

# ЮНЫЙ УЧЁНЫЙ

ISSN 2409-546X

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



$$B \frac{dy}{dt} + (A-C)yp = Mg(z_0y - ay^2)$$
$$C \frac{dx}{dt} + (B-A)px = vlg(z_0y - y_0y)$$
$$\frac{dy}{dt} = v_1x' - ay^2, \frac{dx}{dt} = p_1y' - v_1y, \frac{dy}{dt} = ay^2 - p_1y'$$
$$(y^2 + z^2) p dx, B = \int_0^x (ay^2 + z^2) p dx$$
$$ay^2 + z^2) p dx \quad \text{вдём переменную } dx$$
$$p, q, r, s, y.$$

2  
Часть II  
2025

6+

# Юный ученый

## Международный научный журнал

№ 2 (87) / 2025

Издается с февраля 2015 г.

*Главный редактор:* Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических наук

*Редакционная коллегия:*

Жураев Хусниддин Олтинбоевич, доктор педагогических наук (Узбекистан)

Иванова Юлия Валентиновна, доктор философских наук

Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук

Кошербаева Айгерим Нуралиевна, доктор педагогических наук, профессор (Казахстан)

Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук

Лактионов Константин Станиславович, доктор биологических наук

Сараева Надежда Михайловна, доктор психологических наук

Абдрасилов Турганбай Курманбаевич, доктор философии (PhD) по философским наукам (Казахстан)

Авдеюк Оксана Алексеевна, кандидат технических наук

Айдаров Оразхан Турсункожаевич, кандидат географических наук (Казахстан)

Алиева Тарана Ибрагим кызы, кандидат химических наук (Азербайджан)

Ахметова Валерия Валерьевна, кандидат медицинских наук

Бердиев Эргаш Абдуллаевич, кандидат медицинских наук (Узбекистан)

Брезгин Вячеслав Сергеевич, кандидат экономических наук

Данилов Олег Евгеньевич, кандидат педагогических наук

Дёмин Александр Викторович, кандидат биологических наук

Дядюн Кристина Владимировна, кандидат юридических наук

Желнова Кристина Владимировна, кандидат экономических наук

Жуйкова Тамара Павловна, кандидат педагогических наук

Игнатова Мария Александровна, кандидат искусствоведения

Искаков Руслан Маратбекович, кандидат технических наук (Казахстан)

Калдыбай Кайнар Калдыбайулы, доктор философии (PhD) по философским наукам (Казахстан)

Кенесов Асхат Алмасович, кандидат политических наук

Коварда Владимир Васильевич, кандидат физико-математических наук

Комогорцев Максим Геннадьевич, кандидат технических наук

Котляров Алексей Васильевич, кандидат геолого-минералогических наук

Кузьмина Виолетта Михайловна, кандидат исторических наук, кандидат психологических наук

Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)

Кучерявенко Светлана Алексеевна, кандидат экономических наук

Лескова Екатерина Викторовна, кандидат физико-математических наук

Макеева Ирина Александровна, кандидат педагогических наук

Матвиенко Евгений Владимирович, кандидат биологических наук

Матроскина Татьяна Викторовна, кандидат экономических наук

Матусевич Марина Степановна, кандидат педагогических наук

Мусаева Ума Алиевна, кандидат технических наук

Насимов Мурат Орленбаевич, кандидат политических наук (Казахстан)

Паридинова Ботагоз Жаппаровна, магистр философии (Казахстан)

Прончев Геннадий Борисович, кандидат физико-математических наук

Рахмонов Азизхон Боситхонович, доктор педагогических наук (Узбекистан)

Семахин Андрей Михайлович, кандидат технических наук

Сенцов Аркадий Эдуардович, кандидат политических наук

Сенюшкин Николай Сергеевич, кандидат технических наук

Султанова Дилшоода Намозовна, доктор архитектуры (Узбекистан)

Титова Елена Ивановна, кандидат педагогических наук

Ткаченко Ирина Георгиевна, кандидат филологических наук

Федорова Мария Сергеевна, кандидат архитектуры

Фозилов Садриддин Файзуллаевич, кандидат химических наук (Узбекистан)

Яхина Асия Сергеевна, кандидат технических наук

Ячинова Светлана Николаевна, кандидат педагогических наук

## **Международный редакционный совет:**

Айрян Заруи Геворковна, кандидат филологических наук, доцент (Армения)  
Арошидзе Паата Леонидович, доктор экономических наук, ассоциированный профессор (Грузия)  
Атаев Загир Вагитович, кандидат географических наук, профессор (Россия)  
Ахмеденов Кажмурат Максutowич, кандидат географических наук, ассоциированный профессор (Казахстан)  
Бидова Бэла Бертовна, доктор юридических наук, доцент (Россия)  
Борисов Вячеслав Викторович, доктор педагогических наук, профессор (Украина)  
Буриев Хасан Чутбаевич, доктор биологических наук, профессор (Узбекистан)  
Велковска Гена Цветкова, доктор экономических наук, доцент (Болгария)  
Гайич Тамара, доктор экономических наук (Сербия)  
Данатаров Агахан, кандидат технических наук (Туркменистан)  
Данилов Александр Максимович, доктор технических наук, профессор (Россия)  
Демидов Алексей Александрович, доктор медицинских наук, профессор (Россия)  
Досманбетов Динар Бакбергенович, доктор философии (PhD), проректор по развитию и экономическим вопросам (Казахстан)  
Ешиев Абдыракман Молдоалиевич, доктор медицинских наук, доцент, зав. отделением (Кыргызстан)  
Жолдошев Сапарбай Тезекбаевич, доктор медицинских наук, профессор (Кыргызстан)  
Игисинов Нурбек Сагинбекович, доктор медицинских наук, профессор (Казахстан)  
Кадыров Кутлуг-Бек Бекмурадович, доктор педагогических наук, и. о. профессора, декан (Узбекистан)  
Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)  
Козырева Ольга Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Россия)  
Колпак Евгений Петрович, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)  
Кочербаева Айгерим Нуралиевна, доктор педагогических наук, профессор (Казахстан)  
Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)  
Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)  
Кыят Эмине Лейла, доктор экономических наук (Турция)  
Лю Цзюань, доктор филологических наук, профессор (Китай)  
Малес Людмила Владимировна, доктор социологических наук, доцент (Украина)  
Нагервадзе Марина Алиевна, доктор биологических наук, профессор (Грузия)  
Нурмамедли Фазиль Алигусейн оглы, кандидат геолого-минералогических наук (Азербайджан)  
Прокопьев Николай Яковлевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)  
Прокофьева Марина Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Казахстан)  
Рахматуллин Рафаэль Юсупович, доктор философских наук, профессор (Россия)  
Ребезов Максим Борисович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Россия)  
Сорока Юлия Георгиевна, доктор социологических наук, доцент (Украина)  
Султанова Дилшода Намозовна, доктор архитектурных наук (Узбекистан)  
Узаков Гулом Норбоевич, доктор технических наук, доцент (Узбекистан)  
Федорова Мария Сергеевна, кандидат архитектуры (Россия)  
Хоналиев Назарали Хоналиевич, доктор экономических наук, старший научный сотрудник (Таджикистан)  
Хоссейни Амир, доктор филологических наук (Иран)  
Шарипов Аскар Калиевич, доктор экономических наук, доцент (Казахстан)  
Шуклина Зинаида Николаевна, доктор экономических наук (Россия)

# СОДЕРЖАНИЕ

## МАТЕМАТИКА — АЛГЕБРА И НАЧАЛА АНАЛИЗА, ГЕОМЕТРИЯ

<i>Бойкова А. Э.</i> Сравнение свойств двумерного и трехмерного симплексов .....	83
<i>Коба Н. С.</i> Неевклидова геометрия .....	91
<i>Prigodskiy R. A.</i> Collatz conjecture. ....	96
<i>Ситников М. В.</i> Булева алгебра: теория и современные технологии .....	99
<i>Шлапаков А. А.</i> Спирограф .....	101

## ИНФОРМАТИКА

<i>Добош К. А.</i> Как создать сайт на Python с использованием Flask .....	108
<i>Землянухина Д. А.</i> Различия человеческого и искусственного интеллекта при решении математических задач .....	109
<i>Неронов Я. В.</i> Исследование криптографии и шифрования: новый подход .....	111
<i>Пиццаев Я. И.</i> Создание алгоритма хеширования на Python на основе свойств функции Капрекара .....	114
<i>Полонников И. Е.</i> Портативная система климат-контроля на платформе Arduino .....	120

## ФИЗИКА

<i>Дробицкая Е. А.</i> Применение жидких кристаллов в различных областях человеческой деятельности .....	127
<i>Пузырева К. С.</i> Причины возникновения пыли .....	128

## ХИМИЯ

<i>Климова Е. С.</i> Влияние кофе на организм человека .....	133
---	-----

## БИОЛОГИЯ

<i>Богуславский А. А.</i> Под покровом янтарного леса. Что может рассказать янтарь об эволюции жизни на Земле .....	138
<i>Брызгалов Р. П.</i> Особенности выращивания жеребенка в домашних условиях .....	143
<i>Гавчук К. Д.</i> Чудо-пиявочка .....	146
<i>Каната Е. Р.</i> Сравнительный анализ химического состава, содержания мякоти и витамина С в соках различных ценовых категорий .....	149
<i>Кныш Ю. Е.</i> Нейробиология психических заболеваний. Внутренние процессы при биполярном аффективном расстройстве и шизофрении .....	154

---

<i>Михель А. Е.</i>	
Полезная и вкусная микрозелень .....	156
<i>Осадчий Д. А.</i>	
Динамика уровня йода в сыворотке крови у жителя Иркутска. Значение йодной профилактики в регионе.....	158
<i>Хлопотов Я. Р.</i>	
Влияние напитков с различным уровнем рН на структуру и минерализацию зубной эмали.....	160
<b>ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ</b>	
<i>Софронов А. И.</i>	
Методическая разработка филуменистического экспоната «Безопасность в городской среде» по школьному предмету «Основы безопасности и защиты Родины».....	163
<b>ПРОЧЕЕ</b>	
<i>Бадретдинова Э. Р., Будкова Д. С.</i>	
Особенности восприятия зрителем сценического выхода исполнителей в танце .....	171



# МАТЕМАТИКА – АЛГЕБРА И НАЧАЛА АНАЛИЗА, ГЕОМЕТРИЯ



## Сравнение свойств двухмерного и трехмерного симплексов

Бойкова Арина Эдуардовна, учащаяся 10-го класса

Научный руководитель: Маклахова Ирина Сергеевна, учитель математики  
ГАУ Калининградской области общеобразовательная организация «Школа-интернат лицей-интернат»

В статье проводится сравнительный анализ свойств треугольника и тетраэдра.

**Ключевые слова:** геометрия, тетраэдр, треугольник, свойства.

В 10-м классе я познакомилась с новым разделом геометрии — стереометрией. Как правило, стереометрия и планиметрия изучаются независимо друг от друга. Общаясь со своими сверстниками, я обнаружила, что почти всем нам изучение стереометрии и решение задач дается с трудом, ввиду того, что курс геометрии значительно изменяется и требует от школьников творческих способностей и абстрактного мышления, представления, что некая плоскость не заканчивается, умения строить в воздухе параллельные, перпендикулярные плоскости и т. д. Но как только начинаешь чуть глубже погружаться в изучение стереометрии, понимаешь, сколько теорем, свойств построены на аналогии с планиметрией.

Актуальность работы состоит в том, что рассмотрение свойств треугольника и тетраэдра позволяет облегчить обучающимся понимание и усвоение курсов стереометрии.

Статья будет интересна многим ученикам, которые только начали изучать курс стереометрии после планиметрии, учителям математики, а также тем, кто заинтересован темой работы.

### 1. Некоторые свойства треугольника и тетраэдра

#### 1.1. Метод аналогии

Часто в точных науках, таких как физика и математика, большое внимание уделяется запоминанию алгоритмов решения задач, решению задач на вычисление, но не развивается тема логического мышления. Так, например, при решении различных задач школьники чаще всего пользуются именно алгоритмом, но возникают ситуации, когда одного алгоритма для решения недостаточно, поэтому приходится прибегать к сравнению и обобщению, методу аналогий.

Согласно словам автора в книге «Геометрия: метод аналогии»: «Аналогия — умозаключение, при котором один из некоторых сходных признаков двух предметов (явлений, процессов) и известного признака одного предмета делается умозаключение о том, что и другой предмет обладает этими сходными признаками». Говоря простыми словами, аналогия — это сходства предметов в каких-либо свойствах.

Аналогия важна тем, что она наводит нас на выдвижение гипотез, которые могут подтвердиться или не подтвердиться в результате выводов по аналогии, которые в свою очередь производятся на одном объекте, в то время как исследование проводится на другом объекте, что говорит о том, что метод аналогий даёт возможность получать новые знания.

#### 1.2. Треугольник и его пространственный аналог

Отметим три точки, не лежащие на одной прямой, и назовём их  $A$ ,  $B$ ,  $C$ . Если их соединить отрезками, то получится фигура, называемая *треугольником* (рис. 1).

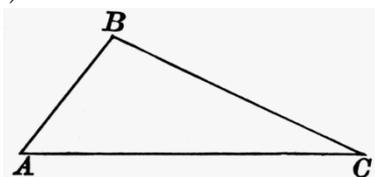


Рис. 1. Треугольник

Если отметить точку  $S$ , не лежащую в плоскости  $ABC$ , и последовательно соединить ее с каждой из вершин треугольника, то мы получим фигуру (тело) под названием *тетраэдр* ( $ABCS$ ). Она состоит из четырёх треугольников:  $ABS$ ,  $BCS$ ,  $ABC$ ,  $ASC$  — они называются гранями тетраэдра. Их стороны являются рёбрами тетраэдра, вершины — вершинами тетраэдра (рис. 2).

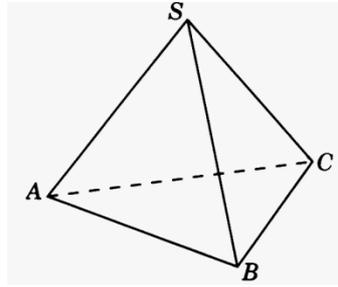


Рис. 2. Тетраэдр

### 1. 3. Медианы, высоты, биссектрисы

*Медиана в треугольнике* — отрезок, соединяющий вершину треугольника и серединой противоположной стороны. Все три медианы треугольника пересекаются в одной точке и точкой пересечения делятся в отношении 2:1, считая от вершины (доказательство см. [1], глава 7, параграф 3, пункт 64, задача 1).

*Медиана в тетраэдре* — отрезок, соединяющий вершину тетраэдра с точкой пересечения медиан противоположной грани. Медианы тетраэдра пересекаются в одной точке и делятся точкой пересечения в отношении 3:1, считая от вершины (задача 8. 1 из [2]). Доказательство: достаточно доказать, что любые две медианы тетраэдра пересекаются и делятся точкой пересечения в отношении 3:1, считая от вершины (рис. 3). Пусть  $A_1$  и  $B_1$  — точки пересечения медиан граней  $BCD$  и  $ACD$ ,  $O$  — середина ребра  $CD$ . Медианы  $AA_1$  и  $BB_1$  данного тетраэдра лежат в плоскости  $ABO$ , поэтому они пересекаются в некоторой точке  $M$ . Ясно также, что

$$\frac{AM}{MA_1} = \frac{AB}{A_1B_1} = \frac{AO}{OB_1} = 3.$$

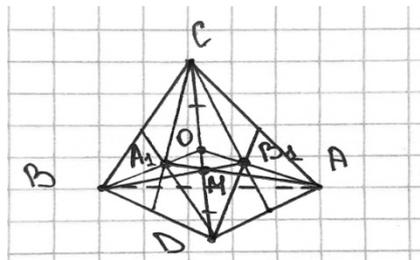


Рис. 3. Медианы в тетраэдре

Вывод: нет полного сходства между свойствами.

*Высота в треугольнике* — перпендикуляр, проведённый из вершины треугольника к прямой, содержащей противоположную сторону. В любом треугольнике высоты или их продолжения пересекаются в одной точке. Доказательство: проведём через каждую вершину треугольника  $ABC$  прямую, параллельную противоположной стороне. Получим треугольник  $A_2B_2C_2$  (рис. 4). Точки  $A$ ,  $B$ ,  $C$  являются серединами сторон этого треугольника.  $AB = A_2C$  и  $AB = CB_2$  как противоположные стороны параллелограммов  $ABA_2C$  и  $ABCB_2$ , поэтому  $A_2C = CB_2$ . Аналогично  $C_2A = AB_2$  и  $C_2B = BA_2$ . Кроме того, как следует из построения,  $CC_1$  перпендикулярно  $A_2B_2$ ,  $AA_1$  перпендикулярно  $B_2C_2$  и  $BB_1$  перпендикулярно  $A_2C_2$ . Таким образом, прямые  $AA_1$ ,  $BB_1$  и  $CC_1$  являются серединными перпендикулярами к сторонам треугольника  $A_2B_2C_2$ . Следовательно, они пересекаются в одной точке (доказательство — [1], глава 8, параграф 3, пункт 76).

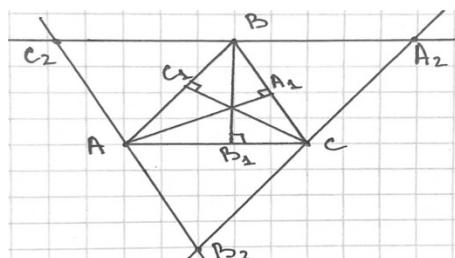


Рис. 4. Высоты в треугольнике

*Высота в тетраэдре* — отрезок, соединяющий вершину с точкой плоскости противоположной грани и перпендикулярен этой плоскости. Пересекаются ли они в одной точке? (Задача 8. 5 [2]). Рассмотрим треугольник  $ABC$ , в котором угол  $A$  не прямой, и восставим к плоскости треугольника перпендикуляр  $AD$ . В тетраэдре  $ABCD$  высоты, проведённые из вершин  $C$  и  $D$ , не пересекаются (рис. 5).

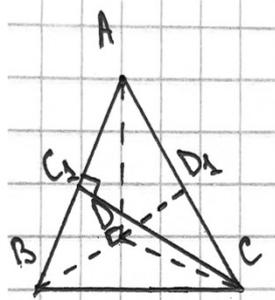


Рис. 5. Высоты в тетраэдре

Вывод: нет сходства между свойствами.

*Биссектриса в треугольнике* — отрезок биссектрисы угла треугольника, соединяющий вершину треугольника с точкой противоположной стороны. Биссектрисы треугольника пересекаются в одной точке, которая равноудалена от сторон треугольника. Точка является замечательной, является центром вписанной окружности, поэтому и равноудалена от сторон треугольника.

*Биссектриса в тетраэдре* — отрезок, соединяющий вершину тетраэдра с некоторой точкой противоположной грани. Биссектрисы тетраэдра пересекаются в одной точке, каждая точка биссектрисы равноудалена от трёх плоскостей граней тетраэдра. (Задачи 2. 30, 2. 33 [2]). Доказательство: биссекторные полуплоскости двугранных углов тетраэдра при рёбрах  $DA$ ,  $DB$  и  $DC$  пересекаются по лучу  $DD_1$ , где  $D_1$  — некоторая точка грани  $ABC$ . Биссекторная полуплоскость двугранного угла тетраэдра при ребре  $AB$  пересекает отрезок  $DD_1$  в точке  $S$ , равноудалённой от плоскостей граней тетраэдра. Биссекторные полуплоскости двугранных углов тетраэдра при рёбрах  $BC$  и  $CA$  пересекают этот отрезок в той же самой точке  $S$ . Эта точка — точка пересечения биссекторных полуплоскостей двугранных углов тетраэдра. Биссекторные полуплоскости трёх двугранных углов тетраэдра пересекаются по лучу с началом в вершине тетраэдра. Согласно уже доказанному в предыдущих задачах учебника этот луч — множество точек, расположенных внутри этих двугранных углов и равноудалённых от плоскостей их граней (рис. 6).

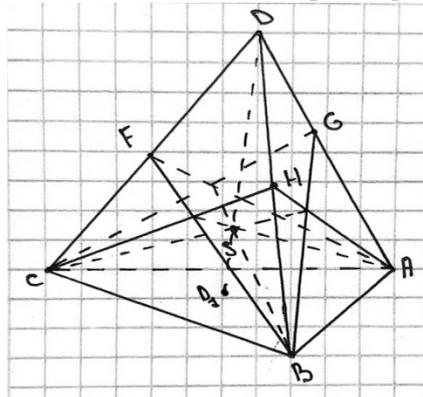


Рис. 6. Биссектриса в тетраэдре

Вывод: есть полное сходство между свойствами.

#### 1.4. Теоремы Пифагора, косинусов, Менелаяна плоскости и их версии для тетраэдра

Теорема Пифагора — одна из самых важных теорем в геометрии, которая связана с прямоугольным треугольником. Она широко используется при решении задач планиметрии любой сложности и гласит о том, что в прямоугольном треугольнике квадрат гипотенузы равен сумме квадратов катетов ([1], глава 6, параграф 3, пункт 55). Доказательство: построим данный нам прямоугольный треугольник до квадрата со стороной  $a + b$ . Площадь этого квадрата равна  $(a + b)^2$ . С другой стороны, этот квадрат составлен из четырёх равных прямоугольных треугольников, площадь каждого из которых равна  $\frac{1}{2}ab$ , и квадрата со стороной  $c$ , поэтому

$$S = 4 \cdot \frac{1}{2}ab + c^2.$$

Таким образом,  $(a + b)^2 = 2ab + c^2$ , откуда  $c^2 = a^2 + b^2$  (рис. 7).

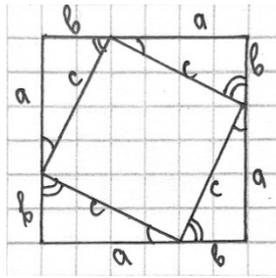


Рис. 7. Теорема Пифагора для треугольника

Тетраэдр, у которого три угла при одной вершине прямые, называется прямоугольным. *Теорема Пифагора для тетраэдра*: в прямоугольном тетраэдре квадрат площади грани-гипотенузы равен сумме квадратов площадей грани-катетов. Докажем теорему (рис. 8). Доказательство: пусть нам дан прямоугольный тетраэдр  $ABDC$ , такой что  $DB \perp BC, DB \perp BA, AC \perp AB$  и  $BC=a, AB=b, DB=c$ .

$$S_{ADB} = \frac{1}{2}bc, S_{CDB} = \frac{1}{2}ac, S_{ACB} = \frac{1}{2}ab.$$

Проведём  $DG$  — апофему тетраэдра, необходимую для вычисления площади грани  $ADC$ . Рассмотрим треугольник  $ADG$ :

По теореме Пифагора:

$$DG = \sqrt{DA^2 - AG^2}.$$

$$\text{Рассмотрим треугольник } DBA: DA = \sqrt{DB^2 + BA^2}; DA = \sqrt{c^2 + b^2}.$$

$$\text{Рассмотрим треугольник } DBC: DC = \sqrt{DB^2 + BC^2}; DC = \sqrt{c^2 + a^2}.$$

$$\text{Рассмотрим треугольник } ACB: AC = \sqrt{CB^2 + AB^2}; AC = \sqrt{a^2 + b^2}.$$

$$DG = \sqrt{c^2 + b^2 - AG^2}.$$

$$\text{Пусть } AG=x, \text{ тогда } GC = \sqrt{a^2 + b^2} - x, DG = \sqrt{c^2 + b^2 - x^2}.$$

Рассмотрим треугольник  $DHB$ : по теореме Пифагора:

$$DG = \sqrt{DC^2 - CG^2} = \sqrt{c^2 + a^2 - (\sqrt{a^2 + b^2} - x)^2}.$$

$$\text{Отсюда } x = \frac{b^2}{\sqrt{a^2 + b^2}}.$$

$$DG = \sqrt{\frac{a^2c^2 + a^2b^2 + b^2c^2}{a^2 + b^2}}.$$

$$\text{Итак, } S_{ACD} = \frac{1}{2}\sqrt{a^2b^2 + a^2c^2 + b^2c^2}.$$

$$(S_{ACD})^2 = \frac{1}{4}a^2b^2 + \frac{1}{4}a^2c^2 + \frac{1}{4}b^2c^2.$$

$$(S_{ACD})^2 = (S_{ABD})^2 + (S_{CBD})^2 + (S_{ACB})^2.$$

Что и требовалось доказать.

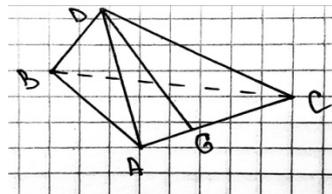


Рис. 8. Теорема Пифагора для тетраэдра

*Теорема косинусов для треугольника* была давно доказана с помощью теоремы Пифагора. Звучит она так: квадрат стороны треугольника равен сумме квадратов двух других сторон без удвоенного произведения их на косинус угла между ними.

Рассмотрим и докажем пространственный аналог теоремы косинусов: квадрат площади любой грани тетраэдра равен сумме квадратов площадей трёх остальных граней без удвоенных произведений площадей этих граней, взятых попарно, и косинусов двугранных углов между ними. Доказательство: рассмотрим тетраэдр  $ABCD$  (рис. 9):

$$S_{ADB} = S_1, S_{ACD} = S_2, S_{BCD} = S_3, S_{ABC} = S_4$$

$$BP \perp \text{перпендикулярно } AD, CP \perp \text{перпендикулярно } AD \text{ угол } BPC = \alpha, \text{ аналогично угол } ADM = \alpha_1.$$

Рассмотрим треугольник  $BPC$ : По теореме косинусов:

$$BC^2 = BP^2 + CP^2 - 2BP \cdot CP \cdot \cos \alpha.$$

$$\text{Умножим это равенство на } \frac{1}{4}AD^2:$$

$$\frac{1}{4}AD^2 \cdot BC^2 = \frac{1}{4}AD^2 \cdot BP^2 + \frac{1}{4}AD^2 \cdot CP^2 - \frac{1}{4}AD^2 \cdot 2BP \cdot CP \cdot \cos \alpha$$

Получаем:

$$\frac{1}{4}AD^2 \cdot BC^2 = S_1^2 + S_2^2 - 2S_1 \cdot S_2 \cdot \cos \alpha \quad (1)$$

Рассмотрим треугольник  $AMD$ . По теореме косинусов:

$$AD^2 = DM^2 + AM^2 - 2DM \cdot AM \cdot \cos \alpha_1.$$

Умножим это равенство на  $\frac{1}{4}BC^2$ :

$$\frac{1}{4}BC^2 \cdot AD^2 = \frac{1}{4}BC^2 \cdot DM^2 + \frac{1}{4}BC^2 \cdot AM^2 - \frac{1}{4}BC^2 \cdot 2DM \cdot AM \cdot \cos \alpha_1.$$

Получаем:

$$\frac{1}{4}BC^2 \cdot AD^2 = S_3^2 + S_4^2 - 2S_3 \cdot S_4 \cdot \cos \alpha_1. \quad (2)$$

В равенстве (1) и (2) одинаковые левые части, поэтому можно приравнять и правые:

$$S_1^2 + S_2^2 - 2S_1 \cdot S_2 \cdot \cos \alpha = S_3^2 + S_4^2 - 2S_3 \cdot S_4 \cdot \cos \alpha_1. \quad (3)$$

Аналогично для рёбер  $AC$  и  $DB$ ,  $AB$  и  $DC$ :

$$S_3^2 + S_1^2 - 2S_3 \cdot S_1 \cdot \cos \beta = S_2^2 + S_4^2 - 2S_2 \cdot S_4 \cdot \cos \beta_1. \quad (4)$$

$$S_3^2 + S_2^2 - 2S_3 \cdot S_2 \cdot \cos \gamma = S_1^2 + S_4^2 - 2S_1 \cdot S_4 \cdot \cos \gamma_1. \quad (5)$$

Сложим полученные равенства (3), (4), (5):

$$S_1^2 + S_2^2 - 2S_1 \cdot S_2 \cdot \cos \alpha - S_3^2 - S_4^2 + 2S_3 \cdot S_4 \cdot \cos \alpha_1 + S_3^2 + S_1^2 - 2S_3 \cdot S_1 \cdot \cos \beta - S_2^2 - S_4^2 + 2S_2 \cdot S_4 \cdot \cos \beta_1 + S_3^2 + S_2^2 - 2S_3 \cdot S_2 \cdot \cos \gamma - S_1^2 - S_4^2 + 2S_1 \cdot S_4 \cdot \cos \gamma_1 = 0.$$

Получаем:

$$S_1^2 + S_2^2 + S_3^2 - 2S_1 \cdot S_2 \cdot \cos \alpha - 2S_3 \cdot S_1 \cdot \cos \beta - 2S_3 \cdot S_2 \cdot \cos \gamma = 2S_4^2 - S_4 (S_3 \cos \alpha_1 + S_2 \cos \beta_1 + S_1 \cos \gamma_1). \quad (6)$$

Сумма площадей ортогональных проекций боковых граней на основание равно площади основания:

$$S_4 = S_1 \cos \gamma + S_2 \cos \beta_1 + S_3 \cos \alpha_1. \quad (7)$$

Подставим (7) в (6):

$$S_1 + S_2 + S_3 - 2S_1S_2 \cos \alpha - 2S_3 \cdot S_1 \cos \beta - 2S_3 \cdot S_2 \cdot \cos \gamma = 2S_4^2 - S_4^2,$$

То есть  $S_4^2 = S_1^2 + S_2^2 + S_3^2 - 2S_1S_2 \cos \alpha - 2S_3 \cdot S_1 \cos \beta - 2S_3 \cdot S_2 \cdot \cos \gamma$

$$S_4^2 = S_1^2 + S_2^2 + S_3^2 - 2(S_1S_2 \cos \alpha + S_3 \cdot S_1 \cos \beta + S_3 \cdot S_2 \cdot \cos \gamma).$$

Следствие:  $\cos \alpha + \cos \beta + \cos \gamma = 1$ .

Что и требовалось доказать.

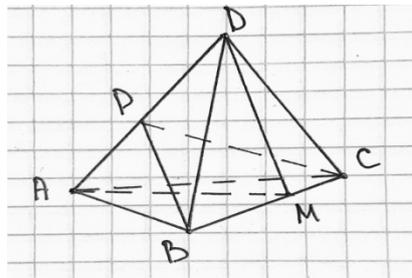


Рис. 9. Теорема косинусов для тетраэдра

Рассмотрим *теорему Менелая* на конкретном примере:

Если на сторонах  $PQ$  и  $QC$  треугольника  $PQC$  взяты соответственно точки  $C_1$ ,  $P_1$ , а точка  $Q_1$  взята на продолжении стороны  $PC$  за точку  $C$ , то точки  $C_1$ ,  $P_1$ ,  $Q_1$  лежат на одной прямой тогда и только тогда, когда выполняется равенство

$$\frac{PC_1}{C_1Q} \cdot \frac{QP_1}{P_1C} \cdot \frac{CQ_1}{Q_1P} = 1 \quad (8)$$

Доказательство:

1. Докажем необходимость (если точки  $C_1$ ,  $P_1$ ,  $Q_1$  лежат на одной прямой, то выполнено равенство (8)).

Проведём  $CM$  так, что  $CM$  параллельно  $PQ$  (рис. 10). Треугольник  $PC_1Q_1$  подобен треугольнику  $CMQ_1$ , поэтому

$$\frac{PC_1}{PQ_1} = \frac{CM}{CQ_1}. \quad (9)$$

Треугольник  $C_1QP_1$  подобен треугольнику  $P_1MC$ , поэтому

$$\frac{QP_1}{QC_1} = \frac{P_1C}{CM}. \quad (10)$$

Перемножим равенства (9) и (10):

$$\frac{PC_1}{PQ_1} \cdot \frac{QP_1}{QC_1} = \frac{CM}{CQ_1} \cdot \frac{P_1C}{CM},$$

$$\frac{PC_1}{PQ_1} \cdot \frac{QP_1}{QC_1} = \frac{P_1C}{CQ_1}.$$

Отсюда получаем:

$$\frac{PC_1}{C_1Q} \cdot \frac{QP_1}{P_1C} \cdot \frac{CQ_1}{Q_1P} = 1.$$

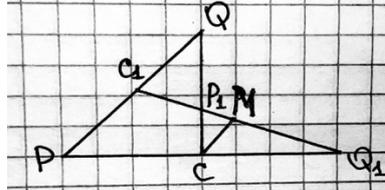


Рис. 10. Теорема Менелая (необходимость)

2. Докажем достаточность (если выполняется равенство (8), то точки  $C_1, P_1, Q_1$  лежат на одной прямой)  
Вспользуемся методом «от противного».

Предположим, что  $C_1, P_1, Q_2$  лежат на одной прямой, а точка  $Q_1$  не лежит на этой прямой (рис. 11), тогда:

$$\frac{PC_1}{C_1Q} \cdot \frac{QP_1}{P_1C} \cdot \frac{CQ_2}{Q_2P} = 1 \quad (11)$$

и

$$\frac{PC_1}{C_1Q} \cdot \frac{QP_1}{P_1C} \cdot \frac{CQ_1}{Q_1P} = 1.$$

Разделим (4) на (1) и получим:

$$\frac{CQ_2}{Q_2P} \cdot \frac{Q_1P}{CQ_1} = 1.$$

Из этого следует, что  $\frac{CQ_2}{Q_2P} = \frac{CQ_1}{Q_1P}$ , поэтому что  $Q_1$  совпадает с  $Q_2$ .

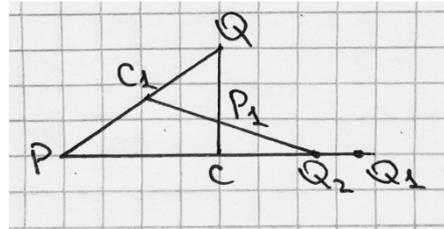


Рис. 11. Теорема Менелая (достаточность)

Что и требовалось доказать.

Рассмотрим, как работает теорема Менелая в конкретном тетраэдре:

В произвольном тетраэдре  $PKLM$  точки  $Q, S, Y, X$  принадлежат рёбрам  $KP, PL, LM, KM$  соответственно (рис. 12).

Для того, чтобы точки  $Q, S, Y, X$  принадлежали одной плоскости необходимо и достаточно, чтобы выполнялось следующее равенство:

$$\frac{PQ}{QK} \cdot \frac{KX}{XM} \cdot \frac{MY}{YL} \cdot \frac{LS}{SP} = 1 \quad (12)$$

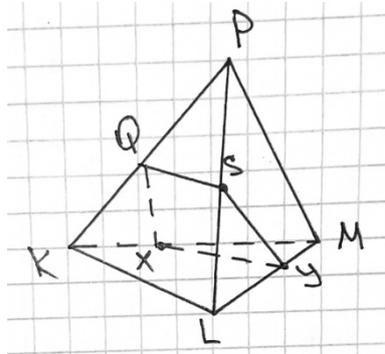


Рис. 12. Теорема Менелая для тетраэдра

Доказательство:

1. Докажем необходимость.

Пусть четырёхугольник  $XQSP$  — сечение  $\gamma$  тетраэдра  $KLMP$ . Проведём перпендикуляры к плоскости из вершин тетраэдра:

Рассмотрим развёртку и подобные треугольники и получим (рис. 13):

$$\frac{PQ}{QK} = \frac{PP_1}{KK_1}$$

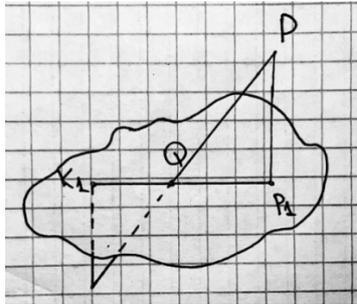


Рис. 13. Теорема Менелая для тетраэдра (необходимость)

Аналогично с остальными подобными треугольниками:

$$\frac{KX}{XM} = \frac{KK_1}{MM_1}, \frac{MY}{YL} = \frac{MM_1}{LL_1}, \frac{LS}{SP} = \frac{LL_1}{PP_1}$$

Перемножив все получившиеся равенства получим:

$$\frac{PQ}{QK} \cdot \frac{KX}{XM} \cdot \frac{MY}{YL} \cdot \frac{LS}{SP} = \frac{PP_1}{KK_1} \cdot \frac{KK_1}{MM_1} \cdot \frac{MM_1}{LL_1} \cdot \frac{LL_1}{PP_1}$$

Сокращаем:

$$\frac{PQ}{QK} \cdot \frac{KX}{XM} \cdot \frac{MY}{YL} \cdot \frac{LS}{SP} = 1.$$

2. Докажем достаточность:

Предположим, что равенство (12) выполняется, но точки Q, S, Y, X не лежат в одной плоскости:

Проведем через X, Y, S плоскость  $\lambda$ , которая пересечёт PK в некоторой точке Q<sub>1</sub>, отличной от Q, поэтому  $\frac{PQ_1}{Q_1K} \neq \frac{PQ}{QK}$ ,

поэтому равенство (1) выполняться не будет. Поскольку мы пришли к противоречию с исходным условием, то наше предположение неверно и плоскость  $\lambda$  пройдет через точку Q.

## 2. Решение задач

Задача 1 ([3], задача 14 варианта 206). Точки M, N, K принадлежат рёбрам AD, AB, BC тетраэдра ABCD, причем AM:MD = 2:3, BN:AN = 1:2, BK=KC (рис. 14).

а) Постройте сечение тетраэдра плоскостью, проходящей через точки M, N, K.

б) Найдите отношение, в котором секущая плоскость делит ребро CD.

Решение: а)

1.  $MN \in (MNK)$ ;  $BD \in (BCD)$ ;  $L = MN \cap BD$ .

2. Так как  $K \in (MNK)$ ,  $K \in (BCD) \Rightarrow LK = (MNK) \cap (BCD)$ .

3.  $LK \cap DC = P \Rightarrow MNKP$  — искомое сечение тетраэдра.

б) AM:MD = 2:3, BN:AN = 1:2, BK=KC=x по условию. Из пространственной теоремы Менелая следует:

$$\frac{AM}{MD} \cdot \frac{DP}{PC} \cdot \frac{x}{x} \cdot \frac{BN}{NA} = 1.$$

$$\frac{2}{3} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{DP}{PC} = 1.$$

$$\frac{DP}{PC} = 1.$$

$$\frac{DP}{PC} = \frac{3}{1}$$

$$\frac{DP}{PC} = \frac{3}{1}$$

Ответ: DP:PC=3:1.

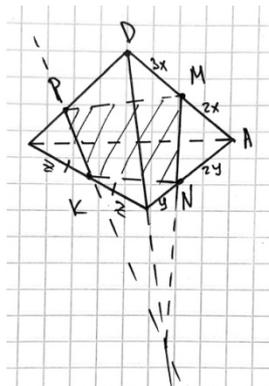


Рис. 14. Теорема Менелая в тетраэдре

**Задача 2** (значения взяты из задачи 66 [4]). В тетраэдре  $DABC$  дано:  $\angle ADB = 54^\circ$ ,  $\angle BDC = 72^\circ$ ,  $\angle CDA = 90^\circ$ ,  $DA = 20$  см,  $BD = 18$  см,  $CD = 21$  см. Найдите площадь грани-гипотенузы (рис. 15).

Решение:

По пространственной теореме Пифагора:

$$S_{CBD}^2 = S_{ADC}^2 + S_{BDC}^2 + S_{BDA}^2.$$

$$S_{CBD} = \sqrt{S_{ADC}^2 + S_{BDC}^2 + S_{BDA}^2}.$$

$$S_{CBD} = \sqrt{\left(\frac{1}{2} \cdot AD \cdot DC\right)^2 + \left(\frac{1}{2} \cdot BD \cdot DC \cdot \sin 72^\circ\right)^2 + \left(\frac{1}{2} \cdot BD \cdot AD \cdot \sin 54^\circ\right)^2}.$$

$$S_{CBD} = \sqrt{\left(\frac{1}{2} \cdot 20 \cdot 21\right)^2 + \left(\frac{1}{2} \cdot 18 \cdot 21 \cdot \sin 72^\circ\right)^2 + \left(\frac{1}{2} \cdot 18 \cdot 20 \cdot \sin 54^\circ\right)^2} \approx 312 \text{ см}^2.$$

Ответ:  $312 \text{ см}^2$ .

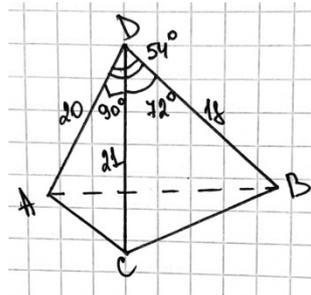


Рис. 15. Теорема Пифагора в тетраэдре

### Заключение

После проделанной работы можно сделать вывод, что были достигнуты поставленные цели, а именно, изучены и сравнены некоторые из свойств треугольника и тетраэдра, которые наиболее ярко показывают их сходства, показано их применение в некоторых задачах. Для этого было изучено большое количество литературы, пособий и задачников.

В результате исследования получены результаты о том, что теорема Менелая, теорема Пифагора, теорема косинусов и некоторые замечательные линии треугольника имеют свои аналогии в стереометрии. Эта работа полезна, так как во все времена в математике ценились рациональные и наиболее быстрые способы решения задач, применение которых упрощает процесс решения и делает его менее громоздким.

### ЛИТЕРАТУРА:

1. Геометрия. 7–9 классы: учеб. для общеобразоват. учреждений / [Л. С. Атанасян, В. Ф. Бутузов, С. Б. Кадомцев и др.]. — 20-е изд. — М.: Просвещение, 2010. — 384 с.:ил. — ISBN 978-5-09-023915-8.
2. Прасолов, В. В. Задачи по стереометрии: Учебное пособие. — М.: МЦНМО, 2010. — 352 с.: ил. 978-5-94057-605-1
3. Сайт по подготовке к ЕГЭ по математике Ларина Александра Александровича <https://alexlarin.net/>
4. Геометрия 10–11 классы: учеб. для общеобразоват. учреждений: базовый и профил. уровни / [Л. С. Атанасян, В. Ф. Бутузов, С. Б. Кадомцев и др. ]. — 22-е изд. — М.:Просвещение, 2013. — 255 с.: ил. — (МГУ — школе). — ISBN 978-5-09-030854-0.

# Неевклидова геометрия

Коба Никита Сергеевич, учащийся 11-го класса

Научный руководитель: Симакова Марина Николаевна, учитель математики

МАОУ Лицей № 1 г. Южно-Сахалинска

*Неевклидова геометрия (или геометрия Лобачевского) основана на отрицании пятого постулата Евклида, утверждающего, что на плоскости через точку проходит единственная прямая, параллельная данной прямой. В отличие от классической геометрии, пространство здесь не плоское, а имеет некоторую кривизну (модели пространства — воронка или седло). Неевклидова геометрия позволяет уяснить важность математических методов для понимания фундаментальных законов природы, объектов и структур, которые не могут быть точно описаны классической евклидовой геометрией.*

**Ключевые слова:** постулаты Лобачевского, кривизна пространства, ультрапараллельные прямые, сферический и гиперболический треугольник.

**Г**еометрия (греч. γεωμετρία, буквально — землемерие) — раздел математики, изучающий пространственные отношения и формы и сходные с пространственными по своей структуре. Становление геометрии как математической науки связано с именами греческих ученых Фалеса (625–547 гг. до н. э.), Пифагора (580–500 гг. до н. э.), Демокрита (460–370 гг. до н. э.), Евклида (III век до н. э.) и др. Согласно классификации Ф.Клейна, в классической геометрии выделены основные разделы:

1. Евклидова геометрия.
2. Планиметрия.
3. Стереометрия.
4. Проективная геометрия. 5. Аффинная геометрия.
5. Начертательная геометрия.

