Банюкевич, старший преподаватель кафедры современных технологий программирования УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы», магистр физико-математических наук.

В статье рассматривается возможность применения технологий HTML, CSS и JS для разработки сайта конференции «От Альфа к Омеге...». Основная цель данной работы – разработка сайта конференции с использованием технологий HTML, CSS и JS в среде разработки Visual Studio Code. В статье приводится подробное описание реализованного сайта.

Ключевые слова: веб-сайт, HTML, CSS, JS.

Введение. Разработка веб-сайта является одним из эффективных методов развития навыков программирования. Создан сайт с использованием технологий HTML [1], CSS [2] и JS [3]. Где HTML выступает в качестве “скелета” сайта, на котором держится всё остальное. При написании HTML части сайта была использована семантическая вёрстка, что повышает приоритет выдачи сайта при запросе в браузере. В HTML части подключаются все используемые шрифты на странице, шрифты же в свою очередь берутся с fonts.google.com, favicon – значок веб-сайта, style.css – файл, содержащий css-свойства страницы, кодировка UTF-8, а также подключаются js-скрипты.

Для описания внешнего вида HTML части сайта была использована технология CSS – каскадная таблица стилей, что придало сайту красивый внешний вид. Кроме того, при помощи данной технологии удалось адаптировать страницу под разные разрешения экрана пользователя, это позволяет удобно пользоваться веб-сайтом на устройствах с разным разрешением экрана.

На сайте присутствует небольшая функциональность, реализованная на Javascript. В частности, слайдер с картинками и в версии сайта, адаптированной для разрешения экрана, равного 390px и меньше, при нажатии на блок, находящийся в начале страницы, появление бокового меню, содержащего ссылки на секции веб-сайта.

Структура файлов веб-сайта. Веб-сайт [4] состоит из ряда файлов, их структура приведена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Структура проекта

Структура проекта такова: папки `css`, `img`, `js` и файл `index.html`.

Файл `index.html` содержит HTML код, описывающий “скелет” сайта.

В папке `js` находятся следующие файлы: `endless_slider.js`, `menu.js`. Эти файлы содержат код на Javascript. `endless_slider.js` – файл, в котором описывается функциональность слайдера с картинками, что позволяет переключать фотографии на слайдере по кругу в разные стороны. `menu.js` – файл, в котором описывается функциональность, позволяющая на версии сайта, адаптированного под ширину экрана в 390px и менее, при нажатии на блок, состоящий из трех белых линий, вызывать боковое меню, в котором находятся ссылки-“якоря”, а также закрывать меню при нажатии на крестик или на область вне меню. Все два файла подключаются к странице в файле `index.html`.

В папке `img` содержатся все картинки, используемые на странице, в том числе `favicon` и прочие иконки. Основной формат файлов в этой папке это `JPG` и `SVG`.

В папке `css` находится файл `style.css`, содержащий CSS код, описывающий все стили на сайте. В нем же реализована адаптивность страницы под разное разрешение экрана пользователя.

Структура блоков веб-сайта. Перейдем ко внешней части веб-сайта. Вся страница делится на три части: `header`, `main`, `footer`, они приведены на рисунке 2. Всё это разделение необходимо по требованиям семантической вёрстки.

```
▶ <header>...</header>
▶ <main>...</main>
▶ <footer>...</footer>
```

Рисунок 2 – Основные части страницы

Структура сайта описана при помощи технологии HTML в файле `index.html`. `Header`, который представлен на рисунке 3, представляет собой верхнюю плашку, шапку сайта, в ней находится лого страницы, а также ссылки на секции сайта. При уменьшении ширины экрана пользователя `header` сокращается и убираются некоторые блоки.



Рисунок 3 – Header

`Main` – главная часть веб-сайта, в ней хранится вся основная информация. Состоит из четырёх секций: `preview`, `goals`, `destinations`, `stories`. Секция `preview` – секция, находящаяся в самом верху страницы, является вводной секцией сайта, приведена на рисунке 4. В ней содержится главный заголовок страницы (`h1`), краткое описание конференции, а также на фоне этой секции размещён `header`.



Рисунок 4 – Секция preview

Секция goals, приведенная на рисунке 5, – секция, содержащая цели конференции, состоит из трёх блоков и заголовка. Для размещения блоков была использована технология flexbox, которая позволяет удобно размещать блоки на странице.

Цели конференции



Поддержка талантливых школьников и студентов



Профессиональная ориентация



Привлечение учащихся к научному творчеству

Рисунок 5 – Секция goals

Секция destinations – секция, в которой находится слайдер, приведенный на рисунке. При нажатии на края боковых картинок, картинки меняют своё положение, принцип работы похож на карусель.



Рисунок 6 – Секция destinations

При ширине экрана 390px и менее слайдер меняет свой внешний вид.



Рисунок 7 – Слайдер на меньшем разрешении экрана

Секция stories – секция, в которой описываются три конференции, проведенные за время существования «От Альфа к Омега...» [5], приведенная на рисунке 7. В ней описываются первая, предпоследняя и последняя конференции. Кроме того, если у пользователя есть желание ознакомиться по подробнее с данными конференциями, то при нажатии на ссылку “Подробнее” происходит переход на сайт факультета математики и информатики, где размещено больше информации. На фоне этой секции размещен footer, он отделен от описания секций тем, что задний фон секций обрамлён полупрозрачным светло-голубым цветом, в то

**XII Республиканская научно-практическая конференция-конкурс
научно-исследовательских работ учащихся средних,
средних специальных учебных заведений и студентов вузов
«От Альфа к Омеге...» (с международным участием)
Секция 3. Компьютерные науки и программирование
СТАТЬИ СТУДЕНТОВ**

**ЗАЩИТА МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ СРЕДСТВАМИ БИОМЕТРИЧЕСКОЙ
АУТЕНТИФИКАЦИИ**

Протосовицкая Софья Борисовна

*УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы»,
факультет математики и информатики, 4 курс,
Гродно, Беларусь*

Научный руководитель – И. Б. Просвирнина, доцент кафедры системного программирования и компьютерной безопасности УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы», кандидат физико-математических наук, доцент.

В статье исследуется технология Face ID в iOS и ее внедрение в мобильное приложение. Рассматриваются основные системы биометрической аутентификации и методы распознавания лиц. На основании результатов исследования приводится вывод об общей структуре процесса распознавания лиц. Подробнее рассматривается работа и структура камеры TrueDepth и модуль Secure Enclave.

Ключевые слова: биометрия, биометрическая аутентификация, системы контроля доступа, методы аутентификации, распознавание лица

Введение. Долгое время имена пользователей и пароли были основной мерой безопасности. Однако, множество громких взломов в крупных финансовых и коммерческих учреждениях привели к краже миллионов комбинаций имени пользователя и пароля и их выставлению на продажу в DarkWeb. А совместно с тенденцией повторять пароли для нескольких учетных записей масштаб уязвимости стал более очевидным.

Системы биометрической аутентификации менее подвержены этой уязвимости, поскольку биометрические данные пользователя уникальны. Злоумышленнику очень сложно обманым путем воспроизвести сканирование отпечатка пальца или лица человека, если оно выполняется надежными решениями с сильным обнаружением подделки, и все же, для аутентификации соответствующего пользователя требуется всего лишь мгновение. Из-за этого, биометрия считается более удобной, чем пароли, и безопаснее.

На iPhone и iPad хранятся многие составляющие нашей цифровой жизни, которые необходимо защищать. Технология Touch ID в свое время стала настоящим прорывом в области аутентификации по отпечатку пальца, а Face ID — это совершенно новый уровень распознавания пользователя по лицу. Face ID представляет собой интуитивный и надежный метод аутентификации, в основе которого лежит создание структурной карты лица с помощью инновационной системы камер TrueDepth и передовых технологий.

Основная часть. Биометрическая аутентификация — это метод идентификации человека по уникальным биологическим характеристикам, представляющий концепцию безопасности данных. В настоящее время биометрические данные используются в системах контроля доступа всё чаще. Решения для биометрической аутентификации создают модель на основе данных, которая представляет человека. С помощью этой модели и биометрической информации системы безопасности могут аутентифицировать доступ к приложениям и другим сетевым ресурсам. Биометрические системы аутентификации работают в активном, а не пассивном режиме и почти всегда подразумевают авторизацию.

В связи с тем, как пользователь использует систему, различные системы безопасного доступа разделяют на три группы [1]:

- Ключи. Пользователь представляет свой личный идентификатор, который является физическим хранителем ключа (карты с магнитной полосой, флешки и другие устройства);
- Пароли. Пользователь использует секретные данные для получения доступа (например, PIN-код или пароль);
- Биометрия. Пользователь представляет биологический параметр, который является его частью (рисунок сетчатки, отпечатки пальцев, рисунок лица и т.д.).

Критерии для биометрических параметров должны соответствовать следующим показателям [2]:

- уникальность: биометрия отрицает существование двух людей с одинаковыми биологическими и физическими параметрами;
- универсальность: эта функция должна присутствовать для всех пользователей;
- постоянство: для правильной аутентификации требуется согласованность во времени;
- измеримость: система должна быть способна измерять знак с помощью любого устройства для дальнейшего хранения в базе данных.
- приемлемость: общество не должно быть против сбора и измерения биометрических параметров.

Все методы биометрической аутентификации делятся на два вида:

- статические (физиологические) методы;
- динамические (поведенческие) методы.

Биометрические системы аутентификации могут сканировать различные параметры пользователя и делятся на несколько подвидов распознавания: по отпечатку пальца, по форме ладони, по расположению вен на лицевой стороне ладони, по радужной оболочке глаза, по сетчатке глаза, по геометрии лица, по термограмме лица, по ДНК, по рукописному почерку, по клавиатурному почерку, по голосу.

Использование физиологических характеристик человека как средства идентификации и аутентификации стало широко распространенным. Однако после определенных инцидентов статическая биометрия отошла на второй план — поведенческая биометрия стала более надежной и безопасной альтернативой.

Статическая биометрия заменила пароли личными идентификаторами — отпечатками пальцев, чертами лица, радужной оболочкой глаза, формой уха или рисунком вен ладони. Однако, данные системы не всегда просты в использовании и не так безопасны. Например, сканирование радужной оболочки глаза не эффективно при солнечном свете, разблокировка телефона с помощью отпечатка пальца во время тренировки или работы в саду будет затруднено.

Потребители также хотят большего контроля над своей личной информацией. Проблема с физиологической биометрией заключается в том, что она требует от пользователей делиться своей личной информацией, чтобы гарантировать её безопасное хранение и содержание в тайне от третьих лиц.

Учитывая вышеуказанные проблемы, стоит рассмотреть многоуровневый подход к идентификации с использованием как физиологической, так и поведенческой биометрии. Такая комбинация создаст безопасный и удобный метод аутентификации. Достижения в области искусственного интеллекта и машинного обучения открыли новый метод идентификации, который анализирует как пользователи взаимодействуют с устройством, которое они используют в качестве инструмента аутентификации. Однако, в данной работе для исследования оптимально подходящим является метод аутентификации с помощью распознавания геометрии лица.

К основным стандартным методам распознавания лиц относятся: метод гибкого сравнения на графах, нейронные сети, метод главных компонент, метод Виолы-Джонса, скрытые марковские модели.

Рассмотрим более детально технология Face ID. Face ID – это результат объединения самых передовых аппаратных и программных компонентов Apple. Для надежного распознавания лица с помощью Face ID используются камера TrueDepth и технологии машинного обучения. Данные Face ID (в том числе математические представления лица) шифруются и защищаются с помощью ключа, доступного только модулю Secure Enclave. Камера TrueDepth захватывает данные лица, проецируя на него и анализируя несколько тысяч невидимых точек. Таким образом устройство составляет подробную структурную карту лица, а также его изображение в инфракрасном спектре. Фрагмент системы Neural Engine микропроцессоров A11, A12Bionic, A12XBionic, A13Bionic, A14Bionic и A15Bionic, защищенный модулем Secure Enclave, преобразует структурную карту и инфракрасное изображение в математическое представление, которое сравнивается с зарегистрированными данными лица.

Технология Face ID проверяет соответствие с использованием данных о структуре лица, которые невозможно считать с напечатанной или цифровой двухмерной фотографии. А сложные нейронные сети защищают от мошенничества с использованием масок или других приемов. Технология Face ID определяет осознанность действий, поэтому при наличии на лице маски всегда будет выполняться проверка на внимание. Face ID сработает, только если глаза будут открыты и будут направлены прямо на устройство. Это усложняет задачу разблокировать устройство без ведома пользователя [3].

iPhone, iPad Pro и система камер TrueDepth были тщательно протестированы на соответствие международным стандартам безопасности. Система камер TrueDepth безопасна в обычных условиях использования. Ее излучаемая мощность очень мала, поэтому работа с ней не вредит глазам или коже.

Нами было разработано мобильное приложение «ToDo» на языке Swift в качестве примера внедрения технологии Face ID. Система распознавания лиц представляет из себя фреймворк от Apple под названием LocalAuthentication [4].

Проект «ToDo» содержит в себе восемь классов, которые реализуют логику приложения. Класс PasscodeViewController реализует аутентификацию пользователя. При запуске приложения пользователя встречает экран с кнопкой для аутентификации. Кнопка создается в классе PasscodeViewController и реализуется по средствам фреймворка UIKit. Далее для нее делается @IBAction, где и происходит аутентификация. Реализация кнопки аутентификации представлена на рисунке 1.

Во строке 2 листинга создается экземпляр класса context, он является механизмом оценки политик аутентификации и контроля доступа. Context накладывает определенные требования, которые должны быть выполнены, прежде чем аутентификация может продолжаться. Например, действие, которое требует биометрических данных, не может аутентифицироваться, если Touch ID или Face ID отключены. Поэтому в строках 4-5 листинга делается проверка на возможность аутентификации пользователя с помощью биометрии.

После того, как была проверена возможность аутентификации, в строках 6-8 вызывается метод evaluatePolicy. Этот метод асинхронно оценивает политику аутентификации. Оценка политики может включать запрос пользователя на различные виды взаимодействия или аутентификации. Фактическое поведение зависит от оцениваемой политики и типа устройства. На поведение также могут влиять установленные профили конфигурации. В localizedReason, которая предоставлена пользователю в диалоговом окне аутентификации, указана причина запроса аутентификации: “Please authenticate to proceed.”

В замыкании, представленном в строке 9 листинга, используется два значения: success и error. Не предполагается, что предыдущая успешная оценка политики означает, что будущие оценки также будут успешными. Оценка политики может быть неудачной по разным причинам, включая отмену пользователем или системой. Поэтому ошибка обрабатывается в любом случае, чтобы пользователь понимал ее причину. В этом помогает свойство в строке 19, которое возвращает локализованное описание для этой ошибки.

Далее в строке 10 происходит проверка: аутентификация прошла успешно, или нет. Если, после успешной аутентификации, необходимо обновить часть пользовательского интерфейса (переход к приложению), то для запуска этих задач используется метод из строки 11. В данном методе загружается файл раскладки. После этого загружаем необходимую сцену, передав в строке 14 идентификатор требуемого контроллера, и отображаем ее на экране с помощью метода `present` в строке 16. Изменения пользовательского интерфейса выполняются в основном потоке.

```
1  @IBAction func useBiometrics(sender: UIButton) {
2  let context = LAContext()
3  if
4  context.canEvaluatePolicy
5  (.deviceOwnerAuthenticationWithBiometrics, error: nil) {
6  context.evaluatePolicy(
7  .deviceOwnerAuthenticationWithBiometrics, localizedReason:
8  "Please authenticate to proceed.") {
9  (success, error) in
10 if success {
11 DispatchQueue.main.async {
12 self.dismiss(animated: true, completion: nil)
13 let storyboard = UIStoryboard(name: "Main", bundle: nil)
14 let vc = storyboard.instantiateViewController (identifier:
15 "TableViewController")
16 self.present(vc, animated: true, completion: nil)}
17 } else {
18 guard let error = error else { return }
19 print(error.localizedDescription)}
20     }
21     }
22 }
```

Рисунок 1 – Реализация кнопки аутентификации

На рисунке 2 представлена реализация метода проверки пользователя при входе в приложение. Данный метод вызывается при переходе из фона на передний план.

При каждом запуске приложения, не важно выгружено оно из памяти или нет, будет появляться экран с аутентификацией пользователя.

```
1  func sceneWillEnterForeground(_ scene: UIScene) {
2  let passcodeVC = PasscodeViewController(nibName:
3  "PasscodeViewController", bundle: nil)
4  passcodeVC.modalPresentationStyle = .overFullScreen
5  self.window?.rootViewController?.present(passcodeVC,
6  animated: true, completion: nil)}
```

Рисунок 2 – Метод `sceneWillEnterForeground`

Пример работы Face ID в различных ситуациях представлен на рисунке 3.

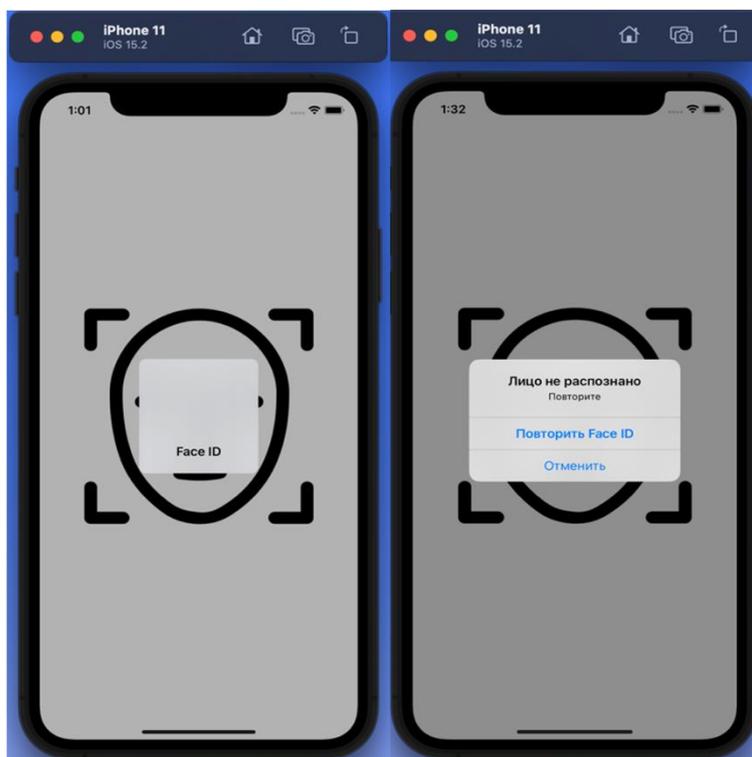


Рисунок 3 – окно Face ID. Неудачная попытка аутентификации

В случае успешной аутентификации осуществляется переход на главный экран приложения.

Заключение. Биометрические системы аутентификации постоянно совершенствуются и оптимизируются. Постепенно биометрические системы защиты становятся дешевле, но при этом надежнее. Помимо всего они становятся более доступными в плане использования и обслуживания, малый процент системных ошибок и сбоев, при которых пользователь не был авторизован или принят за другого. В ближайшее время биометрические системы аутентификации займут лидирующую нишу в системах защиты.

Несмотря на большое разнообразие алгоритмов распознавания лиц, можно выделить общую структуру процесса. На первом этапе производится детектирование и локализация лица на изображении. На этапе распознавания производится выравнивание изображения лица (геометрическое и яркостное), вычисление признаков и непосредственно распознавание – сравнение вычисленных признаков с заложенными в базу данных эталонами. Основное отличие всех рассмотренных алгоритмов – это различное вычисление признаков и сравнение их совокупностей между собой.

Разработанное мобильное приложение выполняет следующие функции: упорядочивание списка дел, внесение в них коррективы, добавление и удаление задач. Приложение корректно справляется с облегчением доступа к данным в виде замены ввода паролей на аутентификацию пользователя по лицу.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Болл, Р. М. Руководство по биометрии / Р.М. Болл [и др.]. – М.: Техносфера, 2007. – 368 с.
2. Биометрия от «А» до «Я» фундаментальное руководство [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://securityrussia.com/blog/biometriya.html/>. – Дата доступа: 13.04.2022.
3. Усов, В. Swift. Разработка приложений под iOS на основе фреймворка UIKit / В. Усов. – Москва, 2021. – 493 с.
4. Hudson, P., Hacking with iOS: UIKit Edition / P. Hudson. – United States: Hackingwithswift, 2019. – 687 с.

**XII Республиканская научно-практическая конференция-конкурс
научно-исследовательских работ учащихся средних,
средних специальных учебных заведений и студентов вузов
«От Альфа к Омеге...» (с международным участием)
Секция 3. Компьютерные науки и программирование
СТАТЬИ СТУДЕНТОВ**

**ПРИЛОЖЕНИЕ, МОДЕЛИРУЮЩЕЕ СИСТЕМУ ТРЁХ ТЕЛ В ГРАВИТАЦИОННОМ
ПОЛЕ СРЕДСТВАМИ PYTHON**

Толбухин Даниил Витальевич

*Псковский государственный университет,
институт математического моделирования и игропрактики, 4 курс,
Псков, Россия*

Научный руководитель – Д. С. Лобарёв, старший преподаватель кафедры математики и теории игр института математического моделирования и игропрактики Псковского государственного университета.

В работе представлены результаты математического моделирования эволюции системы трёх обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка для материальных точек – уравнений Ньютона. Моделирование обеспечено модифицированным численным методом Рунге-Кутты 8-го порядка точности. При разработке приложения, выполняющего вывод результатов работы программы в виде анимации, использовались интегрированная среда разработки для языка программирования Python – PyCharm, кроссплатформенная свободная среда для разработки графических интерфейсов – QtDesigner, и такие библиотеки Python, как SciPy (для применения численного метода), Matplotlib (для создания анимации) и PyQt5 (для налаживания работы интерфейса из QtDesigner с программой на Python).

Ключевые слова: Python, PyQt5, QtDesigner, Scipy, Matplotlib, задача трёх тел, уравнения Ньютона, численный метод, Рунге-Кутты.

Введение. К удивлению физиков XVII века в небесной механике возникла проблема, носящая название «задача N тел», где $N \geq 3$. Её сложность была установлена при детальном исследовании, которое привело к рассмотрению более упрощённой постановки задачи – ограниченной задачи трёх тел. Не смотря на большие упрощения в условиях, поставленная задача принесла много пользы, ведь при поиске её решения были разработаны методы исследования поведения дифференциальных систем, имеющих приложения в различных разделах науки и техники. Помимо аналитической механики, механики космического полёта и звёздной динамики, отражающие практическое применение полученных результатов, изучение задачи представляет большой интерес и для других разделов естественных наук: теоретической физики, кинетической теории газов, электро- и магнетодинамики и некоторых других областей.

Имея обширное применение полученных результатов при изучении поведения системы трёх материальных тел и простую постановку вопроса, исследование задачи остаётся востребованным до сих пор, поскольку неизвестно, сколько ещё пользы оно принесёт.

Основная часть. В работе рассматриваются системы уравнений Ньютона как для двух, так и для трёх тел, отвечающие за траектории движений. Для численного решения системы в алгоритме используется функция `scipy.integrate.solve_ivp`, с помощью которой решается система дифференциальных уравнений первого порядка.

Задаются параметры: `fun` – система обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка; `t_span` – краевые условия времени; `y0` – начальные значения радиус-векторов и векторов скоростей; `method` – выбор численного метода; `t_eval` – количество шагов итераций

метода. Поскольку данная функция применима для обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка, первоначальная система n уравнений второго порядка сводится к системе $2n$ уравнений первого порядка. Для задачи трёх тел система будет иметь следующий вид из источника [1, с. 26]:

$$\frac{d^2 \bar{r}_i}{dt^2} = G \left(\frac{m_j \bar{r}_{ij}}{r_{ij}^3} + \frac{m_k \bar{r}_{ik}}{r_{ik}^3} \right); \{i, j, k\} = \{1, 2, 3\},$$

где $\bar{r}_{ij} = \bar{r}_j - \bar{r}_i$, $r_{ij} = |\bar{r}_{ij}|$. Заменяя первую производную радиус-вектора по времени на вектор скорости, более подробно расписывая \bar{r}_{ij} и переходя к безразмерным величинам, выводится следующая система $2n$ уравнений первого порядка.

$$\begin{aligned} \frac{d\bar{v}_1}{dt} &= K_1 m_2 \frac{\bar{r}_2 - \bar{r}_1}{|\bar{r}_2 - \bar{r}_1|^3} + K_1 m_3 \frac{\bar{r}_3 - \bar{r}_1}{|\bar{r}_3 - \bar{r}_1|^3}, \\ \frac{d\bar{v}_2}{dt} &= K_1 m_1 \frac{\bar{r}_1 - \bar{r}_2}{|\bar{r}_1 - \bar{r}_2|^3} + K_1 m_3 \frac{\bar{r}_3 - \bar{r}_2}{|\bar{r}_3 - \bar{r}_2|^3}, \\ \frac{d\bar{v}_3}{dt} &= K_1 m_1 \frac{\bar{r}_1 - \bar{r}_3}{|\bar{r}_1 - \bar{r}_3|^3} + K_1 m_2 \frac{\bar{r}_2 - \bar{r}_3}{|\bar{r}_2 - \bar{r}_3|^3}, \\ \frac{d\bar{r}_1}{dt} &= K_2 \bar{v}_1, \quad \frac{d\bar{r}_2}{dt} = K_2 \bar{v}_2, \quad \frac{d\bar{r}_3}{dt} = K_2 \bar{v}_3. \end{aligned}$$

Коэффициенты K_1 и K_2 введены для соблюдения соотношений в уравнениях при переходе к безразмерным величинам. Данный приём используется для более эффективного описания характеристик тел. На примере масс, все тела, в таком случае, можно описать через массу Солнца, указав соотношение масс между телами. Коэффициенты пропорции описываются следующими формулами:

$$K_1 = G \frac{T_o * M_o}{R_o^2 * V_o}, \quad K_2 = \frac{V_o * T_o}{R_o},$$

где T_o – орбитальный период, M_o – масса, R_o – радиус-вектор и V_o – скорость тела, относительно которого описываются физические величины рассматриваемых тел.

В рассматриваемых примерах, M_o – масса Солнца, R_o – расстояние от Солнца до звёздной системы Альфа Центавра, V_o – скорость сложного движения Земли относительно Солнца, T_o – орбитальный период системы Альфа Центавра относительно Солнца. Рассматривается система, состоящая из Альфа Центавра А, Альфа Центавра Б и третьего тела с произвольными показателями. Компоненты радиус-векторов и векторов скоростей взяты произвольным образом для создания условий, при которых гравитационное воздействие станет ощутимым во влиянии на траекторию движения каждого тела. Данные в системе моделирования представлены на рис. 1.

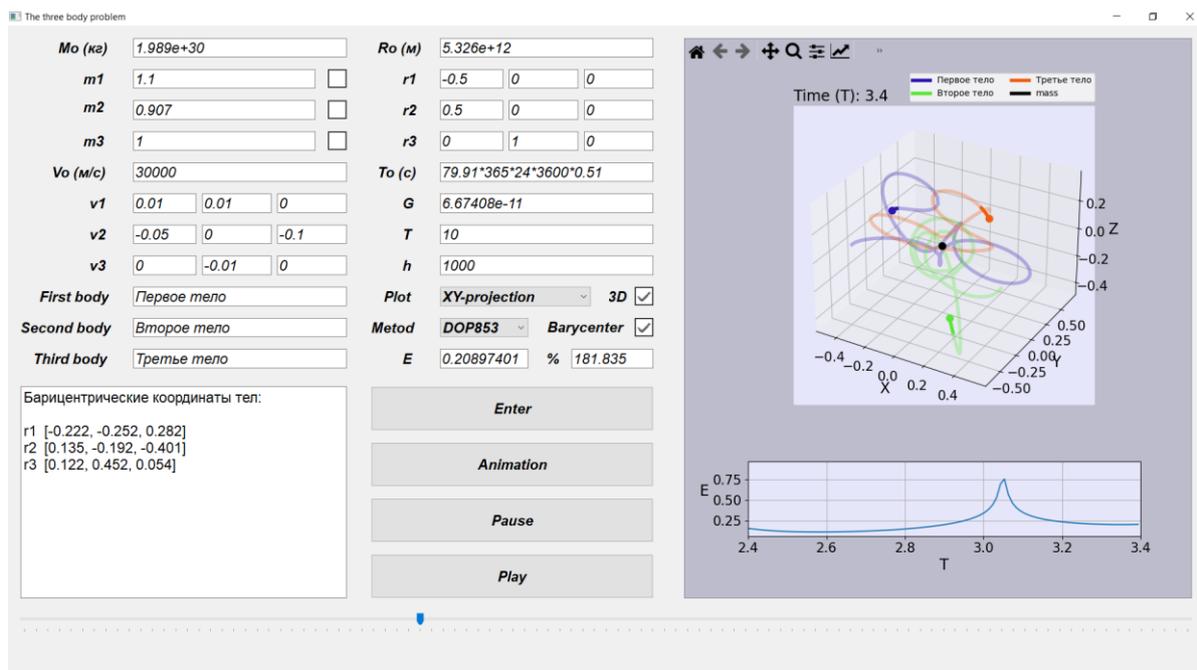


Рисунок 1 - Интерфейс приложения после ввода данных и запуска анимации

Дополнительным инструментом за контролем результатов моделирования является индикаторы, показывающий значение полной энергии системы, процент отклонения значения этой энергии в момент T_1 в сравнении с моментом T_0 и график этих отклонений (рис. 2). Полная энергия системы расписана следующим образом:

$$E = \frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} + \frac{m_3 v_3^2}{2} + G \left(\frac{m_1 m_2}{|\vec{r}_2 - \vec{r}_1|} + \frac{m_1 m_3}{|\vec{r}_3 - \vec{r}_1|} + \frac{m_2 m_3}{|\vec{r}_3 - \vec{r}_2|} \right)$$

Для проверки работоспособности модели в приложении применяются условия такого частного решения задачи трёх тел, как восьмёрка Мура [2]. При длительном рассмотрении развития системы наблюдается нарушение стабильности – траектория «восьмёрки» начинает вращаться вокруг своей оси. Помимо этого, был получен приятный результат, при котором временно стабильное развитие системы сопровождалось отклонениями полной энергии системы от 0 до 8 процентов (рис. 2) – лучший результат стабильности после произвольного примера трёх тел.

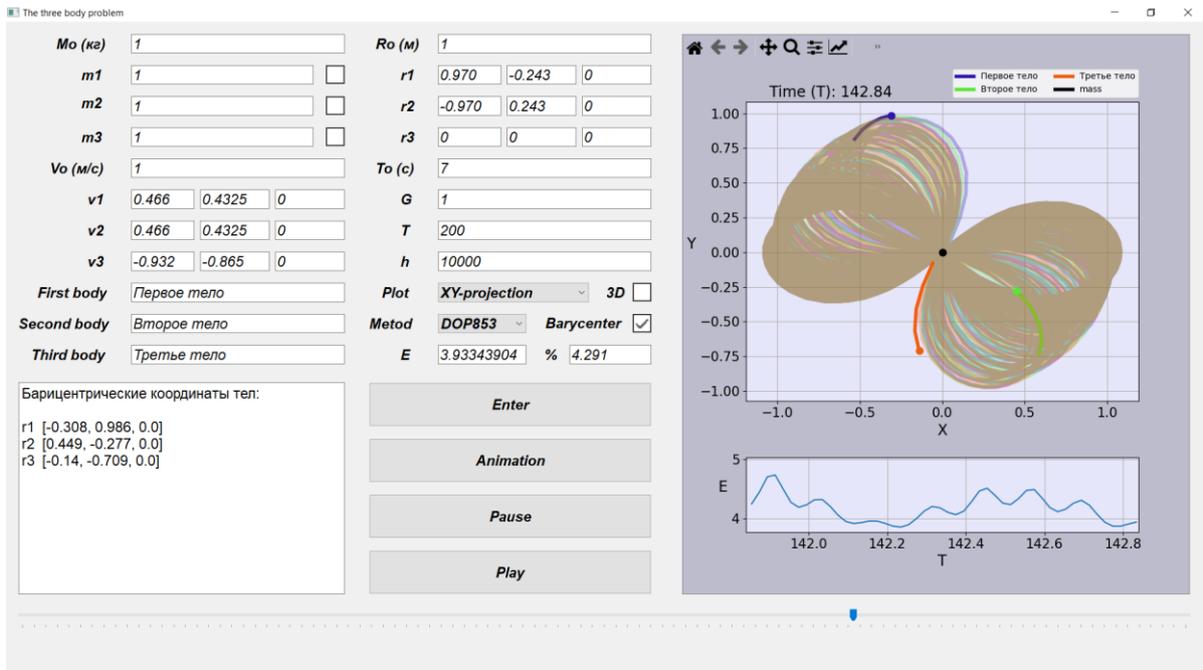


Рисунок 2 - График восьмёрки Мура после нарушения стабильности

Далее для проверки работы модели берутся два частных решения, китайских математиков Shijun Liao, Xiaoming Li и Yu Yang. На рис. 3 имеем решение модели из статьи [3], а на рис. 4 – из статьи [4], определяемое как $I. A_2^{l.c.}(0.5)$ в полной таблице решений из сайта авторов [5].

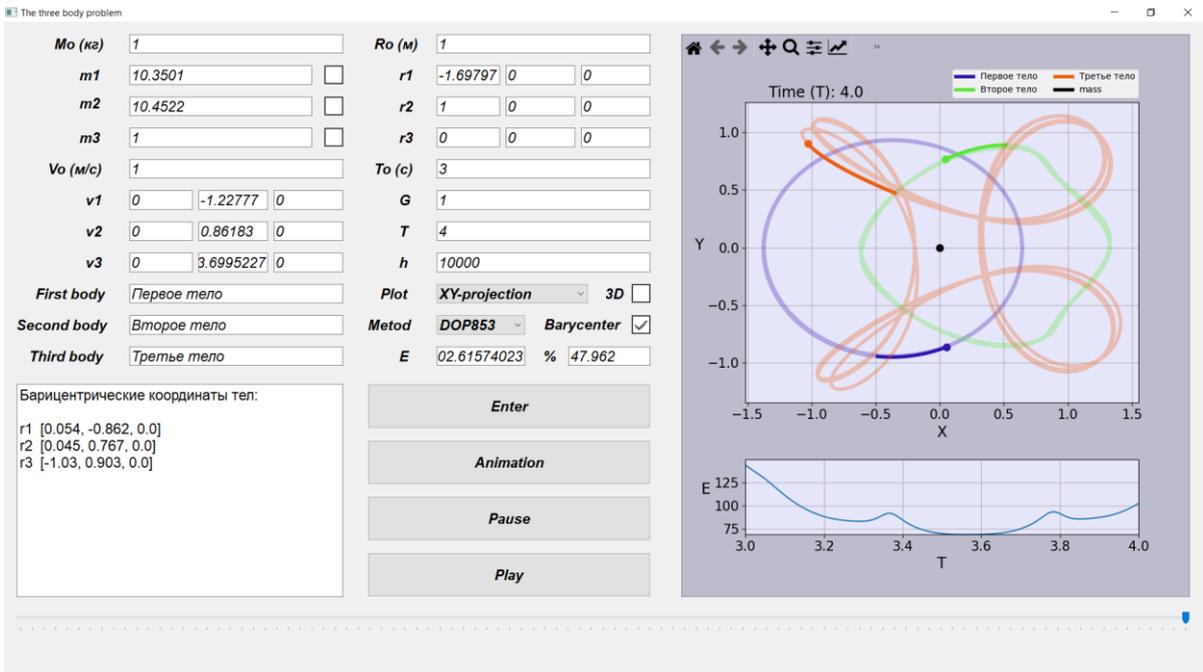


Рисунок 3 - Нарушение стабильности после первого полного обращения

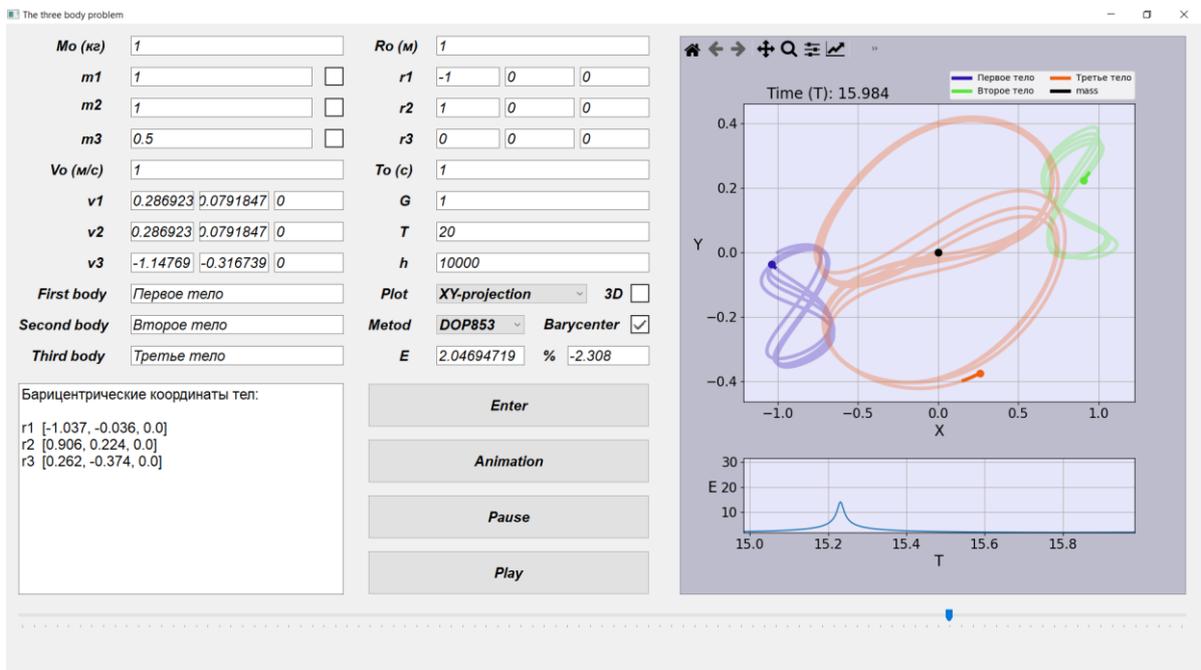


Рисунок 4 - Возмущения в траекториях движения при убыли полной энергии

Закключение. В результате представлена авторская разработка специальной программы моделирования и визуализации в 2D и 3D проекции задачи трёх тел. Алгоритм решения использует численные методы решения задачи трёх тел, а удобный интерфейс приложения позволяет пользователю самостоятельно настроить необходимые параметры для получения конкретного эффекта. Результаты тестирования программы указывают на необходимость введения дополнительных параметров, поскольку поведение полной энергии системы стало ошеломительным явлением, отражающее сложность задачи даже для нынешних численных методов. Стоит отметить, что некоторую часть теоретической базы данное моделирование подтверждает – траектория движения центра масс действительно прямолинейно, как было доказано в теории аналитической механики. \

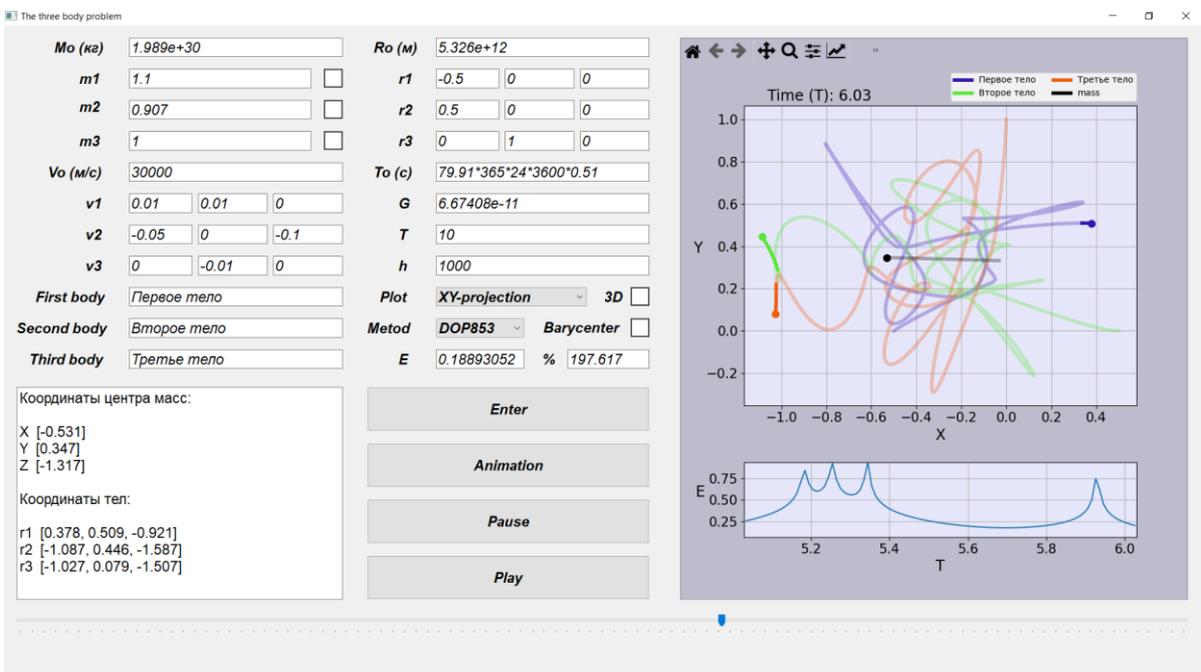


Рисунок 5 - Прямолинейное движение центра масс

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Маршал, К. Задача трехтел / К. Маршал. – Ижевск: Инст. комп. иссл., 2004. – 640с.
2. Chenciner, A A remarkable periodic solution of the three-body problem in the case of equal masses / A. Chenciner, R. Montgomery // *Annals of Mathematics*. – 2000. – №152. – P. 881–901.
3. Shijun, L. Three-body problem - from Newton to supercomputer plus machine learning / L. Shijun, L. Xiaoming, Y. Yu // *New Astronomy*. – 2022. – №96.
4. Xiaoming, L. Over a thousand new periodic orbits of a planar three-body system with unequal masses / L. Xiaoming, J. Yipeng, L. Shijun // *Publications of the Astronomical Society of Japan*. – 2018. – P. 1-7.
5. Movies of the Periodic Planar Collisionless Three-Body Orbits with unequal mass in Real Space or on Shape Sphere [Electronic resource]. – Mode of access: <https://numericaltank.sjtu.edu.cn/three-body/three-body-unequal-mass-movies.htm>. – Date of access: 20.01.2022.

