

**ЮНЫЙ**

ISSN 2409-546X

# УЧЁНЫЙ

международный научный журнал



6+

**3**  
Часть 1  
2017

ISSN 2409-546X

# Юный ученый

Международный научный журнал

№ 3 (12) / 2017

## Редакционная коллегия:

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

### Члены редакционной коллегии:

*Ахметова Мария Николаевна, доктор педагогических наук*

*Иванова Юлия Валентиновна, доктор философских наук*

*Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук*

*Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук*

*Лактионов Константин Станиславович, доктор биологических наук*

*Сараева Надежда Михайловна, доктор психологических наук*

*Абдрашилов Турганбай Курманбаевич, доктор философии (PhD) по философским наукам*

*Авдеев Оксана Алексеевна, кандидат технических наук*

*Айдаров Оразхан Турсункожаевич, кандидат географических наук*

*Алиева Тарана Ибрагим кызы, кандидат химических наук*

*Ахметова Валерия Валерьевна, кандидат медицинских наук*

*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*

*Жураев Хусниддин Олтинбоевич, кандидат педагогических наук*

*Игнатова Мария Александровна, кандидат искусствоведения*

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

*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*

*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*

*Паридинова Ботагоз Жаптаровна, магистр философии*

*Прончев Геннадий Борисович, кандидат физико-математических наук*

*Семахин Андрей Михайлович, кандидат технических наук*

*Сенцов Аркадий Эдуардович, кандидат политических наук*

*Сенюшкин Николай Сергеевич, кандидат технических наук*

*Титова Елена Ивановна, кандидат педагогических наук*

*Ткаченко Ирина Георгиевна, кандидат филологических наук*

*Фозилов Садриддин Файзуллаевич, кандидат химических наук*

*Яхина Асия Сергеевна, кандидат технических наук*

*Ячинова Светлана Николаевна, кандидат педагогических наук*

*На обложке изображен Лайнус Полинг (1901–1994) — американский химик, кристаллограф, лауреат двух Нобелевских премий: по химии (1954) и премии мира (1962).*



Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

**Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-61102 от 19 марта 2015 г.**

Журнал размещается и индексируется на портале eLIBRARY.RU, на момент выхода номера в свет журнал не входит в РИНЦ.

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

**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)*

*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)*

*Досманбетова Зейнегуль Рамазановна, доктор философии (PhD) по филологическим наукам (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, кандидат педагогических наук, заместитель директора (Узбекистан)*

*Кайгородов Иван Борисович, кандидат физико-математических наук (Бразилия)*

*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)*

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

*Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)*

*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)*

*Узаков Гулом Норбоевич, кандидат технических наук, доцент (Узбекистан)*

*Хоналиев Назарали Хоналиевич, доктор экономических наук, старший научный сотрудник (Таджикистан)*

*Хоссейни Амир, доктор филологических наук (Иран)*

*Шаринов Аскар Калиевич, доктор экономических наук, доцент (Казахстан)*

*Шуклина Зинаида Николаевна, доктор экономических наук (Россия)*

**Руководитель редакционного отдела:** Кайнова Галина Анатольевна

**Ответственные редакторы:** Осянина Екатерина Игоревна, Вейса Людмила Николаевна

**Художник:** Шишков Евгений Анатольевич

**Верстка:** Бурьянов Павел Яковлевич

**Почтовый адрес редакции:** 420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231.

**Фактический адрес редакции:** 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

E-mail: info@moluch.ru; http://www.moluch.ru/.

**Учредитель и издатель:** ООО «Издательство Молодой ученый».

Тираж 500 экз.. Дата выхода в свет: 10.07.2017. Цена свободная.

Материалы публикуются в авторской редакции. Все права защищены.

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

# СОДЕРЖАНИЕ

## МАТЕМАТИКА: АЛГЕБРА И НАЧАЛА АНАЛИЗА, ГЕОМЕТРИЯ

|   |    |
|---|----|
| <i>Богданов О. А.</i>   |    |
| Случайность или закономерность? .....   | 1  |
| <i>Демченко В. В.</i>   |    |
| Исследование моды и медианы результатов ЕГЭ по математике .....   | 2  |
| <i>Комогоров В. М.</i>  |    |
| Задачи на переливание: от головоломки к алгоритму .....   | 4  |
| <i>Лосева Е. С.</i>   |    |
| Исследование свойств поверхностей вращения с использованием моделирования в САПР «Компас» .....                                   | 6  |
| <i>Петрова Е. К.</i>  |    |
| Эта загадочная пентаграмма .....  | 18 |
| <i>Стеблин И. А.</i>  |    |
| Применение ИКТ в геометрических и физических приложениях определённого интеграла .....  | 28 |
| <i>Сторожук Р. К.</i>   |    |
| Применение метода линейного программирования для решения задач, связанных с максимизацией (минимизацией) некоторой величины. .... | 36 |

## ИНФОРМАТИКА

|   |    |
|---|----|
| <i>Денисов С. Ю.</i>  |    |
| Устройство для автоматического полива растений на платформе Arduino ..... | 40 |
| <i>Решетняк В. П.</i>   |    |
| IT-технологии в маунтинбайке. Проект Spotmap .....                        | 45 |
| <i>Страковский Д. А.</i>  |    |
| Анализатор воздуха на платформе Arduino .....                             | 49 |

## ФИЗИКА

|  |    |
|--|----|
| <i>Евтихов М. В.</i>   |    |
| «Рефракторный телесмарт» своими руками .....   | 56 |
| <i>Казанцев В. Д.</i>  |    |
| Физические свойства воскоподобных материалов различной природы .....                 | 60 |
| <i>Хадькин А. А.</i>   |    |
| Не верь глазам своим... ..   | 62 |
| <i>Цхай Т. Е., Степанова Е. В.</i>   |    |
| Исследование различных зон паутины .....   | 64 |
| <i>Шумейко А. В.</i>   |    |
| Ошибки в учебниках физики для 7 класса при изучении механизма «подвижный блок» ..... | 66 |

## ХИМИЯ

|  |    |
|--|----|
| <i>Аронов М. А.</i>  |    |
| Экспериментальные исследования влияния температуры на процессы хемилюминесценции ..... | 69 |
| <i>Хазадияз А. А., Кубашева А. А., Темирболат А. Р.</i>                                |    |
| Наши кристаллы .....   | 71 |



**БИОЛОГИЯ***Дунямалиева А. А., Новак Я. Д.*

Микроструктура человеческого и животного волоса ..... 74

*Шишкин Е. В.*

Сравнительный анализ искусственного и натурального мёда и его воздействие на организм человека. .... 76

**ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ***Соловьёва А. А.*

Хорошая ли мать кукушка? ..... 81

**ЭКОЛОГИЯ***Клинцова Т. А.*

К вопросу об экологическом состоянии села Краснополье ..... 84

*Чаньшева С. Э.*

Какова цена красоты? ..... 85



# МАТЕМАТИКА: АЛГЕБРА И НАЧАЛА АНАЛИЗА, ГЕОМЕТРИЯ



## Случайность или закономерность?

Богданов Олег Александрович, учащийся 10 класса

Научный руководитель: Харитоновна Татьяна Николаевна, учитель физики и математики  
МБОУ РСШ № 2 с. Ремонтное (Ростовская обл.)

**В** настоящее время интенсивно развиваются информационные и коммуникационные технологии, которые находят широкое применение в различных сферах деятельности человека.

Во всех средствах массовой информации все красочнее и заманчивее транслируется реклама. Реклама, бесспорно, двигатель торговли. Но всегда ли стоит ей верить.

В некоторых печатных изданиях предлагаются так называемые «рекламные» задачи, решив которые и, сравнив результат с предложенным, мы станем претендентами на какой-либо выигрыш. Ведь, о чудо, результат совпал. Так ли все непредсказуемо? Можно ли предугадать ее результат? Выясним это, проведя некоторое исследование.

### Текст 1.

1. Возьмите ваш год рождения. Вычтите из него — 416.
2. К полученному числу прибавьте ваш возраст, достигнутый в 2016 году.
3. Результат умножьте на тысячу.
4. В результате получится 1600000.

Доказательство:

Если год рождения человека представить в виде  $1000a+100b+10d+e$ .

Его возраст в 2016 году будет  $2016 - (1000a+100b+10d+e)$ .

Тогда, произведя математические вычисления и преобразования, получим  $1000a+100b+10d+e-416+2016 - (1000a+100b+10d+e) = 1600$ .

Полученный результат умножим на 1000, получим 1600000.

Таким образом, независимо от даты рождения, результат один и тот же.

Что и требовалось доказать.

### Текст 2.

1. Возьмите две последние цифры года, в котором вы родились.
2. К полученному числу прибавьте ваш возраст, достигнутый в 2013 году.
3. В результате получится 113.

Доказательство:

Если две последние цифры года рождения человека представить в виде  $10d+e$ .

Его возраст в 2013 году будет  $2013 - (1900+10d+e)$ .

Тогда, сложив два многочлена, получим  $10d+e + 2013 - (1900+10d+e) = 113$ .

Таким образом, независимо от даты рождения, результат один и тот же.

Что и требовалось доказать.

### Текст 3.

1. Запишите год своего рождения в виде четырехзначного числа.
2. Прибавьте к нему год самого знаменательного в вашей жизни события.
3. К сумме прибавьте свой возраст (число лет, которое исполнилось или исполнится в этом году).
4. К сумме прибавьте количество лет, прошедших со дня знаменательного события.
5. Результат разделите на 2.
6. У вас получится нынешний год.

Доказательство:

Пусть год рождения условно  $abcd$  будет представлен в виде  $1000a+100b+10c+d$ .

Дата знаменательного события  $efmk = 1000e+100f+10m+k$ .

Тогда возраст человека, например, в 2016 году:

$2016 - (1000a+100b+10c+d)$ .

Количество лет со дня знаменательного события на 2016 год:

$2016 - (1000e+100f+10m+k)$ .

Сложим все четыре выражения

$(1000a+100b+10c+d) + (1000a+100b+10c+d) + (2016 - (1000a+100b+10c+d)) +$

$(2016 - (1000e+100f+10m+k)) = 2016+2016 = 4032$ .

Разделим результат на 2, получим  $4032:2 = 2016$ .

Что и требовалось доказать.

Очень интересной является следующая задача, однако и ее результат можно предсказать с математической точностью.



**Текст 4.**

1. Возьмите три первые цифры телефонного номера (без кода, последние семь цифр).
2. Умножьте это трехзначное число на 80.
3. Прибавьте единицу.
4. Умножьте полученный результат на 250.
5. Прибавьте число, состоящее из последних четырех цифр.
6. Прибавьте еще раз число, состоящее из последних четырех цифр.
7. Вычтите 250.
8. Разделите полученный результат на 2.
9. В результате у вас должен получиться ваш семизначный телефонный номер.

Доказательство:

Пусть номер вашего телефона условно выглядит

abcdefg.

Тогда число, состоящее из первых трех цифр — abc, из последних четырех — defg.

Проведя все математические преобразования, получим:

$$((abc \cdot 80 + 1) \cdot 250 + defg + defg - 250) / 2 = abc \cdot 40 \cdot 250 + defg = abc \cdot 10000 + defg = abcdefg.$$

Что и требовалось доказать.

Исходя из выше изложенного, можно сделать вывод о том, что все неожиданные совпадения объясняет великая математика. И все, что казалось нам непредсказуемым, невероятным волшебством подчиняется строгому математическому расчету. Многие кажущиеся случайные вещи являются закономерностью, которую можно обосновать с научной точки зрения.

**ЛИТЕРАТУРА:**

1. <http://archive.kaspyinfo.ru/?p=13859>

## Исследование моды и медианы результатов ЕГЭ по математике

*Демченко Владимир Витальевич, учащийся 10 класса*

Научный руководитель: *Кораблев Николай Алексеевич, учитель математики*  
МБОУ Лицей № 8 г. Сосновый Бор (Ленинградская обл.)

Для получения более полной характеристики случайных величин кроме средней величины рассчитываются так называемые структурные средние. К ним относят моду и медиану. Данная статья представляет собой результаты исследовательского проекта.

Мода — это наиболее встречающееся значение признака, или, иначе говоря, значение признака, имеющее наибольшую повторяемость (частоту). Моду рассчитывают по-разному, в зависимости от того, как изменяется случайная величина — дискретно или непрерывно.

На практике чаще всего анализируемые данные оформлены в форме таблицы. В случае непрерывно изменяющейся случайной величины все ее значения разбиваются на интервалы по принципу «от и до». Для определения моды в случае непрерывно изменяющейся случайной величины сначала находят модальный интервал, которым является интервал с наибольшей частотой, а затем внутри интервала ведут расчет по формуле:

$$M_o = x_{M_o} + d \frac{f_{M_o} - f_{M_o-1}}{(f_{M_o} - f_{M_o-1}) + (f_{M_o} - f_{M_o+1})}$$

где  $x_{M_o}$  — нижняя граница модального интервала;

$d$  — величина интервала;

$f_{M_o}$  — частота модального интервала;

$f_{M_o-1}$  — частота интервала, предшествующего модальному;

$f_{M_o+1}$  — частота интервала, следующего за модальным.

Определить модальное значение признака можно и по графику. Для этого в случае дискретно изменяющихся случайных величин строится полигон распределения. На оси абсцисс откладываются значения признака, а на оси ординат — соответствующие им частоты. Значение абсциссы, соответствующее наибольшей вершине полигона, будет значением моды.

Для определения моды в случае непрерывно изменяющейся случайной величины строится гистограмма. В этом случае на оси абсцисс находятся значения границ интервалов значений случайной величины, а на оси ординат — соответствующие этим интервалам частоты. На гистограмме модальному интервалу будет соответствовать столбец, имеющий наибольшую высоту. Затем необходимо провести линии, соединяющие вершины модального столбца с прилегающими вершинами соседних столбцов. Для нахождения значения моды из точки пересечения проведенных линий на ось абсцисс опускают перпендикуляр. Абсцисса этой точки и будет модой.

Ряд распределения случайной величины может содержать несколько модальных значений: имеющий одну

моду, называется унимодальным, две — бимодальным, три и более — мультимодальным.

Медиана — это значение признака, которое делит все данные на две равные части: половина единиц совокупности имеет значения признака не меньше медианы, другая половина — значения признака не больше медианы.

В случае непрерывно изменяющихся случайных величин сначала определяют медианный интервал. Для этого рассчитывают порядковый номер медианы  $N_{Me} = \frac{\sum f_i}{2}$ . Накопленной частоте, присущей медиане (номеру медианного значения признака) соответствует медианный интервал. Обозначим накопленную частоту как  $S_{Me}$ . Непосредственно расчет медианы в медианном интервале проводят по формуле:

$$Me = x_{Me} + d_{Me} \frac{\frac{\sum f_i}{2} - S_{Me-1}}{f_{Me}},$$

где  $x_{Me}$  — нижняя граница медианного интервала;  
 $d_{Me}$  — величина медианного интервала;;  
 $S_{Me-1}$  — накопленная частота интервала, предшествующего медианному;  
 $f_{Me}$  — частота медианного интервала.

Медиана может быть определена графически по кумуляте. Для этих целей на оси ординат, где отмечаются накопленные частоты, находится точка, соответствующая полусумме всех частот, т. е. порядковому номеру медианы. Из нее проводится прямая параллельно оси абсцисс до пересечения с графиком. Абсцисса точки пересечения и соответствует медиане.

Для определения медианы в случае дискретно изменяющихся случайных величин значения изучаемого признака ранжируют, т. е. располагают в порядке возрастания (или убывания). Если число единиц совокупности нечетное, то значение признака, находящееся в середине ранжированного ряда, будет являться медианой. Если число единиц будет четное, то медианой будет средняя величина из двух значений признака, находящихся в середине ряда.

В качестве практического примера рассмотрим результаты сдачи ЕГЭ по математике некоторой совокупностью учащихся в количестве 170 человек. При этом с некоторым допущением будем считать результат сдачи ЕГЭ непрерывно изменяющейся величиной, т. е. применим соответствующую формулу расчета. Данные представлены в таблице 1.

Таблица 1. Данные о результатах сдачи ЕГЭ по математике по 100-бальной шкале

| Величина балла по 100-бальной шкале ( $x_i$ ) | Количество учащихся ( $f_i$ ) |
|---|-------------------------------|
| 0–10  | 0                             |
| 10–20   | 1                             |
| 20–30   | 6                             |
| 30–40   | 22                            |
| 40–50   | 55                            |
| 50–60   | 41                            |
| 60–70   | 20                            |
| 70–80   | 12                            |
| 80–90   | 10                            |
| 90–100  | 3                             |

Модальным является интервал «от 40 до 50», т. к. он имеет наибольшую частоту. Значение моды будет равно:

$$Mo = 40 + 10 \times \frac{55 - 22}{(55 - 22) + (55 - 41)} = 47,0$$

Медианным является интервал «от 50 до 60», т. к. в нем накопленная частота достигнет 85, т. е. половины численности учащихся. Накопленная частота интервала, предшествующего медианному, равна 84. Значение медианы будет равно:

$$Me = 50 + 10 \frac{\frac{170}{2} - 84}{41} = 50,2$$

Средний балл по совокупности учащихся в количестве 170 человек рассчитаем как среднее арифметическое взвешенное значение по формуле:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i^* f_i}{\sum f_i} = \frac{9000}{170} = 52,9$$

где  $x_i^*$  — середина  $i$ -го интервала.

Полученные значения среднего арифметического значения, а также моды и медианы свидетельствуют о наличии некоторой асимметрии результатов ЕГЭ по исследуемой совокупности учащихся. В середине совокупности оценка 50,2 балла, среднее арифметическое значение равно 52,9, но наиболее типичной является оценка 47,0 баллов.

**Заключение.** Мода и медиана как структурные характеристики распределения случайной величины дают дополнительные сведения по исследуемой совокупности данных.

**ЛИТЕРАТУРА:**

1. Салин, В.Н., Чурилова Э.Ю., Шпаковская Е.П. Статистика. — М., Кнорус, 2007, 304 с.

2. Вероятность и статистика в школьном курсе математики [Электронный ресурс]. URL: [www.school-collection.edu.ru/catalog](http://www.school-collection.edu.ru/catalog) (Дата обращения 25.05.2017).

## Задачи на переливание: от головоломки к алгоритму

Комогоров Виктор Михайлович, учащийся 5 класса;

Научный руководитель: Сизова Марина Юрьевна, учитель математики  
МАОУ Новолялинского городского округа «СОШ № 4» (г. Новая Ляля, Свердловская обл.)

Однажды Винни Пух захотел полакомиться медом и пошел к пчелам в гости. По дороге нарвал букет цветов, чтобы подарить труженицам пчелкам. Пчелки очень обрадовались, увидев мишку с букетом цветов, и сказали: «У нас есть большая бочка с медом. Мы дадим тебе меда, если ты сможешь с помощью двух сосудов вместимостью 3 л и 5 л налить себе 4 л!» Винни-Пух долго думал, но все-таки смог решить задачку. Задумались и мы..., а сможем ли мы решить эту задачу?

После изучения литературы, посвященной логическим задачам, выяснилось, что пчелки предложили нашему любимому герою известную головоломку на переливание. Практически ни один популярный сборник, связанный с математическими задачами и головоломками, не обходится без раздела «Переливания». Это один из видов старинных занимательных задач, они возникли много веков назад, но до сих пор вызывают интерес у любителей математики и их часто можно встретить в олимпиадных заданиях, что делает их актуальными и сегодня.

Суть этих задач-головоломок сводится к следующему: имея несколько сосудов разного объема, один из которых наполнен жидкостью, требуется разделить ее в каком-либо отношении или отлить какую-либо ее часть при помощи других сосудов за наименьшее число переливаний. Понятно, что для поиска ответа можно перебрать все возможные варианты решения, но это очень долго и неудобно. Поэтому мы решили найти рациональный алгоритм решения задач на переливание.

На первом этапе работы мы, изучили математиче-

скую литературу по данной теме. Выяснилось, что можно выделить два основных типа задач на переливание:

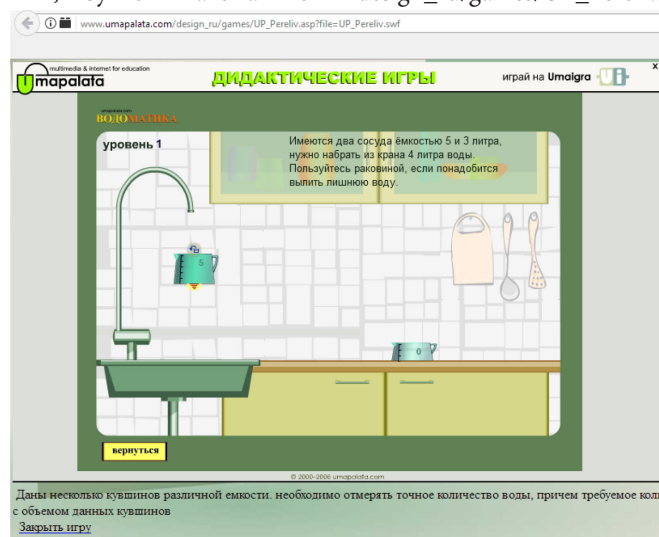
- «Открытая система» — задачи, в которых необходимо получить некоторое количество жидкости с помощью нескольких пустых сосудов из бесконечного источника, из которого можно наливать жидкость, и в который ее можно выливать.
- «Закрытая система» — задачи, в которых необходимо разделить жидкость в большей емкости с помощью нескольких меньших по объему емкостей, жидкость можно только переливать из одной емкости в другую.

В задачах на переливания требуется указать последовательность действий, при которой осуществляется требуемое переливание и выполнены все условия задачи. Если не сказано ничего другого, считается, что все сосуды без делений и нельзя переливать жидкости «на глаз».

Существует несколько методов решения задачи: метод компьютерного моделирования, метод таблиц, метод бильярда.

Рассмотрим эти методы на примере решения задачи Винни-Пуха, которая относится к типу «открытая система».

Метод компьютерного моделирования — основан на применении для решения задач виртуальных лабораторий, позволяющих моделировать реальные ситуации переливания жидкостей. Одна из таких виртуальных лабораторий — программа «ВОДОМАТИКА» ([http://www.umapalata.com/design\\_ru/games/UP\\_Pereliv.asp?file=UP\\_Pereliv.swf](http://www.umapalata.com/design_ru/games/UP_Pereliv.asp?file=UP_Pereliv.swf)).



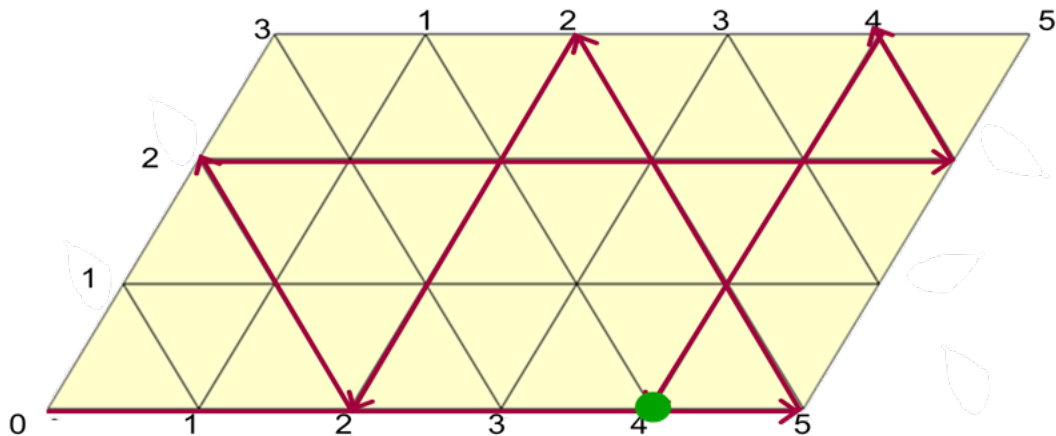
Даны несколько кувшинов различной емкости. необходимо отмерять точное количество воды, причем требуемое количество с объемом данных кувшинов  
Закрывать игру



Также для решения задач можно использовать виртуальную лабораторию «Переливания», созданную Лабораторией знаний «Бином».

Метод таблиц — основной прием, который используется при решении задач на переливание. В первом столбце указываются объемы данных сосудов, а в каждом следующем — результат очередного переливания:

| Ходы | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|------|---|---|---|---|---|---|
| 5 л  | 5 | 2 | 2 | - | 5 | 4 |
| 3 л  | - | 3 | - | 2 | 2 | 3 |



В рассматриваемой задаче стороны параллелограмма должны иметь длины 3 и 5 единиц. По горизонтали будем откладывать количество воды в литрах в 5-литровом сосуде, а по вертикали — в 3-литровом сосуде. На всем параллелограмме нанесена сетка из одинаковых равнобедренных треугольничков. Бильярдный шар может перемещаться только вдоль прямых, образующих сетку на параллелограмме. После удара о стороны параллелограмма шар отражается и продолжает движение вдоль выходящего из точки параллелограмма, в которой происходит соударение, полностью характеризует, сколько воды находится в каждом из сосудов.

Пусть шар находится в левом нижнем углу и после удара начнет перемещаться вверх вдоль левой боковой стороны параллелограмма до тех пор, пока не достигнет верхней стороны. Это означает, что мы полностью наполнили водой малый сосуд. Отразившись, шар покатится вправо вниз и ударится о нижний борт. Это означает, что в большом сосуде 3 литра воды, а в малом сосуде воды нет, то есть мы перелили воду из малого сосуда в большой сосуд. Проследившая дальнейший путь шара, мы попада-

ем в точку, которая соответствует состоянию, когда малый сосуд пуст, а в большом сосуде 4 литра воды. Таким образом, получен ответ и указана последовательность переливаний, позволяющих отмерить 4 литра воды.

Таблицы позволяют наглядно представить условие задачи или ее ответ, но существенным недостатком этого способа решения является отсутствие четкого алгоритма действий, невозможность предвидеть ближайшие шаги. Составлять такие таблицы можно довольно долго, так и не придя к нужному результату.