Современная же геометрия содержит дополнительные разделы такие, как:

1. Многомерная геометрия.
2. Неевклидова геометрия (эллиптическая, гиперболическая, сферическая).
3. Риманова геометрия.
4. Топология.

В развитии геометрии можно выделить **четыре основных периода**.

**Первый**, период зарождения геометрии, связан с развитием науки в Египте, Вавилоне и Греции примерно до 5 в. до н. э. Геометрические сведения появились на ранних ступенях развития общества. Зачатками считают установление общих закономерностей между геометрическими величинами. Геометрия, по свидетельству греческих историков, была перенесена в Грецию из Египта в 7 в. до н. э. Здесь на протяжении многих поколений она складывалась в стройную систему, накапливались новые знания, выяснялись связи между фактами, формировались понятия о фигуре, о геометрическом предложении и о доказательстве. Этот процесс привёл к тому, что геометрия превратилась в самостоятельную науку, появились систематические изложения с доказательствами.

С этого времени начинается **второй** период развития геометрии. Решающую роль в развитии геометрии сыграла «Начала» Евклида, где геометрия представлена так,

как её понимают и теперь: это наука о пространственных формах и отношениях, развиваемая в логической последовательности, исходя из основных положений — аксиом и основных пространственных представлений. Это евклидова геометрия.

**Третий** этап связан с возрождением наук и искусств в Европе. Принципиальный шаг сделан в 1-й половине 17 в. Р. Декартом, который ввёл в геометрию метод координат. Он позволил связать геометрию с алгеброй и математическим анализом. Применение методов этих наук в геометрии породило аналитическую и дифференциальную геометрию. Геометрия перешла на качественно новую ступень.

**Четвёртый** период в развитии геометрии начинается с построения неевклидовой геометрии (1826 г). Её основоположником является русский математик и деятель университетского образования и народного просвещения Николай Иванович Лобачевский. Независимо от Лобачевского ту же геометрию построил Я. Больяй (1832 г) и развивал К. Гаусс, но он не опубликовал свои результаты. Неевклидова геометрия исследует геометрические системы, отличные от классической евклидовой геометрии. Она основывается на несколько других аксиомах и принципах, что позволяет рассматривать более сложные и необычные формы пространства, решать более сложные задачи. Сейчас ведется изучение многомерной геометрии, неевклидовой, римановой геометрии и топологии.

Геометрия Лобачевского представляет собой эпоху в развитии математики. Анализируя попытки доказать пятый постулат Евклида, Лобачевский сделал вывод о его недоказуемости, что привело к возможности говорить о другой геометрии — неевклидовой, суть которой заключается в отрицании пятого постулата Евклида. Пятый постулат геометрии Лобачевского утверждает, что если на плоскости лежат прямая и точка, то через эту точку можно провести хотя бы две прямые, не пересекающиеся с первой прямой.

**Свойства неевклидовых движений:**

1. Суперпозиция неевклидовых движений есть снова неевклидово движение. Это вытекает из определения неевклидова движения.

2. При движении образами неевклидовых отрезков, прямых, лучей и углов являются соответственно неевклидовы отрезки, прямые, лучи и углы. Это следует из свойств инверсии и евклидовой осевой симметрии. Неевклидовы углы, преобразующиеся друг в друга неевклидовым движением, равны в смысле приведенного ранее определения, и их величины также равны.
3. Если неевклидово движение переводит неевклидов луч в себя, то либо это тождественное преобразование, либо неевклидова осевая симметрия относительно неевклидовой прямой, содержащей данный луч. Все точки прямой для данного преобразования неподвижны.

### Основные отличия неевклидовой геометрии от евклидовой

\*Для точки, находящейся от заданной прямой на определенном расстоянии, Лобачевский придумал формулу для угла параллельности  $\Pi(a)$ :  $\theta = \Pi(a) = 2 \arctg e^{-\frac{a}{v}}$

- Если прямые имеют общий перпендикуляр, то они ультрапараллельны, следовательно, бесконечно расходятся в обе стороны от него.
- В геометрии Лобачевского треугольники равны, если их углы равны. Сумма углов треугольника меньше 180 и может быть близкой к нулю.
- Линия равных расстояний от прямой называется эквидистантой.
- Предел окружностей бесконечно увеличивающегося радиуса называется предельной окружностью. Предел сфер бесконечно увеличивающегося радиуса будет называться орисферой. В геометрии Лобачевского число не определяется как отношение длины окружности к диаметру.
- Чем меньше область в пространстве (на плоскости), тем меньше геометрические соотношения в ней отличаются от соотношений евклидовой геометрии.
- В неевклидовой геометрии пространство не плоское, оно имеет некоторую кривизну (модели пространства — воронка или седло).
- Геометрия Лобачевского все еще развивается многими геометрами. В ней изучаются: решение задач на построение, многогранники, правильные системы фигур, общая теория кривых и поверхностей.

### Сферы применения неевклидовой геометрии

Неевклидова геометрия имеет прямое отношение к теории относительности Эйнштейна, особенно к общей теории относительности. В теории относительности пространство и время рассматриваются как объединенная четырехмерная структура, называемая пространством-временем. Это пространство-время описывает гравитацию как изгибание пространства-времени под действием массы и энергии. В неевклидовых пространствах с кривизной, отличной от нуля, прямые линии могут искривляться и встречаться, а сумма углов треугольника может быть отличной от 180 градусов. Аналогично, в теории относительности масса и энергия создают кривизну пространства-времени, что проявляется в изгибании света и движении объектов в гравитационных по-

лях. Таким образом, понимание неевклидовой геометрии помогает ученым лучше описывать и предсказывать физические явления, связанные с гравитацией и структурой пространства-времени в рамках теории относительности. Взаимосвязь между неевклидовой геометрией и теорией относительности подчеркивает важность математических методов для понимания фундаментальных законов природы.

Неевклидова геометрия применяется в ядерной физике, особенно при изучении структуры атомных ядер. В ядерной физике часто используются математические модели, которые описывают взаимодействие частиц внутри атомного ядра. Одной из таких моделей является модель квантовой механики, которая включает в себя неевклидовы пространства. В неевклидовых пространствах ядерные физики могут описывать движение и взаимодействие элементарных частиц, таких как протоны и нейтроны, внутри атомного ядра. Неевклидова геометрия позволяет учитывать различные физические свойства и особенности внутриядерных процессов, такие как спин, заряд, магнитные моменты и другие. Использование неевклидовой геометрии в ядерной физике помогает ученым лучше понять структуру и свойства атомных ядер, предсказывать результаты экспериментов и разрабатывать новые теории, объясняющие сложные взаимодействия внутри атомного ядра.

Геометрия Лобачевского (гиперболическая геометрия) позволяет описывать пространство с отрицательной кривизной. Поэтому она применяется в геодезии и картографии. В контексте гиперболической геометрии можно представить Землю как поверхность с отрицательной кривизной (прямые линии на этой поверхности могут быть не параллельны и не пересекаться). С ее помощью можно изучать расстояния между точками на поверхности Земли, углы между линиями и т. д. Это позволяет глубже понять геометрические свойства Земли и провести точные расчеты. То есть гиперболическая геометрия может быть использована для определения формы Земли с учетом ее особенностей и кривизны. Это новый взгляд на изучение геометрии нашей планеты.

Коррекция картографических проекций с использованием неевклидовых принципов полезна для создания более точных и реалистичных карт Земли. Поскольку гиперболическая геометрия описывает пространство с отрицательной кривизной, она может помочь ученым учитывать особенности искривления поверхности Земли при создании карт. Использование неевклидовых принципов в коррекции картографических проекций позволяет учитывать изменения масштаба, углы и расстояния на поверхности Земли более точно, чем при использовании классических евклидовых принципов. Это особенно важно при создании карт масштаба больших регионов или при работе с данными, требующими высокой точности и точности измерений. Коррекция картографических проекций с использованием неевклидовых принципов помогает улучшить визуализацию географических данных и обеспечивает реалистичное представление формы и размеров земной поверхности. Это важно для научных исследований, где точность и достоверность картографических данных играют ключевую роль.

В трехмерных моделях компьютерной графики с использованием гиперболической геометрии можно представить объекты и структуры, которые не могут быть точно описаны классической евклидовой геометрией. Это открывает новые возможности для исследования форм, структур и связей в трехмерном пространстве, которые не могут быть полностью представлены в рамках евклидовой геометрии. Эти модели могут быть полезны для визуализации сложных геометрических объектов, а также для исследования пространственных отношений и свойств, которые проявляются только в неевклидовых пространствах. Это может быть особенно полезно в области научных исследований, компьютерной графики, дизайна и архитектуры. Использование неевклидовых принципов при создании трехмерных моделей также может способствовать развитию новых математических методов и подходов к визуализации данных, что может привести к новым открытиям и инновациям в различных областях науки и технологий.

Неевклидова геометрия в компьютерных играх и головоломках используется для создания лабиринтов, где игроки могут перемещаться по петлям и изгибам, которые не существуют в обычном евклидовом пространстве. Это делает игру более увлекательной и оригинальной.

Также неевклидова геометрия может быть использована для создания головоломок, где игрокам нужно решать сложные задачи, связанные с пространственными переходами, оптическими иллюзиями и другими нестандартными геометрическими элементами. Это способствует развитию логического мышления, пространственного воображения и креативности, а также может быть интересным способом познакомить игроков с абстрактными математическими концепциями и разнообразить игровой опыт за счет новаторских подходов к дизайну уровней и заданий.

Применение неевклидовой геометрии в архитектуре и искусстве открывает уникальные возможности для создания инновационных зданий, которые отличаются от традиционных архитектурных форм. Вот варианты использования в архитектуре:

Необычные формы и структуры. Это может включать в себя использование гиперболических поверхностей, многогранных фигур или других нестандартных геометрических элементов.

Пространственные решения для создания интересных визуальных эффектов и оптических иллюзий. Это

полезно при проектировании общественных зданий, музеев, выставочных площадок, где важно создать уникальное пространственное воздействие на посетителей.

Энергоэффективность и экологическая устойчивость. Так, использование гиперболических поверхностей может способствовать лучшей циркуляции воздуха и естественному освещению внутренних помещений.

Инновации в конструкциях для создания устойчивых и уникальных зданий. Например, использование нестандартных геометрических форм требует разработки специальных строительных технологий и методов.

**Решение задач неевклидовой геометрии** требует, как правило, затрат времени, необходимых на анализ условия, подбор нужных формул и проведение вычислений. Определять значение некоторых величин математическими методами бывает сложно. Тогда на помощь приходит информатика, точнее программирование. Автором был создан калькулятор для определения значений: кривизны сферы (1), периметра сферического треугольника (2), периметра гиперболического треугольника (3), площади сферического треугольника (4), площади гиперболического треугольника (5), объема сферического / гиперболического тетраэдра (6) по формулам:

$$k = \frac{1}{R^2} \tag{1}$$

$$P = \frac{R(\alpha + \beta + \gamma)}{2} \tag{2}$$

$$P = \frac{4\pi^2 R}{\alpha + \beta + \gamma} \tag{3}$$

$$S = 4R^2(\pi - \alpha - \beta - \gamma) \tag{4}$$

$$S = 4R^2(\alpha + \beta + \gamma - \pi) \tag{5}$$

$$V = \pi h^2 \left( R - \frac{1}{3}h \right) + \frac{a^3 \sqrt{2}}{3} \tag{6}$$

В разработанном программном коде на языке Python данные формулы представлены в виде отдельных функций для расчета значений величин:

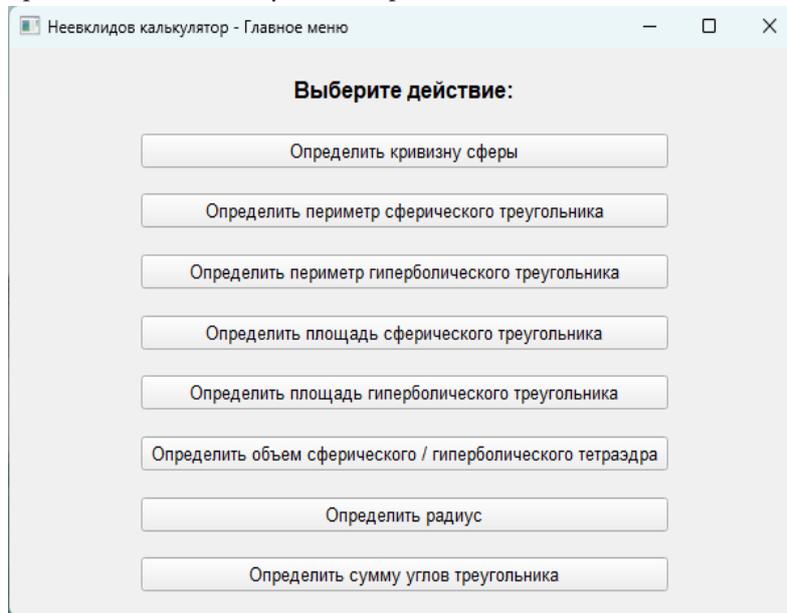
```
def n_eucl_tetrahedron_v(r, a, h):
    return math.pi * (h ** 2) * (r - 1 / 3 * h) + ((a ** 3) * math.sqrt(2) / 3)
def r_from_curvature(k):
    return math.sqrt(1 / k)
def r_from_r_t_p(p, a, b, c):
    return 2 * p / (a + b + c)
def r_from_l_t_p(p, a, b, c):
    return (p * (a + b + c)) / (4 * math.pi ** 2)
def r_from_r_t_s(s, a, b, c):
    return math.sqrt(s / (math.pi - a - b - c))
```

```

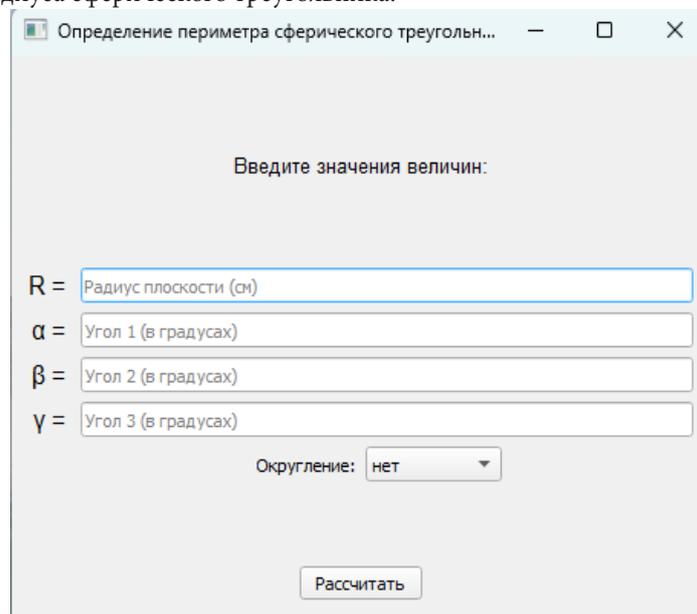
def r_from_l_t_s(s, a, b, c):
    return math.sqrt(s / (a + b + c - math.pi))
def r_from_v(v, a, h):
    return -((-math.pi * h ** 3 + math.sqrt(2) * a ** 3 - 3 * v) / (3 * math.pi * h ** 2))
def s_angle_sum_from_r_t_p(p, r):
    return 2 * p / r
def h_angle_sum_from_l_t_p(p, r):
    return (4 * math.pi ** 2 * r) / p
def s_angle_sum_from_r_t_s(s, r):
    return abs((s / r ** 2) - math.pi)
def h_angle_sum_from_l_t_s(s, r):
    return (s / r ** 2) + math.pi

```

Диалоговое окно программы выглядит следующим образом:

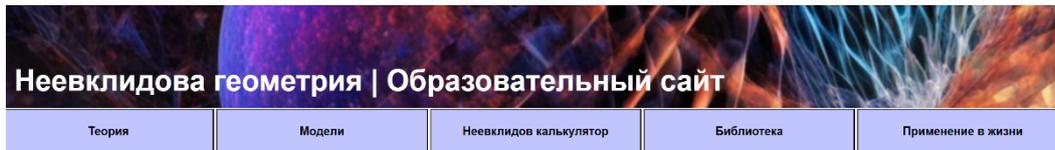


Пример. Вычисление радиуса сферического треугольника:



Изучить код можно по ссылке: <https://github.com/nikita64347/Neevklidov-calculator>. На созданном автором сайте можно получить различные сведения по теме «Гео-

метрия Лобачевского», а также примеры решения задач, и задать вопросы. Ссылка на сайт: <http://37.46.128.165/>.



### Что такое неевклидова геометрия?

**Неевклидова геометрия** – это удивительная область математики, которая изучает геометрические пространства, отличные от привычной нам евклидовой геометрии. В отличие от евклидовой геометрии, неевклидова геометрия не придерживается аксиом Евклида и может иметь другую структуру пространства. Одним из самых известных примеров неевклидовой геометрии является геометрия Лобачевского, где выполняется гипотеза о параллельных прямых с различной кривизной. В этой геометрии существуют прямые, которые не пересекаются, а также углы, сумма которых может быть меньше или больше 180 градусов. Неевклидова геометрия находит свое применение не только в математике, но и в физике, космологии, компьютерной графике и других областях науки. Она помогает нам лучше понять разнообразие структур пространства и времени в нашей Вселенной.

### Вы узнаете о:



Виды неевклидовых геометрий



Неевклидовых принципах



Фигурах неевклидовой геометрии

*Если вы интересуетесь математикой и готовы погрузиться в захватывающий мир неевклидовой геометрии, добро пожаловать на наш сайт, где вы найдете материалы и статьи по этой увлекательной теме. Узнайте больше о разнообразии геометрических пространств и расширьте свои математические знания с нами!*

Многие задачи из разных областей наук решаются с помощью неевклидовой геометрии. Кажущееся, на первый взгляд, странным и непонятным искажение пространства в неевклидовой геометрии на самом деле подчиняется строгим законам, аксиомам и теоремам геометрии. Именно ее использование помогает двигать науку вперед. Она позволяет лучше понимать структуру про-

странства и развивать новые методы анализа и решения задач. Неевклидова геометрия представляет собой увлекательную область математики, которая имеет широкие применения в различных сферах наук: в физике, в информационных технологиях, в геодезии, в архитектуре и в других областях. Изучение этой темы может привести к новым открытиям и дальнейшему развитию науки.

### ЛИТЕРАТУРА:

1. Бижанова, С. А., Гордиенко Е. А. и др. О геометрии кривых на плоскости Н. И. Лобачевского — Лобачевский и XXI век: материалы V научно-образовательной студенческой конференции, ко Дню рождения Н. И. Лобачевского /под ред. Л. Р. Шакировой. — Казань: Изд. Казан. ун-т, 2018.
2. Козлов, Н. В. Использование неевклидовой геометрии в геймдизайне. — Сборник статей по материалам 59-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, Минск, 2023.
3. Ктитров, С. В., Рысляев Д. А. Статья «Сравнительный графический анализ искажений некоторых картографических проекций» — журнал «Научная визуализация», 2022.
4. Курочкин, Ю. Специальная теория относительности и геометрия Лобачевского — Наука и инновации: научно-практический журнал / гл. ред. Ж. В. Комарова; учредитель Национальная академия наук Беларуси (Минск). — 2016.
5. Перелешин, С. А., Чурина Д. С., Шумкина Т. Ф. Виды геометрий и их особенности. — Сборник статей по материалам VIII научно-практической конференции молодых ученых. Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева, 2016.
6. Хрипович, И. Б. Общая теория относительности. — Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001.

# Collatz conjecture

*Prigodskiy Roman Alexandrovich, student of 9th grade*

Scientific supervisor: *Kusakin Kirill Sergeevich, math teacher*  
School «Sigma» (Tyumen)

*The article contains an independent study of the Collatz hypothesis and an analysis of some sources that have studied this problem.*

**Keywords:** *Collatz conjecture, the number module.*

## Introduction

Collatz conjecture, also known as  $3n+1$ , is an unsolved problem, which was proposed in 1934 by German mathematics Lothar Collatz. The essence for the conjecture is that for any natural number  $n$ , the sequence is generated by the following rules: If number  $n$  is even, divide it by 2, if number  $n$  is odd, multiple it by 3 and add 1, will lead to 1. [1]

## My experience

My initial thoughts were to analyze this through modular arithmetic. Assume that a counterexample exists — some number  $n$ . Then all numbers leading to  $n$  eventually converge to the number 1. Therefore,  $n$  must satisfy one of the following conditions: either  $n \equiv 0 \pmod{4}$ , or  $n \equiv 1 \pmod{4}$ , or  $n \equiv 2 \pmod{4}$ , or  $n \equiv 3 \pmod{4}$ . Let us consider all cases.

Let us represent the number  $n$  in the form  $n=4a$ , where  $a$  is natural integer.  $n=4a$  is even, so by dividing it by 2, we obtain  $2a$ .  $2a < 4a=n$ , when  $n$  is natural. Thus, according to our assumption, we can derive the number 1 from all integers less than  $4a$ . In particular, we can obtain 1 from  $2a$ . Furthermore, since  $4a$  can be expressed as  $2 \times 2a$ . It follows that if we can reduce  $2a$  to 1, we can also reduce  $4a$  to  $2a$ .

Let us represent the number  $n$  in the form  $n = 4a + 1$ , which is odd. Consequently, the next operation will involve multiplying it by 3 and adding 1:

$$3 \times (4a + 1) + 1 = 12a + 4.$$

This result is even. According to the rules of the Collatz conjecture, when we encounter an even number, our next step is to divide it by 2:

$$\frac{12a+4}{2} = 6a + 2. \text{ This number is also even, leading us to perform another division by 2:}$$

$$\frac{6a+2}{2} = 3a + 1.$$

At this point, we need to analyze the relationship between our current result,  $3a+1$ , and our original number,  $n = 4a + 1$ . Suppose that  $4a + 1 < 3a + 1$  possible. So,  $4a < 3a$ . It means that  $4a - 3a = a < 3a - 3a = 0$ . We have confirmed that when  $a$  is natural,  $4a + 1 > 3a + 1$ .

Thus, we conclude that after applying the Collatz operations starting from our initial assumption of the form  $n = 4a + 1$ , we eventually arrive at a number that is smaller than our starting point. This indicates that this case does not satisfy our original assumption regarding the existence of a counterexample.

Now let us consider another scenario where the number  $n$  can be expressed in

the form  $n = 4a + 2$ , where  $a$  is a non-negative integer. This representation indicates that  $n$  is even, as it is two more than a multiple of 4. Since  $n$  is even, we apply the first operation of the Collatz conjecture, which involves dividing the number by 2:

$$\frac{4a+2}{2} = 2a+1.$$

Now let's compare  $2a + 1$  and  $4a + 2$ .

$$4a + 2 = 2(2a + 1). \text{ So, when } a \text{ is natural, } 4a + 2 \text{ obviously more than } 2a + 1.$$

Thus, we conclude that after applying the Collatz operations starting from our initial assumption of the form  $n = 4a + 2$ , we eventually arrive at a number that is smaller than our starting point. This indicates that this case does not satisfy our original assumption regarding the existence of a counterexample. We now consider the scenario in which the number  $n$  can be expressed in the form  $n = 4a + 3$ , where  $a$  is a non-negative integer. To facilitate our analysis, we will examine the value of  $a$  on module 3.

Let's consider the case, when  $a \equiv 2 \pmod{3}$ . Assuming that  $a \equiv 2 \pmod{3}$ , we can represent  $a$  as  $a = 3b + 2$ , where  $b$  is a non-negative integer. Substituting this expression into our original equation for  $n$ :  $n = 4a + 3 = 4(3b + 2) + 3 = 12b + 11$ .

Next, we must analyze how the number  $n = 12b + 11$  could have been derived according to the rules of the Collatz conjecture. There are two primary possibilities:

1. From some non-negative integer  $c$ , where  $3c + 1 = 12b + 11$
2. From some non-negative integer  $d$ , where  $\frac{d}{2} = 12b + 11$

If we assume that  $n$  could have been derived from another number  $c$ , then we would have, that  $3c + 1 = 12b + 11$ . This equation gives us that:

$$3c = 12b + 10 \Rightarrow c = 4b + 3\frac{1}{3}$$

And since  $b$  must be an integer, the  $c = 4b + 3\frac{1}{3}$  cannot yield an integer result, indicating that this scenario is impossible. Thus, we conclude that  $n = 12b + 11$  cannot be derived from another integer  $c$ .

If  $n = 12b + 11$  was obtained by dividing some even number  $d = 2 \times (12b + 11)$  by 2, we can express this relationship as follows:

$$d = 2n = (12b + 11) \times 2 = 24b + 22.$$

Now we need to examine how the number  $d = 24b + 22$  could have been obtained through the Collatz operations. Let's check, if we can get it by multiplying by 3 and adding 1. Then, some natural  $e$  satisfies the equality  $3e + 1 = 24b + 22$ . Then, let's pay attention on number  $8b + 7$ . It's odd, so our next step is multiplying it by three and adding one:

$$(8b + 7) \times 3 + 1 = 24b + 22$$

It means, that  $8b + 7$  cannot be reduced to one. But according to our assumption, all numbers till  $12b + 10$  can — the contradiction.

Now let's consider the case, when  $a \equiv 0 \pmod{3}$ . Assuming that  $a \equiv 0$

$\pmod{3}$ , we can represent  $a$  as  $a = 3b$ , where  $b$  is a non-negative integer. Substituting this expression into our original equation for  $n$ :  $n = 4a + 3 = 4 \times 3b + 3 = 12b + 3$ .

This expression was obtained from  $24b + 6$  through division by 2. It is important, that this transformation could not have occurred via the operation multiplying by 3 and adding 1 because  $12b + 3$  is 0 on module 3. Prior to this step, we would have had the number  $48b + 12$ , and so forth. We observe that all of these numbers are multiples of 3. This observation leads us to hypothesize the existence of a cycle within this sequence. If such a cycle does not exist, then according to the principles of the Collatz conjecture, any number in this sequence must eventually converge to 1. This is because, in the absence of cycles, every number will ultimately engage with all possible integers through the iterative process defined by the conjecture.

Let's consider the case, when  $b = 3c + 2$ . We know that  $c \equiv 2 \pmod{3}$ . It means that

$$n = 12b + 7 = 12(3c + 2) + 7 = 36c + 31.$$

This expression was obtained from  $72c + 62$  through division by 2.  $72c + 62 \equiv 2 \pmod{3}$ , so it was obtained from  $144c + 124$ . It equals 1 modulo 3. So, it can be obtained from  $\frac{144c+124-1}{3} = 48c + 41$ . It equals 2 modulo 3. Then, it was obtained from  $(48c + 41) \times 2 = 96c + 82$ . And this, actually, equals 1 modulo 3. So, it was gotten from  $\frac{96c+82-1}{3} = 32c + 27$ . And  $32c + 27$  is smaller than  $36c + 31$  — contradiction.

We are currently examining two remaining cases in our analysis. The first case to consider is when  $c \equiv 1 \pmod{3}$ . Given the expression for  $n$ :

$$4n = 12b + 7.$$

Substituting  $b$  with the expression derived from  $c$ :  $n = 12(3c + 1) + 7 = 36c + 19$ . The value  $n = 36c + 19$  is clearly odd, as it consists of an even term  $36c$  and an odd term 19. Next, we compute:  $3 \times (36c + 19) + 1 = 108c + 57 + 1 = 108c + 58$ . This expression,  $108c + 58$ , is always even since both components,  $108c$  (even) and 58 (even), yield an even result. We can simplify this expression by dividing by 2:

$$\frac{108c+58}{2} = 54c + 29.$$

The term  $54c + 29$  is also always odd, as it consists of an even component  $54c$  and an odd component 29. Now, we compute the following expression:

$$3 \times (54c + 29) + 1 = 162c + 87 + 1 = 162c + 88.$$

This final expression,  $162c + 88$ , is again even due to the fact that both terms are even.

And now let's consider the case where  $c \equiv 0 \pmod{3}$ . We start with the expression for  $n$ :

$$n = 12b + 7.$$

Substituting  $b$  with  $3c$  (since  $b$  can be expressed in terms of  $c$ ):

$$n = 12 \times 3c + 7 = 36c + 7.$$

It is evident that  $n$  is an odd number, as it can be expressed as the sum of an even number  $36c$  and an odd number 7.

Next, we compute:

$$3 \times (36c + 7) + 1 = 108c + 21 + 1 = 108c + 22.$$

The resulting expression,  $108c + 22$ , is even since it can be represented as the sum of an even term  $108c$  and another even term  $22$ . To simplify this expression, we divide by 2:

$$\frac{108c+22}{2} = 54c + 11.$$

This expression,  $54c + 11$ , remains odd, as it

consists of an even term  $54c$  and an odd term  $11$ . Consequently, we apply the transformation for odd numbers:

$$3 \times (54c + 11) + 1 = 162c + 33 + 1 = 162c + 34.$$

In summary, we have derived a sequence of transformations based on modular arithmetic and properties of odd and even numbers. Each step maintains the integrity of the mathematical operations while adhering to the specified conditions.

So, now it is time to draw some conclusions of our own research. We came to the point that proof of the Collatz conjecture for all natural numbers is equal to the proof of the Collatz conjecture for numbers of the type  $162c + 34$  and  $162c + 88$ .

### Analyzing articles

In this part of my work, I would like to analyze other authors' researches. I want to start with 2 works of Gennadiy Usov. His first work suggests reasoning about the construction of a directed Collatz graph. The text identifies three primary stages in the construction of an oriented graph: construction of the main trunk of the oriented graph, development of the branches of the graph, determination of the sizes of the trunks and branches of the graph. The article represents an attempt to systematize the approach to the Collatz conjecture through a graphical representation of numerical sequences. [2]

His second article is about Absence of Cyclicity in Collatz Sequences. In particular, Gennadiy Usov uses Terrace's proof to do it. [3]

Also, I decided to analyze the article of Kurmet Sultan. He claimed that he has a proof of the conjecture, but I found a mistake in his work. In particular, Kurmet Sultan asserts that if a number is odd and divisible by 3, the output of the function will be either  $6m+1$  or  $6m-1$ , without providing any supporting evidence. An independent analysis reveals that a number of the form  $(6k + 3) \times 3 + 1 = 18k + 10$  is even, leading to  $\frac{18k+10}{2} = 9k + 5$ . At this point, it becomes unclear whether the resulting number is even or odd. Nevertheless, Kurmet Sultan claims, without further explanation, that it will be either  $6m + 1$  or  $6m - 1$ . In my opinion, this assertion is incorrect.

In David Barina's work «Convergence verification of the Collatz problem», it was shown that all numbers till  $2^{68}$  are checked. [4]

Of course, I couldn't go through Terence Tao's work on the Collatz Conjecture. Because work is very complicated and long, I would be brief: he demonstrated that almost all numbers, when iterated under the Collatz rules, eventually enter a small range of values (including 1). [5]

Also, I would like to highlight work that doesn't have direct connection with my one, but shows connection between Collatz Conjecture, the Planck's black body radiation density and Kurepa's conjecture on left factorial function. It's «Collatz hypothesis, together with its relation to Planck's black body radiation, and Kurepa's conjecture on left factorial function», written by Nicola Fabiano, Nikola Mirkov and Stojan Radenovic. [6]

Also, there are different varieties of code on python, which can calculate the Collatz sequence for some number. [7]

I attempted to prove this hypothesis under the assumption that the Collatz conjecture holds true for all integers up to a certain number  $n$ , and that  $n + 1$  is the first integer for which this conjecture does not apply. In my exploration of various sources, I came across a study that discussed the concept of stopping time. This term is also referenced in other works [9–14], where it is analyzed in greater detail.

### Conclusion

In this work was conducted own experience and analyze of some existed articles. In particular, more than a dozen relevant articles on this topic were studied and was proved correctness of hypotheses for all numbers except numbers of the form  $162c + 34$  and  $162c + 88$ . Thus, the boundary of the correctness of the hypothesis was increased.

### REFERENCES:

1. Winkler, Peter. *Mathematical Puzzles: A Gourmet Collection*. Moscow: MCNMO, 2024.
2. Usov, Gennadiy. «The construction of a directed Collatz graph» *Sci-Article.ru*, 28 Oct. 2024, [sci-article.ru/stat.php?i=1729763700](https://sci-article.ru/stat.php?i=1729763700).
3. Usov, Gennadiy. «Finding Patterns When Presenting Evidence from Terrace (Collatz Conjecture).» *Sci-Article.ru*, 6 Nov. 2024, [sci-article.ru/stat.php?i=1730784393](https://sci-article.ru/stat.php?i=1730784393).
4. Barina, David. «Convergence Verification of the Collatz Problem.» *The Journal of Supercomputing*, vol. 77, no. 3, 1 July 2020, pp. 2681–2688, <https://doi.org/10.1007/s11227-020-03368-x>.
5. Tao, Terence. «Almost All Orbits of the Collatz Map Attain Almost Bounded Values.» *ArXiv:1909.03562 [Math]*, 6 June 2020, [arxiv.org/abs/1909.03562](https://arxiv.org/abs/1909.03562).

6. Fabiano, Nicola, et al. Collatz Hypothesis, Together with Its Relation to Planck's Black Body Radiation, and Kurepa's Conjecture on Left Factorial Function. 9 Oct. 2022.
7. Pool, Team Python. «Understanding the Collatz Sequence in Python — Pythobyte.com.» Pythobyte.com, 27 Mar. 2021, pythobyte.com/collatz-sequence-python-45765/.
8. Applegate, David, and Jeffrey C. Lagarias. Density Bounds for the  $3x+1$  Problem II. Krasikov Inequalities. 15 Dec. 1993. Accessed 10 Dec. 2024.
9. J. Arzac (1986), Algorithmes pour verier la conjecture de Syracuse, C. R. Acad. Sci. Paris 303, Serie I, no. 4, 155–159. [Also: RAIRO, Inf. Theor. Appl. 21 (1987), 3–9. (MR87m:11128)]
10. C. Ashbacher (1992), Further Investigations of the Wondrous Numbers, J. Recreational Math. 24, 1–15.
11. D. Boyd (1985), Which rationals are ratios of Pisot sequences?, Canad. Math. Bull. 343–349. (MR86j:11078).
12. G.-G. Gao (1993), On consecutive numbers of the same height in the Collatz problem, Discrete Math., 112, 261–267. (MR94i:11018)
13. L. E. Garner (1985), On heights in the Collatz  $3n + 1$  problem, Discrete Math. 55, 57–64. (MR86j:11005)
14. T. Oliveira e Silva, Maximum excursion and stopping time record-holders for the  $3x + 1$  problem: Computational results, preprint 8

## Булева алгебра: теория и современные технологии

Ситников Максим Владимирович, учащийся 10-го класса

Научный руководитель: Стрельникова Ирина Анатольевна, учитель математики  
ГБОУ Московской области «Одинцовский «Десятый лицей»

*В данной статье рассматриваются исторические аспекты развития булевой алгебры (основана Джорджем Булем в середине XIX века и позднее названа в его честь), её основные положения, примеры применения в различных областях, а также перспективы её использования в будущем. Особое внимание уделено практическому применению булевой алгебры в проектировании логических схем, базах данных, криптографии и других современных технологиях. Ключевые слова: булева алгебра, логические схемы, цифровая логика, криптография, искусственный интеллект, квантовые вычисления.*

**Б**улева алгебра — это раздел математики, который занимается изучением логических операций и их свойств. Она была впервые предложена Джорджем Булем в 1847 году в работе «Математический анализ логики», где было продемонстрировано, что логические утверждения могут быть представлены в виде алгебраических выражений. Это открытие позволило формализовать процесс логического вывода и стало основой для развития современных компьютерных технологий.

Однако настоящий прорыв в применении булевой алгебры произошёл в XX веке, когда американский математик и инженер Клод Шеннон в 1938 году опубликовал работу «Символический анализ реле и переключательных цепей». Шеннон продемонстрировал, что булева алгебра может быть использована для проектирования и анализа электронных схем. Это открытие привело к созданию цифровой логики, которая стала основой для современных компьютеров и электронных устройств.

Таким образом, булева алгебра — это математическая структура, которая оперирует с двоичными переменными и логическими операциями.

### 1. Основные положения булевой алгебры

Булевой алгеброй называется множество элементов со следующими свойствами:

I) определены две операции + (дизъюнкция) и  $\cdot$  (конъюнкция) такие, что для любых  $a, b$  и  $c$  выполняются:

коммутативный закон:

$$a + b = b + a \text{ и } a \cdot b = b \cdot a;$$

ассоциативный закон:

$$a + (b + c) = (a + b) + c \text{ и } a \cdot (b \cdot c) = (a \cdot b) \cdot c;$$

закон поглощения:

$$a + (a \cdot b) = a \text{ и } a \cdot (a + b) = a;$$

II) выполнен дистрибутивный закон:

$$a + (b \cdot c) = (a + b) \cdot (a + c) \text{ и } a \cdot (b + c) = a \cdot b + a \cdot c;$$

III) а) существуют два (неравных) элемента 0 (ложь) и 1 (истина) такие, что:

$$a + 0 = a, \quad a \cdot 0 = 0,$$

$$a + 1 = 1, \quad a \cdot 1 = a;$$

б) для каждого элемента  $a$  существует элемент  $\neg a$  (дополнение, отрицание) такой, что:

$$a + \neg a = 1, \quad a \cdot \neg a = 0.$$

Законы булевой алгебры позволяют упрощать логические выражения и проводить их эквивалентные преобразования, что особенно важно при проектировании сложных логических схем.

Основные операции булевой алгебры — конъюнкция (И), дизъюнкция (ИЛИ) и отрицание (НЕ) — позволяют строить сложные логические выражения, которые ис-

пользуются в проектировании цифровых схем, алгоритмов и других приложений.

## 2. Примеры булевых алгебр

*Алгебра двух чисел.* Простейшая булева алгебра, состоящая из двух элементов — 0 и 1. В этой алгебре операции сложения и умножения определяются через таблицы истинности. Например,  $1 + 1 = 1$ ,  $1 + 0 = 1$  и  $1 \cdot 1 = 1$ ,  $1 \cdot 0 = 0$ .

*Алгебра четырёх чисел.* Более сложный пример, где элементы алгебры — это числа 0, 1,  $p$ ,  $q$ . Операции сложения и умножения задаются таблицами, аналогичными таблицам истинности.

*Алгебра максимумов и минимумов.* В этой алгебре операции сложения и умножения определяются как взятие максимума и минимума двух чисел соответственно. Например,  $a + b = \max(a, b)$  и  $a \cdot b = \min(a, b)$ .

*Алгебра наименьших кратных и наибольших делителей.* В этой алгебре элементы — это делители некоторого числа  $N$ . Операции сложения и умножения определяются как наименьшее общее кратное и наибольший общий делитель соответственно.

## 3. Применение булевой алгебры в современных технологиях

Булева алгебра находит широкое применение в различных областях.

*Логические схемы.* Булева алгебра используется для проектирования цифровых схем и логических элементов, таких как вентили, триггеры и регистры. Эти элементы являются основой для создания процессоров, памяти и других компонентов компьютеров.

*Базы данных.* В базах данных булевы операции применяются для фильтрации и обработки данных. Например, в SQL-запросах используются логические операторы AND, OR и NOT для построения сложных условий выборки.

*Криптография.* Булевы функции используются в разработке криптографических алгоритмов и протоколов. Например, булевы функции применяются в создании хеш-функций и шифров.

*Искусственный интеллект.* В искусственном интеллекте булева алгебра используется для логического вывода и построения формальных систем. Например, экспертные системы используют логические правила для принятия решений.

*Теория множеств.* Булева алгебра лежит в основе операций с множествами, таких как объединение, пересечение и дополнение. Эти операции используются в теории вероятностей, теории графов и других областях математики.

## 4. Перспективы развития булевой алгебры

С развитием новых технологий, таких как квантовые вычисления, искусственный интеллект и интернет вещей (IoT), булева алгебра продолжает эволюционировать. Некоторые из перспективных направлений включают:

*Квантовые вычисления.* Исследования в области квантовой логики могут привести к созданию новых форм булевой алгебры, адаптированных для квантовых систем. Квантовые компьютеры используют кубиты, которые могут находиться в суперпозиции состояний, что требует новых подходов к логическим операциям.

*Автоматизация и робототехника.* Булева алгебра может быть использована для разработки более сложных логических систем управления в робототехнике. Например, логические операции могут быть применены для управления движением роботов и обработки сенсорных данных.

*Системы управления данными.* С развитием больших данных (Big Data) булева алгебра может быть использована для разработки новых методов обработки и анализа данных. Например, логические операции могут быть применены для фильтрации и классификации данных.

*Интернет вещей (IoT).* В IoT булева алгебра может быть использована для управления устройствами и обработки данных. Например, логические операции могут быть применены для автоматизации процессов в умных домах и промышленных системах.

Таким образом, булева алгебра, возникшая как теоретическая концепция, стала неотъемлемой частью современных технологий. Её принципы лежат в основе работы компьютеров, баз данных, криптографии и искусственного интеллекта. С развитием новых технологий, таких как квантовые вычисления и IoT, булева алгебра продолжает оставаться актуальной и востребованной областью исследований. Будущие исследования в этой области могут привести к созданию новых форм булевой алгебры, адаптированных для квантовых систем и других передовых технологий.

## ЛИТЕРАТУРА:

1. Фролов, С. В., Багаутдинова А. Ш. Высшая математика: этюды по теории и её приложениям: учеб. пособие. СПб.: ГИОРД, 2011.
2. Шеннон, К. Э. Работы по теории информации и кибернетике: сб. статей / пер. с англ.; под ред. Р. Л. Добрушина, О. Б. Лупанова; предисл. А. Н. Колмогорова. М.: Издательство иностранной литературы, 1963.
3. Семенова, И. В. Булева алгебра и ее применение при построении математических моделей: учеб. пособие / И. В. Семенова; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Самар. нац. иссл. ун-т им. С. П. Королева (Самар. ун-т). Самара: Издательство Самарского университета, 2023.
4. Яглом, И. М. Необыкновенная алгебра. М.: Наука, 1968. (Популярные лекции по математике).
5. Запругаев, А. А. Булевы алгебры, теоремы Стоуна и Йонссона — Тарского // Семинар С. Л. Кузнецова и В. Б. Шехтмана «Алгебраическая и категорная логика». 2 марта 2022 г., г. Москва, МИАН. URL: [https://www.mathnet.ru/php/seminars.phtml?presentid=34077&option\\_lang=rus](https://www.mathnet.ru/php/seminars.phtml?presentid=34077&option_lang=rus)

# Спирограф

*Шлапаков Андрей Александрович, учащийся 11-го класса*

Научный руководитель: *Симаков Егор Евгеньевич, учитель информатики;*  
 Научный руководитель: *Симакова Марина Николаевна, учитель математики*  
 МАОУ Лицей № 1 г. Южно-Сахалинска

Спирограф представляет собой набор, состоящий из внешней дуги, по которой двигаются круги разного диаметра с отверстиями. Он позволяет изображать разные кривые. Их всех объединяют некоторые общие свойства. Пусть внутри круга или на продолжении его радиуса отмечена точка. При движении без скольжения по прямой она будет описывать некоторую кривую. Общее название данного класса кривых — трохоида. Спирограф используется для оформительских, мозаичных и чертежных работ, для вычисления площадей, ограниченных кривыми, для развития моторики и координации движений (у детей и в период реабилитации больных), для развития пространственного воображения. Отечественные исследователи дошкольной педагогики рассматривают целый спектр возможностей применения спирографа, касающихся подготовки (социальной, психологической, познавательной) ребенка дошкольника к обучению в школе. Спирограф также можно использовать в арт терапии. Автор не ограничился теоретическим изучением спирографа, но написал программный код и создал модель спирографа. Эта модель используется на уроках рисования, в работе кружка по черчению и по занимательной математике.