Секция 4. Робототехника и искусственный интеллект

**XII Республиканская научно-практическая конференция-конкурс
научно-исследовательских работ учащихся средних,
средних специальных учебных заведений и студентов вузов
«От Альфа к Омеге...» (с международным участием)
Секция 4. Робототехника и искусственный интеллект
СТАТЬИ СТУДЕНТОВ**

AR-КАРТА УНИВЕРСИТЕТА

Менцель Ангелина Валентиновна

*УО «Гродненский государственный университет им. Я. Купалы»,
факультет математики и информатики, 3 курс,
Гродно, Беларусь*

Научный руководитель - Е. А. Сетько, доцент кафедры фундаментальной и прикладной математики УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы», кандидат физико-математических наук, доцент.

В работе рассматривается технология дополненной реальности, приведено обоснование актуальности и своевременности её использования для профориентации. Расписана техническая реализация представленного проекта. Рассказывается о возможностях платформы Spark AR с применением скриптов JavaScript. В заключении делается вывод о пользе технологии AR в дополнительном образовании на основе вышесказанного.

Ключевые слова: технология дополненной реальности, augmented reality, интерактивная карта.

Введение. Сегодня одной из самых востребованных и актуальных технологий является технология дополненной реальности. Она используется в различных сферах нашей жизни, от медицины до образования, так как позволяет создать эффект физического присутствия. В данном исследовании рассмотрена возможность применения технологии дополненной реальности в профориентации, так как карта корпуса университета может быть полезна для абитуриентов и гостей университета. В наше время, когда социальные сети стали частью жизни людей, наиболее удобно интегрировать новые технологии непосредственно в социальные сети (факультета, университета), ведь ими сможет без проблем воспользоваться любой пользователь социальной сети.

Основная часть. В рамках всего вышесказанного представлен проект – AR-карта главного корпуса Гродненского государственного университета имени Янки Купалы.

Проект представляет собой интерактивную карту, на которой отмечены расположения кабинетов на каждом из этажей.

Пользователи смогут в режиме реального времени открыть карту в камерах своих устройств, имея доступ лишь к социальной сети Instagram.

Карта реализована используя алгоритмы визуального программирования, среды для работы с дополненной реальностью, а также при помощи скрипта JavaScript.

Особенность проекта - доступ в социальной сети Instagram для любого пользователя, а также использование технологии AR. Эта технология позволяет существенно расширить область данных, воспринимаемых человеком, за счёт переноса в реальный мир цифровой информации. Процесс формирования дополненной реальности происходит с помощью камеры или иного устройства, которое может обрабатывать видеосигнал. Технология дополненной реальности – это, в своей основе, программное обеспечение. То есть это специальные математические алгоритмы, которые связывают камеру, метки и компьютер в единую интерактивную систему.

AR - один из современных и востребованных инструментов работы с контентом. В рамках данной технологии на экранах различных гаджетов можно просматривать 3d(2d)-объекты. AR позволяет накладывать визуальные объекты на физическое пространство и сочетать их [1].

На сегодняшний день существует несколько видов математических алгоритмов распознавания объектов и изображений, которые применяются для создания AR. Существует два принципа построения дополненной реальности: по координатам местоположения пользователя и на основе маркеров – объектов, расположенных в обозримом пространстве, которые анализируются при помощи специального программного обеспечения для дальнейшей постановки виртуальных объектов. В данном проекте использовался алгоритм на основе маркеров, т. е. Проводится анализ поверхности, на которую будет помещаться виртуальная карта.

Для реализации данной идеи использовалось приложение Spark AR. Spark AR Studio – это платформа дополненной реальности, которая позволяет с лёгкостью создавать AR-эффекты в мобильной камере. Приложение позволяет работать как с графикой, так и с скриптами в одной среде, что делает его очень хорошим решением для подобного проекта. Интерфейс приложения представлен на рисунке 1

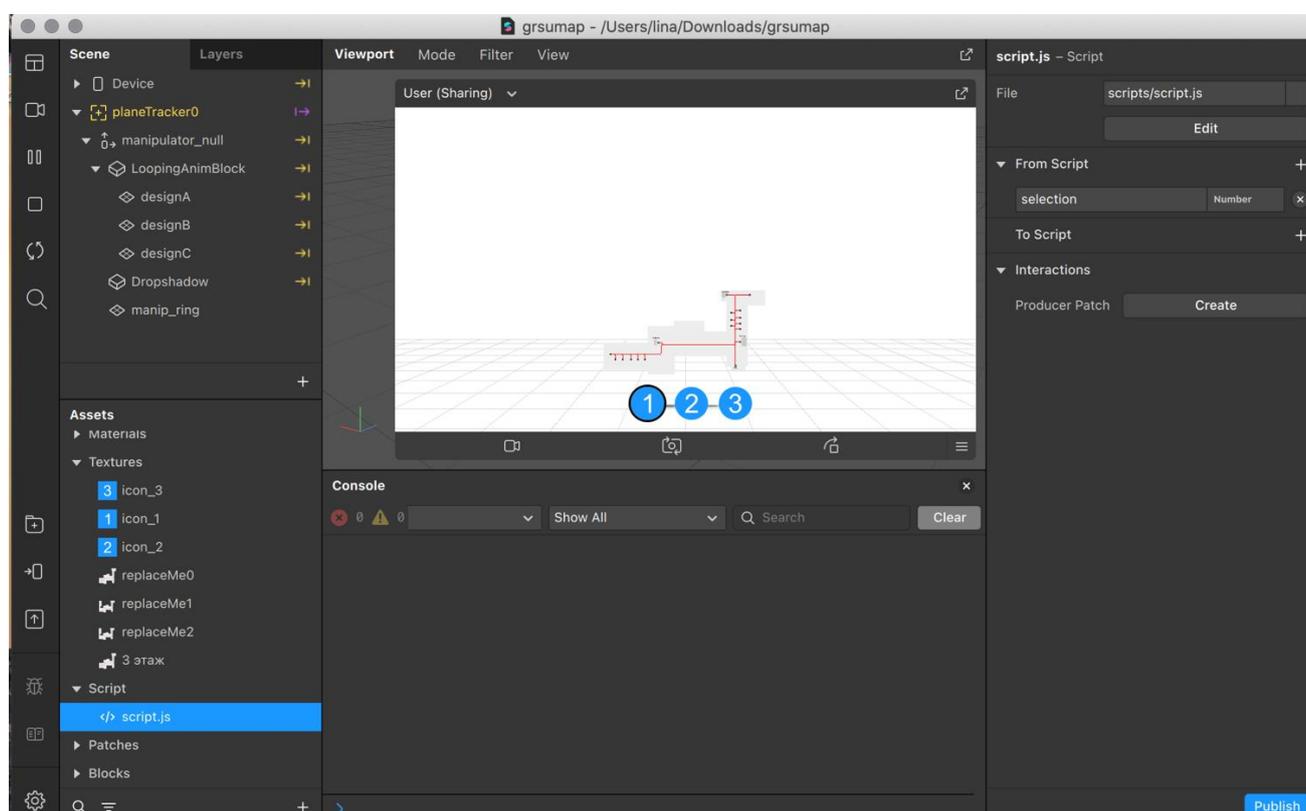


Рисунок 1 – Интерфейс “SparkAR”

Это приложение единственное позволяет сразу же экспортировать маски в аккаунт в социальной сети.

В Spark AR используются принципы визуального программирования (вместо кода используются так называемые «блоки», соединяя которые создается логика поведения объекта). В данной среде эти «блоки» называются патчи. Патчи – основа создания маски, именно соединения портов патчей создает логику работы всего проекта — механику работы эффекта и его взаимодействия с пользователем. Пример патчей, которые программируют нажатие на экран, поворот объекта и увеличение представлены на рисунке 2

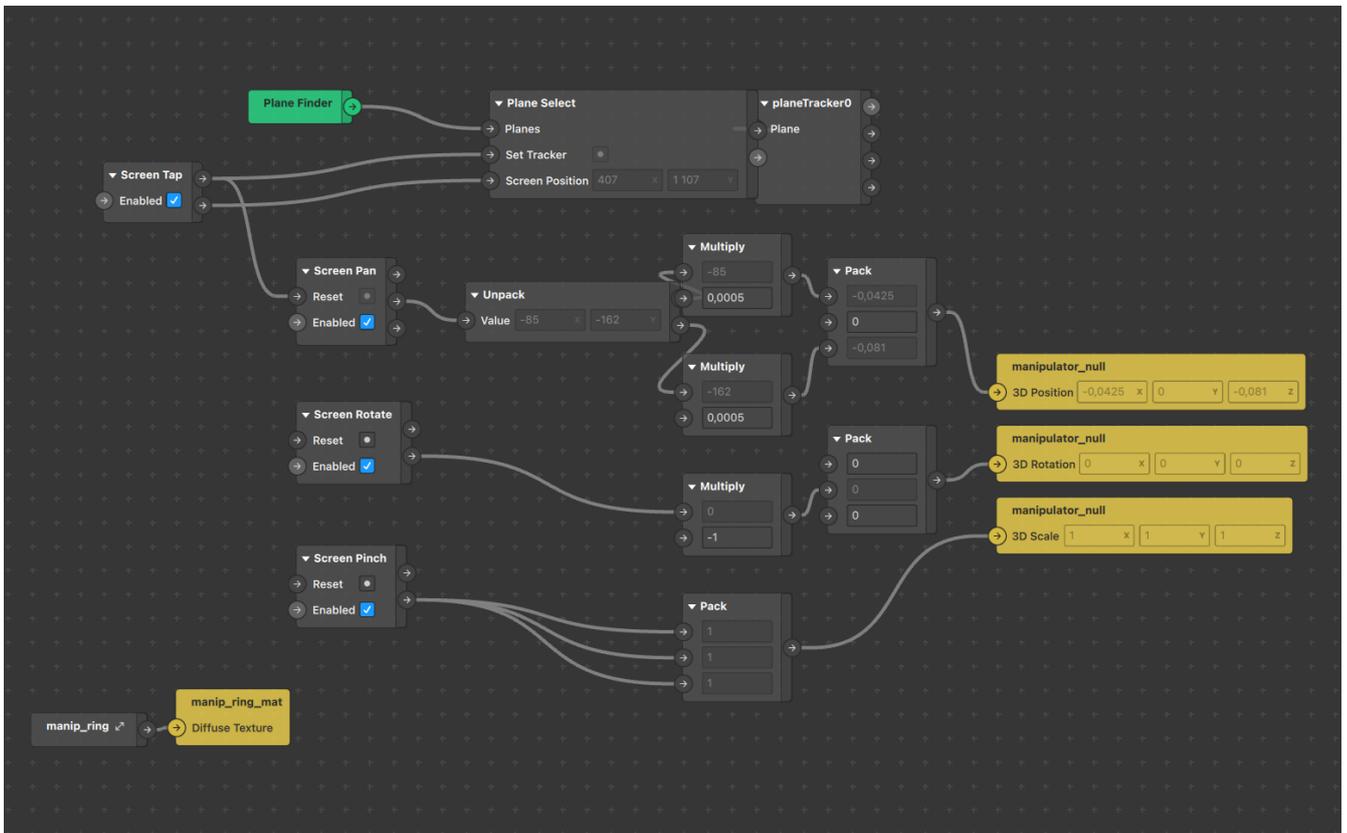


Рисунок 2 – Патчи

Также при помощи патчей на экран выводится подсказка для пользователя, если он долго не будет нажимать на экран после открытия камеры, на экран будет выведено сообщение «Нажмите, чтобы разместить». Реализация вышеописанного приведена на рисунке 3

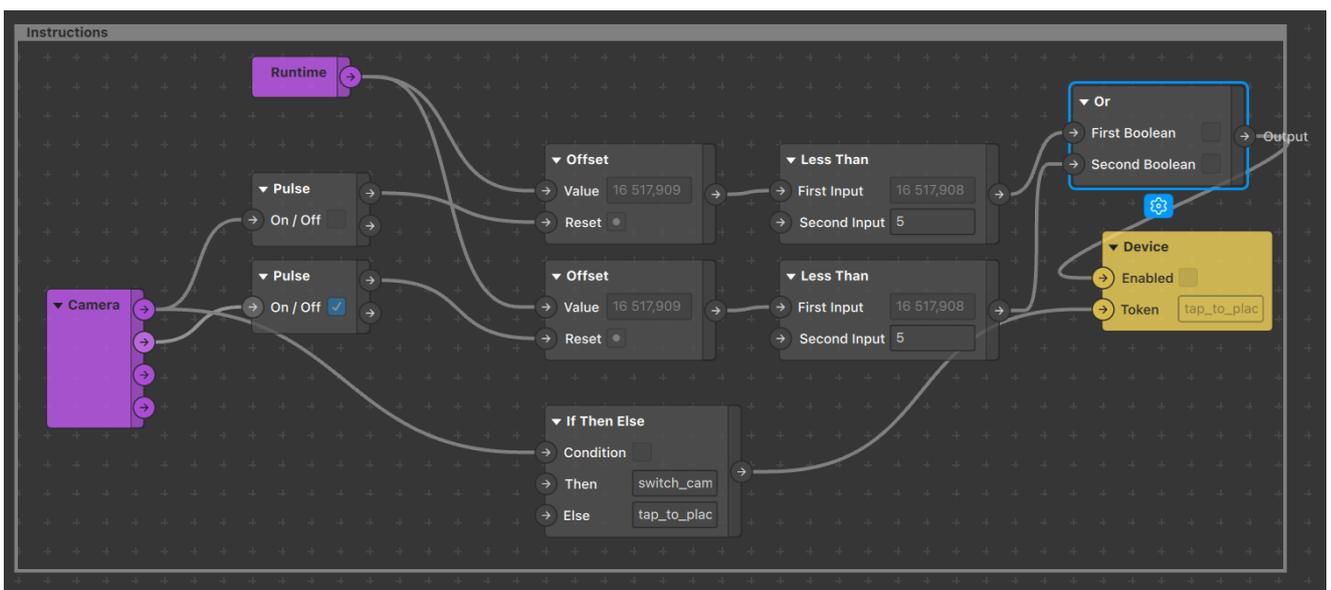


Рисунок 3 – Реализация подсказки

Для переключения объектов по нажатию прописывался скрипт на Java Script – именно этот язык поддерживает среда. (рис. 5)

```

1  const NativeUI = require('NativeUI');
2  const Textures = require('Textures');
3  const Patches = require('Patches');
4
5  Promise.all([
6    Textures.findFirst('icon_1'),
7    Textures.findFirst('icon_2'),
8    Textures.findFirst('icon_3'),
9  ]).then(onReady);
10
11
12  function onReady(assets) {
13
14    const texture0 = assets[0];
15    const texture1 = assets[1];
16    const texture2 = assets[2];
17
18    const picker = NativeUI.picker;
19
20    const index = 0;
21    const selection = 0;
22
23    const configuration = {
24
25      selectedIndex: index,
26
27      items: [
28        {image_texture: texture0},
29        {image_texture: texture1},
30        {image_texture: texture2}
31      ]
32    };
33
34
35    picker.configure(configuration);
36    picker.visible = true;
37
38    picker.selectedIndex.monitor().subscribe(function(index) {
39      Patches.inputs.setScalar('selection', index.newValue);
40    });
41  }
42

```

Рисунок 4 – Скрипт переключения объектов

Скрипт подключается при помощи патчей, реализация представлена на рисунке 5

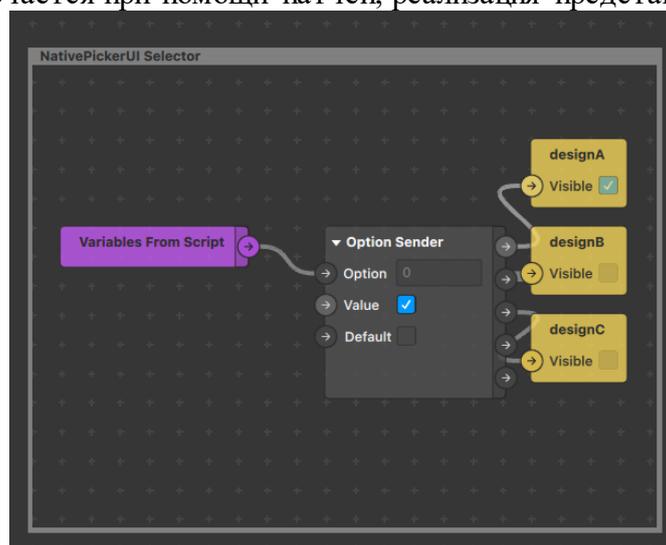


Рисунок 5 – Подключение скрипта

Заключение. В данном исследовании проанализированы возможности применения технологии дополненной реальности в профорientации. Исходя из всего вышесказанного можно сделать вывод о том, что технология дополненной реальности – технология будущего, которая может сделать даже просмотр карт более увлекательным, поможет гостям и абитуриентам ориентироваться в корпусе без проблем.

Сегодня возможно все еще трудно представить себе использование технологии дополненной реальности в профорientации повсеместно. Однако эту технологию нужно и важно постепенно внедрять во многие сферы жизни общества. Проект актуален так как наглядно показывает грамотное применение технологии AR в сфере профорientации,

совмещает в себе несколько современных технологий, а также имеет прикладную пользу в реальной жизни.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Официальное сообщество Spark AR [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sparkar.facebook.com/ar-studio/>. – Дата доступа: 15.03.2022.

**XII Республиканская научно-практическая конференция-конкурс
научно-исследовательских работ учащихся средних,
средних специальных учебных заведений и студентов вузов
«От Альфа к Омеге...» (с международным участием)
Секция 4. Робототехника и искусственный интеллект
СТАТЬИ СТУДЕНТОВ**

**ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ДОПОЛНЕННОЙ И ВИРТУАЛЬНОЙ
РЕАЛЬНОСТИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Романовская Вероника Валерьевна

*УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы»,
факультет математики и информатики, 2 курс,
Гродно, Беларусь*

Научный руководитель – С.А. Зайкова, доцент кафедры системного программирования и компьютерной безопасности УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы», кандидат физико-математических наук, доцент.

В статье рассмотрена актуальность применения технологий виртуальной и дополненной реальности в промышленном секторе. В ходе исследования был проведен сравнительный анализ двух технологий, выявлены их сходства и различия. Также удалось выявить преимущества и недостатки внедрения технологий виртуальной и дополненной реальности в промышленность. Приведены примеры основных лидеров в Республике Беларусь, которые уже используют технологии на производстве. В результате исследования были сделаны выводы об необходимости внедрении данных цифровых технологий в промышленность.

Ключевые слова: виртуальная реальность, дополненная реальность, технология, стратегия развития, промышленность, сравнительный анализ.

Введение. Благодаря достижениям в области информационных технологий и программного обеспечения в отрасли происходит цифровая изменение автоматизации производства. На сегодняшний день технологии виртуальной и дополненной реальности активно внедряются во все сферы жизнедеятельности человека. Виртуальная и дополненная реальность становится инновационной технологией, без которой люди не смогут обходиться в повседневной жизни. Большинство считает, что данные технологии используются в игровой индустрии, однако это далеко не так. Данные передовые технологии используются в образовании, медицине, строительстве. Они являются основой разработки обучающих программ, широко используются в оперировании и разработке лекарственных аппаратов. Вследствие этого возникает вопрос о влиянии, которое могут оказать технологии дополненной и виртуальной реальности на промышленность.

Технологии виртуальной и дополненной реальности успешно реализуются в промышленном секторе зарубежных стран. Применение данных технологий может значительно повысить эффективность производства в отраслях промышленности Республики Беларусь. Их использование положительно скажется на оптимизации процессов и повышении безопасности на производстве. Сегодня каждая компания знает, что инновации и постоянное обучение важны для ведения бизнеса.

Основная часть. Рассмотрим понятия виртуальной и дополненной реальности. **Дополненная реальность** — технология, которая позволяет совместить реальный и виртуальный мир, для улучшения восприятия информации вокруг нас.

Виртуальная реальность — искусственно созданная реальность с помощью технического оснащения, которое влияет на человека через органы чувств: зрение, осязание, обоняние, слух.

Для работы с технологией дополненной и виртуальной реальности требуются следующие компоненты:

- графическая станция,
- дисплей,
- камера,
- метки (маркеры),
- программное обеспечение.

Программное обеспечение является важнейшей частью дополненной реальности. Это специальные математические алгоритмы, которые связывают камеру, метки и графическую станцию в единую интерактивную систему.

Был проведен сравнительный анализ технологий дополненной и виртуальной реальности. В качестве критериев сравнения были выбраны:

- используемое оборудование,
- недостатки и преимущества данных технологий,
- стоимость оборудования,
- сферы применения,
- компании, предлагающие программное обеспечение.

Результаты сравнительного анализа приведены в таблице ниже [2, с. 44-45]

Таблица 1 - Сравнительная таблица VR и AR технологий

Критерии сравнения	Виртуальная реальность	Дополненная реальность
Используемое оборудование	Шлемы, очки, комнаты виртуальной реальности, ножные платформы и беговые установки; В качестве вспомогательных устройств используются перчатки и джойстики	Очки (многие оснащены функцией распознавания голоса и движений) Мобильные устройства с нужным программным обеспечением
Недостатки	Нагрузка на нервную систему, быстрая усталость глаз и шеи, могут быть головокружения, опасность зависимости от виртуального мира	Нагрузка на нервную систему, нет базового устройства(привязка к смартфонам)
Сферы применения	Образование, здравоохранение, туризм, дизайн, производство, индустрия игр	Реклама, производство, торговля, техническое обслуживание и ремонт, индустрия игр
Белорусские компании, разрабатывающие решения с дополнительной и виртуальной реальностью	<u>БелХард Девелопмент</u> , Feeling Digital, EPAM, Innowise Group, Softeq Development	

После данного сравнительного анализа, приведенного в таблице 1, можно заметить некоторые различия между двумя технологиями. Дополненная реальность в основном использует очки, в то время как в виртуальной реальности активно применяются шлемы. Также можно заметить то, что очки дополненной реальности намного легче, поэтому они не так воздействуют на шею, что говорит о более комфортном использовании этих очков, нежели очков виртуальной реальности. Сферы применения в основном пересекаются, что говорит о возможности одновременного использования двух технологий. Стоит отметить, что многие белорусские IT-компании занимаются разработкой в сфере виртуальной и дополненной реальности. Приведенные компании в таблице 1 являются резидентами Парка высоких технологий.

Был проведен анализ выявления преимуществ и недостатков использования технологий виртуальной и дополненной реальности в промышленности. В таблице ниже представлены некоторые результаты анализа [3-6].

Таблица 2 - Преимущества и недостатки внедрения технологий виртуальной и дополненной реальности в промышленность

Преимущества	Недостатки
<ol style="list-style-type: none"> 1. Использование тренажеров виртуальной реальности для обучения специалистов. 2. Возможность удаленной диагностики сложного оборудования в случае выхода из строя. 3. Повышение производительности труда посредством сокращения времени на знакомство с инструкциями. 4. Возможность ведения работ в особо сложных условиях. 5. Повышение конкурентоспособности на рынке. 6. Ускорение взаимодействия с техникой. 7. Гибкий алгоритм управления 8. Достаточно дешево, по сравнению с другими комплексами оборудования. 9. Возможность выявлять угрозы и контролировать риски. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Технологии виртуальной и дополнительной реальности не до конца усовершенствованы. 2. Данные технологии требуют навыков работы с оборудованием виртуальной реальности 3. Долгое нахождение в данном девайсе вредит физиологическому здоровью. 4. Достаточно сложные программы для освоения. 5. Высокая стоимость внедрения данных технологий на производство. 6. Предприятия с устаревшим оборудованием затратят много времени на внедрение технологий виртуальной и дополненной реальности. 7. Наличие большого количества дополнительного оборудования. 8. Одна и та же система требует серьезной переработки для использования на другом виде техники.

В ходе данного анализа, приведенного в таблице 2, можно сделать вывод, что преимуществ и недостатков примерно равное количество. В основном недостатки применения технологий связаны со стоимостью оборудования, сложностью внедрения, требованием специальных навыков для работы.

Особым образом можно отметить основных лидеров в Республике Беларусь, которые успешно применяют виртуальную и дополненную реальность в промышленных и технологических процессах: БелАЗ, Могилевлифтмаш. Feeling Digital разработала программное обеспечение для виртуальной экскурсии по заводам и показала этапы сборки самосвалов на заводе БелАЗ, а на заводе Могилевлифтмаш появилась возможность побывать внутри самого лифта. В основе данных приложений – управляемое многопользовательское видео.

Заключение. Стимулом задуматься о скорейшем внедрении VR-проектов и AR-проектов для компаний являются ранее приведенные успешные примеры крупных игроков рынка, уже внедривших технологии. Применение дополнительной и виртуальной реальности однозначно повысит конкурентоспособность на рынке, а также сделает сложнейшие процессы безопасными для сотрудников и специалистов.

Руководителям становится понятно, что, если пренебрегать современными технологиями, бизнес может оказаться далеко позади конкурентов. Развитие данных инновационных технологий не стоит на месте, многие компании, включая небольшие и средние, в скором времени планируют их использовать для оптимизации своих бизнес процессов и роста продаж новых продуктовых линеек.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технологии виртуальной и дополненной реальности: возможности и препятствия применения. Стратегические решения и риск-менеджмент. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.jsdm.ru/jour/article/view/787>. – Дата обращения: 20.03.2022.
2. Феофанов, А. Н. VR/AR-технологии и их применение в машиностроении / А. Н. Феофанов, А. В. Охмат, А. В. Бердогоин // Автоматизация и моделирование в проектировании и управлении. – 2019. – № 4. – С. 44–45.
3. Технология дополненной реальности AR [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://funreality.ru/technology/augmented_reality. – Дата обращения: 02.04.2022.

4. Система управления техникой с применением технологии VR [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.xn--c1adoj5aa.xn--p1ai/assets/files/Doc/UMK/Method_kop/Stat'ya/Popova/4.pdf. – Дата обращения: 06.04.2022.

5. VR и AR приложения помогают промышленным предприятиям продавать продукцию [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://officelife.media/news/14852-ministry-of-industry-of-belarus-opened-in-the-oem-organization-for-digital-technologies-in-industria/part2>. – Дата доступа: 07.04.2022.

6. Цифровизация производства: зачем VR и AR технологии нужны промышленности? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://modumlab.com/blog/industry>. – Дата обращения: 07.04.2022.

Часть 2. Тезисы докладов школьников

Секция 1. Алгебра, геометрия и математический анализ

**XII Республиканская научно-практическая конференция-конкурс
научно-исследовательских работ учащихся средних,
средних специальных учебных заведений и студентов вузов
«От Альфа к Омеге...» (с международным участием)
Секция 1. Алгебра, геометрия и математический анализ
ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ ШКОЛЬНИКОВ**

ДЕЛИМОСТЬ ДВУЧЛЕНОВ

А. И. Астапенко

*ГУО «Сорочская средняя школа Любанского района, 8 класс,
Любань, Минская область, Беларусь*

Научный руководитель – Н. А. Астапенко, учитель математики ГУО «Сорочская средняя школа Любанского района», высшая кв. категория учителя математики.

Исходная задача [1, с. 12]. Найдите все пары взаимно простых натуральных чисел a и b , такие, что двучлен $a^2 + 2b^2$ делится на двучлен $a + 2b$.

Обобщенная задача. Найдите все пары взаимно простых натуральных чисел a и b , такие, что двучлен $a^2 + nb^2$ делится на двучлен $a + nb$, где $n \in \mathbb{N}$.

Объектом исследования является двучлен $a^2 + nb^2$, где n - произвольное натуральное число, а a и b - взаимно простые натуральные числа.

Цель работы – исследовать проблему делимости в натуральных числах двучлена $a^2 + nb^2$ на двучлен $a + nb$.

Решение исходной задачи. Двучлен $a^2 + 2b^2$ делится на двучлен $a + 2b$ тогда и только тогда, когда дробь $\frac{a^2 + 2b^2}{a + 2b} = a + b - \frac{3ab}{a + 2b}$ принимает целые значения. Из чего следует, что

дробь $\frac{3ab}{a + 2b}$ также должна принимать целые значения. Значит, знаменатель этой дроби $a + 2b$ должен быть делителем её числителя $3ab$, причем двучлен $a + 2b$ может принимать только значения большие или равные 3.

$\text{НОД}(a; b) = 1$, значит, $\text{НОД}(a; a + 2b) = \text{НОД}(a; 2b) = \text{НОД}(a; 2) = d_1$, где d_1 - делитель числа 2, а $\text{НОД}(b; a + 2b) = \text{НОД}(a; b) = 1$ [2].

Возможны следующие два случая:

1) $d_1 = 1$. В этом случае $3:(a + 2b)$, откуда имеем $a + 2b = 3$. Уравнение $a + 2b = 3$ имеет единственное решение, состоящее из взаимно простых натуральных чисел, это $a = 1$, $b = 1$ и оно является решением исходной задачи.

2) $d_1 = 2$. В этом случае $a = 2k$, где $k \in \mathbb{N}$, причем $\text{НОД}(k; b) = 1$, $\text{НОД}(2; b) = 1$. Так как $\frac{3ab}{a + 2b} = \frac{3 \cdot 2kb}{2k + 2b} = \frac{3kb}{k + b}$, то $3:(k + b)$. Имеем $k + b = 3$. Уравнение $k + b = 3$ имеет

единственное решение, состоящее из взаимно простых натуральных чисел k и b , где $\text{НОД}(2; b) = 1$, это $k = 2$, $b = 1$. Откуда имеем $a = 4$, $b = 1$, и эта пара чисел является решением исходной задачи.

Таким образом, двучлен $a^2 + 2b^2$ делится на двучлен $a + 2b$ только при двух парах взаимно простых натуральных чисел $(a;b)$: $(1;1)$ и $(4;1)$. Ответ: $(1;1)$, $(4;1)$.

Учитывая, что у любого составного числа более двух делителей, этим же методом решения были найдены все пары взаимно простых натуральных чисел a и b , такие, что двучлен $a^2 + 4b^2$ делится на двучлен $a + 4b$: $(1;1)$, $(6;1)$, $(16;1)$ и $(8;3)$.

В работе проведено частное исследование для чисел n от 1 до 10.

Приведенное выше решение обобщено для любого простого числа p и для произвольного натурального числа n .

На основании полученного решения написан алгоритм нахождения всех пар взаимно простых натуральных чисел a и b , таких, что двучлен $a^2 + nb^2$ делится на двучлен $a + nb$ для произвольного натурального числа n .

Развивая исходную задачу, этим же методом решения были найдены все пары взаимно простых натуральных чисел a и b , такие, что двучлен $3a^2 + 4b^2$ делится на двучлен $3a + 4b$.

Заключение. В ходе проведенного исследования получены следующие результаты:

1) для любого натурального числа n существуют такие взаимно простые натуральные числа a и b , что двучлен $a^2 + nb^2$ делится на двучлен $a + nb$;

2) двучлен $a^2 + pb^2$ делится на двучлен $a + pb$, где p - простое число, только при следующих парах взаимно простых натуральных чисел $(a;b)$: $(1;1)$, $(pq - px; x)$, где q - делитель числа $p + 1$, причем $2 \leq q \leq p + 1$; $x \in \mathbb{N}$, $\text{НОД}(q; x) = 1$, $\text{НОД}(p; x) = 1$, причем $x \leq q - 1$;

3) двучлен $a^2 + nb^2$ делится на двучлен $a + nb$ только при следующих парах взаимно простых натуральных чисел $(a;b)$: $(tq - nx; x)$, где t - делитель числа n , причем $t \in [1; n]$, q - делитель числа $n + 1$, причем $1 + \frac{n}{t} \leq q \leq n + 1$, $x \in \mathbb{N}$, $\text{НОД}(t; x) = 1$, $\text{НОД}(q; x) = 1$, причем $x \leq \frac{t(q-1)}{n}$.

Новизна результатов исследования: в работе предложены общие подходы, которые приводят к решению в натуральных числах делимости двучлена $a^2 + nb^2$ на двучлен $a + nb$.

Актуальность работы: возможность применения полученных результатов при решении различных задач, так как свойства простых и взаимно простых чисел, делимость чисел не только играют огромную роль в теории чисел, но имеют ряд важных практических приложений.

Направление дальнейшего исследования: найти все пары взаимно простых натуральных чисел a и b , такие, что двучлен $ma^2 + nb^2$ делится на двучлен $ma + nb$.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Сборник заданий межрегиональной олимпиады школьников «Высшая проба». Математика / под общ. ред. Г. С. Мутафяна. – М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2015. – 160 с.
2. Взаимно простые числа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/>. – Дата доступа: 05.01.2022.

**XII Республиканская научно-практическая конференция-конкурс
научно-исследовательских работ учащихся средних,
средних специальных учебных заведений и студентов вузов
«От Альфа к Омеге...» (с международным участием)
Секция 1. Алгебра, геометрия и математический анализ
ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ ШКОЛЬНИКОВ**

КОЕ – ЧТО О ДИАГОНАЛЯХ ПРАВИЛЬНОГО МНОГОУГОЛЬНИКА

К.Д. Бородько

*ГУО «Средняя школа № 4 г. Несвижа», 10 «Б» класс,
Несвиж, Беларусь*

Научные руководители: Е.В. Стрелец, учитель математики ГУО «Средняя школа № 4 г. Несвижа», высшая кв. категория учителя математики, А.В. Чирко, учитель математики ГУО «Средняя школа № 4 г. Несвижа», первая кв. категория учителя математики

В работе исследуются свойства диагоналей правильных многоугольников.

Объект исследования: правильные многоугольники.

Цель работы: доказать некоторые свойства диагоналей правильных многоугольников.

Новизна исследования – в попытке доказательства свойств диагоналей правильного многоугольника, которых нет в открытом доступе.

В ходе исследования с помощью методов: анализ и синтез; визуализация данных; мыслительный эксперимент, было определено количество различных по длине диагоналей в правильном $(2k + 1)$ и $(3k+1)$ -угольниках. Так, в правильном $(2k + 1)$ -угольнике $(k \geq 2)$ различных по длине диагоналей $(2k+1-3):2 = (2k-2):2 = k-1$. При этом количество его вершин является нечётным числом, а количество диагоналей – чётным. Получили, что попарно равны между собой:

$$A_1A_3 = A_1A_{2k}, A_1A_4 = A_1A_{2k-1}, A_1A_5 = A_1A_{2k-2}, \dots, A_1A_{k+1} = A_1A_{k+2}.$$

В результате исследования было установлено, что правильный $(3k+1)$ -угольник может иметь как нечётное, так и чётное количество вершин. Количество различных по длине диагоналей в $(3k+1)$ -угольнике с нечётным числом вершин можно найти по той же формуле, что и для $(2k+1)$ -угольника. Для $(3k+1)$ -угольника с чётным количеством вершин количество различных по длине диагоналей будет находиться следующим образом: $3k+1-3=3k-2$ – общее число диагоналей; $3k-2-1=3k-3$ – число парных диагоналей, поскольку появляется центральная диагональ, не имеющая себе равной пары; $\frac{3k-3}{2}$ – количество различных по длине диагоналей, имеющих равную себе пару; $\frac{3k-3}{2} + 1$ – общее количество различных по длине диагоналей.

Далее в работе представлены решения поставленных задач с использованием теоремы синусов и тригонометрических формул: двойного угла, тройного угла, суммы и разности одноименных тригонометрических функций, преобразования произведения тригонометрических функций в сумму.

В заключении сделаны следующие выводы:

1. В правильном $(2k + 1)$ -угольнике количество различных по длине диагоналей равно $(k-1)$, а в $(3k + 1)$ -угольнике: $\frac{3k-3}{2}$ – количество различных по длине диагоналей, имеющих равную себе пару; $\frac{3k-3}{2} + 1$ – общее количество различных по длине диагоналей.

2. В правильном многоугольнике $A_2 \dots A_{2k+1}$ выполняется равенство $\frac{A_1A_3}{A_1A_2} - \frac{A_1A_k}{A_1A_{k+1}} = 1$.

3. В правильном многоугольнике $A_1A_2 \dots A_{3k+1}$ выполняется равенство

$$\frac{A_1A_2}{A_1A_{k+1}} + \frac{A_1A_k}{A_1A_{k+2}} = 1.$$

4. В правильном девятиугольнике $A_1A_2 \dots A_9$ выполняются равенства:

А) $\frac{A_1A_4}{A_1A_2} - \frac{A_1A_2}{A_1A_3} = 2$; Б) $\frac{A_1A_4}{A_1A_3} + \frac{A_1A_3}{A_1A_5} = 2$; В) $\frac{A_1A_5}{A_1A_2} - \frac{A_1A_4}{A_1A_5} = 2$.

Данный материал может быть полезен учащимся и преподавателям, при подготовке к факультативным занятиям, математическим турнирам, а также во внеклассной работе по математике.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Задания областного турнира юных математиков 2021 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://moigo.by/ТУРНИР/Задания>. – Дата доступа: 12.09.2021.

2. Формулы по тригонометрии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mnogofomul.ru/vse-formuly-ro-trigonometrii>. – Дата доступа: 15.09.2021.

**XII Республиканская научно-практическая конференция-конкурс
научно-исследовательских работ учащихся средних,
средних специальных учебных заведений и студентов вузов
«От Альфа к Омеге...» (с международным участием)
Секция 1. Алгебра, геометрия и математический анализ
ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ ШКОЛЬНИКОВ**

МЕДИАНЫ МНОГОУГОЛЬНИКА

Е. А. Герасимчик

*ГУО «Средняя школа № 134 г. Минска», 10 «А» класс;
Минск, Беларусь*

Научный руководитель – С. В. Казыра, учитель математики, ГУО «Средняя школа № 134 г. Минска», учитель высшей квалификационной категории.

Актуальность исследовательской работы: изучение данной темы способствует развитию навыков самостоятельной научно-исследовательской деятельности; логического мышления; умений систематизировать полученные в ходе исследования данные; навыков проведения самостоятельного исследования по выбранной проблематике.

Методы исследования: сбор, изучение, анализ, обобщение экспериментального и теоретического материала, рефлексивное осмысление результатов исследования и формулирование исследованных свойств.

Цель работы: изучение свойств медиан многоугольника.