Метод бильярда заключается в представлении последовательности переливаний аналогично движению бильярдного шарика по столу особой конструкции с размерами, соответствующими объемам первоначально пустых сосудов.

Метод бильярда заключается в представлении последовательности переливаний аналогично движению бильярдного шарика по столу особой конструкции с размерами, соответствующими объемам первоначально пустых сосудов.

Прорешав разные задачи типа «открытая система» на переливание различными методами, мы пришли к выводу, что задачи на переливания трудные, но их можно решать по определенному алгоритму:

1. Наполнить большую емкость жидкостью из бесконечного источника.
2. Перелить из большей емкости в меньшую емкость.
3. Вылить жидкость из меньшей емкости.
4. Повторить действия 1–3 до тех пор, пока не будет получено обозначенное в условии задачи количество жидкости.

В век новых информационных технологий мы много времени тратим на бессмысленные игры на компьютере. А не лучше ли заняться решением логических задач, пусть даже и с помощью компьютера? Ведь задачи на логику развивают в человеке догадливость, сообразительность и интеллект.

**ЛИТЕРАТУРА:**

1. Ф.Ф. Нагибин, Е.С. Канин Математическая шкатулка М.: Просвещение, 1988
2. И.Ф. Шарыгин Математический винегрет М., АГЕНТСТВО «ОРИОН», 1991
3. Нестеренко, Ю.В., Олехник С.Н., Потапов М.К. Задачи на смекалку. — М.: Дрофа, 2003.
4. Сайт «Решение логических задач». Точка доступа: <https://sites.google.com/site/resenielog/>
5. Сайт «Дидактические игры». Точка доступа: [http://www.umapalata.com/design\\_ru/games/UP\\_Pereliv.asp?file=UP\\_Pereliv.swf](http://www.umapalata.com/design_ru/games/UP_Pereliv.asp?file=UP_Pereliv.swf)

# Исследование свойств поверхностей вращения с использованием моделирования в САПР «Компас»

Лосева Елизавета Сергеевна, учащаяся 10 класса;

Научный руководитель: Симаков Егор Евгеньевич, учитель математики, информатики и ИКТ  
МБОУ Лицей № 1 г. Южно-Сахалинска

Правила построения по законам геометрии были разработаны в эпоху античности. Поскольку одной из задач алгебры, начертательной геометрии является изучение методов построения различных пространственных форм, ее возможности значительно расширились с развитием вычислительной техники. Использование персональных компьютеров в инженерии привело к возникновению компьютерной графики, занимающейся созданием и обработкой изображений. Данная статья посвящена изучению вопросов инженерной графики, основанной на применении систем автоматизированного проектирования (САПР). Рассматриваются свойства и уравнения поверхностей вращения. Приводятся методики разработки 3D моделей поверхностей и реальных сооружений в САПР «Компас», а также натуральных моделей с помощью 3D-печати.

**Ключевые слова:** математическое моделирование, САПР «Компас», поверхности вращения, 3D-печать

**Цель исследования:** исследование свойства поверхностей вращения через построение 3D моделей фигур и реальных сооружений с использованием системы автоматизированного проектирования (САПР) «Компас».

**Задачи исследования:**

1. Проанализировать специальную литературу, изучить различные виды поверхностей вращения, уравнения данных поверхностей и их свойства.
2. Рассмотреть области применения поверхностей вращения.
3. Изучить методы построения поверхностей вращения в САПР «Компас».
4. Построить 3D модели поверхностей и сооружений в САПР «Компас».

**Поверхности вращения и их свойства**

Поверхность в пространстве можно рассматривать как геометрическое место точек, удовлетворяющих какому-либо условию. Например, сфера радиуса  $R$  с центром в точке  $O_1$  — геометрическое место точек пространства, находящихся от точки  $O_1$  на расстоянии  $R$ . При этом прямоугольная система координат (СК) в пространстве  $OXYZ$  позволяет установить взаимно однозначное соответствие между точками пространства и их координатами  $(x, y, z)$ . **Уравнением поверхности** в прямоугольной СК  $OXYZ$  называется такое уравнение  $F(x, y, z) = 0$ , которому удовлетворяют координаты каждой точки, лежащей на поверхности, и не удовлетворяют координаты точек, не лежащих на этой поверхности.

**Поверхность вращения** — поверхность, образованная вращением некоторой плоской кривой вокруг оси, лежащей в ее плоскости. Пусть кривая  $L$  лежит в плоскости  $OYZ$ . Уравнения этой кривой можно представить в виде:

$$\begin{cases} F(y, z) = 0 \\ x = 0 \end{cases} \quad (1)$$

Составим уравнение поверхности, образованной вращением кривой  $L$  вокруг  $OZ$ . Возьмем на поверхности точку  $M(x; y; z)$ . Проведем через точку  $M$  плоскость, перпендикулярную  $OZ$ , обозначим точки пересечения с осью  $OZ$  и кривой  $L$  соответственно  $O_1(0; 0; z)$  и  $N(0; y_1; z_1)$ . Отрезки  $O_1M$  и  $O_1N$  — радиусы одной и той же окружности ( $O_1M = O_1N$ ). Но  $O_1M = \sqrt{x^2 + y^2}$ , а  $O_1N = |y_1|$ . Значит,  $y_1 = \pm\sqrt{x^2 + y^2}$ ,  $z_1 = z$ . Т. к. точка  $N$  лежит на кривой  $L$ , то ее координаты удовлетворяют системе (1). Исключив координаты  $y_1$  и  $z_1$  точки  $N$ , получим уравнение поверхности вращения:  $F(\pm\sqrt{x^2 + y^2}, z) = 0$ . Аналогично, если кривая вращается вокруг оси  $OY$ , то уравнение примет вид  $F(y; \pm\sqrt{x^2 + z^2}) = 0$ ; если кривая вокруг оси  $OX$  —  $F(x; \pm\sqrt{y^2 + z^2}) = 0$ .

**Коническая поверхность (конус)** — это поверхность, образованная прямыми линиями, проходящими через точку  $P$  и пересекающими плоскую линию  $L$ , не проходящую через точку  $P$ . Линия  $L$  называется **направляющей конуса**, точка  $P$  — **вершиной**, прямая, описывающая поверхность — **образующей**.

Пусть направляющая  $L$  задана системой:

$$\begin{cases} F_1(x; y; z) = 0, \\ F_2(x; y; z) = 0. \end{cases} \quad (2)$$

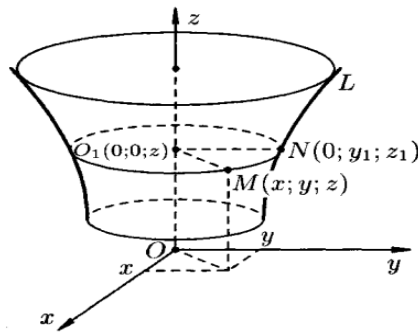


Рис. 1. Поверхность, образованная вращением кривой L вокруг оси OZ

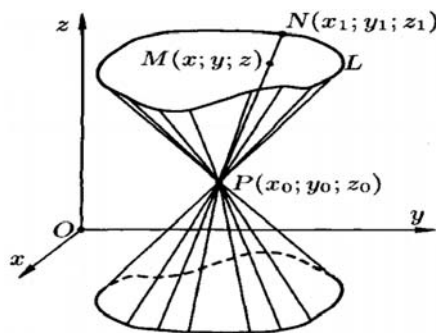


Рис. 2. Коническая поверхность

Точка  $P(x_0; y_0; z_0)$  — вершина конуса, точка  $M(x; y; z)$  принадлежит поверхности. Образующая, проходящая через P и M, пересекает L в точке  $N(x_1; y_1; z_1)$ . Координаты точки N удовлетворяют системе (2). Канонические уравнения образующих, проходящих через точки P и N, имеют вид: 
$$\frac{x - x_0}{x_1 - x_0} = \frac{y - y_0}{y_1 - y_0} = \frac{z - z_0}{z_1 - z_0}. \quad (3)$$

Исключив переменные  $x_1, y_1, z_1$  из уравнений (2) и (3), получим уравнение конической поверхности, связывающее координаты  $x, y, z$ .

**1. Эллипсоид.** Рассмотрим сферу радиуса  $R$  с центром в начале координат:  $X^2 + Y^2 + Z^2 = R^2$  (4), где  $X, Y, Z$  — текущие координаты точки сферы. Сферой радиуса  $R$  называется множество точек пространства, расстояние от каждой из которых до центра равно  $R$ . Пусть сфера подвергнута равномерной деформации в направлении координатных осей  $Ox, Oy$  и  $Oz$  с коэффициентами деформации  $k_1, k_2$  и  $k_3$ . В результате сфера превратится в эллипсоид, а точка сферы  $M(X, Y, Z)$  перейдет в точку эллипсоида  $M'(x, y, z)$  причем:  $x = k_1 X, y = k_2 Y, z = k_3 Z$ . Отсюда  $X = \frac{x}{k_1}, Y = \frac{y}{k_2}, Z = \frac{z}{k_3}$ . Подставляя эти формулы в уравнение (4), получим:

$$\frac{x^2}{k_1^2} + \frac{y^2}{k_2^2} + \frac{z^2}{k_3^2} = R^2 \text{ или } \frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = R^2, \text{ где } a = k_1 R, b = k_2 R, c = k_3 R.$$



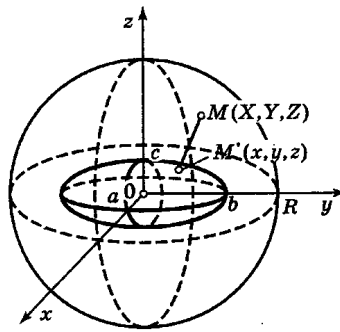


Рис. 3. Сфера и эллипсоид

Полученное уравнение связывает координаты точки  $M'$  эллипсоида и является *уравнением эллипсоида*. Величины  $a, b, c$  называются *полуосями*; удвоенные величины  $2a, 2b$  и  $2c$  — осями и представляют его линейные размеры в направлениях деформации. Если  $a, b, c$  не равны между собой, то эллипсоид называется *трехосным*. Если две полуоси равны, он называется *эллипсоидом вращения*, т. к. может быть получен в результате вращения эллипса вокруг одной из его осей. Если  $a=b=c$ , то эллипсоид превращается в сферу.

**Свойства эллипсоида:**

1) Эллипсоид — ограниченная поверхность, поскольку из его канонического уравнения следует, что  $|x| \leq a$ ;  $|y| \leq b$ ;  $|z| \leq c$ .

2) Эллипсоид обладает:

- центральной симметрией относительно начала координат;
- осевой симметрией относительно координатных осей;
- плоскостной симметрией относительно координатных плоскостей.

3) В сечении эллипсоида плоскостью, ортогональной любой из осей координат, получается *эллипс*.

**2. Однополостный гиперboloид.** Поверхность, задаваемая уравнением  $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - \frac{z^2}{c^2} = 1$ , называется однополостным гиперboloидом. Название «гиперboloид» связано с тем, что среди сечений поверхности есть гиперболы. Например, сечения плоскостями  $x=0$ . Эти сечения представляются (в своих плоскостях) уравнениями:

$$\frac{y^2}{b^2} - \frac{z^2}{c^2} = 1, (x=0), \quad (5)$$

$$\frac{x^2}{a^2} - \frac{z^2}{c^2} = 1 (y=0). \quad (6)$$

Поверхность представляет сплошную бесконечную трубку, вытянутую вдоль оси  $OZ$ . Плоскость  $z=h$  при любом значении  $h$  дает в сечении с поверхностью эллипс с полуосями  $a_1 = a\sqrt{1 + \frac{h^2}{c^2}}$ ,  $b_1 = b\sqrt{1 + \frac{h^2}{c^2}}$  (при этом

$$a \neq b): \frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1 + \frac{h^2}{c^2} (z=h). \quad (7)$$

Все эллипсы (7) подобны, вершины их лежат на гиперболах, задаваемых уравнениями (5) и (6); размеры эллипсов увеличиваются по мере удаления сечения от плоскости  $XOY$ . Сечение плоскостью  $XOY$  есть *горловой эллипс*:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1, \text{ который, вместе с гиперболами (5) и (6), называют главными сечениями.}$$

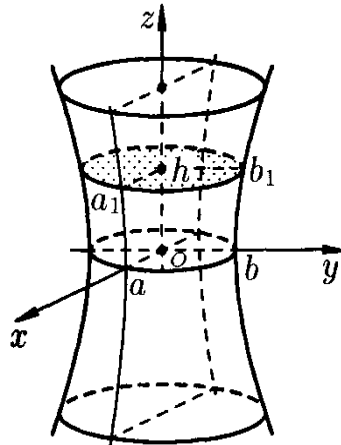


Рис. 4. Однополостный гиперboloид

**Свойства однополостного гиперboloида:**

- 1) Однополостный гиперboloид — неограниченная поверхность, поскольку из его канонического уравнения следует, что  $z \in (-\infty, +\infty)$ .
- 2) Однополостный гиперboloид обладает:
  - центральной симметрией относительно начала координат;
  - осевой симметрией относительно всех координатных осей;
  - плоскостной симметрией относительно всех координатных плоскостей.
- 3) В сечении плоскостью, ортогональной оси координат  $Oz$ , получается *эллипс*, а плоскостями, ортогональными осям  $Ox$  или  $Oy$  — *гипербола*.
- 4) Для каждой точки однополостного гиперboloида существует пара прямых, проходящих через эту точку и целиком лежащих на его поверхности.

**3. Двуполостный гиперboloид.** Поверхность, задаваемая уравнением  $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - \frac{z^2}{c^2} = -1$ , называется *двуполостным гиперboloидом*. Если поверхность пересечь плоскостями  $z=h$ , то линия пересечения определяется системой уравнений:

$$\begin{cases} \frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = \frac{h^2}{c^2} - 1, \\ z = h. \end{cases} \quad (8)$$

Отсюда следует, что:

- если  $|h| < c$ , то плоскости  $z=h$  не пересекают поверхности;
- если  $|h| = c$ , то плоскости  $z = \pm c$  касаются поверхности в точках  $(0; 0; c)$  и  $(0; 0; -c)$ ;
- если  $|h| > c$ , то система (7) может быть представлена следующим образом:

$$\begin{cases} \frac{x^2}{a^2(\frac{h^2}{c^2} - 1)} + \frac{y^2}{b^2(\frac{h^2}{c^2} - 1)} = 1, \\ z = h. \end{cases}$$

Данные уравнения задают эллипс, полуоси которого возрастают с ростом  $|h|$ . Пересекая поверхность плоскостями  $YOZ$  ( $x=0$ ) и  $XOZ$  ( $y=0$ ), получим в сечении гиперболы, уравнения которых соответственно имеют вид:

$$\frac{z^2}{c^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1, \quad \frac{z^2}{c^2} - \frac{x^2}{a^2} = 1. \text{ Поверхность — две бесконечные чаши.}$$

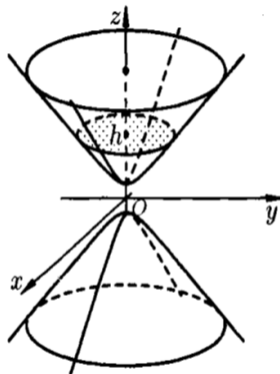


Рис. 5. Двуполостный гиперboloид

#### Свойства двуполостного гиперboloида.

1) Двуполостный гиперboloид — неограниченная поверхность, поскольку из его канонического уравнения следует, что  $|x| \geq a$  и не ограничен сверху.

2) Двуполостный гиперboloид обладает:

- центральной симметрией относительно начала координат;
- осевой симметрией относительно всех координатных осей;
- симметрией относительно всех координатных плоскостей.

3) В сечении плоскостью, ортогональной оси координат  $Ox$ , при  $|x| > a$  получается эллипс, а плоскостями, ортогональными осям  $Oy$  или  $Oz$  — гипербола.

4. **Эллиптический параболоид.** Поверхность, задаваемая уравнением  $\frac{x^2}{p} + \frac{y^2}{q} = 2z$ , где  $p > 0$ ,  $q > 0$  называется эллиптическим параболоидом. Рассечем поверхность плоскостями  $z=h$ . В сечении получим линию, уравнение которой

$\frac{x^2}{p} + \frac{y^2}{q} = 2h$ . Если  $h < 0$ , то плоскости  $z=h$  поверхности не пересекают; если  $h=0$ , то плоскость  $z=0$  касается

поверхности в точке  $(0; 0; 0)$ ; если  $h > 0$ , то в сечение — эллипс, уравнение которого  $\frac{x^2}{2ph} + \frac{y^2}{2qh} = 1$ ,  $z=h$ . При пере-

сечении поверхности плоскостями  $XOZ$  и  $XOY$  получается параболы  $z = \frac{x^2}{2p}$  и  $z = \frac{y^2}{2q}$ . Поверхность имеет вид

выпуклой, бесконечно расширяющейся чаши.



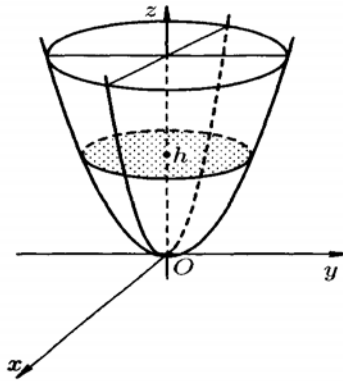


Рис. 6. Эллиптический параболоид

**Свойства эллиптического параболоида.**

- 1) Эллиптический параболоид — неограниченная поверхность, т. к. из его уравнения следует, что  $z \geq 0$  и принимает сколь угодно большие значения.
- 2) Эллиптический параболоид обладает
  - осевой симметрией относительно оси  $Oz$  ;
  - плоскостной симметрией относительно плоскостей  $Oxz$  и  $Oyz$  .
- 3) В сечении эллиптического параболоида плоскостью, ортогональной оси  $Oz$  , получается *эллипс*, а плоскостями, ортогональными осям  $Ox$  или  $Oy$  — *парабола*.

**5. Гиперболический параболоид.** Поверхность, задаваемая уравнением  $\frac{x^2}{p} - \frac{y^2}{q} = 2z$ , где  $p > 0, q > 0$  называется

гиперболическим параболоидом. Рассечем поверхность плоскостями  $z=h$ . Получим кривую  $\frac{x^2}{2ph} - \frac{y^2}{2qh} = 1, z=h$ , которая при всех значениях  $h \neq 0$  является гиперболой. При  $h > 0$  оси параллельны оси  $Ox$ ; при  $h < 0$  — параллельны оси  $Oy$ ; при  $h=0$  линия пересечения  $\frac{x^2}{p} - \frac{y^2}{q} = 0$  распадается на пару пересекающихся прямых  $\frac{x}{\sqrt{p}} - \frac{y}{\sqrt{q}} = 0$  и  $\frac{x}{\sqrt{p}} + \frac{y}{\sqrt{q}} = 0$ . При пересечении поверхности плоскостями, параллельными  $XOZ$ , получим параболы  $x^2 = 2p(z + \frac{h^2}{2q})$ , ветви которых направлены вверх. При  $y=0$  в сечении получается парабола  $x^2 = 2pz$  с вершиной в начале координат и осью  $OZ$ . Пересекая поверхность плоскостями  $x=h$ , получим параболы  $y^2 = -2q(z - \frac{h^2}{2p})$ , ветви которых направлены вниз. Поверхность имеет вид седла.

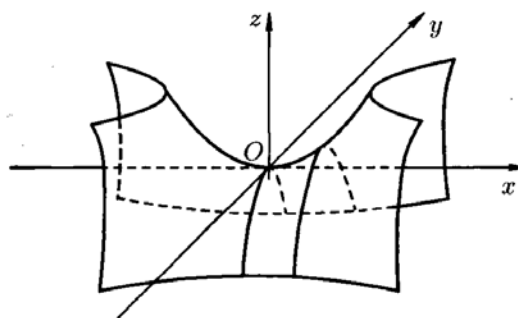


Рис. 7. Гиперболический параболоид

### Свойства гиперболического параболоида.

1) Гиперболический параболоид — неограниченная поверхность, поскольку из его канонического уравнения следует, что  $Z$  — любое.

2) Гиперболический параболоид обладает

- осевой симметрией относительно оси  $Oz$  ;
- плоскостной симметрией относительно плоскостей  $Oxz$  и  $Oyz$

3) В сечении плоскостью, ортогональной  $Oz$  , получается гипербола, а плоскостями ортогональными  $Ox$  или  $Oy$  — парабола. Т.о. поверхность может быть получена перемещением в пространстве параболы так, что ее вершина перемещается вдоль другой параболы, ось которой параллельна оси первой параболы, а ветви направлены противоположно, причем их плоскости перпендикулярны.

4) Для каждой точки гиперболического параболоида, существует пара прямых, проходящих через эту точку и целиком лежащих на поверхности.

**6. Конус второго порядка.** Исследуем поверхность, задаваемую уравнением  $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - \frac{z^2}{c^2} = 0$  Пересечем поверхность плоскостями  $z=h$ . Линия пересечения будет определяться уравнением  $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = \frac{h^2}{c^2}, z = h$ . При  $h=0$  она вырождается в точку  $(0;0;0)$ . При  $h \neq 0$  в сечении будем получать эллипсы  $\frac{x^2}{a^2 h^2} + \frac{y^2}{b^2 h^2} = 1, z=h$ . Рассечем по-

верхность плоскостью  $YOZ$ . Получится линия  $\frac{y^2}{b^2} - \frac{z^2}{c^2} = 0$ , распадающаяся на две пересекающиеся прямые

$\frac{y}{b} - \frac{z}{c} = 0$  и  $\frac{y}{b} + \frac{z}{c} = 0$ . При пересечении поверхности плоскостью  $y=0$  получим линию  $\frac{x^2}{a^2} - \frac{z^2}{c^2} = 0$ , также рас-

падающуюся на две пересекающиеся прямые  $\frac{x}{a} - \frac{z}{c} = 0$  и  $\frac{x}{a} + \frac{z}{c} = 0$ .

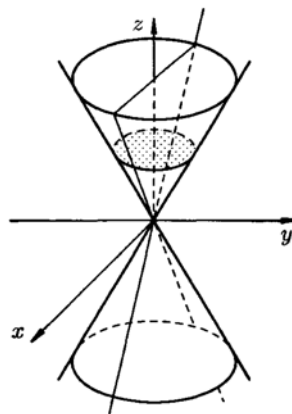


Рис. 8. Конус второго порядка

Таким образом, поверхность имеет вид, изображенный на рисунке 8. Подобные поверхности, составленные из прямых линий, называются *линейчатыми*. Такими поверхностями являются цилиндрические, конические поверхности, а также однополостный гиперboloид и гиперболический параболоид.

### Моделирование поверхностей второго порядка в САПР «Компас»

КОМПАС-3D — система автоматизированного проектирования (САПР), разработанная российской компанией «АСКОН». Она позволяет автоматизировать проектно-конструкторские работы, создавать трехмерные параметрические модели, подготавливать документацию. Система имеет простой интерфейс, эффективный и удобный набор управляющих команд, большой список библиотек, а также обладает возможностью компьютерного проектирования в соответствии с правилами оформления конструкторской и строительной документации, принятыми в России.

В системе КОМПАС-3D трехмерную модель можно построить с использованием двух технологий: моделирование твердых тел и поверхностное моделирование. Их совместное использование позволяет решать самые разнообразные конструкторские задачи. Построение трехмерной твердотельной модели заключается в последовательном выполнении операций объединения, вычитания и пересечения над объемными элементами, из которых и состоит большинство механических деталей.

Построение моделей поверхностей второго порядка в САПР «Компас» может осуществляться несколькими методами. Наиболее простой заключается в создании фигуры и вращения ее вокруг оси. Рассмотрим процесс построения эллипсоида.

**Эллипсоид.** Для начала необходимо создать эллипс. Затем провести центральную осевую линию двумя способами: вертикально и горизонтально. Следующим действием будет усечение половины эллипса вертикально и горизонтально. И наконец, с помощью функции вращения создаем эллипсоид с вертикальной или горизонтальной осью вращения.

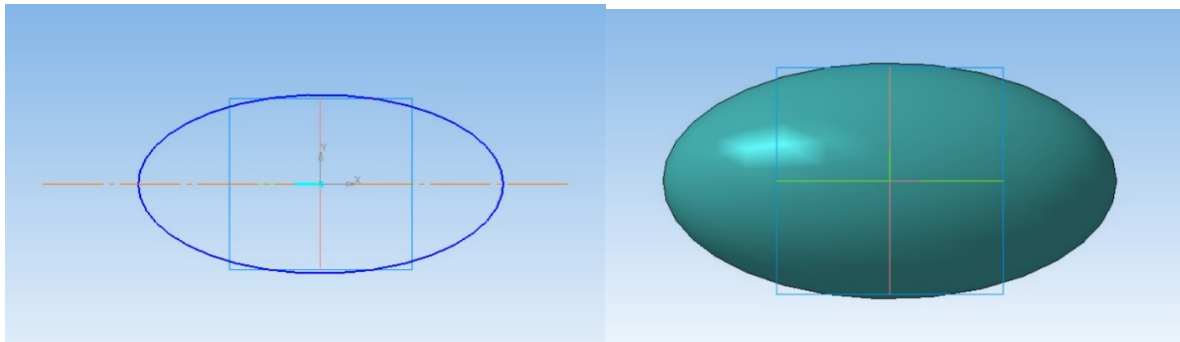


Рис. 9. Эллипсоид с вертикальной и горизонтальной осью вращения

Если поверхность задается путем вращения некоторой кривой, то для ее построения в САПР «Компас» используется кинематический метод задания поверхности. Таким способом можно построить, например, параболоид или гиперboloид. Метод основывается на том факте, что парабола и гипербола являются кониками — т. е. кривыми, получаемыми при рассечении конуса плоскостью. Процесс создания моделей состоит из этапов:

1. Построить ось вращения и образующую конуса.
2. Применить операцию вращения. В результате получится конус.
3. Рассечь конус плоскостью по параболе или гиперболе.
4. Скопировать кривую, начертить ось и выполнить вращение.