**Ключевые слова:** математические основы спирографа, гипотрохида, гипоциклоида, эпитрохида, роботизированное устройство, код на языке Python.

Окружающие нас предметы не могут быть изображены на чертежах или рисунках с помощью прямых линий. Формы предметов содержат элементы кривых линий и поверхностей. Много знаний человечество накопило о кривых линиях: от улитки Паскаля до автоподобных фигур и фракталов, но в начертательной геометрии незаменимым прибором для вычерчивания кривых по-прежнему остается лекало. Однако, есть не менее интересный прибор для построения кривых. Это спирограф. Спирограф представляет собой набор, состоящий из внешней дуги, по которой двигаются круги разного диаметра с отверстиями. Изучение математических основ работы спирографа позволило автору разработать роботизированное устройство, которое используют не только на уроках рисования, но и для проведения исследований в разных областях наук (геометрии, черчении, архитектуре, генетике и др.).

В 1827 году инженер Питер Хьюберт Десвинь разработал устройство «Spreigraph» для создания сложных спиральных рисунков. Готовый макет он представил в 1845–1848 годах в Вене. Предполагалось, что данное устройство будет использоваться для защиты банкнот от подделки, так как любую созданную им кривую было сложно предугадать (рис. 1). Далее идея Хьюберта использована в начале 19 века при разработке токарного станка с гильошировкой для печати банкнот и почтовых марок. Прибор мог создавать пересекающиеся и переплетающиеся узоры различной формы. Станок использовался многими национальными монетными дворами. Более «игрушечная» версия станка впервые появилась в 1908 году в каталоге Sears. Статья, описывающая, как сделать такой станок, появилась в издании Boys Mechanic в 1913 году (рис. 2).



Рис. 1. Образцы кривых



Рис. 2. Станок Wondergraph

Окончательно спирограф был представлен как детская игрушка в 1965 году Денисом Фишером, который в 1962 работал над взрывателями для авиабомб. Понадобилось устройство, которое могло бы начертить плавно изгибающиеся линии. Созданный спирограф не решил проблему, но понравился его детям, поэтому был адаптирован под игрушку. С 1965 по 1969 годы спирограф признан лучшей обучающей игрушкой. Он развивает воображение, мышление, даёт возможность реализовывать способность к рисованию, тренирует моторику рук, способствует увеличению скорости письма и улучшению почерка. При создании узора появляется множество вариантов разнообразить итоговый рисунок. Можно поменять цвет карандаша или ручки, сменить радиус колеса и добавить в рисунок другую фигуру, можно менять дальность отведения карандаша от центра окружности, что тоже влияет на результат.

Каковы математические основы работы спирографа? Пусть внутри круга или на продолжении его радиуса отмечена некоторая точка. При движении без скольжения по прямой она будет описывать некоторую кривую. Общее название данного класса кривых — трохоида. Если направляющая — прямая линия, то трохоида является циклоидой, если направляющая круг, то трохоида будет являться гипотрохоидой (качение происходит по внутренней стороне направляющего круга) или эпитрохоидой (качение происходит по внешней стороне направляющего круга). Трохоиды задаются системой уравнений (1.1):

$$\begin{cases} x = r \cdot t - h \cdot \sin t \\ y = r - h \cdot \cos t, \end{cases} \#(1.1)$$

где  $h$  — расстояние точки от центра окружности,  $r$  — радиус окружности; окружность катится по прямой, совпадающей с горизонтальной осью координат. Если  $h = r$ , то трохоида называется циклоидой. Если  $h < r$ , то кривая называется укороченной циклоидой. Если  $h > r$ , то кривая называется удлинённой циклоидой.

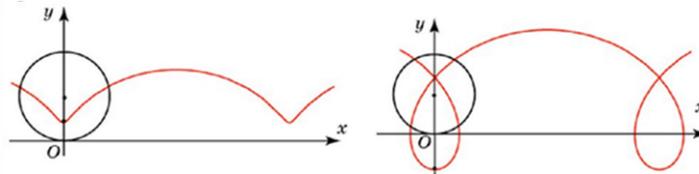


Рис. 3. . Графики укороченной и удлинённой циклоид

Фигуры, нарисованные спирографом, являются трохоидами, завёрнутыми или развёрнутыми в круг. Простейшая фигура (гипотрохоида), нарисована спирографом, состоящим из 2-х кругов, один с маленьким радиусом (внутри), второй с большим радиусом (снаружи). Гипотрохоида — завёрнутая в круг трохоида (рис. 4). Плоская кривая задаётся параметрическим уравнением (1.2) в декартовой (прямоугольной) системе координат:

$$\begin{cases} x(\theta) = (R - r)\cos(\theta) + d\cos\left(\frac{R - r}{r}\theta\right) \\ y(\theta) = (R - r)\sin(\theta) - d\sin\left(\frac{R - r}{r}\theta\right) \end{cases}, \#(1.2)$$

где  $R$  — радиус статической окружности;  $r$  — радиус динамической окружности;  $d$  — длина от центра динамической окружности до точки черчения;  $\theta$  — угол, образованный горизонталью и внутренней окружности.

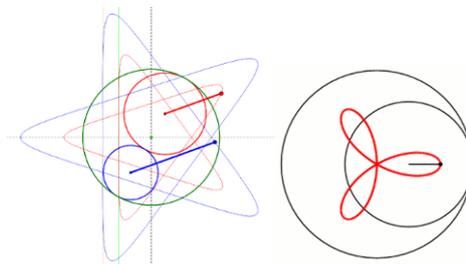


Рис. 4. Графики гипотрохоид

При измерении в радианах область значений угла ограничивается.  $\theta$  принимает значения от 0 до значения, вычисляемого при помощи формулы (1.3):

$$f = 2\pi \frac{\text{НОК}(r, R)}{R}, \#(1.3)$$

$R$  — радиус внешней окружности;  $r$  — радиус внутренней окружности;  $f$  — максимальное значение для  $\theta$ ; НОК (значение 1, значение 2) — наименьшее общее кратное. Существует частный случай — гипоциклоида (рис. 5). Она

образуются, когда радиус статического круга равен радиусу динамического круга, умноженного на определённый коэффициент —  $k$ . Формула (1.4) принимает вид:

$$\begin{cases} x(\theta) = r(k - 1)\cos\theta + r\cos((k - 1)\theta) \\ y(\theta) = r(k - 1)\sin\theta - r\sin((k - 1)\theta) \end{cases}, \#(1.4)$$

где  $r$  — радиус динамической окружности;  $\theta$  — угол, образованный горизонталью и радиусом внутренней окружности;  $k$  — коэффициент, равный отношению радиуса внешнего круга к внутреннему:  $k=R/r$ .  $k = \frac{R}{r}$ .  $\#(1.5)$

$k = \frac{R}{r}$ .  $\#(1.5)$  По рис. 5 можно сделать вывод, что  $k$  — количество точек касания фигуры с внешней окружностью, когда  $k$  — натуральное число, и фигура не выходит за пределы статической окружности.

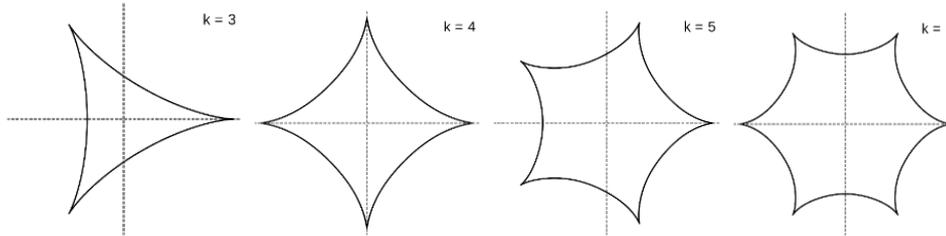


Рис. 5. Графики гипоциклоид с натуральным значением  $k$

У гипоциклоид есть своё название. Если  $k = 3$ , то фигура называется дельтоидом, если  $k = 4$  — фигура называется астроидами. Если же коэффициент  $k$  — конечная десятичная дробь, то фигуры будут выглядеть по-другому.

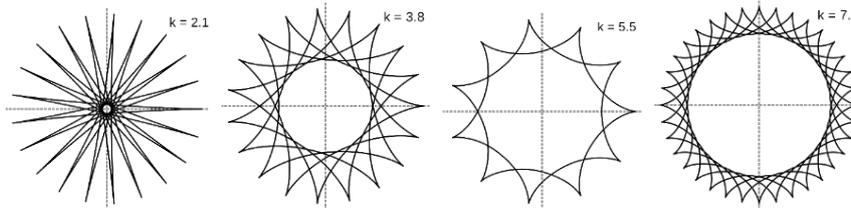


Рис. 6. Графики гипоциклоид при значениях  $k$  — конечной десятичной дроби

Вторая фигура, образованная спирографом, состоящим из 2-х кругов: с маленьким радиусом (снаружи), с большим радиусом (внутри). Такая фигура называется эпитрохойдой. Эпитрохойда — это трохоида, развёрнутая в круг. Эпитрохойда (рис. 7) задается формулами (1.2, 1.3), как гипотрохойда.

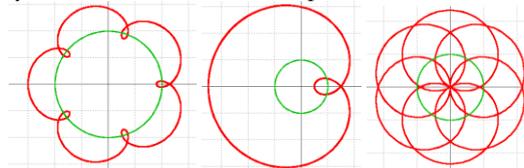


Рис. 7. Графики эпитрохойд: удлиненная, улитка Паскаля, Роза

Существует частный случай эпитрохойды, называемый эпициклоидой. Он образуется, если радиус катящейся окружности равен расстоянию от центра этой окружности до точки, которая рисует фигуру. Формула (1.6) будет принимать следующий вид:

$$\begin{cases} x(\theta) = r(k + 1)\cos\theta - r\cos((k + 1)\theta) \\ y(\theta) = r(k + 1)\sin\theta - r\sin((k + 1)\theta) \end{cases}, \#(1.6)$$

где  $r$  — радиус динамической окружности;  $k$  — коэффициент (1.5);  $\theta$  — угол, образованный горизонталью и внешней окружностью. Коэффициент  $k$  — количество точек соприкосновения фигуры со статической окружностью, при этом коэффициент  $k$  — натуральное число.

Основываясь на этих математических законах, автор статьи разработал устройство «Спирограф» на платформе Arduino Uno. Рассмотрим подробнее конструкцию разработанного устройства. Плата Arduino Uno является самым важным элементом в конструкции спирографа, на базе которого работает вся электронная часть. С ее помощью программируется устройство. К ней подключена плата расширения Тройка Shield, которая увеличивает число пинов для

подключения датчиков, моторов, узлов. К плате Troyka Shield подключены два драйвера для шаговых двигателей. Они нужны для управления движением шаговых двигателей, направлением вращения и регулировкой числа шагов поворота двигателя. Один шаг считается за 1.8 градуса. Полный оборот двигателя происходит при выполнении 200 шагов. Для питания драйверов в батарейном отсеке есть литий-ионные аккумуляторы форм-фактора 18650. Вторым важным элементом — шаговый двигатель 42STH60–1206A. В модели использовались 2 двигателя. Третьим элементом является сервопривод постоянного вращения. Он нужен, чтобы вращать платформу, на которой будет рисовать спирограф. Помимо электрической части, для спирографа была разработана конструкция, которая удерживает и передвигает элемент для рисования. Данные детали соединяются с двигателями. Пластиковые детали для передачи вращения двигателя в поступательные движения представляют собой:

- две шайбы с одним центральным отверстием и отверстиями, располагающимися на разном расстоянии от центра окружности;
- два луча с отверстиями; на одном из лучей на малом расстоянии от крайнего есть отверстие, которое будет соединено с крайним отверстием другого луча.

В центральное отверстие шайб закрепляется вал двигателя, а к остальным отверстиям закрепляются лучи, чтобы регулировать размер получившейся кривой. Чтобы рисунок без изменений параметров движения спирографа был всегда одинаковым, надо сделать корпус, который соединяет и фиксирует на определенном расстоянии два двигателя. 3D-модели элементов данной конструкции были созданы в САПР «Компас-3D» и напечатаны на 3D-принтере с использованием PLA-пластика.

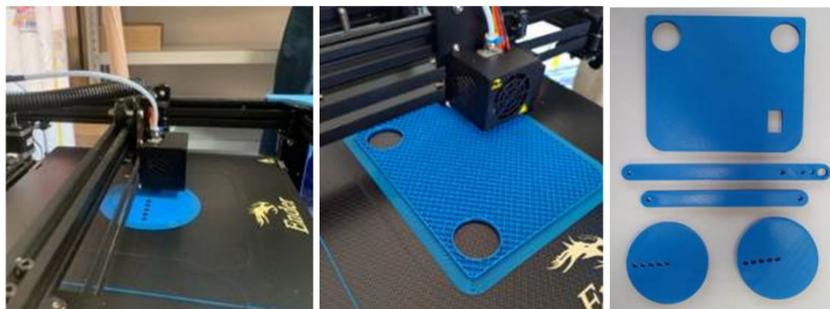


Рис. 8. Печать конструктивных элементов устройства

Далее дана схема подключения шагового двигателя с использованием драйвера и сервопривода к плате расширения (2-й двигатель подключается аналогично):

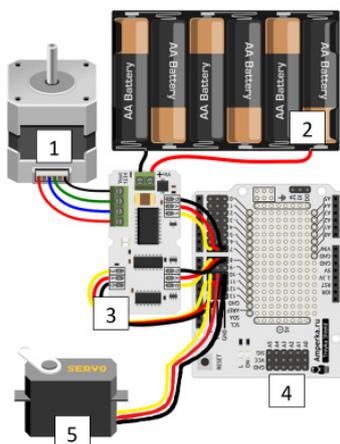


Рис. 9. Схема подключения шагового двигателя. На схеме цифрами обозначены: 1 — шаговый двигатель; 2 — аккумуляторный отсек с литий-ионными батарейками; 3 — драйвер для шагового двигателя; 4 — плата расширения Troyka Shield; 5 — сервопривод постоянного вращения

Тестовый стенд представлен на рисунке 10. В качестве корпуса для сервопривода и основы для поворотного стола был использован «#структор», изготовленный из вспененного ПВХ. Сверху на сервопривод прикреплена основа вращающегося стола, где закреплён лист бумаги.

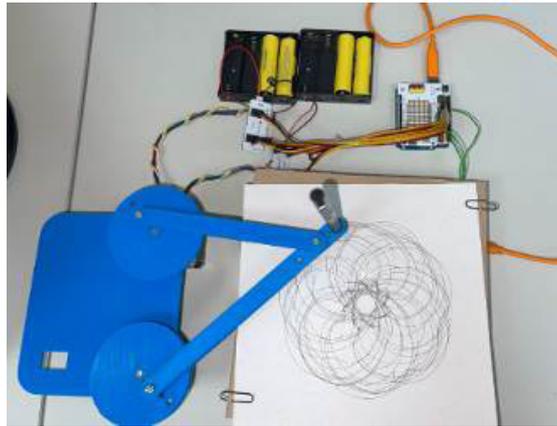


Рис. 10. Устройство «Спирограф» в сборке

Программирование устройства на платформе Arduino Uno осуществляется в среде разработки Arduino IDE на языке wiring (C++ с дополнительными модулями и библиотеками).

#### Основные блоки программного кода (скетча) работы устройства:

1. Подключение необходимых библиотек для работы с сервоприводами.
2. Создание объекта для работы с сервоприводом.
3. Объявление переменных, отвечающих за регулировку скорости вращения и переменных, содержащих направление вращения механических элементов.
4. Создание переменных для хранения пути к сервоприводу и двигателям.
5. Настройка пинов, к которым подключены элементы.
6. Корректировка рисунка изменением скорости и направления вращения мотора.

Алгоритм построения изображения основан на циклично повторяющихся действиях шаговых двигателей и сервопривода. В коде установлено постоянное вращение сервомотора и скорость вращения двигателей. При выполнении заданного количества шагов, направление движения двигателей изменяется.

#### Функционирование блоков

##### 1. Сервопривод.

- подключаем библиотеку для использования сервопривода: `AmperkaServo.h`
- создаём объект, над которым будет вестись управление: `AmperkaServo servo`;
- задаём имя пина, к которому подключен сервомотор: `SERVO_PIN = 10`;
- подключение сервомотора с параметрами: `minPulseWidth`, `maxPulseWidth` — минимальная и максимальная ширина импульса в соответствии с максимальной скоростью вращения по часовой и против часовой стрелки. В блоке `void setup()`, где производится установка режимов работы и инициализация устройств, указываем: `servo.attach(SERVO_PIN, 544, 2400)`;
- в основном блоке — бесконечном цикле `void loop()` — надо задать скорость вращения сервопривода: `servo.writeSpeed(50)`;

##### 2. Шаговые двигатели (на примере одного из двух).

- объявляем константы, которые хранят в себе пин, к которому подключён шаговый двигатель: `stepPin = 7`; `directionPin = 8`; `enablePin = 11`;
- объявляем переменную регулировки скорости двигателя: `delayTime = 3`;
- в блоке `void setup()` настраиваем нужные контакты на выход сигнала, подаём питание на двигатель и настраиваем изначальное направление вращения:  
`pinMode(stepPin, OUTPUT); pinMode(directionPin, OUTPUT); pinMode(enablePin, OUTPUT);`  
`digitalWrite(enablePin, HIGH); digitalWrite(directionPin, true);`

Чтобы шаговый двигатель сделал поворот на 1.8 градуса, нужно подать напряжение на двигатель и остановить подачу. Магниты внутри двигателя притягивают к себе ротор, делая один поворот, и выключаются. Подача напряжения происходит на пин — «stepPin», в параметрах указывается значения — HIGH или LOW. HIGH — подача напряжения 7.2 В (логическая единица), LOW — подача напряжения 0 В (логический ноль). Еще надо выставить задержку между подачами напряжения (управление скоростью вращения) при помощи встроенной функции `delay()`, в параметрах указывается переменная `delayTime`. В алгоритм добавлено условие для смены направления вращения шагового двигателя при выполнении 100 шагов или поворота на 180 градусов. Счётчиком выполненных шагов является переменная `k`, объявленная в начале программы, с каждым шагом к ней добавляется единица. В алгоритм можно встроить динамическое изменение скорости вращения двигателя при помощи счётчика. И все действия надо повторить для второго двигателя, но с другими переменными и условиями. Далее приведен полный скетч с некоторыми комментариями:

```

1 // Библиотека с расширенными функциями для
  // работы с Servo
2 #include <AmperkaServo.h>
3
4 // Создаём объект для работы с сервомоторами
5 AmperkaServo servo;
6 constexpr uint8_t SERVO_PIN = 10;
7
8 // Подключение к пинам 1-го двигателя:
9 const byte stepPin1 = 7;
10 const byte directionPin1 = 8;
11 const byte enablePin1 = 11;
12
13 // Подключение к пинам 2-го двигателя:
14 const byte stepPin2 = 6;
15 const byte directionPin2 = 5;
16 const byte enablePin2 = 12;
17
18 // Выдержка для регулировки скорости вращения
19 int delayTime1 = 3;
20 int delayTime2 = 4;
21
22 int k = 0;
23
24 bool state = false;
25
26 void setup() {
27 // Настраиваем нужные контакты на выход 1
28 pinMode(stepPin1, OUTPUT);
29 pinMode(directionPin1, OUTPUT);
30 pinMode(enablePin1, OUTPUT);
31
32 // Настраиваем нужные контакты на выход 2
33 pinMode(stepPin2, OUTPUT);
34 pinMode(directionPin2, OUTPUT);
35 pinMode(enablePin2, OUTPUT);
36
37 // Подаём питание на двигатель
38 digitalWrite(enablePin1, HIGH);
39 digitalWrite(enablePin2, HIGH);
40 Serial.println("Подача питания");
41 // Задаём направление вращения
  // по часовой стрелке
42 digitalWrite(directionPin1, true);
43 digitalWrite(directionPin2, false);
44
45 // Подключаем сервомотор
46 servo.attach(SERVO_PIN, 544, 2400);
47 }
48
49 void loop() {
50 // Задаём максимальную скорость
  // вращения по часовой стрелке CW
51 servo.writeSpeed(50);
52
53 digitalWrite(stepPin1, HIGH);
54 delay(delayTime1);
55 digitalWrite(stepPin2, HIGH);
56 delay(delayTime2);
57
58 digitalWrite(stepPin2, LOW);
59 delay(delayTime2);
60 digitalWrite(stepPin1, LOW);
61 delay(delayTime1);
62
63 k = k+1;
64 if (k>100){
65 state = !state;
66 digitalWrite(directionPin2, state);
67 k = 0;
68 }
69
70 // }
71 }

```

Рис. 11

Чтобы проанализировать работу созданного устройства и сопоставить создаваемые им рисунки с теми, которые должны получаться по формулам при определенных параметрах, было разработано приложение на языке Python. Полный код приложения можно увидеть по ссылке: <https://github.com/raidfb/Project---Spirograph>.

В языке программирования Python существует библиотека для работы с графикой. Turtle graphics — реализация популярных инструментов геометрического рисования. На ее основе создают спирограф, с помощью которого можно подбирать параметры для тестового стенда. В программном коде есть функции для настройки параметров фигуры, параметры для ручки и окна, в которое выводится результат. Спирограф рисует фигуру при помощи решения параметрического уравнения (1.2), вот так уравнение выглядит в коде:

```

x = (R - r) * cos(angle) + d * cos(((R-r)/r)*angle)
y = (R - r) * sin(angle) - d * sin(((R-r)/r)*angle)

```

$R$  — радиус внешней окружности;  $r$  — радиус внутренней окружности;  $d$  — расстояние от рисующей точки до центра внешней окружности;  $angle$  — угол, который с каждым выполнением цикла добавляет значение. При уменьшении величины угла усиливается точность рисовки фигуры.

При помощи пяти команд можно нарисовать любой объект в графике Turtle:

- `turtle.pendown()` — опускает ручки для начала рисования
- `turtle.goto(x,y)` — перемещает ручки по заданным координатам

- `turtle.penup()` — поднимает ручку для прекращения рисования
- `turtle.getscreen().update()` — обновляет экран
- `window.mainloop()` — закидывает картинку при выполнении всех команд

Прошло тестирование работы шаговых двигателей по написанному алгоритму вращения двух моторов в разные стороны. При выполнении данного кода получена фигура (рис. 12 а). Сдвиг ручки в основном обусловлен сдвигом моторов от вибрации. Данный рисунок не напоминает фигуру, нарисованную спирографом. Но если добавить вращающийся стол, то получится фигура, которая очень похожа на фигуру, образованную спирографом.

Фигура (рис. 12 б) была образована при данных параметрах:

- `servo.writeSpeed(50)`; — скорость вращения сервопривода равно значению 50;
- `int delayTime1 = 3`; — выдержка для регулировки скорости 1;
- `int delayTime2 = 3`; — выдержка для регулировки скорости 2;
- использован цикл, который меняет направление вращения каждый 101 шаг.

Получившаяся фигура также похожа на фигуру (рис. 12 в), нарисованную при помощи приложения на Python при следующих параметрах:

- $R$  — внешней окружности (125);
- $r$  — внутренней окружности (45);
- $d$  — расстояние от рисующей точки до центра внешней окружности (125).

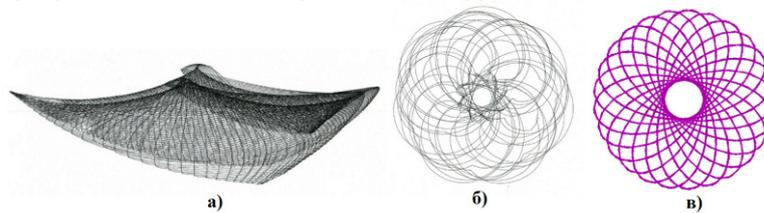


Рис. 12. Изображения, созданные спирографом (а,б) и в программе (в)

В дальнейшем планируется отладить прибор так, чтобы получилось совместить график, построенный программой на Python, с физическим устройством, а также сделать интерфейс для работы с программой устройства. Для этого надо провести много тестов и адаптировать код, исходя из полученных закономерностей. При этом программный код устройства будет дополнен, чтобы рисовать несколькими спирографами по элементам на одном листке. Так можно будет изобразить фигуру, которая задается математической формулой, но при этом расшифровать эту формулу очень сложно.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Амперка. База знаний (wiki) — URL: <https://wiki.amperka.ru/>
2. Спирограф как одна из самых высокоинтеллектуальных игр 20 века — URL: <https://7centr.ru/wp-content/uploads/2015/09/Spirograf-kak-odna-iz-samyh-vysokointellektualnyh-igr-20-veka-10062020062324.pdf>
3. Спирограф (игрушка) — URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Спирограф\\_\(игрушка\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Спирограф_(игрушка))
4. Трохоида — URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Трохоида>
5. Гипотрохоида — URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Гипотрохоида>
6. Гипоциклоида — URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Гипоциклоида>
7. Эпитрохоида — URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Эпитрохоида>
8. Эпициклоида — URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Эпициклоида>
9. Простое устройство на Arduino для рисования сложных паттернов — URL: <https://robocraft.ru/projects/4216>
10. Arduino Powered Pattern Making Machine — URL: <https://www.instructables.com/Arduino-Powered-Pattern-Making-Machine/>



## ИНФОРМАТИКА

### Как создать сайт на Python с использованием Flask

*Добой Кирилл Андреевич, учащийся 9-го класса*

ГАУ Калининградской области общеобразовательная организация «Школа-интернат лицей-интернат»

Научный руководитель: *Беляевский Борис Иннокентьевич, преподаватель робототехники и программирования*  
МБУДО «Детско-юношеский центр Светлогорского городского округа» (Калининградская обл.)

Статья предоставляет читателям информацию о различных типах сайтов, а также о различных методах их создания.

В прошлом для распространения информации применялись печатные издания, такие как газеты и журналы. В нынешнее время интернет занимает значимое место в нашей жизни, предлагая обширный объем информации по разнообразным темам, доступ к которой осуществляется через веб-сайты.

Сайт представляет собой систему электронных документов, доступных в компьютерной сети под единым адресом. Все сайты в совокупности формируют Всемирную паутину (WWW), в которой различные разделы информации объединяются в единую базу данных.

Для полноценного функционирования сайта необходимы следующие компоненты [2]:

- сервер или хостинг для хранения файлов сайта: обрабатывают и хранят файлы сайта, они являются специальными компьютерами, которые предоставляют веб-проектам память на быстром носителе, ОЗУ и другие технические ресурсы;
- доменное имя, то есть адрес сайта, эти имена могут находиться в зонах разного уровня и тематики, к примеру, vk.com.;
- CMS — программное обеспечение, позволяющее управлять контентом веб-сайта. Системные файлы для веб-проектов не создаются вручную. Веб-мастера используют специальные движки — CMS, с помощью которых можно наполнять интернет-страницу необходимой информацией.

Существует несколько типов сайтов, которые различаются по своей структуре и содержанию.

- *Персональный сайт или персональная страница* — это сайт, с содержанием, описывающим сферу интересов какого-либо человека. Объем такого сайта небольшой и часто состоит из одной страницы.
- *Личный блог* — это веб-сайт, основное содержание которого — регулярно добавляемые записи

(посты), содержащие текст, изображения, мультимедиа.

- *Сайт-визитка* — это электронный аналог традиционной бумажной визитки. Основное назначение сайта — представить своего владельца и дать максимум сведений для контакта с ним.
- *Сайт-галерея* — это интернет-выставка каких-либо работ.
- *Официальный сайт компаний (организаций)* — это представительство компании в глобальной сети, место публикации всех новостей и информации, которую руководство компании хочет донести до общественности
- *Тематический сайт* — это веб-ресурс, посвященный какой-то одной теме. На сайте может содержаться несколько разделов, могут быть многоуровневые меню, а также может быть установлено большое количество разных компонентов и модулей.
- *Сайт-каталог* — это удобное средство информирования потенциальных покупателей и партнеров компании обо всех предлагаемых ей товарах.
- *Сайты Интернет-магазин* — это современный торговый канал, дающий возможность реализовывать товары через Интернет.
- *Новостной сайт* — это мощный, информационный ресурс, посвященный новостям из какой-либо области. Структура новостных сайтов в большинстве случаев сложная. Как правило, такие сайты содержат несколько разделов и подразделов, сложные многоуровневые меню, большое количество компонентов и модулей, могут иметь форум.

Существует огромное множество способов разработки веб-сайтов. Наиболее простым вариантом является использование сайтов-конструкторов — платформ, предлагающих готовые шаблоны, систему управления контентом (CMS) и услуги хостинга. Процесс создания

осуществляется в специализированном визуальном редакторе, где можно добавлять или удалять блоки. Некоторые функции могут быть активированы или деактивированы по мере необходимости с помощью плагинов и расширений. Для создания различных типов веб-сайтов применяются разнообразные конструкторы.

Следующий способ — программирование, т. е. написание кода «с нуля». Этот вариант создания сайтов — самый сложный, требует знание языков программирования, но у разработчиков появляется больше возможностей.

Мне бы хотелось остановиться на таком способе, как разработка сайта с использованием «фреймворка» — платформы, которая включает в себя набор готовых классов и методов, а также графических элементов. В отличие от создания веб-ресурсов «с нуля», данный метод предлагает явные преимущества в виде готовых функций, элементов оформления и шаблонов. Фреймворки доступны практически для каждого языка программирования, и их код является общедоступным. Большинство из них бесплатны и предоставляют уникальные возможности для создания различных типов сайтов.

Для разработки своего первого собственного сайта я выбрал фреймворк Flask. Он представляет собой легкий веб-фреймворк для языка Python, который предлагает минимальный набор инструментов для создания веб-приложений. Flask является расширяемой системой,

которая не накладывает требований к структуре директорий и не требует сложного шаблонного кода для начала работы.

Для создания сайта на Flask в первую очередь необходимо выбрать ресурс, предлагающий подходящие шаблоны. Далее, при необходимости, следует зарегистрироваться на выбранном ресурсе. Затем нужно выбрать подходящий шаблон и установить его. После установки можно приступить к редактированию сайта в соответствии с вашими потребностями и предпочтениями. Flask предоставляет возможность изменить фон, внести дополнительную информацию, а также настроить размер, цвет и шрифт текста, а также воспользоваться другими инструментами для создания сайта, которые полностью соответствуют вашим запросам.

Когда сайт будет выглядеть так, как вы задумали, необходимо сохранить проект и опубликовать сайт в открытом доступе, чтобы проверить его работоспособность. Также можно разместить сайт в интернете для общего пользования, однако следует учитывать, что данная услуга может быть платной.

В итоге оказалось, что создание сайта — дело нелегкое, но увлекательное. Я думаю, что не следует опасаться исследовать новые горизонты и пробовать делать что-то новое для себя, ведь это может оказаться очень интересным и послужить толчком в выборе профессии.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Мигель Гринберг «Разработка web приложений с использованием Flask на языке Python», ДМК Пресс, 2016г
2. <http://cccp-blog.com/sozdanie-saytov/sposoby-sozdaniya-sajta>
3. <https://pythonru.com/tag/uroki-po-flask-na-russkom>

## Различия человеческого и искусственного интеллекта при решении математических задач

*Землянухина Дарья Алексеевна, учащаяся 11-го класса*

Научный руководитель: *Волчок Юлия Анатольевна, учитель математики*  
КГУ «ОШ № 21» г. Темиртау (Казахстан)

*В статье автор исследует различия человеческого и искусственного интеллекта при решении математических задач.*

**Ключевые слова:** *искусственный интеллект, человеческий мозг, работа, задачи.*

**И**скусственный интеллект очень быстро проник в жизнь современного общества, и многие люди уже не представляют свою жизнь без использования ИИ. А ведь ещё недавно его внедрение в человеческую жизнь казалось чем-то невозможным и фантастическим, но уже сегодня искусственный интеллект используется во всех сферах жизнедеятельности человека. Главные задачи ИИ — это упрощать и улучшать качество жизни человека там, где это возможно, а также

понять, как устроен человеческий интеллект, и смоделировать его работу и функции.

Искусственный интеллект достаточно широко используется не только в быту, медицине или промышленности, но также и в образовании. В особенности среди школьников, которые решают задачи и выполняют задания не своими усилиями, а с помощью ИИ. Но если написать различные эссе, сгенерировать изображения, создать презентации или ответить на вопрос у искусственного

интеллекта получается чаще всего очень хорошо, то вот решение математических и геометрических задач искусственному интеллекту удастся решить не всегда. Но в чем же причина? Почему многофункциональный ИИ не справляется с математическим решением?

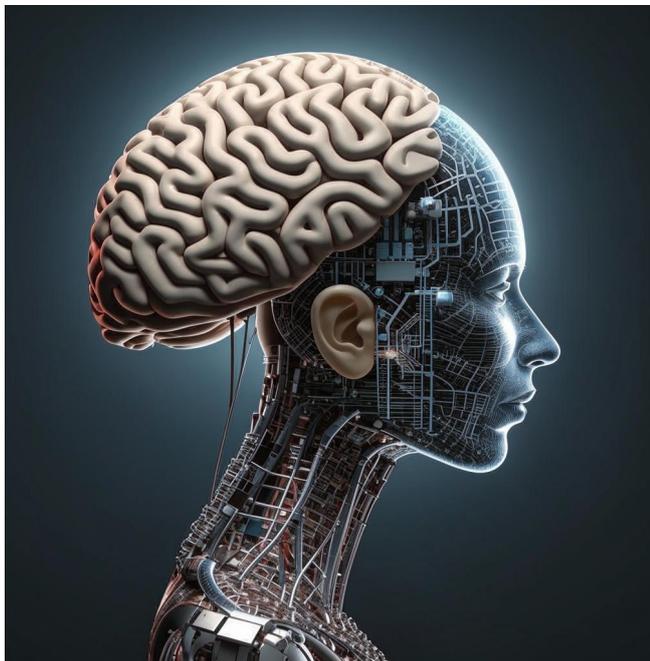


Рис. 1. Сгенерированное изображение с помощью ИИ

Начнем с того, что искусственный интеллект лишь имитирует и старается воспроизвести работу человеческого интеллекта. К счастью или сожалению, ИИ не может полностью воссоздать человеческое мышление, так как головной мозг имеет очень сложное строение, в нем более 86 миллиардов нейронов и большое количество мозговых соединений. Ученые сами еще имеют неполное представление о функциях мозга, взаимодействии нейронов и мозговых сигналов, они еще не до конца изучили работу человеческого мозга.

Структура и функции головного мозга гораздо сложнее и активнее, чем у нейросетей, потому что человеческий мозг обучается на протяжении всей своей жизни, что позволяет ему накопить опыт и знания, а позже применить эти новые навыки в различных ситуациях, адаптируясь к новым условиям. Наш мозг способен к самоорганизации, восприятию, мышлению, самообучению и даже генерации речи, что делает его невероятно мощным и гибким инструментом в решении различных целей. Таким образом, именно эти отличительные черты человеческого мозга позволяют ему беспрепятственно справляться с математическими задачами и решениями.

Далее следует отметить, что обучение ИИ основано на работе с огромным набором различных данных и по установленным шаблонам, а не на осмысленном анализе условия. Например, для решения сложных геометрических и математических задач недостаточно лишь знать теоремы и доказательства, нужно понимание и представление более глубоких взаимосвязей и зависимостей,

чем решение по закрепленному шаблону. Математика в большинстве своем строится на абстракции: числа, символы, функции, бесконечности. Искусственный интеллект справляется с конкретными числами и задачами, но абстрактные понятия, такие как задания с пределами, функциями или доказательствами в геометрии, остаются для ИИ достаточно сложными.

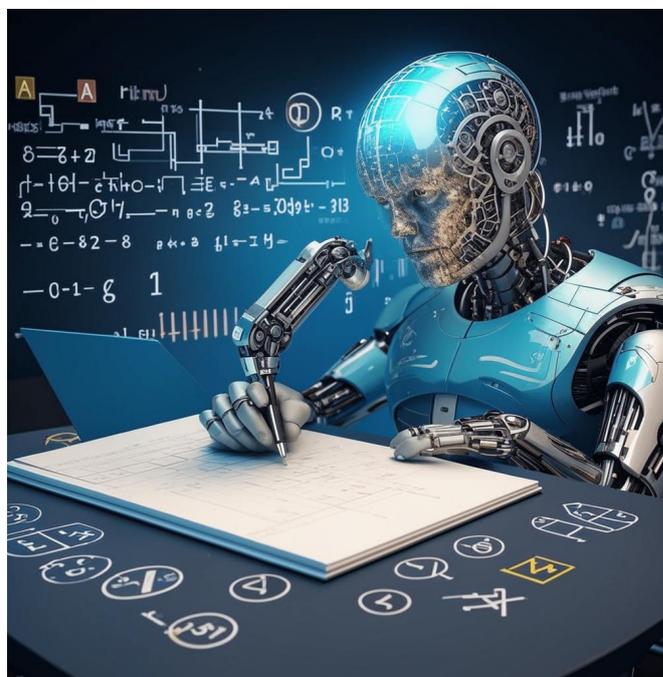


Рис. 2. Искусственный интеллект в стадии работы

Также сложности для искусственного интеллекта может вызывать обработка языка при решении текстовой математической задачи. Так как ИИ сталкивается с дополнительными трудностями, такие как: опечатка или ошибка в веденном тексте, неоднозначный смысл слов и зависимость слов от контекста, синонимия и избыточность различных формулировок, также искусственный интеллект не всегда правильно «понимает» значение отдельных слов, допускает грамматические и орфографические ошибки и путается в синтаксисе языка.

Хочется еще добавить, что пока что невозможно создать подходящую структуру для сложных математических вычислений. Алгоритмы искусственного интеллекта не приспособлены для строгих математических вычислений и логики, так как их подход основан на вероятном анализе, ИИ лишь имитирует человеческий интеллект, поэтому не может также четко анализировать и рассуждать как головной мозг, что может привести к ошибкам в расчетах задачи, где требуется точность.

Таким образом, искусственный интеллект еще далек от того, чтобы соперничать с человеческим мозгом в математике. Проверка решений сложных математических задач с помощью искусственного интеллекта на данный момент требует участия человека, поэтому ИИ еще не способен создавать новые математические доказательства, концепции или теоремы. Пока что невозможно симитировать полностью работу, функции и анализ голов-

ного мозга при помощи ИИ так, чтобы искусственный интеллект сам решал математические задачи на основе глубокого анализа и понимания, а не на заданных шаблонах и алгоритмах. Тем не менее, развитие искусствен-

ного интеллекта постоянно развивается, создавая новые усовершенствованные алгоритмы, что дает ему возможность в будущем познать и решать математические и геометрические задачи.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Анциферова, А. С. Искусственный интеллект, как область науки / А. С. Анциферова // Актуальные проблемы науки и образования в условиях современных вызовов. — Москва: Печатный цех, 2023. — с. 47–53.
2. Что представляет собой искусственный интеллект (ИИ)? — Текст: электронный // Хабр: [сайт]. — URL: <https://habr.com/ru/articles/710350/> (дата обращения: 21.01.2025).
3. Может ли ИИ решать математические задачи? — Текст: электронный // dzen: [сайт]. — URL: <https://dzen.ru/a/Z2pNESLy7FdJdajH> (дата обращения: 21.01.2025).

## Исследование криптографии и шифрования: новый подход

*Неронов Ярослав Владиславович, учащийся 10-го класса  
МБОУ СОШ № 6 г. Новочеркасска (Ростовская обл.)*

*Научный руководитель: Неронов Владислав Меерович, председатель комитета по цифровой трансформации и искусственному интеллекту*

Межрегиональная общественная организация содействия и развития экспертной деятельности «Экспертный Совет» (г. Москва)

**В** последние годы криптография стала одной из ключевых составляющих информационной безопасности в нашем цифровом мире. Основная цель криптографии — защита конфиденциальности и целостности данных путем их шифрования, что предотвращает несанкционированный доступ к информации.

Методы шифрования с использованием электронных ключей и алгоритмов устаревают, а на современном этапе развития и внедрения квантовых вычислений набирает популярность новый подход к криптографии.

Электронные ключи — это небольшие устройства, которые генерируют уникальные пароли для доступа к данным.

Алгоритмы шифрования — это математические формулы, которые преобразуют исходный текст в зашифрованный. Для расшифровки сообщения используется обратный алгоритм, который преобразует зашифрованный текст в исходный.

Также важным аспектом является обеспечение аутентичности — возможность установить подлинность отправителя информации и защитить ее от подделки. Современные криптографические протоколы, такие как SSL/TLS, используются для защиты данных в интернете, обеспечивая безопасные соединения для электронной коммерции, обмена сообщениями и других онлайн-сервисов.

Шифрование — это процесс преобразования информации таким образом, чтобы ее мог прочитать только тот, кому она предназначена. Это достигается с помощью различных методов, включая использование ключей, алгоритмов и специальных программ.

Один из самых известных методов шифрования — это метод Цезаря. Он был назван в честь римского импе-

ратора Юлия Цезаря, который использовал его для передачи секретных сообщений.

Суть метода Цезаря заключается в том, что каждая буква в тексте заменяется на другую букву, которая находится на определенном расстоянии от нее в алфавите.

Также стоит упомянуть о стеганографии. Стеганография — это метод скрытой передачи информации, при котором сообщение встраивается в другой объект, например изображение, аудиофайл или видео. Принципы стеганографии используются для защиты конфиденциальных данных и обеспечения безопасности передачи информации.

— Статическая стеганография: информация встраивается в статические объекты, такие как изображения или тексты.

— Динамическая стеганография: информация встраивается в динамические объекты, такие как аудиофайлы или видео.

— Цифровая стеганография: информация встраивается в цифровые объекты, такие как файлы, документы или электронные письма.

Для скрытия информации в изображениях используются методы, основанные на изменении пикселей, использовании метаданных или сжатии с потерями. В аудиофайлах информация может быть скрыта путем изменения амплитуды или частоты звука, а также использования сжатия с потерями.

Одним из основных преимуществ стеганографии является ее недоступность для человеческого глаза и уха. Это делает ее эффективным методом защиты конфиденциальной информации от несанкционированного доступа. Однако следует отметить, что стеганография не

является абсолютно надежным методом защиты и существуют способы обнаружения скрытых сообщений.

Существует также метод шифрования с использованием книги. В этом методе ключом является книга, которая есть и у отправителя, и у получателя. В сообщении указывается страница и строка.

#### **Шифр с кодовым словом**

Это простой способ шифрования и расшифровки. В качестве кодового используется любое слово без повторяющихся букв. Оно ставится в начале алфавита, а остальные буквы добавляются по порядку, исключая те, которые уже есть в кодовом слове.

#### **Шифр Атбаш**

Это один из самых простых способов шифрования. В этом шифре буквы алфавита меняются местами: первая буква становится последней, вторая — предпоследней и так далее.

#### **Шифр Фрэнсиса Бэкона**

Этот метод шифрования основан на алфавите шифра Бэкона, в котором каждая буква заменяется группой из пяти букв А или В (двоичный код).

#### **Шифр Морзе**

Это способ кодирования информации, в котором буквы, цифры и другие знаки представлены в виде последовательности сигналов: длинных (тире) и коротких (точка). За единицу времени принимается длительность одной точки. Длина тире равна трем точкам.

Интервал между элементами одного знака составляет одну точку, между знаками в слове — три точки, а между словами — семь точек.

Этот метод получил свое название в честь американского изобретателя и художника Сэмюэла Морзе.

#### **Древнерусская тайнопись**

Этот метод шифрования, который использовался в древнерусских рукописях, назывался иными письменами. В нем символы кириллицы заменялись символами глаголицы, латиницы, греческой или пермской азбуки. Пермская азбука была создана епископом Стефаном из Перми на основе кириллицы и греческой азбуки, но не получила широкого распространения.