Задачи исследовательской работы:

- 1) Ввести понятие медианы четырёхугольника и доказать, что все четыре медианы пересекаются в одной точке и точкой пересечения делятся в соотношении 3:1 (считая от вершины).
- 2) Определить является ли данная точка (точка пересечения медиан четырехугольника) центром тяжести четырёхугольника?
- 3) Дать определение медианы n-угольника, по аналогии с медианой четырёхугольника. Сформулировать теорему, аналогичную пункту 1, и доказать её.
- 4) Сформулировать теорему о чевианах в четырёхугольнике и доказать её.

Ежегодно в республике проходит турнир юных математиков. Для решения предлагаются авторские задачи, которые носят исследовательский характер. Предлагаемая задача является исследовательской задачей турнира «Юных математиков» для учащихся 8-11 классов.

Новизна исследования заключается в определении понятия медиан многоугольника.

Структура и объем работы: работа состоит из введения, трёх глав, заключения. Общий объём работы – 13 листов.

В процессе исследования задачи

- 1) Доказали, что все четыре медианы пересекаются в одной точке и точкой пересечения делятся в соотношении 3:1 (считая от вершины).
- 2) Доказали, что данная точка (точка пересечения медиан четырехугольника) является центром тяжести четырёхугольника.

3) Ввели определение медианы n -угольника, по аналогии с медианой четырёхугольника. Сформулировали теоремы, аналогичные пунктам 1 и 2, и доказали их.

4) Доказали теорему о чевианах четырёхугольника: Если в любом параллелограмме чевианы пересекаются в одной точке, то эти чевианы – медианы.

**XII Республиканская научно-практическая конференция-конкурс
научно-исследовательских работ учащихся средних,
средних специальных учебных заведений и студентов вузов
«От Альфа к Омеге...» (с международным участием)
Секция 1. Алгебра, геометрия и математический анализ
ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ ШКОЛЬНИКОВ**

СОЛНЕЧНЫЙ ГОРОД

И. О. Драгомерецкий

*ГУО «Гимназия № 10 г. имени Митрополита Филарета (Вахромеева) Гродно», 10 «А» класс,
Гродно, Беларусь*

Научные руководители – Е. Е. Кулеш, доцент кафедры фундаментальной и прикладной математики ГрГУ им. Я. Купалы, кандидат физ.-мат. наук, доцент, учитель математики ГУО «Гимназия № 10 имени Митрополита Филарета (Вахромеева) г. Гродно», Е. А. Чутора, учитель математики ГУО «Гимназия № 10 имени Митрополита Филарета (Вахромеева) г. Гродно», вторая кв. категория учителя математики.

В работе решается задача, предложенная на IX Минском городском открытом турнире юных математиков [1]. В городе "Солнечный" имеется некоторое количество домиков и от каждого домика к другим домикам ведут тропинки. При этом каждая тропинка соединяет ровно два домика, между двумя домиками может быть не более одной тропинки и никакие две тропинки не пересекаются. 1) Требуется выяснить существует ли возможная схема расположения домиков и тропинок между ними при различном заданном числе домиков D и числа исходящих из него тропинок T . 2) Некоторые домики покрашены в синий цвет, остальные – в красный. Любая тропинка соединяет синий домик с красным, а одноцветные домики тропинкой не соединены. Требуется выяснить возможное количество домиков в городе для $T=3$ и $T \geq 4$. 3) Пусть теперь домики соединяются тропинками двух типов: одни тропинки покрыты гравием, другие покрыты бетоном. Тропинки одинаковых типов не пересекаются, а разных могут пересекаться. Все пары домиков надо соединить каким-либо типом тропинки. Требуется исследовать возможное количество домиков в городе. 4) Ровно половина домиков покрашено в синий цвет, и ровно половина – в красный. Любой домик синего цвета соединен с любым красным домиком или тропинкой из гравия или тропинкой из бетона. Домики одинаковых цветов не соединены между собой. Тропинки одинаковых типов не пересекаются. Какое максимальное количество домиков может быть в городе?

В математической постановке данная задача сводится к исследованию вопросов теории графов. *Объектом* исследования являются плоские (или планарные), плоские двудольные и полные графы толщины 2. *Предметом* исследования являются условия существования указанных графов. *Цель работы*: исследовать существование плоских графов с заданным числом вершин и (или) степеней вершин; число вершин плоского двудольного графа степени вершин которого равны 3, 4; возможное число вершин полного графа толщины 2, полного двудольного графа толщины 2. Основным *методом* исследования является метод построения указанных графов, а также исследование взаимосвязи между числом вершин, ребер и граней графов с использованием теоремы Эйлера [2] и следствия из нее.

Теорема 1. Плоский граф существует в следующих случаях 1) $D=4, T=3$; $D=6, T=3$; $D=6, T=4$; $D=8, T=3$; $D=8, T=4$. 2) $T=4, D=2k, k \geq 3$. 3) $T=4, D=2k+1, k \geq 4$. При $T=4, D=7$ плоский граф не существует.

Для доказательства пункта 1) были построены соответствующие графы. В случае 2) плоский граф представляет собой два k -угольника, внешний и внутренний, где каждая вершина внутреннего k -угольника соединена с двумя ближайшими вершинами внешнего k -

угольника. В случае 3) плоский граф получается из 2), если добавить в центре еще одну вершину, разорвать два несмежных ребра внутреннего k -угольника и направить их к центральной вершине.

Теорема 2. 1) Если степень каждой вершины плоского графа равна 5, то наименьшее число вершин равно 12. 2) Существует плоский граф, с 20 вершинами из которых 15 степени 5, 4 степени 6 и 1 степени 7 (рис.1). 3) Плоский граф, степень каждой вершины которого не менее 5 имеет не менее 12 вершин степени 5.

Доказательство. Число ребер равно $m = \frac{5n}{2}$ число вершин $n = D$. Для связного планарного графа $n \geq 3$ выполняется неравенство $m \leq 3n - 6$ [2]. Отсюда следует утверждение 1) и подтверждается примером. Пусть в случае 3) существует k вершин степени 5 и n степени не менее 6. Тогда $\frac{5k + 6n}{2} \leq m \leq 3(k + n) - 6$, откуда получим $k \geq 12$.

Теорема 3. 1) Число вершин плоского двудольного графа, степень каждой вершины которого равна 3, равно $2x, x \geq 4, x \neq 5$. 2) Если все степени синих вершин плоского двудольного графа равны 4, а красных – 3, то число синих вершин равно $3k$, красных – $4k$, где $k \geq 2$. 3) плоский двудольного графа, степень каждой вершины которого равна 4, не существует.

Доказательство. 1) Очевидно $x \geq 3$. Но при $x=3$ граф $K_{3,3}$ непланарный ([2], стр. 134). Для $x=2k$ строим два $2k$ -угольника, вершины С и К чередуются, вершина С внешнего соединена с ближайшей вершиной К внутреннего и наоборот. Для $x=2k+1, k \geq 4$ см. рис.2. 2) При $k=1$ граф содержит в себе непланарный подграф $K_{3,3}$. При $k=2$ и $k=3$ приводятся примеры 1^0 и 2^0 . При $k=2s, s \in \mathbb{N}$ имеем несвязный граф из s блоков вида 1^0 . При $k=2s+1, s \geq 2$ – один блок вида 2^0 и $s-1$ блок вида 1^0 . 3) У двудольного графа гранями могут быть только четные многоугольники. Пусть имеем по $2x$ вершин. Тогда ребер $\frac{2x \cdot 4}{2} = 4x$, граней $f = 2 + 4x - 2x = 2x + 2$. Среднее число ребер в грани: $\frac{8x}{2x+2} \geq 4$ – не выполнено ни при каком x .

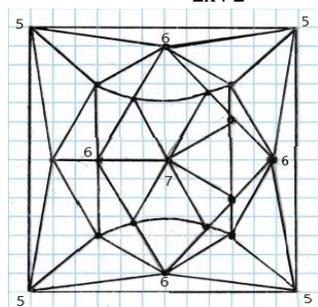


Рис.1

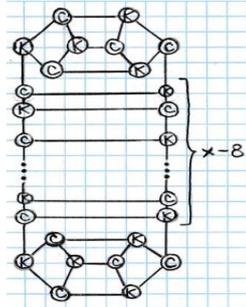


Рис.2

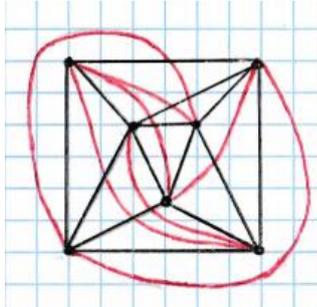


Рис.3

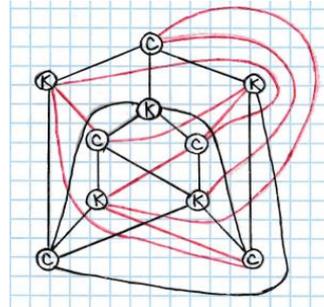


Рис.4

Теорема 4. Полный граф толщины 2 может иметь не более 8 вершин.

Доказательство. Пусть имеем 11 вершин, (соответственно 55 ребер) и граф K_{11} можно представить в виде объединения двух планарных графов. Первый содержит k ребер, второй – $55-k$. Тогда $\begin{cases} k \leq 3 \cdot 11 - 6, \\ 55 - k \leq 3 \cdot 11 - 6; \end{cases}$ откуда $\begin{cases} k \leq 27, \\ k \geq 28. \end{cases}$ Противоречие. 9 и 10 вершин не может быть, т.к. каждый планарный граф с числом вершин не менее 9 имеет непланарное дополнение [3, стр.133]. Для меньшего числа вершин строятся примеры. Случай 7 вершин см. рис.3.

Теорема 5. Полный двудольный граф с одинаковым числом вершин в каждой доли толщины 2 может иметь не более 12 вершин. (На рис.4 случай 10 вершин).

Заключение. Поставленная задача переведена на язык теории графов и решена в полном объеме. Полученный результат содержится в теоремах 1 – 5.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Задания IX Минского городского открытого турнира юных математиков [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://uni.bs.u.by/arrangements/gtum57/index.html>. – Дата доступа: 30.03.2022.
2. Мельников, О.И. Теория графов для учителей, для школьников... и не только / О.И. Мельников. – М.: Ленанд, 2017. – 234 с.
3. Харари, Ф. Теория графов / Ф. Харари. – М.: Мир, 1973. – 300 с.

**ХII Республиканская научно-практическая конференция-конкурс
научно-исследовательских работ учащихся средних,
средних специальных учебных заведений и студентов вузов
«От Альфа к Омеге...» (с международным участием)
Секция 1. Алгебра, геометрия и математический анализ
ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ ШКОЛЬНИКОВ**

ПЛЮС-УМНОЖИТЬ

Д. А. Ламан

*ГУО «Гимназия № 10 имени Митрополита Филарета (Вахромеева) г. Гродно», б «В» класс,
Гродно, Беларусь*

Научные руководители – Е. Е. Кулеш, доцент кафедры фундаментальной и прикладной математики ГрГУ им. Я. Купалы, кандидат физ.-мат. наук, доцент, учитель математики ГУО «Гимназия № 10 имени Митрополита Филарета (Вахромеева) г. Гродно», Е. А. Чутора, учитель математики ГУО «Гимназия № 10 имени Митрополита Филарета (Вахромеева) г. Гродно», вторая кв. категория учителя математики.

В работе исследуются две новые операции «плюс-умножить» « \ddagger » и «*». Операции задаются следующими формулами $a \ddagger b = ab + a + b$, $a * b = a + b + 1$.

Ставится задача проверить выполнение для этих операций таких свойств, как коммутативность, ассоциативность, дистрибутивность, транзитивность, возведение в степень, существование «нуля» и «единицы» операции, «мультиобратного» и «мультипротивоположного» чисел, а также разложение числа на «плюс-простые» делители.

Объектом исследования является операции $a \ddagger b$ и $a * b$. *Предметом* исследования являются свойства данных операций. *Цель работы*: определить, обладают ли операции «плюс-умножить» и «*» аксиомами кольца, а также сформулировать и доказать «основную теорему арифметики» для операции «плюс-умножить». Основным *методом* исследования является метод проверки выполнения аксиом для новых операций.

Утверждение 1. Операции $a \ddagger b$ и $a * b$ обладает свойством коммутативности

$$a \ddagger b = b \ddagger a, \quad a * b = b * a,$$

Доказательство. $a \ddagger b = ab + a + b = ba + b + a = b \ddagger a$; $a * b = a + b + 1 = b * a$.

Утверждение 2. Операции $a \ddagger b$ и $a * b$ обладает свойством ассоциативности

$$(a \ddagger b) \ddagger c = a \ddagger (b \ddagger c), \quad (a * b) * c = a * (b * c).$$

Доказательство. $(a \ddagger b) \ddagger c = (ab + a + b) \ddagger c = (ab + a + b)c + (ab + a + b) + c = abc + ac + bc + ab + a + b + c$; $a \ddagger (b \ddagger c) = a \ddagger (bc + b + c) = a(bc + b + c) + a + (bc + b + c) = abc + ab + ac + bc + a + b + c$. Для «*» проверяется аналогично.

Утверждение 3. Операция $a \ddagger b$ не обладает свойством дистрибутивности со сложением и умножением, т.е. $(a \ddagger b) \cdot c = (a \cdot c) \ddagger (b \cdot c)$, или $(a + b) \ddagger c = a \ddagger c + b \ddagger c$, или $(a \cdot b) \ddagger c = a \ddagger c \cdot b \ddagger c$.

Утверждение 4. Операция « \ddagger » обладает свойством дистрибутивности относительно «*».

Доказательство. $(a * b) \ddagger c = (a \ddagger c) * (b \ddagger c)$; $(a * b) \ddagger c = (a + b + 1) \ddagger c = (a + b + 1) \cdot c + (a + b + 1) + c = ac + bc + a + b + 2c + 1$; $(a \ddagger c) * (b \ddagger c) = (ac + a + c) * (bc + b + c) = (ac + a + c) + (bc + b + c) + 1 = ac + bc + a + b + 2c + 1$.

Утверждение 5. «Нулём» операции $a \ddagger b$ является число $a_0 = -1$ так, что $a_0 \ddagger x = a_0$. Элемент $a_0 = -1$ также будет нейтральным для операции «*».

Доказательство. $a_0 \ddagger x = a_0 x + a_0 + x = -x - 1 + x = -1$; $a_0 * x = -1 + x + 1 = x$.

Утверждение 6. «Единицей» операции $a \ddagger b$ является число $a_1 = 0$ так, что $a_1 \ddagger x = x$.

Доказательство. $a_1 \ddagger x = a_1 x + a_1 + x = 0 \cdot x + 0 + x = x$.

Если $x \ddagger y = y \ddagger x = a_1$, то x, y – мультиобратные. Если $x * y = y * x = a_0$, то x, y – мультипротивоположные. Если $y \ddagger k = x$, то y «плюс делитель» числа x .

Утверждение 7. Для каждого $x \in \mathbb{Q}$ существует единственное число $y = -2 - x \in \mathbb{Q}$ мультипротиположное для x .

Утверждение 8. Для всех $x \in \mathbb{Q} \setminus \{-1\}$ существует единственное число $y = -\frac{x}{x+1} \in \mathbb{Q}$ мультиобратное для x .

Утверждение 9. Если $a = b \ddagger k$, $b = c \ddagger n$, тогда $a = c \ddagger s$, т.е. операция « \ddagger » обладает свойством транзитивности.

Обратной операцией для « $*$ » будет операция $a \odot b = a - b - 1$. Обратной операцией для « \ddagger » будет операция $a \oplus b = \frac{a-b}{b+1}$, $b \neq -1$. Число p – «плюс простое», если оно имеет два «плюс делителя», p – «плюс составное», если «плюс делителей» больше 2. Число x «делится с плюсом» на a , если $x \oplus a = \frac{x-a}{a+1} \in \mathbb{Z}^+$, т.е. если $(x - a) : (a + 1)$. Пусть $x^{\ddagger k} = \underbrace{x \ddagger x \ddagger \dots \ddagger x}_k$.

Утверждение 10. «Плюс простыми» числами, не превосходящими 100, являются числа 1, 2, 4, 6, 10, 12, 16, 18, 22, 28, 30, 36, 40, 42, 46, 52, 58, 60, 66, 70, 72, 78, 82, 88, 96, 100.

Утверждение 11. Для любых $x, y \in \mathbb{Q}$ и натурального k верно $(x \ddagger y)^{\ddagger k} = x^{\ddagger k} \ddagger y^{\ddagger k}$.

Доказательство. Так как для операции \ddagger выполняются коммутативный и ассоциативный законы, то множители можно переставлять местами и скобки расставлять в произвольном порядке. Тогда $(x \ddagger y)^{\ddagger k} = \underbrace{(x \ddagger y) \ddagger (x \ddagger y) \ddagger \dots \ddagger (x \ddagger y)}_k = \underbrace{(x \ddagger x \ddagger \dots \ddagger x)}_k \ddagger \underbrace{(y \ddagger y \ddagger \dots \ddagger y)}_k = x^{\ddagger k} \ddagger y^{\ddagger k}$.

Теорема 1. (Основная теорема арифметики для « \ddagger ») Каждое натуральное число может быть представлено в виде $x = p_1 \ddagger p_2 \ddagger \dots \ddagger p_k$, где p_1, \dots, p_k – «плюс простые» числа, причём это представление единственно, если не учитывать порядок следования множителей.

Доказательство. Пусть x – натуральное число. Обозначим через p_1 его наименьший «плюс простой» делитель. $x = p_1 \ddagger x_1$. Если $x_1 > 0$, то обозначим через p_2 его наименьший «плюс простой» делитель, т.е. $x_1 = p_2 \ddagger x_2$, значит $x = p_1 \ddagger p_2 \ddagger x_2$. Если $x_2 > 0$, то аналогично $x_2 = p_3 \ddagger x_3$, откуда $x = p_1 \ddagger p_2 \ddagger p_3 \ddagger x_3$ и т.д. В итоге мы получим $x_{k-1} = p_k \ddagger x_k$ и $x_k = 0$. Поэтому $x = p_1 \ddagger p_2 \ddagger \dots \ddagger p_k$.

Докажем единственность. Предположим, что число x раскладывается на «плюс простые» множители другим способом: $x = q_1 \ddagger q_2 \ddagger \dots \ddagger q_s$. Тогда $p_1 \ddagger p_2 \ddagger \dots \ddagger p_k = q_1 \ddagger q_2 \ddagger \dots \ddagger q_s$. Правая часть «делится с плюсом» на q_1 , следовательно, и левая «делится с плюсом» на q_1 . Тогда среди «плюс множителей» есть по крайней мере один, который делится на q_1 . Но так как все «плюс множители» «плюс простые», то один «плюс множитель» (пусть для определенности это будет p_1) равен q_1 . Тогда получим равенство $p_2 \ddagger \dots \ddagger p_k = q_2 \ddagger \dots \ddagger q_s$. Повторяя аналогичные рассуждения для q_2 , получим $p_2 = q_2$ и т.д. В определенный момент сократятся все «плюс множители» одной (например левой) части. Но при этом должны сократиться и все множители правой части, т.к. иначе возникнет равенство $0 = q_{k+1} \ddagger \dots \ddagger q_s$, которое невозможно, т.к. число $a_1 = 0$ имеет только 1 «плюс делитель» во множестве целых неотрицательных чисел.

Теорема 2. Множество \mathbb{Q} , на котором заданы операции « \ddagger » и « $*$ » является кольцом, т.к. для них выполнены все аксиомы кольца.

Заключение. В данной работе проверено, что операции «плюс-умножить» и « $*$ » обладают аксиомами кольца, доказаны некоторые свойства этих операций а также сформулирована и доказана «основная теорема арифметики» для операции «плюс-умножить».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Задания IX Минского городского открытого турнира юных математиков. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://uni.bsu.by/arrangements/gtum57/index.html>. – Дата доступа: 30.03.2022.
2. Жиков, В.В. Основная теорема арифметики / В.В. Жиков // Соросовский Образовательный Журнал – 2000. – Т. 6, № 3. – С. 112–117.
3. Виноградов И. М. Основы теории чисел / И.М. Виноградов. – М.-Л.: Гостехиздат, 1952. – 180 с.

**ХІІ Республіканская навуцна-практычная канферэнцыя-конкурс
навуцна-даследацельскіх работ учасніц сярэдніх,
сярэдніх спецыяльных учебных заведзенняў і студэнтаў вузав
«От Альфа к Омэге...» (с міжнародным удзелам)
Секцыя 1. Алгебра, геаметрыя і матэматычны аналіз
ТЕЗИСЫ ДОКЛАДАВ ШКОЛЬНІКАВ**

УРАВНЕНІЕ В ЦЕЛЫХ ЧИСЛАХ

Е. П. Марціновіч

*ГУО «Гімназія № 10 імя Мітраполіта Філарэта (Вахромеева) г. Гродно», 10 «А» клас,
Гродно, Беларусь*

Навуцныя рукаводзіцелі – Е. Е. Кулеш, дацэнт кафедры фундаментальнай і прыкладнай матэматыкі ГрГУ ім. Я. Купалы, кандыдат фіз.-мат. навук, дацэнт, учыцель матэматыкі ГУО «Гімназія № 10 імя Мітраполіта Філарэта (Вахромеева) г. Гродно», Е. А. Чутора, учыцель матэматыкі ГУО «Гімназія № 10 імя Мітраполіта Філарэта (Вахромеева) г. Гродно», другая кв. катэгорыя учыцеля матэматыкі.

В работе исследуется уравнение в натуральных числах

$$x^2 - y^2 = m. \tag{1}$$

Ставіцца задача знайсці колькасць рашэнняў $F(m)$ указанага ўраўнення [1].

Объектом ісследовання яўляецца ўраўненне $x^2 - y^2 = m$ в натуральных чіслах. *Предметом* ісследовання яўляецца колькасць рашэнняў $F(m)$ рассматриваемого ўраўнення. *Цель работы*: знайсці ацэнку ці тачнае значэнне для $F(m)$ і прадэманстравіць магчымасць прымянення знайдзенага значэння для рашэння задач. Асноўным *методом* ісследовання яўляецца метад ісследовання колькасця прадстаўленняў чісла m в виде произведения двух множителей одинаковой четности в зависимости от канонического разложения чісла m .

Теорема 1. Если натуральное число m имеет канонический вид $m = p_1^{k_1} p_2^{k_2} p_3^{k_3} \dots p_n^{k_n}$, где p_i – простые числа, то уравнение (1) имеет $F(m)$ рашэнняў в натуральных чіслах, где $F(m)$ задаецца формулой

$$F(p_1^{k_1}, p_2^{k_2}, \dots, p_n^{k_n}) = \frac{(k_1 - (-1)^{p_1})(k_2 - (-1)^{p_2}) \dots (k_n - (-1)^{p_n})}{2} \cdot \frac{(1 + (-1)^{k_1})(1 + (-1)^{k_2}) \dots (1 + (-1)^{k_n})}{2^{n+1}}. \tag{2}$$

Доказательство: Решим уравнение (1) в натуральных чіслах. Представим чісло m в виде $m = ab$. Тогда исходное ўраўненне перепишем в виде системы

$$\begin{cases} x + y = a; \\ x - y = b; \end{cases}$$

где $a, b \in N, a \cdot b = m$, которая имеет решение

$$x = \frac{a+b}{2}, y = \frac{a-b}{2}. \tag{3}$$

Заметим, что при $x, y \in N$ будет $x + y > x - y$. Значит $a > b$. Чтобы x, y были натуральными a и b должны быть различными и одинаковой четности.

Разложим чісло m на простые множители $m = p_1^{k_1} p_2^{k_2} p_3^{k_3} \dots p_n^{k_n}$, где p_1, p_2, \dots, p_n – простые чісла. Чісло m имеет

$$(k_1 + 1)(k_2 + 1) \dots (k_n + 1)$$

различных делителей. Значит, его можно представить в виде произведения $m = ab$ различных пар чісел (a, b) , где a – один из $(k_1 + 1) \dots (k_n + 1)$ делителей, а $b = \frac{m}{a}$. Если все степени

k_1, k_2, \dots, k_n – четные, то одна пара будет иметь два одинаковых множителя $a = b$. Эта пара не подходит, т.к. в этом случае из (3) получим $y = 0$.

Пусть среди простых чисел $p_i, i = \overline{1, n}$ нет 2. Тогда все делители нечетные. Однако натуральные решения (3) получим только для тех пар (a, b) , для которых $a > b$. Значит, уравнение (1) будет иметь

$$F(m) = \frac{(k_1+1)(k_2+1)\dots(k_n+1) - \sigma}{2} \quad (4)$$

решений, где $\sigma = 1$, если все $k_i, i = \overline{1, n}$ чётные; $\sigma = 0$, если хотя бы одно из $k_i, i = \overline{1, n}$ нечётное.

Пусть среди простых чисел $p_i, i = \overline{1, n}$ есть 2, например $p_1 = 2$. Тогда среди делителей числа m будет $(k_2 + 1) \dots (k_n + 1)$ нечетных. Если a – нечетное, то $b = \frac{m}{a}$ – четное. Значит среди всех пар (a, b) будет $2(k_2 + 1) \dots (k_n + 1)$ пар с числами разной четности (т.к. нечетное число может быть на первом или на втором месте). Пар, содержащих только четные множители будет $(k_1+1)(k_2+1)\dots(k_n+1) - 2(k_2+1)\dots(k_n+1) = (k_1-1)(k_2+1)\dots(k_n+1)$. Если все степени k_1, k_2, \dots, k_n – четные, то одна пара будет иметь два одинаковых множителя $a = b$. Тогда число пар, для которых $a > b$ равно

$$F(m) = \frac{(k_1-1)(k_2+1)\dots(k_n+1) - \sigma}{2}, \quad (5)$$

где $\sigma = 1$, если все $k_i, i = \overline{1, n}$ чётные; $\sigma = 0$, если хотя бы одно из $k_i, i = \overline{1, n}$ нечётное.

Формулы (4), (5) можно объединить в виде одной формулы (2). Теорема 1 доказана.

Запишем формулу (2) для некоторых частных значений m :

$$F(2^k) = \frac{k - (-1)^2}{2} - \frac{1 + (-1)^k}{2^{1+1}} = \frac{k-1}{2} - \frac{1 + (-1)^k}{2^2}.$$

$$F(3^k) = \frac{k - (-1)^3}{2} - \frac{1 + (-1)^k}{2^{1+1}} = \frac{k+1}{2} - \frac{1 + (-1)^k}{2^2}.$$

$$F(2^{k_1} 3^{k_2}) = \frac{(k_1 - (-1)^2)(k_2 - (-1)^3)}{2} - \frac{(1 + (-1)^{k_1})(1 + (-1)^{k_2})}{2^{2+1}} = \frac{(k_1 - 1)(k_2 + 1) - \sigma}{2},$$

где $\sigma = 1$, если k_1 и k_2 чётные; $\sigma = 0$, если хотя бы одно из k_1, k_2 нечётное.

С помощью формулы (2) доказаны следующие **утверждения**

- 1) Уравнение $x^2 - y^2 = 2^n$, имеет 2022 решений при n равных 4045 и 4046.
- 2) Уравнение $x^2 - y^2 = 36^n$, имеет 49 решений при $n = 5, 199$ при $n = 10, 2047$ при $n = 32$.
- 3) Уравнение $x^2 - y^2 = 2017^n$ имеет больше решений чем $x^2 - y^2 = 2^n$.
- 4) Уравнение $x^2 - y^2 = 2017^{4n}$ имеет меньше решений чем $x^2 - y^2 = 72^n$.
- 5) Уравнения $x^2 - y^2 = 20000$ и $x^2 - y^2 = 4^n$ имеют одинаковое число решений при $n=11$.
- 6) Наименьшее значение n , при котором уравнение $x^2 - y^2 = n$ имеет 11 решений 12288.
- 7) Число натуральных значений $n < 10^6$ таких, что уравнение $x^2 - y^2 = n$ имеет ровно 3 решения в натуральных числах равно $57 + \pi(62500) + M_1 + M_2$, где $\pi(62500)$ – число простых чисел, меньших либо равных 62500, где M_1 число вариантов $p_1^2 p_2 < 10^6$, M_2 число вариантов $p_1^2 p_2 < 250\,000$ где p_1, p_2 – простые числа большие 2.

Заключение. В данной работе получена и доказана формула (2), задающая число решений в натуральных числах уравнения (1), показан способ применения данной формулы для некоторых частных значений правой части исходного уравнения. С помощью формулы (2) доказаны утверждения 1) – 7).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Задания IX Минского городского открытого турнира юных математиков. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://uni.bsu.by/arrangements/gtum57/index.html>. – Дата доступа: 30.03.2022.

**ХII Республиканская научно-практическая конференция-конкурс
научно-исследовательских работ учащихся средних,
средних специальных учебных заведений и студентов вузов
«От Альфа к Омеге...» (с международным участием)
Секция 1. Алгебра, геометрия и математический анализ
ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ ШКОЛЬНИКОВ**

УРАВНЕНИЕ В ЦЕЛЫХ ЧИСЛАХ

С.В. Микулёнок

*ГУО «Лошницкая гимназия Борисовского района», 7 класс,
Лошница, Беларусь*

Научный руководитель – Н.П. Лепленко, учитель математики ГУО «Лошницкая гимназия Борисовского района», высшая кв. категория учителя математики.

В данной работе определили общую формулу $F(n)$ количества решений уравнения $x^2 - y^2 = n$ в натуральных числах для чётных и нечётных n , а также исследовали при каких значениях n уравнение $x^2 - y^2 = 2^n$ имеет 2022 решения в натуральных числах; уравнение $x^2 - y^2 = 36^n$ имеет а) 49, б) 199, в) 2047 решений в натуральных числах; что при $n = 11$ уравнения $x^2 - y^2 = 20000$ и $x^2 - y^2 = 4^n$ имеют одинаковое количество решений в натуральных числах; нашли наименьшее натуральное число, для которого уравнение $x^2 - y^2 = n$ имеет ровно 11 решений в натуральных числах; что сколько существует натуральных значений n меньших 1 000 000, таких, что уравнение $x^2 - y^2 = n$ имеет ровно 3 решения в натуральных числах; количество решений при) $n = 2^k$, $n = 3^k$, $n = 2^{k_1} \cdot 3^{k_2}$.

Объектом исследования является уравнение $x^2 - y^2 = n$ в целых числах.

Цель работы – определение общей формулы количества решений уравнения $x^2 - y^2 = n$ в натуральных числах.

Работа посвящена не только выводу общей формулы количества решений уравнения $x^2 - y^2 = n$ в натуральных числах, но и использованию её для решения задач.

В результате исследования впервые были получены следующие результаты:

1. Если n нечётное, то количество натуральных решений уравнения $x^2 - y^2 = n$ равно

$$F(n) = \left[\frac{\prod_{i=1}^k (a_i + 1)}{2} \right];$$

2. Если n чётное, то количество натуральных решений уравнения $x^2 - y^2 = n$ равно

$$F(n) = \left[\frac{(a_1 - 1) \prod_{i=2}^k (a_i + 1)}{2} \right].$$

Краткие выводы по результатам выполнения работы и оценка полноты решений поставленных задач.

1. Выведена общая формула $F(n)$ количества решений уравнения $x^2 - y^2 = n$ в натуральных числах для чётных и нечётных n .

2. Определили, что уравнение $x^2 - y^2 = 2^n$ имеет 2022 решения в натуральных числах при $n = 4045$ и $n = 4046$, уравнение $x^2 - y^2 = 36^n$ имеет а) 49, б) 199, в) 2047 решений в натуральных числах при $n = 5$, $n = 10$ и $n = 32$.

3. Доказали, что для любого натурального значения n уравнение $x^2 - y^2 = 2017^n$ имеет больше решений в натуральных числах, чем уравнение $x^2 - y^2 = 2^n$, а уравнение $x^2 - y^2 = 2017^n$ имеет меньше решений в натуральных числах, чем уравнение $x^2 - y^2 = 72^n$.

4. Определили, что при $n = 11$ уравнения $x^2 - y^2 = 20000$ и $x^2 - y^2 = 4^n$ имеют одинаковое количество решений в натуральных числах.

5. Установили, что $n = 12288$ наименьшее натуральное число, для которого уравнение $x^2 - y^2 = n$ имеет ровно 11 решений в натуральных числах.

6. Нашли, что существует 28047 натуральных значений n меньших 1 000 000, таких, что уравнение $x^2 - y^2 = n$ имеет ровно 3 решения в натуральных числах.

7. Получили, количество решений при что а) $n = 2^k, F(2^k) = \left[\frac{k-1}{2} \right]$, б) $n = 3^k, F(3^k) = \left[\frac{k+1}{2} \right]$ и в) $n = 2^{k_1} \cdot 3^{k_2}, F(2^{k_1} \cdot 3^{k_2}) = \left[\frac{(k_1-1)(k_2+1)}{2} \right]$.

8. Исследовали количество решений уравнения $x^2 - y^2 = n$ для целых значений n .

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ананченко, К. О. Алгебра и начала анализа: учебное пособие для 9 класса с углубленным изучением математики общеобразовательных школ с русским языком обучения / К. О. Ананченко, О. И. Пириютко. – Минск: Народная асвета, 2019. – 326 с.

2. Арефьева, И. Г. Школа юных математиков. Алгебра. 9 класс: пособие для учащихся учреждений общего среднего образования с русским языком обучения / И. Г. Арефьева, О. И. Пириютко. – Минск: Аверсэв, 2019. – 96 с.

3. Произведение. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org>. – Дата доступа: 25.03.2021.

**XII Республиканская научно-практическая конференция-конкурс
научно-исследовательских работ учащихся средних,
средних специальных учебных заведений и студентов вузов
«От Альфа к Омеге...» (с международным участием)
Секция 1. Алгебра, геометрия и математический анализ
ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ ШКОЛЬНИКОВ**

ПРИЁМЫ БЫСТРЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

С.Т.Ольшевский

*ГУО «Козловщинская средняя школа», 6 класс
г.п.Козловщина, Беларусь*

Научный руководитель – Ж.К.Тетерина, учитель математики, ГУО «Козловщинская средняя школа», 1 квалификационная категория

Люди-калькуляторы или люди-счётчики! Наверняка, каждый слышал о таких. Быстрый счёт в уме – это их гордость. Способность быстро производить в уме вычисления вызывает откровенное удивление у окружающих. В наш век высоких технологий и повсеместного использования компьютеров и телефонов умение быстро и правильно производить в уме достаточно сложные вычисления не утратило своей актуальности. Гибкость ума и навыки быстрого счёта являются предметом гордости людей. Такие навыки помогают человеку в учёбе, в профессиональной деятельности, в повседневной жизни. Кроме того, быстрый счёт – настоящая гимнастика для ума, приучающая в самых сложных жизненных ситуациях находить в кратчайшее время хорошие и нестандартные решения.

Более подробному изучению приёмов быстрых вычислений и их применению я посвятил свою исследовательскую работу, тема которой – «Приёмы быстрых вычислений».

Объект исследования – приёмы быстрого счёта.

Предмет исследования – процесс вычислений.

Актуальность темы заключается в том, что быстрый счёт помогает людям в повседневной жизни, а учащимся – хорошо заниматься по математике и другим учебным предметам.

Цели исследовательской работы: изучить методы и приёмы быстрого счёта и показать возможности эффективного использования этих приёмов.

Задачи исследования:

- изучить источники, в которых встречаются различные приёмы быстрого счёта;
- систематизировать изученный материал, выбрать самые интересные и доступные устные приёмы быстрого счёта;
- исследовать, применяют ли школьники приёмы быстрого счёта;
- составить памятку для учащихся по применению приёмов быстрого счёта;
- делиться своими знаниями, умениями и навыками с окружающими посредством выступлений, видеозаписей, мессенджеров, сети Интернет.

Гипотеза исследования: знание и применение приёмов быстрого счёта облегчает вычисления.

Практическая значимость работы: данная работа может быть использована учителями и учащимися на учебных и факультативных занятиях, для организации самообразования учащихся.

При выполнении работы были использованы следующие приёмы и методы: опрос (анкетирование), анализ (статистическая обработка данных), работа с источниками информации, практическая работа, наблюдения.

В процессе работы я узнал о некоторых приёмах быстрых вычислений, научился их применять, а также познакомил с этими приёмами своих одноклассников. В работе я показал, что приёмы быстрого счёта – это научно разработанная система, и эту систему можно изучать, ей можно следовать, ею можно овладевать.

Все рассмотренные мною методы и приёмы устного умножения говорят о многолетнем интересе ученых, и простых людей к игре с цифрами.

Используя некоторые из этих методов на уроках или дома, можно развить скорость вычислений, повысить успеваемость не только по математике, но и по другим учебным предметам.

Результаты своей работы я оформил в памятку, которую предложил всем своим одноклассникам, а также учащимся других классов нашей школы. Как показала практика, с первого раза не у всех получилось быстро, с ходу выполнять вычисления с применением этих приёмов. Считаю, что постоянная вычислительная тренировка поможет приобрести полезные навыки быстрого счета.

Совместно с учителем мы разработали пособие, где изложили основной теоретический материал, а также подготовили практические задания для отработки навыков применения изученных приёмов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Беллюстин, В. Как постепенно дошли люди до настоящей арифметики [Электронный ресурс] / В. Беллюстин. – Режим доступа: https://www.mathedu.ru/text/bellyustin_kak_postepenno_doshli_lyudi_do_nastoyashhey_arifmetiki_1940/p1. – Дата доступа: 18.01.2021, 15.04.2021, 21.12.2021.
2. Демман, И.Я. За страницами учебника математики: Пособие для учащихся 5-6 кл. сред. шк. / И.Я. Демман, Н.Я. Виленкин. – М.: Просвещение, 1989. – 287 с.
3. Учимся считать быстро по системе Трахтенберга [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://zen.yandex.ru/media/tehnno_chtivo/uchimsia-schitat-bystro-po-metodike-trahtenberga-5d55b02844742600acf0ee3b. – Дата доступа: 26.01.2021, 13.09.2021, 20.01.2022.

**ХII Республиканская научно-практическая конференция-конкурс
научно-исследовательских работ учащихся средних,
средних специальных учебных заведений и студентов вузов
«От Альфа к Омеге...» (с международным участием)
Секция 1. Алгебра, геометрия и математический анализ
ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ ШКОЛЬНИКОВ**

**МАТЕМАТИКА В РАССАДКЕ УЧАЩИХСЯ ПО ПАРАМ С УЧЕТОМ ИХ
ПОЖЕЛАНИЙ**

М. В. Раткевич

*ГУО «Средняя школа №28 г. Гродно», 8 «В» класс,
Гродно, Беларусь*

Научный руководитель – Е. Г. Каштанова, учитель математики ГУО «Средняя школа № 28 г. Гродно», первая кв. категория учителя математики.

Актуальность этой работы бесспорна, ведь каждый год перед классным руководителем встает дилемма, как рассадить учащихся своего класса в соответствии с их предпочтениями (пожеланиями), медицинским показаниям. Со стороны может показаться, а какое отношение к рассадке учащихся в классе имеет математика? Но именно задача о марьяже позволяет это осуществить. **Объектом** нашего исследования является возможное максимальное количество устойчивых разбиений (пар) для 12 учащихся 8«В» класса средней школы №28 г. Гродно, изучающих немецкий, в качестве иностранного языка. **Целью** данной исследовательской работы является изучение и систематизация теоретического материала, основанного на задаче о марьяже, анализ применимости данной задачи к решению задачи о рассадке по парам учащихся 8«В» класса средней школы №28 г. Гродно с учетом их пожеланий. **Выдвинутая гипотеза:** для группы учащихся 8«В» класса средней школы №28 г. Гродно нельзя составить рассадку по парам с учетом их пожеланий. В процессе подготовки работы были изучены доступные теоретические источники, проведена статистическая обработка мнений одноклассников, проведены практические исследования, подготовлен вывод по работе. Всех учащихся 8«В» класса средней школы №28 г. Гродно, можно разбить на две группы по иностранным языкам: английскому и немецкому. В состав каждой группы входит по 12 человек, среди них есть 6 мальчиков и 6 девочек. Для того чтобы уроки иностранного языка проходили более эффективно, необходимо рассадить учащихся по парам, таким образом, чтобы они оказались разнополые.