Алгоритм построения 3D модели эллиптического параболоида:

1. Создаем новый документ типа «Деталь».
2. Выбираем рабочую плоскость, чертим ось вращения и образующую конуса (прямую, пересекающую ось).

Применяем операцию «Вращение».

3. Вводим две вспомогательные плоскости: первая — касательная к поверхности конуса, вторая — параллельная первой (операция — «Плоскость/Смещенная»).

4. Пересекаем вторую плоскость с поверхностью конуса с помощью операции «Кривая пересечения». В качестве параметров указываем коническую поверхность и вспомогательную плоскость. Получаем искомую параболу.

5. Вводим третью вспомогательную плоскость и проецируем на нее параболу.

6. Включаем режим эскиза, вычерчиваем ось параболы, удаляем одну ветвь.

7. Вызываем операцию «Вращение» и получаем искомый параболоид.

Скриншоты некоторых этапов построения модели параболоида в САПР «Компас», а также фотографии этапов 3D печати приведены ниже.

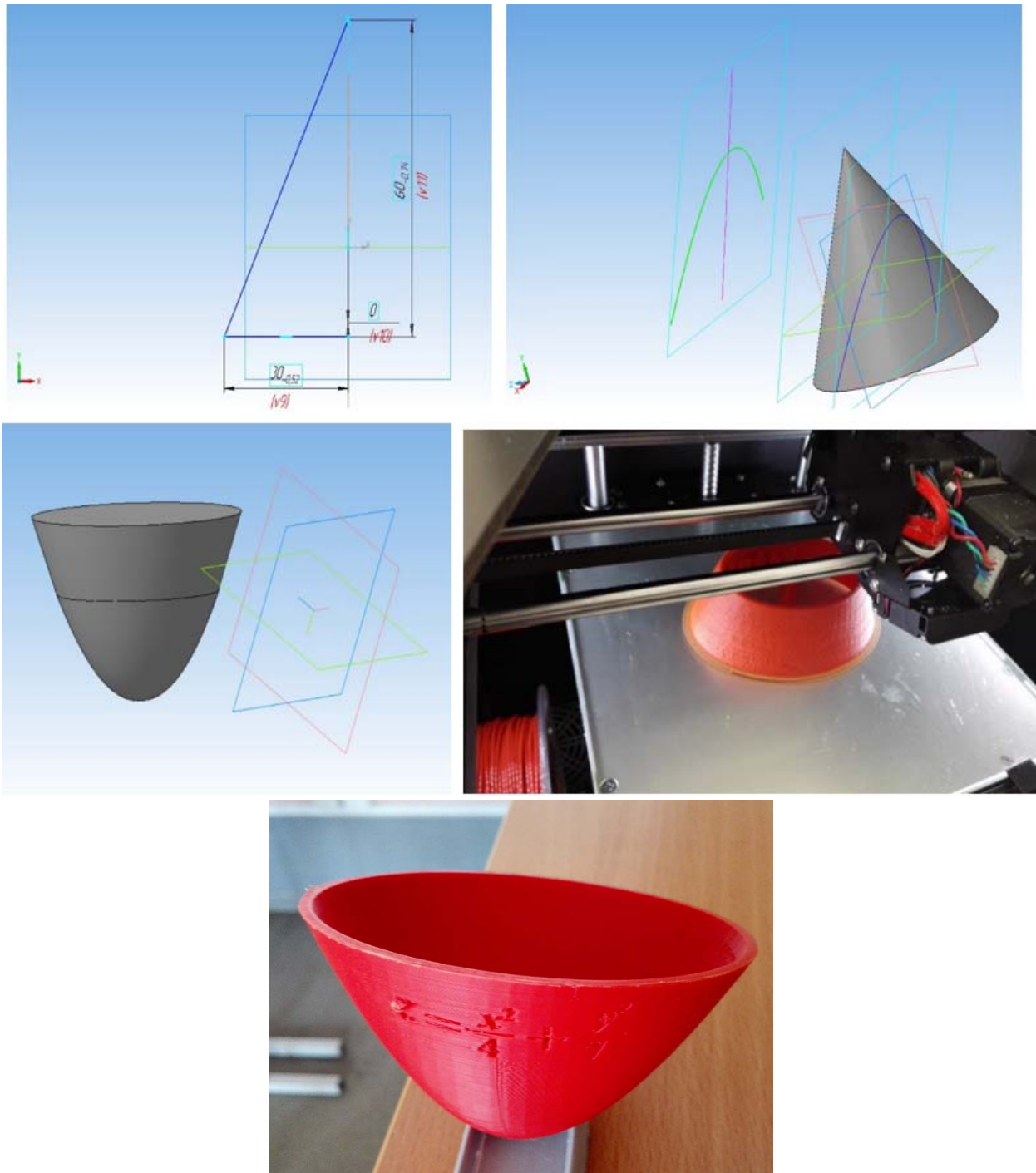


Рис. 10. 3D-модель эллиптического параболоида

Поверхности вращения имеют весьма широкое применение во многих областях техники и архитектуры. Например, форму параболоида имеют спутниковая антенна, рефлектор (отражатель), высокочувствительный направленный микрофон и т. д. Некоторые здания также создаются в форме поверхностей вращения. Примером усеченного эллипсоида служит **небоскреб Swiss Re** в центре Лондона. Здание имеет 40 этажей. Конструкция небоскреба выполнена в виде сетчатой оболочки с центральным опорным основанием. Он не имеет углов, что не позволяет ветровым



потокам стекать вниз. Диаметр здания у основания составляет 49 метров, затем здание плавно расширяется, достигая максимального диаметра в 57 метров на уровне 17 этажа. Далее конструкция сужается, достигая минимального диаметра в 25 метров. Здание практически полностью стеклянное, его верхушка закрыта прозрачным куполом. Название небоскреба — Башня Мэри-Экс.

Модель здания можно разработать с использованием САПР «Компас». Однако из-за очевидной архитектурной сложности процесс создания модели более сложный и включает много этапов. Ниже приведены фотографии 3D печати модели.

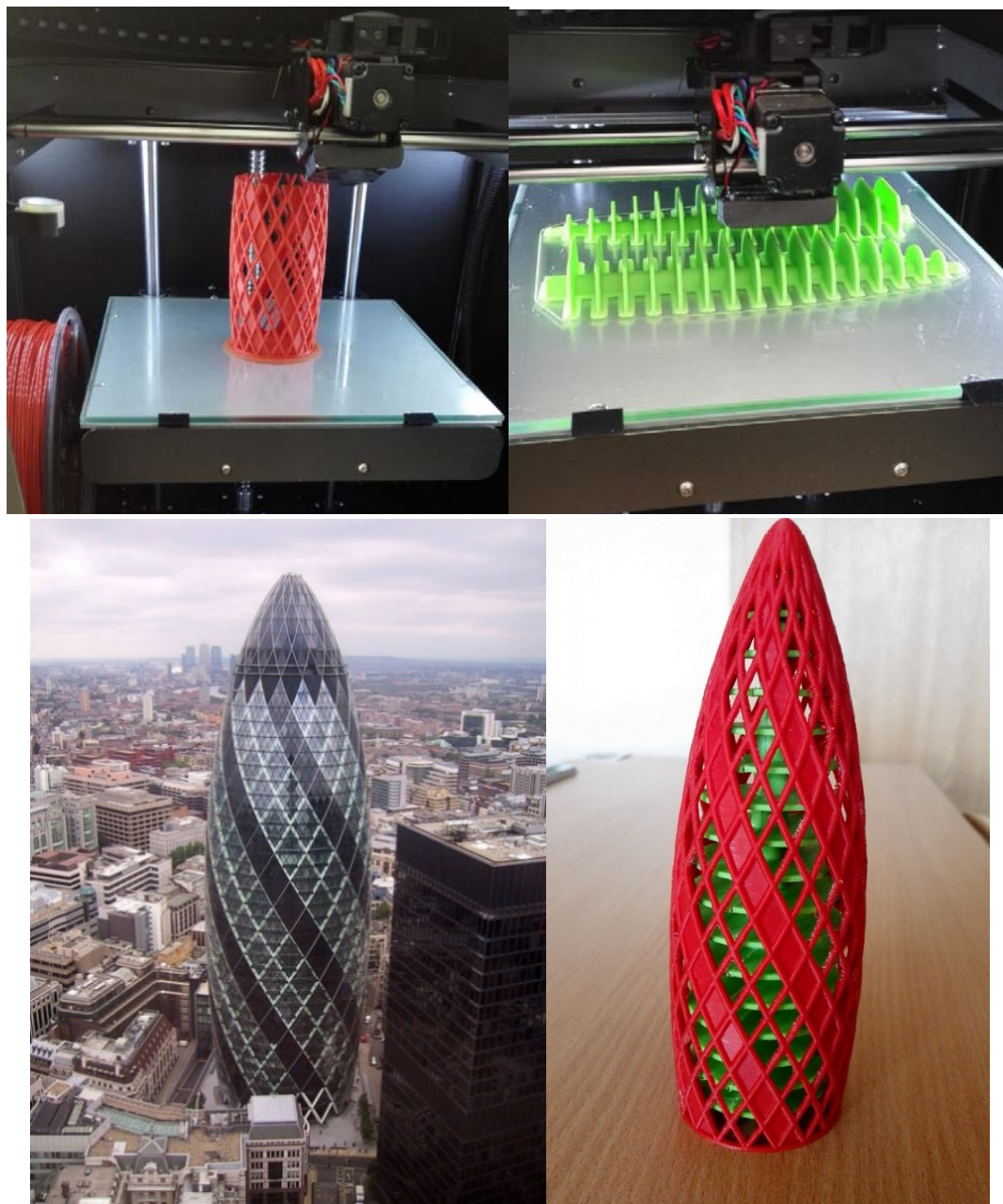


Рис. 11. 3D-модель башни Мэри-Экс

Другим примером может служить **Шуховская башня** (Шаболовская телевизионная башня) — гиперболическая конструкция, выполненная в виде несущей стальной сетчатой оболочки. Расположена в Москве на улице Шухова. Построена в 1920–1922 годах по проекту академика В. Г. Шухова. Башня имеет сетчатую конструкцию, благодаря чему достигается минимальная ветровая нагрузка, представляющая главную опасность для высоких сооружений. По форме сечения башни — это однополостные гиперboloиды вращения, сделанные из прямых балок, упирающихся

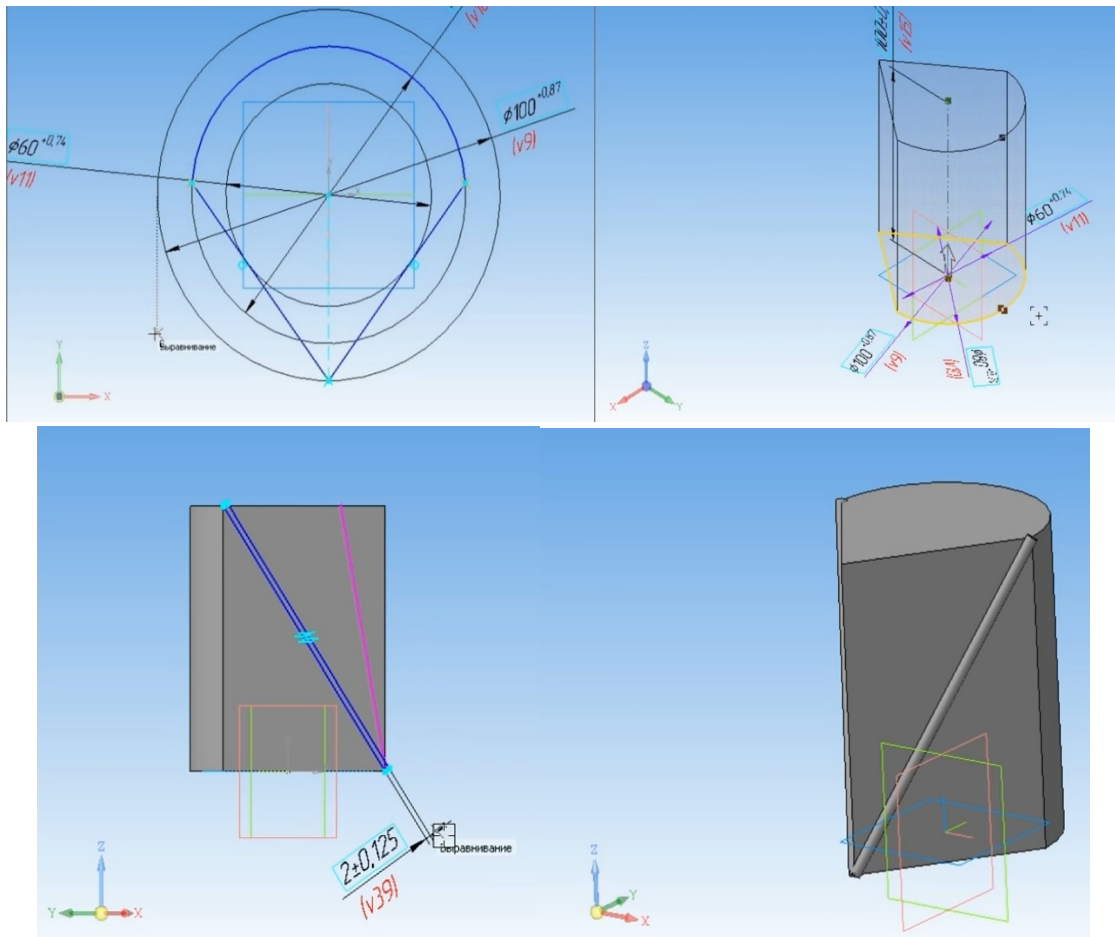


в кольцевые основания. Ажурная конструкция сочетает в себе прочность и легкость: на единицу высоты Радиобашни Шухова израсходовано в три раза меньше металла, чем на единицу высоты Эйфелевой башни в Париже. Круглый конусный корпус башни состоит из 6 секций высотой 25 метров. Нижняя секция установлена на бетонном фундаменте диаметром 40 метров и глубиной 3 метра.

*Алгоритм построения и печать 3D модели фрагмента Шуховской башни.*

1. Создаем новый документ типа «Деталь».
2. Выбираем рабочую плоскость, чертим три окружности диаметрами 100, 80 и 60 с центром в начале координат.
3. Чертим две касательные ко второй окружности, проходящие через общую точку, расположенную на первой окружности (инструменты «Отрезок» и «Касание»).
4. Выравниваем полученные точки относительно вертикальной оси (оси OY) с помощью соответствующего инструмента.
5. Строим дугу между полученными двумя точками на второй окружности.
6. Применяем операцию «Вращение» к полученной фигуре.
7. Выбираем одну из граней фигуры и переходим в режим «Эскиз».
8. С помощью инструментов «Непрерывный ввод объектов», «Параллельность» и «Перпендикулярность» строим прямоугольник, одна из сторон которого является диагональю грани фигуры.
9. Задаем ширину прямоугольника = 2.
10. Повторяем этапы 8 и 9 для второй грани фигуры.
11. С помощью операции «Вращение» (свойство «Результат операции» — «Новое тело»), примененной для прямоугольников, получим две пересекающиеся трубки.
12. Скроем исходную фигуру.
13. Создадим «Массив по концентрической сетке» из полученных стержней. Количество элементов массива = 10.
14. В результате получим искомую модель.

Скриншоты некоторых этапов построения модели в САПР «Компас», а также фотографии этапов 3D печати приведены ниже.



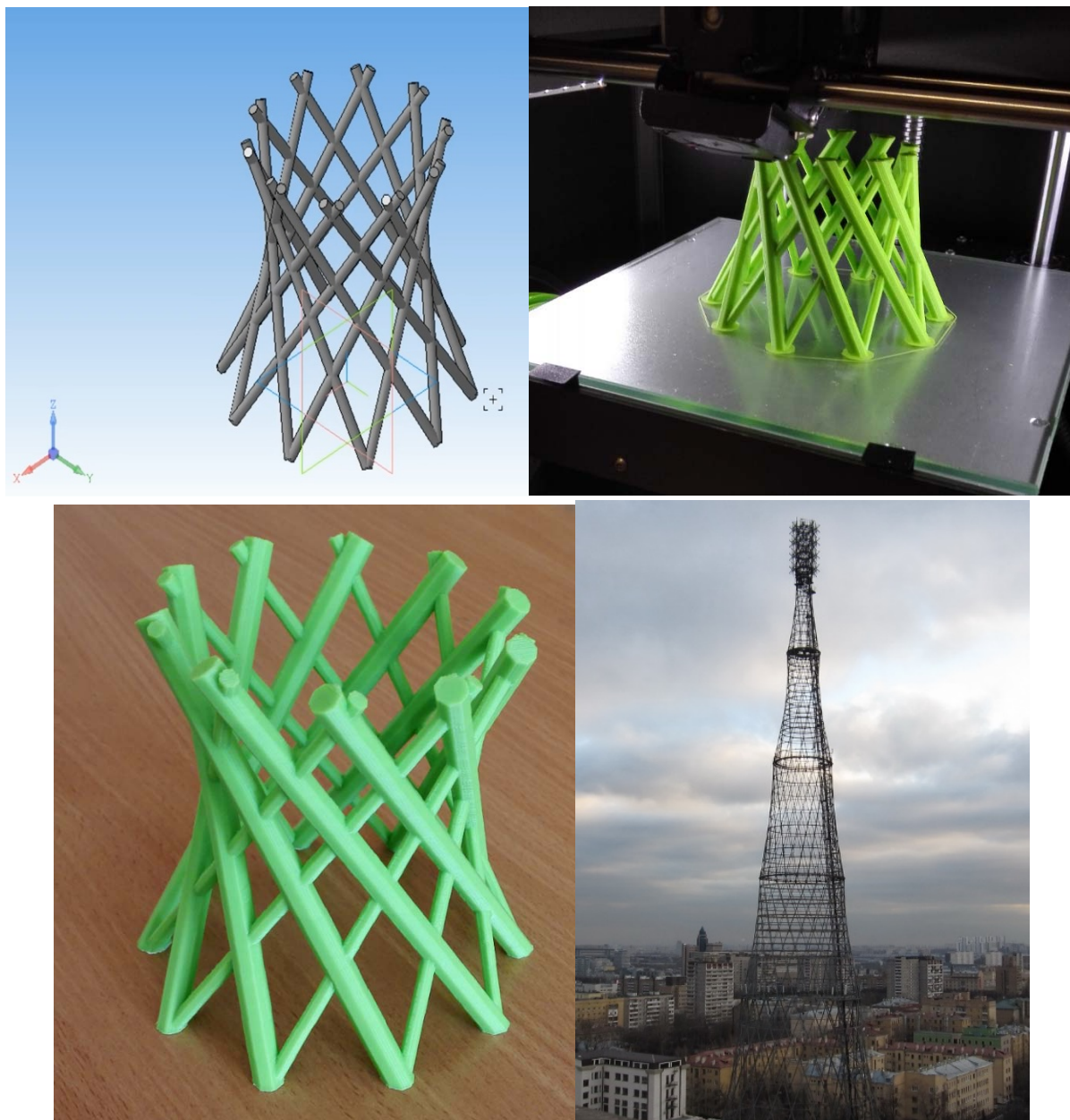


Рис. 12. 3D-модель Шуховской башни

### Заключение

В ходе проведенного исследования были изучены методы задания уравнений поверхности вращения и некоторые их свойства. Также были рассмотрены методы построения 3D моделей данных поверхностей с помощью САПР «Компас», описаны методики построения некоторых моделей. Кроме того, изучены возможности данной системы для решения поставленных задач. По результатам проведенной работы были созданы реальные 3D модели поверхностей с помощью технологии 3D печати.

Таким образом, можно сделать вывод, что изучение способов построения поверхностей вращения, их свойств, а также методов построения 3D моделей с помощью САПР «Компас», позволяет рассмотреть некоторые вопросы математики, информатики с разных позиций, проследить взаимосвязь данных предметов, повысится уровень знаний в области применения средств ИКТ к решению математических задач. Все это непременно может помочь в дальнейшем получении профессии.

## ЛИТЕРАТУРА:

1. Выгодский, М.Я. Справочник по высшей математике. — М.: Астрель АСТ, 2006.
2. Золотарёва, Д.А., Кравцова К.Е. Разработка методических рекомендаций по моделированию параболоида и гиперboloида средствами программы Компас-3D. — Инженерная графика и трехмерное моделирование. Молодежная научно-практическая конференция: сборник научных докладов (16 декабря 2016 г., Новосибирск). — Новосибирск: СГУГиТ, 2017.
3. Кидрук, М. КОМПАС-3D V10 на 100%. — СПб.: Питер, 2009.
4. Письменный, Д.Т. Конспект лекций по высшей математике. — М.: Айрис-Пресс, 2009.
5. Талалай, П.Г. Компьютерный курс начертательной геометрии на базе КОМПАС-3D. — СПб.: БХВ-Петербург, 2010.
6. Информационный портал Cubicprints [Электронный ресурс]. URL: <http://www.cubicprints.ru/tutorials/kak-redaktirovat-3d-model-v-netfabb-Basic> (Дата обращения: 10.02.2017 г.)

## Эта загадочная пентаграмма

*Петрова Елизавета Константиновна, учащаяся 6 класса;*

Научный руководитель: *Петрова Ольга Петровна, учитель математики*  
МБОУ «СОШ № 13 г. Горно-Алтайска»

*В статье раскрывается понятие пентаграммы (пятиконечной звезды). Дается история ее возникновения, основные свойства пентаграммы и способы построения. Исследуются области ее применения, в частности, прогнозирование погоды. Рассматривается методика прогнозирования погоды. Делается вывод о том, что точный долгосрочный прогноз погоды — это реально.*

Данная статья является началом большого проекта по созданию долгосрочного прогноза погоды для Республики Алтай. Проект рассчитан на период 2016–2021 гг. и предполагает ряд последовательных работ:

1. Пятиконечная звезда или пентаграмма.
2. Семиконечная звезда.
3. Шестиконечная звезда Давида.
4. Численные методы, числовые ряды и их расчет.
5. Построение долгосрочного прогноза погоды.

Все работы будут сопоставляться с уже имеющимися научными трудами. Исследования данного направления предполагают взаимосвязь таких наук, как математика, астрономия, физика, информатика. При этом будут использоваться народные приметы «старинны», проводиться исследования погоды на всем временном интервале.

Итак, первая научно-исследовательская работа готова.

Цель работы: исследовать понятие, историю возникновения пентаграммы, способы ее построения и варианты применения.

Для достижения поставленной цели определим задачи работы:

- узнать, что такое пентаграмма;
- познакомиться с ее историей;
- научиться рисовать пентаграмму, строить звездчатые многогранники;
- выявить взаимосвязь пентаграммы с прогнозом погоды;

— провести необходимые исследования, измерения; сделать выводы.

### 1. Что такое пентаграмма

Пентаграмма или пятиконечная звезда (по-другому, пентальфа, пентакл, пентагерон) — она известная даже детям.

Пентаграмма — это правильный пятиугольник. На сторонах этого пятиугольника имеются равнобедренные треугольники одинаковой величины.

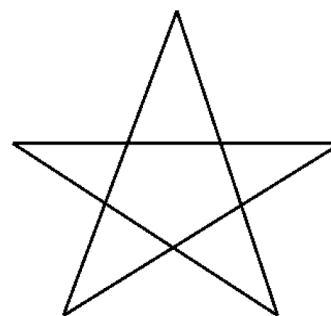


Рис. 1. Пятиконечная звезда

Слово «Пентаграмма» в переводе с греческого означает «пять линий» («pente» — пять и «gramma» — черта, линия).

### 2. История возникновения пентаграммы

Изображения пентаграммы впервые были найдены на развалинах древнего города Урука. Рисунки эти относятся примерно к 3500 г. до н. э.

Константин I — римский император в свое время принял христианство. Пентаграмма изображалась на его печати. Император даже поместил пятиконечную звезду и на свой амулет, тем самым обретая чистую (истинную) веру.

Родственник (племянник) Короля Артура — английский воин взял изображение пентаграммы за основу и поместил его на своем щите. Этот символ имел статус личного. Каждый из пяти «лучей» пятиконечной звезды относились к определенным достоинствам рыцарей таких, как — «благородство, вежливость, целомудрие, отвага и благочестие».

Существует некоторое учение, где исследуются формы Пространства и закономерности развития Вселенной. Такое учение называется сакральной геометрией. Здесь пентаграмма является ключевой фигурой. Символ пентаграммы известен большинству народов Земли.

В раннем христианстве пентаграмму соотносили с Христом, а именно — его ранами. Пять лучей звезды — пять ран Христа: рана на лбу от тернового венка, раны на руках и раны на ногах. Христос тем самым искупил людские грехи. Также в христианстве пятиконечная звезда является символом Святой Троицы и отождествляет Двойную природу Христа — Божественную и человеческую.

Неземной силой наделяли пентаграмму. «Фигура должна быть совершенно замкнутой и не обнаруживать никаких разрывов» — так говорилось в трагедии «Фауст» немецкого поэта Гёте. Здесь был описан случай, что на доме ученого Фауста пентаграмма была плохо начерчена, потому в его жилище смог проникнуть дьявол Мефистофель.

Сегодня никто не знает наверняка, каким же образом появился и стал использоваться символ пентаграммы. Однако, существует мнение, что этот символ появился во времена жрецов и магов Месопотамии при наблюдении за движением планеты Венера. Наблюдая с Земли за движением Венеры, астрологи выяснили, что Венера за восемь лет проходит все знаки зодиака. При этом она «заворачивает» пять раз по своей траектории. Когда древние астрологи нарисовали классический астрологический круг со знаками зодиака и отметили на нем все эти «завороты», а затем соединили их, то получили точную пентаграмму.

Древние цивилизации приписывали пентаграмме двойной смысл. С одной стороны, этот символ был сильнейшим помощником и защитником, его изображали на амулетах, дверях, одежде и культовых предметах. С другой стороны, пентаграмма считалась символом тайной власти и могущества. Еще один смысл приобрела пентаграмма в письменности Древнего Египта — ее символ использовался как иероглиф и обозначал «обучение».