#### **Метод измененных значков**

Этот метод шифрования появился в XIV веке и использовался в древнерусских письменных памятниках. Он заключается в изменении формы символов.

#### **Метод подстановки**

Этот метод шифрования был популярен в XIV веке. Он имел две разновидности: простая литорей и мудрая литорей. В простой литорее каждая согласная буква из первых 10, расположенных в одну строчку в алфавитном порядке, заменялась на букву, находящуюся под ней в нижней строчке, где были записаны последние 10 согласных букв в обратном порядке.

#### **Матричный метод**

Чтобы использовать матричный метод шифрования, нужно лишь базовые знания математики, полученные в начальной школе. Необходимо понимать, как расположены буквы в алфавите, и запомнить восемь чисел.

Для расшифровки сообщения требуется компьютер.

Матрица представляет собой таблицу, состоящую из элементов произвольного типа. Эти элементы расположе-

ны в строках и столбцах. Если количество строк и столбцов матрицы совпадает, то она называется квадратной.

Национальный институт стандартов и технологий (NIST) объявил, что алгоритм Ascon станет официальным стандартом для облегченной криптографии устройств интернета вещей с небольшим объемом памяти.

Другие организации, устанавливающие стандарты по всему миру, скорее всего, воспользуются результатами работы NIST. Другой вариант — пройти через этот процесс самостоятельно, оставив свою инфраструктуру IoT уязвимой для киберугроз.

Согласно NIST, наиболее необычным аспектом процесса отбора была эффективность новых алгоритмов: «большинство финалистов продемонстрировали преимущества в производительности по сравнению со стандартами NIST на различных целевых платформах без учета соображений безопасности». Это явление вызывает особую озабоченность, учитывая, что NIST является одной из наиболее часто обновляемых и признанных передовыми во всем мире систем кибербезопасности.

Предположим, что другие организации, устанавливающие стандарты, даже не начали определять облегченный криптографический стандарт и что существует множество доступных алгоритмов. Следовательно, это подтверждает, что кибербезопасность и криптография тесно связаны с глобальной стандартизацией систем безопасности и нормативных требований.

Первоначальный запрос на представление примечания 33 для стандарта NIST по облегченной криптографии привел к тому, что NIST получил 57 решений для рассмотрения.

Облегченная криптография обеспечивает безопасную передачу данных от бесчисленных крошечных устройств интернета вещей и к ним, что требует создания новой категории криптографических алгоритмов. Большинство микромашин интернета вещей, датчиков, исполнительных механизмов и других устройств с небольшим объемом памяти, используемых для управления сетью и связи, работают при недостаточном электропитании. Эти устройства имеют минимальную схему, подобную электронике в брелоках для доступа без ключа к меткам радиочастотной идентификации (RFID), используемым в цепочках поставок и на складах. Для сравнения: даже самый простой мобильный телефон будет иметь значительно менее ограниченный чип, и основным преимуществом этих технологий интернета вещей является их низкая стоимость и небольшой размер.

Существующие криптографические алгоритмы требуют больше вычислительной мощности и электронных ресурсов, чем есть у устройств интернета вещей. Следовательно, основная слабость всех устройств интернета вещей связана с их основной силой.

Ввиду появления квантового компьютера криптография приобрела новый подход — квантовую криптографию. Она представляет собой уникальный по сравнению с облегченной криптографией подход, такой как Ascon, который предназначен для устройств с небольшим объемом памяти, например для устройств интернета вещей. Она основана на принципах квантовой механики и в пер-

вую очередь ориентирована на квантовое распределение ключей (QKD), обеспечивая защиту, которую теоретически невозможно взломать.

Ascon — семейство блочных шифров, используемых для аутентифицированного шифрования с присоединенными данными и хеширования. Набор шифров был разработан Кристофом Добраунигом, Марией Айхелзидер, Флорианом Менделем и Мартином Шлаффером. Шифры Ascon-128 и Ascon-128a стали победителями соревнования CAESAR в категории применения в приложениях с ограниченными ресурсами.

NIST уделяет особое внимание Ascon для защиты данных на небольших устройствах интернета вещей с ограниченными вычислительными возможностями. С другой стороны, квантовая криптография направлена на использование отличительных характеристик квантовых битов (кубитов) для безопасной связи независимо от вычислительной мощности устройства.

Одним из основных препятствий для квантовой криптографии является ее масштабируемость и совместимость с традиционными системами связи. С другой

стороны, облегченная криптография должна обеспечивать безопасность, несмотря на ограниченные вычислительные ресурсы. Из-за вычислительных ограничений в работе устройств интернета вещей возникают трудности при использовании традиционных криптографических алгоритмов. Если бы были реализованы методы прямой квантовой криптографии, при использовании этих устройств могли бы возникнуть еще более серьезные трудности.

Слияние классической и квантовой областей проложило путь для разработки гибридных криптографических методов, которые могут обеспечить усиленные меры безопасности даже на устройствах с низким энергопотреблением. Такие решения сочетают в себе преимущества как классических, так и квантовых систем, обеспечивая максимальную защиту конфиденциальных данных и информации. Используя уникальные свойства квантовой механики, гибридные криптографические алгоритмы могут преодолеть ограничения классической криптографии и обеспечить продвинутые уровни безопасности, необходимые в современную цифровую эпоху.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Богатенкова, Т. В. Криптография: история и современные аспекты. — М.: Научный мир, 2020.
2. Виноградов, С. И. Основы криптографии. — СПб: Питер, 2019.
3. Громов, А. А. Методы шифрования информации. — Новосибирск: Сибирское университетское издание, 2021.
4. Дмитриев, И. Д. Аутентификация и криптографические протоколы. — Екатеринбург: УрФУ, 2022.
5. Зайцев, Е. Н. Криптография в современном мире. — Казань: Казанский университет, 2020.
6. Иванов, П. В. Алгоритмы шифрования: теория и практика. — Ростов-на-Дону: Феникс, 2018.
7. Карпов, В. Б. Стеганография: методы и приложения. — М.: Научный эксперт, 2021.
8. Кузнецов, Р. Н. Электронные ключи в криптографии. — Тверь: ТГПУ, 2023.
9. Лебедев, А. В. История криптографии. — Челябинск: ЧГУ, 2017.
10. Морозов, С. С. Современные методы шифрования. — Уфа: УГАТУ, 2019.
11. Нестеров, А. Ф. Цифровые подделки и их распознавание. — Красноярск: СФУ, 2022.
12. Петров, Т. И. Основы теории информации. — Воронеж: ВГУ, 2020.
13. Сидоров, Ю. К. Методы шифрования в вычислительных системах. — Ставрополь: СГУ, 2021.
14. Тихонов, А. Н. Алгоритмы и структуры в криптографии. — Омск: ОГУ, 2018.
15. Федоров, В. Г. Криптовалюты и безопасность данных. — Псков: ПГПУ, 2023.

# Создание алгоритма хеширования на Python на основе свойств функции Капрекара

Пищаев Ярослав Игоревич, учащийся 11-го класса

Научный руководитель: Симакова Марина Николаевна, учитель математики;

Научный руководитель: Симаков Егор Евгеньевич, учитель информатики

МАОУ Лицей № 1 г. Южно-Сахалинска

В мире развития информационных технологий, и увеличения количества данных, обрабатываемых и передаваемых в цифровой форме, актуальным стал вопрос о защите информации и персональных данных. Человек совершая покупки в интернете, бронируя билеты, оформляя запись на прием к врачу, передает свои персональные данные третьим лицам. Можно ли быть уверенным, что они не попадут к злоумышленникам? Необходима защита переданной информации. Существует много способов хеширования информации. Автором статьи создан и протестирован алгоритм хеширования данных на основе функции Капрекара.

**Ключевые слова:** функция Капрекара, постоянная Капрекара, хеширование, криптография.

**Актуальность темы** обусловлена несовершенством существующих методов хеширования и повышенным спросом на данные алгоритмы защиты информации. В современном мире есть необходимость разработать несложный в применении алгоритм для защиты информации, устойчивый к взлому. Автором статьи разработан алгоритм хеширования на основе функции Капрекара и его реализация его на языке Python. Дататрея Рамчандра Капрекар (1905–1986) получил среднее образование в Тейне, учился в Коттон-колледже в Гувахати, закончил Университет Мумбаи, получив степень бакалавра в 1929 году. С 1930г по 1962г он был школьным учителем в государственной начальной школе в Девлали Махараштре. Опубликовал работы на такие темы, как повторяющиеся десятичные дроби, магические квадраты, целые числа со специальными свойствами и стал хорошо известен в кругах любителей математики. Первоначально его идеи не были восприняты всерьез, работы опубликовали в математических журналах низкого уровня. Международная известность пришла, когда американский математик, писатель и популяризатор науки Мартин Гарднер написал о Капрекаре в своей колонке в марте 1975 г. в журнале *Mathematical Games for Scientific*. Сегодня многие математики продолжают изучение его открытий. Рассмотрим подробнее **некоторые открытия Капрекара**.

**1. Постоянная Капрекара, «неподвижные точки».** Для любого четырёхзначного числа  $n$ , большего 1000, в котором не все цифры одинаковы можно проделать следующие операции. Расположить цифры сначала в порядке возрастания, затем в порядке убывания. Вычесть из большего меньшее (производя перестановки цифр и вычитания, нули следует сохранять). Повторяя этот процесс с полученным результатом, не более чем за семь шагов можно получить число 6174, которое будет затем воспроизводить само себя. Само число 6174 получило название постоянной Капрекара, а описанный выше алгоритм стали называть функцией Капрекара  $K(n)$ . Рассмотрим пример. Возьмем число  $n = 1234$ :

—  $n = 1234$ :  $\min = 1234$ ,  $\max = 4321 \Rightarrow 4321 - 1234 = 3087$ ;

—  $n_1 = 3087$ :  $\min = 0378$ ,  $\max = 8730 \Rightarrow 8730 - 0378 = 8352$ ;

—  $n_2 = 8352$ :  $\min = 2358$ ,  $\max = 8532 \Rightarrow 8532 - 2358 = 6174$ .

Если продолжить описанный алгоритм, то получим следующее:

—  $n = 6174$ :  $\min = 1467$ ,  $\max = 7641 \Rightarrow 7641 - 1467 = 6174$ .

Дальнейшие итерации будут приводить к константе 6174.

Если рассмотреть натуральные числа с другим количеством разрядов, то функция Капрекара будет сходиться к другим постоянным числам. Например, для трехзначных чисел такой константой станет число 495. Такие постоянные значения называют «неподвижными точками». Причем в некоторых случаях точка не определена, но есть некая зацикленная цепочка преобразований. Ниже дана таблица значений постоянной Капрекара для разного количества разрядов числа (число 0 — тривиальная постоянная Капрекара).

Количество разрядов в числе	Значение постоянной Капрекара
2	-----
3	495
4	6174
5	-----
6	631764, 549945

7	-----
8	97508421, 63317664
9	864197532, 554999445
10	9753086421, 6333176664, 9975084201
11	86431976532
12	975330866421, 633331766664, 555499994445, 997530864201, 999750842001
13	8643319766532
14	97755108844221, 97533308666421, 63333317666664, 99753308664201, 99975308642001, 99997508420001
15	864333197666532, 55554999994445
16	9775531088644221, 6333333176666664, 975333086666421, 9977551088442201, 9975333086664201, 9997533086642001, 9999753086420001, 9999975084200001
17	98765420987543211, 86433331976666532
18	886644219977553312, 977553310886644221, 97533330866666421, 633333331766666664, 55554999999444445, 997755310886442201, 99753330866664201, 999775510884422001, 999753330866642001, 999975330866420001, 999997530864200001, 99999750842000001
19	9876543209876543211, 864333319766666532, 9987654209875432101
20	88664432199776553312, 97755333108866644221, 63333333317666666664, 9753333308666666421, 97775551108884442221, 99775533108866442201, 9975333308666664201, 99977553108864422001, 9997533308666642001, 99997755108844220001, 99997533308666420001, 99999753308664200001, 9999975308642000001, 9999997508420000001

Для пятизначных и семизначных чисел существуют следующие цепочки:

- 74943 -> 62964 -> 71973 -> 83952 -> 74943 -> ...
- 63954 -> 61974 -> 82962 -> 75933 -> 63954 -> ...
- 53955 -> 59994 -> 53955 -> ...
- 8429652 -> 7619733 -> 8439552 -> 7509843 -> 9529641 -> 8719722 -> 8649432 -> 7519743 -> 8429652 -> ...

Подобные цепочки также существуют и в том случае, если постоянная Капрекара определена. Например, для девятизначных чисел:

- 865296432 -> 763197633 -> 844296552 -> 762098733 -> 964395531 -> 863098632 -> 965296431 -> 873197622 -> 865395432 -> 753098643 -> 954197541 -> 883098612 -> 976494321 -> 874197522 -> 865296432 -> ...

**2. Числа Капрекара** — целые положительные числа, обладающие свойством: если число возведено в квадрат, то его представление можно разделить на две целые положительные части, сумма которых равна исходному числу («операция Капрекара»). Например, 45 ( $45^2 = 2025$ , и  $20 + 25 = 45$ ), 9 ( $9^2 = 81$ ,  $8+1 = 9$ ), 55 ( $55^2 = 3025$ ,  $30+25 = 55$ ), 99 ( $99^2 = 9801$ ,  $98+01 = 99$ ) и другие. Однако существует ограничение: эти два числа должны быть положительными. Поэтому, например, число 100 не является числом Капрекара, хотя  $100 = 10000$  и  $100+00 = 100$ .

**3. Числа харшад** («великой радости») — натуральные числа, делящиеся нацело на сумму своих цифр. Таким числом является, например, 1729, так как  $1729 / (1 + 7 + 2 + 9) = 91$ . Очевидно, что все числа от 1 до 10 являются числами харшад. Подобным свойством обладают и некоторые из постоянных Капрекара. Так, число  $6174 / (6 + 1 + 7 + 4) = 343$ .

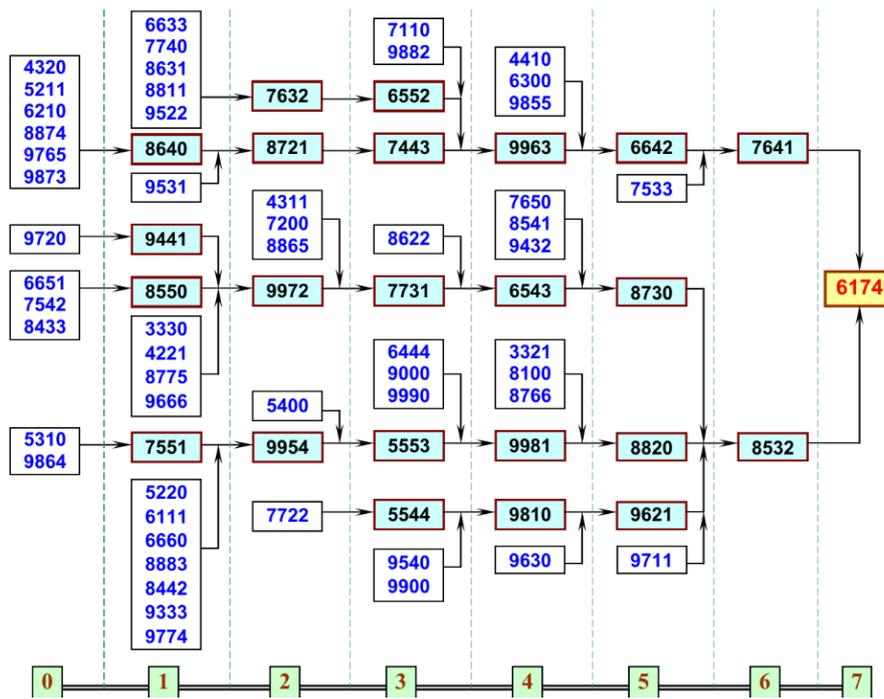
**4. Числа Демло.** Д. Р. Капрекар определил числа Демло так: «объединение левой, средней и правой частей, где левая и правая части должны быть одинаковой длины (вплоть до возможного начального нуля слева) и должны в сумме давать некоторое значение, которое может повторяться неоднократно». Дальнейшие изучения показали, что числа Демло представляют собой квадраты репьюнитов — натуральных чисел, которые в любой позиционной системе счисления записываются одними единицами. Самыми известными являются «чудесные числа Демло»: 1, 121, 12321, 1234321, ..., которые представляют собой квадраты репьюнитов 1, 11, 111, 1111,....

**5. Самопорожденные числа** (числа Девлали) — числа, которые нельзя получить сложением какого-либо другого числа, называемого генератором, с суммой его цифр. Например, число 58. Его можно получить, если добавить к числу 47 сумму его цифр 11:  $57 + (4 + 7) = 58$ . Таким образом, число 58 не является самопорожденным, т. к. для него существует генератор — число 47. А, например, число 20 нельзя получить из другого числа описанным выше способом. Поэтому оно является самопорожденным. Последовательность самопорожденных чисел: 1, 3, 5, 7, 9, 20, 31, 42, 53, 64, 75, 86, 97, ...

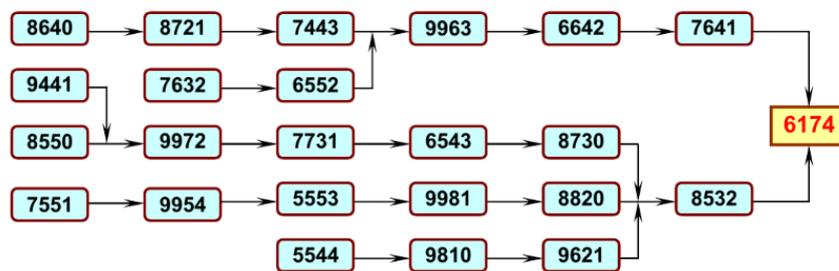
Рассмотренный выше алгоритм получения постоянных Капрекара для чисел в 10-ой системе счисления представляет собой итерационную функцию, обладающую интересными свойствами. Он может применяться для чисел в различных системах счисления. **Основные свойства функции Капрекара:**

1. Все последовательности Капрекара либо достигнут одной из неподвижных точек, либо приведут к повторяющемуся циклу. В любом случае, конечный результат достигается за ограниченное число шагов.
2. Наименьшее и наибольшее числа, составленные из исходного, имеют одинаковую сумму цифр и, следовательно, одинаковый остаток от деления

3. на 9. Значит, каждое число в последовательности Капрекара кратно 9.
4. Разность наибольшего и наименьшего чисел, составленные из исходного, делится на  $10^2 - 1 = 99$ .
5. При составлении наименьшего и наибольшего числа из числа  $n$ , являющегося постоянной Капрекара, при нахождении разности этих чисел не изменяется состав цифр, а лишь их порядок в числе.
6. Для чисел разрядностью  $^3 4$  сумма крайних левой и правой цифры постоянных Капрекара равна 10.
7. Сумма средних цифр постоянных Капрекара равна 8. Между крайними и средними цифрами могут находиться разряды, сумма цифр которых равна 9.
8. Сумма равноудаленных от краев цифр постоянных Капрекара равна 9.
9. Среди всех постоянных Капрекара первая цифра меньше 5 только в случае трехзначных чисел (495); нет значений, начинающихся на цифру 7; если постоянная начинается на 5, 6, 7 или 8, то значение не содержит нулей.
10. Исходя из свойства 2, само число  $n$ , либо значение, полученное после первой итерации функции Капрекара, делится на 9. То есть существует ограниченное множество натуральных чисел, к которым сходятся все другие числа сразу или после первого шага работы функции. Например, для 6174 имеем следующую схему перехода базовых четырехзначных чисел, кратных 9, к соответствующему значению.



Тогда соответствующее множество четырехзначных чисел, кратных 9, к которым преобразуются другие числа, представим следующим образом:



11. Цифры четырехзначных чисел удовлетворяют соотношениям  $a \geq b \geq c \geq d$ ,
12.  $a > 0, d < 9$  и в процессе переходов подчиняются аналитическим формулам:

$$\begin{aligned}
 & \mathbf{b > c} \\
 & D = 10 + d - a, \\
 & C = 9 + c - b, \\
 & B = b - c - 1, \\
 & A = a - d; \\
 & A + B + C + D = 18
 \end{aligned}$$

$$\begin{array}{c}
 a \ b \ c \ d \\
 - \ d \ c \ b \ a \\
 \hline
 A \ B \ C \ D
 \end{array}$$

$$\begin{aligned}
 & \mathbf{b = c} \\
 & D = 10 + d - a, \\
 & C = 9, \\
 & B = 9, \\
 & A = a - d - 1; \\
 & A + B + C + D = 27
 \end{aligned}$$

13. Постоянная Капрекара 6174 обладает следующими свойствами:

— квадратный корень из суммы квадратов простых множителей числа — целое число:

$$6174 = 2^1 \cdot 3^2 \cdot 7^3 = 2 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 7 \cdot 7 \cdot 7; \sqrt{1 \cdot 2^2 + 2 \cdot 3^2 + 3 \cdot 7^2} = 13$$

$$6174 = 2^1 \cdot 3^2 \cdot 7^3 = 2 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 7 \cdot 7 \cdot 7; \sqrt{1 \cdot 2^2 + 2 \cdot 3^2 + 3 \cdot 7^2} = 13$$

— число 6174 может быть представлено в виде:

$$6174 = k^3 + k^2 + k = 18^3 + 18^2 + 18^1$$

Алгоритм последовательного применения функции Капрекара является достаточно несложным, но в процессе вычислений происходит многократное преобразование чисел так, что исходное число изменяется кардинально и не подлежит восстановлению. Это свойство позволяет рассмотреть вопрос о применении алгоритма в качестве хеш-функции — функции, которая создает уникальный цифровой отпечаток из исходной информации. Хеш-функция осуществляет преобразование массива входных данных произвольной длины в выходную битовую строку установленной длины по определённому алгоритму. Преобразование, производимое хеш-функцией, называется хешированием. Исходные данные называются входным массивом или «ключом», а результат преобразования — хешем или хеш-суммой.

Алгоритм хеширования работает только в одном направлении: из любого содержимого можно сгенерировать его хэш, но из хэша нельзя сгенерировать связанное с ним содержимое. На сегодняшний день существует множество алгоритмов хеширования, различающихся различными свойствами:

- разрядность — количество разрядов (битов) электронного устройства, одновременно обрабатываемых или передаваемых этим устройством;
- вычислительная сложность — функция зависимости объёма работы, которая выполняется некоторым алгоритмом, от размера входных данных;
- криптостойкость — способность алгоритма противостоять криптоанализу.

В качестве хеш-функций часто выбирают математические преобразования. При этом «хорошая» хеш-функция должна удовлетворять двум свойствам:

- быстрое вычисление;
- минимальное количество «коллизий» — равенств значений хеш-функции на двух различных блоках данных.

Т. е. это случай, при котором одна хеш-функция для разных входных блоков возвращает одинаковые хеш-коды.

**Основные идеи работы алгоритма следующие:** в качестве основной математической функции для построения хеш-функции использовать алгоритм получения постоянных Капрекара, описанный ранее. Сам алгоритм получения хэша состоит из нескольких этапов:

1. Ввод исходной строки.
2. Получение ASCII-кодов каждого символа строки.
3. Чтобы уменьшить вероятность получения коллизий, полученные значения кодов объединяются попарно.
4. Расчет постоянных Капрекара по описанному алгоритму. Поскольку значение постоянной должно быть вычислено за 7 итераций цикла, то при превышении данного лимита шагов сохраняется текущее значение.
5. Полученные постоянные Капрекара переводятся в 16-ричную систему счисления и объединяются в единую строку.
6. Результат работы — 32 битное слово. Если количество символов в строке превышает 32, то происходит «свёртка». Строка разделяется по 4 символа, вычисляется модуль разности между десятичными значениями рядом стоящих элементов. Результат обратно переводится в 16-ричную систему и добавляется в новое значение хэша. Если после «свёртки» в исходной хеш-строке остались незадействованные элементы, то они добавляются в конец нового хэша. Этот процесс повторяется до тех пор, пока длина хеш-строки не станет меньше либо равна 32.
7. Если количество цифр в результате меньше 32, то вперед добавляются незначащие нули.

Рассмотрим подробнее реализацию отдельных этапов алгоритма на Python.

**Шаги 1–3.** Перебор всех символов строки. Определение ASCII-кода и добавление в список, в котором хранятся преобразованные числа. Затем происходит попарное объединение полученных кодов.

```
word = input()
num = []

# Определяем ASCII-код каждого символа
for letter in word:
    letter = ord(letter)
    letter = int(letter)
    num.append(letter)

newNum = []
```

```
# Объединяем попарно полученные коды
for i in range(0, len(num), 2):
    if i == len(num)-1:
        newNum.append(str(num[i]))
    else:
        newNum.append(str(num[i]) + str(num[i+1]))
```

**Шаг 4.** Расчет значения постоянной Капрекара. Для каждого элемента из полученного списка строим список цифр, определяем наименьшее и наибольшее значения, которые могут быть получены из этих цифр и находим разницу между этими значениями. Данный процесс продолжается, пока не будет получена постоянна Капрекара или не будет выполнено 7 итераций цикла. Полученный результат добавляется в список констант.

```
# Алгоритм получения постоянных Капрекара для ASCII-кодов строки
for i in range(len(newNum)):
    newNum[i] = int(newNum[i])
    n = list(str(newNum[i]))
    for k in range(len(n)):
        n[k] = int(n[k])
    while (result != kconst) and (count != 8):
        count += 1
        num = deepcopy(n)
        rnum = deepcopy(n)
        num.sort()
        rnum.sort(reverse = True)
        if result == x:
            result = kconst
        num = int(str(num)[1:-1].replace(", ", ""))
        rnum = int(str(rnum)[1:-1].replace(", ", ""))
        result = rnum - num
        x = result
        n = list(str(result))
        for l in range(len(n)):
            n[l] = int(n[l])
    kConstNum.append(result)
    result = 0
    count = 0
```

**Шаги 5–7.** На данном этапе происходит сборка 16-ричных значений постоянных Капрекара в единую строку и контроль за размером полученной строки. Если количество символов отличается от 32, то используется либо цикл «свёртки» для уменьшения длины, либо дописываются незначащие нули.

```
# Собираем хеш-код - строку из 16-ричных значений констант Капрекара
for x in kConstNum:
    newHash += hex(x)[2:]
print(newHash)

# Результат должен быть 32-битным словом
# Если цифр больше, проводим "свёртку"
while len(newHash) > 32: # пока в хеше больше 32 символов:
    temp = ''
    while len(newHash) > 8: # если в строке больше 8 символов,
        c1 = int(newHash[0:4], 16) # то разбиваем ее на два числа - c1 и c2
        c2 = int(newHash[4:8], 16)
        temp += hex(abs(c1-c2))[2:] # добавляем в строку-результат |c1-c2| (16)
        newHash = newHash[8:] # и убираем первые 8 символов из исходного хеша
    newHash = temp+newHash # к новому хешу добавляем оставшиеся символы из старого

# Если цифр меньше, добавляем слева нули
newHash = newHash.zfill(32)
print(newHash)
```

Пример применения разработанного алгоритма. Составим таблицу хешей для наиболее популярных паролей в 2023 году. Российский сервис мониторинга утечек данных и даркнета Data Leakage & Breach Intelligence проводит ежегодное исследование, цель которого в определении самых популярных паролей среди интернет-пользователей. Источниками данных для анализа в компании служат различные сообщества, занимающиеся восстановлением паролей из хешей, теневые форумы и Telegram-каналы, где в открытый доступ выкладываются массовые утечки. Таблица хешей для топа паролей по данным сервиса DLBI:

Пароль	Хеш
123456	00000000000000000000181e181e181e
123456789	00000000000000000000181e181e181e00
qwerty123	000000000000cfff1ecd494cff1e181e0
qwertyuiop	0000000000cfff1ecd494cff1e9a3d40
password	000000000001192566c0c9f564b74fb
zxcvbnm	00000000000000d22a0f5f4f9d21ef
guest	00000000000000000066c0cb71771ef
protected	0000000000cd494b7177124bfb71770
1qaz@WSX	00000000000000f216f216181e181e
1qaz!QAZ	00000000000000f216f216181e181e
пароль	000000000052849e03c626a0515d80a
привет	000000000052849e05173b1e3d58bfe
люблю	0000000000000515d80a4f5aa3a181e
андрей	0000000000000515d80a4f5aa3a181e
максим	000000000052849e03d545ae5173b1e
наташа	000000000047d1e63517816e5cfdc45
солнышко	0000524f71853768ee52803904f5aa3a
подружка	00004f5aa3a4f5aa3a32db3493e65470

Видим, что в некоторых случаях полученный алгоритм приводит к коллизиям (к повторению хешей), так как для определенного диапазона чисел значение постоянной Капрекара может оказаться одним и тем же. Для этого необходимо неоднократное совпадение этих значений. Однако, поскольку алгоритм подразумевает последующую обработку полученных значений, количество коллизий не должны быть слишком высокими. Разработанный алгоритм был протестирован на большом количестве более длинных символьных выражениях — цитатах известных и великих людей. Примеры:

Высказывание	Хеш
Что разум человека может постигнуть и во что он может поверить, того он способен достичь	00000000000029b81ce0b23175e7503e
Сложнее всего начать действовать, все остальное зависит только от упорства	00000000000000019bb2984b8cf42cac
Логика может привести Вас от пункта А к пункту Б, а воображение — куда угодно	00014072a37c4f74e63c882b663a97ee
Начинать всегда стоит с того, что сеет сомнения	0000000000001fc52eb57870b4ff1f2e
80 % успеха — это появиться в нужном месте в нужное время	0000000000033612233b147564b3404a
Ваше время ограничено, не тратьте его, живя чужой жизнью	000000009cd3b9921ab720dc1982a6e9
Вы никогда не пересечете океан, если не наберетесь мужества потерять берег из виду	00000000000066bca657365d23c4b1e
Два самых важных дня в твоей жизни: день, когда ты появился на свет, и день, когда понял, зачем	00000000000034e444177de07db15ce
Не волнуйтесь, если что-то не работает. Если бы всё работало, вас бы уволили.	02f6eb16195114ce474a12f0d3809360
Измерять продуктивность программиста подсчетом строк кода — это так же, как оценивать постройку самолета по его весу.	0000000008038e507ef186e3a047d880
Люди, которые думают, что ненавидят компьютеры, на самом деле ненавидят плохих программистов.	00000000082341a12938fcc756de3800
Если вы дадите человеку программу, то займете его на один день. Если вы научите человека программировать, то займете его на всю жизнь.	00000002952154f40a783fe8730c4c0c
Язык, который не меняет вашего представления о программировании, достоин изучения.	00000000000079b1731b1a6064873d4
Неработающая программа обычно приносит меньше вреда, чем работающая плохо.	2f30caf23fab31f31df2a652444ff1e

Понимаем, что для объемных фраз, а не для одного слова, хеши не повторяются, поскольку при построении первой версии хеш-строки получается довольно большая длина, при этом вероятность повторения комбинации кодов символов довольно низкая. А дальнейшая «свёртка» еще больше уменьшает появление коллизий.

Тестирование результатов работы программы показало, что алгоритм не является совершенным и в некоторых ситуациях может приводить к коллизиям. Однако даже у общепринятых методов хеширования существует подобная

проблема. При тестировании такая проблема произошла в 2 из 40 запусков и только в случае с кодированием небольших слов, где велика вероятность повторения постоянных Капрекара в результате обработки символьной последовательности.

Таким образом, изучение свойств функции Капрекара, а также принципов работы хеш-функций позволило

создать несложный алгоритм для защиты информации от взлома. При этом данный алгоритм может быть доработан с целью минимизации коллизий. Например, с помощью автоматизации процесса построения таблицы хешей с анализом и корректировкой получаемых результатов или с помощью метода повторного хеширования на основании другого алгоритма.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Василенко, С. Л. Инверсно-числовые аттракторы. URL: <https://www.trinitas.ru/rus/doc/0016/001c/1686-vs.pdf> (дата обращения: 12.01.2024).
2. Галуев, Г. А. Математические основы криптологии: Учебно-методическое пособие / Г. А. Галуев — Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2003. — 120 с.
3. Портал «Wikipedia». Статья «Хеш-функция» — URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Хеш-функция> (дата обращения: 20.11.2023).
4. Портал «Хабр». Статья «Феномен постоянной Капрекара» — URL: <https://habr.com/ru/companies/bercut/articles/767488/> (дата обращения: 18.10.2023).
5. Портал «Wikipedia». Статья «D. R. Kaprekar» — URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/D.\\_R.\\_Kaprekar](https://en.wikipedia.org/wiki/D._R._Kaprekar) (дата обращения: 22.10.2023).
6. Портал «kaprekar.sourceforge.net» — URL: <https://kaprekar.sourceforge.net/> (дата обращения: 15.12.2023).
7. Портал «Tproger». Статья «100 самых актуальных цитат о программировании» — URL: <https://tproger.ru/articles/programming-quotes?ysclid=lt1843suux886318755> (дата обращения: 02.02.2024).

## Портативная система климат-контроля на платформе Arduino

*Полонников Игорь Евгеньевич, учащийся 11-го класса*

Научный руководитель: *Симаков Егор Евгеньевич, учитель информатики*  
МАОУ Лицей № 1 г. Южно-Сахалинска

*Потребность в автоматизации появилась у человека давно. Развитие технологий способствует упрощению некоторых видов деятельности, частичной замене человеческого труда на роботов, созданию более комфортных условий для жизни и работы. Не последнюю роль в сохранении здоровья человека, его трудоспособности играют климатические условия, особенно, если речь заходит о длительном пребывании в замкнутом пространстве. Следить за оптимальным уровнем показателей в помещении помогает климат контроль — это одно или несколько устройств, которые поддерживают заданную температуру, уровень влажности и химический состав воздуха. Блок управления сравнивает показатели в помещении с заданными параметрами. При отличии показателей, он подает новую команду для их изменения. В рамках проекта разработана портативная система климат-контроля на платформе Arduino.*

**Ключевые слова:** климат-контроль, Arduino, робототехника.

Системы климат-контроля имеют долгую историю развития, начиная с древних времен, когда люди использовали огонь и воду для регулирования температуры в своих жилищах. В XIX веке были изобретены первые механические устройства для контроля температуры, такие как термостаты и вентиляторы. В XX веке появились электрические системы отопления и охлаждения воздуха, а также увлажнители и очистители воздуха.

В настоящее время системы климат-контроля стали еще более сложными и эффективными благодаря

развитию технологий и использованию программируемых контроллеров. Современные системы позволяют автоматически регулировать температуру, влажность и чистоту воздуха в зависимости от условий внутри и снаружи помещения, а также учитывать предпочтения пользователей.

Основными функциями систем климат-контроля являются поддержание заданной температуры, регулирование влажности воздуха и очистка его от пыли и других загрязнений. Системы климат-контроля представляют собой комплекс устройств, предназначенных

для обеспечения комфортной температуры и влажности в помещении. Они могут быть как простыми, включающими в себя только термостат и увлажнитель воздуха, так и сложными, состоящими из множества компонентов. Например, могут включать в себя кондиционеры, которые служат для охлаждения или нагрева воздуха в помещении, а также для его очистки от пыли и вредных веществ; увлажнители воздуха, поддерживающие необходимый уровень влажности; очистители воздуха, которые удаляют из воздуха пыль, аллергены и другие загрязнители; ионизаторы — насыщают воздух отри-

цательными ионами, которые улучшают самочувствие и повышают работоспособность.

Основная идея проекта заключается в разработке системы, способной поддерживать в норме основные показатели воздуха в помещении. Принцип работы системы представлен на схеме ниже. Данные о текущем состоянии климата в помещении считываются с датчика широкого спектра газов и датчика температуры и влажности. Полученные результаты выводятся на дисплей и при необходимости включается система вентиляции или фонтан. Алгоритм работы устройства представлен на блок-схеме далее.

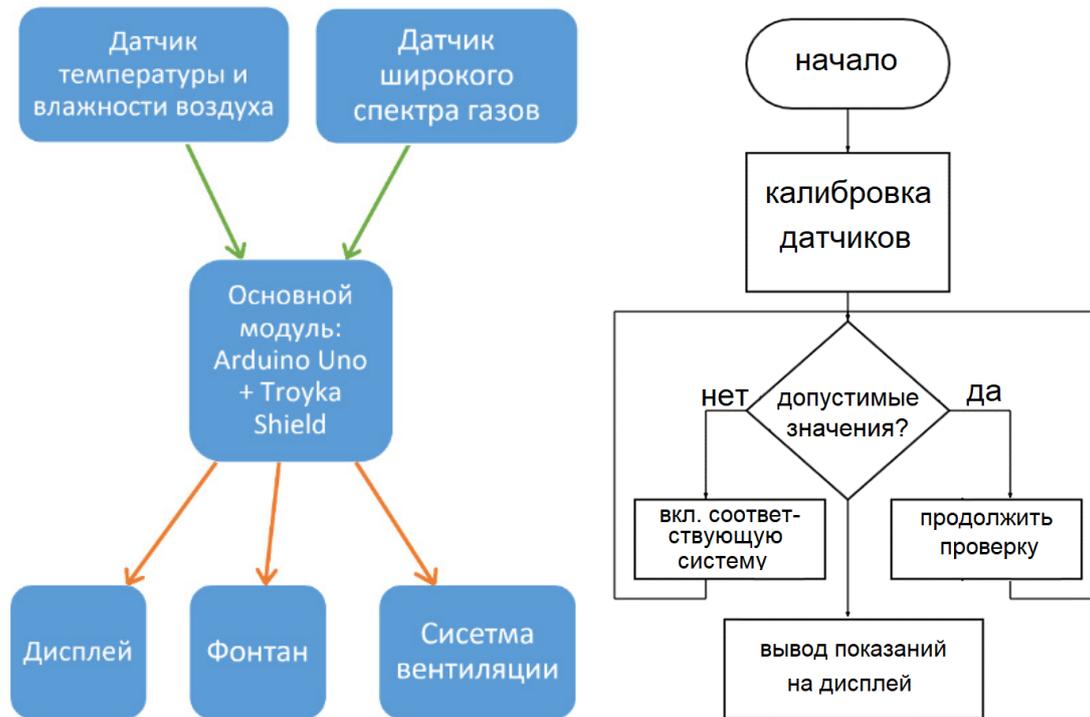


Рис. 1. Схема и алгоритм работы устройства

В основе проекта лежит плата Arduino Uno. Arduino — это небольшая управляющая плата с собственным процессором и памятью. Помимо них на плате есть пара десятков контактов, к которым можно подключать светодиоды, датчики, моторы. В Arduino можно загрузить программу, которая будет управлять всеми этими устройствами по заданному алгоритму. Первый прототип платы семейства Arduino был разработан в 2005 году программистом Массимо Банци. На сегодняшний день платформа Arduino представлена не одной платой, а целым семейством. Основой устройства, разрабатываемого в рамках данного проекта, стала плата Arduino Uno. Рассмотрим ее подробнее.

Плата выполнена на базе процессора ATmega с тактовой частотой 16МГц, обладает памятью 32кБ. На платформе расположены 14 контактов (pin), которые могут быть использованы для цифрового ввода и вывода. Также имеется 6 контактов аналогового ввода и входной контакт Reset. Программы для Arduino пишутся на языке

wiring, в основе которого лежит C++, дополненный специальными библиотеками и функциями.

Отличительной особенностью плат семейства Arduino является наличие «шилдов» (shields), т. е. плат расширения, которые подключаются к Arduino с помощью штыревых разъемов подобно «слоям бутерброда». Использование «шилдов» позволяет использовать в проекте датчики, моторы и сервоприводы, локальную сеть или мобильную связь. Например:

- Ethernet Shield— для подключения к сети Интернет;
- MicroSD Shield— для записи данных на карты microSD;
- Motor Shield— для управления двигателями постоянного тока;
- GPRS Shield— для обмена данными по GPRS;
- Troyka Shield — для подключения сенсоров через 3-проводные шлейфы.



Рис. 2. Плата Arduino Uno, Troyka Shield и Motor Shield

В рамках данного проекта для подключения всех необходимых компонентов к управляющей плате использовалась плата расширения Troyka Shield. На плате расположены несколько групп Troyka-пинов.

- Troyka-контакты «S-V-G» — пины для подключения модулей и сенсоров с рабочей линией питания: S — сигнальный пин, V — питание, G — земля.
- Troyka-контакты «S-V2-G» — пины для подключения модулей и сенсоров с альтернативной линией питания V2.
- Джемпер выбора питания:
  - 1) V2+IOref — на линии V напряжение 3,3 вольта (для подключения аналоговых сенсоров).

- 2) V2+5V — на линии V2 напряжение 5 вольт (для подключения модулей с минимальным рабочим напряжением 5 вольт).

- Контакты интерфейсов I<sup>2</sup>C и SPI — пины для подключения устройств с соответствующим интерфейсом.
- Монтажная площадка с лужеными отверстиями для прототипирования выводных компонентов с помощью пайки.
- Кнопка RESET для сброса микроконтроллера на управляющей плате, на которую будет установлен Troyka Shield.
- Контакты разъёма ICSP — для подключения плат, использующих для коммуникации сигнальные пины разъёма ICSP.

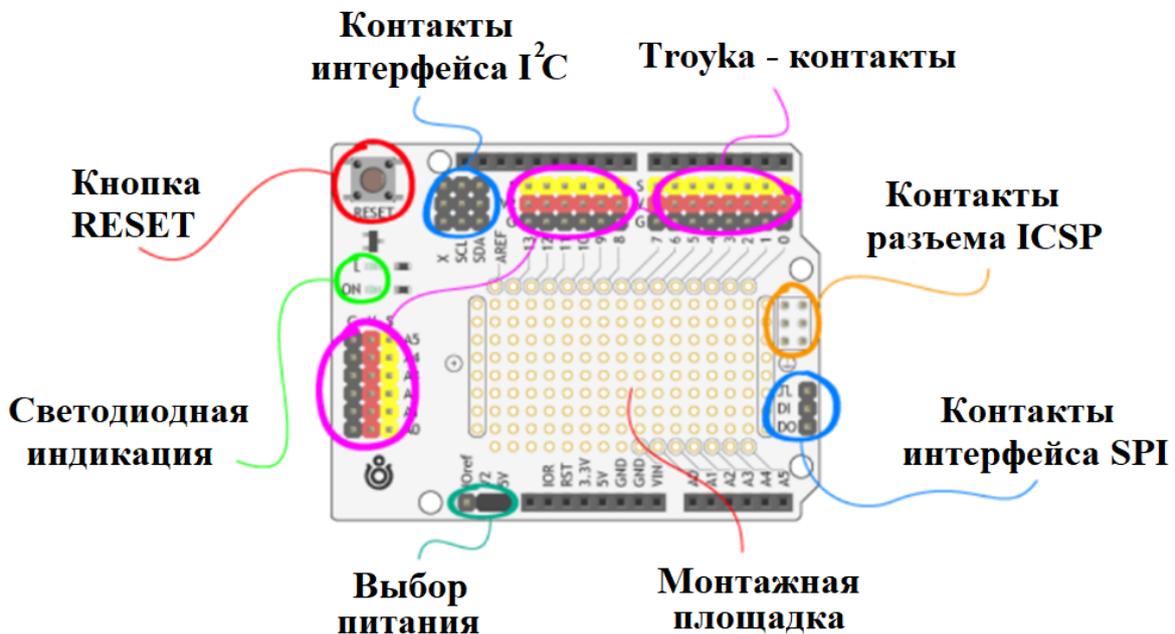


Рис. 3. Элементы платы Troyka Shield

Arduino также поддерживает огромное количество датчиков. При программировании для некоторых датчиков нужно использовать специальные библиотеки. Например: энкодеры, гироскоп, датчик атмосферного

давления температуры, влажности, широкого спектра газов, инфракрасного излучения, интенсивности света, джойстик.