Для подтверждения своей гипотезы нами было проведено анкетирование среди 12 учащихся 8«В» класса средней школы №28 г. Гродно, изучающих немецкий, в качестве иностранного языка. Ребята оценивали предполагаемых соседей по парте, согласно собственным предпочтениям. При этом все учащиеся оценивают своих одноклассников по-разному, поэтому каждый имеет свой строго упорядоченный список предпочтений. Предпочтения мальчиков и девочек представлены в таблицах 1.1 и 1.2.

Таблица 1.1 - Предпочтения мальчиков

Евгений	Надежда	Дарья	Эмилия	Анастасия	Ирина	Вероника
Никита	Анастасия	Надежда	Эмилия	Дарья	Ирина	Вероника
Тимур	Дарья	Надежда	Эмилия	Анастасия	Ирина	Вероника
Назар	Надежда	Анастасия	Дарья	Эмилия	Вероника	Ирина
Эрнест	Эмилия	Дарья	Надежда	Ирина	Анастасия	Вероника
Иван	Надежда	Дарья	Эмилия	Вероника	Анастасия	Ирина

Таблица 1.2 - Предпочтения девочек

Анастасия	Тимур	Евгений	Никита	Назар	Эрнест	Иван
Эмилия	Тимур	Иван	Назар	Никита	Евгений	Эрнест
Надежда	Иван	Назар	Евгений	Тимур	Никита	Эрнест

Ирина	Никита	Евгений	Иван	Назар	Тимур	Эрнест
Вероника	Иван	Тимур	Эрнест	Никита	Евгений	Назар
Дарья	Евгений	Тимур	Назар	Иван	Никита	Эрнест

Нас интересует, могут ли учащиеся, 8«В» класса средней школы №28 г. Гродно, согласно полученным нами данным по результатам анкетирования, разбиться так по парам, чтобы никто не захотел пересаживаться. Рассмотрим, как происходит распределение на стабильные пары согласно описанному алгоритму Гейла-Шепли на примере учащихся, 8«В» класса средней школы №28 г. Гродно, согласно полученным нами данным по результатам анкетирования. Этап 1. На этом этапе каждый мальчик предлагает самой предпочитаемой девочке сидеть с ним вместе, а девочки принимают предложения самого предпочитаемого мальчика. В таблице 1.3.1 показано, кто какие предложения получит и кого выберет.

Таблица 1.3.1 Полученные предложения для девочек от мальчиков 8«В» класса

Анастасия	Эмилия	Надежда	Ирина	Вероника	Дарья
Никита	Эрнест	Евгений; Назар; Иван			Тимур

Этап 2. На этом этапе все отвергнутые мальчики, а именно Евгений и Назар, делают новые предложения следующим в их списках девочкам: Евгений→Дарья, Назар→Анастасия.

Таблица 1.3.2 Полученные предложения для девочек от мальчиков 8«В» класса

Анастасия	Эмилия	Надежда	Ирина	Вероника	Дарья
Никита; Назар	Эрнест	Иван			Тимур; Евгений

Этап 3. На этом этапе, как и на предыдущем, отвергнутые мальчики Назар и Тимур, делают новые предложения следующим в списках девочкам, а именно: оба для Эмилии.

Таблица 1.3.3 Полученные предложения для девочек от мальчиков 8«В» класса

Анастасия	Эмилия	Надежда	Ирина	Вероника	Дарья
Никита	Эрнест; Тимур Назар	Иван			Евгений

Этап 4. На этом этапе, как и на предыдущем, отвергнутые мальчики Эрнест и Назар, делают новые предложения следующим в списках девочкам, а именно: Эрнест →Ирина, Назар→Вероника.

Таблица 1.3.4 Полученные предложения для девочек от мальчиков 8«В» класса

Анастасия	Эмилия	Надежда	Ирина	Вероника	Дарья
Никита	Тимур	Иван			Евгений

В тоже время для девочек Ирины и Вероники, предпочитаемы Назар и Эрнест соответственно. Значит, нельзя с учетом предпочтений Назара, Эрнеста, Ирины и Вероники, рассадить их так по парам, чтобы никто из них не захотел пересаживаться. В результате получили 4 устойчивых разбиений, для 6 мальчиков и 6 девочек, а это значит, что учащиеся в получившихся четырех парах не захотят менять соседа по парте, то есть пересаживаться.

Несложно заметить, что результаты работы алгоритма не зависят от того, делают мальчики предложения одновременно или последовательно, и если последовательно, то в каком порядке, а также от того, в каком порядке девочки отказываются от худших предложений. Главное, чтобы среди тех, кто должен совершить действие (сделать предложение или отвергнуть предложение), кто-то такое действие выполнил. Каким бы ни был порядок, каждый мальчик сделает в точности те же предложения, которые он сделал бы в поэтапном алгоритме, описанном выше. Каждая девочка в итоге получит те же самые предложения, а значит, выберет того же самого «суженного».

Заключение. Проведенное нами исследование помогло убедиться в правильности выдвинутой гипотезы: учащихся 8«В» класса средней школы №28 г. Гродно, изучающих немецкий язык, нельзя рассадить по парам с учетом их пожеланий, так чтобы никто не захотел пересаживаться. Таким образом, задачи научно-исследовательской работы решены, поставленная цель достигнута, выдвинутая гипотеза доказана.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Troger – все о программировании [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://troger.ru/translations/matchmaking-algorithm-saves-lives/>. – Дата доступа: 17.01.2022.

**ХII Республиканская научно-практическая конференция-конкурс
научно-исследовательских работ учащихся средних,
средних специальных учебных заведений и студентов вузов
«От Альфа к Омеге...» (с международным участием)
Секция 1. Алгебра, геометрия и математический анализ
ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ ШКОЛЬНИКОВ**

ГЕОМЕТРИЯ ПОМОГАЕТ АРИФМЕТИКЕ

А. А. Самусева

*ГУО «Средняя школа № 16 г. Полоцка», 7 «В» класс,
Полоцк, Беларусь*

Научный руководитель – О. В. Ямщикова, учитель математики государственного учреждения образования «Средняя школа № 16 г. Полоцка», первая квалификационная категория учителя математики.

Изучение математики осуществляется в основном в процессе решения задач. Решение задач выступает и как цель, и как средство обучения. Поэтому ставлю себе задачу изучить, как геометрия помогает в решении арифметических задач.

Диаграмма— это чертеж или рисунок, на котором условно изображены в виде отдельных фигур различные значения одной и той же величины или нескольких сравнимых величин.

График — это обычно некоторая линия (реже — совокупность отдельных точек), определенным образом расположенная относительно осей координат.

Применяя диаграммы к решению задач, можно изображать подходящими геометрическими фигурами (часто даже просто отрезками) численные значения величин, входящих в условие задачи; действия над числами можно заменить соответствующими построениями на диаграмме.

Решение геометрических задач, как известно, осуществляется двумя приемами: либо точными построениями при помощи инструментов (конструктивный прием), либо обоснованными вычислениями.

Эти же приемы используются и в решении арифметических задач геометрическими способами:

1) Конструктивный прием (чисто графический). Диаграмма или график вычерчивается как можно более точно непосредственно по значениям величин, входящих в условие задачи. Построения делаются циркулем, линейкой, угольником на миллиметровой бумаге или бумаге в клеточку.

2) Вычислительный прием (графико-вычислительный). Диаграмма или график применяется как условное изображение связи между рассматриваемыми величинами. В этом случае чертеж выполняется от руки — в виде наброска, эскиза.

Для выполнения поставленной задачи я рассмотрела задачи с применением одномерных диаграмм, двумерных диаграмм, графиков линейных функций и ломаных графиков. Приведу пример одной задачи.

ДВА НАСОСА.

Два насоса, работая совместно, могут наполнить водоем за 10 часов. После четырехчасовой совместной работы первый насос был остановлен, а второй наполнил оставшуюся часть водоема за 18 часов. За сколько часов каждый из насосов, работая один, мог бы наполнить водоем?

(П. С, № 546)

Решение:

На клетчатой бумаге построим оси координат (рис. 1) и на оси OX будем откладывать время (1 клетка = 2 часам), а на оси OY – объем работы (выполненная работа = 10 клеткам). Зная, что при совместной работе оба насоса могут наполнить водоем за 10 часов, построим график зависимости: луч OA . Т. к. насосы вместе работали 4 часа, то, отметив на оси OX 4 часа, проведем перпендикулярную прямую к оси OX , получим отрезок OB .

Далее работал один второй насос 18 часов, т. е. до 22 часов: Отрезок OC .

Из точки O проведем прямую OC_1 , параллельную отрезку BC , которая пересекает O_1C_1 в точке C_1 . Отсюда опускаем перпендикуляр на ось OX и получаем время работы второго насоса – 30 часов.

Чтобы получить время работы первого насоса, рассмотрим, какую часть работы выполнили насосы при совместной работе и второй насос за 6 часов (выбор 6 часов – точные значения на чертеже).

Второй выполнил $\frac{1}{5}$ часть работы (точка K), а при совместной работе было выполнено $\frac{3}{5}$ части работы (точка E). Значит первый выполнил $\frac{3}{5} - \frac{1}{5} = \frac{2}{5}$ части работы. Отмечаем точку D и проводим луч OD до пересечения с O_1C_1 , получаем точку N . Опуская из нее перпендикуляр на ось OX , получаем время работы первого насоса – 15 часов.

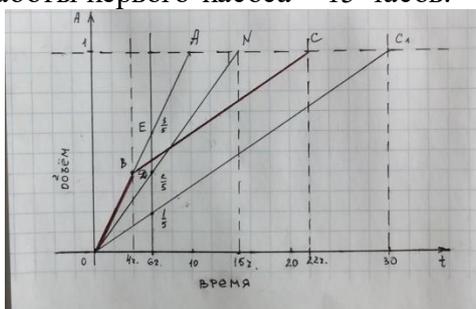


Рисунок 1.

Заключение. В этой работе я рассмотрела применение некоторых геометрических (графических и графико-вычислительных) приемов к решению разнообразных арифметических и алгебраических задач. Решение задач осуществляется при помощи чертежей — диаграмм и графиков. Построение этих чертежей дает возможность «увидеть» задачу — установить и исследовать связи, существующие между величинами, входящими в задачу, выбрать кратчайший путь решения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Островский, А.И. Геометрия помогает арифметике / А. И. Островский, Б. А. Кордемский. – М. : Физматгиз, 1960. – 168 с.
2. Александров, И. И. Методы решения арифметических задач / И. И. Александров, А. И. Александров / под ред. проф. И. К. Андропова. – М. : Учпедгиз, 1953. – 76 с.
3. Антонов, Н. П. Сборник задач по математике, предлагавшихся на вступительных экзаменах в вузы / Н.П. Антонов [и др.]. – М. : Наука, 1954. – 530 с.
4. Березанская, Е. С. Сборник задач и упражнений по арифметике / Е. С. Березанская. – М. : Учпедгиз, 1953. – 287 с.

Секция 2. Прикладная математика

**XII Республиканская научно-практическая конференция-конкурс
научно-исследовательских работ учащихся средних,
средних специальных учебных заведений и студентов вузов
«От Альфа к Омеге...» (с международным участием)
Секция 2. Прикладная математика
ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ ШКОЛЬНИКОВ**

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА РАСКРАСКИ
ДЛЯ РЕШЕНИЯ НЕСТАНДАРТНЫХ ЗАДАЧ**

А. А. Волошик¹, А. П. Красько²
ГУО «Гимназия г. Щучина», 9 «Б» класс¹, 10 «Б» класс²
Щучин, Беларусь

Научные руководители – М. Г. Амичба, учитель математики ГУО «Гимназия г. Щучина», высшая кв. категория учителя математики; Г. Э. Кахнович, учитель математики ГУО «Гимназия г. Щучина», высшая кв. категория учителя математики.

За основу исследовательской работы взята задача из турнира юных математиков:

1. Можно ли замостить доску 10×10 прямоугольниками 1×4 ?
2. На какие одинаковые части из четырёх клеток 1×1 можно разрезать квадрат 10×10 ?
3. Какое наибольшее количество полосок 1×5 можно вырезать из листа клетчатой бумаги размером 12×13 (резать можно только по линиям клеток).
4. Исследуйте те же вопросы для разрезания листа бумаги и полосок других размеров.

Цель работы: проанализировать возможность применения раскрасок при решении математических задач и показать эффективность метода раскраски в задачах на разрезание.

Задачи:

1. Изучить теоретический материал по теме исследовательской работы.
2. Применить изученный метод раскраски к исследованию задач на разрезание.
3. Рассмотреть различные способы раскраски к решению одной задачи.
4. Создать электронное приложение «Тетрис»

Объект исследования: способы и методы решения нестандартных и олимпиадных задач.

Предмет исследования: метод раскрасок.

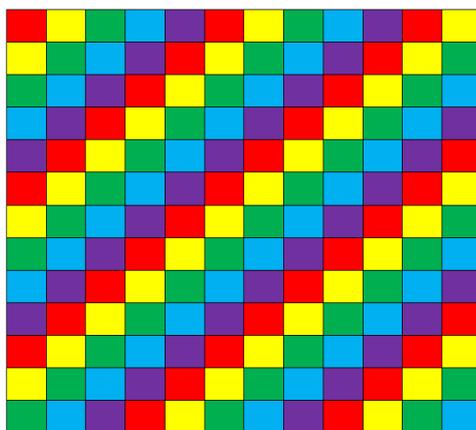
Методы исследования: моделирование, сравнение, обобщение, аналогии, изучение литературных и интернет - ресурсов, анализ и классификация информации.

Гипотеза исследования: применение метода раскраски для решения нестандартных математических задач за счёт наглядности и оригинальности позволит значительно упростить их решение.

В качестве примера приведена исследовательская задача №3:

Какое наибольшее количество полосок 1×5 можно вырезать из листа клетчатой бумаги размером 12×13 (резать можно только по линиям клеток)?

Методом раскраски убеждаемся, что из листа бумаги 12×13 можно вырезать 30 полосок размером 1×5 . Для доказательства применим диагональную раскраску в 5 цветов.



В результате раскраски мы убеждаемся, что наибольшее количество полосок будет 30, т.к. клеток жёлтого цвета 30, красного цвета 31, зелёного 32, синих 31, фиолетовых 30.

В процессе подготовки к Гродненскому турниру юных математиков возникла идея обобщить задачу «Тетрис», применяя метод раскраски. Данный метод раскрасок позволяет успешно справляться с решением многих задач такого типа, развивает логическое и пространственное мышление, расширяет математический кругозор.

В результате исследования были получены следующие результаты.

1) Предложено 12 способов доказательства утверждения, что квадратную доску размером 10×10 нельзя замостить или разрезать прямоугольниками 1×4 .

2) Доказано, что данный квадрат нельзя разрезать и на другие фигурки тетриса.

3) Исследован вопрос о нахождении наибольшего количества полосок $1 \times k$, которые можно вырезать из прямоугольника различных размеров $m \times n$.

Применение метода раскраски для решения нестандартных исследовательских математических задач за счёт наглядности и оригинальности позволило значительно упростить их решение. Приведенные решения задачи наглядно проиллюстрировали красоту метода раскраски, а заодно и специфические свойства каждой из раскрасок в отдельности, особенно их взаимосвязи при наложении друг на друга.

Создано электронное приложение «Тетрис» на языке JAVA SCRIPT с использованием библиотеки REACT.JS, которое можно использовать на факультативных занятиях по математике и информатике.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Баранов, В. Н. Экстремальные задачи в дискретной математике. Метод раскраски: учебное пособие / В.Н. Баранов, О.В. Баранова. – Ижевск: изд-во «Удмуртский университет», 2015 – 56 с.
2. Белый, С. Разноцветная математика / С. Белый // Научно-популярный физико-математический журнал «Квант». – 1980. – № 6.
3. Екимова, М. А. Задачи на разрезание / М. А. Екимова, Г. П. Кукин - М.: МЦНМО, 2002 – 120 с.
4. Кузнецов, Д. О методе раскраски на примере одной задачи / Д.О. Кузнецов // Научно-популярный физико-математический журнал «Квант». – 2015. – № 3. – С. 25–27.
5. Спивак, А.В. Тысяча и одна задача по математике / А.В. Спивак. – М.: «Просвещение», 2002 – 207 с.
6. Подборка задач [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.problems.ru/>. – Дата доступа: 23.12.2021.
7. Малый МЕХМАТ МГУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mmmf.msu.ru/>. – Дата доступа: 24.01.2022.

**ХII Республиканская научно-практическая конференция-конкурс
научно-исследовательских работ учащихся средних,
средних специальных учебных заведений и студентов вузов
«От Альфа к Омеге...» (с международным участием)
Секция 2. Прикладная математика
ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ ШКОЛЬНИКОВ**

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ В НЕКОТОРЫХ ЗАДАЧАХ ПО
КРИПТОГРАФИИ**

Г.О. Литвинский

*ГУО «Новоельнянская средняя школа», 10 класс
г.п. Новоельня, Беларусь*

Научный руководитель – Т.В. Семашко, учитель математики ГУО «Новоельнянская средняя школа», высшая кв. категория учителя математики

В работе исследуются некоторые методы шифрования информации, которые связывают криптографию с математическим программированием.

Объектом исследования является определение теорем математики, которые чаще всего встречаются в ключах для криптограмм.

При передачи конфиденциальной информации по открытым каналам связи её необходимо скрыть от посторонних лиц. В этом случае защита информации обеспечивается методами криптографии. При кодировании информации используются методы математического программирования.

Цель работы определить, какие теоремы математики чаще всего встречаются в ключах для криптограмм.

Работа посвящена тому, как передать нужную информацию конкретному адресату втайне от других.

В результате исследования получены следующие результаты.

Есть три возможности.

1. Создать абсолютно надежный, недоступный для других канал связи между абонентами.

2. Использовать общедоступный канал связи, но скрыть сам факт передачи информации.

3. Использовать общедоступный канал связи, но передавать по нему нужную информацию в преобразованном виде, так, чтобы восстановить ее мог только адресат.

В ходе выполнения работы я ознакомился с историей зарождения криптографии, её развитием и перспективами. Изучая различные источники, узнал о методах кодирования и декодирования информации, их «плюсах» и «минусах».

Была выдвинута гипотеза, что в шифровании определенных сообщений используются простые числа и методы математического программирования. Данная гипотеза получила подтверждение в ходе создания собственных простейших шифров, а также в готовых компьютерных приложениях, использующих генераторы случайных чисел.

Этот материал может быть использован при подготовке к олимпиадам по математике, информатике и криптографии.

Выполнение данной работы было для меня интересным. Элементы криптографии изучаются на уроках математики в разделе Комбинаторика. В данной работе я использовал некоторые готовые алгоритмы определения простых чисел.

Моя работа имеет прикладное значение потому, что я не только изучил данную тему, но и показал, как можно самому составлять криптограммы, что существуют прикладные программы, позволяющие определять и генерировать случайные простые числа,

используемые для создания ключа шифра. Каждый желающий может сам составить любую простейшую криптограмму, проявив фантазию и воображение.

Заключение. В ходе выполнения работы я познакомился с историей зарождения криптографии, её развитием и перспективами.

Изучая различные источники, узнал о методах кодирования и декодирования информации, их «плюсах» и «минусах».

Практическая часть моей работы состояла в анализе решения типовых задач криптографии и использования математических методов программирования для оптимизации процессов подсчета комбинаций.

Роль криптографии возрастает в связи с расширением ее областей приложения. Знакомство с ней потребуется каждому пользователю электронных средств обмена информацией, поэтому криптография в будущем станет «третьей грамотностью» наравне со «второй грамотностью» - владением компьютером и информационными технологиями.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Василенко, О. Н. Теоретико-числовые алгоритмы в криптографии / О.Н. Василенко. – М.: МЦНМО, 2006. – 336 с.
2. Маховенко, Е. Б. Теоретико-числовые методы в криптографии: Учебное пособие / Е. Б. Маховенко. – М.: Гелиос АРВ, 2006. – 320 с.
3. Черемушкин, А. В. Лекции по арифметическим алгоритмам в криптографии / А.В. Черемушкин. – М.: МЦНМО, 2002. – 104 с.
4. Зарубежные математические олимпиады / С. В. Конягин [и др.]; под ред. И. Н. Сергеева. – М.: Наука, 1987. – 416 с.
5. Избранные задачи по математике из журнала «American Mathematical Monthly»: учеб. пособие.: пер. с англ. / под ред. и с предисл. В. М. Алексеева. – 3-е изд. – М.: Либроком, 2009. – 600 с.
6. О числах Кармайкла до числа x [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://blms.oxfordjournals.org/content/37/5/641.short/>. – Дата доступа: 01.02.2022.

**XII Республиканская научно-практическая конференция-конкурс
научно-исследовательских работ учащихся средних,
средних специальных учебных заведений и студентов вузов
«От Альфа к Омеге...» (с международным участием)
Секция 2. Прикладная математика
ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ ШКОЛЬНИКОВ**

МАТЕМАТИКА В ПРОФЕССИЯХ РОДИТЕЛЕЙ

С.Т. Ольшевский

*ГУО «Козловщинская средняя школа», 7 класс
г.п.Козловщина, Беларусь*

Научный руководитель – Ж.К.Тетерина, учитель математики, ГУО «Козловщинская средняя школа», 1 квалификационная категория

Во всех школах мира дети изучают математику – один из важнейших учебных предметов в современной школе. В настоящее время она перестала быть предметом занятий только учёных; теперь занятия математикой привлекают к себе всё большее число людей.

Математика приобретает особое значение в современном мире в связи с необычайным ростом науки, технического прогресса во всём мире. Некоторые ребята в школе не хотят изучать математику, считая, что им она в будущем не пригодится. Учащиеся недостаточно ясно представляют значимость математики в их будущей профессии.

Данная тема актуальна, потому что знание областей применения математики в последствие дает ученику стимул к учению, он будет заинтересован в изучении математики. Все вышесказанное и обусловило выбор темы исследовательской работы: «Математика в профессиях родителей».

Объект исследования – профессии наших родителей.

Предмет исследования – значение и применение математики в профессиях родителей.

Актуальность темы заключается в том, что знание областей применения математики в последствие дает учащемуся стимул к учению, он будет заинтересован в изучении предмета математики.

Цель исследования: выяснить, используют ли наши родители математические знания в своей профессиональной деятельности.

Задачи:

1. Изучить литературу и найти информацию, подтверждающую или опровергающую гипотезу.
2. Изучить, в каких профессиях родителей знания математики необходимы.
3. Сделать выставку проектов «Математика в профессиях наших родителей»
4. Составить сборник задач, используемых в профессиях наших родителей.

Гипотеза: знания по математике необходимы людям любой профессии.

Практическая значимость работы: данная работа может быть использована учителями и учащимися на учебных и факультативных занятиях.

При выполнении работы были использованы следующие **приёмы и методы:** опрос (анкетирование), анализ (статистическая обработка данных), работа с источниками информации, практическая работа, наблюдения.

В процессе работы я рассмотрел вопрос о важности изучения математики, на примерах профессий родителей учащихся нашего класса показал использование математических знаний в будущей профессии.

Уверен, что рассмотрел далеко не все профессии, где используется математика.

Следует отметить, что изучение математики развивает логическое мышление, приучает к точности, к умению видеть главное, позволяет получать необходимые знания для понимания и решения сложных задач, возникающих в различных областях деятельности современного человека, в данном случае – в будущей профессии. Не каждый, разумеется, может и должен стать математиком, но математика в жизни нужна будет каждому.

В результате проведённого исследования гипотеза подтвердилась: людям различных профессий необходимо знание математики. Для того, чтобы овладеть той или иной профессией, необходимо изучать математику в школе.

Работу по составлению задач мы продолжим на уроках математики, а составленные учащимися задачи, совместно с учителем оформили в свой первый сборник задач по математике для учащихся 5-6 классов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Белорусская педагогическая энциклопедия в 2 т. Том 1. А-М. Справочное издание – Минск: РУП «Издательство “Адукацыя і выхаванне”», 2015. – 736 с.
2. Дмитриева, И.М. Бухгалтерский учет и аудит: Учебное пособие / И.М. Дмитриева. – М.: Юрайт, 2011. – 287 с.
3. Профориентация в школе / С.В. Тарасевич [и др.]. – Минск: Красико-Принт, 2007. – 128 с.

Секция 3. Компьютерные науки и программирование

**XII Республиканская научно-практическая конференция-конкурс
научно-исследовательских работ учащихся средних,
средних специальных учебных заведений и студентов вузов
«От Альфа к Омеге...» (с международным участием)
Секция 3. Компьютерные науки и программирование
ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ ШКОЛЬНИКОВ**

**ВИЗУАЛИЗАЦИЯ КРАЕВЕДЧЕСКОГО ПРИЛОЖЕНИЯ
«STREET STORIES» ПОСРЕДСТВОМ СРЕДЫ РАЗРАБОТКИ UNITY**

Е. А. Алетунович¹, Е. П. Гетко²

ГУО «Средняя школа № 16 г. Лиды», 9 «Б» класс¹; 9 «Д» класс²

Лиды, Беларусь

Научный руководитель – Л. В. Шелевер, учитель информатики ГУО «Средняя школа № 16 г. Лиды», высшая кв. категория учителя информатики.

Введение. «Лучше один раз увидеть, чем сто раз услышать», - говорится в известной поговорке. По результатам психологических исследований, новая информация усваивается и запоминается лучше тогда, когда знания и умения оставляют след в визуально-пространственной памяти. В связи с этим, предъявление отобранного материала в виде какой-либо структуры дает возможность лучше усваивать знания, возможности действовать.

Все вышеизложенное и побудило выбрать тему проекта: «Визуализация краеведческого приложения «Street Stories» посредством среды разработки Unity».

Гипотезой исследования стало предположение, что применение визуализации с помощью движка Unity позволит не только облегчить восприятие и систематизировать краеведческий материал об исторических сведениях улиц Лидчины, но и применять определенные модели для произведения оценки степени усвоения полученных знаний. Цель данной работы заключается в создании интерактивного краеведческого приложения «Street Stories» посредством среды разработки Unity.

Объектом исследования является среда разработки Unity и программирование на C#. Предметом исследования является интерактивное приложение «Street Stories» на движке Unity, как дополнительное средство изучения программирования.

Гипотеза - любой человек, не знающий Unity, не знающий языков программирования, не умеющий работать с игровыми движками – может сделать свою игру, главное – усердие и желание. Для реализации поставленных целей были выдвинуты следующие задачи:

- изучить и проанализировать различные источники информации по теме исследования;
- выбрать инструмент разработчика и научиться работать с Unity;
- продумать сценарий интерактивного краеведческого приложения «Street Stories», создать прототип и реализовать краеведческое приложение на мобильной платформе;
- апробация и тестирование мобильного приложения.

В исследовании были использованы следующие методы: теоретические, эмпирические, проектировочные, эксперимент – тестирование приложения.

Практическая значимость исследования состоит в том, что выводы и рекомендации, полученные в ходе исследования, могут быть использованы при совершенствовании методов обучения программированию в школе, а созданное краеведческое мобильное приложение «Street Stories» использоваться на уроках и внеклассных занятиях, посвященных истории родного края.

Технологический этап выполнения проекта. Для визуализации краеведческого приложения «Street Stories» на мобильной платформе использовалась среда разработки Unity

и язык программирования C#. Приложение состоит из 6 содержательных линий: улицы нашего города, Лидчина историческая, топонимика городских улиц, взгляд в прошлое, викторины, игровая комната. Это отражается на главной странице проекта.

Разработка данного приложения состояла из 4 этапов – создание сцены, создание меню, создание спрайтов и создание скриптов. Создаваемое приложение подразделено на категории, следовательно, для каждой из них применялись свои алгоритмы. На каждую категорию созданы отдельные файлы и добавлен ещё один файл, который осуществляет переход между сценами.

Приложение состоит из стартового экрана, на котором размещена кнопка «Нажмите для продолжения...» для входа в проект, состоящий из нескольких категорий: «Улицы нашего города», «Лидчина историческая», «Топонимика городских улиц», «Взгляд в прошлое», «Викторины», «Игровая комната».

Содержательная линия «Улицы нашего города» представлена в виде карты города с нанесением меток на соответствующие улицы в виде флажков. По нажатию на которые, всплывает окно, содержащее информацию об этой улице.

Содержательная линия «Лидчина историческая» рассказывает нам об исторических событиях, происходящих на территории Лидского района.

Содержательная линия «Топонимика городских улиц», содержит информацию о происхождении названий улиц города Лиды.

Содержательная линия «Взгляд в прошлое» позволяет совершить экскурс в прошлое Лидчины и взглянуть на стародавние улицы города.

Содержательная линия «Викторины». При запуске викторины игрок видит вопрос и варианты ответов. При правильном ответе на вопрос викторины, ответ подсвечивается зелёным цветом. При неверном, сообщение – красным. Чтобы игрок не скучал от обыденности происходящего, создана система подсчёта ответов, которая в конце викторины сообщает в количестве верных и неверных ответов. Вкладка «Викторины» содержит задание «Найди пару». Здесь необходимо найти изображение одной и той же улицы в прошлом и в настоящее время.

Заключение. Таким образом, в процессе разработки приложения нами была исследована среда программирования Unity и в ней визуализировано краеведческое приложение «Street Stories». Для написания скриптов использовался язык C#. Было проведено исследование компонентов программной среды, которые использовались при создании приложения, в результате чего стало ясно как реализовать смену нескольких групп объектов в одном окне, как организовать работу со списками, как работать с кнопками и полями для ввода текста. Задания в приложении соответствуют возрастной категории пользователей и являются простыми для восприятия детей.

Данный проект может использоваться на внеклассных мероприятиях, классных и информационных часах в школе, для организации самостоятельной работы учащихся, а также для развития познавательного интереса пользователей к прошлому и настоящему родного края. Мы имеем возможность сделать изучение истории Лидчины более увлекательным, интерактивным. Приложение было протестировано на мобильном устройстве Redmi A5. По результатам тестирования был сделан вывод, что приложение удовлетворяет поставленным функциональным требованиям и работает корректно.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Джесси, Ш. Искусство геймдизайна / Ш. Джесси – М.: Наука, 2015. – 435 с.
2. Unity Documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.unity3d.com/ScriptReference/AudioSource.h>. – Дата доступа: 11.09.2021.
3. Память. Лида и Лидский район: Исторически-документальные хроники городов и районов Беларуси / В.Г. Баранов [и др.]. – Минск, 2004. – 566 с.

**XII Республиканская научно-практическая конференция-конкурс
научно-исследовательских работ учащихся средних,
средних специальных учебных заведений и студентов вузов
«От Альфа к Омеге...» (с международным участием)
Секция 3. Компьютерные науки и программирование
ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ ШКОЛЬНИКОВ**

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СТЕКА MERN
ДЛЯ СОЗДАНИЯ ВИДЕОХОСТИНГА**

Г. А. Барковский

*ГУО «Средняя школа № 9 г. Орши», 11 класс,
Орша, Беларусь*

Научный руководитель – Е. В. Пурышкина, учитель информатики ГУО «Средняя школа № 9 г. Орши», первая кв. категория учителя информатики.

Каждый человек хотя бы раз в жизни пользовался видеохостингом. Видеохостинг – это онлайн-платформа, на которой можно размещать свои видеоролики. Это такие сервисы как YouTube, Vimeo, Dailymotion и другие. У каждого из этих сервисов есть свои преимущества и недостатки, но, на мой взгляд, главный недостаток всех этих ресурсов – наличие большого количества рекламы, которая отвлекает и тратит наше драгоценное время. В связи с эпидемиологической обстановкой резко встал вопрос о дистанционном сопровождении образовательного процесса, поэтому я решил изучить данную тему и попробовать создать школьный видеохостинг, который позволил бы педагогам нашей школы реализовать интерактивное взаимодействие учеников и учителей. Взять для изучения я решил стек MERN, как наиболее популярный.

Цель исследования: изучить возможности стек технологий для создания full-stack приложения.

Стек MERN, который я решил использовать, - это JavaScript-стек. Он включает в себя четыре компонента с открытым исходным кодом: MongoDB, Express, React и Node.js [1]. Эти компоненты обеспечивают комплексную среду для работы разработчиков.

Перед началом разработки любого продукта, необходимо понимать, какой функционал нам нужно реализовать, делаем ли мы конечный продукт для полноценного использования. Исходя из этого, необходимо сосредоточиться на качестве и скорости работы или MVP (Minimal Viable Product – минимально жизнеспособный продукт) для исследования рынка и демонстрации видения, тогда фокусируемся на скорости и простоте разработки, а также на масштабируемости, чтобы систему в будущем было легко разбить на микросервисы и продолжать развивать в соответствии с реальными потребностями. В нашем случае - второе. Будем использовать технологии, которые ускорят создание проекта, но при этом позволят сделать его масштабируемым.

Далее переходим к проектированию API – программного интерфейса приложения. Опираясь на планируемый функционал, понимаем, что нам нужно два основных сервиса: пользователи и видео. В первом будем пока хранить всю информацию о пользователе и логику работы с JWT токенами. Данные о действиях пользователя желательно хранить, как отдельные сущности, но мы в данный момент ориентируемся на скорость и простоту, поэтому будем хранить их прямо в модели пользователя. Клиентскую часть реализуем в виде SPA, которое будет использовать API.

Начинаю с выбора технологий: буду использовать Node.js (Express) и облачную базу данных MongoDB Atlas (технологии выбраны из соображений о высокой скорости разработки) [2]. Само приложение сделаю монолитным из тех же соображений.

Файловая структура получилась следующего вида:

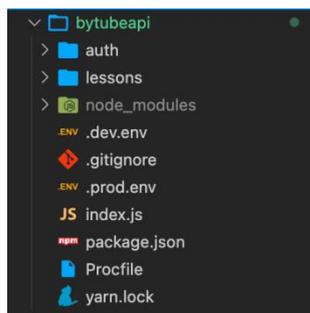


Рисунок 1. - Скриншот файловой структуры

Стоит отметить, что приложение сейчас способно хранить только ссылки на видео, которые хранятся на других платформах в открытом доступе, связано это с тем, что для полноценной системы хранения видео необходимо большое количество памяти, желательно целый FTP сервер, создание которого потребует значительных затрат, как по времени, так и денежных, и сложной системы модерации, которая решала бы проблемы с авторским правом.

Так как проект нацелен на демонстрацию, нас устраивает такое поведение, но в будущем изменить его будет легко, благодаря масштабируемой архитектуре (достаточно высокой изолированности сервисов друг от друга, а также разделения слоев их логики).

Для создания клиентской части использую React[3], SCSS[4] для создания интерфейса и Redux - для стейт-менеджмента.

Заключение. Используя приобретенные в ходе исследования знания, мы создали и частично наполнили контентом приложение, которое поможет реализовать интерактивное взаимодействие учеников и учителей нашей школы. Особенно это актуально для работы с детьми–инвалидами или часто болеющими.

Дистанционный формат можно эффективно использовать и для проведения профориентационной работы с учащимися различных возрастных групп: провести виртуальные экскурсии по наиболее популярным в регионе образовательным учреждениям высшего и среднего профессионального образования, провести интервью с родителями – представителям разных профессий.

Актуальность работы в том, что приложение может заменить для нашей школы иностранные ресурсы, такие как YouTube, Dailymotion, на которых присутствуют ссылки на нежелательный контент. Приложение имеет интуитивно понятный интерфейс, что делает его доступным для использования неподготовленными пользователями.

Цель и задачи исследования достигнуты.

Видео загрузки контента на школьный видеохостинг доступно по ссылке <https://youtu.be/FPbaJhiRCOc>

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Всё, что нужно знать о стеке MERN [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.machinelearningmastery.ru/everything-you-need-to-know-about-the-mern-stack-43d27ddd480a/>. – Дата доступа: 18.02.2022.

2. Создание базы данных в облачном сервисе MongoDB Atlas [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://jin.v.ru/MongoDB-and-Mongoose/sozдание-bazy-dannyh-v-oblachnom-servise-mongodb-atlas/>. – Дата доступа: 20.02.2022.

3. Хабр [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/ruvds/blog/428077/>. – Дата доступа: 22.02.2022.

4. Вебкадеми [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://webcademy.ru/blog/346/>. – Дата доступа: 23.02.2022.

**XII Республиканская научно-практическая конференция-конкурс
научно-исследовательских работ учащихся средних,
средних специальных учебных заведений и студентов вузов
«От Альфа к Омеге...» (с международным участием)
Секция 3. Компьютерные науки и программирование
ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ ШКОЛЬНИКОВ**

3D-ПЕЧАТЬ ДЛЯ СОЗДАНИЯ СОБСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ

А. В. Бенько

*ГУО «Гимназия имени Я.Купалы», 7 «В» класс,
Мозырь, Беларусь*

Научный руководитель – Г. С. Алексанина, учитель информатики ГУО «Гимназия имени Я.Купалы», первая кв. категория учителя информатики.

Цель: исследовать 3D-печать и создать собственный продукт.

Задачи:

- познакомиться с 3D-принтером Creality Ender 3 Pro;
- обосновать необходимость программного обеспечения Cura для подготовки моделей к 3D-печати;
- определить возможности приложения Tinkercad для разработки 3D-проектов;
- создать собственную 3D-модель;
- распечатать продукт;
- провести анализ полученных результатов.

Гипотеза: учащиеся могут самостоятельно научиться создавать 3D-модели и распечатывать их на 3D-принтере.

3D-принтер Creality Ender 3 Pro. При помощи интернета и руководителя данной работы я выяснила, что Creality Ender 3 Pro – это лучший бюджетный 3D-принтер.

Для того чтобы напечатать объект в 3D, нужно сначала создать математическое описание объекта, а затем объяснить принтеру как его печатать. Чтобы 3D-принтер распознал описание объекта, его нужно разложить на слои — перевести в G-код. Этим занимаются 3D-слайсеры, они нарезают объект на слои, из которых 3D-принтер создает физическую модель. Результат работы слайсера — G-код, в котором отражены все параметры печати.

Программное обеспечение Cura. Слайсер Cura — это программное обеспечение компании Ultimaker для преобразования трехмерных моделей в G-код и их последующей печати на 3d-принтере. Обладает простым и понятным пользовательским интерфейсом, поддерживает большое количество разнообразных моделей принтеров. Слайсер отображает время печати и массу материала, которое будет затрачено при печати из выбранного материала. Слайсер Cura бесплатный и подходит для начинающих, и для продвинутых 3D печатников.

Приложение Tinkercad. Для того чтобы напечатать 3D- модель, её нужно создать в программе для разработки 3D- моделей. Выбор графических редакторов для моделирования в настоящий момент достаточно большой. Они предоставляют различную функциональность от примитивного моделирования, до создания сложнейших сцен. Однако для 3D-печати достаточно обладать начальными знаниями в моделировании и выбрать графический редактор, обладающий базовыми функциями и удобный для быстрого и понятного создания

модели. Рассмотрев доступные в интернете популярные программы для подготовки моделей для 3D-печати, остановились на Tinkercad.

Tinkercad — это бесплатное простое приложение для разработки 3D-проектов, электроники и кодов. Программа работает в формате онлайн, поэтому скачивать ничего не нужно. Его используют преподаватели, дети, любители и проектировщики, чтобы придумывать объекты, проектировать и воплощать их в реальность.

Использовать продукт можно только после регистрации аккаунта. Для этого необходимо перейти на официальный ресурс разработчика софта Autodesk: <https://www.tinkercad.com/>

Возможности Tinkercad. Приложение Tinkercad предлагает множество вариантов вёрстки 3D-проектов. Можно создавать модели полностью с нуля, либо редактировать уже имеющиеся образцы. Программа позволяет импортировать проекты из других программ.

С помощью встроенных инструментов можно экспортировать проекты для печати на 3D-принтерах.

Создание продукта. После изучения азов 3D-печати я решила создать собственный сувенирный продукт – магнит посвящённый Дню Победы в Великой Отечественной войне. В программе Tinkercad я разработала макет магнита. Он состоит из двух частей. Первая часть – это готовая картинка 9 мая на белом фоне, которую я с помощью онлайн конвертера конвертировала из .jpeg формата в формат трёхмерной модели .stl, затем импортировала полученную модель в программу Tinkercad. Вторая часть магнита состоит из прямоугольника из Tinkercad, которому я задала необходимые параметры: высоту, длину, ширину, далее вставила в полученный прямоугольник импортированную модель и всё сгруппировала. Затем сохранила готовую трёхмерную модель магнита в компьютер в формате .stl. Далее я поместила этот файл в программу Cura для нарезки на слои. Сохранила на диск в формате G-кода для печати на 3-D принтере, затем отправила файл на SDcard. Поместив SDcard в 3D-принтер, запустили файл на печать.