Большую роль сыграла пентаграмма в учении Пифагора. Он определил, что этот символ содержит золотое сечение. Пифагор сделал вывод, что пентаграмма является геометрическим воплощением математического совершенства. Последователи Пифагора назвали пентаграмму Гигией по имени древнегреческой богини здоровья и использовали ее для восстановления телесно-духовной гармонии и совершенства. В Пифагорейской школе пен-

таграмма говорила о пяти годах молчания перед просвещением. При этом была представлена концепция о пяти элементах — огонь, земля, вода, воздух и эфир, которые расположены на лучах пятиконечной звезды. Пифагорейцы считали, что каждая из пяти стихий имеет свое значение, а углы пентаграммы являются воплощением этих стихий:

- нижний левый угол звезды означает Землю, физическую выносливость и стабильность;
- нижний правый угол символизирует Огонь, смелость и храбрость;
- верхний правый угол означает Воду, это проявление интуиции и эмоций;
- верхний левый считается стихией Воздуха, он отвечает за искусство и интеллект;
- а самая верхняя точка является символом Духа, нашего духовного Я.

В древней Индии и Китае пентаграмму стали использовать независимо от остальных цивилизаций. В VI до н. э. в Китае возникла концепция У-син, которая предполагает «пять движений» или «пять превращений». Эта концепция была своеобразным продолжением течения Инь-Ян. По свидетельствам У-син к пяти элементам гармонии относятся Огонь, Земля, Металл, Вода и Дерево. При взаимодействии эти стихии образует пентаграмму. Эта схема легла в основу древнекитайской философии, традиционной медицины, широко использовалась в нумерологии, гадательных практиках, предсказаниях и боевых искусствах.

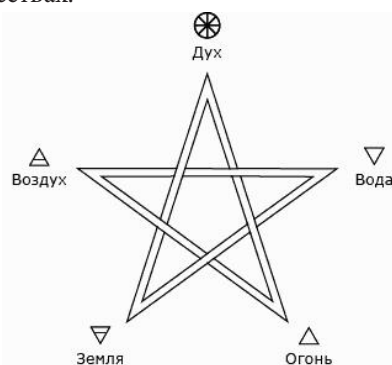


Рис. 2. Пентаграмма и стихии

Пентаграмма была и еврейским символом, отражающим священное Пятикнижие, полученное Моисеем от Бога. Пятиконечная Звезда с Полумесяцем является символом ислама и символизирует пять основных столпов этой религии, пять молитв, произносимых ежедневно.

Одним из направлений использования пентаграммы является окултно-религиозный, к которым модно относятся ордена — гностики, масоны, розенкрейцеры, мартинисты и. т. д.

В настоящее время пентаграмма — это один из самых часто используемых знаков, который можно встретить везде.

### 3. Построение пентаграммы

Пентаграмма — простейшая форма звезды, которую можно изобразить, ни разу не оторвав карандаш от бумаги и при этом ни разу же не пройдя дважды по одной и той же линии. Пентаграмму можно начертить 10 раз-



личными способами. Но самые распространенные следующие два: с помощью пятиугольника и транспортира.

Способ построения с помощью правильного пятиугольника изобрел немецкий живописец и график Альбрехт Дюрер.

Необходимо начертить окружность с центром в точке  $O$  и с горизонтальным диаметром удобного размера. Через точку  $O$  необходимо восстановить перпендикуляр к имеющемуся диаметру. Нижнюю точку обозначить за  $M$ .

Затем разделим радиус, идущий от точки  $O$  влево, пополам и поставим точку  $A$ . С помощью циркуля, раствор которого равен отрезку  $AM$ , начертим дугу от точки  $M$  со второй половиной горизонтального радиуса. Поставим точку  $N$ . Аналогично, начертим дугу раствором

циркуля, равным отрезку  $AN$  и поставим точку  $K$ .

Провести окружность с радиусом, равным  $AK$ , точки пересечения ее с первой окружностью, обозначить за  $C$  и  $D$ .

Далее начертить окружности равного радиуса  $CA$  из точек  $C$  и  $D$ . Точки пересечения с основной окружностью отметить и соединить вершины полученных лучей пунктиром. Результатом будет правильный пятиугольник.

В правильный пятиугольник вписать окружность. Затем провести перпендикуляры к точкам касания сторон пятиугольника с вписанной окружностью. От точек пересечения отметить одинаковые расстояния, поставить точки и соединить их с вершинами (рис. 3-а). Осталось обвести звезду ярким цветом, а лишние линии удалить.

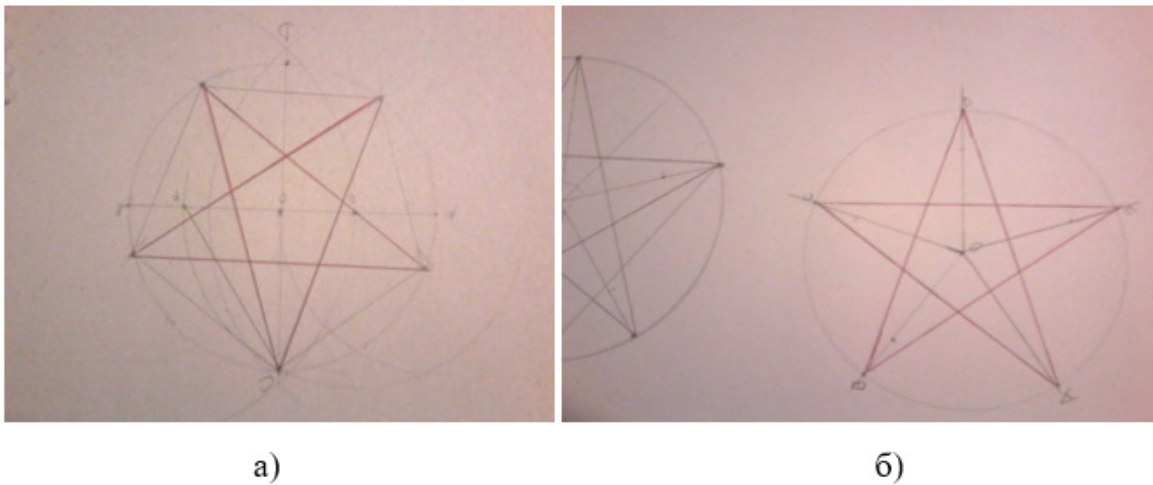


Рис. 3. Построение пентаграммы с помощью а) правильного пятиугольника; б) с помощью транспортира

Для того чтобы построить пентаграмму с помощью транспортира, надо через точку  $O$  провести любую линию. Построить от этой линии угол  $72^\circ$  и соединить с точкой  $O$ . Снова отложить угол такого же размера и так далее. На лучах отметить равные расстояния построить правильный пятиугольник. Определить середины сторон и провести к ним перпендикуляры. На полученных перпендикулярах отложить одинаковые расстояния от центра и соединить полученные точку (рис. 3-б).

#### 4. Свойства пентаграммы

Пентаграмма обладает интересными геометрическими свойствами:

##### I свойство. Поворотная симметрия пятого порядка.

В пентаграмме имеется пять осей симметрии. Эти оси совмещаются при повороте на  $72^\circ$ . Яркими примерами поворотной симметрии пятого порядка в живой природе являются следующие: морская звезда, панцирь морского ежа, цветки незабудки, гвоздики, шиповника, яблони, вишни и многих других представителей.

##### II свойство. Постоянство отношений составляющих её отрезков.

Пентаграмма располагает множеством золотых пропорций.

На рисунке  $AD:AC = AC:CD = AB:BC = AD:AE = AE:EC$

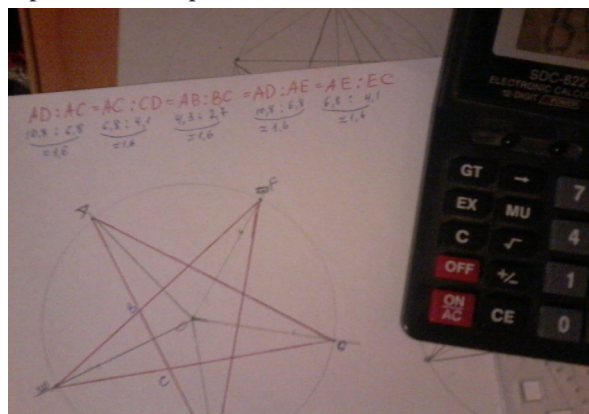


Рис. 4. Пентаграмма — золотая пропорция

Пользуясь симметрией звезды, этот ряд равенств можно продолжить. Все эти отношения равны числу Ф ( $\varphi = (1 + \sqrt{5})/2 = 1,618\dots$ ). Число 1,618034 называется большим числом Фидия и обозначается символом Ф. Число 0,618034 именуется малым числом Фидия и обозначается символом ф.

III свойство. Углы при вершинах пентаграммы равны по  $36^\circ$ .

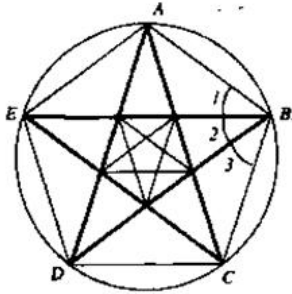


Рис. 5. Свойство 3

В пятиугольнике ABCDE  $\angle 1 = \angle 2 = \angle 3 = 108^\circ$ ;  $\angle 3 = 36^\circ$ . Все углы в пентаграмме кратны 36.

IV свойство. Наличие у пентаграммы возвышенных треугольников.

Лучи пентаграммы, выходящие из одной точки, образуют возвышенный треугольник. Возвышенный треугольник — это равнобедренный треугольник, у которого углы при основании ( $72^\circ$ ) в два раза больше угла при вершине ( $36^\circ$ ).

V свойство. Отрезки пентаграммы связаны между собой всеми видами средних линий.

VI свойство. Сумма углов пятиконечной звезды равна  $180^\circ$ .

Приведем доказательство данного свойства:  
1, 2, 3, 4, 5 — острые углы звезды.

A, B, C, D, E — углы пятиугольника внутри звезды

Доказать:  $1 + 2 + 3 + 4 + 5 = 180^\circ$

Доказательство.

Как сумма углов треугольника

$$1 + 4 + B = 180^\circ, 1 + 3 + D = 180^\circ,$$

$$2 + 4 + E = 180^\circ, 2 + 5 + C = 180^\circ, 3 + 5 + A = 180^\circ.$$

Сложим равенства и получим:

$$2 \times (1 + 2 + 3 + 4 + 5) + (A + C + B + D + E) = 900^\circ,$$

$$\text{Откуда } 2 \times (1 + 2 + 3 + 4 + 5) = 900^\circ - (A + C + B + D + E),$$

где  $A + B + D + E + C$  — сумма углов выпуклого пятиугольника внутри звезды.

Сумма углов выпуклого пятиугольника равна  $540^\circ$ .

$$\text{Тогда имеем } 1 + 2 + 3 + 4 + 5 = (900 - 540) : 2 = 180^\circ.$$

Что и требовалось доказать.

Свойства пентаграммы используются также для построения правильных выпуклых звёздчатых многогранников.

### 5. Звездчатые многогранники

Существует всего четыре правильных звездчатых многогранника.

Впервые такие многогранники были открыты И. Кеплером (1571–1630) — первые два. Остальные два многогранника открыл французский математик и механик Луи (1777–1859). Отсюда правильные звездчатые многогранники и стали называться телами Кеплера — Пуансо. Развертки этих тел являются «золотыми» треугольниками, т. е. равнобедренными треугольниками с углами  $36^\circ$ ,  $72^\circ$ ,  $72^\circ$  и  $108^\circ$ ,  $36^\circ$ ,  $36^\circ$  градусов. При этом отношение их боковой стороны к основанию приближенно равно числу Ф.

Тела Кеплера — Пуансо:

1. Малый звездчатый додекаэдр

Для построения необходимо сделать трафарет — равнобедренный треугольник с углами  $72^\circ$ ,  $72^\circ$  и  $36^\circ$ . Если склеить пять таких треугольников, то получится часть модели, примыкающую к любой вершине.

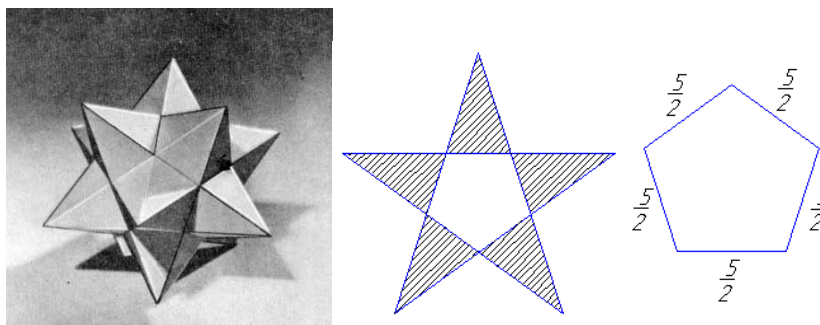


Рис. 6. Малый звездчатый додекаэдр и его развертка

2. Большой додекаэдр

Большой додекаэдр состоит из 12 пересекающихся пятиугольных граней. Для построения такой модели необходим трафарет — равнобедренный треугольник с

углами  $36^\circ$ ,  $36^\circ$  и  $108^\circ$ .

Необходимо соединить полученные заготовки между собой, чтобы получились 20 треугольных пирамид (вершинами вниз), затем склеить пирамиды вместе.



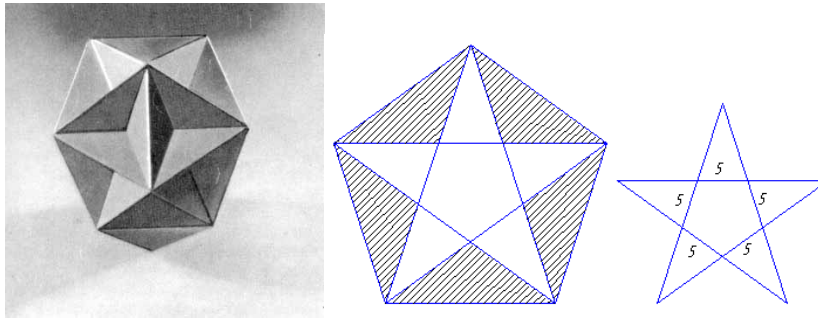


Рис. 7. Большой додекаэдр и его развертка

### 3. Большой звездчатый додекаэдр

В качестве трафарета необходимо использовать рав-

нобедренные треугольники с углами  $36^\circ$ ,  $72^\circ$  и  $72^\circ$  — лучи пятиконечной звезды.

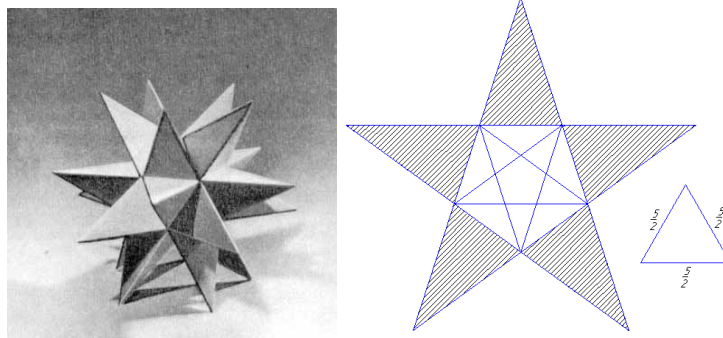


Рис. 8. Большой звездчатый додекаэдр и его развертка

## 6. Применение пентаграммы в прогнозировании погоды

Прогноз погоды, особенно долгосрочный (на несколько недель, месяцев и даже лет) способны рассчитать только профессиональные метеорологи с использованием компьютерных программ. Называется такой прогноз численным.

Численный прогноз погоды использует математическую модель атмосферы. Первые попытки использовать математические модели для прогнозирования погоды были сделаны в 20-х годах XX века, но только тогда стало это возможным, когда появились компьютеры и компьютерное моделирование. Данный процесс связан с обработкой огромного набора данных и выполнением сложных вычислений и может быть осуществлен только на мощных суперкомпьютерах.

Численные методы впервые стали использоваться для прогнозирования погоды в 1922 году британским математиком Льюисом Фрай Ричардсоном. Однако Ричардсон потерпел неудачу.

Первый успешный прогноз погоды был произведен в 1950 году командой американских метеорологов — Жюлем Чарни (англ.), Филипом Томсоном, Ларри Гейтсом, норвежцем Рагнар Фьуртофтом (англ.) и математиком Джоном фон Нейманом с использованием супер-ЭВМ. Они использовали упрощенные модели атмосферных потоков на основе сложных уравнений.

Осуществление численного прогнозирования погоды в постоянном режиме началось в США в 1955 году.

Численная модель прогнозирования погоды — это

компьютерная программа, построенная на основе физической системы уравнений и составляющая на основе текущих данных метеорологический прогноз. Эта модель может быть глобальной, покрывающей всю Землю, или локальной, покрывающей отдельный участок планеты.

В основе модели лежат математические уравнения, описывающие динамические процессы в атмосфере и связывающие такие параметры как плотность, скорость, давление и температуру. Эти уравнения являются нелинейными и не имеют точного решения, поэтому для их решения используются численные методы. В качестве исходных данных для моделей используются данные зондов, метеоспутников и наземных метеостанций.

Данная модель прогнозирования практически перечеркнула народные приметы, ссылаясь на их темноту и гадательный характер. Однако прежде люди могли достаточно точно предсказывать погоду по различным приметам.

Признанным считается расчет долгосрочного прогноза погоды Якова Брюса (русский государственный деятель, военный, дипломат, инженер и учёный, один из ближайших сподвижников Петра I) по числовым рядам с использованием примет простого народа о погоде. Рассматривая приметы простого народа о погоде, Яков Брюс произвел их цифровую обработку, тем самым с успехом составил долгосрочный прогноз погоды.

Этот же способ был подтвержден Константином Феофилактовичем Агринским. На основе расчетов, сделанных по приметам, Агринский построил свою знаменитую температурную кривую. Однако все эти расчеты

были утеряны, как говорят ученые.

Секрет кривой Агринского был раскрыт, спустя 30 лет работы, Леонидом Ивановичем Горбанем — известным предсказателем погоды и природных аномалий.

Л.И. Горбань разгадал секреты Я. Брюса и К.Ф. Агринского и сделал расчеты долгосрочного прогноза погоды до 2030 года, которые ведутся по числовым рядам планет и народным приметам. Сбываемость прогнозов Л. Горбаня составляет 92–94%.

Планетный расчет долгосрочного прогноза погоды основывается на знаниях астрономии и движениях планет и их влиянии на погоду Земли.

Рассмотрим пятиконечную звезду (пентаграмму) с числовым рядом планеты Венера. Выше уже говорилось о том, что Венера описывает правильную пентаграмму каждые восемь лет, а если точнее, за 7,9933 года. Значение этого числа непонятно, хотя можно предполагать наличие его связи с числами золотой пропорции или числами, названными именем древнегреческого архитектора Фидия. Это должно быть так, потому что пентаграмма связана с числами 1,618034 и 0,618034. Число 1,618034 называется большим числом Фидия и обозначается символом  $\Phi$ . Число 0,618034 именуется малым числом Фидия и обозначается символом  $\phi$ .

Такие числовые ряды имеются у каждой из семи планет Солнечной системы Солнца, Луны, Меркурия, Венеры, Марса, Сатурна, Юпитера [2, с. 8]. Самые древние записи об этих числовых рядах были найдены в Китае. У православных и католиков ведется по ним расчет праздников.

Расчет числовых рядов по пентаграмме — это одна из основ настоящего календаря, который разделен на священные и гражданские годы. Такое разделение можно встретить у самых разных народов: Греции, Египта, Вавилона, Ирана, Тибета, Китая, Индии, Бирмы [2, с. 8]. Священные годы использовались для предсказаний, а гражданские — для простолюдинов.

Далее, на основе расчета по пентаграмме, используется семиконечная звезда («Семиконечная печать Соломона») — по числу дней в недели и шестиконечная звезда (Звезда Давида или Гексамерон Вечности) — по времени.

Таким образом, календарь-прогноз Горбаня — это таблица из колонок:

- 1) Пентаграмма — расчет по числовым рядам планет;
- 2) Семиконечная звезда — расчет по дням недели;
- 3) Гексарион Вечности — расчет по времени;
- 4) Фаза Луны, которая разделена ещё на колонки:
  - а) расчет по фазам Луны и его дням — числовой ряд пентаграммы;
  - б) прохождение Луны по знакам Зодиака по каждому дню;
- 5) Церковный календарь, народные приметы.

Данные расчеты с долгосрочным прогнозом погоды Горбань проводил в основном для Украины, Киева и Москвы. Все его расчеты держатся в тайне, и нет подлинным данных его способов прогнозирования.

«Когда я понял, что бессмысленно доказывать свою методику в научных кругах потому, что у них одна была цель — узнать секреты любым способом, я начал отдавать свои расчеты работникам сельского хозяйства» [2,

с. 10] — говорит Леонид Горбань в одной из последних своих книг.

## 7. Исследование погоды

Произведем расчет погодных условий в городе Горно-Алтайске. Для этого составим таблицу (упрощенная модель таблицы Л. Горбаня), соберем свой собственный барометр из подручных материалов. В таблице представлен период с 01.10.2016 года по 28.02.2017 года. Здесь имеются столбцы с показаниями барометра, сайта прогноз погоды, народные приметы, реальные показания термометра «за окном».

Показания снимались в районе МБОУ «СОШ № 13 г. Горно-Алтайска» и в районе остановки «Оптовая база». Так как самодельный барометр может прогнозировать температуру всего за несколько часов, то показания снимались утром, а данные погодных условий по интернет — ссылкам и реальные данные в обеденный период. Данные в сети интернет имели усредненный характер, т. е. средние показатели по отдельным районам города.

Барометр был изготовлен из стеклянной банки, воздушного шарика и трубочки для коктейля. На банку надели шарик, закрепили резинкой. К «макушке» шарика приклеили трубочку. Рядом изготовили «шкалу».

Спустя некоторое время зафиксировали деление: давление, равное 739 мм. рт. ст. с опорой на данные метеорологов.

В результате можно сделать вывод, что при снижении давления происходит потепление, а при повышении — значительное похолодание. Это хорошо видно по диаграммам, представленным в Приложении 2.

Данные исследования представлены в (Приложении 1). При этом можно наблюдать, что во время новолуния и убывающей Луны, температура воздуха значительно ниже, чем во время полнолуния и растущей Луны. А ещё наблюдения привели к выводу, что в районе Оптовой базы г. Горно-Алтайска температура ниже среднего значения по городу на 2–5°.

Зима 2016–2017 гг. выдалась очень снежной, что предсказывал Л. Горбань в своем календаре. В 2016 год господствовала планета Марс по вечному календарю по методике Я. Брюса (Приложение 3).

Рассмотрим предсказания Горбаня для России в целом.

Октябрь. 1–4 ясно, тепло, 5–6 дождь, 7–12 переменнo-пасмурно, но тепло, с 15 похолодание, 14–16 дождь, 17–21 ясно, тепло, 22–23 холодно, дождь, с 27 и до конца месяца, холодно, дожди.

Ноябрь. 1–6 холодно, сыро, 1, 3–4 дожди, 7–10 ясно, тепло, 8–13 дождь, мокрый снег, 13–17 оттепель, 18–24 дождь, мокрый снег, снег, с 23 и до конца месяца мороз.

Декабрь. Начинается морозами, которые длятся до 20 числа, снег 4–6, 9–10 снег, 13–15 снег, 20 снег, 20–24 оттепель, с 25 и до конца месяца мороз, 26–27 снег, 30–31 снег.

В 2017 году господствовало Солнце.

Январь: 1–2 слабые морозы, 5–6 дождь, мокрый снег, с 7.01.05 г. и до конца месяца — морозы, 8–9 — снег, 18–20 — снег, 24–25 — снег, 29–31 — снег.

Февраль: Весь месяц морозы, которые то ослабевают, то усиливаются; 3–5 сильные морозы, 6–8 слабые морозы, 9–11 сильные морозы, 12–14 слабые морозы, 15–25 силь-

ные морозы, 26–28 — слабые морозы, 1–2 — снег, 5–9 — снег, 12–15 — снег, 18 — снег.

В общем, были предсказаны по всей территории России обильные снегопады. В качестве народных примет возьмем доступные нам приметы: по дыму, по поведению птиц. Мы всю зиму подкармливаем птиц (в основном это воробьи и сороки). А зимой они помогают нам бороться с огородными вредителями. Я заметила, что если наши воробьи стрекочут, прыгают с ветки на ветку, то «идёт» теплая погода. И действительно, несколько дней тепло. Но если их не видно — попрятались, то будет похолодание. Если воробьи сидят тихо на ветках и не резвятся, даже не чирикают, то пойдет снег. Если дрова в печи трещат, то это к морозу, а если печка плохо топится, то — к теплу. А ещё у нас можно наблюдать по дыму из трубы, когда топиться печь. Если дым стоит высоко, то это к морозу. Если дым стелется, значит, давление снижено, и скоро жди потепления, возможно даже с осадками.

### Заключение

В процессе работы я познакомилась с понятием «Золотое сечение», увидела золотое сечение, скрытое в пен-

таграмме. Используя свойства золотого сечения, научилась правильно строить пентаграмму. Были изучены геометрические свойства пентаграммы, найдены связи звезды с окружающим миром. Основная часть работы посвящалась исследованию пентаграммы как геометрической фигуры, а также одного из областей ее применения (прогнозирование погоды).

Данная работа является первым шагом, так как она не закончена. Результат: планирую в следующем году провести изучение семиконечной звезды и шестиконечной звезды Давида, все данные свести в виде собственной книги по прогнозированию погоды на долгие годы для Республики Алтай.

Хочу разгадать секреты предсказания Л. Горбаня по пятиконечной звезде с использованием знаний по астрономии, и ее связи с информатикой, физикой, народными приметами, а главное — математикой. А сегодня мне не хватает знаний по математике.

Поставленные на данном этапе задачи были решены, а, значит, цель работы достигнута.