Рис. 4. Примеры датчиков для Arduino: MQ-2, MQ-7, DHT-11

В разрабатываемом устройстве использованы 2 датчика:

- Датчик влажности и температуры SHT1х. Датчик подключается к управляющей электронике через 2 трёхпроводных шлейфа. Данные температуры и влажности поставляются по сигнальным проводам в виде синхронного цифрового сигнала по собственному протоколу.

Диапазон температур:  $-40...+128^{\circ} (\pm 0,3^{\circ} \text{C})$

Диапазон влажности:  $0-100\% (\pm 2\%)$

- Датчик широкого спектра газов MQ-2. Способен определить концентрацию углеводородных газов (пропан, метан, н-бутан), дыма (взвешенных частиц, как результата горения) и водорода. Датчик построен на базе полупроводникового газоанализатора MQ-2 и выдаёт аналоговый сигнал, пропорциональный содержанию газов в окружающей среде.

Диапазон измерений:

Пропан: 200–5000 ppm; Бутан: 300–5000 ppm;

Метан: 500–20000 ppm; Водород: 300–5000 ppm

Для подключения используются два трёхпроводных шлейфа: один для управления нагревателем датчика, второй — для получения показаний.

Для вывода информации о текущем состоянии в помещении использовался цветной TFT-дисплей 128x160 1,8". Дисплей общается с управляющей платформой через последовательную шину SPI с дополнительными пинами управления. Поскольку большая часть пинов была задействована при подключении датчиков, помпы, то для дисплея использовалась программная реализация протокола SPI. Подобная программная эмуляция шины позволила использовать сигналы данных на всех пинах управляющей платы.



Рис. 5. Датчики SHT1х и MQ-2, TFT-дисплей

Матрица экрана подключена к встроенному чипу ST7735, который выполняет роль моста между экраном и микроконтроллером. Систему координат дисплея можно представить в виде сетки, каждая ячейка которой является отдельным пикселем. Местоположение пикселя задается парой координат.

Для контроля влажности был создан небольшой фонтанчик. Его «корпус» был напечатан на 3D-принте-

ре, а за работу отвечает погружная помпа, подключаемая к плате управления через модуль силового ключа. Для охлаждения и обеспечения движения воздуха использовалась вентиляция. Но, поскольку устройство служит прототипом системы климат-контроля, то полноразмерная система вентиляции была заменена вентилятором.



Рис. 6. Вентилятор, погружная помпа и силовой ключ

Корпус для устройства был собран из элементов ПВХ-конструктора «Структор» компании Амперка.

Полученное в результате устройство представлено на фотографии ниже.

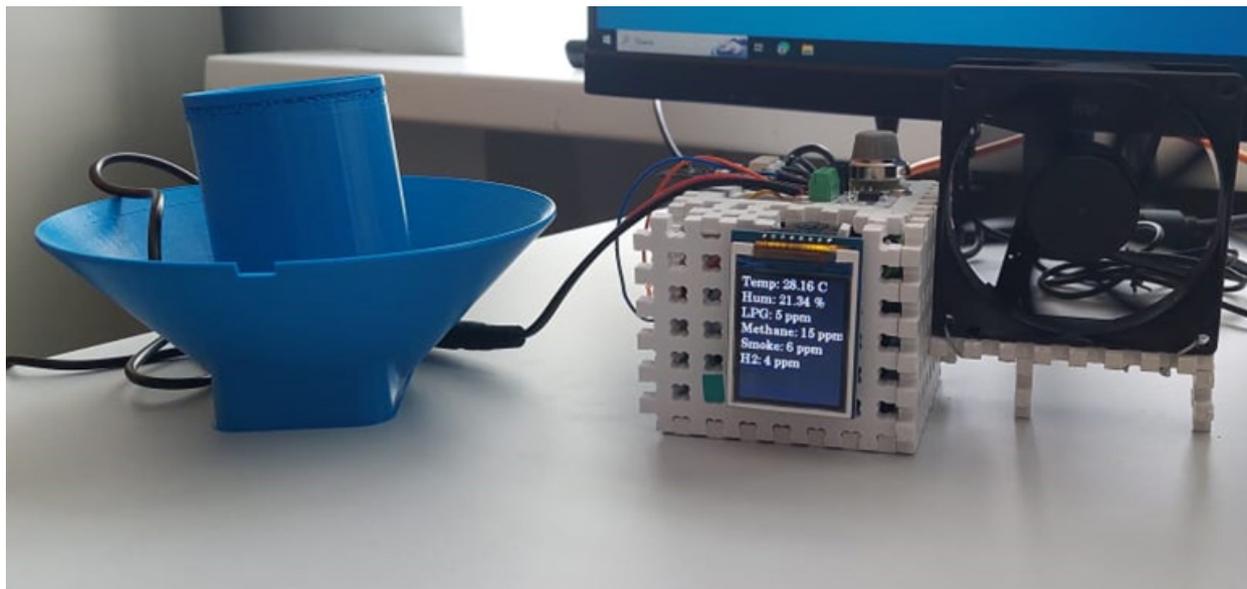


Рис. 7. Устройство «Система климат-контроля» в сборе

Рассмотрим основные этапы реализации алгоритма работы устройства для платформы Arduino Uno.

1. Подключение библиотек для работы с датчиками и дисплеем. Определение управляющих пинов.
2. Определение режимов работы датчиков, калибровка дисплея, предварительный нагрев датчика MQ-2. Данные действия производятся в функции void setup(), которая запускается только один раз, после каждой подачи питания или сброса платы Arduino.

*Основные блоки бесконечного цикла void loop(), команды которого выполняются, пока на плату подается питание.*

3. Калибровка датчика широкого спектра газов MQ-2. Когда завершится процесс предварительного нагрева и калибровки, в монитор порта будут вы-

ведены первичные значения измеряемых параметров для проверки.

4. Считывание первичных данных с датчика влажности и температуры и вывод показаний в монитор порта для проверки.
5. Вывод показаний датчиков на дисплей.

6. Проверка показаний датчиков на соответствие оптимальным параметрам (по умолчанию выбраны нормы ГОСТ, но пороговые значения можно изменить под собственные требования). Если происходит превышение одного из параметров показаний датчика MQ-2 или температуры, то включается система вентиляции. Если происходит снижение влажности воздуха, то включается фонтанчик.

Далее приведены фрагменты кода основных этапов алгоритма.

№ этапа	Фрагмент кода
1	<pre> // Подключаем библиотеку для датчика SHT1x #include &lt;SHT1x.h&gt; // библиотека для работы с датчиками MQ (Тройка-модуль) #include &lt;ТройкаMQ.h&gt; // библиотеки для дисплея #include &lt;SPI.h&gt; #include "Ucglib.h" // имя для пина, к которому подключен датчик #define PIN_MQ2 A0 // имя для пина, к которому подключен нагреватель датчика #define PIN_MQ2_HEATER 12 // имя для пина вентилятора #define PIN_COOLER 6 // даём разумные для пинов, к которым подключен SHT1x #define dataPin 11 #define clockPin 10 SHT1x sht1x(dataPin, clockPin); </pre>

	<pre>// даём разумное для пина, к которому подключена помпа #define POMP_PIN      4 // создаём объект для работы с датчиком // и передаём ему номер пина выходного сигнала и нагревателя MQ2 mq2(PIN_MQ2, PIN_MQ2_HEATER);</pre>
2	<pre>// настройка дисплея Ucglib_ST7735_18x128x160_SWSPI ucg (*sclk=*/ 13, /*data=*/ 11, /*cd=*/ 9, /*cs=*/ 10, /*reset=*/ 8); void setup(void) {   Serial.begin(9600);   pinMode(POMP_PIN, OUTPUT);   pinMode(PIN_COOLER, OUTPUT);   // включаем нагреватель   mq2.heaterPwrHigh();   Serial.println("Heated sensor");    ucg.begin(UCG_FONT_MODE_TRANSPARENT);   ucg.clearScreen(); }</pre>
3	<pre>if (mq2.isCalibrated() &amp;&amp; mq2.heatingCompleted()) {   // выводим значения газов в ppm   Serial.print("LPG: ");   Serial.print(mq2.readLPG());   Serial.print(" ppm ");   Serial.print(" Methane: ");   Serial.print(mq2.readMethane());   Serial.print(" ppm ");   Serial.print(" Smoke: ");   Serial.print(mq2.readSmoke());   Serial.print(" ppm ");   Serial.print(" Hydrogen: ");   Serial.print(mq2.readHydrogen());   Serial.println(" ppm ");   delay(100); }</pre>
4	<pre>// переменные для считывания показаний температуры и влажности с SHT1x float temp_c; float humidity_air; // считываем показания с SHT1x temp_c = sht1x.readTemperatureC(); humidity_air = sht1x.readHumidity();  Serial.print("Temperature: "); Serial.print(temp_c); Serial.println(" C"); Serial.print("Humidity_air: "); Serial.print(humidity_air); Serial.println(" %"); Serial.println("\n"); delay(3000);</pre>
5	<pre>ucg.setColor(1, 255, 0, 0); ucg.setPrintPos(0, 15); ucg.print("Temp: "); ucg.print(temp_c); ucg.print(" C"); ucg.setPrintPos(0, 35); ucg.print("Hum: "); ucg.print(humidity_air); ucg.print(" %"); ucg.setPrintPos(0, 55); ucg.print("LPG: "); ucg.print("Methane: "); ucg.print(mq2.readMethane()); ucg.print(" ppm "); ucg.setPrintPos(0, 95); ucg.print("Smoke: "); ucg.print(mq2.readSmoke()); ucg.print(" ppm "); ucg.setPrintPos(0, 115); ucg.print("H2: "); ucg.print(mq2.readHydrogen()); ucg.print(" ppm ");</pre>

	<pre>ucg.print(mq2.readLPG()); ucg.print(" ppm "); ucg.setPrintPos(0,75);</pre>	<pre>ucg.setPrintPos(0,135); delay(3000); ucg.clearScreen();</pre>
6	<pre>if (temp_c &gt; 28    mq2.readLPG() &gt; 100    mq2.readMethane() &gt; 100    mq2.readSmoke() &gt; 100    mq2.readHydrogen() &gt; 100){     digitalWrite(PIN_COOLER, HIGH); } else {     digitalWrite(PIN_COOLER, LOW); }  if (humidity_air &lt; 40){     digitalWrite(POMP_PIN, HIGH); } else {     digitalWrite(POMP_PIN, LOW); }</pre>	

Разработанная система имеет возможности для модификации и расширения функционала путем добавления новых датчиков и/или использования более продвинутых алгоритмов обработки получаемых данных. Например, в систему могут быть добавлены следующие функции:

- вывод на дисплей графика изменения значений в реальном времени;

- система повышения температуры (обогрева);
- передача показаний дистанционно на мобильное устройство;
- автоматический вызов спец. служб при превышении показаний содержания газа в воздухе;
- система звуковой сигнализации при большой концентрации газа в воздухе.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Блум, Д. Изучаем Arduino / Д. Блум. — СПб.: БХВ-Петербург, 2016. — 336 с. — ISBN 978-5-9775-3585-4.
2. Монк, С. Програмируем Arduino. Основы работы со скетчами / С. Монк. — СПб.: Питер, 2016. — 176 с. — ISBN 978-5-496-01956-9.
3. Соммер, У. Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freduino / У. Соммер. — СПб.: БХВ-Петербург, 2015. — 240 с/ — ISBN 978-5-9775-0727-1.
4. Амперка. Вики [Электронный ресурс]. URL: <http://wiki.amperka.ru/> (Дата обращения: 25.11.2023 г.)

# ФИЗИКА



## Применение жидких кристаллов в различных областях человеческой деятельности

*Дробицкая Елена Артемовна, учащаяся 10-го класса*

Научный руководитель: *Телец Евгений Дмитриевич, учитель физики*  
МБОУ СОШ № 80 имени Героя Советского Союза Анатолия Серова г. Краснодара

*В статье автор изучает свойства жидких кристаллов. Были рассмотрены некоторые области их применения, с целью выявления значимости их использования для улучшения качества жизни.*

**Ключевые слова:** жидкий кристалл, жидкокристаллический дисплей, холестерики, эмульсия.

### История открытия

Жидкий кристалл — это фазовое состояние, в котором вещество обладает свойствами как жидкости, так и кристалла. В жидком кристалле молекулы или атомы расположены в определённом порядке, но при этом сохраняется текучесть вещества. Жидкие кристаллы обладают анизотропией свойств, то есть их физические свойства зависят от направления в пространстве. Это делает их полезными в различных областях, включая электронику, оптику и биологию.

Фридрих Рихард Рейнитцер, австрийский ботаник, открыл жидкий кристалл. Он исследовал сложный эфир холестерина — холестерилбензоат. В процессе работы он заметил, что у этого вещества есть две точки плавления.

При температуре 1450 °С кристаллическое вещество становилось мутной жидкостью. Но при нагревании до 1790 °С оно становилось прозрачным. Рейнитцер назвал температуру, при которой вещество становилось прозрачным, точкой просветления [1].

Чтобы лучше понять это явление, он отправил образцы немецкому учёному Отто Леману. Леман исследовал жидкость под поляризационным микроскопом и обнаружил, что мутная фаза холестерилбензоата обладает анизотропными свойствами, характерными для твёрдых кристаллов. Леман назвал это состояние «жидким кристаллом».

В то время учёные не проявили интереса к этим жидкостям, так как это противоречило теории о трёх состояниях вещества. Даже после исследований Лемана эти вещества не нашли практического применения. Активное изучение началось только после Второй мировой войны, с развитием микроэлектроники и потребности в веществах, способных отражать и передавать информацию.

Общие принципы, определяющие структуру веществ, необходимых для жидкокристаллических свойств, были разработаны Джорджем Уильямом Греем. В 1965 году он организовал первую конференцию по жидким кристаллам, собрав около 100 исследователей. Это положило начало международным исследованиям в области жидких кристаллов [1].

### Структура жидких кристаллов

В жидкокристаллических соединениях молекулы расположены не так упорядоченно, как в обычных кристаллах. Именно это отличает жидкокристаллические соединения от обычных жидкостей. Из-за отсутствия полного порядка в расположении центров тяжести молекул жидкокристаллические соединения не имеют жёсткой кристаллической решётки. Это объясняет их текучесть.

Однако жидкокристаллические соединения всё же обладают некоторыми свойствами, характерными для кристаллов. Например, в них есть порядок в пространственной ориентации молекул. Все длинные оси молекул в жидкокристаллических соединениях ориентированы одинаково. Кроме того, в жидкокристаллических соединениях возможна более сложная пространственная ориентация молекул [2].

### Холестерическая спираль

Холестерики — уникальные жидкие кристаллы, структура которых меняется под воздействием температуры, давления, электромагнитных полей и механических напряжений. Это позволяет легко изменять их цвет и применять в технике и медицине.

Капсулированные жидкие кристаллы, созданные путем введения холестериков в полимерные плёнки, используются в качестве термометров и для визуализации тепловых полей. Для улучшения цветового контраста добавляют чёрный краситель.

При наложении плёнки на тело появляется цветное изображение распределения температуры, что помогает выявлять очаги воспаления и новообразования.

Плёнки используются в медицине как термометры и тепловизоры для быстрой диагностики воспалительных процессов (аппендициты, перитониты, холециститы), сосудистых заболеваний (атеросклероз конечностей, облитерирующий эндартериит), а также новообразований [3].

#### Жидкие кристаллы в косметических средствах

Эмульсия — это смесь веществ, в которой один компонент не растворяется в другом. Вспомним двухфазное средство для снятия макияжа: вода внизу, масло наверху. Если их смешать, масло начнёт собираться в отдельный

слой. Эмульсия не расслаивается благодаря эмульгаторам, которые сохраняют смесь стабильной [4].

Специалисты разработали ламеллярную эмульсию, или жидкие кристаллы. Молекулы эмульгатора выстраиваются в кристаллическую решетку, притягивают частички масла, а пространство между ними занимает вода. Образуется многослойная структура, которая быстро увлажняет кожу и доставляет активные вещества.

Преимущество ламеллярных эмульсий в их строении, напоминающем липидный слой эпидермиса. Это позволяет им быстро впитываться и проникать в глубокие слои кожи. В многослойной структуре водорастворимые компоненты «заперты» между маслами и проникают в эпидермис вместе с кристаллами [5].

### ЛИТЕРАТУРА:

1. Володин, А. Р. История открытия жидких кристаллов / А. Р. Володин // Сер. 2 — Химия. — 2003. — Т. 43. — № 2. — с. 130–134.
2. Химия жидких кристаллов и мезоморфных полимерных систем / Ю. Б. Америк, Б. А. Кренцель. — Москва: Наука, 1981. — 288 с.
3. Шибаетов, В. П. Жидкие кристаллы: холестериники / В. П. Шибаетов // Химия и жизнь. — 2008. — № 7. — с. 6–15.
4. Эмульсии. Общая фармакопейная статья // Государственная фармакопея Российской Федерации XV издания: сайт / Министерство здравоохранения Российской Федерации. URL: <https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-15/1/1-4/1-4-1-lekarstvennye-formy/emulsii/> (дата обращения: 26.01.2025)
5. Технология жидких кристаллов — ламеллярная эмульсия // Блог: сайт / Cosmedix. URL: <https://cosmedix-russia.ru/blog/samoe-effektivnoe-uvlazhnenie-tekhnologiya-zhidkikh-kristallov/?ysclid=m31dxj5toy218881645> (дата обращения: 26.01.2025)

## Причины возникновения пыли

*Пузырева Ксения Сергеевна, учащаяся 10-го класса*

*Научный руководитель: Насонова Инна Борисовна, учитель физики*

ГАУ Калининградской области общеобразовательная организация «Школа-интернат лицей-интернат»

#### Цели:

1. Изучить причины возникновения пыли.
2. Изучить способы борьбы с пылью.

#### Задачи:

1. Узнать, что такое пыль;
2. Выяснить, что такое пыль с точки зрения физики;
3. Изучить состав пыли;
4. Исследовать и выявить места, в которых пыль скапливается больше (меньше) всего;
5. Исследовать влияние пыли на здоровье человека;
6. Сопоставить и проанализировать полученные данные.

Важно понимать, что для городских жителей наличие чистой окружающей среды имеет первостепенное значение не только во время отдыха на живописных берегах лесного заповедного озера, расположенного в горах, но и в их повседневной жизни. Поэтому вопрос качественной уборки помещений и улучшения состояния воздуха сегодня становится особенно важным и актуальным. В среднем каждый человек ежедневно потребляет около

1 килограмма пищи и 2 литра жидкости, тогда как объем воздуха, который мы вдыхаем, составляет 500 литров в час, что за сутки достигает 12000 литров. При физической активности этот показатель возрастает до 96000 литров. В связи с этим возникает вопрос: что является наиболее важным и необходимым для жизни человека? И, конечно, нельзя не задаться вопросом: чем дышит человек в современном мире?!

Итак, **пыль** — это твердые частицы, взвешенные в воздухе, размер которых варьируется от долей до нескольких сотен микронов. В одном контексте с пылью, объединенной под термином «аэрозоли», также рассматриваются туманы — это микро капельки, находящиеся в воздухе и обладающие схожими размерами. Пыль может состоять из самых разных веществ: из частиц почвы, кристалликов воды, вулканических выбросов, космической пыли, от выбросов инфраструктур, чешуйки кожи, жир, песок, пыльца и так далее.

Учитывая состав пыли, целесообразно выявить факторы, определяющие ее появление:

- Физические (броуновское движение, электростатика, диффузия)
  - Биологические (распространения животными)
  - Химические (отходы от предприятий, газы и т. п.)
- В данной статье рассмотрим физические причины.

Для исследования потребуются следующие понятия:

- **Броуновское движение** — это беспорядочное движение микроскопических видимых взвешенных частиц твёрдого вещества в жидкости или газе, вызываемое тепловым движением частиц жидкости или газа.
- **Диффузия** — это взаимное проникновение молекул одного вещества в межмолекулярные промежутки другого вещества в результате их хаотического движения и столкновений друг с другом.
- **Электростатика** появления пыли заключается в том, что частицы пыли — это тела, имеющие свой заряд, а значит, они могут взаимодействовать друг с другом этими заряженными частицами.

Из курса физики известно, что броуновское движение и диффузия зависят от: температуры; от агрегатного состояния и рода вещества, в котором протекают процессы. Исходя из этого, проведем исследование, с помо-

щью которого выявим места, где больше (меньше) всего скапливается пыль.

**Цель:** выявить места, где больше (меньше) всего скапливается пыль.

**Оборудование:** электронные весы, электронный термометр, увлажнитель воздуха, комнаты № 1 и № 2.

**Исследование:**

Исследуемый объект — жилые комнаты квартиры, находящейся в ремонте.

Перед началом каждого из экспериментов производилась влажная уборка в комнатах, по истечению двух дней — забор первоначального образца пыли. Длительность исследований — 2 недели.

*Исследование № 1:* опыт проводится в комнате № 1. Первоначальная температура воздуха составляет 30 °C (рис. 1). Для создания повышенной влажности используем увлажнитель воздуха. На протяжении двух недель влажность составляла 51 % (рис. 2). Так как воздух стал влажным показатель температура понизился, что составило 22 °C (рис. 3). Первоначальный образец пыли составляет 0,5 г (рис. 4). По истечению двух недель, после забора образца, масса пыли составляла 0,8 г (рис. 5).



Рис. 1.



Рис. 2.



Рис. 3.



Рис. 4.



Рис. 5.

По этим данным составим таблицу.

Изменение температуры, °С; Повыш./пониж.	Показание влажности, %	Изменение массы пыли, г
8 понижение	51	0,3

*Исследование № 2:* опыт проводится в комнате № 2. Первоначальная температура воздуха составляет 30°С (рис. 6). Для создания менее влажного воздуха используем увлажнитель воздуха. На протяжении двух недель влажность составляла 24 % (рис. 7). Так как воздух стал

не таким влажным показатель температура повысился, что составило 35 °С (рис. 8). Первоначальный образец пыли составляет 2,0 г (рис. 9). По истечению двух недель, после забора образца, масса пыли составляла 2,6 г (рис. 10).



Рис. 6.



Рис. 7.



Рис. 8.



Рис. 9.



Рис. 10.

Аналогично составляем таблицу.

Изменение температуры, °С; Повыш./пониж.	Показание влажности, %	Изменение массы пыли, г
5 повышение	24	0,6

Анализируя и сопоставляя эти данные, можно сделать вывод.

**Вывод:** Места, в которых температура воздуха понижается, а влажность повышается, пыль скапливается меньше.

Аналогично, места, где температура повышенная, влажность понижена, пыль скапливается больше.

Таким образом, получилось выявить места, в которых пыль скапливается больше (меньше) всего.

Общеизвестно, что пыль — не союзник человеческому организму. В ходе эволюции иммунная система приспособилась к пыли для защиты человека от заболеваний.

Что же происходит с человеком, если он не сможет «защищаться» от пыли? Для достоверности исследование проведено на собственном опыте. (Не следует проводить такие опыты на себе!)

Цель: исследовать, как пыль влияет на здоровье человека.

Оборудование: комната, человек.

Исследование:

Помещение — квартира пожилого человека (бабушкина квартира). Длительность эксперимента — 2 недели. На протяжении всего эксперимента не проводилась влажная уборка, квартира не проветривалась.

1-я неделя: первые 7 дней прошли благополучно, однако участились зевания (что объясняется нехваткой воздуха) и чихания.

2-я неделя: мое состояние изменилось в худшую сторону: чихания и зевания увеличились в разы, начали слезиться глаза, появился насморк, местами болел живот.

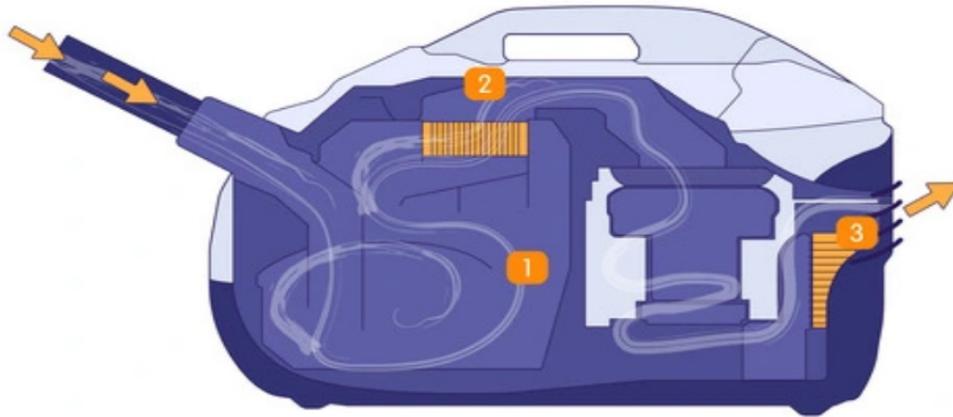
Почему же мое состояние изменилось? Как выше пояснилось, пыль — это маленькие твердые частицы, которые находятся в воздухе и оседают на поверхности.

Так как пыли становится много, то воздух уменьшается, а значит, вещества для дыхания не хватает, дабы спасти свою жизнь, организм начинает зевать, чтобы больше «захватить» кислорода. Чихание и слезы объясняются пыльной взвесью, которая нарушает слизистую оболочку, тем самым вызывая ответную реакцию организма. Боль в животе: так как пыль содержит в себе различные частицы веществ, которые могут в себе содержать опасные для здоровья элементы, а также пыль оседает на еду, которая употреблялась во время эксперимента, то боль в животе не удивительна.

Вывод: в данном исследовании выявилось, что пыль — недруг для человеческого организма. Наличие пыли может способствовать развитию ряда заболеваний. Во избежание болезни жизненно необходимо регулярно проводить влажную уборку, проветривать помещения.

В ходе развития человечества, причины для появления пыли стали увеличиваться. Чтобы бороться с пылью было легче, в 1860х годах был изобретен пылесос. Пылесос — агрегат для уборки пыли и загрязнений с поверхностей посредством всасывания потоком воздуха. Пыль и загрязнения накапливаются в пылесборнике, из которого они должны регулярно удаляться. Конечно, пылесос в XIX и XXI веках различаются, поэтому рассмотрим современный. (рис. 11)

Принцип работы пылесоса основан на создании зоны низкого давления, то есть вакуума. Стартер запускает ротор, который, в свою очередь, приводит в движение вентилятор, удаляющий воздух из корпуса устройства. В результате в внутренней камере образуется пустота, которая моментально заполняется воздухом, что подчиняется законам физики. Это приводит к образованию тяги на кончике щетки. Воздух, содержащий пыль, поступает через гибкий шланг или трубку, затем попадает



1. Воздух вместе с пылью заходит через гибкий шланг или штангу.
2. Попадает в мешок или контейнер с водой.
3. Проходит через сепаратор и выходит наружу через фильтр

Рис. 11

в мешок или контейнер с водой. Далее, он проходит через сепаратор и выходит наружу через фильтр.

В ходе данного исследования были изучены физические причины возникновения пыли, как с ними бороться, места, где больше (меньше) всего скапливалась пыль и влияние пыли на здоровье. В заключении хочется сказать, что пыль — это не просто твердые маленькие ча-

стички, летающие в воздухе, а вещества, способные вызвать ряд заболеваний у многих людей. Жить в пыльных местах явно опасно и с пылью надо бороться. Меры, которые надо предпринимать достаточно простые: проводить регулярную влажную уборку и проветривать помещения. Также в ходе эволюции, было изобретено устройство, позволяющее быстрее справиться с пылью? — это пылесос.

# ХИМИЯ



## Влияние кофе на организм человека

*Климова Елизавета Сергеевна, учащаяся 10-го класса*

**Научный руководитель:** *Михальцевич Галина Валентиновна, учитель физики*  
ГАУ Калининградской области общеобразовательная организация «Школа-интернат лицей-интернат»

Цель: исследовать влияние кофе на организм человека.

Задачи: изучение химического состава кофе и механизмов действия кофеина на человеческий организм, измерить рН кофейных напитков.

Кофе — известный напиток, который приготовлен из обжаренных и перемолотых зёрен тропического кофейного дерева. Его употребляют не только в России, но и по всему миру. В каждой лавках, магазинах есть раздел с огромным выбором кофе. Также есть кофейни, где профессионалы приготовят тебе его и попадут к нему вкусную выпечку. Но многие люди даже не подозревают, что этот напиток может быть очень вредным для организма. Именно из-за его популярности я решила узнать подробнее об этом напитке.

### Сорта кофе

- 1) Арабика. Это самый распространенный сорт, который имеет богатый и насыщенный вкус. Его выращивают на высоте 700–2000 метров над уровнем моря. Содержание кофеина до 1,5–2 %. Родом из Центральной и Латинской Америки, также из Центральной и Южной Африки.
- 2) Робуста. Имеет горький и слегка кисловатый привкус. Выращивают в Южной Азии и Центральной Африки. В нем достаточно высокое содержание кофеина, до 3 %.
- 3) Либерика. В нем низкое содержание кофеина. В 2–3 раза ниже, чем в Робусте. Имеет горьковатый привкус и стойкий приятный аромат.
- 4) Decaffe и Decaf. Это гибрид кофе, который не содержит кофеин в своем составе. По вкусу и аромату похож на Арабику.

Стоит понимать, что сортов кофе очень много. Здесь перечислены только основные и популярные сорта кофе.

### Виды кофе

Также у кофе есть очень много разных видов. Благодаря разнообразию кофе, человек может найти тот вид, который ему нравится больше всего. Виды кофе отличаются между собой тем, что какой-то может быть более сладким, а какой-то более горький. Также некоторые виды содержат в своем составе молоко или сливки. Кофе готовят на основе эспрессо и просто добавляют или

уменьшают объем воды, молока или сливок. Также по желанию в него добавляют сироп, сахар и могут сделать кофе на альтернативном молоке. Но это все по желанию потребителя.

- 1) Эспрессо. Крепкий кофе, имеющий насыщенный аромат. Приготовлен путем прохождения горячей воды через молотое кофе под высоким давлением.
- 2) Американо: его готовят путем добавления горячей воды к эспрессо, создавая более мягкий и разбавленный вариант кофе. За счет этого в нем кофеина меньше, чем в эспрессо.
- 3) Doppio. Многие его знают по названию «двойной эспрессо». Это два эспрессо в одной порции.
- 4) Капучино. Его готовят из эспрессо, молока и молочной пены. На вкус он не слишком горький, но и не слишком сладкий.
- 5) Латте. Делается из эспрессо и горячего молока, которые расположены слоями. Обычно так же, как и капучино, имеет молочную пену. По составу латте и капучино в целом не отличаются, но из-за своей структуры латте имеет нежный вкус.
- 6) Раф. Этот напиток подобен латте, но он уже со сливками и более обильной пенкой.
- 7) Моккачино. Готовят из эспрессо, молока и горячего шоколада или какао и молочной пенки. У него сладкий, шоколадный вкус.

Это основные виды кофе, которые многим известны. Но также есть холодные кофейные напитки. Они в целом почти не отличаются по составу от вышеперечисленных, но в них добавляется лед, а в некоторые даже сок.

### Химический состав кофе

Химический состав кофе полностью до сих пор не изучен, но в нем находится огромное количество разных веществ, которые способны оказывать на здоровье человека такое сильное воздействие. Сам кофе содержит в себе белки, липиды, минералы, аминокислоты, алкалоиды, калий, магний, натрий и т. д. Исходя из этого списка можно сделать вывод о том, что в составе кофейного напитка находятся не только органические вещества, но и неорганические.

- 1) Кофе богат витаминами группы В, марганцем, калием и магнием.
- 2) Витамины группы В играют роль в обменных процессах.
- 3) Марганец играет роль в обмене белков, углеводов и жиров.
- 4) Калий и магний вырабатывают инсулин и влияют на процесс усвоения организмом глюкозы.

#### **Вред и польза кофе на организм человека**

В кофе содержится достаточно много химических элементов и влияние кофе на организм зависит от многих факторов: от сорта кофе, его обжарки, от вида кофейного дерева и от способа его приготовления. Ученые говорят, что кофе, приготовленный с фильтром является самым безопасным, т. к. он подразумевает однократный пролив горячей воды через слой молотого кофе, который находится в фильтре. Не рекомендуют употреблять кофе, приготовленный в турке или заваренный в чашке, т. к. там в больших количествах содержатся кафестол и кафиол, которые повышают уровень триглицеридов и холестерина, а они в свою очередь способствуют возникновению сердечного приступа. Кофейный напиток объединяет тот факт, что он оказывает сильное бодрящее воздействие на организм и иммунную систему.

#### **Основная польза кофе для организма человека**

- 1) Самый главный эффект кофе, из-за которого его многие и употребляют, так это простой способ справиться с сонливостью.
- 2) Люди, которые употребляют кофеин, реже заболевают онкологическими заболеваниями.
- 3) Кофеин стимулирует работу желчного пузыря.
- 4) Кофе предотвращает заболевание сахарным диабетом второго типа.
- 5) Кофе способен снижать риск раковых заболеваний. Ученые говорят, что это связано с антиоксидантными и антимуtagenными свойствами.

#### **Вред от кофе**

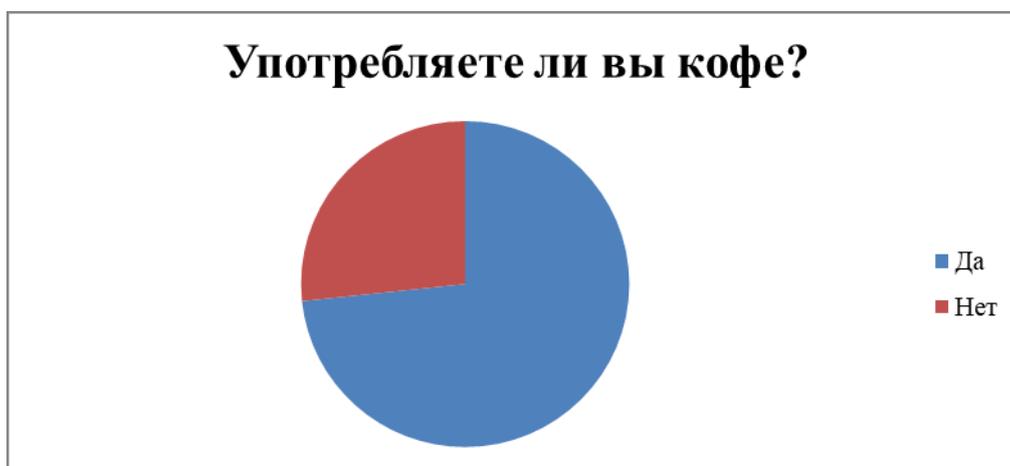
- 1) Частое употребление кофе способно вызвать привыкание к нему. Эта зависимость приводит к тому,

что человек начинает увеличение дозы употребления напитка. После увеличения дозы, человек начинает чувствовать ослабление, сонливость, головную боль, раздражительность.

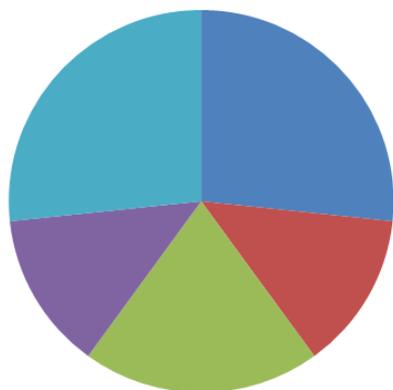
- 2) Злоупотребление кофейного напитка может привести к тому, что организм перестанет усваивать витамины группы В, а также магния, калия и кальция.
- 3) Кофеин стимулирует работу сердца, что приводит к увеличению артериального давления. Из-за этого частое употребление кофе может повысить риск развития ишемической болезни сердца.

Среди учеников 9–11 классов был проведен опрос, где мне рассказали о своих проблемах, с которыми столкнулись люди после того, как начали употреблять кофе. Ребятам были заданы следующие вопросы:

- 1) Употребляете ли вы кофе?
  - а) Да
  - б) Нет
- 2) Часто ли вы употребляете кофе?
  - а) По несколько порций в день
  - б) Раз в день
  - в) От одного раза в неделю
  - г) Редко, могу не пить месяц и больше
  - д) Вообще не употребляю этот напиток
- 3) Заметили ли вы какие-то изменения в своем организме?
  - а) Да, заметил
  - б) Не заметил
  - в) Даже не обращал внимание и не задумывался о последствиях употребления кофе
  - г) Этот человек не пьет кофе
- 4) Как вы думаете кофе влияет на организм человека положительно?
  - а) Да
  - б) Нет
  - в) Точно не могу сказать

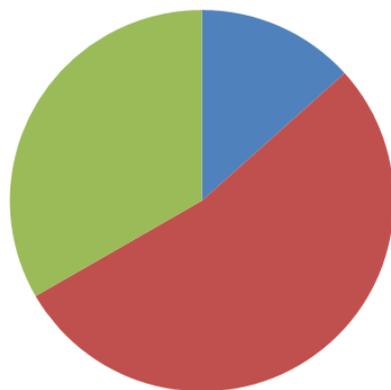


### Часто ли вы употребляете кофе?



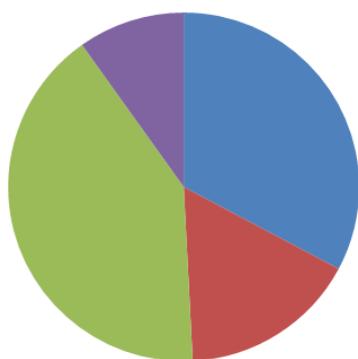
- По несколько порций в день
- Раз в день
- От одного раза в неделю
- Редко, могу не пить месяц и больше
- Вообще не употребляю этот напиток

### Как вы думаете, кофе влияет на организм положительно?



- Да
- Нет
- Не могу точно дать ответ

### Заметили ли вы какие-то изменения в своем организме?



- Да, заметил
- Нет, не заметил
- Даже не обращал внимания и не задумывался о последствиях
- Эти люди не пьют кофе

Опрос показал, что многие либо употребляют кофе, либо ребята его вообще не употребляют, либо пьют более одного раза в день. Также многие из них даже не обращали внимания и не задумывались о последствиях употребления кофейного напитка. Многие из них думают, что кофе не влияет на организм человека положительно.

Некоторые участники опроса ответили, что употребляют кофе более 1 раза в день и 1 раз в день. Им я решила задать отдельные вопросы и узнать про их самочувствие после начала употребления кофе.

Участники опроса, которые употребляют кофе более 1 раза в день.

### Участник опроса 1

Данный человек долгое время не замечал никаких изменений в своем организме, но когда начал об этом задумываться и присматриваться, то понял некоторые вещи. С самого начала он понял, что кофе прибавляет бодрости, но если выпить его на обед или позже, то уснуть будет тяжело. Также у этого человека частые головные боли, которые начали появляться после начала употребления кофейного напитка. Человек часто начал мерять давление и после употребления кофе оно повышается. Больше изменений в своем организме человек не заметил.

### Участник опроса 2

Данный человек сразу увидел изменения в том, что кофеин прибавил бодрость. Он сразу полюбил этот напиток и он вызвал у него зависимость, именно поэтому этот человек пьет кофе более одного раза в день. У него появилась бессонница, головные боли, повысилось давление. Также появилась раздражимость. Больше изменений человек не заметил.

Участники опроса, которые употребляют кофе 1 раз в день:

### Участник 1

Данный участник заметил повышенную энергию после употребления напитка и что у него участились сердцебиения. Больше изменений участник не заметил.

### Участник 2

Заметил, что у него повысилась энергия после употребления кофе. Больше участник никаких изменений не заметил.

### Участник 3

Ничего не заметил.

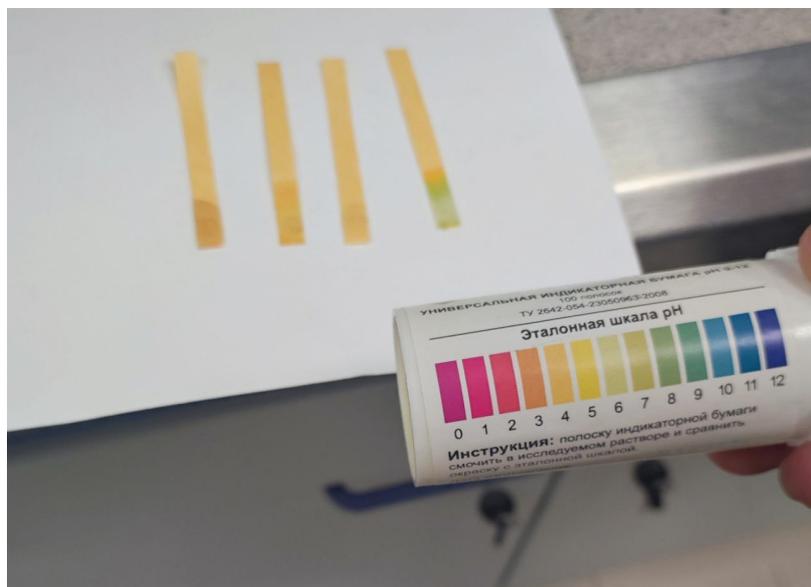
В школьной лаборатории был проведён эксперимент, в котором определили концентрацию рН в четырёх видах кофе.

- 1 сорт кофе — Nescafe
- 2 сорт кофе — молотый кофе
- 3 сорт кофе — молотый
- 4 сорт кофе — ABISORGANIC гречский кофе

Кофе разбавили водой, перемешали. После этого взяли полоску индикаторной бумаги и немного смочили её полученными растворами. Дальше с помощью эталонной шкалы рН сравнили окраску бумаги и определили кислотность кофейных напитков



Раствор кофе вылили на полоску индикаторной бумаги



Сравнили окрас полосок индикаторной бумаги с эталонной шкалой pH.

Номер сорта	Концентрация pH (50мг/мл)
1 сорт	3
2 сорт	4
3 сорт	4
4 сорт	7

По данным эксперимента мы видим, что Nescafe имеет концентрацию кислотности 3, молотые виды кофе имеют концентрацию кислотности 4, а ABISORGANIC греческий кофе имеет pH 7. В Nescafe достаточно большое количество кислот, поэтому его лучше не употреблять, т. к. кислоты будут разъедать стенки желудка. Особенно

нельзя пить кофе натощак. Это может увеличить риск развития изжоги, гастрита и т. д.

Вывод: было исследовано влияние кофе на организм человека, узнали о его вреде и пользе, изучен химический состав кофе и сделан вывод о том, что он содержит множество химических элементов. Был проведен опрос, где участники опроса рассказывали о том, как кофе повлиял на их организм. Также был проведен эксперимент, где определяли кислотность кофейных напитков. Кофе — непростой напиток, который наполнен многими химическими веществами. Влияние кофе на организм человека зависит от многих факторов: вид кофейных зёрен, степень прожарки и т. д. Но если злоупотреблять любым видом кофе, то можно столкнуться с серьезными проблемами, а если употреблять его не так часто, то он может быть даже и полезным.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. <https://dspace.hnpu.edu.ua/handle/123456789/2544>
2. [https://inpo.khsu.ru/files/College/science/konf/ot\\_uchebnogo\\_zadaniya\\_k\\_nauchnomu\\_poisku\\_ot\\_referata\\_k\\_otkryitiyu\\_2021g..pdf#page=96](https://inpo.khsu.ru/files/College/science/konf/ot_uchebnogo_zadaniya_k_nauchnomu_poisku_ot_referata_k_otkryitiyu_2021g..pdf#page=96)
3. <https://elibrary.ru/item.asp?id=44945884> <https://elibrary.ru/item.asp?id=42810329>
4. <https://elibrary.ru/item.asp?id=28335112>
5. <https://ru.m.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D1%84%D0%B5>



## БИОЛОГИЯ

### Под покровом янтарного леса. Что может рассказать янтарь об эволюции жизни на Земле

Богуславский Александр Андреевич, учащийся 2-го класса

Научный руководитель: Саженкова Ирина Викторовна, учитель начальных классов  
ГБОУ г. Москвы «Школа № 1542»

В данной статье представлен краткий обзор истории янтаря, рассматриваются понятия «янтарный лес», «инклюз», а также уточняется ценность янтаря для науки.