<https://disk.yandex.by/d/XrYtoCdQ5oAorg> - файл 3D-модели магнита.

<https://disk.yandex.by/d/pkY8swiHdUMY3A> - файл модели магнита, преобразованный в G-код для печати на 3D-принтере Creality Ender 3 Pro.

Заключение. В результате исследования 3D-печати мне удалось создать собственный сувенирный продукт – магнит, посвящённый Дню Победы.

Цель моего исследования была достигнута. В результате проделанной работы гипотеза подтвердилась, в итоге осуществлённого экспериментального исследования было установлено, что учащиеся могут самостоятельно научиться создавать 3D-модели и распечатывать их на 3D-принтере.

После проделанной работы я сделала вывод, что применять 3D-принтер можно на многих учебных предметах. На уроках труда 3D-принтеры могут применяться для прототипирования моделей, создания макетов, печати ящиков, различных деталей и приспособлений. На уроках информатики 3D-принтер пригодится для изучения трехмерной модели. На уроках физики и химии 3D-принтер поможет изучить трехмерные модели молекул, провести химическую реакцию в напечатанной пробирке. В кабинете истории не помешают реконструированные 3D-объекты, на биологии — трехмерные органы или фрагменты тела. Таким образом, использовать 3D-печать в школе можно практически на всех предметах. Помимо развития творческого мышления, учащиеся могут получить практический опыт в 3D-моделировании, который пригодится в дальнейшем образовании и работе.

**XII Республиканская научно-практическая конференция-конкурс
научно-исследовательских работ учащихся средних,
средних специальных учебных заведений и студентов вузов
«От Альфа к Омеге...» (с международным участием)
Секция 3. Компьютерные науки и программирование
ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ ШКОЛЬНИКОВ**

МУЛЬТИМЕДИЙНАЯ КНИГА «ЖИВАЯ ПОЭЗИЯ»

Ю. Ю. Буйвид

*ГУО «Средняя школа №3 г. Ошмяны», 11 класс,
Ошмяны, Беларусь*

Научный руководитель – Н. П. Лавцель, учитель русского языка и литературы ГУО «Средняя школа № 3 г. Ошмяны», первая кв. категория учителя русского языка и литературы.

Наша малая родина – Ошмянщина, это прекрасный край, колыбель талантливых людей, особенно мастеров художественного слова. Учащимся, к сожалению, практически незнакомы имена и произведения современных авторов. Это приводит к общей проблеме освоения подрастающим поколением культурных традиций родного края.

Издание книги в настоящее время довольно трудоёмкий и дорогостоящий процесс. По этой причине у многих поэтов нет своих сборников произведений. И как следствие - их произведения недоступны для широкого круга читателей. А их творчество, несомненно, достойно внимания. Поэтому в нашей школе появилась идея проекта, главная цель которого - создать виртуальную книгу «Живая поэзия», которая не требует материальных затрат, но способствует популяризации и сохранению литературного наследия Ошмянского края, формированию у учащихся уважительного отношения к региональной культуре.

Целью моей работы является создание мультимедийной книги «Живая поэзия».

Для достижения цели были поставлены следующие **задачи**:

- Изучить технические возможности создания мультимедийных книг;
- Собрать и систематизировать материалы по творчеству современных авторов;
- Представить собранный материал в виде мультимедийной книги;
- Разместить созданную книгу в сети.
- Провести презентации созданной книги.

Объектом нашего исследования послужил web-сайт «Автограф» (www.i-autograph.com) с редактором Mbook Editor.

Предмет исследования – особенности создания мультимедийных книг.

Ссылка на созданную книгу: <http://www.i-autograph.com/book/i12a56u3-64642ab54d-dfee4d0cff>

Мультимедийная книга – это уникальный формат, который совмещает в себе эстетику традиционной бумажной книги с возможностями современной «цифровой» эпохи. Как и бумажная книга, она имеет обложку и страницы, которые можно «перелистывать». Однако возможности мультимедийной книги куда шире. Кроме текста и картинок в ней можно размещать аудио- и видеофайлы, фотоальбомы, создавать внешние и внутренние гиперссылки [3].

Книга «Живая поэзия» состоит из 112 страниц, которые содержат информацию о современных авторах Ошмянского района (фотография, биографические сведения) и их произведения.

На первом развороте размещена географическая карта Ошмянского района, а также краткие сведения о регионе.

В книге представлены видеозаписи чтения стихотворений автора, для лучшего восприятия его поэзии.



Рисунок 1. - Развороты мультимедийной книги

Мультимедийная книга «Живая поэзия» является актуальной на сегодняшний день, так как в нее включены образцы лучших стихотворений современных писателей Ошмянского края. Аналогов не имеет: ни печатных, ни электронных.

Данная работа позволила расширить свои знания в области создания виртуальных книг в редакторе Mbook Editor.

В ходе работы над данной книгой мною был выделен ряд преимуществ web-сайта - www.i-autograph.com и редактора Mbook Editor:

- широкие возможности (от добавления в издание текста, ссылок, до вставки видеороликов, аудиозаписей), что делает книгу более наглядной и привлекательной для читателя;
- хранение книги в «облаке» сайта, что позволяет иметь к ней доступ в любой точке земного шара, при наличии интернет -соединения;
- размещение данной публикации на сайте сети «Автограф» позволяет «поделиться» изданием в наиболее популярных социальных сетях, такие как Вконтакте, Одноклассники, Facebook и т.д., что позволит расширить круг читателей;
- также данным сайтом предусмотрен перенос книги с библиотеки сайта на компьютер и мобильные устройства (при предварительной установке локального и мобильного клиента iAutograph), что дает возможность иметь доступ к изданию при отсутствии интернет-соединения.

С целью популяризации и распространения книги были организованы публичные презентации в нашем учебном заведении и школах района.

Мультимедийную книгу «Живая поэзия» можно использовать при проведении внеклассных мероприятий, классных часов, которые посвящены малой Родине, на уроках внеклассного чтения, на уроках литературы, при изучении современной поэзии, на уроках русского и белорусского языков (работа с текстом), а также книга будет полезна ценителям современной поэзии.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гордей, Я. Литературная страничка / Я. Гордей // Ошмянский вестник. – 2010. – 25 окт. – С. 7.
2. Догошей, Г. Литературная страничка / Г. Догошей // Ошмянский вестник. – 2011. – 4 янв. – С.7.
3. Сеть «Автограф» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.i-autograph.com>. – Дата доступа: 06.09.2021.
4. Шаколо, П. Литературная страничка / П. Шаколо // Ошмянский вестник. – 2010. – 18 мая. – С. 7.

**XII Республиканская научно-практическая конференция-конкурс
научно-исследовательских работ учащихся средних,
средних специальных учебных заведений и студентов вузов
«От Альфа к Омеге...» (с международным участием)
Секция 3. Компьютерные науки и программирование
ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ ШКОЛЬНИКОВ**

МОДЕЛИРОВАНИЕ БАНКОВСКИХ УСЛУГ

И. С. Валуц, Н. С. Млѣник

*ГУО «Средняя школа № 2 г. имени Н. П. Массонова г. Свислочь», 11 «Б» класс,
Свислочь, Беларусь*

Научный руководитель – М. И. Орел, учитель информатики ГУО «Средняя школа № 2 имени Н. П. Массонова г. Свислочь», высшая кв. категория учителя информатики.

В работе исследуется компьютерное моделирование банковских услуг при помощи языка программирования C++. Для написания программы используется среда Embarcadero C++ Builder. Приложение реализовано в окне.

Объектом исследования является среда Embarcadero C++ Builder.

Цель работы – разработка программы, реализующей банковские услуги: открытие нового счета, аннулирование счета, снятие и перевод денег с одного счета на другой, открытие депозита, получение займа под процент.

В программе присутствуют две вкладки: для работы со счетами и для работы с депозитами и займами. В свою очередь, каждая из вкладок состоит из трёх основных частей:

- область для ввода исходной информации;
- кнопки для работы с приложением;
- информационная область.

Во вкладке «Счета» пользователю предоставляются к выполнению 5 действий:

- открыть новый счет;
- аннулировать счет;
- перевод денег;
- снять деньги со счета;
- обновить и записать в файл информацию о счетах;

Во вкладке «Депозиты/Займы» пользователю предоставляются к выполнению 2 действия:

- открыть депозит;
- оформить займ под процент.

Чтобы совершить действие, пользователь должен ввести данные. После этого ему предоставляется возможность работы с ними.

Для решения поставленной задачи были использованы классы, наследование классов

Программа сохраняет информацию в простом текстовом файле.

1. «Account.txt» – файл, в котором хранится информация о счетах (номер счета, вкладчик, сумма).

2. «Deposit.txt» – файл, в котором хранится информация о депозитах (номер счета, вкладчик, сумма, ставка по депозиту, срок).

3. «Credit.txt» – файл, в котором хранится информация о займах (номер счета, заемщик, сумма, процент займа, срок).

В программе предусмотрена реакция на неверные действия пользователя. Если пользователь не открыл ни одного счета, то при попытке аннулировать счет, а также снять или перевести денежные средства, он получит соответствующее сообщение.

Заключение. В результате выполнения данной работы была написана программа реализации банковских услуг, позволяющая осуществлять такие операции, как открытие нового счета, аннулирование счета, снятие и перевод денег с одного счета на другой, открытие депозита, получение займа под процент.

В программе существуют следующие возможности:

- добавление, изменение и удаление информации;
- сохранение информации о счетах, депозитах и займах в файлах;

Работа с информацией производится в окне. Интерфейс программного продукта интуитивно понятен и не требует дополнительных пояснений.

Приложение отвечает всем требованиям, представленным в постановке задачи. Метод решения поставленной задачи достаточно прост и в то же время содержит полный набор инструментов для реализации программного продукта. Программа основана на использовании объектно-ориентированный подхода.

Приложение обладает достаточно высокой актуальностью, так как проекты в области развития банковских услуг направлены в первую очередь на повышение качества обслуживания клиентов, для чего и привлекаются различные программные продукты, которые удовлетворяют потребностям заказчика.

Проект можно использовать на внеклассных мероприятиях по повышению финансовой грамотности у учащихся.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Лафоре, Р. Объектно-ориентированное программирование в C++ [Электронный ресурс] / Р.Лафоре. – Режим доступа: https://codernet.ru/books/c_plus/obektno-orientirovannoe_programmirovanie_v_c/. – Дата доступа: 26.11.2021.
2. Луцик, Ю.А. Объектно-ориентированное программирование на языке C++ / Ю.А. Луцик В.Н. Комличенко. – Минск, 2008. – 266 с.
3. C++ Builder [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.compdoc.ru/prog/builder/builder/>. – Дата доступа: 26.11.2021.

**XII Республиканская научно-практическая конференция-конкурс
научно-исследовательских работ учащихся средних,
средних специальных учебных заведений и студентов вузов
«От Альфа к Омеге...» (с международным участием)
Секция 3. Компьютерные науки и программирование
ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ ШКОЛЬНИКОВ**

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОНЛИВОСТИ ВОДИТЕЛЯ ЗА РУЛЕМ

А. С. Галай

*ГУО «Гимназия №17 г. Минска», 10 «Б» класс,
Минск, Беларусь*

Научный руководитель – А. В. Сушкова, учитель информатики ГУО «Гимназия №17 г. Минска», высшая кв. категория учителя информатики.

Определение сонливости водителя продиктовано потребностью безопасности – разработка программы позволит избежать серьезных происшествий в тот момент, когда водитель переутомлен. Использование библиотек языка программирования Python поможет реализовать систему определения сонливости водителя за рулем. Если глаза водителя закрыты в течение определенного времени, то программа определяет, что водитель начинает засыпать, и включает звуковой сигнал, чтобы разбудить его.

Для распознавания нужно расположить камеру в машине, которая определит лицо водителя в тот момент, когда он находится за рулем, и установить разработанную программу.

Объектом исследования является комплекс мероприятий по разработке и созданию системы определения сонливости.

Цель работы – создать систему определения сонливости водителя за рулем, которая будет обнаруживать закрытые глаза человека в течение нескольких секунд. Эта система предупредит водителя при обнаружении сонливости звуковым сигналом, чтобы тот проснулся.

Задачи, которые я поставил перед собой: изучить и проанализировать различные источники информации по теме исследования; создать программу в Python с использованием OpenCV для обнаружения лиц и глаз с помощью каскадного классификатора Хаара и модель CNN для прогнозирования статуса; провести тестирование программы на работоспособность.

Методы исследования: анализ различных источников; синтез; прогнозирование; эксперимент – тестирование программы.

В этой работе я использовал OpenCV для сбора изображений с веб-камеры и передачи их в модель глубокого обучения, которая определяет открытость глаз человека. Набор данных, включающий около 3000 изображений глаз людей при различных условиях освещения, я загрузил из интернета. Модель, которую я использовал, построена с помощью Keras с использованием сверточных нейронных сетей (CNN).

Изначально нужно загрузить исходный код системы определения сонливости водителя за рулем. Папка «Каскадные файлы haar» - XML-файлы, необходимые для обнаружения лица и глаз человека. Папка models - файл модели, который обучен сверточными нейронными сетями. Аудиоклип «alarm.wav» воспроизводится, когда человек чувствует сонливость. «Drowsiness detection.py» - основной файл работы.

Алгоритм построения программы.

Получение изображения в качестве входного сигнала с камеры. С помощью веб-камеры принимаю изображения в качестве входных данных. Использую метод, предоставленный OpenCV, cv2.VideoCapture(0), для доступа к камере и установки объекта захвата. cap.read() будет считывать каждый кадр и сохранять изображение в переменной кадра.

Определение лица на изображении и создание области интереса (ROI). Для обнаружения лица, нужно сначала преобразовать изображение в оттенки серого, так как алгоритм OpenCV принимает на вход изображения серого цвета. Затем выполняю обнаружение с помощью `faces = face.detectMultiScale(gray)`, который возвращает массив обнаружений с координатами `x,y`, высотой и шириной поля границ объекта. Затем перебираю грани и рисую границы для каждой грани. Для `(x,y,w,h)` в лицах изображений: `cv2.rectangle (frame, (x,y), (x+w, y+h), (100,100,100), 1)`.

Определение глаза и передача в классификатор. Процедура обнаружения лиц аналогична для обнаружения глаз.

Определение открытости глаз. Сначала цветное изображение преобразовываю в оттенки серого, используя `r_eye = cv2.cvtColor(r_eye, cv2.COLOR_BGR2GRAY)`. Изменяю размер изображения до `24*24` пикселей, так как модель обучена изображениям с разрешением `24*24` пикселя `resize (r_eye, (24,24))`. Преобразую данные, чтобы значения находились в диапазоне `0-1`: `r_eye = r_eye/255`. Загружаю модель с помощью `= load_model('models/cnnCat2.h5')`. Предсказываю каждый глаз с помощью `lpred = np.argmax(model.predict(l_eye). axis=-1)`. Если значение `lpred[0] = 1`, то глаза открыты, если значение `lpred[0] = 0` - глаза закрыты.

Расчёт балла для проверки сонливости. Оценка сонливости представляет собой значение, которое используется для определения закрытости (открытости) глаз водителя. Выводится результат на экран с помощью функции `cv2.putText ()`, которая отображает состояние человека в реальном времени. Сонливость определяется следующим образом, если оценка становится больше 9 (определено экспериментальным путем), то глаза человека закрыты в течение длительного периода времени и подается сигнал тревоги с помощью `sound.play()`.

Тестирование программы. Для проведения эксперимента я подключил камеру и запустил программный код. При значении 0 (глаза открыты) и 5 (моргнул) программа просто работает, не подавая звукового сигнала. При значении более 9 (закрыл глаза) звуковой сигнал подается.

Таким образом, созданная программа работает: при определении сонливости водителя в тот же момент предупреждает его о возможных неприятностях.

Заключение.

1. Язык программирования Python подходит для любых решений в области программирования, будь то офисные программы или веб-приложения.

2. Созданная программа способна определять сонливость водителя и сообщать ему о недопустимости подобного состояния в момент движения.

В дальнейшем хочу доработать программу и включить в нее такие критерии как наклон головы и опущенные уголки губ.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Иванов, А. Почему водители засыпают за рулем [Электронный ресурс] / А. Иванов. – Режим доступа: <https://www.sb.by/articles/gaz-da-glaz.html>. – Дата доступа: 16.09.2021.

2. Гомыляев, А. МВД: за год в стране увеличилось число жертв ДТП. Мингорисполком: темпы снижения аварийности оказались выше средневропейских [Электронный ресурс] / А. Гомыляев. – Режим доступа: <https://auto.onliner.by/2021/02/04/mvd-v-strane-uvlichilos-chislo-zhertv-dtp-na-135-procenta-usilyat-otvetstvennost-dlya-voditelej>. – Дата доступа: 09.09.2021.

3. Мусин, Д. Самоучитель Python [Электронный ресурс] / Д. Мусин. – Режим доступа: <http://server.aesc.msu.ru/materials/PYTHON/pythonworldru.pdf>. – Дата доступа: 06.08.2021.

4. Stepik Программирование на Python [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://stepik.org/course/67/promo>. – Дата доступа: 16.06.2020.

**XII Республиканская научно-практическая конференция-конкурс
научно-исследовательских работ учащихся средних,
средних специальных учебных заведений и студентов вузов
«От Альфа к Омеге...» (с международным участием)
Секция 3. Компьютерные науки и программирование
ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ ШКОЛЬНИКОВ**

СОЗДАНИЕ МАППИНГА В ПРОГРАММЕ VALVE HAMMER EDITOR

В. Н. Ганисевский

*ГУО «Средняя школа № 3 г. Волковыска», 10 класс,
Волковыск, Беларусь*

Научный руководитель – Е. Р. Буйко, учитель информатики ГУО «Средняя школа № 3 г. Волковыска», высшая кв. категория информатики.

Введение. В работе исследуется возможность создания игровой карты в среде программы Valve Hammer Editor.

Объектом исследования является приложение Valve Hammer Editor.

Цель работы – разработка игровой карты в приложении Valve Hammer Editor.

Методы, инструменты проведения работы: сбор информации, анализ информации, систематизация информации, создание карты (маппинг), обобщение.

Актуальность. В наше время одними из самых популярных среди начинающих разработчиков игр являются такие специальности, как гейм-дизайнер и дизайнер карт (level designer). level designer – это специалист игровой индустрии, который отвечает за создание уровней (англ. level) в игровых продуктах [3]. Меня, как выпускника школы, заинтересовала такая возможность реализации себя в будущем.

Создание карт в приложении Valve Hammer Editor. Уровень (*акт, волна, зона, карта, мапа, мир, миссия, раунд, стадия, сцена, эпизод, этап и т. п.*) — в компьютерных играх — отдельная область виртуального мира игры, обычно представляет собой определённую локацию, например, здание или город [4].

Редактор уровней (также известен как *игровой редактор, редактор карт, кампаний или сценариев*; англ. *level editor*) — прикладное программное обеспечение, которое используется для проектирования и создания уровней в компьютерных играх[6].

В своей работе я использую Valve Hammer Editor — главный компонент Source SDK, используемый для создания уровней для игр Portal, Portal 2, Half-Life, Half-Life 2 и всех модификаций и аддонов к ним. Первые версии редактора созданы на основе Quake и поддерживали Quake и Quake II[5].

Полученные результаты. В результате исследования впервые были получены следующие результаты: создана игровая карта, обзор которой размещён на канале Youtube <https://youtu.be/upKLeVEs2gA> .

Краткие выводы по результатам выполнения работы и оценка полноты решений поставленных задач. Были достигнуты главные цели дизайна уровней. Это предоставление задачи и удовлетворительной игровой среды для игрока.

Заключение. В процессе работы над проектом я пришел к выводу: приложение Valve Hammer Editor позволяет создать игровую карту, которую я в дальнейшем планирую усовершенствовать. Кроме этого профессия левел-дизайнера требует следующих навыков:

- любовь к компьютерным играм;
- воображение и богатую фантазию;
- логическое мышление и умение анализировать результаты;
- понимание основ формирования композиции, геометрии, выставления света, выбора цвета;
- изучение основ архитектурного искусства;
- умение нарисовать пришедшую в голову идею.

Очень небольшое количество учебных заведений в мире готовят специалистов непосредственно для игровой индустрии, студентом одного из таких вузов я планирую стать в будущем.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ds-servers.com [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ds-servers.com/tutorials/mapping/goldsrc/mapping/hammer/interfeys-redaktora-hammer.html>. – Дата доступа: 15.01.2021.
2. Checkroi.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://checkroi.ru/blog/professiya-level-dizayner-obzor>. – Дата доступа: 19.11.2021.
3. Википедия-свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D1%8C_\(%D0%B8%D0%B3%D1%80%D1%8B\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D1%8C_(%D0%B8%D0%B3%D1%80%D1%8B)). – Дата доступа: 05.09.2021.
4. Википедия-свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Valve_Hammer_Editor. – Дата доступа: 24.09.2021.
5. КАРТАСЛОВ.PY – Карта слов и выражений русского языка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=5KY7PXalXKU>. – Дата доступа: 04.08.2021.
6. КАРТАСЛОВ.PY – Карта слов и выражений русского языка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://kartaslov.ru/%D0%BA%D0%B0%D1%80%D1%82%D0%B0-%D0%B7%D0%BD%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B9/%D0%A0%D0%B5%D0%B4%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%BE%D1%80+%D1%83%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BD%D0%B5%D0%B9>. – Дата доступа: 04.08.2021.

**XII Республиканская научно-практическая конференция-конкурс
научно-исследовательских работ учащихся средних,
средних специальных учебных заведений и студентов вузов
«От Альфа к Омеге...» (с международным участием)
Секция 3. Компьютерные науки и программирование
ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ ШКОЛЬНИКОВ**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ RISC – ПРОЦЕССОРА В СРЕДЕ LOGISIM ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ
ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

М. Д. Григорьев

*ГУО «Средняя школа им. Я. Купалы № 19 г. Минска», 10 «А» класс,
Минск, Беларусь*

Научный руководитель – Л. Г. Карневич, учитель ГУО «Средняя школа № 19 г. Минска», высшая кв. категория учителя информатики.

Примеры – существующие микропроцессоры.

В работе исследуются – архитектуры микропроцессоров.

Объектом исследования является – бинарная логика, информационная безопасность.

Цель работы – проектирование RISC процессора в среде Logisim для повышения информационной безопасности.

Работа посвящена – исследованию микропроцессоров.

Прототип процессора, разработанный на основе бинарной логики, сможет обеспечивать функции информационной безопасности.

Методы исследования:

Теоретические:

- анализ литературы по проблеме исследования, сравнительный анализ

Эмпирические:

- компьютерное моделирование прототипа процессора, опытная проверка прототипа процессора, наблюдение работоспособности прототипа процессора.

Этапы работы процессора

1. Тактовый генератор переключает своё состояние с 0 на 1. Это увеличивает счётчик команд, если из-за предыдущих команд не требуется обратное.

2. Тактовый генератор переключает своё состояние с 1 на 0. Происходит чтение текущей команды из памяти по адресу счётчика команд, текущая команда записывается в регистр памяти. Далее по первым 8 битам происходит определение типа команды и совершаются соответствующие действия. Затем происходит запись результата в аккумулятор, если это требуется кодом операции.

Основные преимущества данного прототипа процессора

1. В отличие от существующих аналогов, в данном прототипе процессора отсутствуют заранее оставленные уязвимости, способные ухудшить уровень защищённости и приватности
2. Выбранная архитектура процессора повышает производительность по сравнению с существующими архитектурами.
3. Полная открытость проекта.
4. В связи с простотой прототипа процессора отсутствуют аппаратные уязвимости, например, «Spectre» или «Meltdown».
5. Отсутствие устаревших и практически не используемых блоков команд.
6. Отсутствие требований по обеспечению обратной совместимости с предыдущими аппаратными решениями.

Возможность производства данной модели процессора на локальном оборудовании.

В результате исследования был создан прототип RISC процессора, способный выполнять поставленные на него задачи, были написаны программы для тестирования его работоспособности.

Краткие выводы по результатам выполнения работы и оценка полноты решений поставленных задач. Процессор выполняет поставленные на него задачи в достаточной мере.

Заключение. В процессе работы над проектом создана логическая схема прототипа процессора в симуляторе логических схем Logisim evolution и протестирован спроектированный RISC – процессор.

Итогом работы стал спроектированный прототип RISC – процессора.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ким, А. К. Микропроцессоры и вычислительные комплексы семейства «Эльбрус» / А.К. Ким, В.И. Перекатов, С.Г. Ермаков. – СПб.: Питер, 2013. – 272 с.
2. Кузин, А. В., Жаворонков М. А. Микропроцессорная техника / А.В. Кузин, М.А. Жаворонков. – М.: Академия, 2007. – 304 с.
3. Comput. Sciences. Univ. California at Berkeley, Tech. Rep. No. UCB/EECS-2016-12016 [Electronic resource]. – Mode of access: <https://people.eecs.berkeley.edu/~krste/papers/EECS-2016-1.pdf>. – Date of access: 15.03.2022.

**ХII Республиканская научно-практическая конференция-конкурс
научно-исследовательских работ учащихся средних,
средних специальных учебных заведений и студентов вузов
«От Альфа к Омеге...» (с международным участием)
Секция 3. Компьютерные науки и программирование
ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ ШКОЛЬНИКОВ**

МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ GEOAR

Е.А. Гринко

*ГУО «Гимназия №1 имени К.Калиновского г.Свислочь», 10 класс,
Свислочь, Беларусь*

Научный руководитель – О.В. Здановская, учитель математики и информатики ГУО «Гимназия №1 имени К.Калиновского г.Свислочь», кв. категория учитель-методист.

На сегодняшний день одним из самых перспективных направлений в сфере IT-разработок является дополненная реальность (augmentedreality, AR). Эта технология представляет собой новый способ получения информации. Дополненная реальность способна сделать восприятие информации человеком значительно проще и нагляднее. Дополненная реальность — это среда, в реальном времени дополняющая физический мир, каким мы его видим, цифровыми данными с помощью каких-либо устройств — планшетов, смартфонов или других, и программной части.

Гипотеза: Модель земного шара, выполненная в технологии дополненной реальности способна сделать изучение стран мира учащимися гораздо проще и нагляднее, что позволит получать необходимую информацию в увлекательной, игровой форме.

Актуальность проекта обусловлена необходимостью более наглядного иллюстрирования учебных материалов, а также возрастающей ролью технологии дополненной реальности среди приложений для мобильных устройств.

Цель исследования: создание приложения для мобильного устройства с использованием технологий интерактивной дополненной реальности (AR), с помощью которого учащиеся в игровой форме смогут изучать страны на модели земного шара.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи**:

- Проанализировать литературу и интернет-источники по теме создания обучающих AR-приложений в среде Unity.
- Изучить технологию дополненной реальности.
- Освоить редактирование файлов SVG (двумерное векторное изображение, которое может быть статичным, анимированным или интерактивным, дополненное текстом, элементами растровой графики или визуальными эффектами).
- Разработать мобильное приложение с использованием технологий интерактивной дополненной реальности, заключающее в себе наглядное представление стран мира с информацией о столицах и численности населения, способствующее пониманию и более качественному освоению учебного материала.

Объект исследования: мобильное приложение для демонстрации модели земного шара с использованием технологии AR. **Предмет исследования:** методы и алгоритмы применения AR-технологии для создания образовательного приложения к учебнику география.

Практическая значимость в созданном образовательном мобильном приложении, способствующем развитию пространственного мышления и помогающего изучению географии мира с использованием технологии дополненной реальности. Благодаря виртуальности экономится место, требуемое для реального наглядного материала. При этом

приложение доступно в любое время и в любом месте и не требует наличия интернет подключения.

Для создания приложения дополненной реальности с 3D-элементами использовался инструмент для разработки двух- и трехмерных приложений Unity 2018.3.9f1, Vuforia - платформа дополненной реальности и инструментарий разработчика программного обеспечения дополненной реальности для мобильных устройств, Inkscape - бесплатный редактор векторной графики с открытым исходным кодом, Voxy SVG - онлайн-инструмент для редактирования файлов SVG, а также сайт с бесплатными векторными картами мира.

На сайте Vuforia необходимо выполнить две процедуры: получить лицензионный код на проект и сгенерировать метки (Target). В качестве метки будут использоваться плоские, хорошо распознаваемые изображения в формате .jpg или .png. В результате формируется образ Базы Данных для работы в среде Unity 3D в специальном формате - .unitypackage, который выгружается из облака Vuforia.

Создаем проект в Unity 3D, в окне Inspector'a в настройках плейера в разделе XR Settings включаем режим Vuforia Augmented Reality и добавляем ARкамеру.

На следующем этапе работы начинаем процесс конфигурирования Vuforia для работы с Unity 3D, устанавливаем лицензионный ключ, сгенерированный в Vuforia.

Загружаем подготовленную Базу таргетов. Прописываем код для распознавания стран мира.

Для создания модели земного шара мы воспользовались сайтом с бесплатными векторными картами мира, Inkscape - бесплатным редактором векторной графики с открытым исходным кодом, Voxy SVG - онлайн-инструментом для редактирования файлов SVG.

Для создания AR приложения для Android-устройства на основе разработанной сцены в Unity 3D, переходим в режим Build, выбираем созданную сцену, целевую ОС (наше приложение собрано под Android), и настраиваем работу оборудования в этой ОС. Заполняем раздел Иконок, прописываем название приложения, версию и другие настройки. Убеждаемся, что установлены необходимые пакеты SDK и JDK и создаем apk файл, который можно установить на телефон, загрузить на Плей Маркет.

Заключение. Разработано приложение для мобильного устройства под Android с использованием технологии интерактивной дополненной реальности, которое позволяет с помощью смартфона изучать страны мира на модели земного шара. На данный момент аналогов данного приложения не существует. В Play Маркет имеется ряд приложений по изучению географии, но мы не нашли ни одного с использованием технологии дополненной реальности. Следует отметить, что разработанное нами приложение GeoAR использует в качестве таргета изображение обложки учебника «География 10», используемого в школах и рекомендованного Министерством образования РБ. Именно в этом классе начинается знакомство учащихся с глобусом и странами мира. Приложение является бесплатным, в нем отсутствует платный контент, что повышает доступность приложения для образовательных учреждений и отдельных пользователей. Также в приложении не содержится реклама, благодаря чему отсутствуют факторы, отвлекающие от учебного процесса.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://wp.wiki-wiki.ru/wp/index.php/Vuforia>. – Дата доступа: 12.04.2021.
2. Делаем приложение с дополненной реальностью как PokemonGo [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.fandroid.info/delaemprilozhenie-s-dopolnnoy-realnostyu-kak-pokemongo/>. – Дата доступа: 16.04.2021.
3. Портал разработчиков AR-приложений посредством Vuforia [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://developer.vuforia.com>. – Дата доступа: 21.04.2021.
4. Разработка приложения дополненной реальности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dngn.pstu.ru/conf2017/papers/125/>. – Дата доступа: 18.05.2021.
5. Руководство пользователя Unity [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.unity3d.com/2018.3/Documentation/Manual/index.html>. – Дата доступа: 16.04.2021.

6. Справочник по скриптам Unity [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.unity3d.com/2018.3/Documentation/ScriptReference/>. – Дата доступа: 11.09.2021.

7. Форум по Unity [Электронный ресурс].– Режим доступа: <https://answers.unity.com/index.html>. – Дата доступа: 15.09.2021.

**XII Республиканская научно-практическая конференция-конкурс
научно-исследовательских работ учащихся средних,
средних специальных учебных заведений и студентов вузов
«От Альфа к Омеге...» (с международным участием)
Секция 3. Компьютерные науки и программирование
ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ ШКОЛЬНИКОВ**

**ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ВЕБ-КВЕСТ
«В ПОИСКАХ КЛАССНОГО ЖУРНАЛА»**

М. С. Даранчук

*ГУО «Средняя школа № 18 г. Гродно», 4 «Б» класс,
Гродно, Беларусь*

Научные руководители – А. К. Дембицкая, учитель начальных классов ГУО «Средняя школа № 18 г. Гродно», высшая кв. категория учителя начальных классов; Ж. П. Логвинова, учитель начальных классов ГУО «Средняя школа № 18 г. Гродно», высшая кв. категория учителя начальных классов.

Шифрование - это замена сообщения в вид, нечитаемый для всех, кроме того человека или устройства, у которого имеется ключ для «расшифровки» этого сообщения обратно в читаемый вид. На протяжении тысячелетий люди использовали шифрование для обмена сообщениями, которые (как они надеялись) невозможно прочитать постороннему. В настоящее время у нас есть компьютеры, способные осуществлять шифрование информации за нас. Технология цифрового шифрования ушла далеко за рамки тайной переписки.

Актуальность рассматриваемой темы постоянно растёт. Шифрование является лучшей имеющейся в наличии технологией для защиты данных от злоумышленников, правительств, поставщиков услуг и т.д. Алгоритмы шифрования в том или ином виде ежедневно используется нами при посещении сайтов, во время совершения покупок банковской картой, при общении в мессенджерах и по электронной почте.

Цель данной работы заключается в создании веб-квеста «В поисках классного журнала», позволяющего познакомиться с разными методами шифрования.

Для достижения данной цели необходимо решить следующие **задачи**:

- 1) познакомиться с простейшими способами шифрования;
- 2) придумать интерактивную историю и подготовить маршрутный лист;
- 3) разработать задания с помощью сервиса LearningApps;
- 4) создать сайт веб-квеста с помощью конструктора сайтов Google Sites;
- 5) подготовить и разместить на сайте итоговую форму;
- 6) разработать диплом и разместить образец на сайте;
- 7) протестировать веб-квест среди одноклассников.

«Образовательный веб-квест – (webquest) – проблемное задание с элементами ролевой игры, для выполнения которого используются информационные ресурсы Интернета. Веб-квест – это сайт в Интернете, с которым работают учащиеся, выполняя ту или иную учебную задачу. Разрабатываются такие веб-квесты для максимальной интеграции Интернета в различные учебные предметы на разных уровнях обучения в учебном процессе.» [1]

Как правило, образовательный веб-квест имеет следующую **структуру** [2]:

- Вступление (раскрывается интерактивная история с описанием задания, описываются атрибуты квеста: приглашение, маршрутный лист и т.д).
- Этапы квеста (содержат теоретические сведения и практические задания).
- Итоговая форма веб-квеста (она же является и формой регистрации).
- Проверка работ экспертной группой (автором квеста).

- Рассылка дипломов участникам и финалистам веб-квеста.

При разработке нашего образовательного квеста мы придерживались вышеперечисленной структуры.

Заключение. В результате работы над проектом был создан образовательный веб-квест «В поисках классного журнала», который в игровой и интерактивной форме знакомит учащихся с простыми методами шифрования и предлагает следующие задания:

- Пляшущие человечки;
- Тарабарская грамота;
- Решётка;
- Шифр Цезаря;
- Продолжи ряд;
- Следуй указаниям.

Для реализации проекта были использованы сервисы Google: Google Sites и Google Forms, а также конструктор интерактивных заданий LearningApps.

Веб-квест размещен в сети Интернет по адресу <https://sites.google.com/view/steal18>.

Квест был предложен одноклассникам. В результате были найдены и исправлены незначительные погрешности, а также установлены задания вызывающие наибольшую сложность. Всем участникам были разосланы дипломы сыщика.

Созданный веб-квест способствует привлечению интереса учащихся к вопросам шифрования и показывает, что обучение может быть интересным и занимательным.

В дальнейшем планируется доработать веб-квест, сделав его более универсальным, а не строго ориентированным на одноклассников.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Быховский, Я. С. Образовательные веб-квесты // Материалы международной конференции «Информационные технологии в образовании. ИТО-99».
2. Битюкова, Г.А. Технология создания образовательного веб-квеста [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://testmf.grsu.by/images/categories/science/byproject/2020/s-bitjukova.pdf> – Дата доступа: 26.04.2021.

**ХII Республиканская научно-практическая конференция-конкурс
научно-исследовательских работ учащихся средних,
средних специальных учебных заведений и студентов вузов
«От Альфа к Омеге...» (с международным участием)
Секция 3. Компьютерные науки и программирование
ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ ШКОЛЬНИКОВ**

**ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ЯЗЫКА ПРОГРАММИРОВАНИЯ JAVASCRIPT ДЛЯ
СОЗДАНИЯ ВЕБ-СТРАНИЦ НА КЛИЕНТСКОМ КОМПЬЮТЕРЕ**

А. Д. Иванов, Б. В. Сорокин
*ГУО «Средняя школа № 20 г. Орши», 10 «А» класс,
Орша, Беларусь*

Научный руководитель – М. В. Пурышкин, учитель информатики ГУО «Средняя школа № 20 г. Орши», высшая кв. категория учителя информатики.

Изучая язык программирования Javascript, мы задались целью написать скрипт, который мог бы создавать веб-страницы на стороне клиента. На основе этого скрипта мы хотели создать генератор веб-страниц, содержащих интерактивные викторины и тесты.

Однако когда мы попытались узнать, каким образом Javascript работает с файловой системой на клиентском компьютере, мы нашли информацию о том, что программа написанная на Javascript не может читать или создавать файлы на компьютере пользователя [1].

Решение этой проблемы имеет для нас важное значение, так как это позволило бы создавать приложения, которые могут генерировать веб-страницы прямо на клиентском компьютере. При, чем эта программа может быть размещена как на сервере в сети Интернет, так и на компьютере пользователя или съемном носителе.

Для того чтобы понять существует ли в Javascript возможность создавать веб-страницы на клиентском компьютере, мы решили провести исследование.

Цель исследования – изучение возможностей языка Javascript для создания на клиентском компьютере веб-приложения для генерирования викторин и тестов.

Материал исследования – литература и интернет-источники по теме исследования.

В работе использовались теоретические и практические методы исследования: анализ данных, полученных из литературы и интернет-источников, создание программ на основе полученных сведений.

Проводя исследование, мы убедились в том, что работать с объектами файловой системы на компьютере пользователя при помощи Javascript невозможно. Однако мы нашли способ, не создавая веб-страницу в файловой системе компьютера, создавать код страницы прямо в оперативной памяти компьютера и затем, при помощи браузера сохранять готовую веб-страницу в папку с загрузками.

Этот способ основан на преобразовании содержимого файла в код base64 и последующей загрузке этого кода в файл, имя которого указано как значение атрибута download.

Атрибут download может быть использован на ссылках, ведущих на любые двоичные данные, что может быть полезно, когда необходимо дать возможность пользователю сохранить динамический контент, который он создал в нашем приложении [2].

Таким образом, для того чтобы скачивание созданного пользователем в нашем приложении контента стало возможным, этот контент должен представлять собой не текст (HTML, CSS или Javascript-код), а двоичные данные.

Изучив интернет-источники, мы пришли к выводу, что для преобразования нашего кода в двоичные данные целесообразно использовать кодировку base-64. Base64 – способ

кодирования произвольных двоичных данных в ASCII текст. Для того, чтобы преобразовать текстовые данные в код base-64 в языке программирования Javascript существует метод **btoa()**, у которого всего один обязательный параметр – строка, которую нужно закодировать [3].

Таким образом, в простейшем случае код, позволяющий создавать веб-страницу и «скачивать» её в папку с загрузками, может выглядеть следующим образом:

```
<a download="Имя файла" id="test" href="#">test</a>
<script type="application/javascript">
  let type = 'data:application/octet-stream; base64, ';
  let text = 'Текст файла';
  let base = btoa(text);
  let res = type + base;
  document.getElementById('test').href = res;
</script>
```

Если добавить в качестве текста файла html-код, содержащий вопросы с вариантами ответов, украсить страницу при помощи CSS и добавить скрипт для проверки правильности ответов, то таким образом можно создать интерактивный тест или викторину.

Заключение. Проводя исследование, мы выяснили, что программа, написанная на языке Javascript, не может напрямую управлять объектами файловой системы на клиентском компьютере.

Но нам все же удалось найти способ генерировать веб-страницы в оперативной памяти на клиентском компьютере и предоставлять пользователю возможность их сохранения в папку с загрузками при помощи браузера.

Цель и задачи исследования достигнуты.

Используя приобретенные в ходе исследования знания, мы создали и разместили на школьном сайте генератор интерактивных викторин и тестов. Программа также доступна по ссылке <https://cloud.mail.ru/public/RAwb/5mJwDoPRE>

Программа генерирует на выбор пользователя тесты или викторины.