## Приложение 1

### Данные исследования погоды

| Дата       | Показания барометра в 8:50 | Данные интернета в 14:00 |                       | Народные приметы                               | Фаза Луны  | Показания термометра в 14:00 |
|------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------|--|------------|------------------------------|
|            |                            | Температура, градусы     | Давление, мм. рт. ст. |  |            |                              |
| 04.10.2016 | > 739 мм. рт. ст.          | ясно, +8                 | 745                   |  | растущая   | ясно, +5                     |
| 05.10.2016 | > 739 мм. рт. ст.          | ясно, +8                 | 746                   |  | растущая   | ясно, +4                     |
| 06.10.2016 | > 739 мм. рт. ст.          | ясно, +8                 | 746                   |  | растущая   | ясно, +5                     |
| 07.10.2016 | 739 мм. рт. ст.            | дождь, +7                | 739                   | Воробьи сидят притихшие, спокойные             | растущая   | дождь, +4                    |
| 08.10.2016 | >739 мм. рт. ст.           | мокрый снег, +7          | 745                   |  | растущая   | небольшой снег, +4           |
| 10.10.2016 | <739 мм. рт. ст.           | дождь со снегом, +5      | 736                   |  | растущая   | дождь, +2                    |
| 11.10.2016 | 739 мм. рт. ст.            | дождь со снегом, +4      | 740                   |  | новолуние  | дождь со снегом, +1          |
| 12.10.2016 | <739 мм. рт. ст.           | снег, +3                 | 736                   |  | растущая   | дождь со снегом, 0           |
| 13.10.2016 | <739 мм. рт. ст.           | снег, +1                 | 731                   |  | растущая   | дождь со снегом, — 2         |
| 14.10.2016 | 739 мм. рт. ст.            | снег, +1                 | 744                   | снег на Покров — важная примета — начало зимы  | полнолуние | снег, — 1                    |
| 15.10.2016 | >739 мм. рт. ст.           | облачно, снег, +2        | 745                   |  | полнолуние | снег, +1                     |
| 17.10.2016 | 739 мм. рт. ст.            | облачно, снег, 0         | 740                   |  | полнолуние | снег, — 2                    |
| 18.10.2016 | 739 мм. рт. ст.            | облачно, +1              | 740                   |  | полнолуние | облачно, — 2                 |
| 19.10.2016 | 739 мм. рт. ст.            | облачно, снег, 0         | 738                   |  | убывающая  | облачно, — 2                 |
| 20.10.2016 | >739 мм. рт. ст.           | снег, +2                 | 745                   |  | убывающая  | снег, +1                     |
| 21.10.2016 | >739 мм. рт. ст.           | облачно, +3              | 745                   |  | убывающая  | облачно, +1                  |
| 22.10.2016 | >739 мм. рт. ст.           | снег, — 1                | 748                   |  | убывающая  | снег, — 3                    |
| 24.10.2016 | >739 мм. рт. ст.           | снег, — 4                | 748                   |  | убывающая  | снег, — 6                    |
| 25.10.2016 | 739 мм. рт. ст.            | снег, — 4                | 741                   |  | убывающая  | снег, — 6                    |
| 26.10.2016 | >>739 мм. рт. ст.          | снег, — 6                | 752                   | Дым высоко, дрова трещат в печи, птиц не видно | убывающая  | снег, — 8                    |
| 27.10.2016 | >>739 мм. рт. ст.          | облачно, — 3             | 756                   |  | новолуние  | снег, — 5                    |
| 28.10.2016 | >>739 мм. рт. ст.          | облачно, — 2             | 753                   |  | новолуние  | облачно, — 5                 |
| 29.10.2016 | >>739 мм. рт. ст.          | облачно, — 3             | 752                   |  | новолуние  | облачно, — 5                 |
| 31.10.2016 | >739 мм. рт. ст.           | облачно, +1              | 746                   |  | новолуние  | снег, — 1                    |

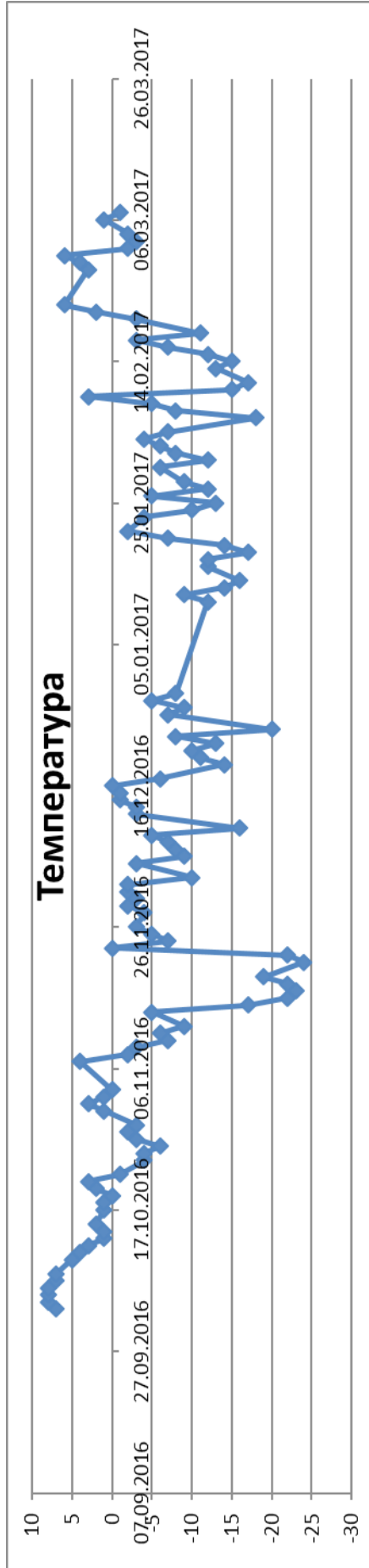
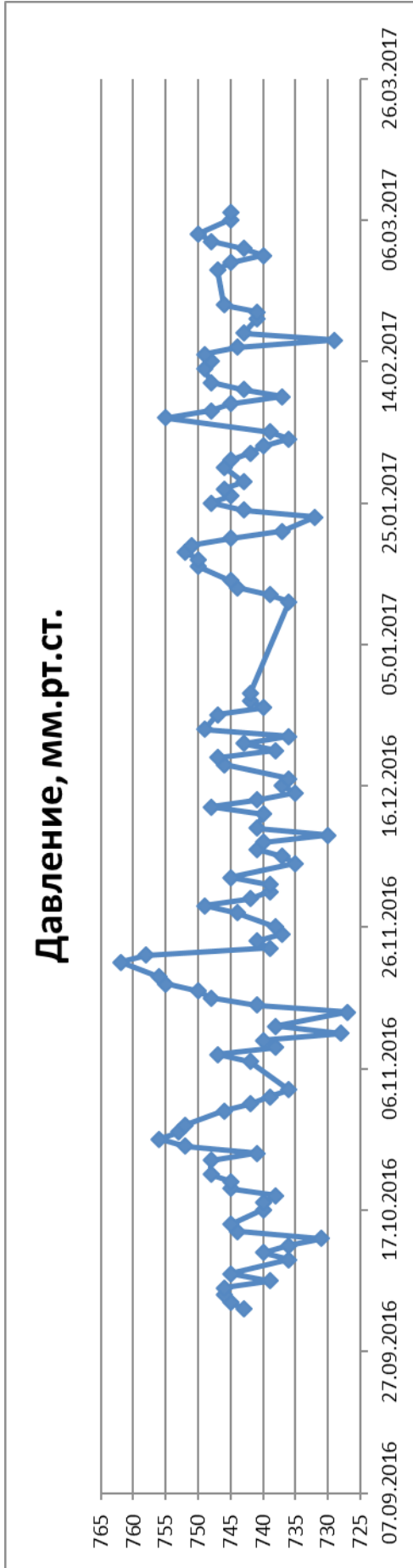
|            |                   |                     |     |   |            |                |
|------------|-------------------|---------------------|-----|---|------------|----------------|
| 01.11.2016 | >739 мм. рт. ст.  | осадки, +3          | 742 | Птицы тихо сидят на ветках                  | новолуние  | снег, 0        |
| 02.11.2016 | 739 мм. рт. ст.   | дождь со снегом, +1 | 739 |   | растущая   | снег, +1       |
| 03.11.2016 | <739 мм. рт. ст.  | снег, 0             | 736 |   | растущая   | снег, — 1      |
| 07.11.2016 | 739 мм. рт. ст.   | облачно, +4         | 742 |   | растущая   | пасмурно, +2   |
| 08.11.2016 | >739 мм. рт. ст.  | снег, — 2           | 747 |   | растущая   | снег, — 6      |
| 09.11.2016 | >739 мм. рт. ст.  | снег, — 3           | 738 |   | растущая   | снег, — 6      |
| 10.11.2016 | 739 мм. рт. ст.   | снег, — 7           | 740 | Воробьи веселые, дым низко стелется         | растущая   | снег, — 9      |
| 11.11.2016 | <739 мм. рт. ст.  | снег, — 6           | 728 |   | растущая   | снег, — 8      |
| 12.11.2016 | >739 мм. рт. ст.  | снег, — 9           | 738 |   | полнолуние | снег, — 11     |
| 14.11.2016 | <<739 мм. рт. ст. | облачно, — 5        | 727 |   | полнолуние | снег, — 8      |
| 15.11.2016 | 739 мм. рт. ст.   | снег, — 17          | 741 |   | полнолуние | снег, — 20     |
| 16.11.2016 | >739 мм. рт. ст.  | ясно, — 22          | 748 |   | полнолуние | ясно, — 25     |
| 17.11.2016 | >739 мм. рт. ст.  | ясно, — 23          | 750 |   | полнолуние | ясно, — 25     |
| 18.11.2016 | >>739 мм. рт. ст. | облачно, — 22       | 755 | Дрова трещат в печи, дым стоит очень высоко | убывающая  | пасмурно, — 24 |
| 19.11.2016 | >>739 мм. рт. ст. | ясно, — 19          | 756 |   | убывающая  | ясно, — 23     |
| 21.11.2016 | >>739 мм. рт. ст. | ясно, — 24          | 762 |   | убывающая  | ясно, — 27     |
| 22.11.2016 | >>739 мм. рт. ст. | облачно, — 22       | 758 |   | убывающая  | пасмурно, — 25 |
| 23.11.2016 | 739 мм. рт. ст.   | облачно, 0          | 739 |   | убывающая  | пасмурно, — 2  |
| 24.11.2016 | >739 мм. рт. ст.  | снег, — 7           | 741 |   | убывающая  | снег, — 9      |
| 25.11.2016 | <739 мм. рт. ст.  | облачно, — 5        | 737 |   | убывающая  | пасмурно, — 7  |
| 26.11.2016 | 739 мм. рт. ст.   | облачно, — 3        | 738 |   | убывающая  | пасмурно, — 5  |
| 28.11.2016 | >739 мм. рт. ст.  | облачно, — 4        | 744 | Птиц не видно, дым высоко                   | новолуние  | облачно, — 6   |
| 29.11.2016 | >739 мм. рт. ст.  | облачно, — 2        | 749 |   | новолуние  | облачно, — 5   |
| 30.11.2016 | >739 мм. рт. ст.  | ясно, — 3           | 742 |   | новолуние  | ясно, — 5      |
| 01.12.2016 | 739 мм. рт. ст.   | облачно, — 2        | 739 |   | новолуние  | облачно, — 4   |
| 02.12.2016 | 739 мм. рт. ст.   | снег, — 2           | 739 |   | новолуние  | снег, — 4      |
| 03.12.2016 | >739 мм. рт. ст.  | снег, — 10          | 745 |   | растущая   | снег, — 12     |
| 05.12.2016 | <739 мм. рт. ст.  | облачно, — 3        | 735 | Воробьи веселые, дым низко стелется         | растущая   | ясно, — 5      |
| 06.12.2016 | <739 мм. рт. ст.  | облачно, — 9        | 737 |   | растущая   | снег, — 11     |
| 07.12.2016 | >739 мм. рт. ст.  | облачно, — 8        | 741 |   | растущая   | пасмурно, — 10 |
| 08.12.2016 | 739 мм. рт. ст.   | облачно, — 7        | 740 |   | растущая   | облачно, — 9   |
| 09.12.2016 | <739 мм. рт. ст.  | облачно, — 5        | 730 |   | растущая   | облачно, — 6   |
| 10.12.2016 | >739 мм. рт. ст.  | облачно, — 16       | 741 |   | растущая   | облачно, — 19  |
| 12.12.2016 | 739 мм. рт. ст.   | ясно, — 3           | 740 |   | полнолуние | ясно, — 5      |
| 13.12.2016 | >739 мм. рт. ст.  | ясно, — 3           | 748 |   | полнолуние | ясно, — 6      |
| 14.12.2016 | 739 мм. рт. ст.   | облачно, — 1        | 741 | Задорные воробьи расшумелись                | полнолуние | облачно, — 2   |
| 15.12.2016 | <739 мм. рт. ст.  | ясно, — 1           | 735 |   | полнолуние | ясно, — 1      |
| 16.12.2016 | <739 мм. рт. ст.  | снег, 0             | 737 |   | полнолуние | снег, 0        |
| 17.12.2016 | <739 мм. рт. ст.  | снег, — 6           | 736 |   | полнолуние | снег, — 7      |
| 19.12.2016 | >739 мм. рт. ст.  | облачно, — 14       | 746 | Дрова в печи трещат, дым стоит очень высоко | убывающая  | облачно, — 15  |
| 20.12.2016 | >739 мм. рт. ст.  | облачно, — 11       | 747 |   | убывающая  | облачно, — 13  |
| 21.12.2016 | 739 мм. рт. ст.   | облачно, 0          | 738 |   | убывающая  | облачно, — 2   |
| 22.12.2016 | >739 мм. рт. ст.  | снег, — 13          | 743 |   | убывающая  | снег, — 15     |
| 23.12.2016 | <739 мм. рт. ст.  | снег, — 8           | 736 |   | убывающая  | снег, — 10     |
| 24.12.2016 | >739 мм. рт. ст.  | снег, -20           | 749 | Птиц не видно                               | убывающая  | снег, — 21     |
| 26.12.2016 | >739 мм. рт. ст.  | снег, — 7           | 747 |   | убывающая  | снег, — 10     |
| 27.12.2016 | 739 мм. рт. ст.   | ясно, — 9           | 740 |   | новолуние  | ясно, — 10     |
| 28.12.2016 | >739 мм. рт. ст.  | облачно, — 5        | 742 |   | новолуние  | облачно, — 7   |
| 29.12.2016 | >739 мм. рт. ст.  | снег, — 8           | 742 |   | новолуние  | снег, — 11     |



|            |                   |               |     |   |            |                |
|------------|-------------------|---------------|-----|---|------------|----------------|
| 11.01.2017 | <739 мм. рт. ст.  | облачно, — 12 | 736 | Дым стелется низко, птицы тихо сидят на ветке   | полнолуние | облачно, — 14  |
| 12.01.2017 | 739 мм. рт. ст.   | снег, — 9     | 739 |   | полнолуние | облачно, — 11  |
| 13.01.2017 | >739 мм. рт. ст.  | снег, — 14    | 744 |   | полнолуние | облачно, — 15  |
| 14.01.2017 | >739 мм. рт. ст.  | облачно, — 16 | 745 |   | полнолуние | облачно, — 16  |
| 16.01.2017 | >739 мм. рт. ст.  | облачно, — 12 | 750 |   | убывающая  | пасмурно, — 14 |
| 17.01.2017 | >739 мм. рт. ст.  | снег, — 12    | 750 |   | убывающая  | снег, — 15     |
| 18.01.2017 | >>739 мм. рт. ст. | ясно, — 17    | 752 | Дрова трещат, птиц не видно                     | убывающая  | ясно, — 20     |
| 19.01.2017 | >>739 мм. рт. ст. | ясно, — 14    | 751 |   | убывающая  | ясно, — 17     |
| 20.01.2017 | >739 мм. рт. ст.  | облачно, — 7  | 745 |   | убывающая  | облачно, — 10  |
| 21.01.2017 | <739 мм. рт. ст.  | облачно, — 2  | 737 | Дым стелется низко                              | убывающая  | облачно, — 5   |
| 23.01.2017 | <739 мм. рт. ст.  | облачно, — 4  | 732 |   | убывающая  | облачно, — 5   |
| 24.01.2017 | >739 мм. рт. ст.  | облачно, — 10 | 743 |   | убывающая  | облачно, — 11  |
| 25.01.2017 | >739 мм. рт. ст.  | облачно, — 13 | 748 |   | новолуние  | ясно, — 17     |
| 26.01.2017 | >739 мм. рт. ст.  | снег, — 5     | 745 |   | новолуние  | снег, — 7      |
| 27.01.2017 | >739 мм. рт. ст.  | ясно, — 12    | 746 |   | новолуние  | ясно, — 15     |
| 28.01.2017 | >739 мм. рт. ст.  | дымка, — 9    | 743 | Дым от труб стелется по низу                    | новолуние  | ясно, — 11     |
| 30.01.2017 | >739 мм. рт. ст.  | ясно, — 6     | 746 |   | новолуние  | ясно, — 7      |
| 31.01.2017 | >739 мм. рт. ст.  | ясно, — 12    | 745 |   | растущая   | ясно, — 14     |
| 01.02.2017 | >739 мм. рт. ст.  | облачно, — 8  | 742 |   | растущая   | облачно, — 9   |
| 02.02.2017 | 739 мм. рт. ст.   | снег, — 6     | 740 | Воробьи чирикают, прыгают с ветки на ветку      | растущая   | снег, — 7      |
| 03.02.2017 | <739 мм. рт. ст.  | ясно, — 4     | 736 |   | растущая   | ясно, — 6      |
| 04.02.2017 | 739 мм. рт. ст.   | снег, — 7     | 739 |   | растущая   | снег, — 8      |
| 06.02.2017 | >>739 мм. рт. ст. | ясно, — 18    | 755 | Дрова в печи трещат, дым стоит высоко, птиц нет | растущая   | ясно, — 21     |
| 07.02.2017 | >739 мм. рт. ст.  | ясно, — 8     | 748 |   | растущая   | ясно, — 11     |
| 08.02.2017 | >739 мм. рт. ст.  | облачно, — 5  | 745 |   | растущая   | ясно, — 7      |
| 09.02.2017 | <739 мм. рт. ст.  | дымка, +3     | 737 | Район Оптовой базы весь в дыму                  | полнолуние | облачно, 0     |
| 10.02.2017 | >739 мм. рт. ст.  | снег, — 15    | 743 | Птиц не видать, воздух чистый, дым стоит высоко | полнолуние | снег, — 19     |
| 11.02.2017 | >739 мм. рт. ст.  | ясно, — 17    | 748 |   | полнолуние | ясно, — 20     |
| 13.02.2017 | >739 мм. рт. ст.  | облачно, — 13 | 749 |   | полнолуние | облачно, — 16  |
| 14.02.2017 | >739 мм. рт. ст.  | ясно, — 15    | 748 |   | полнолуние | ясно, — 17     |
| 15.02.2017 | >739 мм. рт. ст.  | ясно, — 12    | 749 |   | убывающая  | ясно, — 15     |
| 16.02.2017 | >739 мм. рт. ст.  | облачно, — 7  | 744 |   | убывающая  | облачно, — 9   |
| 17.02.2017 | <<739 мм. рт. ст. | облачно, — 3  | 729 | Воробьи радостные, игривые                      | убывающая  | облачно, — 4   |
| 18.02.2017 | >739 мм. рт. ст.  | ясно, — 11    | 743 | Дрова в печи трещат                             | убывающая  | ясно, — 11     |
| 20.02.2017 | >739 мм. рт. ст.  | поземок, — 3  | 741 |   | убывающая  | облачно, — 5   |
| 21.02.2017 | >739 мм. рт. ст.  | облачно, +2   | 741 |   | убывающая  | облачно, 0     |
| 22.02.2017 | >739 мм. рт. ст.  | ясно, +6      | 746 |   | убывающая  | ясно, +2       |
| 27.02.2017 | >739 мм. рт. ст.  | облачно, +3   | 747 |   | новолуние  | облачно, +2    |
| 28.02.2017 | >739 мм. рт. ст.  | ясно, +4      | 745 |   | новолуние  | ясно, +2       |
| 01.03.2017 | 739 мм. рт. ст.   | облачно, +6   | 740 | Дым поднимается очень высоко, воробьев нет      | растущая   | облачно, +5    |
| 02.03.2017 | >739 мм. рт. ст.  | снег, — 2     | 743 |   | растущая   | снег, — 3      |
| 03.03.2017 | >739 мм. рт. ст.  | облачно, — 3  | 748 |   | растущая   | облачно, — 5   |
| 04.03.2017 | >739 мм. рт. ст.  | облачно, — 2  | 750 |   | растущая   | облачно, — 4   |
| 06.03.2017 | >739 мм. рт. ст.  | ясно, +1      | 745 |   | растущая   | ясно, 0        |



Графики давления и температуры



## Вечный календарь по методике Я. Брюса

| Луна | Солнце | Венера | Сатурн | Меркурий | Юпитер | Марс |
|------|--------|--------|--------|----------|--------|------|
| 1943 | 1940   | 1941   | 1944   | 1942     | 1945   | 1946 |
| 1950 | 1947   | 1948   | 1951   | 1949     | 1952   | 1953 |
| 1957 | 1954   | 1955   | 1958   | 1956     | 1959   | 1960 |
| 1964 | 1961   | 1962   | 1965   | 1963     | 1966   | 1967 |
| 1971 | 1968   | 1969   | 1972   | 1970     | 1973   | 1974 |
| 1978 | 1975   | 1976   | 1979   | 1977     | 1980   | 1981 |
| 1985 | 1982   | 1983   | 1986   | 1984     | 1987   | 1988 |
| 1992 | 1989   | 1990   | 1993   | 1991     | 1994   | 1995 |
| 1999 | 1996   | 1997   | 2000   | 1998     | 2001   | 2002 |
| 2006 | 2003   | 2004   | 2007   | 2005     | 2008   | 2009 |
| 2013 | 2010   | 2011   | 2014   | 2012     | 2015   | 2016 |
| 2020 | 2017   | 2018   | 2021   | 2019     | 2022   | 2023 |
| 2027 | 2024   | 2025   | 2028   | 2026     | 2029   | 2030 |

## ЛИТЕРАТУРА:

1. Блаватская, Е.П. — Хроники познания Истины, М., Сфера, 2006 /С. Ку-рий/ «Твое Время» № 10–11/2004.
2. Горбань, Л. «Погода до 2030 года», Ростов — на — Дону, Бизон, 2008 г, 130 стр.
3. Лосев, А.Ф. Очерки античного символизма и мифологии. М., 1993.
4. Силаев, Л. «Динамика геометрических фигур», М., Чистые пруды, 2007г, 46 стр.
5. Шноль, Д., Сгибнев А., Нетрусова Н. «Система открытых задач по геометрии», М., Чистые пруды, 2009 г, 78стр.
6. Пентаграмма: значение символа, фото, виды пентаграмм [www.syl.ru](http://www.syl.ru)
7. Пентаграмма и ее тайны [www.p-i-f.livejournal.com](http://www.p-i-f.livejournal.com)
8. Как нарисовать пентаграмму [www.KakProsto.ru](http://www.KakProsto.ru)
9. Пентаграмма и ее тайны [www.znahaq.com](http://www.znahaq.com)

## Применение ИКТ в геометрических и физических приложениях определённого интеграла

Стеблин Илья Александрович, учащийся 11 класса;

Научный руководитель: Симакова Марина Николаевна, учитель математики  
МБОУ Лицей № 1 г. Южно-Сахалинска

*Выбор темы связан с информатизацией процесса обучения. Роль математического аппарата в решении задач по естественным дисциплинам нельзя переоценить. Без математической грамотности невозможно успешное освоение методов решения по физике, химии, биологии и другим предметам. Математика является также основой для такой науки, как информатика. Данная статья посвящена вопросам применения программирования в MathCAD, DevC++ для изучения геометрических и физических приложений определённого интеграла. Разработанные программы могут быть использованы для решения прикладных задач геометрии и физики.*

**Ключевые слова:** способ трапеций, способ средних прямоугольников, способ Симпсона, центр тяжести плоской фигуры, площадь криволинейной трапеции, MathCAD

**Цель исследования:** изучить понятие определённого интеграла и его приложений. Реализовать решение задач с помощью программирования в DevC++ и в САПР MathCAD.

**Задачи исследования:**

1. Проанализировать литературу и обосновать внедрение ИКТ и программирования в решение прикладных задач на применение свойств определённого интеграла.

2. Выбрать некоторые методы решения прикладных задач, позволяющие глубоко изучить и усвоить приложения определенного интеграла.

3. Разработать некоторые аспекты методики решения прикладных задач на применение свойств определенного интеграла с применением информационных технологий. Проверить эффективность в опытно-экспериментальной работе с помощью изготовленных моделей.

**Определим понятие численного интегрирования:** под численным интегрированием понимают набор численных методов для нахождения значения определённого интеграла. Основная идея большинства методов численного интегрирования состоит в замене подинтегральной функции на более простую, интеграл от которой легко вычисляется аналитически.

**Рассмотрим два первых способа вычисления определённого интеграла.**

**Способ трапеций.** Промежуток интегрирования  $[a, b]$  разбивается на  $n$  равных частей точками  $a = x_0, x_1, x_2, \dots, x_{n-1}, x_n = b$ . Площадь каждой криволинейной трапеции между прямыми  $x = x_{i-1}$  и  $x = x_i$  заменяется площадью прямолинейной трапеции, ограниченной сверху хордой, соединяющей точки графика с абсциссами  $x_{i-1}$  и  $x_i$ . Основаниями таких трапеций являются  $y_{i-1} = f(x_{i-1})$  и  $y_i = f(x_i)$ .