**Ключевые слова:** янтарь, янтарный лес, инклюз, палеонтология.

...Тишина царит в лесу. Из стволов, ветвей и сучьев древних сосен медленно сочится смола, наполняя воздух сильным хвойным ароматом. Она обильно стекает по коре, скапливаясь у основания деревьев, и падает на листья растений, растущих под ними.

В лесу бурлит жизнь. Сразу бросается в глаза множество муравьёв, спешащих по стволам деревьев. Муравьи даже не догадываются, что буквально через несколько секунд они застынут навсегда в той позе, в которой их накроет смоляной капкан.

А вот ловко побежал по стволу паучок. Видимо, он торопится проверить свою паутинку, не попала ли там

зазевавшаяся мушка. Невнимательность стоит дорого! И вот, сверкая на солнце, на голову шестилапому охотнику падает крупная вязкая капля смолы. За ней ещё одна и ещё. Из этой ловушки ему уже не выбраться. Он останется в ней на миллионы лет, чтобы однажды попасть под микроскоп учёным, приоткрыв им завесу тайны о том, какой была жизнь задолго до появления человека...

Как хвойная смола превращается в минерал? Какие тайны хранит в себе янтарь и что такое янтарный лес? О чём он может рассказать учёным? Это лишь часть вопросов, на которые мы попытаемся ответить в нашей статье.



Застывший в балтийском янтаре паук (эоцен, 40 миллионов лет)



Муравьи в балтийском янтаре (эоцен)

Однажды, давным-давно, первобытный человек впервые нашёл на берегу моря жёлтый камушек, чьё мягкое свечение напоминало солнце. «Осколки солнца», «слёзы дракона», «камень счастья», «алатырь» — именно так разные народы называли янтарь.

История янтара насчитывает тысячи лет. Первые упоминания о нём относятся ещё к эпохе неолита (около 5000–2000 гг. до н. э.). Археологи часто обнаруживают просверленные кусочки желтого камня при раскопках стоянок древних людей. За три с половиной тысячелетия до нашей эры украшения из янтара носили фараоны и жрецы Египта. Кочевые народы — гунны и скифы — использовали янтарь в качестве меновой единицы, а жители Африки уходили на войну с янтарным амулетом, веруя, что он поможет сохранить им жизнь.

Сегодня янтарь привлекает внимание не только коллекционеров, но и учёных из разных стран мира. Благодаря своей способности сохранять органические материалы, включая насекомых, растения и другие мелкие организмы в практически идеальном состоянии, янтарь играет особую роль в палеонтологии.

Для того чтобы смола превратилась в янтарь, она должна быть погребена под землей, обычно во влажной глине

или в песчаной осадочной породе. Учёные считают, что для преобразования ископаемой смолы растительного происхождения в янтарь необходимо не менее пяти миллионов лет. Но далеко не все смолы превращаются в янтарь! Исследования показали, что для этого требуется совпадение нескольких условий: определенной температуры, давления, полного отсутствия кислорода, а также взаимодействия с морской водой или с некоторыми минералами.

В настоящее время в мире насчитывается около 200 месторождений янтара и каждый год обнаруживаются новые. Янтарь найден на всех континентах, кроме Антарктиды, но, несмотря на широкое распространение янтара в природе, богатые месторождения янтара встречаются нечасто.

Наибольшее количество (около 98 %) находится на территории Калининградской области.

Исследования показали, что балтийский янтарь достаточно молодой — он возник из смолы вымершей сосны *Pinus succinifera* (сосна янтареносная) примерно в середине палеогенового периода, то есть около 50–45 миллионов лет назад, а вот японский янтарь примерно вдвое старше балтийского. Его возраст — примерно 110 миллионов лет!



Пыльца сосны янтареносной в балтийском янтаре (эоцен)



Шишка сосны янтареносной в балтийском янтаре (эоцен)

В России, кроме Калининграда, янтарь также добывают на берегах Баренцева моря и полуострова Канин Нос, в Архангельской области, вблизи устьев рек Оби и Енисея, на Таймыре, Новосибирских островах, а также на Сахалине, Камчатке и некоторых других регионах.

Геологический возраст янтаря нельзя установить, просто исследуя сам камень. Здесь важную роль играют такие дисциплины, как геология и палеонтология. Изучив породу, в которой был найден янтарь, можно лишь приблизительно оценить его возраст. Однако палеонтологи, анализируя включения насекомых и растений внутри камня, способны довольно точно определить период формирования янтаря и регион его происхождения.

Говоря о древних лесах, чей возраст исчисляется миллионами лет и в которых происходило превращение смолы хвойных деревьев в янтарь, учёные используют термин «янтарный лес».

Такие леса покрывали территорию пра-Фенноскандии, древнего континента с изменяющимися границами. Пра-Фенноскандия включала в себя современные Скандинавию, Карелию, Кольский полуостров, Прибалтику, север Европейской части бывшего СССР, а также простиралась до Шпицбергена, Гренландии, Великобритании и Северной Франции.

Многочисленные исследователи пытались воссоздать состав и облик «янтарного леса». Например, К. Андер,

анализируя данные о насекомых, содержащихся в янтаре, полагал, что этот ландшафт был холмистым, с хвойными лесами на вершинах и северных склонах, тогда как подножия и южные склоны покрывала тропическая растительность. Об этом свидетельствуют находки в янтаре остатков растений (например, пальм, саговников, лавровых), а также животных (таких как термиты), которые обычно обитают в тропиках или субтропиках. Однако в составе флоры «янтарных» лесов присутствовали и виды, характерные для умеренного климата, такие как ель, лиственница, клен и бук.

Наибольшее количество включений (инклюзов, от латинского слова *includere* — включать) было обнаружено в балтийском янтаре.

Так, в нём встречается:

- 98,3 % насекомых;
- 0,4 % растительных остатков (листья, лишайники, мох и т. д.);
- 1,3 % составляют пресмыкающиеся, моллюски, минералы, воздушные и водные пузырьки.

Например, наиболее часто в янтаре встречаются: муравьи, комары, мошки, многоножки, жуки, пауки, осы и клопы. А вот встретить в смоляной ловушке стрекозу или бабочку — большая редкость. Коллекционеры платят солидные суммы, чтобы пополнить свою коллекцию таким экземпляром.



Многоножка в балтийском янтаре (эоцен)

Еще реже в янтарь попадают земноводные. Например, ящерицы и лягушки. Так, в Музее янтаря в Калининграде хранится янтарь с застывшей в нём ископаемой ящери-

цей *Succinilacerta succinea*. К сожалению, в камне можно увидеть только туловище земноводного без головы.



Ящерица в балтийском янтаре (Музей янтаря, г. Калининград)

А вот в музее естественной истории Карнеги в Питтсбурге (штат Пенсильвания, США) хранится редкий янтарь с лягушкой!

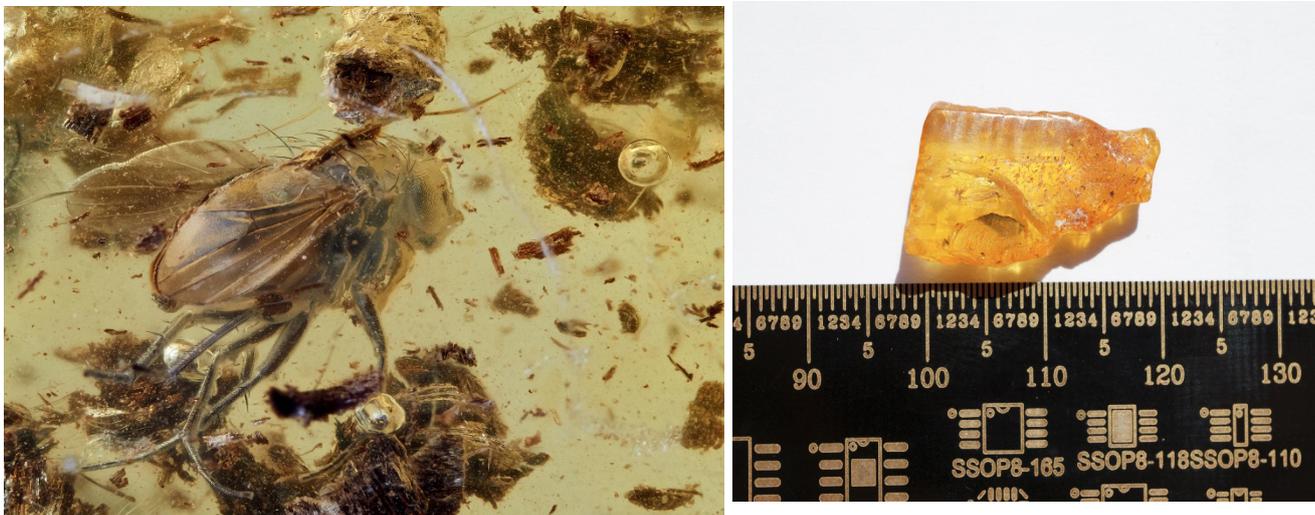


Лягушка в доминиканском янтаре

Благодаря янтарю было найдено около 3.000 видов членистоногих (из 838.000 известных науке), а также около 200 видов растений.

Преобладание насекомых и членистоногих в янтаре объясняется, прежде всего, их огромным разнообразием,

а также маленьким размером, из-за которого они легко попадали в смолистые капканы и уже не могли оттуда освободиться.



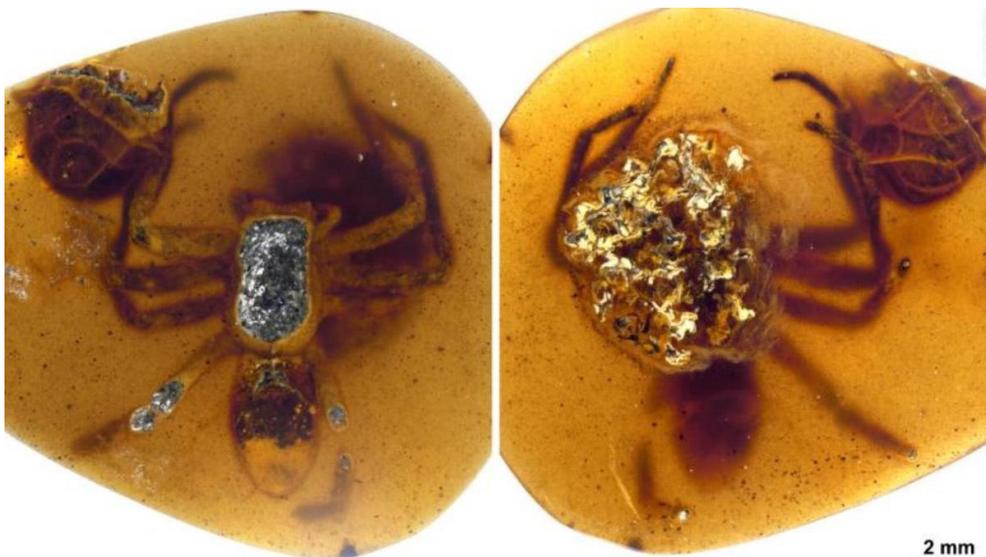
Муха в балтийском янтаре (эоцен)

О чём же могут рассказать учёным эти находки?

Во-первых, янтарные инклюзы помогают не только открыть новые, неизвестные науке виды, но также получить более подробную информацию об уже известных экземплярах и их эволюции. Янтарные инклюзы представляют собой особую форму сохранности окаменелостей, при которой фиксируются не только мягкие ткани

и объём ископаемого организма, но и его природная окраска.

Во-вторых, инклюзы помогают воссоздать экологическую обстановку прошлого, проследить климатические изменения. И, наконец, в-третьих, янтарный инклюз, словно фотоаппарат, запечатлевает последние секунды жизни своего пленника



Паук *Lagonomegoridae* защищает своих детёнышей (бирманский янтарь, 99 миллионов лет)

Изучив включения насекомых и пауков в янтаре, палеонтологи пришли к выводу, что многие современные виды, чьи предки населяли «янтарные леса», практически не претерпели изменений за десятки миллионов лет.

Интересный пример: среди насекомых существует жук, известный как «муравьиный гость». Муравьи заготавливают его в своё жилище и щекочут своими усиками

до тех пор, пока на теле жука не появляется сладкая жидкость, которую они затем слизывают. Этот гость настолько ценен для муравьёв, что они продолжают кормить его отборной пищей всю его жизнь, получая взамен любимое лакомство.

За прошедшие десятки миллионов лет у таких муравьёв значительно изменились только усики — они

стали ещё лучше приспособленными для эффективного щекотания жука, чтобы добыть больше любимого лакомства.

А ведь за последние 50–45 миллионов лет насекомые прошли через огромное количество поколений,

и можно было бы ожидать более ярких изменений в их внешности!

Таким образом, янтарь помогает учёным открыть неизвестные страницы прошлого нашей планеты, а каждая находка приносит что-то новое.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Алексеев, П. И., Алексеева А. С. Происхождение балтийского янтаря и современный взгляд на эоценовый «янтарный лес». — Ботаника в современном мире. Труды XIV съезда Русского ботанического общества и конференции «Ботаника в современном мире». Т. 1: Систематика высших растений. Флористика и география растений. Охрана растительного мира. Палеоботаника. Ботаническое образование. Махачкала, 2018. — с. 384.
2. Трофимов, В. С. Янтарные россыпи и их происхождение // Геология россыпей. М., 1965; 77–79.
3. Мычко, Э. В. Янтарный край: древнее сокровище в янтаре. — Палеонтология. Природа, 2020, № 8.
4. Храмов, А. Краткая история насекомых: шестиногие хозяева планеты. — М.: Альпина нон-фикшн, 2023.
5. Weitschat, W., Wichard W. Atlas of Plants and Animals in Baltic Amber — Munchen: Verlag, 2002, 255 p.

## Особенности выращивания жеребенка в домашних условиях

*Брызгалов Роман Павлович, учащийся 9-го класса*

**Научный руководитель:** *Гурьева Александра Арияновна, учитель истории и обществознания*  
МБОУ «Майинский лицей имени И. Г. Тимофеева» МР «Мегино-Кангаласский улус» (Республика Саха (Якутия))

*В статье рассмотрены особенности выращивания жеребенка в домашних условия: уход, кормление. Показан режим кормления маленьких жеребят якутской породы, сделан сравнительный анализ состава сухих искусственных смесей для КРС, обобщены итоги опроса среди жителей с. Табага о выгоде подсобных хозяйств, раскрыто обоснование прибыльности мясомолочной продукции жеребятины в Якутии, приведены количественные показатели организационно-правовых форм в Тарагайском наслеге. Также в процессе работы выявлена роль коневодства в жизни якутского народа, рассмотрены полезные свойства якутской жеребятины.*

**Ключевые слова:** *жеребенок, лошадь, КРС, коневодство, уход, домашние условия.*

Издrevле якуты были коневодами и скотоводами. У якутской лошади древняя история. Она произошла от скрещивания местных диких лошадей и монгольских, которых привели с юга предки современных якутов.

Лошадь для народа саха — это священное животное. Якуты называют её «Дьөөһөгөй оҕото» или дитя покровителя коней и отважных мужчин.

В олонхо конь представлен как верный друг богатыря.

Якутские лошади очень выносливы, зимой переносят 50–60-градусные морозы, а летом — жару в 35–40 градусов.

Сельское хозяйство Республики Саха (Якутия), которым издавrevле занимаются коренные народы — якуты, местные русские, эвены, юкагиры, чукчи — развивается в экстремальных природных условиях. В мире нет другого региона, где вся территория в местах проживания людей была расположена в зоне вечной мерзлоты. Ведущими отраслями, которого, служат скотоводство, коневодство и земледелие. В силу особых условий, связанных с экономическими и природными особенностями Якутии, уверенно можно считать наиболее устойчивой

и доходной отраслью табунное коневодство. В экономическом и социальном развитии Якутии коневодство сыграло огромную роль. Роль табунного коневодства должна существенно возрасти в самообеспечении мясомолочными продуктами населения республики [5].

Территория наслега занимает сейчас 36,6 тысяч гектаров. Тарагайский наслег находится в 72-х километрах от центра улуса посёлка Нижний-Бестях, расстояние до г. Якутска — 92 км.

В наслеге 364 лично-подсобных хозяйств, по данным на 1 января 2021 года всего по наслегу 18 крестьянско-фермерских хозяйств, из них 8 ИП (индивидуальных предпринимателей) по коневодству.



Рис. 1. Якутские лошади зимой, с. Табага

В настоящее время в Тарагайском наслеге насчитывается всего 952 головы КРС, лошадей 1005 голов, из которых 415 принадлежат ЛПХ (лично-подсобным хозяйствам), 510 — КФХ (крестьянско-фермерским хозяйствам), остальные — МУП (муниципальному унитарному предприятию).

Кобыл всего 687, жеребят — 32. Рождаемость составляет 70 %.

Содержание лошадей в подсобном хозяйстве — выгодное дело. Жеребятина — одна из самых прибыльных отраслей мясной продукции в нашей республике.

Они дают нам молоко, то есть кумыс, шкуры, из которых делают обувь, дают ещё мясо. Конина, а особенно жеребятина, более калорийна, чем говядина или баранина, а кобылий кумыс считается самым лучшим напитком, придающим силу.

В жеребятине содержатся ненасыщенные жирные кислоты Омега, которые помогают организму бороться с холестериновыми бляшками на стенках сосудов, участвуют в развитии клеток мозга.



Рис. 2. Процесс кормления

Задачи исследования:

- Изучить литературу по теме.
- Выявить методом анкетирования отношение жителей наслега к разведению лошадей и к выращиванию осиротевшего жеребенка в домашних условиях.
- Выяснить, каковы особенности выращивания жеребенка в домашних условиях, изучить их химический состав.

Лошадей ещё используют как вьючная и тягловая сила.

**Цель работы:** выяснить, какие особенности имеет выращивание осиротевшего жеребенка в домашних условиях.

**Объект исследования:** выращивание жеребенка в частном хозяйстве в домашних условиях.

**Предмет исследования:** мой жеребёнок Салли.

**Гипотеза исследования:** можно добиться получения здорового молодняка, если придерживаться всех правил выращивания жеребенка в домашних условиях, то есть:

- содержание в нормальных условиях
- кормление по режиму
- полноценное разнообразное питание
- своевременные прививки
- выгул в просторной усадьбе
- правильное ухаживание (расчёсывание, расчистка копыт, мытьё носа, чистка тела жеребенка щёткой).

- Определить количество организационно-правовых форм животноводства в с. Табага
- Сравнить и узнать, какое искусственное молоко подходит для жеребенка в первые месяцы жизни.

**Новизна исследования:**

Особенности выращивания беспомощного осиротевшего жеребенка в домашних условиях.

**Методы исследования:** изучение литературы; анкетирование; наблюдение; анализ данных местной администрации, сравнение.

В настоящее время я выращиваю жеребенка-сироту с 4-х дней жизни. Назвал его Салли.



Рис. 3. Жеребенок Салли

С первых дней мы кормили его строго по режиму:  
С 6-и утра до 12-и ночи через каждые 2 часа.

Поили его в первые месяцы жизни молоком из 3-х литровой бутылки, на ее крышке аккуратно проделали дырку, чтобы в ней помещалась соска. Затем сыпали в бутылку 25 чайных ложек порошка, воду и встряхива-

ли. Выпивание молока жеребятами должно происходить до остывания продукта, поэтому мы подогревали воду до 38–40 градусов. Чтобы выяснить, какое молоко по составу лучше для развития жеребенка, мы сравнили состав 3-х видов искусственного молока для молодняка КРС и лошадей. К примеру, смеси мультимилк и кормилак.

Таблица 1. Сравнение состава искусственного молока

Мультимилк	Кормилак
Молочные компоненты — 70 %	Молочные продукты — 72–75 %
Протеин сырой, не менее 22,5 %	В том числе — сырая клетчатка
Лактоза — 49 %	Сладкая сыворотка — 28–30 %
Углеводы — 48,7	Концентрат протеина сыворотки — 18–20 %
Жир сырой — 16 %	Делактозная сыворотка — 25 %
Аминокислотный состав:	Витамины и минеральные добавки — 5 %
Са (Кальций) — 0,9	Растительная белковая смесь — 8–11 %
Лизин — 1,7	Лецитины — 10–11 %
Р (Фосфор) — 0,7	
Метионин — 0,84	
На (Натрий) — 0,9	
Метионин, цистин — 1,1	
Треонин — 1 %	
Триптофан — 0,3	

Сравнение состава искусственного молока, которым кормили мы жеребёнка-сироту, показало следующее:

- Молочные продукты составляют в среднем в каждом виде молока 65–70 %
- Растительного жира больше в составе смесей «Мультимилк» и «Биомилк»

— Витамины и минеральные добавки имеются в составе всех видов молока.

Но мы предпочли больше всего «Биомилк», потому что в нем больше витаминов и нет разных химикатов.



Рис. 4. Подсобное хозяйство семьи Брызгаловых

Для того, чтобы выяснить, как относятся жители наслега к содержанию лошадей в личном подсобном хозяйстве и к выращиванию жеребят в домашних условиях, мы провели анкетирование. Анкетированием охвачено 18 жителей села Табага.

На 1-й вопрос анкеты «Почему вы держите в своём личном хозяйстве лошадей?» опрошенные ответили:

- это коренное занятие у якутов — 15 чел.
- жеребятина — полезный, лечебный продукт — 18
- из кобыльего молока изготавливают кумыс — 8
- содержание, уход проще, чем КРС — 3
- потребление сена меньше, чем КРС — 4
- можно запрягать — 10.

На 3-й вопрос анкеты «**Как, по-вашему, можно ухаживать за осиротевшим жеребенком в домашних условиях?**» мы получили такие ответы:

- надо кормить часто — 18
- соблюдать режим кормления — 12
- необходима защита от насекомых —
- вредителей, собак — 2
- не знаю — 3
- надо обращаться к ветеринарам — 4
- ухаживать как за младенцем — 16
- давать овёс, соль, биодобавки — 6

### **Выводы:**

В результате исследовательской работы по теме мы пришли к следующим выводам:

1. Лошадь для якута — священное животное.
2. За осиротевшим жеребенком в домашних условиях нужен правильный, ежедневный уход:
  - кормление по режиму.
  - содержание в нормальных условиях
  - полноценное разнообразное питание
  - своевременные прививки
  - выгул в просторной усадьбе
  - правильное ухаживание (расчёсывание, расчистка копыт, мытьё носа, чистка тела жеребенка щёткой).
3. В первые шесть месяцев жеребенка надо кормить искусственным молоком для молодняка КРС и лошадей.
4. Давать сено хорошего качества.

### **Заключение:**

Воспитание осиротевшего беспомощного жеребенка в домашних условиях — это каждодневная, кропотливая работа, требующая терпения, выносливости, особой заботы.

### **Рекомендации:**

1. Надо содержать в своём хозяйстве лошадей, коневодство — прибыльная сфера в сельской местности.
2. Не бросайте в беде беспомощных животных.

### **ЛИТЕРАТУРА:**

1. Абрамов, А. Ф. Воспроизводство и кормление якутских лошадей.
2. Абрамов, А. Ф., Алексеев Н. Д. и др. Сельское хозяйство Республики Саха (Якутия) — Якутск: Изд. Бичик, 2001.
3. Алексеев, Н. Д. Андреев Н. П. Аммосова Т. В. Биологические особенности и повышение мясной продуктивности якутских лошадей. Научно-технический бюллетень/ЯНИИАСХ.Новосибирск, 1982 — вып.3 — стр.20–23 стр.
4. Винокуров, Н. Т. «Саха сылгытын иитии». Издательство «Бичик».2015с, с. 354.
5. Калашников, А. П. кн., «Справочник сибирского животновода». 1977 г. Западно-Сибирское книжное издательство.с. 89.
6. Родионов, К. К. «Степанов Афанасий Егорович. Сахалартан мацнайгы Социалистической Улэ Геройа. Дьокуускай, «Кемуел», 2020, с. 256.
7. <https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=526056>

## **Чудо-пиявочка**

*Гавчук Кира Денисовна, учащаяся 5-го класса*

**Научный руководитель: Немирович Наталия Николаевна, учитель биологии**  
МБОУ «Средняя общеобразовательная школа № 6» г. Сергиев Посад (Московская обл.)

*В статье автор исследует значение пиявок в окружающей реальности.*

**Ключевые слова:** пиявки, реальность, дети.

### **Актуальность**

Сегодня лечение пиявками снова актуально, ибо спектр заболеваний, поддающихся успешному исцелению с помощью этих маленьких зубастиков, очень широк.

Мне известно, что с помощью пиявок можно вылечить многие заболевания. Лечебные свойства медицинской пиявки (лат. Hirudo medicinalis) известны людям со

времен древних цивилизаций. А какую еще пользу могут принести эти удивительные создания?

**Объект исследования:** пиявки.

**Предмет исследования:** полезные свойства пиявок.

**Цель работы** — изучение роли пиявок в жизни человека; использование природных ресурсов для сохранения здоровья; применение экологически безопасных способов подкормки растений; воспитание позитивного отношения ко всем объектам живой природы.

**Задачи исследования:**

1. Выяснить какие бывают пиявки, и чем они отличаются.
2. Определить среду обитания.
3. Узнать каким образом пиявки лечат людей.
4. Ознакомиться со способами разведения и содержания пиявок.

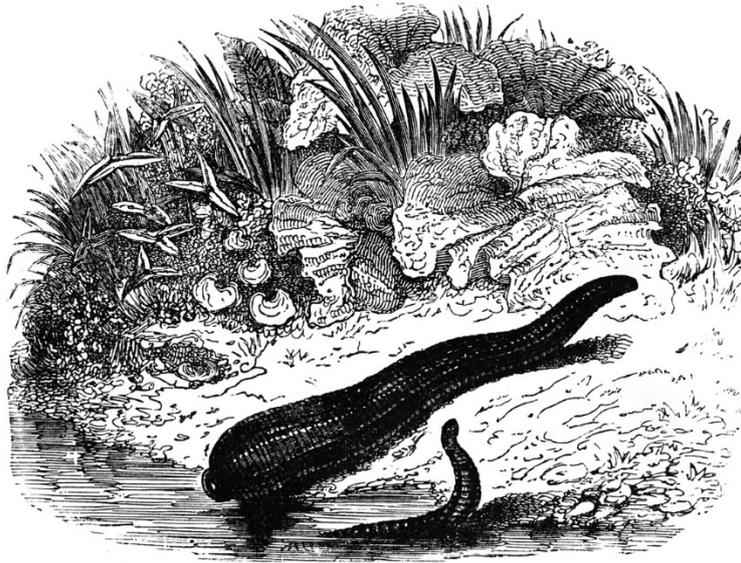


Рис. 1

Узнаёте существ на гравюре (рис. 1)? Конечно же, это пиявки!

Люди издавна используют пиявок в медицинских целях. Первые упоминания о применении пиявок в медицине относятся к Древнему Египту! Фрагменты настенных росписей, изображавших лечение пиявками, были обнаружены в гробнице фараонов 18-й династии (1567–1308 гг. до н. э.).

На Востоке пиявками пользовался великий учёный и целитель Авиценна. Он посвятил им в своей книге «Наука врачевания» целый раздел!

Использовали пиявок и в Древней Греции. А в современной медицине лечение пиявками называется гирудотерапией.

История лечения пиявками исчисляет тысячелетия. Документальные фрагменты фресок и скульптур утверждают о давнем существовании этого простого и естественного метода избавления от многих недугов. Применяли пиявок для лечения и высокопоставленные особы и простой народ, воспевая благодарность и сочиняя поговорки, любовно называя пиявицами своих избавительниц от телесных бед.

*Где пиявки живут,  
там песни люди поют:*

*Пиявки, пиявки, вы наши красавки*

*Кровь открываете*

*Хворь добиваете*

*А коли ее бьете*

*Вы наши гости в Красном углу и в почете.*

*Где пиявка ставится — там и лекари славятся.*

В 17 веке царь Алексей Михайлович сделал лечение пиявками одним из основных способов врачевания. Он приказал вырыть в Измайлове пруд и запустить туда пиявок «дабы использовать оных с лекарской целью».

В царской России в год использовалось до 30-ти миллионов пиявок ежегодно.

До 1917 года, Россия была крупнейшим поставщиком пиявок в Европу, ежегодно вывозилось 120 млн. особей. Доход составлял 6 млн. рублей серебром в год, сумма сравнима с доходом от хлеботорговли.

Великие русские врачи Н. И. Пирогов, М. Я. Мудров, Г. А. Захарьин, В. П. Филатов придавали гирудотерапии огромное значение и применяли ее при лечении множества заболеваний.

Н. И. Пирогов, как основоположник военно-полевой хирургии, использовал пиявок во время Крымской войны для тяжелораненых.

Врачи Советской Армии во время Великой Отечественной войны использовали пиявок при тяжелых ранениях, начинавшихся гангренах.

Собственно зубов (в привычном понимании этого слова) у пиявки нет. Укус пиявки вовсе не укус, а прокол. Во рту у нее хитиновые иголки, расположенные в виде треугольной фигуры. Этих иголок у нее огромное количество и расположены они в несколько рядов, как у акулы. Но кожу она прокалывает поверхностно, и тут же впрыскивает обезболивающее вещество.

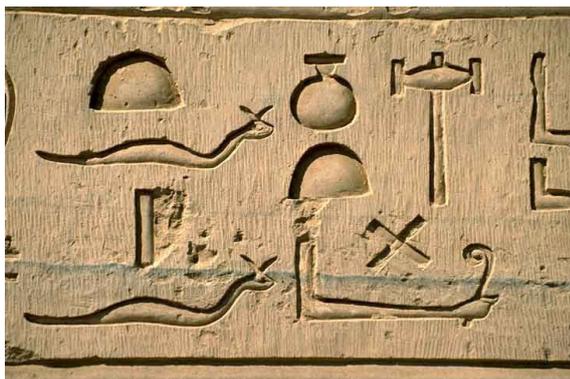


Рис. 2. На стенах Египетских пирамид есть изображения, демонстрирующие процесс использования пиявок в медицинских целях

Медицинская пиявка очень щепетильна к выбору места, к которому будет присасываться, причем независимо от степени голода. Ее привлекает кожа, не имеющая посторонних запахов. Она выбирает самый теплый участок, наиболее богатый кровью, и обнаруживает биологически активные точки, через которые воздействует на кровеносные сосуды, а через них — на внутренние органы человека.

По мере насыщения пиявка заметно увеличивается в размерах, потому что выпивает в 3–5 раз больше своего веса (он обычно составляет 1–3 г) и одновременно впрыскивает в кровяной канал целительную слюну. В результате кровь частично обновляется и повышаются защитные силы организма человека. Интересно, что и место прокола пиявка обрабатывает веществами, препятствующими свертыванию крови, и даже после того, как она отпадает от кожи, истечение из ранки происходит довольно долго. Из 400 видов пиявок в медицинской практике применяется только один вид — медицинская пиявка. Точнее два ее подвида: аптекарская и лечебная.

Слюна пиявок — это своеобразный биологический коктейль. А тело этого крошечного животного напоминает сложную биологическую лабораторию, природную аптеку.

Медицинская пиявка — уникальный живой организм, эволюция которого насчитывает не одну сотню миллионов лет. Пиявка, как биологический вид, пережила динозавров и мамонтов, сумела приспособиться к переменам климата, практически не изменившись. Природа одарила пиявку превосходным аппетитом и способностью полгода переваривать однажды принятую пищу, причем жидкую и скоропортящуюся — кровь.

Слюна — секрет пиявки, который попадает в ранку, содержит целый комплекс биологически активных веществ. Именно слюна пиявки обладает лечебными качествами — в ней содержится более 100 лечебных компонентов, в том числе и «гормон радости», а также витамины и аминокислоты. Многие свойства пиявок до сих пор остаются неизученными и современный уровень высоких технологий не в состоянии воссоздать все его компоненты. В первую очередь это связано с наличием пиявок, а их численность уменьшается с каждым днем. Искусственное разведение позволяет решить данную проблему лишь частично. Это

связано в основном с высокими требованиями к условиям искусственного разведения.

Однако список недугов, от которых способна избавиться пиявка значительно разросся в последнее время. Применение пиявок позволяет обходиться без хирургического вмешательства, особенно в случаях, когда речь идет о сердечно-сосудистой системе. Пиявки, выделяя специальные вещества, помогают избавиться от тромбов, поскольку они активно рассасывают эти образования.

Раньше пиявок использовали не только для лечения, но и как средства, помогающие снять усталость и создать праздничное настроение. Например, готовясь к балу, накануне торжества придворные красавицы за ушами ставили пиявок. Эта процедура придавала яркий, розовый румянец их лицам, добавляя блеск глазам, придавая сил для танцев до утра.

Сегодня эстетическая медицина переживает подъем. В косметологии и пластической хирургии используют пиявок при подготовке к эстетической хирургии.

Однако на лечение пиявками соглашаются не все — для многих этот и чрезмерно экзотичен. Для таких людей постоянно создаются и совершенствуются лекарственные и косметические средства на основе биологически активных веществ — это относительно новое направление.

Перечислять область применения пиявок можно до бесконечности. И все же еще на одной из областей применения стоит остановиться — это дети.

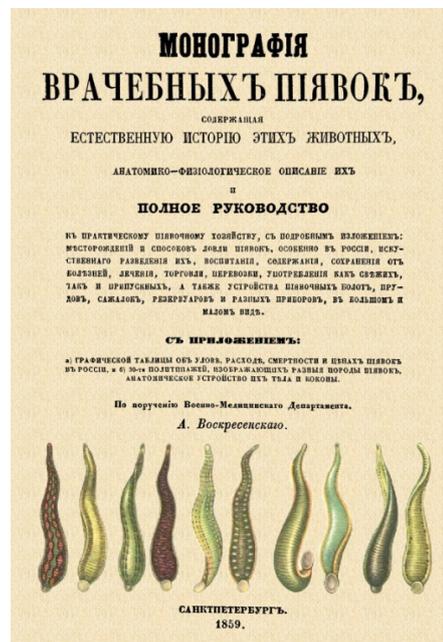


Рис. 3. «Монография врачей пиявок»

«Монография врачей пиявок» — книга, которую составил А. Воскресенский по поручению Военно-медицинского департамента. Издание содержит естественную историю пиявок, их анатомико-физиологическое описание и полное руководство к практическому пиявочному хозяйству. В книге подробно описаны месторождения и способы ловли пиявок, их искусственное разведение, содержание, сохранение от болезней, лечение, торговля, перевозка и употребление.

Результаты исследований показали огромную роль пиявок в восстановлении у детей структуры нервных клеток и связей между ними. Дети стали быстрее запоминать учебный материал, быстрее отвечать на вопросы и выполнять задания, отношения со сверстниками стали ровнее и благоприятнее. Эти маленькие «зубастики», изучение которых остается перспективной для исследования и применения, помогают детям обрести будущее.

Однако не стоит впадать в крайность и отказываться от традиционного лечения серьезных заболеваний. Тем более, что в природе целебных пиявок почти не осталось — нет смысла найти их самостоятельно: то, что обычные черные пиявки — совсем не лечебные.

Медицинская пиявка — это крошечный «зубастик», поистине чудное создание природы, доктор для нас.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Геращенко, Л. «Всё о пиявке. Гирудотерапия для разных типов людей». СПб.: Питер, 2007. — 256 с.
2. Геращенко, Л. «Пиявка — ваш домашний доктор. Гирудотерапия для разных типов людей». М.: Центрполиграф, 2010. — 288 с.
3. Ланец, В. И. Большая польза маленькой пиявки / В. И. Ланец, И. Е. Ткаченко. — Текст: непосредственный // Юный ученый. — 2016. — № 3 (6). — с. 170–174. — URL: <https://moluch.ru/young/archive/6/456/> (дата обращения: 31.01.2025).
4. Савинов, В. А. «Клиническая гирудотерапия». Брянск.: Изд-во благотворит. фонда им. св. благов. князя Олега Брянского «Кириллица», 2002. — 440 с.
5. Юсефичахардехи Мортеза. Биологические и хозяйственно-полезные признаки медицинской пиявки при совершенствовании технологии выращивания в условиях замкнутого оборота воды // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических услуг. — Москва. 2016. — 23 с.

## Сравнительный анализ химического состава, содержания мякоти и витамина С в соках различных ценовых категорий

*Каната Елизавета Руслановна, учащаяся 10-го класса*

Научный руководитель: *Чепель Виктория Игоревна, учитель биологии*  
ГАУ Калининградской области общеобразовательная организация «Школа-интернат лицей-интернат»

### Введение

Современная пищевая промышленность уделяет огромное внимание качеству и безопасности продуктов, поскольку это напрямую связано с удовлетворением потребителей. Среднестатистический житель России потребляет около 17 литров сока в год. Одним из наиболее интересных объектов для исследования являются соки различных ценовых категорий, ведь они могут значительно отличаться по содержанию полезных веществ и других компонентов, влияющих на их питательную ценность и вкусовые характеристики.

Высококачественные соки должны содержать оптимальное количество витаминов и натуральных компонентов, при этом избегая избыточного содержания побочных продуктов термической обработки.

Считаю, что эта тема актуальна, ведь в современном мире богатое разнообразие сока и на примере своей работы, хочу сравнить химический состав напитков разной ценовой категории, и научиться выбирать лучший сок на основе его состава, чтобы избежать покупки некачественного напитка.

### Цель работы:

Провести анализ и сравнение соков различных ценовых категорий, определив их химический состав, со-

держание мякоти, витамина С и наличие 5-гидроксиметилфурфура, чтобы выявить различия в качестве и выбрать наиболее качественный продукт.

### Задачи работы:

1. Определить и сравнить содержание мякоти в соках различных ценовых категорий.
2. Оценить содержание витамина С при помощи йодометрического метода.
3. Проверить наличие 5-гидроксиметилфурфура используя высокоэффективную жидкостную хроматографию (ВЭЖХ).
4. Идентифицировать вещества, присутствующие в соках различных категорий, при анализе методом ВЭЖХ.
5. Сравнить полученные данные между соками и определить наиболее качественный сок.

### 1. Литературный обзор

#### 1.1. История сока

В первый раз соки появились в 3 веке до нашей эры в Кумранских рукописях, в них повествовалось о напитке, который можно было получать из смеси граната и инжира. В античные времена население употребляло сок из свежесжатых фруктов. Намного позже, с 1920 годов Макс Герсон разработал диету, которая была основана на

соках их свежих фруктов и овощей. Другие врачи выявили, что соки имеют целебные свойства. А с 1930 годов началось производство соков в СССР.

### 1.2. Процесс изготовления сока.

Для изготовления сока используют сырье, которое предварительно очищают от грязи и бактерий, дальше избавляются от кожуры и косточек. После обработки фрукты измельчают, в результате получается мезга (масса, образованная после дробления фруктов или ягод), которая обрабатывается ферментами в теплообменнике. Дальше из переработанных фруктов получают сок, при помощи центрифугирования или при помощи пресса. Полученную жидкость подвергают фильтрации для удаления разных крупных частиц (мякоть, кожура) и получения прозрачного сока без посторонних веществ. В дальнейшем сок подвергают пастеризации с целью продлить срок хранения. Во время пастеризации сок нагревают до определенной температуры. Чтобы избавиться от бактерий. Пастеризация может быть кратковременной и тогда температура будет в пределах 80–90 градусах, а при долговременном процессе в течение получаса при температуре 60–75 градусов. После всех этапов сок отправляется на упаковку, чтобы воздух не попал в продукцию [1, с. 182].

### 1.3. Классификация сока по ценовой категории.

Ценовая категория соков часто показывает их качество. Премиум соки содержат больше натуральных ингредиентов и меньше добавок по сравнению с бюджетными вариантами [2, с. 141].

Соки можно разделить на 4 категории:

1. Бюджетные, например, «Сады Придонья», «Дары Кубани». Бюджетные напитки за 1 литр стоят 100–150 рублей.
2. Средней стоимости — «Добрый». Цена одного литра — от 190 до 250 рублей.
3. Премиум-соки — к примеру, Rich, цена за один литр — от 280 до 350 рублей
4. Детские соки, такие как «Агуша», «ФрутоНяня». Стоимость детских соков варьируется в районе 115–200 рублей за литр.

### 1.4. Классификация сока

1. Соки прямого отжима — изготовлены из свежих овощей и фруктов. («Сады Придонья»)
2. Восстановленные соки — это напитки из соков прямого отжима с добавлением разных компонентов на заводах. («Дары Кубани», «Агуша», «ФрутоНяня», «Rich»)
3. Нектары — напитки, содержащие большую часть воды, чем сока. («Добрый»)
4. Морсы — напитки, состоящие из воды и не имеющие приторную сладость.
5. Сокосодержащие напитки — это напитки, состоящие на половину из соков, а другая часть содержит красители, ароматизаторы, подсластители. [3, с. 357]

### 1.5. Химический состав сока

В состав любого сока входят: минеральные соли (натрия, железа, калия), органические кислоты (лимонная, яблочная), углеводы, белки, жиры, пектиновые вещества,

вода, витамины (С, В1–6). Основу сока составляют фрукты или овощи [4, с. 70].

### 1.6. Содержание 5-гидроксиметилфурфурола

При производстве, длительном хранении в соках образуется 5-гидроксиметилфурфурол (5-ГМФ). Содержание 5-ГМФ в соках может использоваться как индикатор качества продукции, так как более низкое содержание 5-ГМФ коррелирует с меньшей по длительности термической обработкой. В соках он может быть в размере 20 мг на литр, а для цитрусовых 10 мг на литр. Его наличие строго контролируется при производстве продукции. Это вещество является органическим и токсичным. Оно является промежуточным веществом в период распада сахаров. 5-оксиметилфурфурол образуется в процессе гидролиза в кислой среде, представляет из себя бесцветную жидкость. Высокое содержание данного вещества может привести к судорогам конечностей и параличу. При малых дозах начинается угнетение нервной системы из-за своего токсичного свойства. Также способен вызвать повреждение генетической информации внутри клетки [5, с. 391].

### 1.7. Польза и вред сока

Какое же влияние оказывает сок на наш организм?

Польза сока:

1. Могут содержать полезные витамины и минералы, только в том случае, если сок сделан из свежесжатых фруктов или овощей.
2. Наличие консервантов помогает продлить срок хранения продукции.
3. В пакетированных соках сохраняются витамины группы В, минеральные вещества и бета-каротин.

Вред сока:

1. Некачественные пищевые добавки потенциально могут привести к заболеваниям и аллергическим реакциям.
2. В некоторых соках содержится избыточное содержание сахара, что может привести к увеличению веса и может привести к диабету. Таким образом многие покупные соки не являются полезными, так как в процессе пастеризации они теряют свои свойства, но содержат некоторые витамины и минералы [6, с. 86].