Викторина для одного участника представляет собой аналог телевизионной викторины «Кто хочет стать миллионером?» Если же нужна викторина, в которой может участвовать сразу несколько игроков, программа позволяет создать аналог телевизионной викторины «Своя игра». Примеры готовых викторин доступны по ссылке <https://cloud.mail.ru/public/TBzX/G3W4EoJxW>

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. PuzzleWeb.ru JavaScript: Возможности и ограничения [Электронный ресурс]. Режим доступа : https://puzzleweb.ru/javascript/00_teacher.php. – Дата доступа : 25.04.2021.
2. Новые атрибуты HTML5 для ссылок [Электронный ресурс]. Режим доступа : <https://ruseller.com/lessons.php?rub=1&id=2020>. – Дата доступа : 25.04.2021.
3. JavaScript - Методы btoa() и atob() [Электронный ресурс]. Режим доступа : <https://itchief.ru/lessons/javascript/javascript-methods-btoa-and-atob>. – Дата доступа : 25.04.2021.

**ХII Республиканская научно-практическая конференция-конкурс
научно-исследовательских работ учащихся средних,
средних специальных учебных заведений и студентов вузов
«От Альфа к Омеге...» (с международным участием)
Секция 3. Компьютерные науки и программирование
ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ ШКОЛЬНИКОВ**

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ HTML «JAVASCRIPT» ДЛЯ СОЗДАНИЯ ШКОЛЬНОГО САЙТА

К. А. Котова

*ГУО «Гимназия № 10 имени Митрополита Филарета (Вахромеева) г. Гродно», 11 «А» класс
Гродно, Беларусь*

Научный руководитель – Барановский Дмитрий Николаевич, заместитель директора ГУО «Гимназия № 10 имени Митрополита Филарета (Вахромеева) г. Гродно», учитель истории высшей квалификационной категории

Учитывая, что мы живем в XXI веке, на помощь в организации школьного питания, школьной бизнес-компании могут прийти IT-технологии, в частности, варианты блюд могут быть представлены на сайте, а выбор блюд будет осуществляться с помощью Google-формы и других приложений. Впоследствии заявки могут быть легко проанализированы и представлены в виде сводной таблицы с помощью Excel.

Таким образом, можно сформировать конкретную цель проекта:

- создание web-сайта для школьного проекта.

Для реализации цели необходимо установить ряд задач:

- изучить многофункциональную платформу webstorm, которая находится в общем доступе для всех пользователей;

- изучить языки html и javascript;

- обозначить дальнейшие перспективы развития.

В дальнейшем разработка продолжится.

В перспективе планируется добавить возможность пользователям оставлять комментарии на сайте для обратной связи.

Внешняя структура сайта – это те его элементы, которые видит пользователь.

Стартовая страница содержит логотип и название сайта, телефон для обратной связи, главное меню, кнопки для бронирования столика и быстрого доступа к меню ресторана.

Данная страница сайта играет очень важную роль, т.к. именно на неё в первую очередь обращает внимание человек.

Благодаря главному меню сайта можно получить доступ к:

- 1) меню блюд и напитков;
- 2) краткой информации о заведении;
- 3) отзывам посетителей;
- 4) информации о местоположении и данных для обратной связи.

Меню блюд и напитков разделено на 4 секции:

- 1) пицца;
- 2) напитки;
- 3) основные блюда;
- 4) другое.

Заключение. Поставленные цели исследовательского проекта были достигнуты, задачи - частично выполнены, языки изучены на начальном уровне. Данная работа показывает нам, что изучение языков программирования доступна школьникам, за рамками школьной программы.

Создавая сайт, его структуру и дизайн, мы поняли его особенности, специфику доступных средств программирования. В дальнейшем мы планируем продолжить данное развитие сайта для гимназической столовой, возможного бизнеса или школьной бизнес-компании.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. WebStorm [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.jetbrains.com/ru-ru/webstorm/>. – Дата доступа: 13.08.2021.
2. Введение в браузерные события [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://learn.javascript.ru/task/carousel>. – Дата доступа: 23.01.2021.
3. Учебник HTML и CSS от Трепачёва Дмитрия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://old.code.mu/books/css>. – Дата доступа: 23.07.2021.

**XII Республиканская научно-практическая конференция-конкурс
научно-исследовательских работ учащихся средних,
средних специальных учебных заведений и студентов вузов
«От Альфа к Омеге...» (с международным участием)
Секция 3. Компьютерные науки и программирование
ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ ШКОЛЬНИКОВ**

**ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ПОГОДНЫХ ДАННЫХ С ПОМОЩЬЮ ЯЗЫКА
ПРОГРАММИРОВАНИЯ PYTHON**

Н. Д. Кучук

*ГУО «Узденская средняя школа №2 имени К.К.Крапивы», 10«А» класс,
Узда, Беларусь*

Научный руководитель – А. И. Дугинов, учитель информатики ГУО «Узденская средняя школа № 2 имени К.К.Крапивы», вторая кв. категория учителя информатики.

В работе исследуются погодные онлайн-сервисы и разрабатываются рекомендации по выбору одежды, соответствующие данным погодным условиям.

Объектами исследования являются: популярным погодные онлайн-сервисы и рекомендуемая одежда сайтов МЧС. Выбран для работы онлайн-сервис OpenWetherMap.

Цель работы – создать программное обеспечение, позволяющее получить информацию о погоде в данный момент в любой точке мира с рекомендациями по одежде.

Задачи:

- 1) проанализировать существующие погодные онлайн-сервисы;
- 2) разработать дизайн и удобный интерфейс;
- 3) подобрать сервис для использования в программном обеспечении;
- 4) подобрать базовые наборы одежды, соответствующие погодным условиям.

Гипотеза: можно создать программное обеспечение, отображающее погодную информацию по интересующему городу в данный момент, и предоставляющее информацию по базовой одежде, рекомендуемой в данных погодных условиях.

В ходе работы впервые были получены следующие результаты: разработан программный продукт, который позволяет предоставить информацию о температуре воздуха, о скорости ветра, о влажности и давлении в данный момент в любой точке мира с информацией о базовом наборе одежды с учётом температурных особенностей погодных условий. Данным продуктом может воспользоваться любой пользователь, имеющий компьютер с доступом в Интернет и соответствующий требуемым характеристикам. Также он подойдёт и для туристов. Программное обеспечение имеет прямоугольную форму. Окно имеет заголовок – Weather Brick. Программа состоит из главного окна, на котором можно задать интересующий город и нажав на кнопку Start, перейти на следующее окно (информационное окно) и узнать всю интересующую информацию, а именно: текущее время в данном городе; облачность; температура воздуха; скорость ветра; влажность; давление; температура воздуха на следующие 12 часов. Также на информационном окне присутствует раздел «Рекомендуемая одежда».

Инструменты для создания программного продукта: язык программирования – Python; Интегрированная среда разработки – pyCharm.

Использованы пакеты, модули и библиотеки: Tkinter, pygame, pyowm, Requests. Также использована программа Adobe Photoshop для разработки дизайна изображений.

Краткие выводы: Создано готовое программное обеспечение, которое работает на операционной системе Windows 7/10; разрядность 32/64-bit. Поставленной цели мы достигли. Выдвинутая гипотеза получила подтверждение.

Заключение. Полученный программный продукт «Weather Brick» имеет интуитивно понятный интерфейс; позволяет получить информацию о погодных условиях в любой точке мира в текущий момент; представляет информацию о рекомендуемой одежде в конкретных погодных условиях.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Sparpaglione, C. Pyowm documentation / C. Sparpaglione. – Milan, 2019. – 40 p.
2. Мэтиз, Э. Изучаем Python: программирование игр, визуализация данных, веб-приложения / Э. Мэтиз. – Санкт-Петербург: Питер, 2017. – 496 с.
3. Бейдер, Д. Чистый Python. Тонкости программирования для профи / Д. Бейдер. – Санкт-Петербург: Питер, 2020. – 290 с.
4. OpenWeatherMap [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://openweathermap.org/>. – Дата доступа: 10.05.2022.

**XII Республиканская научно-практическая конференция-конкурс
научно-исследовательских работ учащихся средних,
средних специальных учебных заведений и студентов вузов
«От Альфа к Омеге...» (с международным участием)
Секция 3. Компьютерные науки и программирование
ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ ШКОЛЬНИКОВ**

РАСПРАЦОЎКА МАБІЛЬНАГА ДАДАТКУ “ВЫВУЧАЙ ФАНЕТЫКУ.ВУ”

П. А. Лешкевич, К. В. Приход

*ГУО «Высоковская средняя школа» Каменецкого района, 9 «В» класс; 11 «Б» класс
Высокое, Беларусь*

Научные руководители – А. Н. Лешкевич, учитель математики ГУО «Высоковская средняя школа» Каменецкого района, высшая кв. категория учителя информатики; Е. В. Лешкевич, учитель белорусского языка и литературы ГУО «Высоковская средняя школа» Каменецкого района, высшая кв. категория учителя белорусского языка и литературы.

У рабоце апісаны працэс стварэння мабільнага дадатку па беларускай мове. Аналіз Інтэрнэт прасторы паказаў, што навучальных праграм, мабільных прыкладанняў для вывучэння беларускай мовы нямнога. Распрацаваны мабільны дадатак накіраваны на вывучэнне раздзела “Фанетыка” і фарміраванне навыкаў па гэтым раздзеле.

Мэта даследавання - распрацоўка мабільнага дадатку “Вывучай фанетыку.ВУ” для адпрацоўкі навыкаў фанетычнага разбору слоў, запісу слоў у фанетычнай транскрыпцыі, вызначэння месца націску ў слове.

Задачы даследавання:

- запраграмаваць блокі мабільнага дадатку ў асяроддзі Kodular; рэалізаваць структуру ў выглядзе экрану мабільнай праграмы;
- распрацаваць структурныя элементы базы дадзеных мабільнага дадатку, захаваць змест даведнікаў у выглядзе web-старонак у FirebaseDB Storage;
- пратэсціраваць карэктнасць і правільнасць работы мабільнай праграмы.

Актуальнасць даследавання бачыцца ў тым, сучасны чалавек жыве ў свеце мабільных прылад, мабільных праграм і дадаткаў, якія дапамагаюць хутка атрымаць інфармацыю, паспяхова яе зразумець, набыць карысныя навыкі. Асаблівую каштоўнасць маюць навучальныя мабільныя карыстальніцкія праграмы.

Аб’ект даследавання: магчымасці асяроддзя распрацоўкі Kodular для стварэння мабільнага дадатку па беларускай мове.

Прадмет даследавання: перадача зместу распрацаванага дадатку сродкамі праграмы Kodular.

“Вывучай фанетыку.ВУ” – гэта мабільны дадатак, які дазваляе карыстальнікам сфарміраваць навык фанетычнага разбору слоў, запісу слоў у фанетычнай транскрыпцыі (карыстальнік мае магчымасць выбраць слова з базы дадзеных і запісаць яго фанетычную транскрыцыю або па транскрыпцыі запісаць слова і правесці правільнасць зробленага задання). З дапамогай прыкладання можна практыкавацца ў правільнасці пастаноўкі націску ў шэрагу беларускіх слоў, занесеных у базу дадзеных. Вынікі выкананых заданняў захоўваюцца ў памяці мабільнай прылады, яны могуць быць адкарэктраваны карыстальнікам і дасланы на электронны адрас настаўніка.

Мабільны дадатак мае дзве версіі: адміністратарскую і карыстальніцкую. Адміністратар адказны за фарміраванне базы дадзеных і правільнасць падачы моўнага матэрыялу. Карыстальніцкая версія размешчана на сайце школы і даступна для спампоўкі.

“Вывучай фанетыку.ВУ” працуе ў рэжыме доступу да сеціва Інтэрнэт, бо базы дадзеных змешчаны ў Firebase.

Выкарыстанне мабільнага дадатку садзейнічае павышэнню цікавасці да вывучэння беларускай мовы, падрыхтоўкі да заняткаў, алімпіяд, цэнтралізаванага тэсціравання.

Створаны мабільны дадатак “Вывучай фанетыку.ВУ” – гэта гатовы праграмны прадукт для працы карыстальнікаў, які дапамагае навучыцца выконваць фанетычны разбор слова, запіс слова ў фанетычнай транскрыпцыі, вызначаць месца націску ў слове.

Заклучэнне.

- Запраграмаваная модулі мабільнага дадатку “Вывучай фанетыку.ВУ” даюць магчымасць карыстальніку ахапіць усе тэмы раздзела “Фанетыка”, практыкавацца ў выкананні простых і складаных заданняў;

- распрацаваныя структурныя элементы зместу мабільнага дадатку, захаваныя ў базе дадзеных, можна выкарыстаць для стварэння іншых мабільных праграм;

- тэсціраванне праграмы распрацоўшчыкамі, вучнямі і настаўнікамі школы дапамагло зрабіць яе больш зручнай для карыстальнікаў і аптымізаваць змест.

Набыццё з дапамогай мабільнага дадатку “Вывучай фанетыку.ВУ” глыбокіх ведаў і фарміраванне трывалах навыкаў – умова паспяховага выканання алімпіядных заданняў і заданняў цэнтралізаванага тэсціравання, а распрацоўка праграмнага забеспячэння – карысны вопыт у стварэнні мабільных дадаткаў, практыка ў набыцці навыкаў алгарытмізацыі ў асяроддзі візуальнага праграмавання Kodular.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Беларускі арфаграфічны слоўнік / Нац. акад. навук Беларусі, Ін-т мовы і літ. імя Я. Коласа, Я. Купалы; уклад. Л. П. Кунцэвіч, І. У. Кандраценя ; пад рэд. А. А. Лукашанца. – 3-е выд., выпр., нов. арфаграф. напіс. – Мінск: Беларус. навука, 2012. – 695 с.
2. Бірыла, М. В. Слоўнік націску ў беларускай мове : для ст. шк. Узросту / М.В. Бірыла – Мінск : “Народная асвета”, 1992. – 143 с.
3. Зубко, А. С. Беларуская мова і літаратура. Алімпіяды : 5-6 класы / А. С. Зубко. – 2-е выд. – Мінск: Аверсэв, 2017. – 287 с.
4. Как настроить базу данных для android [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://medium.com/> - Дата доступа: 12.09.2021.
5. Клундук, С. С. Беларуская мова : усе складаныя тэмы / С. С. Клундук, Н. Р. Якубук. – 2-е выд. – Мінск : Аверсэв, 2016. – 128 с.
6. Куліковіч, У. І. Фанетыка. Арфаэпія. Графіка : для цікаўных / У. І. Куліковіч. - Мінск : Беларус. асац. “Конкурс”, 2007. – 128 с.
7. Лемантар [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.filexl.com/android/лемантар/>. - Дата доступа: 28.09.2021.
8. Румянцава, С. Л. Беларуская мова і літаратура. Алімпіяды : 7-8 класы / С. Л. Румянцава, Л. К. Яраховіч. – Мінск : Аверсэв, 2021. – 157 с.
9. Сіўковіч, В.М. Беларуская мова : ЦТ за 60 урокаў / В. М. Сіўковіч. – 5-е выд., перагледж. – Мінск : Аверсэв, 2021. – 237с.
10. Создание баз данных Firebase, Database [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.bmstu.wiki/>. – Дата доступа: 03.09.2021.
11. Цэнтралізаванае тэсціраванне. Беларуская мова : поўны зборнік тэстаў / Рэсп. ін-т кантролю ведаў М-ва адукацыі Рэсп. Беларусь. – Мінск : Аверсэв, 2011. – 256 с.
12. Kodular [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.kodular.io/>. – Дата доступа: 10.09.2021.

**XII Республиканская научно-практическая конференция-конкурс
научно-исследовательских работ учащихся средних,
средних специальных учебных заведений и студентов вузов
«От Альфа к Омеге...» (с международным участием)
Секция 3. Компьютерные науки и программирование
ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ ШКОЛЬНИКОВ**

РАЗРАБОТКА ИГРОВОГО ПРИЛОЖЕНИЯ В UNITY 3D

И. А. Монич

*ГУО «Средняя школа № 41 г. Гродно», 8 «В» класс
Гродно, Беларусь*

Научный руководитель – Голубев Антон Александрович, преподаватель ITeen Academy Гродно.

Объект исследования: среда разработки Unity и ее возможности применения для разработки игрового приложения.

Цель работы: спроектировать и программно реализовать игровое приложение средствами Unity, разместить его на github.

Полученные результаты: разработано игровое приложение в жанре «horror» с элементами «maze game».

Область применения: игровая деятельность по средствам развития логики и внимательности.

Эффективность или практическая значимость работы: положительное влияние на развитие внимания и воображения.

Возможности развития проекта: в дальнейшем планируется в приложении разработать еще больше графических ресурсов и настроить баланс в игре, в перспективе экспортировать проект для использования на «Android», с целью массового охвата пользователей.

1. Описание среды разработки Unity

Unity – это среда для разработки компьютерных игр, в которой объединены различные программные средства, используемые при создании программного обеспечения. При этом, благодаря удобству использования, Unity делает создание игр максимально простым и комфортным, а мультиплатформенность движка позволяет игроделам охватить как можно большее количество игровых платформ и операционных систем.

2. Создание проекта.

В приложении Unity все существует в контексте сцены - это один файл, содержащий все виды метаданных о ресурсах, используемых в проекте, для текущей сцены и ее свойств.

Для проекта находим подходящий asset «John Lemon: Tutorial Resources» в Unity Asset Store.

Проектирование будущего игрового приложения начинаем делать в Paint. Для этого нужно нарисовать, где будет находиться стартовая комната и где будет ее конец. Если это дом, то нужно нарисовать стены, комнаты и в комнатах обозначить, где размещены предметы и фонари, и где находятся призраки. Если это улица значит также нужно обозначить стартовое место и его конец, а также положение тех же предметов, как и в доме.

В данном игровом приложении планируется реализовать 1 уровень. Если планируется два уровня игры, то возникает необходимость сделать меню для переключения на другие уровни.

3. Создание скриптов на C#

Для того чтобы каждый объект работал требуется разрабатывать отдельные скрипты. В разработанном игровом приложении присутствует несколько моделей и использованы наиболее важные части Unity API. Я создал несколько скриптов: для перемещения персонажа, для освещения фонариков и движения NPS.

4. Описание разработанного приложения

В результате разработано игровое приложение под название John Lemon, мини - бродилка, где нужно прятаться и выбираться из домов, наполненных призраками.

Заключение. В результате выполнения проекта получилась игра в жанре horror. В ходе ее разработки были использованы инструменты Unity для размещения объектов на сцене, разработаны скрипты для движения персонажей и других подвижных объектов, настроены объекты со скриптами для выполнения требуемых действий.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Словарь терминов интернет-рекламы и SEO [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.russianpromo.ru/wiki/script/>. – Дата доступа: 06.04.2022.
2. Движок Unity – особенности, преимущества и недостатки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cubiq.ru/dvizhok-unity/>. – Дата доступа: 06.04.2022.
3. Что такое программное обеспечение и какие виды ПО бывают [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ktonanovenkogo.ru/voprosy-i-otvety/programmnoe-obespechenie-po-cto-eto-takoe.html>. – Дата доступа: 06.04.2022.
4. Ссылка на код разработанного приложения [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://github.com/MonichVania/JohnLemon>. – Дата доступа 16.04.2022.

**XII Республиканская научно-практическая конференция-конкурс
научно-исследовательских работ учащихся средних,
средних специальных учебных заведений и студентов вузов
«От Альфа к Омеге...» (с международным участием)
Секция 3. Компьютерные науки и программирование
ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ ШКОЛЬНИКОВ**

**АВТОРСКАЯ РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНОЙ ИГРЫ
«STRANGER MORE: CHAPTER ONE»**

Э. Э. Мурадов

*ГУО «Гимназия имени Я.Купалы», 9 «Б» класс,
Мозырь, Беларусь*

Научный руководитель – Г. С. Алексанина, учитель информатики ГУО «Гимназия имени Я.Купалы», первая кв. категория учителя информатики.

Цель:

Создать авторскую компьютерную игру.

Задачи:

- Написать сценарий игры.
- Разработать логику игры и механику в игровом движке Unity.
- Сделать 3D модели оружия и иных объектов.
- Написать основной игровой код.
- Написать основной сервер на базе PUN для обработки данных пользователя.
- Написать второй сервер для голосового чата на базе Agora SDK.
- Создать новостной сайт для игры и написать программу-установщик.
- Выложить игру в Интернет.
- Создать вторую часть игры.
- Создать криптовалюту на базе ethereum.
- Создать NFT систему торговли скинов.
- Написать сервер обработки запросов Apache на PHP и БД игры

Гипотеза: среда разработки компьютерных игр Unity располагает всеми средствами для создания проектов любого уровня.

Одиночный режим игры. Описание геймплея. Я поставил себе цель сделать свой первый авторский проект-игру, получившую итоговое название “Stranger More”. Эта игра в жанре РПГ/Online-Шутер от первого лица. Первым делом приступил к созданию одиночного режима игры. Режим включает в себя сюжетную кампанию на несколько часов игры. По мере игры главный герой выполняет различные квесты. После того, как игрок выполнит все, его ждёт совершенно неожиданный финал.

Ссылка на одиночный режим игры: <https://eldar-lebvsha.it.ch.io/stranger-more-demo>

Реализация одиночного режима игры. Сделал полноценную модель героя и противников. Трёхмерные модели и анимацию делал в Blender. Написал код движения персонажа, настроил звуки игрока и принялся делать оружие. Сделал абстрактный класс оружия, наследуемый от интерфейса использования игровых предметов. В самом конце возникла проблема читаемости и сокрытия данных от пользователя. Для решения которой, был написан протокол системы безопасности Save Player Preferences, а также удалённую админ-

панель на сервере. Протокол реализовал путём хэширования значений полей, их имён и удаления их из стека оперативной памяти, что также улучшило производительность.

Большая часть кода была написана для оптимизации игры, шейдеров, а также сервера обработки данных игрока. После завершения работы над этим режимом, мною была сделана программа-установщик на языке программирования `Assembler`, при помощи ПО `Inno Setup Compiler`, такая же программа была сделана и для многопользовательского режима.

Многопользовательский режим игры. В моём случае многопользовательский режим представляет собой 20 минутный матч в баттлроял жанре. Это значит – до 100 игроков, каждый сражается сам за себя. `Photon Unity Networking (PUN)` – это пакет плагинов для многопользовательской игры `Unity`. Он обеспечивает параметры аутентификации, сопоставления, а также быстрое и надежное общение в игре. На базе `PUN` я загрузил серверный код в облако, и подключил к `MS SQL Server 2019`, при помощи `Entity Framework`, для хранения данных пользователя.

Ссылка на многопользовательский режим игры: <https://eldar-lebvsha.itch.io/stranger-more>

Для общения игроков, выбрал создание нового сервера для голосового чата на базе `Agora SDK`. `Agora SDK` - это приложение, которое включает в себя программные модули, требуемые для разработчиков для встраивания в софты. Сервер голосового чата синхронизировал с основным игровым сервером `Photon Cloud`.

Сайт для игры. После окончания работы над игрой, сделал персональный сайт игры, который так же использую как собственный новостной портал игры. В `HTML`-разметке страницы, я сделал макет сайта, при помощи фреймворка `bootstrap`, написал стиль сайта на `CSS` и настроил карусель изображений вместе с тёмной темой на `JavaScript`. Затем выложил сайт на хостинг. В качестве хостинга выбрал “`neocities.org`”.

Ссылка на сайт игры: <https://stranger-more.neocities.org/>

Ссылка на трейлер игры: <https://www.youtube.com/watch?v=RvRKAN2nE8g>

Вторая часть игры. После выхода первой части приступил к работе над второй, работа над которой продолжается, и по сей день. Учитывая предыдущие ошибки, сразу нацелился на `AAA`. Так же решил, что игре необходима монетизация, которую я интегрировал по средствам добавления в игру системы создания скинов и костюмов, которые игроки могут продавать за реальную криптовалюту на моей бирже. Для реализации криптовалюты, написал систему конвертации `Ethereum` в мою валюту, под названием `SBCoin`. Написал сервер на `PHP`, который обрабатывает запросы в БД. В качестве БД я выбрал `MySQL`. Для мультиплеера переписал часть серверной составляющей, чтобы он мог выдерживать большие нагрузки, чем предыдущий. Написал текстовый чат и систему добавления в друзья других игроков.

Для второй части пишу `VR`-шейдеры, которые позволят играть в игру не только на телефоне или компьютере, но и в виртуальной реальности. Написал ПО для нахождения предметов и объектов, которое можно совместить с `Arduino` и сделать устройство для помощи людям с болезнями ЦНС в координации, а также для нахождения предметов и объектов в любой сфере деятельности. Сейчас я веду работу над озвучкой персонажей игры.

Заключение. Мне удалось создать авторскую игру «`Stranger More: chapter one`», а также довести вторую часть до финальной стадии разработки. Цель моего исследования была достигнута. В результате проделанной работы гипотеза подтвердилась, в итоге осуществлённого экспериментального исследования было установлено, что среда разработки компьютерных игр `Unity` располагает всеми средствами для создания проектов любого уровня. В процессе работы было потрачено сотни часов на разработку и создание авторской игры. Считаю, что при должных навыках, времени и предрасположенности можно создавать проекты достаточно высокого уровня, способные приносить доход.

**XII Республиканская научно-практическая конференция-конкурс
научно-исследовательских работ учащихся средних,
средних специальных учебных заведений и студентов вузов
«От Альфа к Омеге...» (с международным участием)
Секция 3. Компьютерные науки и программирование
ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ ШКОЛЬНИКОВ**

**СИСТЕМА РАСПОЗНАВАНИЯ ОБЪЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
МИКРОКОНТРОЛЛЕРА ESP32 НА ОСНОВЕ БИБЛИОТЕКИ OPENCV**

С. П. Орси́к

*ГУО «Лицей №1 г. Гродно», 10 «Ф/т-2» класс,
Гродно, Беларусь*

Научный руководитель – В. А. Сицко, ассистент кафедры информационных систем и технологий Института информационных технологий БГУИР, магистр технических наук; А. О. Андрейчук, преподаватель дисциплин специального цикла учреждения образования БГУИР, филиала "Минский радиотехнический колледж".

В работе исследуется то как эмоции сотрудника влияют на его работоспособность как в работе в команде, так и в одиночном состоянии.

Объектом исследования стали учащиеся ГУО «Лицей №1 г.Гродно».

Цель работы – разработка программного обеспечения для офисных компаний. Данная продукция направлена на распознавание и оценивание эмоционального состояния сотрудника с целью повышения работоспособности. Также ПО позволит облегчить работу психолога(-ов) в компании, так как опросить каждого сотрудника из каждого отдела является довольно проблематично. В свою очередь мой проект позволит предоставлять информацию в процентном соотношении всех эмоций, которые испытывает сотрудник за определенный промежуток времени. Для начала нужно разобраться, что такое эмоции и действительно ли они влияют на работоспособность.

Перед лицеистами был поставлен вопрос: «Влияет ли ваше эмоциональное состояние на вашу продуктивность?». В результате исследования были получены следующие результаты: 73,7 процента учащихся ответили, что их эмоциональное состояние влияет; 23,7 процента ответили, что частично; 2,6 процента ответили, что не влияет.

Краткие выводы по результатам выполнения работы и оценка полноты решений поставленных задач.

В ходе достижения цели были выполнены следующие задачи:

- 1) было разработано программное обеспечение, позволяющее получать изображение с микроконтроллера и скачивать его на персональный компьютер (или сервер);
- 2) разработана нейронная сеть, позволяющая определять лицо и эмоции человека по фотографии или в реальном времени;
- 3) создана база данных позволяющая хранить и отслеживать эмоции сотрудников компании;
- 4) написан графический интерфейс для более удобного взаимодействия с базой данных и нейронной сетью;
- 5) реализована взаимосвязь между микроконтроллером, нейронной сетью, базой данных и графическим интерфейсом.

Заключение. В ходе работы были выполнены все поставленные нами задачи, что позволяет использовать программное обеспечение на практике.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кёниг, Э. Эффективное программирование на C++. Практическое программирование на примерах / Э. Кёниг, Б. Му. – М.: Вильямс, 2016. – 368 с.
2. Бринк, Х. Машинное обучение / Х. Бринкс, Д. Ричардс. – М.: Питер, 2017 г. – 336 с.
3. Линхарт, Р. Эмпирический анализ каскадов обнаружения форсированных классификаторов для быстрого обнаружения объектов / Р. Линхарт, Е. Куранов, В. Писаревски // PRS. – 2003. – Р. 297-304.

**XII Республиканская научно-практическая конференция-конкурс
научно-исследовательских работ учащихся средних,
средних специальных учебных заведений и студентов вузов
«От Альфа к Омеге...» (с международным участием)
Секция 3. Компьютерные науки и программирование
ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ ШКОЛЬНИКОВ**

СОЗДАНИЕ БЛОКЧЕЙН ТЕХНОЛОГИИ И КРИПТОВАЛЮТЫ НА PYTHON

А. В. Петровский

*ГУО «Средняя школа № 23 г. Гродно», 9 «П» класс,
Гродно, Беларусь*

Научный руководитель – С. С. Лещук, учитель информатики ГУО «Средняя школа № 23 г. Гродно», высшая кв. категория учителя.

В наши дни всю большую популярность набирает разработка нового класса программного обеспечения, носящего название «децентрализованные приложения». Его основы были заложены технологиями Bitcoin и BitTorrent, успех которых вызвал интерес разработчиков к методам их реализации. Последние несколько лет весь мир был взбудоражен резко возросшей популярностью криптовалют, благодаря чему в центре внимания оказалась технология блокчейн. Как выяснилось при более тщательном анализе, сфера её применения не ограничивается только лишь созданием электронных денежных средств и платформ для обмена ими [1].

В настоящее время блокчейн внедряется в различных социальных и корпоративных сегментах. К ним относятся электронное управление, социальные сети, электронная коммерция, транспорт, логистика, профессиональные коммуникации и многое другое.

Цель работы: создание блокчейн технологии и криптовалюты на языке программирования Python.

Для решения данной проблемы я поставил перед собою ряд задач:

- ознакомиться с литературными источниками по языку программирования;
- систематизировать и обобщить литературу по данной теме;
- моделирование предметной области и обоснования выбранных средств разработки проекта;
- программная реализация проекта.

Для решения поставленных задач использовались следующие методы исследования: анализ информационных источников, сравнение, компьютерный эксперимент.

Гипотеза моей исследовательской работы: создать блокчейн технологии можно самому, если изучить понятие блокчейн и возможностей её применения, а также анализ текущей востребованности технологии и степени её распространения; изучить язык программирования Python.

Блокчейн – это распределенная децентрализованная защищенная шифром база данных, в которой каждая совершенная транзакция записывается и становится известна всем участникам сети. Данные о совершенных транзакциях сохраняются в определенном порядке и формируют неизменную последовательность связанных блоков. Блок – своего рода папка, в которую вложена закодированная информация о контрактах и сделках внутри системы. После этого информация, содержащаяся в блоке, тиражируется и копируется на каждый узел, находящийся в сети. Этот алгоритм обеспечивает устойчивость данной технологии к изменению данных. Создание блоков получило название майнинг, вознаграждение за успешную работу – специальная криптовалюта – биткоин [2].

Биткойн (bitcoin) – децентрализованная платёжная система, использующая одноимённую единицу для учёта операций и одноимённый протокол передачи данных. Для обеспечения функционирования и защиты системы используются криптографические методы.

Майнинг (mining) – деятельность по созданию новых структур для обеспечения функционирования криптовалютных платформ. За создание очередной структурной единицы обычно предусмотрено вознаграждение за счёт новых (эмитированных) единиц криптовалюты и/или комиссионных сборов. Зачастую майнинг сводится к серии вычислений с перебором параметров для нахождения хеша с заданными свойствами [3].

Блокчейн обычно управляется при помощи одноранговой (peer-to-peer) сети. После записи, данные в любом блоке не могут быть изменены без полного изменения всех последующих блоков, что требует согласия большинства участников сети.

Заключение. В результате теоретического и практического анализа данной темы, я пришел к выводу, что моя гипотеза подтвердилась: создать блокчейн технологии можно самому, если изучить понятие блокчейн и возможностей её применения, анализ текущей востребованности технологии и степени её распространения, а также изучить язык программирования Python.

Вполне возможно, что сейчас наступил тот момент, когда блокчейн обкатывается на дорогах общего пользования, и внедряется в наиболее важные отрасли жизни.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Технология распределенных баз данных – блокчейн [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://scienceforum.ru/2021/article/2018024089>. – Дата доступа: 13.10.2021.
2. Блокчейн – новые возможности для производителей и потребителей электроэнергии. [Электронный ресурс] // PwC в России. – Режим доступа: <https://www.pwc.ru/publications/blockchain.html>. – Дата доступа: 01.10.2021.
3. Что такое майнинг. [Электронный ресурс] // ЗеонБизнес. – Режим доступа: <https://zeon18.ru/blog/chto-takoe-mauning/>. – Дата доступа: 01.11.2021.

**XII Республиканская научно-практическая конференция-конкурс
научно-исследовательских работ учащихся средних,
средних специальных учебных заведений и студентов вузов
«От Альфа к Омеге...» (с международным участием)
Секция 3. Компьютерные науки и программирование
ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ ШКОЛЬНИКОВ**

3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ СТАРОГО ЗАМКА В ГРОДНО В ПРОГРАММЕ BLENDER

И. С. Салалайко

*ГУО «Дубненская средняя школа», 10 класс,
Дубно, Беларусь*

Научный руководитель – О. В. Ковалевская, учитель информатики ГУО «Дубненская средняя школа», первая кв. категория учителя информатики.

В Год исторической памяти актуально воссоздание различных исторических объектов в 3D. И, побывав на экскурсии в Гродно в Старом замке, увидев его макет, мне очень захотелось воссоздать его на компьютере. Я предположил, что возможностей у компьютера намного больше, поэтому и модель будет более наглядной, красивой и доступной для использования.

Одной из самых популярных программ для 3D-моделирования считается Blender.

Актуальность: 3D-модели замка позволят детально визуализировать существующий объект. На их основе можно изучить исторические события, познакомиться с архитектурой разных исторических периодов, наглядно представить архитектурные стили разных периодов.

Объект исследования:

- программа Blender;
- фотографии Старого замка для создания 3D-модели.

Предмет исследования: графическое моделирование архитектуры замка для наглядных натуральных макетов.

Цель исследования: создать модели Старого замка периода первого упоминания о нем, этапов реконструкций периода XIV-XVI веков и XVI-XVIII веков времен Батория, т.е. современную модель замка.

Для достижения данной цели были поставлены такие **задачи:**

- изучить способы создания 3D-моделей архитектуры зданий;
- изучить особенности архитектурного строения замка в разные периоды времени;
- изучить и освоить средства работы с графикой – системы автоматического проектирования Blender;
- создать 3D-модели Старого замка.

Для реализации поставленных задач были использованы **методы:**

- анализ литературных и интернет-источников;
- наблюдение;
- анализ и синтез при создании проекта;
- моделирование [2, с.27].

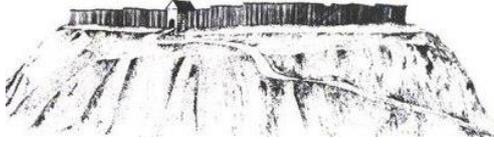
Гипотеза: предположим, что изучение и анализ документов, связанных с историей Старого замка г. Гродно, а также возможности программы Blender, позволят воссоздать 3D-модели Старого замка различных исторических периодов.

Заключение. Таким образом, с помощью программы Blender, удалось визуализировать исторические и архитектурные объекты различных временных периодов. Модели максимально приближены к реальным и созданы на основании исторических материалов, реконструкций, описаний, находящихся в свободном доступе, а также экскурсионных наблюдений. Созданные модели могут быть использованы для наглядного представления на

уроках по учебному предмету «История Беларуси», при проведении классных часов, экскурсий, уроков информатики.

Модель Старого замка X столетия в разных ракурсах представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Таблица сравнения изображений

Что было	Что получилось	
		
		

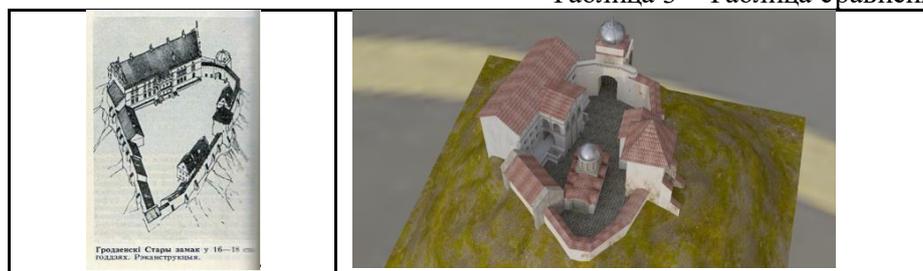
Модель Старого замка периода XIV-XVI веков представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Таблица сравнения изображений



Модель Старого замка периода XVI-XVIII веков представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Таблица сравнения изображений



В дальнейшем я хотел бы приступить к изучению возможностей создания анимационных роликов в 3D с помощью программы Blender. Было бы замечательно воссоздать повседневную жизнь населения Старого замка в различные временные периоды.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://belstat.gov.by/>. – Дата доступа: 24.06.2016.
2. Кронистер, Д. Blender Basic : учебное пособие / Д. Кронистер. – 2010. – 153 с.
3. Остапчя, Л.С. Методические рекомендации по организации исследовательской деятельности учащихся (предметы общественно-гуманитарного цикла) / сост.: Л.С. Остапчя. – 2018. – 52 с.
4. Blender [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://www.blender.org/>. – Дата доступа: 19.02.2022.
5. Junior [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://junior3d.ru/article/blender-3d.html>. – Дата доступа: 25.02.2022.
6. Wikipedia.org [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>. – Дата доступа: 28.02.2022

**ХII Республиканская научно-практическая конференция-конкурс
научно-исследовательских работ учащихся средних,
средних специальных учебных заведений и студентов вузов
«От Альфа к Омеге...» (с международным участием)
Секция 3. Компьютерные науки и программирование
ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ ШКОЛЬНИКОВ**

**ПРОГРАММА РАССТАНОВКИ ДАТ ПРОВЕДЕНИЯ УРОКОВ В КАЛЕНДАРНО-
ТЕМАТИЧЕСКОМ ПЛАНИРОВАНИИ**

М. В. Серпиков

*ГУО «Плисская средняя школа им. В. А. Микулича», 9 «Б» класс
п. Октябрьский, Смолевичский район, Минская область*

Научный руководитель – В. А. Дирко, учитель информатики высшей квалификационной категории ГУО «Плисская средняя школа им. В. А. Микулича»

Ежегодно в начале учебного года, учителя разрабатывают календарно-тематическое планирование, в котором проводят расстановку дат проведения уроков. Этот монотонный процесс требует от учителя внимательности, пунктуальности и самое главное временных затрат в самый загруженный период – начало учебного года. Чтобы облегчить работу учителя, я решил разработать программу, которая будет автоматически расставлять даты проведения уроков в КТП.

Объектом моего исследования стало календарно-тематическое планирование, а именно: расстановка дат проведения уроков. Я выдвинул гипотезу, что алгоритм расстановки дат проведения уроков для календарно-тематического планирования можно реализовать средствами пакета Microsoft Office. В итоге исследования планирую получить программу расстановки дат проведения уроков, разработанную средствами Excel.

Основной целью исследовательской работы является облегчение работы учителя через использование программного продукта расстановки дат проведения уроков в КТП с интуитивно понятным интерфейсом для неподготовленных пользователей с минимальными требованиями к программному и аппаратному обеспечению компьютера.

Для достижения данной цели необходимо было решить следующие задачи:

- определить исходные данные, которые влияют на заполнение расстановки дат уроков в КТП;
- найти и рассмотреть достоинства и недостатки имеющихся в свободном доступе программ по данной теме;
- придумать алгоритм расстановки дат уроков в КТП;
- разработать программу расстановки дат уроков в КТП с помощью Microsoft Excel;
- визуализировать всю необходимую для учителя информацию.

Сформулированные задачи и определили структуру исследовательской работы.