**Способ средних прямоугольников.** В качестве приближения к интегралу берется интегральная сумма, в которой значения подинтегральной функции берутся в серединах промежутков, на которые разделен промежуток интегрирования. Будем предполагать, что все эти промежутки имеют одинаковую длину, равную  $\frac{b-a}{n}$ , где  $a$  и  $b$  — пределы интегрирования,  $n$  — число частей. площадь прямоугольника равна площади трапеции, ограниченной промежутком  $[x_{i-1}, x_i]$ , прямыми  $x = x_{i-1}$  и  $x = x_i$  и касательной к графику  $f(x)$  в точке с абсциссой  $\bar{x}_i = \frac{x_{i-1} + x_i}{2}$ .

Если заменить график функции  $y=f(x)$  на каждом отрезке  $[x_{i-1}, x_i]$  разбиения не отрезками прямых, как в методах трапеций и средних прямоугольников, а дугами парабол, то получим более точную формулу вычисления интеграла  $\int_a^b f(x)dx$ . Предварительно найдем площадь  $S$  криволинейной трапеции, ограниченной сверху графиком параболы  $y = ax^2 + bx + c$ , сбоку — прямыми  $x = -h, x = h$  и снизу отрезком  $[-h; h]$ .

Получим теперь формулу парабол для вычисления интеграла  $\int_a^b f(x)dx$ . Для этого отрезок  $[a, b]$  разобьем на  $2n$  равных частей (отрезков) длиной  $h = \frac{b-a}{2n}$  точками  $x_l = x_0 + lh$  ( $l = 0, 1, 2, \dots, 2n$ ). В точках деления  $a = x_0, x_1, x_2, \dots, x_{2n-2}, x_{2n-1}, x_{2n} = b$  вычисляем значения подинтегральной функции  $f(x)$ :  $y_0, y_1, y_2, \dots, y_{2n-2}, y_{2n-1}, y_{2n}$ , где  $y_l = f(x_l)$  (рисунок 1).

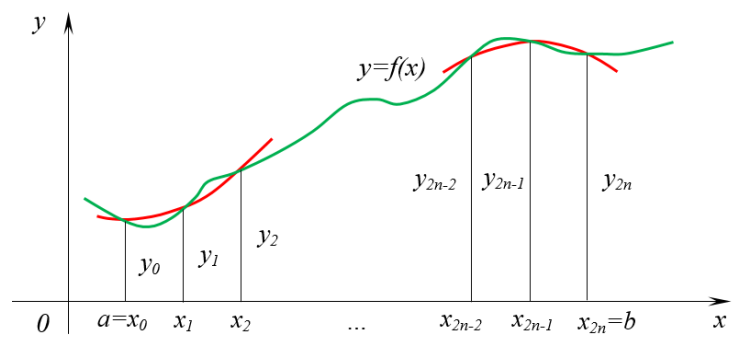


Рис. 1. Способ средних прямоугольников

Заменяем каждую пару соседних элементарных криволинейных трапеций с основаниями, равными  $h$ , одной элементарной параболической трапецией с основанием, равным  $2h$ . На отрезке  $[x_0, x_2]$  парабола проходит через три точки  $(x_0; y_0), (x_1; y_1), (x_2; y_2)$ .

Приведем пример реализации численного интегрирования методом Симпсона в среде программирования Dev C++. Для начала разберём алгоритм на конкретном примере. Пусть была задана функция  $f(x) = x^{\sin(x)}$  на

интервале от 0 до 4, требуется найти значение определённого интеграла  $\int_0^4 x^{\sin(x)} dx$ . Даны только точки, принадлежащие графику функции. В таком случае через каждые тройки точек можно провести график какой-либо параболы  $ax^2 + bx + c$ . Если построить график функции  $f(x) = x^{\sin(x)}$  (выделен красным), то можно заметить, что параболы довольно точно описывают этот график (при достаточно большом числе разбиений):

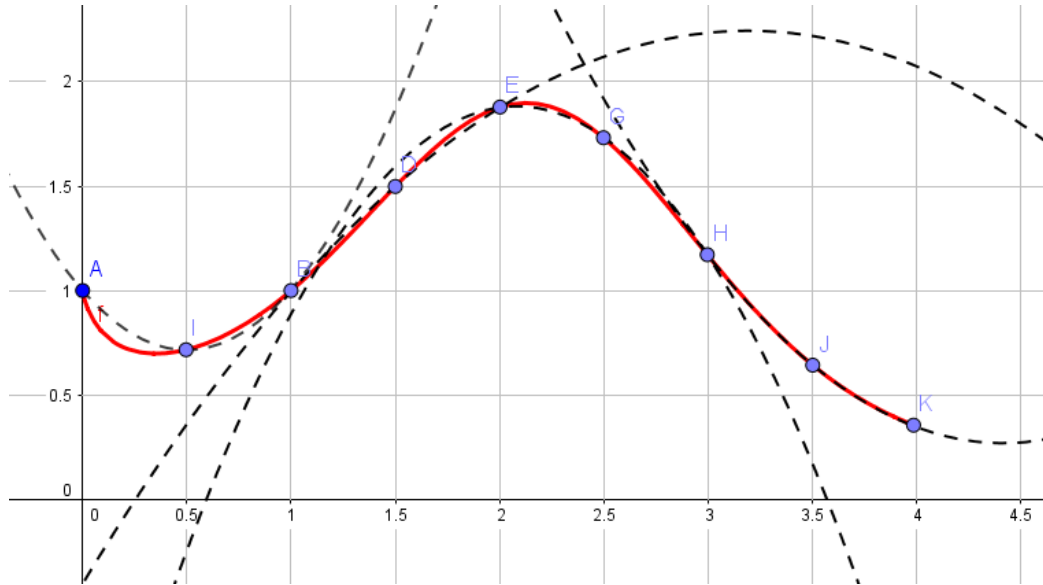


Рис. 2. Численное интегрирование методом Симпсона

Таким образом значение определённого интеграла складывается из значений определённого интеграла каждой из парабол на соответствующих интервалах.

Реализуем данный метод в среде программирования Dev C++. Формула для вычисления определённого интеграла  $S = \int_{-h}^h (ax^2 + bx + c) dx$ :

$$S = \frac{2}{3}h^3 \cdot \frac{1}{2h^2}(y_0 - 2y_1 + y_2) + 2h \cdot y_1 = \frac{h}{3}(y_0 - 2y_1 + y_2) + 2hy_1 = \frac{h}{3}(y_0 + 4y_1 + y_2).$$

1. Объявляем массив, в котором будем хранить координаты точек, а также  $h$  и  $n$  — число точек. Изначально приближенное значение интеграла равно 0:

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main() {
    float A[10][2], h;
    int i, n;
    float integral=0.0;
```

2. Считываем число точек и координаты  $(x, y)$  для каждой точки:

```
cout << "VVEDITE CHISLO TOCHEK: ";
cin >> n;
cout << "VVEDITE KOORDINATY X, Y DLYA KAZHDOY TOCHKI:" << endl;
for(i=0; i<n; i++)
    cin >> A[i][0] >> A[i][1];
```

3. Для троек соседних точек считаем площадь под графиком параболы, которую они образуют, по соответствующим формулам из п. 1.5, заметим, что в этом случае указатель  $i$  на каждой итерации сдвигается на 2 ед.

```

for(i=2; i<n; i+=2){
    h=(A[i][0]-A[i-2][0])/2;
    integral += (A[i-2][1]+4*A[i-1][1]+A[i][1])*h;
}
integral /=3.0;

```

4. Осуществляем вывод полученного результата:

```

cout << "-----" << endl;
cout << "S=" << integral << endl;
system("pause");
return 0;
}

```

Результат работы программы для случая, разобранный в примере:

```

VVVEDITE CHISLO TOCHEK: 9
VVVEDITE KOORDINATY X, Y DLYA KAZHDOY TOCHKI:
0 1
0.5 0.72
1 1
1.5 1.5
2 1.88
2.5 1.73
3 1.17
3.5 0.64
4 0.36
-----
S=4.63667
Для продолжения нажмите любую клавишу . . .

```

Рис. 3. Программа в Dev-C++, реализующая метод Симпсона

Точное значение интеграла  $\int_0^4 x^{\ln(x)} dx = 4.614085 \dots$

#### Реализация вычисления площади поверхности и объёма тела вращения в САПР Mathcad

Пусть  $y=f(x)$  — непрерывная неотрицательная функция, заданная на интервале  $[a, b]$ . Представим себе тело, получающееся при вращении вокруг оси  $OX$  криволинейной трапеции, ограниченной функцией  $y=f(x)$ , прямыми  $x=a$ ,  $x=b$  и осью  $OX$ .

#### Перейдём к вычислению в САПР MathCAD:

Первым шагом задаём функцию  $y=f(x)$ , и интервал  $[a, b]$ .

|                   |           |          |
|-------------------|-----------|----------|
| $f(x) := \cos(x)$ | $a := -1$ | $b := 1$ |
|-------------------|-----------|----------|

Далее представляем вид криволинейной трапеции:

1. Строим график функции  $y=f(x)$ .

2. Добавляем вертикальные маркеры, и записываем в них значения  $a$  и  $b$ , они представляют собой прямые  $x=a$ ,  $x=b$ .



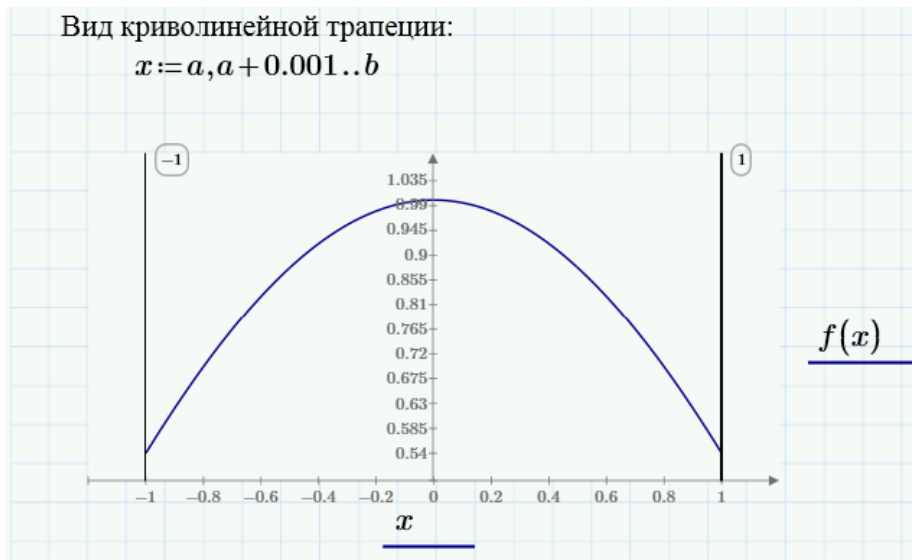


Рис. 4. Построение криволинейной трапеции в MathCAD Prime 3.1

Теперь представим тело, полученное вращением данной криволинейной трапеции вокруг оси  $OX$ . Для этого следует использовать цилиндрические системы координат.

*Цилиндрической системой координат* называют трёхмерную систему координат, являющуюся расширением полярной системы координат путём добавления третьей координаты, которая задаёт высоту точки над плоскостью. Какая-либо точка  $P$  будет задаваться как  $(\rho, \varphi, z)$ .

$\rho \geq 0$  — расстояние от  $P$  до оси  $Z$ ,

$0 \leq \varphi \leq 360^\circ$  — угол между осью  $X$  и отрезком  $OP'$ , где  $P'$  — проекция точки  $P$  на плоскость  $XOY$ ,  $z$  — аппликата точки  $P$ .

Для построения тела вращения будем использовать параметрические уравнения для перехода к цилиндрической системе координат:

$$\begin{aligned} x1(x, fi) &:= x \\ y1(x, fi) &:= f(x) \cdot \cos(fi) \\ z1(x, fi) &:= f(x) \cdot \sin(fi) \end{aligned}$$

Далее построим поверхность тела вращения, используя функцию *CreateMesh*:

$$s1 := \text{CreateMesh}(x1, y1, z1, a, b, 0, 2\pi, 50)$$

$x1, y1, z1$  — матрицы значений для каждой координаты,  $a$  — нижняя граница значений переменной  $x$ ,  $b$  — верхняя граница значений переменной  $x$ ;  $0$  и  $2\pi$  — верхняя и нижняя граница угла поворота точки графика;  $50$  — количество линий в сетке графика.

Вид полученного 3- $d$  графика:

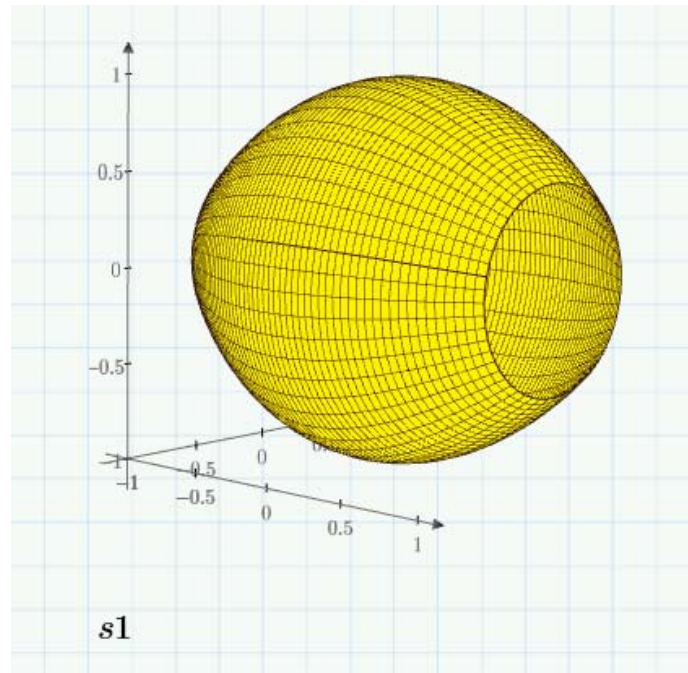


Рис. 5. Построение тела вращения в MathCAD Prime 3.1

Далее для вычисления объёма тела вращения используем формулу  $V = \pi \int_a^b f^2(x) dx$ , значение данного интеграла вычисляем по формуле Симпсона.

Задаём число разбиений, которое обязательно должно быть чётным. И вычисляем длину отрезка разбиения:

Вычисление объёма с применением формулы Симпсона:

$$n := 200 \quad +$$

$$h := \frac{b-a}{n} = 0.01$$

Для вычисления значения определённого интеграла используем операторы программирования. Задаём значение  $xi = x_1$ , вычисляем значение  $sum1 = y_1 + y_{2n}$ :

$$V := \left\| \begin{array}{l} xi \leftarrow a + h \\ sum1 \leftarrow \pi \cdot (f(a))^2 + \pi \cdot (f(b))^2 \end{array} \right\|$$

С помощью цикла *while* вычисляем значение  $sum2 = y_1 + y_3 + \dots + y_{n-1}$ :

$$\left\| \begin{array}{l} \text{while } xi \leq b - h \\ \quad \left\| \begin{array}{l} sum2 \leftarrow sum2 + \pi \cdot (f(xi))^2 \\ xi \leftarrow xi + 2 h \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

Теперь переменной  $xi$  присваиваем значение  $x_2$ , и вычисляем значение  $sum3 = y_2 + y_4 + \dots + y_n$ :

$$\left\| \begin{array}{l} xi \leftarrow a + 2 h \\ \text{while } xi \leq (b - 2 h) \\ \quad \left\| \begin{array}{l} sum3 \leftarrow sum3 + \pi \cdot (f(xi))^2 \\ xi \leftarrow xi + 2 h \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

Последним шагом переменной  $Vol$  присваиваем значение определённого интеграла, вычисленное согласно формуле Симпсона:

$$\left\| \begin{array}{l} Vol \leftarrow \frac{h}{3} (sum1 + 4 sum2 + 2 sum3) \\ Vol \end{array} \right\|$$

Записываем ответ:

$$\text{Ответ: } V = 4.551$$

Для нахождения площади боковой поверхности используем тот же алгоритм, но сначала требуется найти производную функции, т.к. для формулы  $S = \int_a^b 2\pi y dl = \int_a^b 2\pi y \sqrt{1 + (y')^2} dx$  требуется значение производной:

Вычисление площади боковой поверхности:

$$g(x) := \frac{d}{dx} f(x) \rightarrow -\sin(x)$$

Далее рассуждения аналогичны.

Теперь вычислим точное значение интегралов  $V = \pi \int_a^b f^2(x) dx$  и  $S = \int_a^b 2\pi y dl = \int_a^b 2\pi y \sqrt{1 + (y')^2} dx$  для того, чтобы оценить погрешность полученного значения, вычисленного по формуле Симпсона. При увеличении числа разбиений будет получаться значение более близкое к точному значению интеграла:

Ответ:  $V = 4.551$

Ответ:  $S = 11.625$

Точное значение  $V = \pi \int_a^b (f(x))^2 dx = 4.57$

Точное значение  $S = 2\pi \int_a^b f(x) \cdot \sqrt{1 + (g(x))^2} dx = 11.715$

#### Реализация вычисления статических моментов и координат центра

Далее перейдем к физическому приложению интеграла, а именно к его применению в теоретической механике.

Пусть на плоскости  $Oxy$  задана система материальных точек  $M_1(x_1; y_1), M_2(x_2; y_2), \dots, M_n(x_n; y_n)$  соответственно с массами  $m_1, m_2, \dots, m_n$ .

**Статическим моментом**  $S_x$  системы материальных точек относительно оси  $Ox$  называется сумма произведений масс этих точек на их ординаты (на расстояния этих точек от оси  $Ox$ ):  $S_x = \sum_{i=1}^n m_i y_i$ . Аналогично определяется статистический момент  $S_y$  этой системы относительно оси  $Oy$ :  $S_y = \sum_{i=1}^n m_i x_i$ . Если массы распределены непрерывным образом вдоль некоторой кривой, то для выражения статистического момента понадобится интегрирование.

Пусть  $y = f(x) (a \leq x \leq b)$  — это уравнение материальной кривой  $AB$ . Будем считать её однородной с постоянной линейной плотностью  $\gamma (y = \text{Const})$ . Статические моменты  $S_x$  и  $S_y$  кривой позволяют установить положение её центра тяжести (центра масс).

**Центром тяжести** материальной плоской кривой  $y = f(x), x \in [a, b]$  называется точка плоскости, обладающая следующим свойством: если в этой точке сосредоточить всю массу  $m$  заданной кривой, то статистический момент этой точки относительно любой координатной оси будет равен статистическому моменту всей кривой  $y = f(x)$  относительно той же оси. Обозначим через  $C(x_c; y_c)$  центр тяжести кривой  $AB$ .

Определим теперь формулы для вычисления статических моментов и координат центра тяжести плоской фигуры:

Пусть дана материальная плоская фигура (пластинка), ограниченная кривой  $y = f(x) \geq 0$  и прямыми  $y = 0, x = a, x = b$ . Будем считать, что поверхностная плотность пластинки постоянна ( $\gamma = \text{Const}$ ). По аналогии с плоской кривой получаем, обозначив координаты центра тяжести плоской фигуры (пластинки) через  $C(x_c; y_c)$ , что  $m \cdot x_c = S_y$  и  $m \cdot y_c = S_x$ .

Перейдем к реализации данных методов в САПР MathCAD.

1. Задаем кривую и интервал, на котором она рассматривается:

$$\begin{aligned} 1. \text{ Плоская кривая: } & f(x) := x^{3 \cos(x)} \\ & a := 0 \\ & b := 5 \end{aligned}$$

2. Находим производную функции:

$$g(x) := \frac{d}{dx} f(x) \rightarrow 3 \cdot x^{3 \cdot \cos(x)-1} \cdot \cos(x) - 3 \cdot x^{3 \cdot \cos(x)} \cdot \ln(x) \cdot \sin(x)$$

3. Согласно формулам находим координаты центра тяжести плоской кривой:

$$x_c := \frac{\int_a^b x \cdot \sqrt{1+(g(x))^2} dx}{\int_a^b \sqrt{1+(g(x))^2} dx} = 3.156 \quad y_c := \frac{\int_a^b f(x) \cdot \sqrt{1+(g(x))^2} dx}{\int_a^b \sqrt{1+(g(x))^2} dx} = 1.073$$

4. Конечный результат представляем в виде графика (красная точка — центр тяжести).

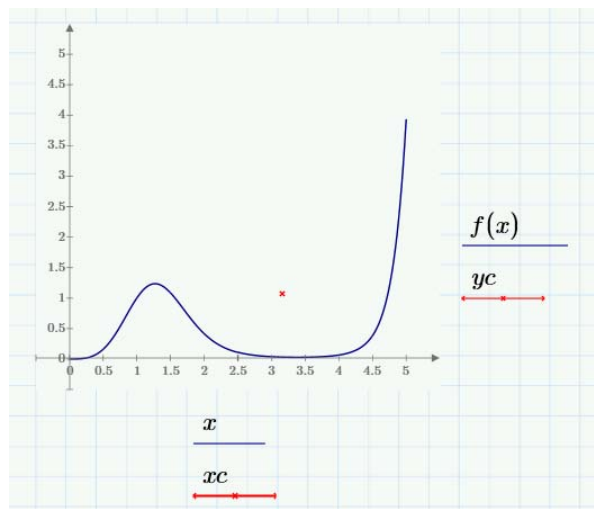


Рис. 6. Определение центра тяжести плоской кривой в MathCAD Prime 3.1

5. Для вычисления центра тяжести плоской фигуры делаем аналогичные шаги.

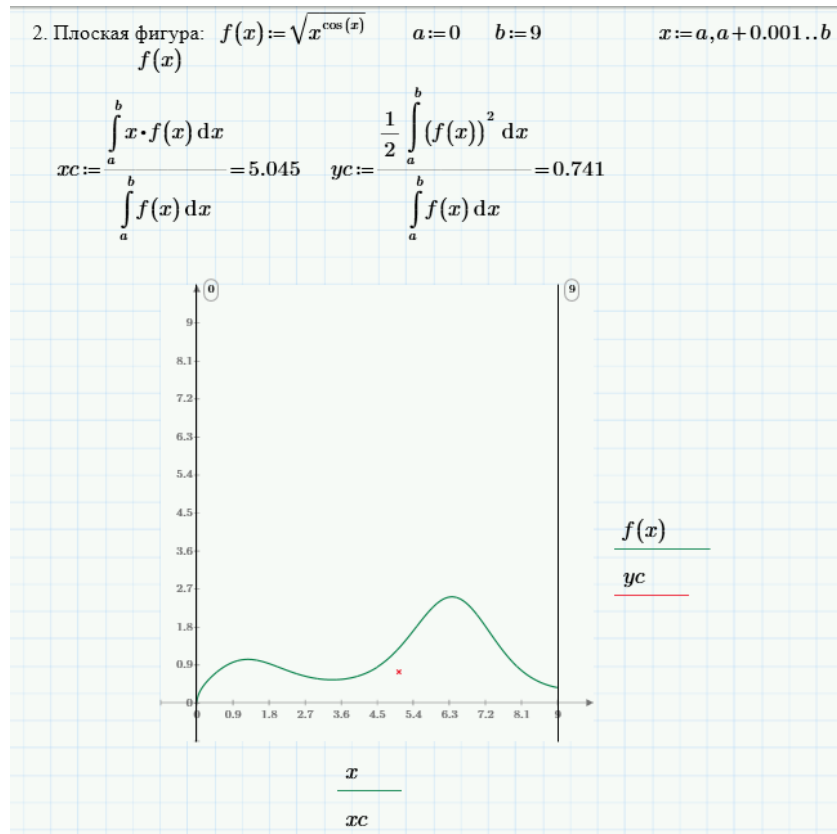


Рис. 7. Определение центра тяжести плоской фигуры в MathCAD Prime 3.1





совместной системы линейных неравенств с двумя и тремя переменными. Пусть, кроме того, задана линейная функция  $L = c_1x_1 + c_2x_2 + c_0$ . Найдем среди множества точек  $(x_1; x_2)$  из области решений (многоугольника решений) совместной системы неравенств такие, которые придают заданной линейной функции наибольшее (наименьшее) значение. Для каждой точки плоскости функция  $L$  принимает фиксированное значение  $L = L_1$ . Множество всех таких точек есть прямая  $c_1x_1 + c_2x_2 + c_0 = L_1$ , перпендикулярная вектору  $\vec{c} \{c_1, c_2\}$ , выходящему из начала координат. Если эту прямую передвигать параллельно самой себе в положительном направлении вектора  $\vec{c}$ , то линейная функция  $L = c_1x_1 + c_2x_2 + c_0$  будет возрастать, а в противоположном направлении — убывать. Пусть при движении прямой  $L$  в противоположном вектору  $\vec{c}$  направлении она впервые встретится с многоугольником решений в его вершине, тогда в этом положении прямая  $L$  становится опорной и на этой прямой функция  $L$  принимает наименьшее значение. При движении в положительном направлении прямая  $L$  пройдет через другую вершину многоугольника решений при выходе из области решений, и станет также опорной прямой  $L_2$ , на ней функция  $L$  принимает наибольшее значение среди всех значений, принимаемых на многоугольнике решений.

Таким образом, минимизация и максимизация линейной функции  $L = c_1x_1 + c_2x_2 + c_0$  на многоугольнике решений достигаются в точках пересечения этого многоугольника с опорными прямыми, перпендикулярными вектору  $\vec{c} \{c_1, c_2\}$ . Опорная прямая может иметь с многоугольником решений либо одну общую точку (вершина многоугольника), либо бесконечное множество точек (сторона многоугольника).

Аналогично, линейная функция трех переменных  $L = c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3 + c_0$  примет постоянное значение на плоскости, перпендикулярной вектору

$\vec{c} \{c_1, c_2, c_3\}$ . Наименьшее и наибольшее значение этой функции на многограннике решений достигаются в точках пересечения этого многогранника с опорными плоскостями, перпендикулярными вектору  $\vec{c} \{c_1, c_2, c_3\}$ . Опорная плоскость может иметь с многогранником решений либо одну общую точку (вершину многоугольника), либо бесконечное множество точек (это множество есть ребро или грань многогранника).

Рассмотрим практические задачи.

**Задача 1:** Предприятие имеет возможность приобрести не более 19 трехтонных автомашин и не более 17 пятитонных. Отпускная цена трехтонного грузовика — 400000 руб., пятитонного — 500000 руб. Предприятие может выделить для приобретения автомашин 14,1 млн. руб. Сколько нужно приобрести автомашин, чтобы их суммарная грузоподъемность была максимальной?

Составим математическую модель задачи. Пусть  $x_1$  — количество трехтонных автомашин,  $x_2$  — количество пятитонных. По условию задачи  $0 \leq x_1 \leq 19, 0 \leq x_2 \leq 17$ . На приобретение грузовиков необходима сумма  $400000x_1 + 500000x_2$ , при этом она должна удовлетворять неравенству  $400000x_1 + 500000x_2 \leq 14100000$ . Теперь введем целевую функцию — грузоподъемность автомашин  $L = 3x_1 + 5x_2$ . Таким образом, задача заключается в максимизации целевой функции  $L = 3x_1 + 5x_2$  при следующих ограничениях:

$$\begin{cases} 400000x_1 + 500000x_2 \leq 14100000 \\ 0 \leq x_1 \leq 19 \\ 0 \leq x_2 \leq 17 \end{cases}$$

Решим эту задачу графическим методом (рис. 1). Построим область допустимых решений задачи, задаваемую следующими прямыми:

$$\begin{aligned} 400000x_1 + 500000x_2 &= 14100000 \text{ (I)}, \\ x_1 &= 19 \text{ (II)}, \\ x_2 &= 17 \text{ (III)}. \end{aligned}$$

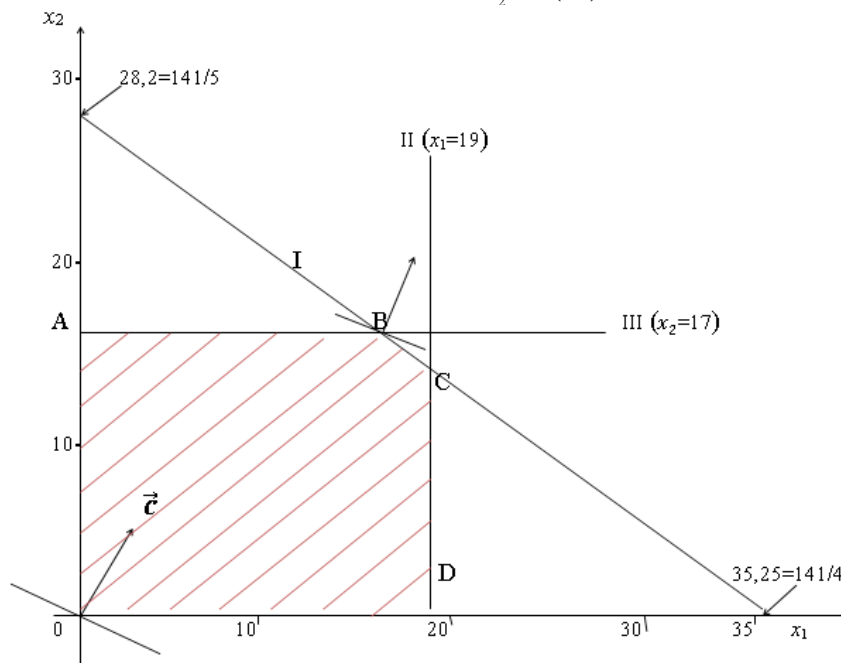


Рис. 1. Графическое решение задачи 1

Область решений — многоугольник ABCDO, в одной из вершин которого достигается максимум функции. Построим линию уровня  $3x_1 + 5x_2 = 0$  и вектор  $\vec{c}(3; 5)$ . Будем передвигать линию уровня, пока она не выйдет из многоугольника ABCDO, что произойдет в точке В с координатами (14;17). В этой точке функция принимает максимальное значение, равное 127. Чтобы достичь этого значения грузоподъемности, нужно приобрести 14 трехтонных и 17 пятитонных грузовиков.

**Задача 2:** Предприятие выпускает два вида продукции: А и Б. На изготовление единицы продукции вида А требуется затратить 2 кг сырья первого типа, 3 кг сырья второго типа, 5 кг сырья третьего типа. На изготовление единицы продукции вида Б требуется затратить 5 кг сырья первого типа, 4 кг сырья второго типа, 3 кг сырья третьего типа. Производство обеспечено сырьем каждого типа в количестве 432 кг, 424 кг, 582 кг соответственно. Рыночная цена единицы продукции вида А составляет 34 тыс. руб., а единицы продукции вида Б — 50 тыс. руб. Какое количество продукции вида А и вида Б необходимо выпустить для получения максимальной выручки?

**Решение:** Пусть  $x_1, x_2$  — необходимое для получения максимальной выручки количество продукции вида А и вида Б.

Тогда с учетом ограничений на сырье можно записать следующую систему неравенств:

$$\begin{cases} 2x_1 + 5x_2 \leq 432 \\ 3x_1 + 4x_2 \leq 424 \\ 5x_1 + 3x_2 \leq 582 \\ x_1 \geq 0 \\ x_2 \geq 0 \end{cases}$$

Последние два условия записаны по смыслу задачи — количество продукции не может быть отрицательной величиной.

Целевая функция, выражающая получаемую от реализации продукции выручку:

$$L = c_1x_1 + c_2x_2 = 34x_1 + 50x_2$$

Нужно найти максимум  $L$ . Построим в системе координат  $x_1Ox_2$  соответствующие неравенствам граничные прямые (рис. 2):

$$\begin{cases} 2x_1 + 5x_2 = 432 & (1) \\ 3x_1 + 4x_2 = 424 & (2) \\ 5x_1 + 3x_2 = 582 & (3) \end{cases}$$

Найдем координаты точек, через которые проходят прямые:

$$(216; 0) \text{ и } (0; 86,4) \quad (1)$$

$$(141,3; 0) \text{ и } (0; 106) \quad (2)$$

$$(116,4; 0) \text{ и } (0; 194) \quad (3)$$

Решением каждого неравенства системы ограничений является полуплоскость, содержащая граничную прямую и расположенная по одну сторону от нее.

Областью допустимых решений является фигура ABCOE.

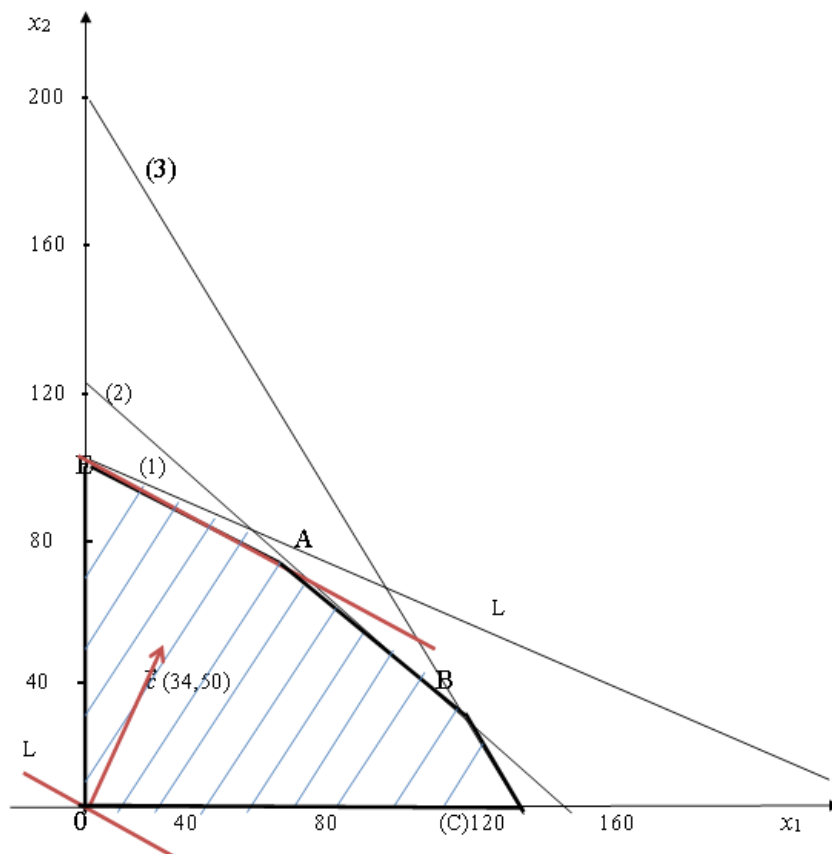


Рис. 2. Графическое решение задачи 2

Строим вектор целевой функции  $\vec{c} \{c_1, c_2\} = \vec{c} \{34, 50\}$ , координаты которого  $c_1$  и  $c_2$  равны коэффициентам целевой функции. Перпендикулярно к нему проводим линию уровня.

Далее перемещаем линию уровня в направлении вектора  $\vec{c} \{34, 50\}$ , пока она не выйдет из области допустимых решений в некоторой крайней точке. Координаты этой точки и будут являться решением. В нашем случае условию максимизации соответствует точка А. Координаты точки А находим, решив систему уравнений (1) и (2):

$$\begin{cases} 2x_1 + 5x_2 = 432 & (1) \\ 3x_1 + 4x_2 = 424 & (2) \end{cases}$$

$$\text{Решение системы: } \begin{cases} x_1 = 56 \\ x_2 = 64 \end{cases}$$

При этом максимум целевой функции будет равен:

$$L = 34x_1 + 50x_2 = 34 \times 56 + 50 \times 64 = 5104 \text{ тыс. руб.}$$

Таким образом, необходимо выпускать 56 изделий вида А и 64 изделия вида Б. При этом будет обеспечена максимальная выручка от реализации изделий, которая составит 5 млн. 104 тыс. руб.

**Заключение.** Метод линейного программирования при решении текстовых задач графически имеет следующий алгоритм:

- записать систему неравенств и выражение для целевой функции;
- построить область допустимых решений на графике;
- построить вектор целевой функции и найти на области решений точку, соответствующую условию задачи;
- найти решение.

Метод может быть использован при решении текстовых задач ЕГЭ, имеющих экономическое содержание.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Шикин, Е.В., Чхартишвили А.Г. Математические методы и модели. — М., Издательство «КДУ», 2009, 440 с.
2. Садовничий, Ю.В. ЕГЭ. Математика. Решение задач и уравнений в целых числах. — М., Издательство «Экзамен», 2015, 126 с.
3. Решение задачи линейного программирования графическим методом [Электронный ресурс]. URL: [www.Mathburo.ru](http://www.Mathburo.ru) (дата обращения 15.04.2017).



# ИНФОРМАТИКА

## Устройство для автоматического полива растений на платформе Arduino

Денисов Степан Юрьевич, учащийся 10 класса;

Научный руководитель: Симаков Егор Евгеньевич, учитель математики, информатики и ИКТ  
МБОУ Лицей № 1 г. Южно-Сахалинска

Домашние растения являются не только украшением в квартире. Они выделяют во внешнюю среду кислород, устраняют запыленность помещений, а также обезвреживают витающие в воздухе токсичные примеси. Поэтому так важно, чтобы растение всегда оставалось здоровым, а для этого нужно правильно его поливать. Очень часто недобросовестные хозяева не знают, как правильно это делать, или попросту забывают. Такая безответственность приводит к всевозможным болезням растений. Данная статья посвящена изучению вопросов, связанных с разработкой роботизированных устройств на платформе Arduino Uno, в том числе устройства, способного обеспечивать растения водой в зависимости от его вида и от условий среды.

**Ключевые слова:** робототехника, программирование, Arduino, автополив

**Цель исследования:** определить факторы окружающей среды, влияющие на растения. Разработать систему полива растений, позволяющую автоматизировать процесс их выращивания.

**Задачи исследования:**

1. Проанализировать специальную литературу, изучить основные принципы робототехники, а также особенности построения роботизированных устройств на базе плат семейства Arduino и их модулей.
2. Изучить биологическую сторону вопроса, т. е. потребности растений, особенности их биологического ритма.
3. Разработать устройство для автоматического полива растений и алгоритм его работы. Проверить работу устройства на практике.

**Платформа Arduino UNO. Платы расширения, сенсоры и датчики**

Arduino — это аппаратная платформа, которая содержит простой интерфейс ввода-вывода и поддерживает среду разработки, реализующую открытый язык программирования Processing. Arduino может служить основой для автономных устройств или может работать под управлением ПО, установленного на компьютере. Под торговой маркой Arduino выпускается несколько плат с микроконтроллером и платы расширения («шилдов»). Arduino-совместимые платы спроектированы таким образом, чтобы их можно было при необходимости расширять, добавляя в устройство новые ком-

поненты. Микроконтроллеры для Arduino отличаются наличием предварительно прошитого в них загрузчика (bootloader), с помощью которого программа загружается в микроконтроллер без использования отдельных аппаратных программаторов. Порты ввода-вывода микроконтроллеров оформлены в виде штыревых линеек. Программисту доступны некоторые специальные возможности портов ввода-вывода микроконтроллеров, например, широтно-импульсная модуляция (ШИМ), аналогово-цифровой преобразователь (АЦП), интерфейсы UART, SPI, I2C.

Практическая часть в рамках данного исследования реализована на основе платы Arduino Uno. Она выполнена на базе процессора ATmega с тактовой частотой 16 МГц, обладает памятью 32кБ.

Для подключения необходимых датчиков в рамках исследования использована плата расширения Troyka Shield. Данный «шилд» позволяет подключать большое количество модулей и сенсоров через стандартные 3-проводные шлейфы. Troyka Shield может взаимодействовать с огромным количеством различных датчиков и сенсоров, которые можно классифицировать по различным признакам:

- по назначению: существуют сенсоры для измерения температуры, расстояния, вибрации, звука, влажности, движения, магнитного поля и многие другие;
- типу сигнала: некоторые передают сигнал в виде переменного напряжения (аналоговые), некото-

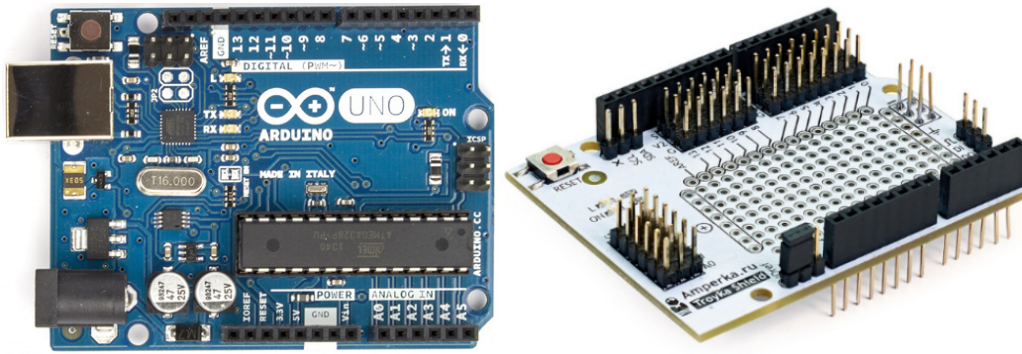


Рис. 1. Платформа Arduino Uno и Troyka Shield

рые в виде последовательности низкого и высокого напряжения (цифровые), другие меняют собственное сопротивление. Тип сигнала определяет, как физические показания проецируются на электрические величины;

- по протоколу: он определяет, как принимающая сторона должна интерпретировать передаваемый сенсором сигнал, чтобы получить значение измеряемой величины. Для одних сенсоров измеряемая величина прямо пропорциональна передаваемому напряжению, другие передают только «да / нет», третьи передают свои показания в виде последовательности бит. Протокол у каждого сенсора свой и определяется производителем датчика;
- по способу подключения: большое количество сенсоров легко подключаются по трём проводам; другие сенсоры имеют контакты, подходящие для подключения через breadboard — специальной макетной платы для прототипирования.

Чтобы соединить сенсор с Arduino и начать считывать его показания, нужно:

- определить тип сигнала сенсора: аналоговый, цифровой, сопротивление;
- физически подключить сенсор к Arduino (по 3 проводам или через breadboard);
- определить протокол передачи данных;
- разработать алгоритм для получения и обработки сигнала.

Рассмотрим более подробно датчики, используемые в данном проекте.

**1. Датчик влажности почвы** — простой в устройстве датчик для определения влажности земли, в которую он погружен. Он позволяет узнать о недостаточном или избыточном поливе растений. Принцип работы датчика следующий. Между двумя электродами создается небольшое напряжение. Если почва сухая, сопротивление велико и ток будет меньше. Если земля влажная — сопротивление меньше, ток — чуть больше. По итоговому аналоговому сигналу можно судить о степени влажности. Контактные поверхности датчика покрыты золотом, чтобы предотвратить пассивную коррозию, когда датчик выключен. Избавиться от электролитической коррозии, вызванной протекающим током, невозможно, поэтому датчик в разрабатываемом устройстве будет запитан через ключ, т. е. будет включаться только на время измерений.

Сенсор при работе потребляет ток около 35 мА. Напряжение питания 3,3–5 В. Возвращаемый сигнал при питании от 5 В: 0–4,2 В. Отобразив эти значения на 10-битный диапазон, можно воспользоваться следующими приближениями:

- 0–300: сухая почва
- 300–700: влажная почва
- 700–950: датчик в воде

Для вывода показаний датчика используется четырехразрядный индикатор.

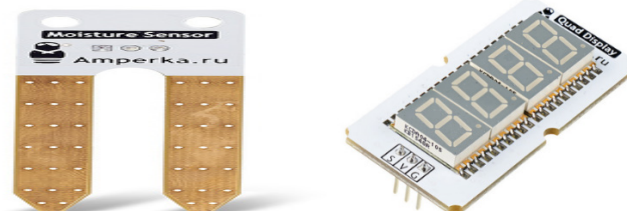


Рис. 2. Датчик влажности почвы и четырехразрядный индикатор

**2. Датчик освещенности.** Модуль выполнен на основе фоторезистора GL5528. С датчиком уровня освещенности устройство сможет отличить день от ночи, солнечную погоду от пасмурной, тень от света. Результатом является аналоговый сигнал. Выходное напряжение датчика обратно пропорционально интенсивности пада-

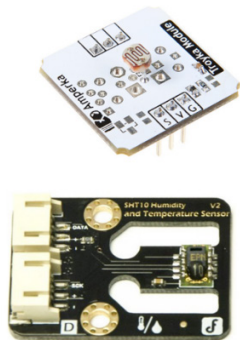
ющего света. Датчик подключается к управляющей электронике через 3 провода.

**3. Датчик температуры и влажности SHT1x.** Сенсор SHT1x для измерения температуры и относительной влажности окружающего воздуха — точный, компактный, стабильный и энергоэффективный датчик. Датчик



подключается к управляющей электронике через 2 шлейфа по 3 провода. Данные и температуры, и влажности поставляются по сигнальным проводам в виде синхронного цифрового сигнала. Это позволяет передавать данные на расстояние до 20 м. Характеристики:

- Диапазон температур:  $-40 \dots +128 \text{ }^\circ\text{C}$
- Погрешность температуры:  $\pm 0,3 \text{ }^\circ\text{C}$  (при  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ )



- Диапазон влажности: 0–100%
- Погрешность влажности:  $\pm 2\%$  (при влажности 10–90%)

Для осуществления непосредственного полива растения по результатам проведенных измерений в устройстве используется *погружная помпа*. Для управления помпой с микроконтроллера используется силовой ключ.

Рис. 3. Датчики освещенности, температуры и влажности SHT1x и погружная помпа

### Анализ влияния различных факторов на алгоритм работы устройства для автоматической поливки растений

Для разработки адаптивного алгоритма работы устройства необходимо учитывать различные факторы окружающей среды, которые прямо или косвенно влияют на растение.

- **Время года.** В жаркие весенние и летние дни растению нужно много воды. А вот осенью и зимой, когда температура снижается, много воды не требуется. Когда температура повышается или понижается относительно комнатной (относительно  $24 \text{ }^\circ\text{C}$ ), автополивальщик должен зафиксировать это и изменить частоту полива.
- **Время суток.** Растения лучше поливать утром, когда активно идет фотосинтез, чтобы излишняя влага могла испариться в течение дня. При вечернем поливе растение остается во влажном состоянии всю ночь, а понижение температуры способствует развитию опасных грибков-вредителей.
- **Влажность воздуха.** Растения способны поглощать влагу из воздуха с помощью листьев. При недостатке влаги в воздухе нужно опрыскивать листья водой (не относиться к растениям с опущенной листовой пластиной).
- **Влажность почвы.** Учитывается для того, чтобы не залить растение.
- **Кислотность почвы.** Для благоприятного произрастания одних растений нужна подкисленная почва, а для других — более щелочная.
- **Вид растения.** Для того, чтобы проверить работа на практике, мы взяли 3 абсолютно разных вида растения: пеларгония, толстянка и кактус.

Особенности полива некоторых растений:

1. **Пеларгония** предпочитает тепло и солнце, не любит обильные поливы, страдает от попадания влаги на листья. Не требуется опрыскивание. При высокой влажности обильной поливки не требует. В жаркую погоду нужно поливать 3–4 раза в неделю. В зимний период достаточно 1–2 раз в месяц.
2. **Толстянка** не переносит больших перепадов температур и жару. Благодаря своим листьям способен накапливать влагу. Весной и летом поливать 3 раза в неделю, при обильной влажности — 2 раза. Зимой достаточно 1–2 раз в месяц.
3. **Кактус.** Благоприятно переносит жару, поэтому в весенне-летний период достаточно поливать 2–3 раза в неделю. Зимой достаточно 1 раза в месяц. При этом полив лучше осуществлять в утренние или вечерние часы. В дождливые и пасмурные дни полив не нужен (влаги достаточно в воздухе).

### Проектирование устройства для автоматической поливки

Для создания устройства для автоматического полива растений использовались описанные выше плата Arduino Uno, Тройка Shield, а также датчики влажности и температуры SHT1x, освещенности в влажности почвы. Для вывода текущего уровня влажности почвы применен четырехразрядный индикатор. В качестве вспомогательных элементов при подключении датчиков были использованы силовой ключ и нажимной клемник. Сам полив осуществляется с помощью погружной помпы. Процесс сборки устройства можно разбить на несколько этапов:

4. Установка Тройка Shield на плату Arduino Uno. Проблем на данном этапе не возникло, т. к. «шилд» полностью совместим с платформами Arduino.
1. Подключение датчиков. Все описанные выше сенсоры выполнены в виде специальных Тройка-модулей,

что упрощает их подключение к «шилду». Для этого используются трехпроводные шлейфы. Контакты для подключения соединены с линиями управляющей платы следующим образом:

- сигнал (S) — с соответствующим цифровым или аналоговым пином;
- питание (V) — с рабочим напряжением;
- земля (G) — с землёй.

Подключение модулей осуществлялось в следующем порядке:

- дисплея к 3 цифровому пино;
- силового ключа к 4 цифровому пино;
- помпы с помощью клемника и силового ключа к

GND и 5V;

- датчика влажности почвы к 0 аналоговому пино (A0);
- датчика влажности и температуры SHT1x к 10 и 11 цифровым пином;
- датчика освещенности ко 2 аналоговому пино (A2).

2. Сборка корпуса. Для этого использовались специальные пластины «Структора». Это решётчатый конструктор для быстрой сборки корпусов и механических узлов устройства. «Структор» разработан и выпускается компанией «Амперкой». Изготовлены детали из 5 мм вспененного ПВХ.

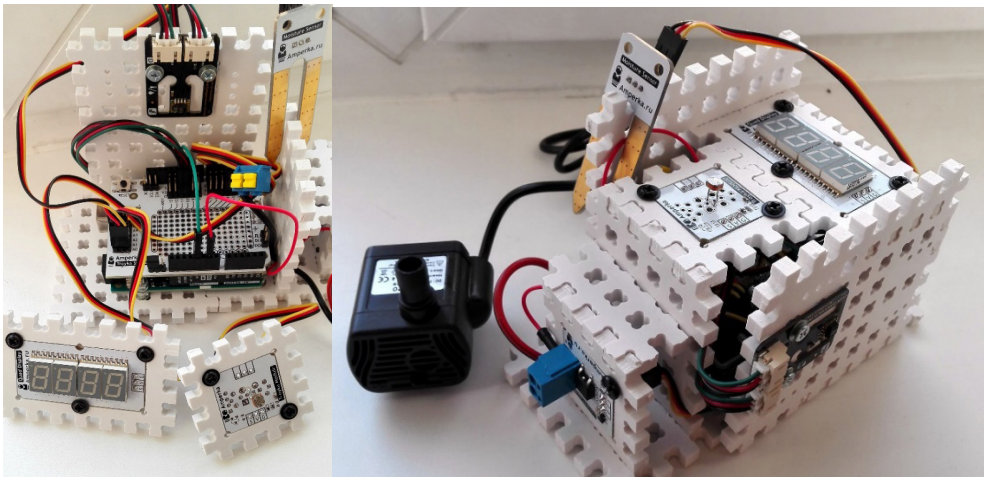


Рис. 4. Подключение датчиков к устройству (фото слева); устройство в сборке (фото справа)

#### Алгоритм работы устройства для автоматической поливки

Следующим шагом стало программирование устройства. Для этого использовалась специальная среда Arduino IDE. Алгоритм разрабатывался для полива кактусов. Общая идея алгоритма была следующей:

- программно подключить датчики к платформе;
- настроить режим работы датчиков;
- снимать показания последовательно с датчиков, текущий уровень влажности почвы вывести на дисплей, сохранив показания для дальнейшего использования;
- для осуществления контроля работы устройства показания всех датчиков можно вывести в специальный монитор порта;
- проверить сколько времени прошло с момента последнего полива и, если это позволяют условия внешней среды, произвести полив.

Для работы с датчиками использовались следующие библиотеки: QuadDisplay. h (для работы с дисплеем, SHT1x. h (для работы с датчиком влажности и температуры SHT1x).

Далее приведен полный скетч работы устройства:

```
#include «QuadDisplay. h»
#include <SHT1x. h>
#define dataPin 10
#define clockPin 11
SHT1x sht1x (dataPin, clockPin);
```

```
#define DISPLAY_PIN 3
#define POMP_PIN 4
#define HUMIDITY_PIN A0
#define LUM_PIN A2
```