## 2. Результаты

### 2.1. Анализ содержания мякоти.

Для определения содержания мякоти в соках следует выполнить следующий процесс. В пробирки объемом 1,5 мл наливают 1 мл тщательно размешанного сока. Пробирки с соком помещают в стакан с горячей водой, температура которой составляет 85–95 °С. Пробирки выдерживают в воде до тех пор, пока температура сока не достигнет 60 °С. Далее нарезают фильтровальную бумагу размером 5x5 см и взвешивают ее на аналитических весах. Образцы сока с помощью дозатора переносят на фильтровальную бумагу. После этого бумага с нанесенным соком высыхает, и после высыхания ее снова взвешивают на аналитических весах. Массу осадка сока определяют как разницу между массой бумаги до нанесения образца и после высыхания.

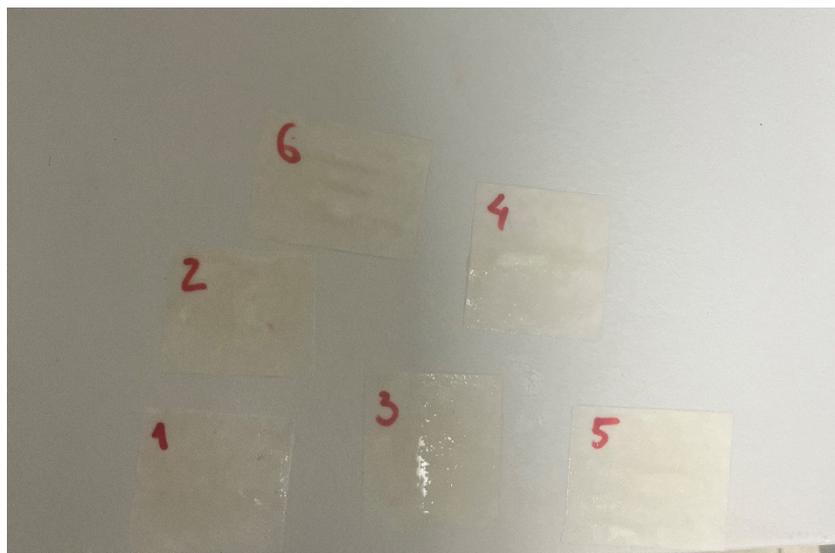


Рис. 1. Фильтровальная бумага после нанесения пробы сока. Образцы: 1 — Rich, 2 — Добрый, 3 — Агуша, 4 — ФрутоНяня, 5 — Сады Придонья, 6 — Дары Кубани

Процентное содержание мякоти вычисляется по формуле:  $X = (m1 \cdot 100) / m$ , где  $m1$  — масса осадка сока,  $m$  — масса нанесенного образца сока.

Исследование содержания мякоти в соках различных брендов показало результаты, отражённые в таблице 1.

Таблица 1. Содержание мякоти в соках различной ценовой категории

Название сока	Содержание мякоти, %
Rich	2,5
Добрый	2
Агуша	4
ФрутоНяня	3,6
Сады Придонья	2
Дары Кубани	1,2

Содержание мякоти в соках дорогих и средних ценовых категорий, таких как **Rich** и **Добрый**, составляет 2,5 % и 2 % соответственно. Эти значения аналогичны содержанию мякоти в недорогом соке **Сады Придонья**, где тоже 2 %. Это позволяет сделать вывод о том, что по данному показателю дорогие и средней цены соки не отличаются от дешёвого.

В соке **Дары Кубани** содержится наименьшее количество мякоти среди всех изученных образцов — всего 1,2 %, что гораздо меньше по сравнению с другими соками.

Эти данные показывают, что высокая цена не всегда означает большее количество мякоти в соке. Потребители могут найти хорошие варианты и среди недорогих соков.

## 2.2. Определение содержания витамина С

### Приготовление 0,01 М раствора йода

Для проведения анализа содержания витамина С мы использовали 0,01 М раствор йода, который был приготовлен из 5 %-го раствора йода. Чтобы достичь нужной концентрации, было отобрано 5,08 мл 5 %-го раствора йода и далее добавляли дистиллированную воду до общего объема 100 мл. Таким образом, была получена конечная концентрация раствора йода 0,01 М.

### Титрование

К измеренному объёму в 50 мл яблочного сока добавляют 1 мл крахмального индикатора. Затем из бюретки медленно вливают 0,01 М раствор йода в титруемый раствор, постоянно помешивая содержимое колбы. Раствор йода добавляют до тех пор, пока сок не станет синевато-чёрным. После завершения титрования записывают объём использованного 0,01 М раствора йода.

### Принцип расчета содержания аскорбиновой кислоты (витамина С)

1) Концентрация 0,01 М означает, что в 1 мл раствора содержится 0,01 моль йода (I<sub>2</sub>).

По уравнению реакции аскорбиновой кислоты с йодом:  $C_6H_8O_6 + I_2 \rightarrow C_6H_6O_6 + 2HI$  Количество молей аскорбиновой кислоты равно количеству молей йода, использованного в реакции.

2) 1 моль аскорбиновой кислоты (C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>6</sub>) весит 176 г. Таким образом, 1 мл 0,01 М раствора йода эквивалентен 1,76 мг аскорбиновой кислоты.

3) Поскольку объем сока составляет 50 мл, содержание витамина С рассчитывается следующим образом:

Содержание витамина С (мг/мл) =  $(V(I_2) \times 1,76) / 50$ , где  $V(I_2)$  — объём использованного раствора йода в миллилитрах.

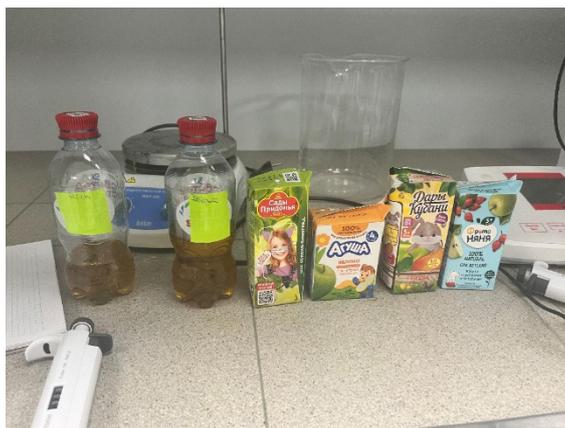


Рис. 2. Образцы соков

Таблица 2. Содержание витамина С в соках различной ценовой категории

Название сока	Содержание витамина С, мг/мл
Сок Rich	0,05
Сок «Добрый»	0,45
Сок «Агуша»	0,028
Сок «ФрутоНяня»	0,08
Сок «Сады Придонья»	0,04
Сок «Дары Кубани»	0,04

Эти данные показывают, что соки различаются по содержанию витамина С, и высокая цена не всегда означает высокое содержание этого витамина. Например, сок «Добрый», который может быть средней ценовой категории, содержит значительно больше витамина С по сравнению с Rich.

### 2.3. Определение наличия 5-гидроксиметилфурфура и идентификация веществ, содержащихся в соках

Исследование проводили с применением метода высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Для определения наличия 5-гидроксиметилфурфура использовали прибор Милихром А-02, колонка —

ProntroSil-120-5-C18-AQ. Вводимый объем пробы — 2 мкл. Скорость потока — 200 мкл/мин. В качестве подвижной фазы применяли 2 вида элюентов: элюент № 1: [4М LiClO<sub>4</sub>-0,1М HClO<sub>4</sub>]: H<sub>2</sub>O = 1:19 и элюент № 2: ацетонитрил. Далее анализ проводили в двух вариантах соотношения элюентов по объему согласно условиям, найденным в литературных источниках:

Параметр № 1 — Элюент № 1: Элюент № 2 = 70:30 (рис. 3)

Параметр № 2 — Элюент № 1: Элюент № 2 = 85:15 (рис. 4)

Детектирование проводилось при длине волны 280 нм.

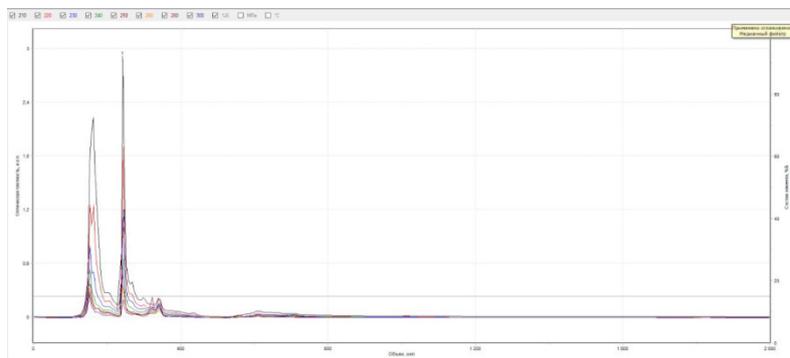


Рис. 3. Хроматограмма сока «ФрутоНяня» при соотношении Элюента № 1: Элюента № 2 = 85:15

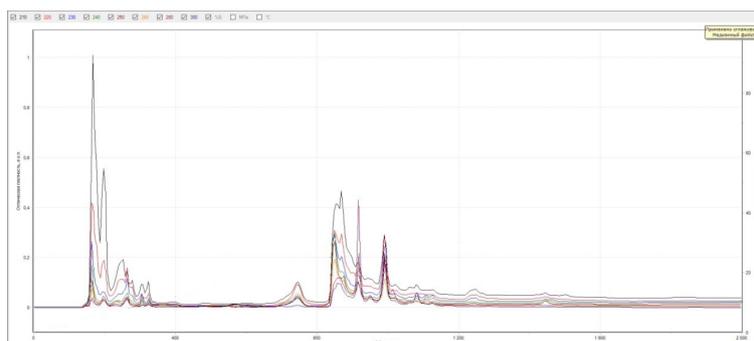


Рис. 4. Хроматограмма сока «Фрутоняня» при соотношении Элюента № 1: Элюента № 2 = 70:30

5-гидроксиметилфурфурол не был обнаружен ни в одном из исследованных образцов сока. Однако были выявлены другие вещества в зависимости от соотношения элюентов (таблица 3–4).

Таблица 3. Обнаруженные соединения при соотношении подвижной фазы элюент № 1: элюент № 2 = 85:15

	Rich	Добрый	Агуша	ФрутоНяня	Сады Придонья	Дары Кубани
Аскорбиновая кислота (Витамин С)	+	+	+	+	+	+
Оротовая кислота (Витамин В13)	+	+	+	+	+	+
Ниацин (Витамин В3)	-	-	-	+	+	+

Таблица 4. Обнаруженные соединения при соотношении подвижной фазы элюент № 1: элюент № 2 = 70:30

	Rich	Добрый	Агуша	Фрутоняня	Сады Придонья	Дары Кубани
Оротовая кислота (Витамин В13)	+	+	+	+	+	+
Аскорбиновая кислота (Витамин С)	+	+	+	+	+	+
3-Гидроксиманделовая кислота	+	-	+	+	-	-
Ниацин (Витамин В3)	-	-	-	+	+	+
Краситель E132 (индигокармин)	+	-	+	+	-	+
Краситель E110	-	-	-	-	-	+
Бергенин	-	+	-	-	-	-
Гомогениновая кислота	+	-	-	-	-	-
Фолиевая кислота (Витамин В9)	+	-	-	+	-	-

### 3. Выводы

- 1) Наибольшее содержание мякоти оказалось у соков марки «Агуша» (4 %) и «ФрутоНяня» (3,6 %), что позволяет сделать вывод об использовании более качественного и натурального сырья для производства напитков. В то же время соки Rich (2,5 %) и «Добрый» (2 %) показывают средние значения по содержанию мякоти, а «Дары Кубани» имеют самое низкое значение (1,2 %).
- 2) При расчёте содержания витамина С, оказалось, что в соке «Добрый» 0,45 мг/мл витамина С. В то время как у «Агуши» и «Даров Кубани» были значительно меньшие показатели — 0,028 мг/мл и 0,04 мг/мл соответственно. Это может быть связано с разными методами обработки, хранения продуктов и ценовой разницей соков.
- 3) Анализ ВЭЖХ показал, что во всех соках присутствует оротовая кислота (витамин В13) и аскорбиновая кислота (витамин С). Однако другие соединения менялись. Например, 3-гидроксиманделовая кислота была найдена в соках Rich, «Агуша» и «ФрутоНяня». Краситель E132 обнаружен в соках Rich, «Агуша», «ФрутоНяня» и «Дары Кубани». Также краситель E110 был обнаружен в соке «Дары Кубани». Такие красители являются синтетическими и могут в больших дозах нанести вред организму. 5-гидроксиметилфурфурол не был обнаружен при анализе ВЭЖХ.
- 4) Сравнивая все данные, можно сделать вывод, что соки «Добрый» и «ФрутоНяня» являются напитками, содержащими наибольшее количество витамина С и других веществ. Таким образом, выбор наиболее качественного сока зависит от предпочтений потребителей в отношении содержания мякоти, витаминов и наличия синтетических добавок.

## ЛИТЕРАТУРА:

1. Беляев, А. А. Концепция проектирования технологической линии для изготовления плодово-ягодного сока // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. — 2012. — №. 8. — с. 183–187.
2. Бургат, В. В., Савчук К. Ф. Современное состояние мирового рынка фруктовых соков // Актуальные проблемы современной экономики. — 2021. — с. 140–144.
3. Мочанкина, В. В., Рябкова Д. С. Выявление потребительских предпочтений при выборе соков // Перспективы устойчивого развития АПК. — 2017. — с. 356–360.
4. Зуйкова, Е. Б., Романюк А. И., Тен Т. И. Исследование химического состава безалкогольных напитков // Успехи в химии и химической технологии. — 2011. — Т. 25. — №. 11 (127). — с. 68–71
5. Урженко, В. В. и др. Исследование продуктов питания на содержание 5-оксиметилфурфурол и его влияние на организм человека методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с диодно-матричным детектором серии Agilent 1260 // Вестник Казахского Национального медицинского университета. — 2017. — №. 3. — с. 390–393
6. Ткачева, Н., Елисеева Т. Яблоки — польза и вред, доказанные диетологами // Журнал здорового питания и диетологии. — 2021. — Т. 3. — №. 7. — с. 84–88.

## Нейробиология психических заболеваний. Внутренние процессы при биполярном аффективном расстройстве и шизофрении

*Книши Юлия Евгеньевна, учащаяся 11-го класса*

Научный руководитель: *Васильева Татьяна Ивановна, учитель биологии*  
КГУ «ОШ № 21» г. Темиртау (Казахстан)

**П**оведение человека является прямым отражением анатомии и физиологии центральной нервной системы, поэтому так важно изучение внутренних процессов.

Хроматин — основа хромосом. По химической природе это нуклеопротеид: он состоит из ДНК и белков (главным образом белков-гистонов). Хроматин находится внутри ядер клеток всех эукариот и некоторых архей. Важность правильной регуляции структуры и функции хроматина для нормального развития и функционирования человеческого мозга дополнительно подчеркивается результатами клинической генетики, связывающими быстро растущий список генов, кодирующих специфические регуляторы хроматина, с моногенными формами психиатрических заболеваний. Существует много сотен генов, кодирующих белки, которые либо записывают, либо стирают, либо считывают молекулярные маркировки эпигенома (регуляции генов). Мутации и нарушения адаптации эпигенетических механизмов охватывают широкий континуум неврологических заболеваний — от синдромов развития до нейродегенеративных заболеваний у взрослых. Мутации в генах цитозинметилтрансферазы ДНК могут служить примером. Гипоморфные (частичная потеря функции) мутации в гене ДНК-метилтрансферазы DNMT3B ассоциированы с мультиорганным синдромом — иммунодефицитом, нестабильностью центромеры, аномалиями лица, умственной отсталостью

и дефектным развитием мозга. Однако мутации в другой ДНК-метилтрансферазе, DNMT1, ответственны за некоторые случаи наследственной сенсорной и автономной нейропатии типа 1, с деменцией во взрослом возрасте. В других родословных мутации DNMT1 были связаны с нарколепсией, поздней глухотой и мозжечковой атаксией (координаторное нарушение моторики).

Говоря про эндогенные психические расстройства, необходимо отметить, что психотравмирующее событие, воздействующее на личность, не изменяет ее структуру, а заостряет преморбидные (добольственные) психологические особенности. Клинические проявления психогенных расстройств определяются как характером психической травмы, так и преморбидным личностным складом.

Например, шизофрения и биполярное расстройство являются в значительной степени семейными. Только в течение последних двадцати лет их стали исследовать как отдельные расстройства. Это различие, основанное на клинических наблюдениях и симптомах, было кодифицировано Эмилем Крепелином в конце 1890-х годов, когда «маниакально-депрессивное безумие» (биполярное расстройство) было отделено от «преждевременной деменции» (шизофрения). Наблюдения привели к поискам ответственных за заболевания генов. И вот что было обнаружено: риск развития шизофрении заметно повышается при наличии определенных CNV (вариан-

ты числа копий (CNV) представляют собой делеции или дубликации генетического материала и могут варьироваться от нескольких пар оснований, часто называемых инделями, до миллионов оснований). Определены следующие принципы CNV, связанные с шизофренией:

- Показатели геномных крупных (> 100 кб), редких (< 1 %) CNV повышены.
- Показатели *de novo* (генетические изменения, которые возникли в организме впервые, не были унаследованы) CNV слегка повышены.
- Гены, вовлеченные в процесс, обогащены нейронными функциями, особенно теми, которые участвуют в синаптической активности и процессах нейроразвития. Дополнительные данные в поддержку белков, обогащенных синаптической сигнализацией, были найдены в недавних работах по *de novo* CNV.
- Связанные с шизофренией CNV часто встречаются во множестве дополнительных фенотипов заболеваний, включая чаще всего расстройство аутистического спектра, интеллектуальную отсталость и эпилепсию.

Помимо идентификации отдельных локусов, исследования биполярного расстройства предоставили прямые доказательства того, что оно, как и шизофрения, является высокополигенным (с наследственной предрасположенностью / обусловлены факторами внешней среды) заболеванием. Выполняя тот же тип анализа профиля полигенного риска, как для описанной выше шизофрении, различные исследователи обнаружили статистически значимое обогащение предполагаемых аллелей риска биполярного расстройства в широком диапазоне пороговых значений. Основными биологическими механизмами, связанными с биполярным расстройством, являются нарушения в нейротрансмиттерах — химических веществах, которые обеспечивают передачу сигналов между нейронами в головном мозге. Нарушения в балансе возбуждающих и тормозящих нейротрансмиттеров, таких как глутамат и GABA, также играют роль в патогенезе биполярного расстройства. Избыточная активность глутамата и недостаток GABA могут нарушать нейрогенез и приводить к психическим расстройствам. Также нарушается выработка допамина,

серотонина и норадреналина, что приводит либо к повышению уровня данных нейротрансмиттеров, либо к его понижению.

Нами были рассмотрены генетические доказательства, указывающие на влияние различных изменений ДНК на повышение риска возникновения заболевания.

Для шизофрении характерно значительное влияние редких вариантов числа копий и распространенных вариантов отдельных нуклеотидов с общей высокополигенной генетической архитектурой. Известно, что определенную роль в этом процессе играют резкие вариации отдельных нуклеотидов, а также генетические вариации *de novo*, которые изучаются в новых исследованиях по секвенированию, но их общее влияние на повышение рисков менее изучено. Для биполярного расстройства роль вариации числа копий, по-видимому, гораздо менее важна. Для биполярного расстройства роль вариации числа копий, по-видимому, гораздо менее выражена и связана со специфически распространенным полиморфизмом отдельных нуклеотидов. Несколько интересных открытий было сделано при анализе генетических данных, которые указывают на значительно большее молекулярное совпадение вариаций числа копий между аутизмом и шизофренией и в распространенных вариантах между шизофренией и биполярным расстройством. Эти результаты еще не получили достаточного осмысления с точки зрения биологии и этиологии, и это, скорее всего, произойдет только тогда, когда будут разработаны экспериментальные методы, позволяющие проанализировать большое количество генов и их вариантов, которые, наряду с экологическими и стохастическими эффектами, приводят к развитию заболевания у конкретного человека. По мере того, как мы движемся к этому полному пониманию патогенеза заболевания, неполная база знаний, которые уже накоплены посредством генетических исследований, освещенных в данной статье, должна быть использована для новых терапевтических открытий, в ходе которых клинические исследователи, молекулярные биологи и эксперты в области психиатрической генетики будут работать вместе для создания фармакологических гипотез с надежной генетической основой, которые впоследствии будут проверены в клинических испытаниях.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Charney, D. S. *Neurobiology of Mental Illness: 6th edition* / D. S. Charney, E. J. Nestler, J. D. Buxbaum, E. B. Binder, J. A. Gordon, M. R. Picciotto. — Oxford University Press, 2024. — 1096 p.
2. Frith, C. D. *The Cognitive Neuropsychology of Schizophrenia: Essays in Cognitive Psychology* / Frith, C. D., Friston, K. J. — Psychology Press, 1995. — 184 p.
3. Софронов, А. Г. Психические расстройства при заболеваниях головного мозга сосудистого генеза: учебное пособие / А. Г. Софронов, Ю. И. Поляков, Г. А. Прокопович. — СПб.: Изд-во СЗГМУ им. И. И. Мечникова, 2021. — 36 с.
4. Clark, D. L. *The Brain and Behavior: An Introduction to Behavioral Neuroanatomy* / David L. Clark, Nash N. Boutros, Mario F. Mendez. — Cambridge University Press, 2018. — 246 p.
5. Психогенные расстройства (часть 1) / сост. Л. М. Барденштейн, Н. И. Беглянкин; под ред. Л. М. Барденштейна; МГМСУ. — М.: РИО МГМСУ, 2021. — 72 с.

## Полезная и вкусная микрозелень

Михель Анна Евгеньевна, учащаяся 2-го класса

Научный руководитель: *Осипова Виктория Александровна, учитель начальных классов*  
МБОУ «Средняя общеобразовательная школа № 3» г. Радужный (Ханты-Мансийский автономный округ)

**Ключевые слова:** микрозелень, выращивание, витамины, микроэлементы, овощные культуры.

У нас дома много комнатных цветов. Кроме цветов, моя мама выращивает на подоконнике огурцы, помидоры и даже землянику. Раньше я не обращала на это внимание, а потом заинтересовалась: как проходит процесс выращивания от момента, как семечко посадят в землю и до того времени, как это семечко превратится в растение и даст плоды. Я попросила маму рассказать мне об этом. Но она предложила мне посадить и вырастить микрозелень, чтобы самой понаблюдать за этим процессом.

Я даже не знала, что такое микрозелень. Тогда мы с мамой прочитали об этом в интернете. Это молодые побеги растений, у которых только по 2–3 листочка, высота такой зелени 2–3 сантиметра. Ее можно не резать, как обычную зелень, а употреблять в пищу, убрав только корешки. Оказывается, есть много видов микрозелени. «Она богата витаминами и другими полезными веществами, которые нужны нам для правильного питания и полезны для здоровья» [1]. Городские жители стали активно выращивать ее в домашних условиях: это интересно, можно наблюдать за природой вместе с детьми, это полезная добавка в пищу, так как не содержит химических препаратов.

Я считаю, что мое исследование важно и актуально, потому что здоровое и правильное питание необходи-

мо для организма. В зимний период наш организм получает мало витаминов и полезных веществ. А с помощью микрозелени мы можем восполнить их недостаток, тем более что вырастить ее сможет каждый у себя на подоконнике.

Микрозелень — это проросшая зелень съедобных растений [2]. Такая зелень содержит много витаминов и микроэлементов, во много раз больше, чем выросшая. Так как её легко можно вырастить дома в простых условиях, микрозелень входит в питание многих людей.

Микрозелень — это натуральная и абсолютно безопасная пища.

Чем полезна микрозелень? «Она содержит витамины А, В, С, Е, К, РР, микроэлементы магний, кальций, калий, йод, фосфор, железо, антиоксиданты, белки, протеины, и многие другие питательные вещества» [3]. Если регулярно употреблять в пищу микрозелень, то уходит хроническая усталость, стрессы, повышается жизненный тонус организма, налаживается обмен веществ.

Микрозелень выращивают из семян различных овощных культур. Наиболее популярные в выращивании: салаты, редис, шпинат, руккола, капуста, горчица, свёкла. Видов микрозелени очень много, я приведу примеры только некоторых из них.

Название микрозелени	Польза для организма
Бasilik	В это растение содержится каротин, аскорбиновая кислота, витамины группы В и эфирные масла. Благоприятно влияет на работу органов пищеварения
Горох	В нем содержится клетчатка, белок, сложные углеводы
Горчица	Хорошо влияет на состояние сосудов, улучшает аппетит и кровообращение
Гречка зеленая	Повышает иммунитет, улучшает пищеварительный тракт
Дайкон	В нём много серы, которая необходима для общего укрепления организма, хорошего состояния кожи и для роста волос
Капуста красная	В ней содержится много каротина и витамина С. Микрозелень красной капусты полезна для пищеварения и для укрепления иммунитета
Кориандр (кинза)	Очень полезна для работы сердца. Очень богата фосфором и калием
Мангольд	Улучшает работу нервной и пищеварительной систем, укрепляет волосы, ногти и зубы
Морковь	В микрозелени моркови в пять раз больше витамина С, калия и кальция, чем в плодах
Подсолнечник	В его плодах содержатся йод, фосфор, магний, кальций и цинк, а также витамины Е и К, фолиевая кислота
Редис	Хорошо влияет на процесс пищеварения. В ее составе есть минералы и различные микроэлементы
Руккола	Ее микрозелень повышает иммунитет, потому что содержит аскорбиновую кислоту
Салаты	Все салаты способствуют выведению из организма вредных веществ
Свёкла	Полезна тем, что оказывает на организм тонизирующее действие и укрепляет иммунитет
Шпинат	Снижает уровень холестерина, выводит токсины из организма. Укрепляет иммунитет
Щавель	Микрозелень богата различными минералами и витаминами

Как же использовать микрозелень в пищу? Ее можно добавлять в любые блюда. Главное, ее нужно употреблять в пищу сырой. Ее нельзя варить, жарить, запекать, потому что так она потеряет все свои витамины и полезные вещества. Микрозелень добавляют в салаты, можно делать с ней бутерброды или просто посыпать сверху мясо, рыбу или любой гарнир. Еще микрозелень можно использовать для украшения блюда — получается и красиво, и полезно.

Итак, я решила вырастить кресс-салат. Набор для выращивания микрозелени мы купили в магазине «Магнит». В этот набор входят: контейнер с субстратом, семена, крышка, наклейка для записи даты посева

1. Согласно инструкции, я посеяла салат.

Ход работы:

- Залила субстрат водой на 2 минуты.
  - Равномерно распределила семена.
  - Опрыскала водой из распылителя.
  - Накрыла контейнер крышкой.
  - Записала на этикетку дату посева.
  - Убрала в темное место.
  - Каждый день опрыскивала и открывала на некоторое время.
2. 23 октября появились росточки, но они были не зеленые, а какого-то желтого цвета. Мама объяснила мне, что это произошло потому, что моя рассада была в темноте без солнечного света.
3. Я увлажняла свой салат из распылителя, которым пользовались для опрыскивания цветов, каждый день.
4. 25 октября росточки позеленели и подросли до 4 сантиметров.
5. 31 октября росточки стали высотой 5–6 сантиметров. Можно пробовать.

Пришло время пробовать микрозелень. Я решила приготовить салат. Мама мне подсказала несложный рецепт. Для салата я взяла вареную курицу, сырую морковь, огурцы, помидоры черри, выращенный мной кресс-салат, соль, сметану. Под присмотром мамы я порезала все ингредиенты для салата, посолила, заправила салат сметаной. Получилось очень вкусно!

В процессе работы над моим проектом я решила научить моих одноклассников выращивать микрозелень в домашних условиях. Вначале я рассказала им, что такое микрозелень, зачем и как ее употреблять в пищу. Я принесла наборы для посадки микрозелени. Вместе с ребятами мы выполнили посев микрозелени по инструкции, а затем вместе наблюдали за ростом микрозелени

На 12 сутки посева мы пробовали выращенную микрозелень. Также мы побеседовали и выяснили, что у моих одноклассников разные вкусы и всем понравилась разная микрозелень. По их словам, им было интересно ежедневно наблюдать за ростом растений, осматривать и увлажнять их. Далее дело за ребятами, надеюсь, что каждый у себя дома вырастит микрозелень и внесет ее в свой рацион.

В ходе моей исследовательской работы я узнала, что микрозелень очень богата различными полезными веществами, которые нужны для роста и развития организма. Также я вырастила микрозелень (кресс-салат) в домашних условиях.

Наблюдая за ростом микрозелени, я сделала вывод, что для выращивания растений нужно обязательно соблюдать некоторые условия:

- почва должна быть достаточно влажной, нужно следить, чтобы она не высыхала, но и не была сильно залита водой;
- растениям для роста нужен свет, иначе они будут не зеленого, а желтого цвета, как было с моим салатом в самом начале;

Конечно, сегодня в магазинах мы можем купить различные виды зелени, но они не всегда бывают свежими и вкусными.

А еще я рассказала о пользе микрозелени своим одноклассникам, и мы вырастили ее на подоконнике у нас в классе.

Мы вырастили: редис, рукколу, горох, лен, горчицу. Все ребята попробовали микрозелень. Вкусы делились, каждому понравилась разная микрозелень.

Но понравилась всем!

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Межак, С., Выращивание микрозелени в домашних условиях как бизнес-идея. URL: <https://www.fertilizerdaily.ru/20200508-vyrashhivanie-mikrozeleni-v-domashnix-usloviyax-kak-biznes-ideya/> (дата обращения 06.11.23).
2. Микрозелень: что это и чем она полезна. URL: [https://greenportal.pro/healthy\\_food/mikrozelen-cto-eto-i-chem-ona-polezna/](https://greenportal.pro/healthy_food/mikrozelen-cto-eto-i-chem-ona-polezna/) (дата обращения 08.11.23).
3. Микрозелень — что это такое и с чем её едят? URL: <https://www.botanichka.ru/article/mikrozelen-cto-eto-takoe-i-s-chem-eyo-edyat/> (дата обращения 07.11.23).

# Динамика уровня йода в сыворотке крови у жителя Иркутска. Значение йодной профилактики в регионе

Осадчий Денис Андреевич, учащийся 11-го класса

Научный руководитель: Манжуева Александра Алексеевна, учитель биологии  
МБОУ г. Иркутска СОШ № 55

*Дефицит йода представляет собой значимую проблему для здоровья населения Сибири, обусловленную низким содержанием этого микроэлемента в окружающей среде. Данное наблюдение фокусируется на динамике уровня йода в сыворотке крови у 17-летнего жителя Иркутска. Проведен анализ сыворотки крови, результаты которого показали содержание йода в пределах нормы (0.071 мкг/мл) с положительной динамикой по сравнению с предыдущим измерением (0.058 мкг/мл). Полученные данные подчеркивают важность регулярного мониторинга уровня йода и проведения профилактических мероприятий для поддержания здоровья населения в регионе.*

**Ключевые слова:** йод, йододефицит, анализ крови, сыворотка крови, результаты, исследование, тироксин, трийодтиронин.

## Введение

Йододефицит является серьезной медико-социальной проблемой в Сибири. Географические особенности региона, такие как удаленность от морей и океанов, а также особенности почв, приводят к низкому содержанию йода в местных продуктах питания. Йод — незаменимый микроэлемент, необходимый для синтеза гормонов щитовидной железы (тироксина и трийодтиронина), которые играют ключевую роль в регуляции метаболизма, роста, развития нервной системы и других жизненно важных функций организма. Дефицит йода может привести к различным заболеваниям, включая эндемический зоб, гипотиреоз, нарушения репродуктивной функции, а также к снижению когнитивных способностей, особенно у детей и подростков. В связи с этим, профилактика йододефицитных состояний является актуальной задачей для здравоохранения в Сибирском регионе.

## Материалы и методы

В рамках данного наблюдения был проведен анализ крови на содержание йода в сыворотке у 17-летнего жителя Иркутска. Забор крови осуществлялся 30.11.2024. Анализ проводился в лаборатории ООО «ИНВИТРО-Сибирь». Использовался стандартный метод определения содержания йода в сыворотке крови. Также были учтены результаты предыдущего анализа, проведенного 12.11.2024.

## Результаты

Результаты первого анализа 12.11.2024 (до приёма йодсодержащих препаратов) [Таблица № 1]

Результаты второго анализа 30.11.2024 (после двухнедельного приёма йодсодержащих препаратов) [Таблица № 2]

Результаты анализа показали содержание йода в сыворотке крови на уровне 0.071 мкг/мл. Референсные значения для данного показателя составляют 0.05–0.1 мкг/мл. Сравнительный анализ с предыдущим результатом (0.058 мкг/мл от 12.11.2024) демонстрирует положительную динамику, свидетельствующую о небольшом увеличении уровня йода в сыворотке крови.

## Обсуждение

Полученные результаты свидетельствуют о том, что уровень йода в сыворотке крови у данного индивидуума находится в пределах нормы. Наблюдаемая положительная динамика может быть связана с различными факторами, включая коррекцию питания с увеличением потребления йодсодержащих продуктов или прием йодных препаратов.

Важность йодной профилактики в Сибири обусловлена эндемическим характером йододефицита в регионе. Регулярное потребление йодированной соли, включение в рацион морской рыбы, морепродуктов и других продуктов, богатых йодом, а также, при необходимости, прием йодсодержащих препаратов по рекомендации врача, являются эффективными мерами профилактики. [Таблица № 3]

Для поддержания нормального уровня йода рекомендуется:

- Использовать йодированную соль для приготовления пищи.
- Регулярно употреблять в пищу продукты, содержащие йод (морская рыба, морепродукты, морская капуста).
- Консультироваться с врачом для оценки индивидуальной потребности в йоде и возможного назначения йодсодержащих препаратов, особенно в периоды повышенной потребности (беременность, лактация, активный рост).
- Регулярно контролировать уровень йода в организме, проводя соответствующие лабораторные исследования.

## Заключение

Данное наблюдение демонстрирует важность мониторинга уровня йода в сыворотке крови и подчеркивает необходимость проведения профилактических мероприятий среди населения Сибири. Регулярный контроль уровня йода и своевременная коррекция его дефицита способствуют поддержанию здоровья, нормальному функционированию щитовидной железы и предотвращению развития йододефицитных заболеваний. Необходимо дальнейшее изучение проблемы йододефицита

в регионе и разработка эффективных стратегий профилактики на популяционном уровне.

**Важно отметить:** Данная статья основана на результатах единичного анализа и не может быть использована для обобщенных выводов о состоянии йодной обеспе-

ченности всего населения Иркутска или Сибири. Для получения полной картины необходимы более масштабные исследования. Также, данная информация не заменяет консультацию с квалифицированным медицинским специалистом.

Таблица 1. Результаты первого анализа 12.11.2024

Исследование	Результат	Единицы	Референсные значения
Йод (сыворотка)	0.058	мкг/мл	0.05–0.1

Таблица 2. Результаты второго анализа 30.11.2024

Исследование	Результат	Единицы	Референсные значения
Йод (сыворотка)	0.071	мкг/мл	0.05–0.1

Таблица 3. Перечень наиболее распространенных йододефицитных заболеваний, которые актуальны для Иркутской области

Йододефицитные заболевания	Описание
Эндемический зоб	Увеличение щитовидной железы, вызванное недостатком йода. Может привести к образованию узлов и токсической аденомы.
Гипотиреоз	Состояние, при котором щитовидная железа вырабатывает недостаточное количество гормонов, что может вызвать усталость, увеличение веса и другие проблемы.
Кретинизм	Тяжелая форма умственной отсталости у детей, вызванная недостатком йода в период беременности и раннего детства.
Задержка физического и умственного развития	Нехватка йода может привести к замедлению роста и развития детей, а также к снижению IQ.
Токсический зоб	Аномальное увеличение щитовидной железы с повышенной функцией, что может вызвать тиреотоксикоз.
Сердечно-сосудистые заболевания	Долговременный дефицит йода может усугубить сердечно-сосудистые проблемы, включая аритмию и гипертонию.
Психические расстройства	Нехватка йода может приводить к депрессии и другим психическим расстройствам.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Дедов, И. И., Мельниченко Г. А., Трошина Е. А. и др. Йододефицитные заболевания в России: время принятия решений. // *Consilium Medicum*. — 2007. — Т. 9. — № 6. — с. 17–23.
2. Трошина, Е. А., Платонова Н. М., Панфилова Е. А., Панфилов К. О. Аналитический обзор результатов мониторинга основных эпидемиологических характеристик йододефицитных заболеваний у населения Российской Федерации за период 2009–2015 гг. // *Проблемы эндокринологии*. — 2018. — Т. 64. — № 1. — с. 21–37.
3. Бельцевич, Д. Г., Ванушко В. Э., Мельниченко Г. А., Румянцев П. О., Фадеев В. В. Клинические рекомендации Российской Ассоциации Эндокринологов по диагностике и лечению заболеваний щитовидной железы. // *Эндокринная хирургия*. — 2014. — № 4. — с. 9–80.
4. ВОЗ. Рекомендации по профилактике и контролю йододефицитных расстройств. — Женева: Всемирная организация здравоохранения, 2007.
5. Герасимов, Г. А. Йододефицитные заболевания в России: современное состояние проблемы. // *Проблемы эндокринологии*. — 2002. — Т. 48. — № 4. — с. 3–9.
6. Фадеев, В. В. Эндокринология. Национальное руководство. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2019.
7. Лабораторные методы исследования в клинике: Справочник / Под ред. В. В. Меньшикова. — М.: Медицина, 1987.

# Влияние напитков с различным уровнем pH на структуру и минерализацию зубной эмали

*Хлопотов Ярослав Романович, учащийся 6-го класса*

Научный руководитель: *Павлов Александр Владимирович, учитель биологии*  
ЧОУ «Фоксфорд» (г. Москва)

*В статье автор изучает влияние напитков с различным уровнем pH на состояние зубной эмали, используя в качестве биологической модели куриные яйца.*

**Ключевые слова:** *зубная эмаль, уровень pH, напитки.*

**Б**ыло доказано, что сиропы с сахаром вызывают значительное снижение целостности твердых тканей зубов по сравнению с сиропами без сахара. Это свидетельствует о потенциальном риске развития кариеса и других повреждений зубов из-за воздействия сахара, особенно у детей, так как молочные зубы имеют более тонкую эмаль, чем постоянные [6, с. 75].

В то же время исследования показали, что газированные и фруктовые напитки нарушают механическую целостность зубной эмали, одновременно увеличивая шероховатость ее поверхности [5, с. 491], а употребление сладких напитков снижает ее кислотоустойчивость [3, с. 193]. К тому же исследования ученых демонстрируют, что уровень pH влияет на эрозивный потенциал напитков [4, с. 56].

Исследователи указывают, что зубная эмаль по своему химическому составу представляет собой биоминерал. Аналогично скорлупа куриных яиц также относится к категории биоминералов. Ее механические свойства аналогичны свойствам человеческого дентина и зубной эмали в условиях нагрузки, возникающей при жевании обычной пищи. Яичная скорлупа обладает двумя природными поверхностями, морфологическая структура которых напоминает призматическое строение зубной эмали [2, с. 2]. Именно поэтому в качестве модели зубной эмали в нашем эксперименте выступила скорлупа куриного яйца.

Целью настоящего исследования являлось изучение влияния напитков с различным уровнем pH и составом на структуру и минерализацию зубной эмали. Полученные результаты дают возможность разработать практические рекомендации по предотвращению потенциальных рисков для здоровья полости рта. Выводы, сделанные в исследовании, могут найти применение на уроках биологии, а также использоваться педагогами и родителями для формирования принципов здорового питания у подрастающего поколения.

## **Методика**

В эксперименте использовались куриные яйца столовые категории 1, приобретенные в розничной торговой точке г. Челябинска, которые, по описанию, были доставлены с птицеводческого комплекса «Чибаркульская птица». Срок хранения используемых яиц не превышал пределы сроков гарантированного использования. Экспериментальный биологический материал (куриные

яйца) хранился не более двух суток в домашнем холодильнике в условиях, рекомендованных производителем. Для оценки pH выбранных напитков использовался метод определения с помощью индикаторных тест-полосок pH test strips 1–14 (производство Китая).

В исследовании использовано 30 яиц, которые были распределены на шесть групп по пять яиц в каждой: пять экспериментальных и одна — контрольная. Экспериментальные группы подвергались воздействию напитков с разным уровнем pH: апельсинового сока с добавлением сахара, натурального черного кофе, огуречного маринада, а также двух видов газированной воды — сладкой «Дюшес» и несладкой минеральной «Ессентуки № 4». Контрольная группа помещалась в фильтрованную негазированную питьевую воду. Яйца погружали в выбранные жидкости на 48 часов, после чего анализировали произошедшие изменения.

Перед началом эксперимента была проведена процедура очистки яиц от загрязнений. Для этого они очищались мягкой губкой и теплой водой, после чего тщательно высушивались. Затем яйца были случайным образом распределены в одну из пяти групп: первая группа была погружена в «Дюшес», вторая — в черный кофе, третья — в минеральную воду, четвертая — в апельсиновый сок, пятая — в огуречный маринад. Контрольная группа находилась в питьевой фильтрованной негазированной воде.

После извлечения яиц из раствора их поверхность была тщательно осмотрена: как визуально без увеличительных приборов, так и под микроскопом. Результаты осмотра показали следующее.

### **1. Первая группа («Дюшес»).**

Без увеличительных приборов: поверхность яиц имела липкую текстуру и была покрыта слоем слизи; также замечены небольшие коричневые пятна. Слизь была удалена теплой водой, но поверхность скорлупы была шероховатой, с неоднородными пятнами от светло-серого до темно-коричневого цвета.

Под микроскопом: шероховатость скорлупы была вызвана частичной эрозией верхнего слоя минералов; светлые пятна оказались участками частичного разрушения минералов в местах, где кристаллы кальция растворились, образуя углубления; более темные пятна представляли собой налет, образованный напитком и содержащимся в нем сахаром.

## 2. Вторая группа (кофе).

Без увеличительных приборов: цвет скорлупы всех яиц изменился на темно-коричневый, появились темные пятна; поверхность яиц стала слегка шероховатой. Было обнаружено, что налет и пятна невозможно удалить обычной водой.

Под микроскопом: шероховатость поверхности обусловлена частичным растворением кальциевых структур, что привело к ее неравномерной текстуре. Наблюдались нарушения в кристаллической структуре кальция, а кофейный краситель глубоко проник в оболочку, что привело к неравномерному окрашиванию.

## 3. Третья группа (минеральная вода с газом).

Без увеличительных приборов: поверхность яичной скорлупы имела шероховатую текстуру, на ней присутствовал тонкий прозрачный слой слизи и небольшие светло-коричневые пятна. Слизь легко удалялась с помощью воды, однако присутствие пятен оставалось неизменным.

Под микроскопом: поверхность стала рыхлой и неровной, была покрыта светлыми пятнами за счет частичной деминерализации. Видны отложения солей минеральной воды на поверхности скорлупы.

## 4. Четвертая группа (апельсиновый сок).

Без увеличительных приборов: скорлупа была покрыта значительным слоем слизи, которая имела лип-

кую консистенцию. После удаления слизи теплой водой на поверхности скорлупы остались светло-коричневые пятна.

Под микроскопом: структура оболочки яиц местами нарушена. Присутствуют участки полного разрушения верхнего слоя скорлупы из-за воздействия кислот апельсинового сока.

## 5. Пятая группа (маринад).

Без увеличительных приборов: яйца увеличились в объеме, их оболочка полностью (до яичной мембраны) разрушена, вследствие чего они стали мягкими. Поверхность яиц была покрыта слизью, которая удалась с помощью теплой воды.

Под микроскопом: видны мелкие остатки минералов скорлупы на мембране. Сама мембрана выглядела деформированной и потерявшей свою первоначальную прочность.

6. Контрольная группа: никаких видимых изменений не наблюдалось.