(На первом этапе исследования я ответил на вопрос «Какими данными необходимо обладать, чтобы расставить даты уроков КТП и где взять эту информацию?» Мною выделено 4 пункта. Информацию по п.1 о продолжительности текущего учебного года и по п.2 о продолжительности каникул можно взять из нормативных документов. Информацию по п.3 об общереспубликанских и религиозных праздничных днях можно найти на Национальном правовом портале Республики Беларусь. Информация п.4 определяется расписанием уроков конкретной школы на текущий учебный год

С целью определения функционала и интерфейса программы изучены программы по данной теме, которые находятся в свободном доступе в сети Интернет [2, 3]. В ходе изучения выделены их слабые и сильные стороны. Следует отметить, что в белорусском сегменте

Интернет нет ссылок на ресурсы по данной теме, а российские сервисы не применимы из-за отличия праздников и др.

Для реализации алгоритма использовал Microsoft Excel, как наиболее распространенную и известную пользователям программу. Данную программу я изучал в этом учебном году. Для удобства вывода информации на бумагу, все входные данные разместил на одной странице листа в отдельных таблицах: Таблица 1. Учебный период, Таблица 2. Периоды каникул, Таблица 3. Праздники, Таблица 4. Количество уроков в неделю

С целью сделать программу более универсальной и гибкой при использовании внесены определенные дополнения: в таблице 2 предусмотрены дополнительные периоды каникул на случай карантина или других причин прерывания учебы; в таблице 3 предусмотрены дополнительные праздничные дни; в таблице 4 предусмотрено изменение количества уроков в неделю в 1 и 2 полугодии.

Для наглядности обозначений использовал ассоциативные цвета заливки каникулярных и праздничных дней.

С целью визуализации входной информации, на первой странице с помощью формул и условного форматирования в динамической форме создан КАЛЕНДАРЬ УЧЕБНОГО ГОДА [1], который по форме напоминает инфографику БелТа [4].

Основываясь на этих данных написан код программы по решению задачи. Для написания программы использовал VBA (Visual Basic for Applications). Суть работы алгоритма состоит в переборе всех дат учебного года (с первого учебного дня до последнего) и установления дат, которые удовлетворяют условиям пользователя. Эти даты записываются в таблицу.

Перебор дат разбит на полугодия и реализован с помощью конструкции while. Для отбора дат, которые удовлетворяют условиям пользователя в программу введена логическая переменная *fl* (*флаг*), если день удовлетворяет условиям пользователя (в этот день урок), то *fl=true*, иначе *fl=false*.

Мною принято решение, если дата урока попадает на праздничный день, то выводится номер урока с пустой датой, а ячейка окрашивается в розовый цвет, в противном случае печатается дата урока.

Для наглядности распределения дат уроков по четвертям, использовалось форматирование цвета текста. С целью удобства вывода дат уроков для КТП на бумагу, проведена группировка дат в столбцы по 30 уроков. В результате без дополнительного форматирования пользователем на одной странице помещается до 180 уроков, что достаточно для любого предмета учебного плана средней школы.

Программа полностью отвечает требованиям расстановки дат уроков в календарно-тематическом планировании. К преимуществу своей программы отнесу: открытый программный код, что позволяет проводить апгрейд и адаптацию к конкретным условиям; интуитивность и минимализм интерфейса; универсальность, масштабируемость на любой учебный год путем введения входных данных. визуализация Календаря учебного года.

С целью доступности программы для большей аудитории педагогов, имеет смысл реализовать данную программу в виде сервиса сети Интернет.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Создаём динамический календарь в Excel [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=lyBLUYVwn2s>. – Дата доступа: 29.03.2022.
2. Программа для создания календарно-тематических планов "КТPlan-2021" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.uchportal.ru/uchitelyu/programma-dlya-sozdaniya-kalendarno-tematicheskikh-planov-2-0>. – Дата доступа 29.03.2022.
3. Генератор дат для КТП на 2021/2022 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://дмип.рф/?page=datektp>. – Дата доступа: 29.03.2022.
4. Школьные каникулы в 2020/2021 учебном году [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.belta.by/infographica/view/shkolnye-kanikuly-v-20202021-uchebnom-godu-22004/>. – Дата доступа: 29.03.2022.

**XII Республиканская научно-практическая конференция-конкурс
научно-исследовательских работ учащихся средних,
средних специальных учебных заведений и студентов вузов
«От Альфа к Омеге...» (с международным участием)
Секция 3. Компьютерные науки и программирование
ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ ШКОЛЬНИКОВ**

ИНТЕРАКТИВНЫЙ ПЛАКАТ «BELARUS»

Я. А. Синитский

*ГУО «Средняя школа № 3 г. Ошмяны», 10 «А» класс,
Ошмяны, Беларусь*

Научный руководитель – О. И. Левандовская, учитель английского языка ГУО «Средняя школа № 3 г. Ошмяны», первая кв. категория учителя английского языка.

Без сомнения, каждый ученик хочет, чтобы каждый его урок был интересен и увлекателен. Если урок сможет заинтересовать учеников, тогда он современен в самом широком смысле этого слова. Чтобы заинтересовать учеников, побудить в нас интерес к изучению предмета, необходимо прибегнуть к интересным, творческим, современным методам обучения.

Таким образом, использование визуального материала является важным аспектом в построении урока, так как фотография или рисунок – это прежде всего носитель полезной и интересной информации на современных уроках, в том числе и уроках иностранного языка.

Визуализация помогает не только вовлечь обучающихся в учебный процесс, но и использовать при этом современные средства ИКТ, которые играют особую роль в иноязычном образовании на настоящем этапе его развития.

Интерактивный плакат – один из способов визуализации информации, где на основе одного изображения, к которому в виде меток ("горячих точек") прикрепляются ссылки на веб-ресурсы и интернет-документы, мультимедийные объекты: видео, аудио, презентации, слайд-шоу, игры, опросы и т.д.

Главное достоинство такого плаката – его интерактивность: читатель может знакомиться с информацией в любом удобном для себя порядке и открывать только интересующие его материалы.

С помощью интерактивных плакатов можно собрать и обобщить материал по любой теме, создать дайджест публикаций, виртуальную выставку или путешествие.

Целью моей работы является создание образовательного ресурса (интерактивного плаката) для обеспечения возможности дистанционного самообразования учащихся.

Для достижения цели были поставлены следующие **задачи**:

- изучить технические возможности создания интерактивных плакатов;
- собрать и систематизировать материалы по теме «Belarus»;
- представить собранный материал в виде интерактивного плаката;
- разместить созданный продукт в сети.

Объектом нашего исследования послужил web-сайт thinglink.com с возможностью создания интерактивных плакатов, лент времени и других интерактивных ресурсов.

Предмет исследования – особенности создания интерактивных плакатов.

Актуальность работы заключается в том, что данный ресурс содержит всю необходимую для изучения информацию. Интерактивный плакат чётко структурирован – разделён на 5 разделов. Доступ к данному ресурсу открыт в любое удобное время и в любом месте. Интерактивный плакат «Belarus» в полной мере обеспечивает возможность дистанционного самообразования учащихся.

Практическая значимость. Интерактивный плакат можно использовать на уроках английского языка при изучении темы «Geographical position of the Republic of Belarus», при подготовке учащихся к выпускному экзамену, а также на факультативных занятиях

При создании продукта использовался web-сайт thinglink.com.

Ссылка на интерактивный плакат: www.thinglink.com/scene/1508341415946485761

Данный интерактивный плакат является разноуровневым. Он поделён на пять разделов: лексические единицы, грамматический материал, проектная работа по теме Беларусь, общая информация о стране и дополнительная информация для изучения темы «Belarus». Для удобства каждый раздел обозначен определённым цветом, например, в разделе «Лексические единицы» все значки выделены зелёным цветом, «Грамматический материал» - синим и черным (так как разделён на две темы), «Проектная работа по теме Беларусь» - оранжевым, «Общая информация о стране» - розовым, а «Дополнительная информация для изучения темы «Belarus» - белым.

В разделе «Лексические единицы» можно найти лексический материал. Все слова, необходимые для изучения темы представлены на карточках. На них можно увидеть не только перевод слов, но и прослушать произношение определённой лексической единицы. В этом же разделе можно найти различные упражнения, направленные на запоминание слов и их употребление в речи, и тестовые задания, при помощи которых можно определить уровень владения данными лексическими единицами.

Раздел «Грамматический материал» содержит в себе грамматические правила по темам «Articles with Geographical Names» и «Passive Voice». Эти две темы неразрывно связаны с изучением темы «Географическое положение Республики Беларусь», поэтому они включены в интерактивную карту.

В раздел «Проектная работа по теме Беларусь» включена работа ученицы 10 класса по теме «Беларусь глазами иностранцев» (Belarus in the eyes of the foreigner). Также здесь можно увидеть интерактивную Google карту, на которой отображён процесс обмена открытками в рамках реализации данной научно-исследовательской работы.

Раздел «Общая информация о стране» представлен ссылкой на сайт www.belarus.by, где можно найти необходимую информацию о стране, её культуре и достопримечательностях.

В разделе «Дополнительная информация для изучения темы «Belarus» можно познакомиться с символами нашей страны, как официальными, так и неофициальными, а также прослушать гимн.

Заключение. Данный интерактивный плакат «Belarus» является актуальным, так как тема Беларусь охватывается на каждом этапе изучения английского языка.

Данная работа познакомила нас с различными способами визуализации информации на уроках и позволила расширить свои знания в области создания интерактивных плакатов.

В ходе работы над интерактивным плакатом было создано много авторских тестов и заданий, как для отработки лексических и грамматических навыков, но и для контроля и самоконтроля усвоения информации. Достаточно простой интерфейс позволяет с лёгкостью найти нужное. У интерактивного плаката множество возможностей:

- доступ в любое удобное время;
- доступ в любой точке земного шара, при наличии интернет -соединения
- выполнение заданий в любой последовательности;
- возможность самопроверки.

**XII Республиканская научно-практическая конференция-конкурс
научно-исследовательских работ учащихся средних,
средних специальных учебных заведений и студентов вузов
«От Альфа к Омеге...» (с международным участием)
Секция 3. Компьютерные науки и программирование
ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ ШКОЛЬНИКОВ**

РАЗРАБОТКА ИГРЫ «THE LEGEND OF MIKE»

В. В. Скрипко

*ГУО «Средняя школа № 16 г. Полоцка», 11 «Б» класс
Полоцк, Беларусь*

Научный руководитель – А. А. Курачёва, учитель информатики ГУО «Средняя школа № 16 г. Полоцка», высшая кв. категория учителя информатики

Десять лет назад главной темой разговоров младших школьников была их школьная жизнь. Сегодня все говорят про компьютеры и компьютерные игры.

Индустрия компьютерных игр постоянно развивается, это приводит к увеличению числа заядлых игроков – геймеров, которыми являются люди всех возрастов и профессий. Также существует киберспорт, история которого началась ещё в конце XX века с соревнований по культовой «стрелялке» Doom.

Объектом исследования является разработка компьютерных игр.

Предмет исследования: технологии разработки компьютерной игры жанра RPG.

Цель работы - разработать прототип компьютерной игры жанра RPG в игровом движке Unity.

Проект представляет собой компьютерную игру жанра RPG. Основная цель: развлечение и средство для отдыха и приятного проведения времени. При разработке графического оформления были использованы ресурсы сети Интернет. А именно анимации движений для врагов на уровне и анимация главного героя. Для реализации самой игры был выбран игровой движок Unity.

Было создано 6 сцен: сцена главного меню, сцена интерьера дома, сцена перехода между лесом и темницей, сцена темницы, а также 2 сцены леса.



Рисунок 1. – Сцены игры

Для главного героя были созданы:

- Анимации бездействия, ходьбы и атаки вправо, влево, вверх и вниз;
- Анимация получения ключа;

- Получение урона;
- Восполнение жизни;
- Добавление в инвентарь ключей и монет;
- Появление знака вопроса над головой персонажа, при близком расстоянии с объектом, с которым можно взаимодействовать;
- Переходы между сценами.

Разработаны враги (живое дерево):

- Анимация сна, ходьбы и бездействия вправо, влево, вниз и вверх, а также анимация смерти (враг якобы сгорает);
- Получение, а также нанесение урона главному герою;
- Радиус видимости персонажа (если главный герой находится вне радиуса видимости врага, то второй засыпает).

Настроено меню паузы, в котором можно продолжить играть или вернуться в главное меню.

Настроена камера:

- Преследование камеры за персонажем, а также её остановка при попадании камеры за границы комнаты;
- Затемнение экрана во время перехода между сценами.

Добавлены сердечки, для восполнения жизней героя.

После запуска игры появляется главное меню, в котором можно либо начать игру, либо выйти из неё.



Рисунок 2. – Начало игры

После нажатия кнопки “Start” начнётся игровой процесс, в ходе которого нужно управлять персонажем. На сцене появляется сам персонаж, враг возле него, может появиться сундук, в котором находится ключ от двери в темнице, а также кувшин, с которого не всегда может выпасть монетка. В ходе игры главный герой должен открыть все сундуки, которые есть в игре. Враги, как и персонаж, могут атаковать друг друга и при потере всех жизней герой умирает.

Заключение. Во время анализа доступных источников было проведено исследование понятия компьютерная игра.

Основываясь на полученной информации, было решено разработать RPG-игру для одного игрока в игровом движке Unity.

После выбора средств разработки было начато изучение Unity, а также разработка самого проекта. В ходе работы был изучен игровой движок и были приобретены необходимые знания и умения, а именно: создание сцен, создание анимации, настройка объектов, компиляция проекта.

В ходе реализации проекта были выполнены следующие задачи:

- 1) изучены особенности и состояние компьютерной индустрии;
- 2) выбран жанр для компьютерной игры;
- 3) разработан сценарий и концепция основных элементов;
- 4) выбрано и изучено средство реализации;
- 5) подготовлены необходимые для игры анимации;
- 6) реализован прототип игры.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Липков, А.И. Ящик Пандоры: феномен компьютерных игр в мире и в России / А.И. Липков. – М.: Изд-во ЛКИ, 2008. – 132 с.
2. Любимые компьютерные игры наших детей и их последствия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mir.pravo.by/edu/internet-i-rebenok/>. – Дата доступа: 14.01.2021.
3. Компьютерные игры как искусство [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gamesisart.ru>. – Дата доступа: 16.01.2021.

**XII Republican Scientific and Practical Conference and Contest of research papers
for students of vocational schools and higher education institutions
“From Alpha to Omega...” (involving International participants)**

Section 3. Computer Sciences and Programming

STUDENT ABSTRACT

**IMPLEMENTATION OF DECENTRALIZED AIR POLLUTION MONITORING SYSTEM
WITH DISTRIBUTED LEDGER TECHNOLOGY**

I. A. Solodovnikov

*Grodno City Gymnasium, 11 «B»,
Grodno, Belarus*

Scientific supervisor – A. A. Matus, physics teacher of «Grodno City Gymnasium», the first qualification category.

Introduction. Nowadays, air pollution is a major problem in the modern world. Due to exponential growth of emission sources, outdoor air pollution contributes to a considerable fraction of the burden of disease and result in preventable risks to health. Therefore, it is major environmental risk factor that has been linked to several health conditions including cardiovascular illness, stroke, respiratory disease and cancer. This has led to a need of easily accessible pollution monitoring systems. Commonly used solutions are based on the centralized architecture, which leads to the usage of Trusted Third Parties (TTP) for collecting and storing sensors data. This method has its disadvantages such as lack of public access, human-interaction dependence. Furthermore, there are some issues as a consequence of short wireless communication range of existing sensors.

The creation of blockchain as the most popular type of Distributed Ledger Technology (DLT) introduced decentralized application (dApps) technology, allowing creation of fully automated distributed systems. The purpose of this work is to develop and implement decentralized air pollution monitoring system using Blockchain and Smart Contracts.

Main part. The Rust programming language is used to manage and execute smart contracts on Blockchain. It offers many features like memory safety, small runtime, zero-cost abstractions, etc. This lets us write a Smart Contract which has no memory bugs and consumes less storage on the Blockchain. A large amount of libraries that use «#![no_std]» (bare metal) environment, Hardware Abstraction Layers (HALs) for embedded systems and existence of RISC-V toolchain makes Rust an ideal language for the development on IoT devices.

Blockchain platforms ordinarily offer a possibility of executing scripts on blockchain, which is called Smart Contract technology. It is used to store and retrieve the data recorded by the IoT sensors. The monitoring system is based on the NEAR protocol, which is a layer-1 Blockchain that uses Nightshade, a unique sharding technology to achieve scalability. In context of storing information in NEAR Blockchain is free, but you need to hold a specific amount of tokens called Storage Deposit on your wallet commensurate with data size. NEAR is also Proof-of-Stake (PoS) Blockchain that gives it Climate Neutral status, when other blockchains that use Proof-of-Work (PoW) consensus mechanism which comes with a high carbon footprint and generates a whopping 37 million of tons of CO₂ emissions annually. Additionally, NEAR SDK library is written in Rust, which makes it even more suitable.

Here is the list of hardware modules used for the project:

- NodeMCU ESP8266 with 4MB flash memory (as LoRa transmitter of air quality sensor data).
- LoRa Wireless Transmission Module based on Ra-02 SX1278 433MHz 20dBm.
- SGP30 Multi-Pixel Gas Sensor. Measures TVOC and CO₂eq.
- Raspberry Pi 4 based on ARM-8 Cortex-A72 (64-bit) with 8 GB LPDDR4-2400 RAM.
- IoT Gateway HAT for Raspberry Pi 4 (433MHz with LoRaWAN support).

- Outdoor Antenna for 433MHZ LoRa devices (1.84m).

Decentralized applications have two distinct parts. The first (back-end) is deploying and executing Smart Contracts, the second is calling Smart contracts. Call is required to retrieving and inserting new data into Blockchain Network. Web Assembly (Wasm) language is used to invoke Smart Contract calls, therefore any language that can be compiled into it can be used. The monitoring web application (front-end) is used for extracting data from Blockchain for further analysis.

In this approach ESP8266 nodes collect the data from their sensor modules which then are uploaded into Blockchain through LoRa Gateways. The data flow diagram is shown on the figure 1.

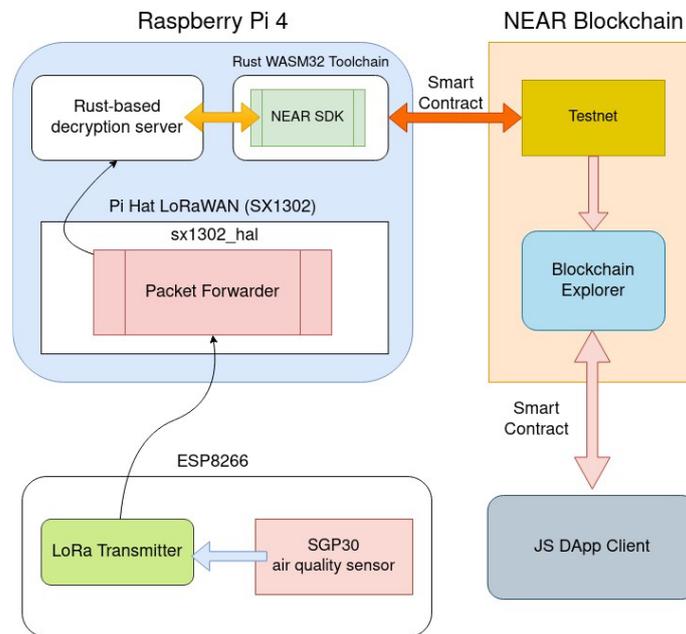


Figure 1. Data flow using LoRa and NEAR Blockchain

Conclusion. In this work, decentralized and blockchain-based pollution monitoring system was introduced. It employs LoRaWAN communication protocol. This technology provides long-range and power-efficient communications between sensor nodes and gateways. The implemented dApp functionality lets collect, store and manage data from different types of air pollutants using NEAR Blockchain network. Application data stored on the distributed ledger is fully transparent and no one can erase or falsify the data record without the permission of all participants in the network. Decentralized system eliminates the necessity for a third party, resulting in speedy and cheaper transactions. Publicity of Smart Contract structure allows other NEAR users to participate in this project.

REFERENCES

1. NEAR Blockchain [Electronic resource]: NEAR Protocol | Reimagine your World – Mode of access: <https://near.org/> – Date of access: 09.01.2022.
2. Rust Programming Language [Electronic resource]: Embedded devices - Rust Programming Language. – Mode of access: <https://www.rust-lang.org/what/embedded>. – Date of access: 11.01.2022.
3. LoRaWAN for developers - Lora-Alliance [Electronic resource]: LoRaWAN for Developers - LoRa Alliance. – Mode of access: <https://loro-alliance.org/lorawan-for-developers> – Date of access: 20.01.2022.

**ХII Республиканская научно-практическая конференция-конкурс
научно-исследовательских работ учащихся средних,
средних специальных учебных заведений и студентов вузов
«От Альфа к Омеге...» (с международным участием)
Секция 3. Компьютерные науки и программирование
ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ ШКОЛЬНИКОВ**

КОМПЬЮТЕРНАЯ ИГРА «СИМВОЛЫ БЕЛАРУСИ»

С. В. Стельмахович

*ГУО «Средняя школа № 16 г. Полоцка», 9 «В» класс,
Полоцк, Беларусь*

Научный руководитель – А. А. Курачѣва, учитель информатики ГУО «Средняя школа № 16 г. Полоцка», высшая кв. категория учителя информатики

Каждое современное государство имеет свои символы. Они выражают его политическую самостоятельность, независимость, историю становления и развития, национальные особенности.

Беларусь независимо от социальной, национальной или религиозной принадлежности Государственные символы Беларуси отражают основополагающую идею равенства всех граждан Республики.

Цель работы - разработать образовательную компьютерную игру.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

- изучить особенности и состояние компьютерной индустрии;
- выбрать жанр, вид и платформу для компьютерной игры;
- разработать сценарий, принцип основных элементов;
- выбрать и изучить средство разработки;
- настроить необходимую для игры анимацию;
- создать прототипа игры.

Я решила создать игру, которая позволила бы проверить знания символов, используемых в государственном гербе Республики Беларусь.

Идея: начинается урок. Боря Лейкин не слушает, вигаает в облаках. Мальчик попадает в другой мир. На первом уровне ему следует ответить на вопрос и пройти лабиринт. На втором уровне Боря также должен пройти препятствия. На следующем уровне мальчик должен ответить на вопросы. Если Лейкин выполняет неверно задание, то теряет жизнь.

Для реализации графического оформления были созданы следующие спрайты: Боря Лейкин, Ольга Знайкина, символы Беларуси. Разработана анимация для героев. Прорисованы фоны.

После запуска игры появляется учитель, который начинает объяснять материал. Боря Лейкин его не слушает. Учитель делает мальчику замечание. Вдруг Боря оказывается в лабиринте, из которого он может выбраться только, если найдѣт верный ответ.

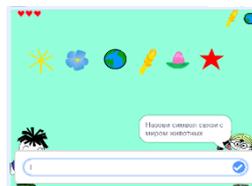


Рисунок 1. – Уровень игры Рисунок 2. – Уровень игры Рисунок 3. – Уровень игры

Заключение. Во время анализа доступных источников было проведено исследование понятия компьютерная игра.

Проанализировав информацию, было решено разработать обучающую игру в среде программирования Scratch 3.0.

В результате был разработан проекта «Символы Беларуси». В ходе работы были приобретены необходимые знания и умения:

- создание сцен;
- создание анимации;
- настройка объектов.

При реализации проекта были выполнены следующие задачи:

- выбран жанр для компьютерной игры;
- создан сценарий и принцип основных элементов;
- выбрано и освоено средство реализации;
- подготовлены необходимые для игры анимации;
- разработан прототип игры.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Роберт, И. В. Теория и методика информатизации образования (психолого-педагогический и технологический аспекты) / И. В. Роберт. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. – 398 с.

2. Софронова, С.В. Роль интерактивных игр в развитии познавательного интереса у младших школьников [Электронный ресурс] / С.В. Софронова, С.А. Акпуртова // Прикладная информатика. – 2010. – № 2. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-interaktivnyh-igr-v-razviti-poznavatel'nogo-interesa-u-mladshih-shkolnikov>. – Дата доступа: 14.01.2021.

3. Компьютерные игры как искусство [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gamesisart.ru>. – Дата обращения: 14.01.2021.

**XII Республиканская научно-практическая конференция-конкурс
научно-исследовательских работ учащихся средних,
средних специальных учебных заведений и студентов вузов
«От Альфа к Омеге...» (с международным участием)
Секция 3. Компьютерные науки и программирование
ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ ШКОЛЬНИКОВ**

СОЗДАНИЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ ИГРЫ ПОСРЕДСТВОМ ПЛАТФОРМЫ UNITY 3D

В. С. Чернюк¹, К. А. Федорук²

*ГУО «Гимназия № 2 г. Гродно», 11 «А» класс¹; 8 «М» класс²,
Гродно, Беларусь*

Научный руководитель – И. З. Козловская, учитель информатики ГУО «Гимназии № 2 г. Гродно», высшая кв. категория учителя информатики.

В работе исследуется разработка компьютерной игры на основе действующего плана проекта. Показаны основные методы создания скриптов, расположение префабов в сцене, проектирование уровней и целей игры для поддержания заинтересованности в игровом процессе. Выполнена работа по нахождению наиболее подходящих игровых ситуаций для повышения интереса игроков к проекту при различных условиях, и показана возможность практического применения полученной информации. Сама игра по проекту приложена на стороннем сайте [git.hub](https://github.com) (см. рис 1) [7].

Объектом исследования является разработка видеоигры 3D пространства Unity, улучшение игры и её практическое применение индустрии в мире.

Цель работы - поэтапная разработка проекта, анализ и создание игры, используя статистику бета-тестирования.

Работа посвящена роли видеоигр в жизни человека и их дальнейшему развитию в мировой экономике.

В результате исследования впервые были получены следующие результаты:

1. Была определена роль видеоигр в жизни общества и экономики.
2. Поэтапно разработана видеоигра.
3. Методом проб и ошибок проведён анализ готового продукта.
4. Были приняты меры с целью улучшения, используя статистику бета-тестирования.

Краткие выводы по результатам выполнения работы и оценка полноты решений поставленных задач:

В настоящее время компьютерные игры вносят значительный вклад в мировую экономику в виду большого успеха продаж основных игровых систем и игр, например, «Call of Duty: Black Ops», заработавшая в течение первых 5 дней продаж более 650 млн \$ [5].

Каждый день в Steam (один из самых популярных среди геймеров сервис цифровой дистрибуции) заходит от 18,5 до 26,5 человек [6]. Рано или поздно во время разработки встаёт задача оценки качества продукта, и кто, если не сами пользователи смогут сделать лучшую игру для самих себя.

В результате анализа бета-теста были выявлены и исправлены некоторые недочёты и ошибки, а также были описаны самые главные аспекты по созданию и проектированию игр. Данная работа может послужить материалом для понимания роли видеоигр в жизни людей и принять их как современную необходимость научным путём. Были охарактеризованы особенности объектно-ориентированного программирования с интегрированными методами разработки игр.

В ходе работы были названы итоги проведённой работы, доказывающие значимость проекта.

Примеры работы приведены в электронном виде для ознакомления:

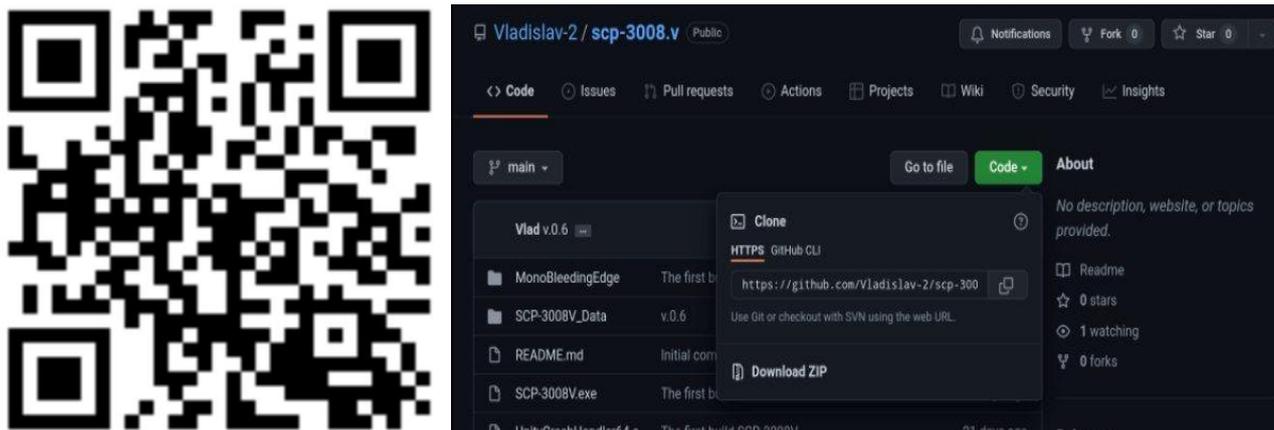


Рисунок 1. - QR-code с ссылкой на сайт и скриншот страницы на сайте

Заключение. Целью данной работы было создание примитивной, но в то же время интересной игры, работа с сообществом игры и улучшение множественных аспектов.

В работе были поставлены задачи: разработать, изучить и усвоить полученную информацию по работе в сфере разработки игр. Разработанная игра может быть интересна как для детей школьного возраста, так и для взрослых. Она позволяет расслабиться, отдохнуть и активизировать возможно скрытую фантазию со своим логическим мышлением.

Тем не менее, игры имеют большое влияние на человеческое общество. Они занимают одну из лидирующих позиций на международной арене в сфере развлечений. Как и любая потенциально коммерческая идея, влияние игры на человеческое общество может послужить росту частного бизнеса, иногда и государственного бюджета.

Благодаря полученным знаниям и анализу работы всегда можно сделать успешный, креативный и правильный проект по типу «трипл-эй» игр, ориентируясь на ожидания людей, работу над ошибками, реализуя те желания, о работе которых потенциальный игрок даже и не подозревает.

Полученные данные из работы можно использовать для реализации собственных игр. А игры в свою очередь могут способствовать не только благосостоянию разработчика, но и всего государства благодаря предоставлению рабочих мест в различных сферах деятельности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Unity - Manual: Unity User Manual 2020.3 (LTS) [Электронный ресурс] // Unity Documentation. – Режим доступа: <https://docs.unity3d.com/Manual/index.html>. – Дата доступа: 03.01.2021.
2. Unity - Scripting API [Электронный ресурс] // Unity Documentation. – Режим доступа: <https://docs.unity3d.com/ScriptReference/index.html>. – Дата доступа: 15.01.2021.
3. Unity (игровой движок) [Электронный ресурс] // Википедия. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Unity_\(%D0%B8%D0%B3%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B9_%D0%B4%D0%B2%D0%B8%D0%B6%D0%BE%D0%BA\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Unity_(%D0%B8%D0%B3%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B9_%D0%B4%D0%B2%D0%B8%D0%B6%D0%BE%D0%BA)). – Дата доступа: 04.01.2021.
4. Knowable magazine from annual reviews [Электронный ресурс] // Knowable Magazine. – Режим доступа: <https://knowablemagazine.org/article/mind/2019/video-games-educational-benefits>. – Дата доступа: 22.01.2022.
5. IXBT games [Электронный ресурс] // ixbt.games. – Режим доступа: <https://ixbt.games/news/call-of-duty-black-ops-650-mln-za-pervye-pyat-dney.html>. – Дата доступа: 25.01.2022.
6. Steam – Steam powered [Электронный ресурс] // Steam. – Режим доступа: <https://store.steampowered.com/stats/>. – Дата доступа: 09.02.2022.
7. GitHub: Where the world builds software [Электронный ресурс] // Git hub. – Режим доступа: <https://github.com/>. – Дата доступа: 10.04.2022.

**XII Республиканская научно-практическая конференция-конкурс
научно-исследовательских работ учащихся средних,
средних специальных учебных заведений и студентов вузов
«От Альфа к Омеге...» (с международным участием)
Секция 3. Компьютерные науки и программирование
ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ ШКОЛЬНИКОВ**

СОЗДАНИЕ СОБСТВЕННЫХ NFT ТОКЕНОВ

А. М. Чичкан

*ГУО «Средняя школа № 23 г. Гродно», 9 «П» класс,
Гродно, Беларусь*

Научный руководитель – С. С. Лещук, учитель информатики ГУО «Средняя школа № 23 г. Гродно», высшая кв. категория учителя.

NFT-токены – один из самых горячих технологических трендов, и многие из них продаются за тысячи и даже миллионы долларов. NFT-токены поставили на уши всю арт-индустрию: с их помощью зарабатывают на цифровых картинах и даже мемах [1].

NFT – это аббревиатура от non-fungible token, что переводится с английского как «невзаимозаменяемый токен». Это уникальный цифровой объект, который олицетворяет нечто, имеющее ценность – персонажа в игре, изображение, доменное имя, твит, аудиозапись [2].

Цель работы: создать программный комплекс для удобного создания и редактирования собственных nft токенов с использованием платформы Ethereum и крипто-кошелька metamask. Для этого необходимо решить ряд задач:

- разобраться что такое nft токены и как их создают;
- использовать для создания токенов платформу Ethereum;
- научиться использовать крипто-кошелёк Metamask;
- создать на основе этих технологий полноценные nft токены.

Для решения поставленных задач использовались следующие методы исследования: анализ информационных источников, сравнение, компьютерный эксперимент.

Предметом исследования моей работы является создание программного комплекса для создания и редактирования собственных nft токенов с использованием платформы Ethereum и крипто-кошелька metamask.

Объектом исследования являются NFT-токены.

Гипотеза моей исследовательской работы: я предполагаю, что посредством использования платформы etherium и обработки посредством неё данных с крипто-кошелька пользователя можно создать полноценный nft-токен.

NFT — одна из самых обсуждаемых тем в криптосообществе, которая стала настолько популярной, что привлекла немало внимания и за его пределами.

Невзаимозаменяемый токен представляет собой сертификат уникальности цифрового объекта — цифровой криптографический сертификат, который подтверждает право на владение цифровым активом (цифровым артефактом, файлом). NFT не препятствует копированию цифрового артефакта, он только закрепляет право владения оригинальным экземпляром цифрового артефакта [3].

Заключение. В результате теоретического и практического анализа данной темы, я пришел к выводу, что моя гипотеза подтвердилась: посредством использования платформы etherium и обработки данных с крипто-кошелька пользователя можно создать полноценный nft-токен.

NFT на английском расшифровывается как non-fungible token, то есть невзаимозаменяемый токен. Фактически он представляет собой токен, закрепляющий за его держателем право собственности на тот или иной цифровой объект: текст, изображение, картину, аудиозапись, игровой предмет или персонажа, доменное имя и так далее.

В отличие от обычных токенов и криптовалют, NFT уникальны: каждый существует в единственном экземпляре. Например, биткоины в криптокошельках разных пользователей могут без проблем заменять друг друга, их ценность тождественна. В то время как токен формата NFT, представляющий некое изображение, далеко не равен другому NFT, который представляет, к примеру, аудиозапись. При этом их стоимость может значительно различаться.

Таким образом, все NFT неповторимы и скопировать их нельзя. Идентифицирующая информация, которая и объясняет уникальность каждого такого токена, записана в смарт-контрактах и хранится в блокчейне. Тем самым NFT решили проблему с правами собственности на цифровые объекты. С помощью этих токенов информация о владельце и авторе фиксируется в блокчейне – изменить или удалить ее невозможно.

Практическая значимость: в перспективе, после усовершенствования и доработки, этот сервис можно использовать как универсальное и крайне удобное средство для создания, а возможно и хранения nft токенов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. NFT-токены: самый перспективный актив 2021 года или просто хайп [Электронный ресурс] // Mafin.by. – Режим доступа: <https://myfin.by/stati/view/nft-tokeny-samyj-perspektivnyj-aktiv-2021-goda-ili-prosto-hajp>. – Дата доступа: 14.10.2021.
2. На NFT-токенах сейчас зарабатывают миллионы — но что это вообще такое [Электронный ресурс] // DTF.ru. – Режим доступа: <https://dtf.ru/gameindustry/669563-na-nft-tokenah-seychas-zarabatyvayut-milliony-no-cto-eto-voobshche-takoe>. – Дата доступа: 21.10.2021.
3. Невзаимозаменяемый токен [Электронный ресурс] // Википедия. Свободная энциклопедия. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Невзаимозаменяемый_токен. – Дата доступа: 03.10.2021.

XII Республиканская научно-практическая конференция – конкурс научно-исследовательских работ учащихся средних, средних специальных учебных заведений и студентов вузов «От Альфа к Омеге...» (с международным участием)
Секция 3. Компьютерные науки и программирование
ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ ШКОЛЬНИКОВ

СОЗДАНИЕ ДАЧНОЙ СИСТЕМЫ «FREEZE ALARM» НА ARDUINO

Е. Н. Шилко

*ГУО «Средняя школа № 69 г. Минска», 11 «А» класс,
Минск, Беларусь*

Научный руководитель – Д. В. Малашко, учитель информатики ГУО «Средняя школа № 69 г. Минска», высшая квалификационная категория.

Сегодня, в век развития компьютерных технологий, все большую популярность приобретает интернет вещей. В описании товаров, продуктов всё чаще можно увидеть аббревиатуру «IoT» - интернет вещей. Интернет вещей (IoT) – концепция сети передачи данных между физическими объектами («вещами»), оснащёнными встроенными средствами и технологиями для взаимодействия друг с другом или с внешней средой [1]. Он помогает собирать, анализировать, обрабатывать и передавать данные без участия человека – через программное обеспечение или приложения. С помощью специальных датчиков и сенсоров группы устройств взаимодействуют друг с другом и выполняют разные задачи. Они позволяют увидеть и детально рассмотреть тот или иной объект, не выходя из дома, сэкономив при этом немало времени.

Идея создания дачной системы «Freeze alarm» возникла не случайно. Ежегодно люди из садовых товариществ сталкиваются с проблемой подачи воды. Часть дачников пользуются водой общего пользования, которая проведена на их участок или берут воду из колонки неподалёку. Такая вода общего пользования доступна в определённый период года (май – сентябрь, реже начало октября), все зависит от погодных условий. Но и в этот непродолжительный период бывают перебои в подаче воды. Связаны они с тем, что большое количество жителей различных садовых товариществ поливают свои огороды, и водонапорная система не может обеспечить всех нужным количеством воды. В связи с этим на части участков люди пробуривают скважины и устанавливают независимые системы водоснабжения. У индивидуальных систем водоснабжения есть также свои нюансы. Так, если с наступлением холодов человек длительное время не пользуется системой водоснабжения, возникает опасность замерзания воды в трубах, что может привести к порче оборудования системы: разрыву труб, кранов, дефекту насоса и резервного бочка, а это в свою очередь ведёт к большим финансовым потерям.

Актуальность работы заключается в создании своими руками недорогой умной вещи - дачной системы «Freeze alarm», которая будет своевременно предупреждать о возможной опасности выхода из строя системы водоснабжения.

Цель работы: создание дачной системы «Freeze alarm» на Arduino.

Для достижения цели работы были поставлены следующие **задачи**:

- изучить литературу о процессе замерзания труб и способах предупреждения замерзания;
- проанализировать программное обеспечение для проектирования;
- спроектировать датчик замерзания труб и аварийную сигнализацию при помощи специального программного обеспечения;
- разработать дачную систему «Freeze alarm» на Arduino;

- проанализировать качество работы дачной системы «Freeze alarm».

Объект исследования: процесс оповещения о замерзании системы водоснабжения.

Предмет исследования: дачная система «Freeze alarm».

Практическая значимость: следует ожидать, что внедрение дачной системы «Freeze alarm» на участках в садовых товариществах значительно снизит риски порчи дорогостоящего оборудования водоснабжения.

В ходе работы были использованы следующие **методы:**

1. Теоретические: а) Анализ источников; б) Систематизация полученных данных.
2. Эмпирические: а) Проектирование дачной системы «Freeze alarm»; б) Разработка дачной системы «Freeze alarm».

Заключение. Интернет вещей является эффективным способом обмена информацией между несколькими устройствами, подключенными к единой сети. Умные вещи ежедневно помогают людям во всех сферах жизнедеятельности, и с каждым днём их становится всё больше.

В результате написания данной работы я пришел к выводу, что современному человеку очень сложно обходиться без умных вещей, автоматизированных систем, и считаю что отказ от них нецелесообразен.

Многие компании уже сегодня создают различные умные вещи, которые эффективно помогают улучшить качество жизни человечеству. Последовав их примеру, я разработал свою недорогую умную вещь - дачную систему «Freeze alarm», которая будет своевременно предупреждать о возможной опасности выхода из строя системы водоснабжения.

Думаю, что внедрение дачной системы «Freeze alarm» на участках в садовых товариществах значительно снизит риски порчи дорогостоящего оборудования водоснабжения.

В будущем я планирую доработать свою систему, чтобы её можно было ещё использовать и в качестве устройства автоматического управления электрическим нагревателем труб.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Интернет вещей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BD%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B5%D1%82_%D0%B2%D0%B5%D1%89%D0%B5%D0%B9#cite_note-1. – Дата доступа: 15.02.2022.
2. Что такое интернет вещей и зачем это нужно [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://club.dns-shop.ru/blog/t-238-dru-goe-dlya-umnogo-doma/40134-chto-takoe-internet-veschei-i-zachem-eto-nujno/>. – Дата доступа: 25.02.2022.
3. Интернет вещей - технология будущего, которая меняет реальность сегодня [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://zen.yandex.ru/media/id/5a20825dad0f22233a285e05/internet-vescei--tehnologiiia-buduscego-kotoraia-meniaet-realnost-segodnia-5a83173c3c50f73b72402dea/>. – Дата доступа: 28.02.2022.
4. Arduino IDE [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://arduino-ide.com/>. – Дата доступа: 05.03.2022.
5. Fritzing для Windows [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cybersoft.ru/znaniya/raznoe-znaniya/116-fritzing.html>. – Дата доступа: 10.03.2022.
6. Всё о трубах [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bph-saratov.ru/montazh/zamerzla-voda.htm>. – Дата доступа: 15.01.2022.

**XII Республиканская научно-практическая конференция-конкурс
научно-исследовательских работ учащихся средних,
средних специальных учебных заведений и студентов вузов
«От Альфа к Омеге...» (с международным участием)
Секция 3. Компьютерные науки и программирование
ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ ШКОЛЬНИКОВ**

РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ SCRATCH

А. А. Шпиль
*ЧУП «Айтишник», 5 класс,
Гродно, Беларусь*

Научный руководитель – А. В. Менцель, преподаватель ЧУП «Айтишник».

В наше время интернет развивается, теперь это неотъемлемая часть нашей жизни. Умение создавать собственный сайт поможет выгодно зарекомендовать себя как при приеме на работу, так и в повседневной жизни. Люди все чаще смотрят инструкции к чему-либо в интернете, не прибегая к бумажным версиям. Сайт-инструкция может облегчить поиск информации, ведь вся важная информация собрана в одном месте. В этом заключается теоретическая и практическая значимость проекта.

Актуальность данной работы определяется тем, что возможности, которые предлагает приложение «Scratch» в программировании для начинающих востребованы среди новичков.

Предмет исследования: создание веб – сайта инструкции.

Цель работы – создание сайта-инструкции по приложению «Scratch» используя языки разметки документов HTML и CSS.

В соответствии с поставленной целью были выдвинуты следующие задачи:

1. Изучить теоретический материал по данной теме.
2. Выявить наиболее удобный способ создания сайта, изучив языки разметки гипертекста.
3. Выбрать дизайн сайта.
4. Определить структуру сайта.
5. Определить информационное наполнение сайта.
6. Верстка сайта.

Методы исследования: изучение и анализ информационных источников, обобщение и систематизация, подведение итогов.

Область применения: образовательные курсы, на занятиях по информатике в школе.

Проведенное изучение теоретических материалов по данной теме позволило создать сайт-инструкцию на основе языков разметки гипертекста HTML, CSS.

Все стадии решения основной задачи работы – реализованы. Можно сделать вывод о том, что запланированные задачи были выполнены. Создан информационный ресурс – сайт-руководство по приложению «Scratch», определено его информационное наполнение.

Дальнейшее развитие проекта предполагается в двух направлениях: первый – публикация сайта на хостинг, чтобы проект имел прикладное применение и мог нести пользу для тех, кто изучает «Scratch». А второй – внедрение после доработки информационного наполнения в образовательный процесс ЧУП «Айтишник».

Заключение. В заключении можно сделать вывод, что сайт проект имеет большую практическую значимость. Материалы исследования могут быть использованы на уроках информатики, а также использовать в качестве инструкции, а также могут помочь начинающим в программировании.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гончаров, А. Самоучитель HTML / А. Гончаров. – СПб.: Питер, 2002. – 240 с.
2. Официальное сообщество Scratch [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://scratch.mit.edu/>. – Дата доступа: 15.03.2022.

Секция 4. Робототехника и искусственный интеллект

**XII Республиканская научно-практическая конференция-конкурс
научно-исследовательских работ учащихся средних,
средних специальных учебных заведений и студентов вузов
«От Альфа к Омеге...» (с международным участием)
Секция 4. Робототехника и искусственный интеллект
ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ ШКОЛЬНИКОВ**

МЕНТОР-БОТ «ДЕКАРТ»

Д. Ю. Колосовская
*ГУО «Средняя школа № 27 г. Гродно», 8 «Б» класс,
Гродно, Беларусь*

Научный руководитель – Т. Н. Минько, учитель математики ГУО «Средняя школа № 27 г. Гродно», первая кв. категория учителя математики.

Ежегодно учащиеся девятых классов сталкиваются с необходимостью подготовки к школьным экзаменам за курс базовой школы. Одним из сложных предметов школьного курса традиционно считается математика.

Зачастую в процессе подготовки к выпускному экзамену современный школьник сталкивается с рядом проблем: отбор теоретического материала, систематизация учебных заданий, самоорганизация и самоконтроль.

Именно поэтому актуальным представляется создание чат-бота для помощи в подготовке к экзамену по предмету «Математика» за курс базовой школы.

Объектом данного исследовательского проекта являются боты с искусственным интеллектом. Предметом нашего исследования является использование чат-ботов в изучении математики.

Основная цель нашей исследовательской работы – разработать чат-бот, помогающий в подготовке к экзамену по предмету «Математика» за курс базовой школы.

Цель исследования предусматривает решение следующих задач:

- 1) изучить литературу по теме исследования;
- 2) выявить особенности экзамена по предмету «Математика» за курс базовой школы;
- 3) сформировать массив данных исследования и проанализировать его;
- 4) создать чат-бот для помощи в подготовке к школьному экзамену по предмету «Математика»;
- 5) внедрить чат-бот в учебный процесс в VIII классах и оценить его эффективность.

Исследование состоит из двух этапов. Первый этап предполагает анализ теоретического материала по предмету исследования. Второй этап включает сбор данных, создание бота-тренажера для помощи в подготовке к экзамену по предмету «Математика» за курс базовой школы и его первичную апробацию в учебном процессе. На этапе сбора данных было отобрано 400 задач, распределено по 6 разделам. В свою очередь, каждый раздел был разбит на классы, а также определены темы, изучаемые в конкретном классе. Все задания были взяты из материалов «Сборника заданий для выпускного экзамена по учебному предмету «Математика» на уровне общего базового образования» издательства «Национальный институт образования».

В опросе приняли участие 122 ученика VIII классов. Учащихся спросили, пользуются ли они чат-ботами ежедневно. 71% опрошенных учащихся ответили «Да». Дальнейший опрос показал, что они использовали чат-ботов для разных целей: игры, музыка, умный дом, образование и другие. Было принято решение создать чат-бот, который сможет помочь самостоятельно в удобном для себя темпе подготовиться к выпускному экзамену по математике за курс базовой школы.

Опрос показал, что предпочитаемым мессенджером среди восьмиклассников является Telegram. Поэтому для создания чат-бота была выбрана платформа RoboChat.io, которая позволяет создавать ботов, работающих в социальной сети Вконтакте или Telegram Messenger.

С возможностями ментор-бота «Декарт» можно ознакомиться в мессенджере Telegram, перейдя по ссылке @Dek_Art_bot.

Эксперимент проводился среди учащихся VIII «Б» и VIII «Д» классов с целью оценки эффективности работы бота. При изучении темы «Квадратные уравнения и неравенства» VIII «Б» класс использовали не только учебник «Алгебра 8», но и имели возможность работать с ботом. VIII «Д» класс изучал тему без поддержки бота-тренажера. В конце раздела была проведена самостоятельная работа, чтобы увидеть, насколько хорошо ученики усвоили материал. Результаты VIII «Б» класса были на 21% лучше.

Большинству респондентов понравилось использование чат-бота. По отзывам учащихся, преимущества Ментор-бота «Декарт» это:

- доступность 24/7;
- разумная обратная связь и оценка;
- интерактивная и очень увлекательная деятельность.

В целом, Ментор-бот «Декарт» обладает высоким потенциалом для использования в качестве средства изучения математики, но требует дальнейшего развития и наполнения, чтобы соответствовать требованиям, изменениям и инновациям в системе образования. Такая работа представляется интересным и перспективным направлением исследований.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. За каждым отличным ботом стоит отличный конструктор диалогов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://chatbotsjournal.com/behind-every-great-chatbot-theres-a-great-conversation-designer-ac40fc79082c>. – Дата доступа: 13.11.2021.

2. Национальный институт образования Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://adu.by/ru/homepage/novosti/4484-informatsionno-obrazovatelnyj-proekt-66.html>. – Дата доступа: 20.11.2021.

3. Применение ИИ в сфере образования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.analyticssteps.com/blogs/4-major-applications-artificial-intelligence-education-sector>. – Дата доступа: 10.10.2021.

4. Пять способов использования искусственного интеллекта учителями [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://bigdata-madesimple.com/5-ways-teachers-embracing-artificial-intelligence-now>. – Дата доступа: 18.11.2021.

5. Сборник заданий для выпускного экзамена по учебному предмету «Математика» за период обучения и воспитания на II ступени общего среднего образования / Национальный институт образования Респ. Беларусь. — Минск: Аверсев, 2020. – 189 с.

**ХII Республиканская научно-практическая конференция-конкурс
научно-исследовательских работ учащихся средних,
средних специальных учебных заведений и студентов вузов
«От Альфа к Омеге...» (с международным участием)
Секция 4. Робототехника и искусственный интеллект
ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ ШКОЛЬНИКОВ**

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПЛАТЫ ARDUINO UNO
ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ ЗДОРОВЬЯ ШКОЛЬНИКА ПРИ РАБОТЕ ЗА КОМПЬЮТЕРОМ**

В. Н. Кресик

*ГУО «Средняя школа № 9 г. Орши», 9 «А» класс,
Орша, Беларусь*

Научный руководитель – Е. В. Пурьшкина, учитель информатики ГУО «Средняя школа № 9 г. Орши», первая кв. категория учителя информатики.

Работая за компьютером, мы часто не обращаем внимания на свою осанку, не соблюдаем режим освещения, слишком долго смотрим на экран, не соблюдая при этом правильное расстояние. Это негативно сказывается на здоровье. Поэтому мы решили собрать устройство, которое помогало бы контролировать расстояние от монитора до глаз, уровень освещенности, время работы за компьютером. Очевидно, что в этом устройстве должны использоваться сенсоры, которые могли бы отслеживать расстояние и уровень освещенности. Кроме того, устройство должно уметь отсчитывать время непрерывной работы. Однако очевидно, что для обработки сигналов датчиков и отсчета времени необходимо использовать контроллер. В интернете я нашел информацию о том, что датчики можно подключать к плате Arduino Uno, на которой уже установлен микроконтроллер. Поэтому я решил провести исследование, чтобы узнать, какие можно использовать сенсоры и контроллер для создания этого устройства.

Решение этой задачи имеет важное значение, поскольку созданный прибор мог бы применяться для здоровьесбережения школьников.

Цель исследования: изучить характеристики платы Arduino Uno и подключаемых к ней устройств.

Материал исследования – техническая документация о плате Arduino Uno. В работе использовались теоретические и практические методы исследования: изучение технической литературы о плате Arduino Uno, изучение средств для создания 3D-моделей, составление программ для устройств на базе платы Arduino Uno.

Изучив теорию о плате Arduino Uno, мы приступили к созданию устройства для контроля соблюдения правил работы за компьютером.

Устройство должно определять расстояние от лица пользователя до монитора, а также вести контроль уровня освещенности и времени непрерывной работы за компьютером. Поэтому мы решили использовать ультразвуковой датчик и датчик освещенности.

Ультразвуковой датчик расстояния Arduino HC-SR04 является прибором бесконтактного типа, и обеспечивает высокоточное измерение и стабильность. Диапазон дальности его измерения составляет от 2 до 400 см. На его работу не оказывает существенного воздействия электромагнитные излучения и солнечная энергия [2]. Мы выяснили, что обзорный угол датчика составляет всего 15 градусов [3]. Это значит, что при рекомендуемом расстоянии до монитора (около 60-70 см), обзор датчика составит всего около 18 см. Поэтому мы решили установить два таких датчика на расстоянии 15 см друг от друга.

При таком расположении датчиков обзор устройства составит около половины ширины монитора. Однако мы посчитали это достаточным, поскольку, если лицо пользователя не попадает в эту область, хотя бы частично, то это говорит о значительном наклоне влево или

вправо и, соответственно, о нарушении правил работы за компьютером. Если один из датчиков обнаружит, что расстояние до пользователя менее 50 сантиметров, это также говорит о нарушении правил работы за компьютером.

Поскольку на компьютере нельзя работать при недостаточной освещенности, мы так же решили установить на корпусе устройства датчик освещенности.

Для того чтобы контролировать время работы пользователя никаких дополнительных устройств использовать не нужно. Мы просто написали программу, выполнять которую будет микроконтроллер Atmega328P, установленный на плате Arduino Uno.

Все используемые нами датчики, а так же сама плата Arduino Uno размещаются в корпусе, который крепится на мониторе компьютера. Для того чтобы устройство могло крепиться на мониторы разной толщины, а также регулироваться по высоте, мы изготовили конструкцию, состоящую из трех деталей.

Для создания 3D-моделей деталей мы использовали бесплатный онлайн сервис tinkercad.com. Этот сервис позволяет создавать огромное количество простых 3D-объектов и электронных схем из большого числа заготовок, созданных как разработчиками программы, так и ее пользователями. После создания моделей деталей мы распечатали их на 3D-принтере и собрали в одну конструкцию.

Внутри передней детали корпуса мы разместили ультразвуковые датчики, датчик освещенности, цифровое табло ПС/12С 1602, спикер, а также управляющие кнопки и кнопку включения. Для объединения их в одну электрическую цепь мы использовали навесной монтаж.

Когда устройство было создано, мы запрограммировали плату Arduino Uno.

Заключение

Проводя исследование, мы изучили технические характеристики платы Arduino Uno, а также перечень и характеристики подключаемых к ней устройств.

Мы установили, что с помощью платы Arduino Uno и подключаемых к ней датчиков можно осуществлять контроль за соблюдением пользователем правил безопасности во время работы за компьютером.

Гипотеза исследования подтвердилась.

Используя полученные в ходе исследования знания, мы создали и запрограммировали прототип устройства для контроля соблюдения правил работы за компьютером.

Устройство может быть использовано с целью сохранения здоровья при работе за компьютером. В том числе во время образовательного процесса в школе.

Цель и задачи исследования достигнуты.

Видео работы прибора доступно по ссылке https://youtu.be/NALs_itKVBs

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Radioproг [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://radioproг.ru/shop/merch/2>. – Дата доступа: 18.09.2021.
2. Российское ардуино-сообщество [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://arduinomaster.ru/datchiki-arduino/ultrazvukovoj-dalnomer-hc-sr04/>. – Дата доступа: 20.09.2021.
3. Робочип [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://robotchip.ru/obzor-modulya-osveshchennosti-lm393/>. – Дата доступа: 20.09.2021.

**XII Республиканская научно-практическая конференция-конкурс
научно-исследовательских работ учащихся средних,
средних специальных учебных заведений и студентов вузов
«От Альфа к Омеге...» (с международным участием)
Секция 4. Робототехника и искусственный интеллект
ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ ШКОЛЬНИКОВ**

УСТРОЙСТВО ФОРМИРОВАНИЯ ПРАВИЛЬНОГО НАВЫКА ХОДЬБЫ

В. А. Лешкевич

*ГУО «Высоковская средняя школа» Каменецкого района, 6 «Б» класс,
Высокое, Беларусь*

Научный руководитель – А. Н. Лешкевич, учитель математики и информатики ГУО «Высоковская средняя школа» Каменецкого района, высшая кв. категория учителя информатики.

В работе исследуются возможности платы Micro:bit для создания устройства формирования правильного навыка ходьбы.

Цель работы – разработка модели устройства для формирования правильного навыка ходьбы на базе платы Micro:bit.

Задачи работы:

- собрать устройство для формирования правильного навыка ходьбы на базе платы Micro:bit;
- запрограммировать платы Micro:bit;
- протестировать устройство.

Работа посвящена созданию и программированию устройства для формирования правильного навыка ходьбы на базе платы Micro:bit. Устройство состоит из двух запрограммированных плат, которые одеваются на ноги, и трекера, который одевается на руку. В процессе движения каждая из плат Micro:bit на ногах вычисляет с помощью встроенного компаса угол, а затем эти значения по Bluetooth передаются на трекер. Трекер вычисляет разность углов. Если ноги поставлены правильно, то загорается зеленый светодиод, а если поставлены неправильно, то загорается красный светодиод и подается звуковой сигнал. «Правильный» угол постановки ног был рассчитан экспериментально с помощью измерений.

Краткие выводы по результатам выполнения работы и оценка полноты решений поставленных задач.

Устройство для формирования правильного навыка ходьбы является законченной разработкой, которую можно использовать для детей, которые имеют проблемы с правильной расстановкой ног при ходьбе.

Заключение. По результатам работы можно сделать следующие выводы:

- собрано устройство для формирования правильного навыка ходьбы на базе платы Micro:bit;
- запрограммированы платы Micro:bit, которые крепятся на ноги, плата трекера;
- устройство протестировано на учащихся школы с правильной походкой и тех, которые имеют определенные проблемы с правильной расстановкой ног. В целом устройство показало хорошие результаты работы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. BBC micro:bit [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://microbit.org/>. – Дата доступа: 20.09.2021.
2. Micro:bit box [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.thingiverse.com/thing:2225904>. – Дата доступа: 18.10.2021
3. Tinkercad [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.tinkercad.com/dashboard/>. – Дата доступа: 20.10.2021
4. Microbit: уроки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sites.google.com/view/p-s-p/>. – Дата доступа: 20.09.2021.
5. Давайте код [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://microbit.org/code/>. – Дата доступа: 20.09.2021.
6. Какой должна быть правильная походка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://maremed.ru/article/kakoj-dolzhna-byt-pravilnaja-pohodka/>. – Дата доступа: 15.09.2021.
7. Как правильно ходить? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://m.business-gazeta.ru/blog/404299>. – Дата доступа: 20.09.2021.
8. Основные блоки программы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://telegraph.nabor-instrumentov-Blocks-08-14>. – Дата доступа: 20.09.2021.
9. Плоскостопие. Профилактика плоскостопия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.nmclinika.ru/content/ploskostopie.html>. – Дата доступа: 18.09.2021.

**XII Республиканская научно-практическая конференция-конкурс
научно-исследовательских работ учащихся средних,
средних специальных учебных заведений и студентов вузов
«От Альфа к Омеге...» (с международным участием)
Секция 4. Робототехника и искусственный интеллект
ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ ШКОЛЬНИКОВ**

**КОНСТРУИРОВАНИЕ И ПРОГРАММИРОВАНИЕ
РОБОТА-МАНИПУЛЯТОРА СПАСАТЕЛЯ**

Е. П. Мартинович

*ГУО «Гимназия № 10 имени Митрополита Филарета (Вахромеева) г. Гродно», 11 «А» класс,
Гродно, Беларусь*

Научный руководитель – Д. Н. Барановский, заместитель директора по учебной работе
ГУО «Гимназия № 10 имени Митрополита Филарета (Вахромеева) г. Гродно».

В современном мире, который становится всё более цифровым и прогрессивным, роботы довольно востребованы. Их используют в абсолютно различных сферах жизни, о которых многие могут даже не догадываться. Аварийно-спасательные работы часто проводятся в условиях бездорожья, завалов, радиационного и химического заражения, задымленности и т.п. Чтобы снизить риск травматизма и гибели спасателей, а также облегчить разведку и поиск пострадавших в сложных условиях, в мире постоянно ведутся научно-исследовательские работы по созданию и усовершенствованию робототехнических устройств для этих целей.

Цель: максимально оградить человека от опасности во время проведения поисково-спасательных работ под завалами строительных конструкций.

Задача: создание и программирование прототипа робота манипулятора для расчищения завалов, поиска живых людей и передачи спасателям информации об их местонахождении с помощью Wi-Fi-модуля.

Ставится задача создать робота и запрограммировать его так, чтобы он передвигался по черной линии (импровизированной дороге) до обнаружения препятствия. Робот-спасатель должен замерить его температуру. Если она будет ниже заданной, то он должен захватить клешней препятствие и отставить его в сторону. Если же температура выше заданной, то робот отправляет сообщение спасателям о местоположении пострадавшего.

1. Существующие аналоги. Определившись с темой нашего исследования, мы приступили к изучению материала, имеющегося в интернете. Оказывается в мире существуют роботы-спасатели при землетрясениях и авариях техногенного происхождения, роботы, направленные на поиск выживших, роботы-спасатели на воде.

В рамках данного проекта мы работали с двумя видами конструкторов.

2. Робоплатформа. Робоплатформа – это робототехнический конструктор для обучения программированию и робототехнике с помощью программирования микроконтроллеров и обработки информации с датчиков линии, света, касания и передачи информации на моторы колесной платформы.

2.1. Механика. Детали робота были разработаны при помощи программного обеспечения Autodesk Inventor, который предоставляет инструменты профессионального 3D-проектирования, документации и моделирования изделий. При создании устройства были использованы метизы диаметром М3. Далее детали были распечатаны из пластика ABS на 3D-принтере. Созданные детали были установлены на робоплатформу.

2.2. Электроника. Сердцем нашего манипулятора является микроконтроллер ATmega328P. Он является 8-ми разрядным CMOS микроконтроллером с низким энергопотреблением, основанным на усовершенствованной AVR RISC архитектуре. Также он

имеет 8-битный процессор и позволяет выполнять большинство команд за один такт. Также для создания нашего робота был использован сервопривод SG90, шаговый двигатель 28byj-48, мотор-редуктор 3-6 Вольт, С помощью программы для автоматизированного проектирования электронных схем – Proteus мы можем видеть результат ещё до создания прототипа в реальной жизни. Таким образом мы перестраховываемся от ошибок, которые в последствии могут привести к поломке оборудования.

2.3. Программирование робота-манипулятора. Для управления сервоприводами и шаговыми моторами в нашем проекте мы использовали ШИМ или широтно-импульсная модуляция – это процесс управления мощностью методом пульсирующего включения потребителя энергии. При создании программного обеспечения и алгоритмизации была использована интегрированная среда разработки программного обеспечения для микроконтроллеров семейства AVR фирмы Atmel – CodeVisionAVR.

Созданный и запрограммированный нами робот (рис.1) движется по черной линии до обнаружения препятствия. Устраняет его. Снова ищет черную линию и далее продолжает движение по черной до обнаружения следующего препятствия.

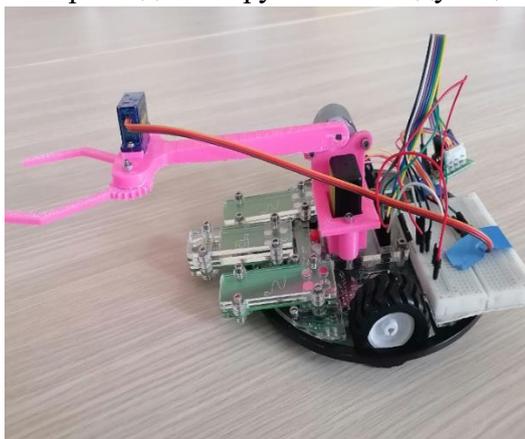


Рис.1

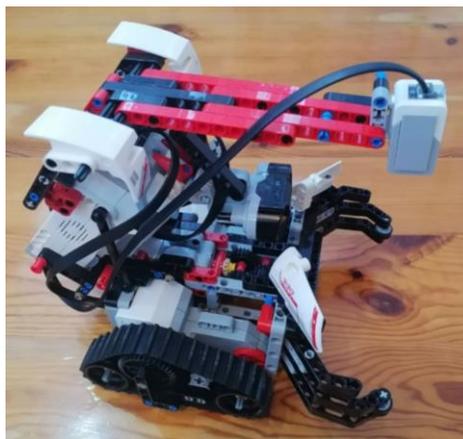


Рис.2

3. Конструирование Lego Mindstorms с использованием EV3.

Из конструктора Lego Mindstorms мы собрали робота-тележку на гусеницах снабдив его инфракрасным датчиком, датчиком цвета и клешнями для захвата (рис.2). И далее мы запрограммировали нашего робота на выполнение двух заданий.

3.1. Расчищение дороги. Наш робот движется по прямой “дороге” до обнаружения препятствия. Далее он определяет его цвет. Синий предмет робот убирает в левую сторону, все остальные, кроме красного убирает вправо, а красные (будем условно считать, что это человек) робот везёт на базу.

3.2. Поиск пострадавших в задымлённом поле. В данном случае наш робот выезжает в центр поля и вращаясь сканирует его до обнаружения пострадавшего. При обнаружении робот подъезжает к нему, захватывает клешнями и везёт на базу. Затем возвращается в центр поля и продолжает сканирование с того угла на котором до этого прервался. Просканировав полный оборот 360 градусов, робот возвращается на базу и подаёт звуковой сигнал о выполнении задания.

Заключение. Созданы и запрограммированы два прототипа робота манипулятора. Робот-спасатель ищет препятствие на чёрной линии, сканирует его на температуру и в случае нахождения живого объекта отправляет сигнал человеку с помощью Wi-Fi-модуля. Иначе робот убирает преграду с траектории своего движения и возвращается на “дорогу”. Робот Lego Mindstorms решает задачи расчищения дороги и поиска пострадавшего в задымлённом поле.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Знакомство с конструктором [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://robot-help.ru/lessons/lesson-1.html>. – Дата доступа: 20.03.2022.

**XII Республиканская научно-практическая конференция-конкурс
научно-исследовательских работ учащихся средних,
средних специальных учебных заведений и студентов вузов
«От Альфа к Омеге...» (с международным участием)
Секция 4. Робототехника и искусственный интеллект
ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ ШКОЛЬНИКОВ**

CHATBOTS IN LANGUAGE LEARNING ENVIRONMENT

К. Ю. Развадовская

*ГУО «Средняя школа № 27 г. Гродно», 10 «А» класс,
Гродно, Беларусь*

Научный руководитель – А. Г. Миклашевич, учитель английского языка ГУО «Средняя школа № 27 г. Гродно», первая кв. категория учителя английского языка.

With the development of modern technologies, artificial intelligence has been extensively applied in education. Intelligent tutoring systems and teaching robots open new opportunities, potentials, and challenges in educational practices. However, despite their unlimited possibilities, the concept of a chatbot in language learning environment is not widely known yet.

Therefore, the fundamental idea of our research project is to analyze the types of artificially intelligent chatbots, stages of their workflow and possibilities of their use in language learning environment.

The object of this research project is artificially intelligent chatbots. The subject of our research is the chatbots in language learning environment.

The major aim of our research paper is to identify a chatbot's potential role in language learning environment.

This aim stipulates the solution of the following tasks:

- firstly, to study the literature on the subject matter;
- secondly, to form a research data array and analyze it;
- thirdly, to introduce a chatbot for lexical-grammar practice to senior students and spot its efficiency.

The research consists of two stages. The first stage involved the analysis of information on the research subject. The second stage determined the collection of the data, creation of a chatbot for lexical-grammar practice and its representation in the educational process.

Eighty three students of the XI form took part in the survey in order to form the data array of our research project. They were asked whether they used chatbots on a daily basis. 82% of the interviewed students answered «Yes». The further survey showed that they used chatbots for various purposes: games, music, smart home, education and others.

It was decided to create a chatbot in order to help senior students to improve their lexical-grammar skills and prepare for centralized testing in English. Telegram Messenger has become a launching platform for the bot.

Centralized Testing Expert chatbot (@ctexpert_bot) has the same structure as Centralized Testing in English. All the tasks are taken from Centralized Testing materials from 2016 to 2021 and sorted out according to the new structure, introduced in winter 2021.

The experiment was held among the students of the XI «B» form in order to assess the efficiency of the bot. Fifteen students studied the grammar topic «Verbs with prepositions» on the basis of the course book and @ctexpert_bot. The rest of the students (fifteen respondents with the same level of the English language proficiency) used only the course book to study the same material. A progress test was held at the end of the unit. The first group showed much better results.

Most respondents enjoyed using the chatbot. According to the students' feedback the benefits of @ctexpert_bot are availability 24/7, smart feedback and assessment, interactive and highly engaging activity.

As a result, CT Expert chatbot has a high potential as a language-learning medium especially in learning lexis and grammar. Such work seems to be an interesting and promising area of studies. The results of our research project can be used in teaching and learning English as well as preparation for Centralized Testing.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Applications of AI in educational sector [Electronic resource] // Analytic Steps Informedia. – Mode of access: <https://www.analyticssteps.com/blogs/4-major-applications-artificial-intelligence-education-sector>. – Date of access: 10.12.2021.
2. Behind every great chatbot there is a great Conversation Designer [Electronic resource] // Chatbots Journal – Mode of access: <https://chatbotsjournal.com/behind-every-great-chatbot-theres-a-great-conversation-designer-ac40fc79082c>. – Date of access: 13.11.2021.
3. Five ways teachers are embracing artificial intelligence [Electronic resource] // Big Data Made Simple. – Mode of access: <https://bigdata-madesimple.com/5-ways-teachers-embracing-artificial-intelligence-now>. – Date of access: 13.11.2021.
4. Fryer, L. Bots as language learning tools / L. Fryer // Language Learning & Technology. – 2017. – № 10. – P. 8–14.
5. Hill, J. Real conversations with artificial intelligence: A comparison between human–human online conversations and human -chatbot conversations / J. Hill // Computers in Human Behavior. – 2020. – № 49. – P. 245-250.

**XII Республиканская научно-практическая конференция-конкурс
научно-исследовательских работ учащихся средних,
средних специальных учебных заведений и студентов вузов
«От Альфа к Омеге...» (с международным участием)
Секция 4. Робототехника и искусственный интеллект
ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ ШКОЛЬНИКОВ**

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА

К. Б. Ситарский, Г. С. Туз

*ГУО «Высоковская средняя школа» Каменецкого района, 8 «Б» класс; 9 «В» класс,
Высокое, Беларусь*

Научный руководитель – А. Н. Лешкевич, учитель математики и информатики ГУО «Высоковская средняя школа» Каменецкого района, высшая кв. категория учителя информатики.

В работе рассматривается создание системы, которая предназначена для мониторинга температуры тела человека.

Актуальность работы состоит в создании системы автоматического мониторинга температуры тела человека.

Цель работы: создать систему, способную в автоматическом режиме измерять температуру тела человека.

Задачи работы:

- собрать модель устройства для бесконтактного измерения температуры тела человека;
- запрограммировать серверную часть системы;
- запрограммировать пользовательскую часть системы.

Система состоит из трех частей: пользовательской, серверной, устройства автоматического измерения температуры. Вся система мониторинга температуры работает по следующему алгоритму: как только ученик, учитель подходит к устройству, срабатывает датчик расстояния, который передает сигнал на термометр; термометр измеряет температуру в градусах Цельсия, которая отображается на экране монитора и отправляется на сервер; если значение температуры превышает 37 °С, то ученик или учитель идентифицируются по личному QR-коду; все сообщения, полученные от термометра, обрабатываются на сервере; на экране смартфона пользователя выводится необходимая ему информация (администрация, медицинская сестра, классный руководитель, родитель).

Программирование пользовательской и серверной частей системы велось на языке программирования Java в среде Android Studio. Программирование устройства измерения температуры велось в среде Arduino IDE на C++.

Система мониторинга температуры тела человека представляет собой готовый программный продукт, который можно использовать для мониторинга температуры тела человека в учреждениях образования, на предприятиях.

Заключение.

Результатом работы стало создание системы мониторинга температуры тела человека. Каждая подсистема, выполняя свою функцию, «работает» на одну цель – мониторинг температуры тела человека:

- 1) собранная на базе платы Arduino Uno модель устройства при помощи инфракрасного датчик температуры измеряет температуру тела человека в автоматическом режиме;
- 2) запрограммированная на Java серверная часть системы получает результаты термометрии, анализирует полученные данные и отправляет их в базу данных;

3) пользовательская часть системы, запрограммированная на Java, выдает для группы пользователей (администрация, медицинская сестра, классный руководитель, родитель) необходимую для них информацию о повышении температуры тела.

Таким образом, воспользовавшись системой мониторинга температуры тела, можно в автоматическом режиме проводить измерение температуры и при необходимости быстро реагировать на ее повышение.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Документация для разработчиков приложений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://developer.android.com/docs>. – Дата доступа: 20.10.2021.
2. Зачем измерять температуру? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.microlife.ru/magazine/management>. – Дата доступа: 10.09.2021.
3. Использование бесконтактного датчика температуры MLX90614-DCI с большим радиусом действия на Arduino [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://robojax.com/learn/arduino/?vid=robojax_MLX90614-DCI_long_range. – Дата доступа: 11.09.2021.
4. Начинаем работать с Firebase на Android. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://code.tutsplus.com/ru/tutorials/get-started-with-firebase-for-android--cms-27248>. – Дата доступа: 20.10.2021.
5. Почему важно точно измерять температуру при коронавирусе? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://relsib.com/articles/pochemu-vazhno-tochno-izmerjat-temperaturu-pri-koronaviruse>. – Дата доступа: 11.09.2021.
6. Программирование Ардуино [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://arduino.ru/Reference>. – Дата доступа: 02.10.2021.
7. Программирование для Android [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ru-code-android.livejournal.com/>. – Дата доступа: 22.09.2021.
8. AndroidStudio [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://startandroid.ru/ru/uroki.html>. – Дата доступа: 16.10.2021.
9. Arduino [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://developer.alexanderklimov.ru/arduino/>. – Дата доступа: 14.10.2018.
10. Build An Infrared Thermometer [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=UID87M-IKsg>. – Дата доступа: 14.10.2021.
11. Termometro LASER DIY con Arduino [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=eLann3shOT4>. – Дата доступа: 15.10.2021.

СОДЕРЖАНИЕ

Часть 1. Статьи студентов.....	3
Секция 2. Прикладная математика	3
Балаева Е.Д. О функции Лебега рациональных рядов Фурье на числовой прямой... 4	
Дубовик В.В. МНК для описания зависимости между ценой на нефть и индексом акций нефтяной компании	13
Жихарко М.Ф. Марковские системы массового обслуживания и их применение... 16	
Пугач И.А, Василюк А.С. Импорт данных и построение графиков средствами языка программирования R	22
Станулевич А.В. Необходимые условия наличия свойства Пенлеве у дифференциального уравнения в частных производных пятого порядка	25
Теребей Э.В. Визуализация построения предельного цикла автономной системы дифференциальных уравнений	28
Щерба Д.М. Статистический анализ данных с помощью методов выявления отклика на воздействие.....	31
Янченко В.А. О разработке программы для создания функции трех переменных, имеющей одну точку локального экстремума	40
Секция 3. Компьютерные науки и программирование.....	43
Булай А.Е. Цифровое образовательное решение для модуля учебного курса «Криптографические методы» по теме «Задача дискретного логарифмирования» и «Электронная цифровая подпись по схеме Эль-Гамала»	44
Медведь К.М. Применение технологий HTML, CSS, JS для разработки сайта конференции «От Альфа к Омеге...»	49
Протосовицкая С.Б. Защита мобильных приложений средствами биометрической аутентификации	53
Толбухин Д.В. Приложение, моделирующее систему трёх тел в гравитационном поле средствами Python	58
Секция 4. Робототехника и искусственный интеллект.....	64
Менцель А.В, AR-карта университета.....	65
Романовская В.В. Применение технологий дополненной и виртуальной реальности в промышленности.....	70
Часть 2. Тезисы докладов школьников.....	74
Секция 1. Алгебра, геометрия и математический анализ.....	74
Астапенко А.И. Делимость двучленов	75
Бородько К.Д. Кое-что о диагоналях правильного многоугольника	77
Герасимчик Е.А. Медианы многоугольника	79
Драгомерецкий И.О. Солнечный город	81
Ламан Д.А. Плюс-умножить.....	83
Мартинович Е.П. Уравнение в целых числах	85
Микулёнок С.В. Уравнение в целых числах.....	88
Ольшевский С.Т. Приёмы быстрых вычислений	90
Раткевич М.В. Математика в рассадке учащихся по парам с учетом их пожеланий.....	92
Самусева А.А. Геометрия помогает арифметике	94
Секция 2. Прикладная математика	96
Волошик А.А., Красько А.П. Применение метода раскраски для решения нестандартных задач	97
Литвинский Г.О. Математическое программирование в некоторых задачах по криптографии	99
Ольшевский С.Т. Математика в профессиях родителей	101

Секция 3. Компьютерные науки и программирование.....	103
<i>Алетурович Е.А., Гетко Е.П.</i> Визуализация краеведческого приложения «STREET STORIES» посредством среды разработки UNITY.....	104
<i>Барковский Г.А.</i> Исследование возможностей стека netn для создания видеохостинга	106
<i>Бенько А.В.</i> 3D-печать для создания собственных продуктов	108
<i>Буйвид Ю.Ю.</i> Мультимедийная книга «Живая поэзия».....	110
<i>Валюк И.С., Млѣник Н.С.</i> Моделирование банковских услуг.....	112
<i>Галай А.С.</i> Определение сонливости водителя за рулем.....	114
<i>Ганисевский В.Н.</i> Создание маппинга в программе valve hammer editor	116
<i>Григорьев М.Д.</i> Проектирование RISC – процессора в среде Logisim для повышения информационной безопасности	118
<i>Гринко Е.А.</i> Мобильное приложение Geo ar.....	120
<i>Даранчук М.С.</i> Образовательный веб-квест «В поисках класного журнала»	123
<i>Иванов А.Д., Сорокин Б.В.</i> Изучение возможностей языка программирования Javascript для создания веб-страниц на клиентском компьютере	125
<i>Котова К.А.</i> Использование HTML «Javascript» для создания школьного сайта...127	
<i>Кучук Н.Д.</i> Визуализация погодных данных с помощью языка программирования Python	129
<i>Лешкевич П.А., Приход К.В.</i> Распрацоўка мабільнага дадатку “Вывучай фанетыку.by”	131
<i>Монич И.А.</i> Разработка игрового приложения в Unity 3D.....	133
<i>Мурадов Э.Э.</i> Авторская разработка компьютерной игры «Stranger more: chapter one».....	135
<i>Орсик С.П.</i> Система распознавания объектов с использованием микроконтроллера ESP32 на основе библиотеки OPENCV.....	137
<i>Петровский А.В.</i> Создание блокчейн технологии и криптовалюты на Python	139
<i>Салалайко И.С.</i> 3D-моделирование старого замка в Гродно в программе Blender.141	
<i>Серпиков М.В.</i> Программа расстановки дат проведения уроков в календарно-тематическом планировании.....	143
<i>Синитский Я.А.</i> Интерактивный плакат «Belarus».....	145
<i>Скрипко В.В.</i> Разработка игры «The legend of mike».....	147
<i>Solodovnikov I.A.</i> Implementation of decentralized air pollution monitoring system with distributed ledger technology	150
<i>Стельмахович С.В.</i> Ромпьютерная игра «Символы Беларуси»	152
<i>Чернюк В.С., Федорук К.А.</i> Создание компьютерной игры посредством платформы Unity 3D	154
<i>Чичкан А.М.</i> Создание собственных NFT токенов	156
<i>Шилко Е.Н.</i> Создание дачной системы «Freeze alarm» на Arduino	158
<i>Шпиль А.А.</i> Руководство пользователя Scratch	160
Секция 4. Робототехника и искусственный интеллект.....	162
<i>Колосовская Д.Ю.</i> Менгор-бот «Декарт»	163
<i>Кресик В.Н.</i> Исследование возможностей платы Arduino Uno для сохранения здоровья школьника при работе за компьютером.....	165
<i>Лешкевич В.А.</i> Устройство формирования правильного навыка ходьбы.....	167
<i>Мартинович Е.П.</i> Конструирование и программирование робота-манипулятора спасателя	169
<i>Развадовская К.Ю.</i> Chatbots in language learning environment.....	171
<i>Ситарский К.Б., Туз Г.С.</i> Система мониторинга температуры тела человека	173