Полученные перед исследованием значения pH выбранных напитков составили: для апельсинового сока — 4,5; для кофе — 5; для маринада — 4; для «Дюшеса» — 5,5; для минеральной воды «Ессентуки № 4» — 9; для фильтрованной негазированной воды — 7 (см. рисунок 1).

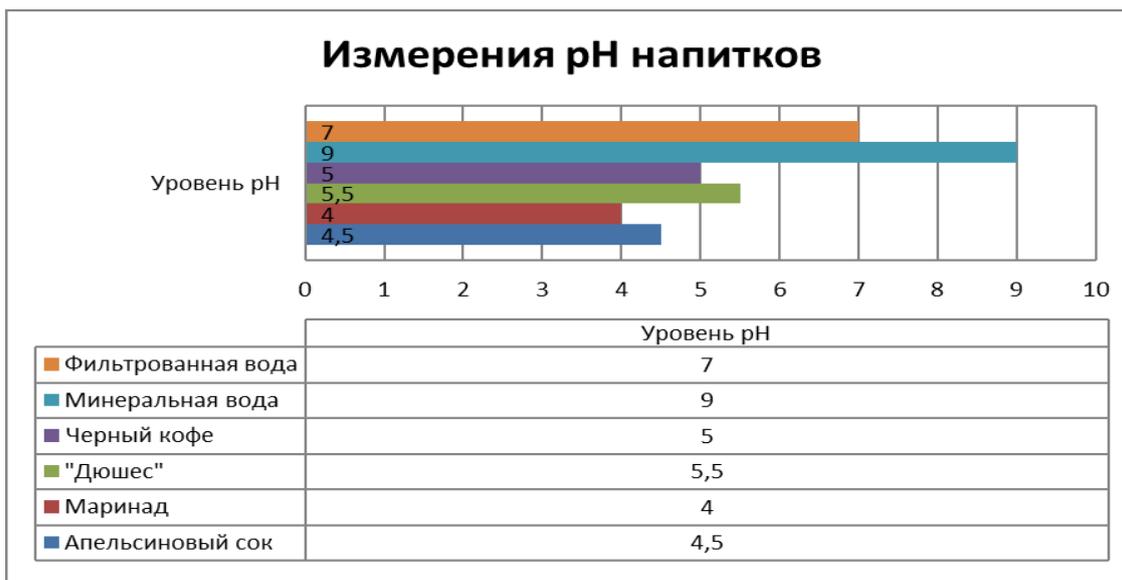


Рис. 1. Измерения pH напитков

Анализ значений pH помогает интерпретировать наблюдаемые изменения. Напитки с кислым pH, такие как маринад и сок, привели к значительному разрушению кальция из-за воздействия на него кислоты. Одновременно с этим в результате воздействия сахаросодержащих напитков произошло частичное разрушение верхнего слоя оболочки и образование участков деминерализации. Кофе с нейтральным показателем pH за счет кофеина глубоко окрасил скорлупу, что привело к несмываемому коричневому налету. Наличие в кофе кислот способствовало частичной деминерализации поверхности яиц [1, с. 1]. Минеральная вода из-за слабощелочной среды практически не оказала влияния на разрушение скорлупы, но

привела к появлению отложений солей минералов на поверхности яиц. Таким образом, определение pH позволило связать химический состав напитков с наблюдаемыми изменениями, произошедшими со скорлупой.

Экспериментальные данные свидетельствуют о том, что продолжительное пребывание минеральных структур в средах с низкой кислотностью вызывает существенные повреждения их структуры. Сахар, содержащийся в некоторых напитках, способствовал формированию липкого налета и частичной деминерализации поверхностного слоя скорлупы. Кофе изменил цвет скорлупы, и появившийся темный налет не удавалось устранить обычной водой.

На основе проведенного исследования можно дать следующие рекомендации:

1. Избегать частого употребления сахара и сладких напитков.
2. Снизить употребление напитков, содержащих кофеин.
3. Проводить регулярную гигиену полости рта для снижения негативных последствий.
4. Следить за здоровьем зубов и проводить профилактику кариеса.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Acids in brewed coffees: Chemical composition and sensory threshold / J. Birke Christina, Giacalone Davide, Steen Ida [и др.]. — Текст: непосредственный // *Current Research in Food Science*. — 2023. — № 6. — с. 1–13. — URL: <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2023.100485> (дата обращения: 09.01.2025).
2. Bending Deformation Behavior of Eggshell and Eggshell-Polymer Composites / Panfilov, P., Zaytsev, D., Mezhenov, M. [и др.]. — Текст: непосредственный // *Journal of Composites Science*. — 2023. — № 7 (8), 336. — с. 1–11. — URL: <https://doi.org/10.3390/jcs7080336> (дата обращения: 01.01.2025).
3. Малежик, М. С. Влияние жидкостей с различным уровнем кислотности на твердые ткани постоянных зубов / М. С. Малежик, А. М. Петрова. — Текст: непосредственный // *Теория и практика современной стоматологии*. — Чита: РИЦ ЧГМА, 2022. — с. 190–194. — URL: [http://www.zabstom.ru/sites/default/files/docs/sbornik\\_2022.pdf#page=191](http://www.zabstom.ru/sites/default/files/docs/sbornik_2022.pdf#page=191) (дата обращения: 01.01.2025).
4. Манак, Т. Н. Воздействие кислотности напитков на твердые ткани зубов / Т. Н. Манак, А. С. Редер, В. В. Кривонощенко. — Текст: непосредственный // *Современная стоматология*. — 2022. — № 4. — с. 54–57. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vozdeystvie-kislotnosti-napitkov-na-tverdye-tkani-zubov> (дата обращения: 07.01.2025).
5. Муслов, С. А. О влиянии напитков и питьевой воды на механические свойства зубной эмали / С. А. Муслов, Л. А. Бабайцева, Ф. К. Хасанов. — Текст: непосредственный // *Актуальные вопросы биологической физики и химии*. — 2020. — Т. 5, № 3. — с. 485–493. — EDN PUOOMP. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46597926> (дата обращения: 01.01.2025).
6. Муслов, С. А. Влияние сахара и сладких продуктов на микробную адгезию и твердость зубной эмали / С. А. Муслов, В. Н. Царев, С. Д. Арутюнов. — Текст: непосредственный // *Эндодонтия today*. — 2020. — № 18 (3). — с. 71–79. — URL: [https://www.researchgate.net/profile/Sergey-Muslov/publication/346200468\\_Influence\\_of\\_sugar\\_and\\_sweet\\_foods\\_on\\_the\\_hardness\\_of\\_tooth\\_enamel/links/5fc910c9a6fdcc697bdb69bf/Influence-of-sugar-and-sweet-foods-on-the-hardness-of-tooth-enamel.pdf?\\_sg%5B0%5D=started\\_experiment\\_milestone&origin=journaldetail](https://www.researchgate.net/profile/Sergey-Muslov/publication/346200468_Influence_of_sugar_and_sweet_foods_on_the_hardness_of_tooth_enamel/links/5fc910c9a6fdcc697bdb69bf/Influence-of-sugar-and-sweet-foods-on-the-hardness-of-tooth-enamel.pdf?_sg%5B0%5D=started_experiment_milestone&origin=journaldetail) (дата обращения: 01.01.2025).

# ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ



## Методическая разработка филуменистического экспоната «Безопасность в городской среде» по школьному предмету «Основы безопасности и защиты Родины»

*Софронов Александр Ильич, учащийся 10-го класса*

Научный руководитель: *Година Вероника Юрьевна, педагог-организатор*  
МБОУ «Гатчинская СОШ № 1» (Ленинградская обл.)

Научный руководитель: *Громов Юрий Владимирович, старший преподаватель*  
Российский государственный педагогический университет имени А. И. Герцена (г. Санкт-Петербург)

*В статье рассматриваются проблемы городской среды, которые нашли свое отражение на спичечных этикетках СССР, выпускаемых в 1958–1981 гг. различными спичечными фабриками. Безопасность в городской среде — актуальная тема отечественной и международной филумении. Спичечные этикетки являются миниатюрными плакатами по технике безопасности в городской среде. В статье представлена методическая разработка филуменистического экспоната «Безопасность в городской среде».*

**Ключевые слова:** *спичечная этикетка, образовательная филумения, основы безопасности и защиты Родины, безопасность городской среды.*

### Введение

Сегодня особую актуальность приобретают вопросы безопасности личности в городской среде. В 10 классе традиционно рассматриваются вопросы безопасности на транспорте [5]. Среди проблем безопасности городской среды особое место занимают проблемы безопасности на дорогах.

В нашей школе создана филателистическая образовательная площадка «Гатчина», которая работает на базе музея школы при поддержке образовательной площадки «Герценовский филателист» (ОПГФ) РГПУ им. Герцена. На нашей площадке работают две секции: филателистическая и филуменистическая. На эту работу нас вдохновил пример школьницы Д. Д. Друговой, которая под руководством учителя в 2017 году провела работу по исследованию коллекции спичечных этикеток школьного музея, и на IV Международном конкурсе научно-исследовательских и творческих работ учащихся «Старт в науку» за эту работу она была награждена Дипломом II степени [4].

Основоположник отечественной образовательной филумении В. М. Богданов утверждал, что «как всякий предмет промышленной графики, спичечная этикет-

ка является зеркалом эпохи» [1, с. 21]. В 70–80-е годы XX века отечественная промышленность выпускала 13 миллиардов коробков спичек, а следовательно, такое же количество этикеток, наклеенных на них» [1, с. 21]. Иллюстрации на этикетках можно сравнить с миниатюрными плакатами, которые помогают, обеспечивают безопасность в городской среде. Безопасность в городской среде — актуальная тема отечественной и международной филумении. Ю. В. Громов обоснованно считает, что филумения как дидактическое средство обучения может быть использована на уроках по «Основам безопасности и защиты Родины» [2, с. 97]. Ю. В. Громов, А. А. Кудрин считают, что филателистическая и филуменистическая образовательная площадка, работающая на базе музея вуза или школы, является активной формой патриотического воспитания обучающихся» [3, с. 106]. Ю. В. Громов считает, что занятие на образовательной площадке школы позволяет развивать публикационную активность школьников и студентов [6, с. 97].

Этим экспонатом открывается серия исследовательских проектов «Безопасность в городской среде» средствами филателии и филумении. В настоящее время представляется возможным раскрыть тему безопасности

в городской среде средствами филателии. На почтовых марках разных стран стали появляться современные средства индивидуального передвижения — такие, как электросамокат, моноколесо, сегвей, гидроскутер.

Наш филуменистический экспонат «Безопасность в городской среде» по школьному предмету «Основы безопасности и защиты Родины» состоит из титульного листа, на котором расположена аннотация и план экспоната и 15 листов, на которых расположены серии спичечных этикеток.

Аннотация экспоната: Коллекция представляет собой вариант одностендового филуменистического экспоната

(16 листов формата А-4). Коллекция посвящена проблемам безопасности в городской среде. В коллекции представлены серии спичечных этикеток фабрик: «Байкал», «Барнаульская», Борисовский ф/с комбинат, «Красная звезда», «Победа», «Пролетарское знамя», «Ревпуть», «Туринск», «Искра», выпускавшиеся в 1958–1981 гг.

Экспонат может быть использован в качестве наглядного пособия на уроках по «Основам безопасности и защиты Родины», а также при проведении объектовой тренировки ГО «День защиты детей», «Неделе безопасного движения» и других мероприятиях, проводимых в школе.

Таблица 1. План экспоната

№ листа	Содержание
1	Титульный лист. Аннотация. План экспоната
2	Соблюдайте правила дорожного движения. 1958
3	Соблюдайте правила уличного движения. 1959
4	Изучайте и соблюдайте правила движения. 1961
5	Правила уличного движения. 1961
6	Соблюдайте правила дорожного движения. 1963
7–8	Соблюдайте правила дорожного движения. 1963
9	Соблюдайте правила дорожного движения. 1965
10	Соблюдайте правила дорожного движения. 1965
11	Соблюдайте правила дорожного движения. 1971
12–13	Соблюдайте правила дорожного движения. 1978
14–15	Соблюдайте правила дорожного движения. 1980
16	Знаки сервиса ГАИ

Таблица 2. Спичечные этикетки фабрик СССР, используемые экспонате «Безопасность в городской среде»

№	Год выпуска	Название фабрики, ГОСТ	Название серии, содержание этикетки	№ листа
1	1958	«Ревпуть», ГОСТ 1820–56	Соблюдайте правила дорожного движения. Играть нельзя!	2
2	1958	«Ревпуть», ГОСТ 1820–56	Следите за светофором	2
3	1958	«Ревпуть», ГОСТ 1820–56	Переходя улицу, посмотрите налево, а потом направо	2
4	1958	«Ревпуть», ГОСТ 1820–56	Переходите улицу по пешеходным дорожкам	2
5	1958	«Ревпуть», ГОСТ 1820–56	Стоящий транспорт обходите так	2
6	1958	«Ревпуть», ГОСТ 1820–56	Внимание, транспорт!	2
7	1958	«Ревпуть», ГОСТ 1820–56	Осторожно!	2
8	1958	«Ревпуть», ГОСТ 1820–56	Будьте взаимно внимательны	2
9	1959	«Ревпуть», ГОСТ 1820–56	Соблюдайте правила уличного движения	3
10	1959	«Ревпуть», ГОСТ 1820–56	Не разрешайте детям устраивать игры на улицах	3
11	1959	«Ревпуть», ГОСТ 1820–56	Ожидая трамвай, автобус — стойте на тротуаре	3
12	1959	«Ревпуть», ГОСТ 1820–56	Правила уличного движения — это правила безопасности	3

13	1959	«Ревпуть», ГОСТ 1820–56	Не входите в трамвай и не выходите из него во время движения	3
14	1959	«Ревпуть», ГОСТ 1820–56	Не появляйтесь внезапно перед идущим транспортом	3
15	1959	Ревпуть», ГОСТ 1820–56	Переходи улицу там, где есть указатели	3
16	1961	«Барнаульская», ГОСТ 1820–56	<i>Изучайте и соблюдайте правила движения</i> Изучайте и соблюдайте правила безопасности движения	4
17	1961	«Барнаульская», ГОСТ 1820–56	Переходите улицу в местах, где разрешен переход	4
18	1961	«Барнаульская», ГОСТ 1820–56	Горит красный свет, стой, жди	4
	1961	«Барнаульская», ГОСТ 1820–56	Водитель! Будь осторожен, пешеходы	4
19	1961	«Барнаульская», ГОСТ 1820–56	При переходе улицы, посмотрите налево, потом — направо	4
20	1961	«Барнаульская», ГОСТ 1820–56	Осторожно! Идут машины	4
21	1961	«Победа», ГОСТ 1820–56	<i>Правила уличного движения</i> Играть на мостовой опасно	5
22	1961	«Победа», ГОСТ 1820–56	Водитель, двойной обгон — категорически запрещен	5
23	1961	«Победа», ГОСТ 1820–56	Граждане, не выходите из машины на проезжую часть	5
24	1961	«Победа», ГОСТ 1820–56	Проезд не более 1 метра от тротуара	5
25	1961	«Победа», ГОСТ 1820–56	Красный сигнал — не переходи!	5
26	1961	«Победа», ГОСТ 1820–56	Обходить стоящий транспорт впереди опасно	5
27	1963	«Барнаульская», ГОСТ 1820–56	Соблюдай правила дорожного движения	6
28	1963	«Барнаульская», ГОСТ 1820–56	Стой. Жди. Иди	6
29	1963	«Барнаульская», ГОСТ 1820–56	Идите	6
30	1963	«Барнаульская», ГОСТ 1820–56	Двойной обгон запрещен!	6
31	1963	«Барнаульская», ГОСТ 1820–56	Водитель, убедись!	6
32	1963	«Барнаульская», ГОСТ 1820–56	Снижай скорость!	6
33	1963	«Барнаульская», ГОСТ 1820–56	Осторожно при гололеде	6
34	1963	«Барнаульская», ГОСТ 1820–56	Лихача к ответу!	6
35	1963	«Барнаульская», ГОСТ 1820–56	Так переходить запрещается	6
36	1963	«Туринск», ГОСТ 1820–56	<i>Соблюдай правила дорожного движения</i> Внимание дети!	7
37	1963	«Туринск», ГОСТ 1820–56	Останови	7
38	1953	«Туринск», ГОСТ 1820–56	Перед началом движения убедись!	7
39	1963	«Туринск», ГОСТ 1820–56	Только в один ряд	7
40	1963	«Туринск», ГОСТ 1820–56	Двойной обгон запрещен!	7

41	1963	«Туринск», ГОСТ 1820-56	Не спеши — пропусти поезд	7
42	1963	«Туринск», ГОСТ 1820-56	О маневре — предупреди!	7
43	1963	«Туринск», ГОСТ 1820-56	Держись правой стороны!	7
44	1963	«Туринск», ГОСТ 1820-56	В городе не более — 60 км	8
45	1963	«Туринск», ГОСТ 1820-56	Пешеходы — будьте осторожны!	8
46	1963	«Туринск», ГОСТ 1820-56	Обгон на повороте опасен!	8
47	1963	«Туринск», ГОСТ 1820-56	Темно — включи свет	8
48	1963	«Туринск», ГОСТ 1820-56	Не лихач!	8
49	1963	«Туринск», ГОСТ 1820-56	Внимание — школа!	8
50	1963	«Туринск», ГОСТ 1820-56	Тормоза неисправны — не выезжай	8
51	1963	«Туринск», ГОСТ 1820-56	Умело пользуйтесь светом фар	8
52	1953	«Туринск», ГОСТ 1820-56	Осторожно — гололед!	8
53	1963	«Туринск», ГОСТ 1820-56	Скользко!	8
54	1963	«Туринск», ГОСТ 1820-56	Поворот — снижайте скорость!	8
55	1963	«Искра», ГОСТ 1820-56	<i>Соблюдайте правила дорожного движения</i> <i>Разъясняйте детям движения</i>	9
56	1963	«Искра», ГОСТ 1820-56	На мостовой играют дети — останови	9
57	1963	«Искра», ГОСТ 1820-56	Не оставляйте детей без надзора	9
58	1963	«Искра», ГОСТ 1820-56	На улице держи ребенка за руку	9
59	1963	«Искра», ГОСТ 1820-56	Не разрешайте малолетним кататься по дороге	9
60	1963	«Искра», ГОСТ 1820-56	Не ходи по мостовой	9
61	1963	«Искра», ГОСТ 1820-56	При переходе улицы посмотрите налево, а потом направо	9
62	1963	«Искра», ГОСТ 1820-56	При переходе улицы посмотрите налево, а потом направо	9
63	1963	«Искра», ГОСТ 1820-56	Транспорту — дорога, пешеходам — тротуар	9
64	1963	«Искра», ГОСТ 1820-56	Так ездить нельзя	9
65	1963	«Искра», ГОСТ 1820-56	Так ездить нельзя	9
66	1963	«Искра», ГОСТ 1820-56	Идите — путь открыт	9
67	1965	Борисовский ф/с к. ГОСТ 1820-56	<i>Соблюдайте правила дорожного движения</i> Внимание, транспорт!	10
68	1965	Борисовский ф/с к. ГОСТ 1820-56	Будьте осторожны при обходе стоящего транспорта!	10
69	1965	Борисовский ф/с к. ГОСТ 1820-56	Опасность! Позаботьтесь о ребенке!	10
70	1965	Борисовский ф/с к. ГОСТ 1820-56	Не появляйтесь внезапно перед идущим транспортом	10

71	1965	Борисовский ф/с к. ГОСТ 1820–56	Стоя в кузове ездить опасно	10
72	1965	Борисовский ф/с к. ГОСТ 1820–56	Где нет тротуара, ходите по левому краю дороги	10
73	1965	Борисовский ф/с к. ГОСТ 1820–56	Лихачество — причина аварий!	10
74	1965	Борисовский ф/с к. ГОСТ 1820–56	Переходите улицу только на пешеходном переходе!	10
75	1965	Борисовский ф/с к. ГОСТ 1820–56	Велосипедисты! Ездите только в один ряд!	10
76	1971	«Искра», ГОСТ 1820–69	<i>Соблюдайте правила дорожного движения</i> Внимание дети! За их безопасность ты в ответе!	11
77	1971	«Искра», ГОСТ 1820–69	Остановите ребенка!	11
78	1971	«Искра», ГОСТ 1820–69	Он ехал стоя..	11
79	1971	«Искра», ГОСТ 1820–69	Транспорт близко — остановись!	11
80	1971	«Искра», ГОСТ 1820–69	Здесь обгонять опасно!	11
81	1971	«Искра», ГОСТ 1820–69	Загорелся красный — двигаться опасно!	11
82	1971	«Искра», ГОСТ 1820–69	Убедись в безопасности, затем переходи улицу!	11
83	1971	«Искра», ГОСТ 1820–69	Финиш лихача	11
84	1971	«Искра», ГОСТ 1820–69	Так ездить нельзя	11
85	1978	«Ревпуть», ГОСТ 1820–77	<i>Соблюдайте правила дорожного движения</i> Пешеходы! Изучайте и соблюдайте правила дорожного движения	12
86	1978	«Ревпуть», ГОСТ 1820–77	Пешеходы! Пользуйтесь подземными переходами	12
87	1978	«Ревпуть», ГОСТ 1820–77	Пешеходы! Переходите улицу только на зеленый свет светофора	12
88	1978	«Ревпуть», ГОСТ 1820–77	Пешеходы! Переходите улицу только в установленном месте	12
89	1978	«Ревпуть», ГОСТ 1820–77	Водители! При активном листопаде будьте предельно осторожны	12
90	1978	«Ревпуть», ГОСТ 1820–77	Водители! Соблюдайте рядность	12
91	1978	«Ревпуть», ГОСТ 1820–77	Водители! Пропустите спецтранспорт	12
92	1978	«Ревпуть», ГОСТ 1820–77	Водители! Не занимайте левый ряд при свободном правом	12
93	1978	«Ревпуть», ГОСТ 1820–77	Водители! Соблюдайте установленную скорость движения	12
94	1978	«Ревпуть», ГОСТ 1820–77	Водители! Вы везете детей: будьте внимательны	12
95	1978	«Ревпуть», ГОСТ 1820–77	Водители! Не ослепляйте	12
96	1978	«Ревпуть», ГОСТ 1820–77	Родители! Не позволяйте детям играть на проезжей части улицы	12
97	1978	«Байкал», ГОСТ 1820–77	<i>Соблюдайте правила дорожного движения</i> Следите за сигналами светофора	13
98	1978	«Байкал», ГОСТ 1820–77	Водитель! Не соблюдение дистанции путь к аварии!	13
99	1978	«Байкал», ГОСТ 1820–77	Водитель! При маневрировании убедитесь в безопасности	13

100	1978	«Байкал», ГОСТ 1820–77	Водитель! Звуковые сигналы запрещены!	13
101	1978	«Байкал», ГОСТ 1820–77	Водитель! Не превышайте установленную скорость движения	13
102	1978	«Байкал», ГОСТ 1820–77	Водитель! Осторожно — гололед!	13
103	1978	«Байкал», ГОСТ 1820–77	Водитель! Внимание — дети!	13
104	1978	«Байкал», ГОСТ 1820–77	Водитель! Перед началом движения убедитесь в безопасности	13
105	1978	«Байкал», ГОСТ 1820–77	Водители и пешеходы! Будьте взаимно вежливы	13
106	1980	«Пролетарское Знамя», ГОСТ 1820–77	<i>Выполняйте требования дорожных знаков.</i> Главная дорога	14
107	1980	«Пролетарское Знамя», ГОСТ 1820–77	Движение без остановки запрещено	14
108	1980	«Пролетарское Знамя», ГОСТ 1820–77	Обгон запрещен	14
109	1980	«Пролетарское Знамя», ГОСТ 1820–77	Железнодорожный переезд без шлагбаума	14
110	1980	«Пролетарское Знамя», ГОСТ 1820–77	Движение запрещено	14
111	1980	«Пролетарское Знамя», ГОСТ 1820–77	Въезд запрещен	14
112	1980	«Пролетарское Знамя», ГОСТ 1820–77	Остановка запрещена	14
113	1980	«Пролетарское Знамя», ГОСТ 1820–77	<i>Выполняйте требования дорожных знаков.</i> Движение на велосипеде запрещено	15
114	1980	«Пролетарское Знамя», ГОСТ 1820–77	Проход закрыт	15
115	1980	«Пролетарское Знамя», ГОСТ 1820–77	Уступите дорогу	15
116	1980	«Пролетарское Знамя», ГОСТ 1820–77	Дорожка для пешеходов	15
117	1980	«Пролетарское Знамя», ГОСТ 1820–77	Скользкая дорога	15
118	1980	«Пролетарское Знамя», ГОСТ 1820–77	Ремонтные работы	15
119	1980	«Пролетарское Знамя», ГОСТ 1820–77	Дети	15
120	1980	«Пролетарское Знамя», ГОСТ 1820–77	Пешеходный переход	15
121	1981	«Красная звезда», ГОСТ 1820–77	<i>Знаки сервиса ГАИ.</i> Мойка автомобилей	16
122	1981	«Красная звезда», ГОСТ 1820–77	Автозаправочная станция	16
123	1981	«Красная звезда», ГОСТ 1820–77	Техническое обслуживание автомобилей	16
124	1981	«Красная звезда», ГОСТ 1820–77	Телефон	16
125	1981	«Красная звезда», ГОСТ 1820–77	Питьевая вода	16
126	1981	«Красная звезда», ГОСТ 1820–77	Пункт питания	16
127	1981	«Красная звезда», ГОСТ 1820–77	Кемпинг	16
128	1981	«Красная звезда», ГОСТ 1820–77	Место отдых	16
129	1981	«Красная звезда», ГОСТ 1820–77	Гостиница или мотель	16

На рисунках 1, 2, 3, 4 представлены листы экспоната номер 5, 7, 12, 15.



Рис. 1. Лист 5. Правила уличного движения



Рис. 2. Лист 7. Соблюдайте правила дорожного движения



Рис 3. Лист 5. Соблюдайте правила дорожного движения



Рис 4. Лист 15. Выполняйте требования дорожных знаков

### Заключение

В нашей школе создана филателистическая образовательная площадка «Гатчина», которая работает на базе музея школы при поддержке образовательной площадки «Герценовский филателист» (ОПГФ) РГПУ им. Герцена

Средства филумении обладают большим образовательным потенциалом, который, на наш взгляд, недостаточно используется в образовательной практике в школе.

С помощью филуменистических средств можно побудить обучаемых открыть для себя что-то новое в том или ином материале, сделав обучение не только осмысленным, но и мотивированным. Поскольку это нетрадиционный учебный материал, с которым легко работать, спичечные этикетки можно использовать в качестве средства, которое побуждает анализировать и изучать содержащиеся на них изображения по изучаемой теме.

### ЛИТЕРАТУРА:

1. Богданов, В. М. Спичечные этикетки и их коллекционирование / Всесоюз. о-во филателистов. — Москва: Связь, 1970. 55 с.
2. Громов, Ю. В. Филумения как дидактическое средство обучения в предметной области Основы безопасности и защиты Родины // Современные науки: актуальные проблемы теории и практики. Серия «Гуманитарные науки». 2024. № 9–2 с. 97–101 ISSN 2223–2982
3. Громов, Ю. В. Кудрин А. А. Студенческие сообщества как активная форма патриотического воспитания на примере образовательной площадки «Герценовский филателист» // Современные науки: актуальные проблемы теории и практики. Серия «Гуманитарные науки». 2024. № 8–2. с. 106–113. ISSN 2223–2982.
4. Другова, Д. Д., Горлова О. А. Источниковедческий анализ коллекции спичечных этикеток эпохи хрущевской оттепели на основе экспонатов школьного музея. URL: <https://school-science.ru/4/5/951> (дата обращения: 10.12.2024).
5. Основы безопасности жизнедеятельности: 10 класс; учебник / Б. О. Хренников, Н. В. Гололобов, Л. И. Льяная, М. В. Маслов; под ред. С. Е. Егорова. — 2-е изд. — М.: Просвещение, 2024. — 383 с.
6. Развитие публикационной активности студентов средствами филумении: материалы I научно-практического семинара по образовательной филумении «Старт в науке» (Санкт-Петербург, 22 октября 2022 г.)/ музей факультета безопасности жизнедеятельности, Студенческое научное общество, образовательная площадка «Герценовский филателист» (филуменистическая секция); редактор и составитель Ю. В. Громов: Казань, Бук 2023. — 66 с.

## ПРОЧЕЕ



### Особенности восприятия зрителем сценического выхода исполнителей в танце

*Бадретдинова Элина Ришатовна, учащаяся 8-го класса;  
Будкова Дарья Сергеевна, учащаяся 8-го класса*  
МАОУ «Лянторская СОШ № 7» (Ханты-Мансийский автономный округ)

Научный руководитель: *Сафиуллин Тимур Ралифович, заместитель директора, преподаватель*  
МБОУ ДО «Лянторская детская школа искусств № 1» (Ханты-Мансийский автономный округ)

*В статье рассматриваются особенности восприятия зрителем сценического выхода исполнителей в танце. Раскрываются аспекты танца как исполнительского и пространственно-временного вида искусства, формирующие механизмы управления интерпретацией хореографического произведения.*

**Ключевые слова:** сцена, танец, зритель, восприятие.

Создание танцевального номера — сложный творческий процесс, требующий от его создателя — постановщика — знания особенностей хореографического искусства. Главная цель и смысл любого искусства заключается в художественном образе. Автор вкладывает в свое произведение конкретный смысл и идею, добываясь постижения этой идеи зрителем через использование особых выразительных средств. При этом успех будущей постановки зависит от целого ряда критериев, среди которых особо стоит отметить зрительское восприятие — реакцию публики, уровень вовлеченности и интерес к выступлению.

Особую значимость зрительского восприятия подчеркивает тот факт, что танец — это вид исполнительского искусства, который предполагает создание художественного произведения в процессе его исполнения. Это означает непосредственное перцептивное взаимодействие зрителя и танцовщика. Зритель вступает в совместный творческий процесс с исполнителем по созданию художественных образов, сообразно своим индивидуальным особенностям восприятия. Субъективные факторы, такие, как сила эмоционального воздействия, эстетическое восприятие и личное отношение зрителя к танцу, играют доминирующую роль при формировании мнения о хореографическом номере.

Интерпретация хореографического произведения зрителем является важным аспектом зрительского восприятия. При восприятии художественного образа созерцающий сам наделяет его тем или иным значением. [3, с. 12] Каждый человек имеет свою точку зрения и своё понимание увиденного, что может привести к раз-

личным субъективным интерпретациям одного и того же произведения.

Отсюда следует задача постановщика — добиться максимального совпадения идей, заложенных в хореографическом произведении, с его смысловым восприятием зрителем. При этом стоит учитывать культурный контекст, который включает в себя традиции, обычаи, ценности и нормы, которые формируются в обществе и влияют на то, как человек воспринимает искусство. Например, в разных культурах существуют разные представления о красоте, гармонии и пропорциях. Это может отражаться в произведениях хореографического искусства, созданных в этих культурах. Также культурный контекст определяет отношение общества к искусству танца в целом, и его направлениям. Так, в классическом балете особое внимание уделяется технике и точности движений, когда в современном танце ценится импровизация и выражение индивидуальности.

В диалоге со зрителем постановщик должен учитывать то, что хореографическое искусство оказывает сильное эмоциональное воздействие на зрителя, вызывая различные чувства и переживания. Поэтому постановщик должен владеть знаниями психологических механизмов, лежащих в основе реакции зрителей на сценические представления, учитывать факторы, влияющие на восприятие танца, такие как эстетика движений, гармония рисунков, музыкальное сопровождение, эмоциональный контекст и индивидуальные особенности зрителей.

Эмоции и ощущения играют ключевую роль в формировании восприятия. В художественном произведении способность его формы к эмоциональному воздействию

является первостепенным условием для того, чтобы произведение могло быть воспринято и понято. [2, с. 13]

На специфику сценического бытования танца влияют его особенности как исполнительского, так и пространственно-временного вида искусства, объединяющего пространство, время, исполнителей и зрителей. [5, с. 135]

Танец существует исключительно во времени. Каждое движение, каждое па связано с определенным моментом времени. Ритм и темп определяют скорость исполнения танца, а длительность каждого элемента определяет его продолжительность. Важнейшим элементом временного аспекта танца является музыкальное сопровождение, которое задает ритм и темп движениям.

Танец существует в пространстве. Каждый шаг, поворот и прыжок занимают определенное положение в пространстве. Расположение танцоров на сцене, их перемещения и взаимодействия формируют пространственную структуру танца. Пространство может быть использовано для создания различных эффектов: симметрии, асимметрии, динамики и статики.

Одним из уникальных свойств танца является тесная взаимосвязь временных и пространственных характеристик. Время и пространство в танце неразрывно связаны: каждое движение происходит одновременно в определенном месте и в определенный момент времени. Эта взаимосвязь позволяет создавать сложные композиции, в которых движения плавно переходят одно в другое, формируя единое целое.

Поэтому восприятие танца отличается от восприятия других видов искусства. Оно основано на одновременном восприятии движения, звука и визуального образа. Зритель воспринимает танец как единый поток информации, который меняется во времени и пространстве. Это требует особого внимания и концентрации, так как информация поступает сразу по нескольким каналам.

Временная ограниченность определяет структуру, динамику и восприятие танца. Хореографическое произведение существует только в момент его исполнения и не может быть воспринято в другое время.

Временная ограниченность является важным фактором, влияющим на восприятие и интерпретацию произведения зрителями. Она может, как усилить воздействие произведения, так и снизить его качество. Этот временной лимит накладывает определенные ограничения на структуру, содержание и форму постановки.

В условиях временной ограниченности одним из важнейших аспектов восприятия хореографического номера является первое впечатление, которое формируется в первые 5–7 секунд его исполнения. Первое впечатление определяет настрой зрителя, его ожидания и предвкушение дальнейшего развития событий на сцене.

Кроме того, уже начальные строки, сцены, эпизоды произведения дают представление о его целостности, об особенностях того художественного единства, которое реципиенту предстоит эстетически освоить. [1, с. 445]

Со временным аспектом связаны скорость и темп выхода исполнителей. Медленный и грациозный выход может создать атмосферу таинственности и ожидания, в то время как быстрый и энергичный — моментально вовлекает зрителей в действие, заряжая их энергией.

Понимание механизмов формирования первого впечатления позволяет хореографам и постановщикам эффективнее управлять восприятием своей работы и достигать желаемых результатов.

Важность первого впечатление обусловлено и проблемой «клипового мышления». Внимание современного зрителя рассеивается быстро, и чтобы удержать его, нужно действовать эффективно. Это особенно актуально для танца, где первые секунды выступления решают многое. Концепция «5 секунд славы» в танце подразумевает, что именно это короткое время должно быть максимально впечатляющим, захватывающим и способным заинтересовать зрителя, чтобы он продолжил просмотр.

Чтобы создать сильное первое впечатление, хореографы используют различные стратегии:

- контраст. Резкий переход от спокойного начала к энергичному развитию или наоборот может привлечь внимание и заинтересовать зрителя.
- симметрия и асимметрия. Использование симметричных или асимметричных композиций в начальной сцене может создать ощущение стабильности или динамики соответственно.
- неожиданность. Неожиданные элементы, такие как внезапные смены темпа или неожиданная смена направления движения, могут удивить зрителя и удержать его внимание.
- минимализм. Минималистичный подход, когда акцент делается на простоте и чистоте линий, может создать сильное впечатление благодаря своей ясности и лаконичности.
- интерактивность. Включение элементов интерактивности, например, прямого обращения к зрителю или использования необычного пространства, может усилить эмоциональную связь и сделать первое впечатление более запоминающимся.

Пространство в танце определяется несколькими параметрами: размером сцены, расположением объектов и артистов, а также их движением. Одним из основных элементов сценического действия является рисунок. [5, с. 135].

Рисунок в контексте танца служит мощным выразительным средством. Танцор не только движется, но и занимает пространство сцены, используя его как средство выражения. Он может «заполнять» пространство или, наоборот, оставлять пустоты, создавая контрасты и подчеркивая определенные моменты. Перемещение исполнителей, использование разных уровней сцены (высоты), создание разнообразных траекторий — все это придает рисунку танца глубину и динамику.

Выбор направления для начала танца, а также сам способ выхода, — это важные элементы «рисовального» аспекта хореографии. Они задают тон, создают первое впечатление и влияют на восприятие всего последующего действия. Выбор не случаен и зависит от многих факторов:

- сюжет и идея танца. Если танец повествует историю, то выход из кулисы может быть частью повествования. Например, появление из-за темной кулисы может символизировать выход из мрака, а выход из светлой — начало нового дня.

- характер и настроение танца. Для драматичного, напряженного танца может подойти выход из глубины сцены, создавая ощущение тайны или угрозы. Для лёгкого, радостного — неожиданное появление из-за боковой кулисы, подчёркивающее динамику и энергию.
- композиция и пространственное решение. Выход из центральной кулисы часто используется для акцентирования на центральной фигуре или для создания симметричной композиции. Выход из боковых кулис может быть использован для создания движения, диагоналей, и асимметрии
- взаимодействие с декорациями. Выход из-за определённой декорации может добавить смысла и контекста. Например, появление из-за занавеса, скрывающего какой-то объект, может создать интригу.
- взаимодействие с другими танцорами. В групповом танце выбор кулисы и способ выхода могут подчеркнуть взаимоотношения между танцорами, их иерархию или взаимодействие.

Расположение исполнителей на сцене в момент выхода определяет визуальную композицию и восприятие общего образа. Различные варианты расстановки могут создавать совершенно разные впечатления:

- симметричная композиция. Создает ощущение порядка и гармонии. Подходит для классических и строгих постановок.
- асимметричная композиция. Добавляет динамики и интереса, подчеркивает индивидуальность каждого исполнителя.
- групповая композиция. Акцентирует внимание на коллективном взаимодействии и единстве исполнителей. Постепенное увеличение количества действующих лиц в постановке повышает интерес зрителя.

Варианты выхода создают различное визуальное воздействие. Два основных направления — горизонтальное и вертикальное — играют важную роль в создании визуальной композиции и эмоциональной атмосферы хореографического произведения.

Горизонтальное движение означает перемещение артистов вдоль сцены слева направо или справа налево. Оно наиболее естественно для человеческого восприятия, поскольку мы привыкли видеть объекты, движущиеся параллельно горизонту. Горизонтальное направление подчёркивает ширину и протяжённость пространства, успокаивает глаз и акцентирует тяжесть.

Выход исполнителей в танце слева направо традиционно воспринимается зрителем как естественный и позитивный. Это снижает когнитивную нагрузку и позволяет сосредоточиться на самом танце, а не на попытке понять, что происходит. Данное направление ассоциируется с прогрессом, развитием и продвижением вперед. Такое движение создает ощущение энергии, стремления и целеустремленности.

Для большинства зрителей движение справа налево выглядит менее привычным и естественным, чем противоположное направление. Это может привлечь внимание и вызвать интерес, создавая ощущение новизны и оригинальности.

Такого движения может восприниматься как более медленное и задумчивое.

«Вертикальное» движение является полной противоположностью «горизонтальному» и выражает лёгкость, высоту и глубину, подчеркнуто акцентирует ритм композиции, может акцентировать индивидуальность объекта. При этом зрителем воспринимается движение сверху вниз как более естественное, чем движение снизу вверх.

Выход на просцениуме и первом плане воспринимается громоздко. Слишком крупное движение на «носу» у зрителя утомляет восприятие. На втором плане человек воспринимает всё сразу — хорошо делать выходы, когда выход персонажа нам бросается в глаза. На третьем и четвертом плане незаметнее становятся физические усилия и мимика исполнителей, но зато взгляд охватывает всю или большую часть сценического пространства. Поэтому задние планы хороши для больших монументальных композиций, масштабных мизансцен (статичное расположение на сцене). [4, с. 12]

«Диагональные» направления создают движение и развивают пространство сцены в глубину, диагональные композиции всегда динамичнее чисто вертикальных и, тем более, горизонтальных. Выразительность и визуальная активность перемещения объекта или объектов по диагонали вглубь сценического пространства достигается так же еще за счет двух факторов. Первый — диагональ, самая протяженная линия движения на сцене. Второй — возможность обозрения объекта в развороте трех четвертей объема.

Диагональ из левого дальнего угла в правый ближний угол сцены называется «диагональю входа». Зрители ожидают появления персонажа именно из этой области. Это диагональ зачина и пролога. Обратную диагональ называют демонстрационной или диагональю ухода. Она создает ощущение удаления, завершенности действия.

Диагональ из левого ближнего угла в правый дальний символизирует развитие событий, движение вперед, переход к новой фазе действия. Она может использоваться для демонстрации изменений в персонаже или ситуации.

Диагональ из правого ближнего угла в левый дальний выражает возврат к началу, отступление или регресс. Она может указывать на возвращение к исходной точке, отказ от продвижения вперед.

Известны постановки, которые начинаются, когда уже исполнители расположились, застыли на сцене. Такая пауза создает напряжение и ожидание. Резкий переход от статики к динамике может создавать сильный эффект контраста, привлекая внимание зрителей и подчеркивая важность первого движения.

В заключение следует отметить, что помимо факторов, связанных с классификацией танца как исполнительского и пространственно-временного вида искусства, на зрительское восприятие влияют и иные факторы, например, музыка, сценическое освещение, эмоциональная подготовка, которые могут стать отдельными темами для исследований. Успешное сочетание всех этих элементов позволяет создать незабываемый первый момент, который задаст тон всему дальнейшему выступлению и оставит яркое впечатление у зрителей.

**ЛИТЕРАТУРА:**

1. Борев, Ю. Б. Эстетика: Учебник / Ю. Б. Борев — М.: Высш. шк., 2002. — 511 с.
2. Кондаков, А. К. Основы художественной композиции: Учебное пособие. Томск: ТУСУР, 2012. — 39 с.
3. Никитин, В. Н. Арт-терапия. Учебное пособие / В. Н. Никитин — «Когито-Центр», 2014. — 328 с.
4. Особенности зрительского восприятия и его влияние на создание хореографического произведения: методические рекомендации для руководителей хореографических коллективов / ГБПОУ ИОКК; сост. Кочева А. В., преподаватель ИОКК, Потапова А. А., студентка ИОКК. — Иркутский областной колледж культуры. Иркутск, 2021. — 39 с.
5. Панферов, В. И. Искусство хореографа: учеб. пособие по дисциплине «Мастерство хореографа» / В. И. Панферов; Челяб. гос. ин-т. Культуры. — Челябинск: ЧГИК, 2017. — 320 с.



# Юный ученый

Международный научный журнал  
№ 2 (87) / 2025

Выпускающий редактор Г. А. Кайнова  
Ответственные редакторы Е. И. Осянина, О. А. Шульга, З. А. Огурцова  
Художник Е. А. Шишков  
Подготовка оригинал-макета П. Я. Бурьянов

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.  
Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.  
При перепечатке ссылка на журнал обязательна.  
Материалы публикуются в авторской редакции.

Журнал размещается и индексируется на портале eLIBRARY.RU, на момент выхода номера в свет журнал не входит в РИНЦ.

Свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС77-61102 от 19 марта 2015 г. выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый». 420029, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.  
Номер подписан в печать 18.02.2025. Дата выхода в свет: 21.02.2025.  
Формат 60 × 90/8. Тираж 500 экз. Цена свободная.

Почтовый адрес редакции: 420140, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Юлиуса Фучика, д. 94А, а/я 121.  
Фактический адрес редакции: 420029, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.  
E-mail: [info@moluch.ru](mailto:info@moluch.ru); <https://moluch.ru/>  
Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», 420029, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.