```
// минимальный и максимальный порог влажности
// почвы
```

```
#define HUMIDITY_MIN 250
#define HUMIDITY_MAX 700
```

```
// интервал между проверкой на полив растения (для
// кактуса летом — 24 часа)
```

```
#define INTERVAL 86400000
```

```
unsigned int humidity = 0;
unsigned long waitTime = 0;
```

```
void setup (void)
{
  Serial. begin (9600);
  pinMode (DISPLAY_PIN, OUTPUT);
  pinMode (POMP_PIN, OUTPUT);
  displayInt (DISPLAY_PIN, 0);
}
```

```
void loop (void)
{
  float temp_c;
```

```

float humidity_air;
// считываем показания с SHT1x
temp_c = sht1x.readTemperatureC ();
humidity_air = sht1x.readHumidity ();

// считываем уровень освещённости (чем темнее, тем
// больше значение)
int lightness = analogRead (LUM_PIN);

// считываем текущее показания датчика влажности
// почвы
int humidityNow = analogRead (HUMIDITY_PIN);

if (humidityNow!= humidity) {
humidity= humidityNow;
displayInt (DISPLAY_PIN, humidityNow);
}

Serial.print («Temperature: «); Serial.print (temp_c); Serial.println («C»);
Serial.print («Humidity_air: «); Serial.print (humidity_air); Serial.println («%»);
Serial.print («Lightness: «); Serial.println (lightness);
Serial.print («Humidity_earth: «); Serial.print (humidity);
Serial.println («\n»);
delay (3000);

// если прошёл заданный интервал времени, значения
// датчика влажности меньше допустимой границы и выполнены другие условия, включаем помпу на 2 сек
if ( (waitTime == 0 || millis () — waitTime > INTERVAL)
&& humidity < HUMIDITY_MIN && lightness > 500 &&
humidity_air < 90) {
digitalWrite (POMP_PIN, HIGH);
delay (2000);
digitalWrite (POMP_PIN, LOW);
waitTime = millis ();
}
}

```

### Заключение

В ходе исследования были изучены особенности выращивания некоторых комнатных растений, факторы окружающей среды, влияющие на развитие. Полученные

данные были учтены при разработке алгоритма работы устройства. Разрабатываемое устройство предназначено для использования в быту, поэтому в данной конструкции используется только один датчик влажности и одна погружная помпа. Однако, если необходимо осуществлять автоматический полив сразу нескольких растений, то можно добавить необходимое количество узлов. Кроме того, есть и другой вариант «масштабирования» — подключить к выводящему шлангу помпы более длинный шланг и расположить его между грядками, проделав отверстия. Существуют и другие направления модификации данной модели:

- Проблема запаса воды в резервуаре. Если необходимо оставить устройство работающим на длительный срок без присмотра, то необходимо позаботиться о том, чтобы вода в резервуаре не закончилась. Например, можно для этого добавить систему опустошения резервуара с водой с помощью дополнительного датчика влажности или ультразвукового дальномера (для глубокой емкости).
- Снижение уровня энергопотребления. В данном проекте устройство можно питать только от сети. Но это не безопасно. Выходом может являться использование Arduino Mini, способного в режиме сна снижать потребляемый.
- Возможность «горячей замены» растения, т. е. способность устройства подстраивать время полива и другие факторы исходя из вида растения без перепрошивки. Этого можно достичь с помощью мембранной клавиатуры, которая позволит выбирать одну из заранее заданных программ полива.

Однако, несмотря на перечисленные возможности усовершенствования, цели исследования были достигнуты. Можно сделать вывод, что, имея определенный «багаж» знаний в области проектирования и программирования роботизированных устройств, а также умея решать прикладные задачи в различных областях жизнедеятельности человека, можно разрабатывать различные устройства, способные помочь человеку в быту и на производстве. В частности, разработанное устройство способно облегчить выращивание как комнатных растений, так и сельскохозяйственных культур. Работа по изучению и применению на практике роботизированных устройств будет продолжена.

### ЛИТЕРАТУРА:

1. Банци, М. Arduino для начинающих волшебников. — М.: Рид Групп, 2012.
2. Блум, Д. Изучаем Arduino. — СПб.: БХВ-Петербург, 2015.
3. Монк, С. Програмируем Arduino. Основы работы со скетчами. — СПб.: Питер, 2016.
4. Петин, В. А. Проекты с использованием контроллера Arduino. — СПб.: БХВ-Петербург, 2014.
5. Sommer, У. Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freduino. — СПб.: БХВ-Петербург, 2012.
6. Амперка. Вики [Электронный ресурс]. URL: <http://wiki.amperka.ru/> (Дата обращения: 12.02.2017 г.)
7. Информационный портал Arduino.ru [Электронный ресурс]. URL: <http://arduino.ru/> (Дата обращения: 10.12.2016 г.)

# IT-технологии в маунтинбайке. Проект Spotmap

*Решетняк Владислав Павлович, студент;*

**Научный руководитель: Фролов Виталий Николаевич, преподаватель**  
Казанский национальный исследовательский технологический университет

*Данная статья описывает один из многих способов использования информационных технологий в спортивной среде, а в частности, в велоспорте. В современном мире портативные устройства являются незаменимыми помощниками в обыденных делах, и, как ни странно, они не обошли наши увлечения. Здесь будет рассказано о том, что такое маунтинбайк, как создавался сервис Spotmap и до каких масштабов он развит сейчас, технические аспекты работы и обслуживания сервиса, а также о нынешнем состоянии и развитии велоспорта в городе Казани.*

**И**так, что же такое маунтинбайк? Маунтинбайк — это спортивная дисциплина, имеющая множество подкатегорий и может подразумевать под собой как простую гонку на время по пересеченной местности, так и выполнение трюков, парные заезды по подготовленной трассе или спуск по грубому естественному ландшафту, и всё это на специальных горных велосипедах. Сами велосипеды для маунтинбайка делят общие черты с обычными велосипедами, но включают различные особенности, которые нужны для достижения лучших характеристик при использовании в своей дисциплине.

Сам маунтинбайк обычно делится на многочисленные категории, в основе своей это: кросс-кантри, трейл, эндуро, даунхилл, фрирайд и дерт. Каждая из категорий требует особой техники прохождения трассы, начального и последующего уровня подготовки, экипировки и снаряжения, а также непосредственно велосипеда. В плане уровня подготовки, в первую очередь важен контроль над байком, физическая сила, выносливость, баланс, а также уверенность и адекватность. Профессиональные райдеры имеют все эти навыки, что позволяет им брать как сложные подъемы, так и опасные скоростные спуски, или выполнять различные трюки на специально подготовленных трамплинах.

Так, что касается маунтинбайка в целом мы выяснили, но как насчет практики, и как обстоят дела Казани? Так вот, развитием экстремального велоспорта в нашем городе в основе своей занимаются сами велоспортсмены, а также клуб «Экстрим Фактор». И если с велосипедистами всё понятно, как говорится «кому надо — тот и строит», то что это за клуб? Итак, «Экстрим фактор» — клуб любителей экстремальных и современных видов спорта, таково их позиционирование. Род деятельности: развитие и популяризация экстремальных видов спорта. Оказываемые услуги: организация фестивалей, соревнований, спортивного досуга. Данный клуб существует уже достаточно давно и на их счету уже большое количество проведенных мероприятий, связанных с экстремальными и современными видами спорта в целом. Не углубляясь во всю деятельность, хотелось бы остановиться именно на велоспорте. Благодаря им, в Казани проводится значительное количество соревнований, связанных с маунтинбайком, а также для местного спота (место для катания) присвоен официальный статус, то есть его уже не толь-

ко не снесут, но администрация Советского района ещё и предоставляет определенную помощь в строительстве трассы. На самом деле это весьма значимое достижение, так как до этого момента было несколько случаев, когда в следствие тех или иных работ наши трамплины приходили в негодность, а теперь есть уверенность и стремление развиваться дальше.

Как ни странно, IT-технологии не обошли стороной маунтинбайк, ведь здесь есть довольно большое поле для введения новых разработок. На данный момент существует ряд программ, созданных специально для велоспортсменов, многие из которых служат для тренировок, отслеживания маршрутов, ведения графиков и данных, соревнования между велосипедистами, а также различные программы для конфигурирования комплектующих велосипеда под определенный рельеф и трассу. И немного стороной обойден вопрос о поиске мест для катания, так называемых «спотах». Всего в мире существует пара сайтов подобного направления, из которых более-менее широко известен всего 1 — американский сайт trailforks. В России же до определенного времени таких сайтов или приложений не было вообще, а найти спот в каком-либо городе можно было только узнавая у местных райдеров, либо найдя соответствующее сообщество в социальной сети. Но время идет, российский маунтинбайк развивается, все больше людей начинают заниматься велоспортом и соответственно с новыми силами начинает строиться еще больше спотов. В связи с этим, командой администрации велосообщества RollAllDay было принято решение создать проект Spotmap. Что же такое spotmap? В переводе с английского, оно переводится как «карта спотов», что примерно и обозначает его функционал. На данный момент составляющими этого проекта является отдельный сайт и приложения для смартфонов под управлением актуальных операционных систем, таких как Android, iOS, WP. Помимо того есть сообщество в социальной сети, где публикуются новые споты, анонсы соревнований, а также интервью с организаторами наиболее крупных спотов; также при сотрудничестве с велопорталом Twentysix организована интеграция карты на сайт. И совсем недавно представительство RedBull также заинтересовалось спотмапом, и после переговоров на официальном сайте также появилась статья о проекте Spotmap и налажена интеграция карты на сайт.



Что из себя представляет Spotmap сейчас? На данный момент это развивающийся проект, который в виду последних тенденций занимается не только местами катания на велосипеде, а также включает в себя площадки для скейтборда, вейкборда, роликов, беговелов, самокатов. На данный момент начинает заполняться раздел с зимними видами спорта — горные лыжи и сноуборд. Для каждого вида есть свой фильтр по дисциплинам. Помимо этого, для наибольшей информативности на сайте (как и в приложении) есть переключатель вида отображаемой карты, на выбор Google maps, Yandex maps, OpenStreet-Maps. Далее стоит отдельно рассмотреть предоставляемую информацию о спотах. При нажатии на метку на карте, открывается карточка спота. В ней указывается абсолютно вся необходимая информация, в первую очередь это правила нахождения на трассе, после чего идет словесное описание проезда до места основанное на значительных ориентирах и общее описание спота, далее показывается точная географическая метка начала трассы или центра площадки. Помимо этого, в карточке предоставляется информация о социальной активности спота, будь то сообщество вконтакте, аккаунт в твиттере или инстаграме и разделы на соответствующих форумах и сайтах. Далее располагаются видеозаписи с трассы, кнопка «поддержать спот» и пиктограммы видов спорта, на которые ориентирована трасса. Также с недавнего времени введена новая функция с названием «пульс», которая показывает активность спота, а если точнее, то сколько человек посетило его за последние 4 часа, что позволит выбрать подходящую трассу для катания с другими райдерами.

В мобильных приложениях и адаптированной версии сайта под портативные устройства весь функционал реализован в полной мере, что ни в коем случае не ограничивает райдера в поиске подходящих трасс. Помимо того есть оптимизация под любое разрешение и диагональ дисплея, а также под производительность устройства, обеспечивая плавную и стабильную работу даже на маломощных смартфонах.

Что касаясь активности проекта Spotmap, то на сегодняшний день месячное количество посетителей сайта и приложений составляет 15000 человек. Установок мобильных приложений уже более 10000 раз. Количество добавленных спотов на сайт — более 1000, включая не только Российские, но и ближних стран.

Работа сайта и его функционал обеспечивается с помощью целого комплекса новых решений, технических средств и методов программирования, а всё ради стабильной и быстрой работы. Перейдем к разбору технической части.

Изначально, стоит отметить, что Spotmap — это сервис. Данный проект подразумевает не только сайт, но и серверную часть к которой по API обращаются мобильные приложения.

API (интерфейс программирования приложений) — набор готовых классов, процедур, функций, структур и констант, предоставляемых приложением (библиотекой, сервисом) или операционной системой для использования во внешних программных продуктах. Используется программистами при написании приложений. [1]

Базовое функционирование сайта обеспечивается благодаря nginx. Nginx [engine x] — это HTTP-сервер и обратный прокси-сервер, почтовый прокси-сервер, а также TCP/UDP прокси-сервер общего назначения. Уже длительное время он обслуживает серверы многих высоконагруженных российских сайтов. [2] Nginx в целом является довольно простым, быстрым и надежным сервером, который не перегружен лишним функционалом, а область его применения целесообразна в первую очередь для статических веб-сайтов. Используя nginx как веб-сервер, мы имеем достаточно много плюсов и обширный функционал, присутствующий здесь в нативном виде. Впрочем, использование его также в немалой мере обусловлено тем, что он также отлично выполняет роль фронтэнда в высоконагруженных проектах. Данный веб-сервер умеет обслуживать статические запросы, индексные файлы, автоматически создавать списки файлов и кеш дескрипторов открытых файлов. Также во встроенных функциях есть акселерированное проксирование без кэширования, простое распределение нагрузки и отказоустойчивость, поддержка кеширования и FastCGI. Помимо этого, нельзя не упомянуть модульность, фильтры, в том числе сжатие (gzip), byte-ranges (докачка), chunked ответы, HTTP-аутентификация, SSI-фильтр. А ещё параллельная обработка нескольких подзапросов на одной странице, обрабатываемая через FastCGI или прокси, поддержка SSL и экспериментальная поддержка встроенного Perl. То есть помимо того, что мы получаем простой, быстрый, не нагруженный веб-сервер, так ещё и получаем достаточно много встроенных функций, за которые на другом веб-сервере отвечали бы ещё пара-тройка отдельных решений, что явно не положительно отразилось бы на производительности и скорости работы. Ещё стоит упомянуть, что вследствие использования в разработке сайта Ruby On Rails, на nginx установлен Phusion Passenger. Данная связка по итогу обеспечивает максимальную производительность относительно других вариантов сборок веб-серверов и ruby-сервера.

Также стоит своего упоминания в работе сайта Ruby on Rails — это полноценный, многоуровневый фреймворк для построения веб-приложений, использующих базы данных, который основан на архитектуре Модель-Представление-Контроллер (Model-View-Controller, MVC). Динамичный AJAX-интерфейс, обработка запросов и выдача данных в контроллерах, предметная область, отраженная в базе данных, — для всего этого Rails предоставляет однородную среду разработки на Ruby. [3] Все, что необходимо для начала — база данных и веб-сервер. Rails используют все — от стартапов и некоммерческих организаций до крупного бизнеса. Rails — это прежде всего инфраструктура, поэтому среда великолепно подходит для любого типа веб-приложений, будь это программы для организации совместной работы, поддержки сообществ, электронного бизнеса, управления содержанием, статистики, управления и т. д. [3] Но функционал Ruby on Rails вряд ли можно было бы использовать без фреймворка, коим выступает Phusion Passenger — сервер приложений, поддерживающий Ruby, Python и Node.js, изначально создававшийся исключительно для интеграции в Apache и Nginx, но позже модифицированный до возможности запуска самостоятельных приложений



без использования внешнего веб-сервера. Максимальную свою производительность он показывает в связке Nginx+RoR, а потому и был выбран в качестве сервера приложения для проекта Spotmap.

В качестве базы данных используется PostgreSQL — это мощная объектно-реляционная система управления базами данных с открытыми исходными текстами. Она разрабатывается на протяжении более 15 лет и улучшает архитектуру, чем завоевала репутацию надежной, интегрируемой и масштабируемой СУБД. [4] Она запускается на всех основных платформах, включая Linux, UNIX (AIX, BSD, HP-UX, SGI IRIX, Mac OS X, Solaris, Tru64), и Windows. Она полностью соответствует ACID, имеет полную поддержку ключей, объединений, представлений, триггеров, и хранимых процедур (на разных языках). Помимо того значительными критериями, которые повлияли на выбор именно это БД являлось строгое соответствие стандарту SQL, а также легкая масштабируемость, особенно учитывая то, что количество спотов, информации и посетителей постоянно растёт.

Поскольку сайт сделан максимально интерактивно, он почти целиком представляет из себя JavaScript на основе современных JS-фреймворков AngularJS и jQuery. JavaScript (аббр. JS) — прототипно-ориентированный сценарный язык программирования. JavaScript обычно используется как встраиваемый язык для программного доступа к объектам приложений. Наиболее широкое применение находит в браузерах как язык сценариев для придания интерактивности веб-страницам. [5] Основные архитектурные черты: динамическая типизация, слабая типизация, автоматическое управление памятью, прототипное программирование, функции как объекты первого класса. Современный JavaScript — это «безопасный» язык программирования общего назначения. Он не предоставляет низкоуровневых средств работы с памятью, процессором, так как изначально был ориентирован на браузеры, в которых это не требуется. Вероятно даже не требуется каких бы то ни было аргументов, за использование JS в проекте Spotmap. Мощное и современное средство разработки, направленность на создание интерактивности, а помимо того ещё и полная интеграция с HTML/CSS, отсутствие сложностей при реализации нужного функционала, а также поддержка всеми распространенными браузерами и то, что по умолчанию он всегда включен. Что уж говорить, когда даже непрограммисты знают про этот язык разработки, а используется он чуть ли не повсеместно. А благодаря HTML5 — возможности JS растут всё больше и приближаются к настольным приложениям. Далее стоит перейти к AngularJS — JS-фреймворк с открытым исходным кодом. Предназначен для разработки одностраничных приложений. Исходя из этого, браузер открывает только одну страницу и дополнительный контент подгружает уже по мере необходимости, что снижает нагрузку на сервер и экономит трафик. [6] В целом цель этого фреймворка — расширение браузерных приложений на основе MVC-шаблона, а также упрощение тестирования и разработки. Он расширяет и отлично взаимодействует с другими библиотеками. Любая особенность может быть изменена или заменена в соответствии с уникальным путем развития и потребностями приложе-

ния. Помимо того, сразу «из коробки» в AngularJS имеется значительный функционал, благодаря которому уходит значительно меньше времени на разработку приложений и модулей, а также несколько упрощает сам процесс. В числе вспомогательного функционала здесь присутствует шаблонизатор (template engine), который позволяет использовать встроенные команды для вывода данных, что позволяет избежать в дальнейшем нечитаемости кода. В не меньшей мере стоит отметить объектный подход для разработки, что подразумевает под собой более структурированный код, которым в последствие проще управлять и поддерживать, особенно учитывая постоянно пополняющийся функционал сервиса. И напоследок стоит отметить то, что за созданием AngularJS стоит компания Google, а это означает что поддержка этого фреймворка будет длиться довольно долгое время, и конечно же не стоит забывать о обширном комьюнити.

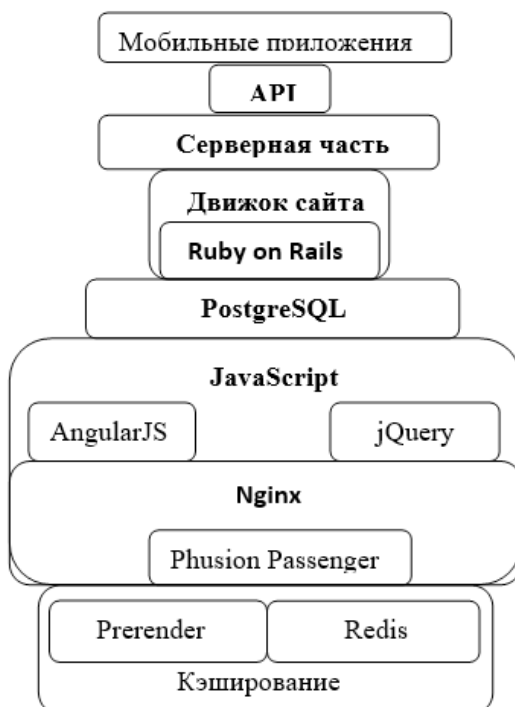
И конечно же, как не упомянуть jQuery — это библиотека JavaScript, фокусирующаяся на взаимодействии JavaScript и HTML. Библиотека jQuery помогает легко получать доступ к любому элементу DOM, обращаться к атрибутам и содержимому элементов DOM, манипулировать ими. [7] Также библиотека jQuery предоставляет удобный API для работы с AJAX. Для наибольшей информативности, стоит внести ясность насчет DOM и AJAX. Итак: DOM (от англ. Document Object Model — «объектная модель документа») — это не зависящий от платформы и языка программный интерфейс, позволяющий программам и скриптам получить доступ к содержимому HTML-, XHTML- и XML-документов, а также изменять содержимое, структуру и оформление таких документов. [8] AJAX, (Asynchronous Javascript and XML) — подход к построению интерактивных пользовательских интерфейсов веб-приложений, заключающийся в «фоновом» обмене данными браузера с веб-сервером. [9] В результате, при обновлении данных веб-страница не перезагружается полностью, и веб-приложения становятся быстрее и удобнее. И в очередной раз решение, использованное во благо удобства и увеличения скорости разработки. Концепция библиотеки такова, что наиболее общие задачи становятся тривиальными и не требуют монотонных действий, повышая общую эффективность развития технической части проекта Spotmap.

Стоит также не упускать на первый взгляд небольшой, но весьма значимый момент в работе сайта: кэширование — это один из способов оптимизации Web приложений. В любом приложении встречаются медленные операции (SQL запросы или запросы к внешним API), результаты которых можно сохранить на некоторое время. Это позволит выполнять меньше таких операций, а большинству пользователей показывать заранее сохраненные данные. [10] В нашем случае оно реализовано на нескольких уровнях: Во-первых кэшируются API запросы от JS части сайта и мобильных клиентов. Непосредственно средствами Nginx проху\_cache, ибо как было сказано выше, сам nginx обладает отличным нативным функционалом и работа с кэшем в нем реализована отлично. Да и в целом это позволяет сделать работу с сайтом более прозрачной, ведь при кэшировании пользователю не нужно использовать cookie-файлы с его данными. Во-вторых, сгенериро-

ванные при помощи Prerender страницы складываются в Redis, так как процесс их генерации весьма ресурсоемок. Также внесем чуть больше ясности насчет Redis. Итак, Redis (REmote DIctionary Server) — это нереляционная высокопроизводительная СУБД. Redis хранит все данные в памяти, где доступ к данным производится по ключу. Также как опция, копия данных может храниться на диске. Этот подход обеспечивает производительность, в десятки раз превосходящую производительность реляционных СУБД. [11] В комплексе из этого исходит идеальное быстроедействие — заранее сгенерированные страницы используются отдельной СУБД, скорость работы которой в разы выше, чем если бы они использовались обычной реляционной системой управления базами данных.

И напоследок нельзя обойти стороной поисковую выдачу. Веб-приложения или подобные сервисы без оптимизации под поисковые системы зачастую могут индексироваться неправильно, из-за чего теряется определенный процент новых посетителей, что немаловажно. В целом решение здесь примерно простое и технологичное. Выше было сказано про Prerender, настало время к нему вернуться. В целом сам сервис Prerender представляет из себя браузер без оболочки, способный генерировать из JS кода статичные html страницы, которые по итогу и передаются поисковым ботам. Простым языком описывая данный процесс можно сказать так, что без этого сервиса, поисковые системы видят JS сайты как набор тегов, что на поисковую выдачу влияет пагубно и не дает возможности найти сайт в поиске. А с подобным сервисом, JS код на сайте обрабатывается в готовые для хорошей поисковой выдачи страницы, такие какими их видит пользователь, и максимально оптимизированные для своей цели. По итогу благодаря этому сервис Spotmar можно легко найти в любой поисковой системе.

Что ж, в целом Spotmar с технической стороны выглядит таким образом. Резюмируя все вышесказанное стоит более наглядно привести всю архитектуру сервиса:



Итоговое устройство сервиса по факту ориентировано на максимальное быстроедействие, дабы не возникало даже малейших задержек работы с клиентской стороны. Использование множества фреймворков позволяет оперативно дополнять функционал сайта и оптимизировать его, делая это при том максимально эффективно. Вся система рассчитана на простую масштабируемость, учитывая постоянно растущий поток пользователей и нагрузки на аппаратную часть. Помимо этого, значительная роль в разработке уделена отказоустойчивости и защищенности. Максимальная нативная совместимость компонентов архитектуры сервиса позволяет избавиться от возможных просчетов при отладке. При проектировании Spotmar, приведенные требования были поставлены как обязательные, чего и получилось достичь в полной мере, и именно благодаря этому, с технической точки зрения, полученный результат приближен к идеальному.

Итак, от участия информационных технологий в маунтинбайке, мы переходим к практической части — что представляет из себя велоспорт в Казани? Основной площадкой для тренировок велосипедистов является трасса «8 марта», названная соответственно улице, на которой находится. Она является неким комплексным спотом с фигурами из различных дисциплин маунтинбайка, куда входят такие как: фокросс (бmx-рейс), дерт, синглтрек, памптрек и флоу-секция. А благодаря правильным расчетам и отсутствию разделения между вылетом и приземлением трамплинов, линию может пройти даже начинающий велоспортсмен. Стиль прохождения данной трассы каждый может подобрать для себя, это может быть как спокойное прохождение трассы для тренировки базовых навыков, так и соревновательное, подразумевающее выкладку спортсмена на большую часть своих возможностей. К сожалению, спот «8 марта» не настолько крупный, насколько этого хотелось бы, но тем не менее с каждым годом он понемногу расширяется, добавляются новые фигуры и линии прохождения. Данная площадка имеет официальный статус, благодаря чему велоспортсмены могут вполне спокойно восстанавливать старые и создавать новые трамплины, не опасаясь того, что их могут снести.

Помимо «8 марта», в Казани также есть «Горьковск Байк Парк», находящийся в парке им. Горького. Небольшой и неофициальный спот для более агрессивного катания, нежели «8 марта», благодаря расположению в одном из оврагов. Состоит из десятка трамплинов для дисциплины «фрирайд» и новичкам он все же не рекомендуется для начала обучения. Данный спот переживает уже 3ю перестройку, в связи со сносом в прошлые разы, когда он тем или иным образом мешал строительству различных объектов инфраструктуры.

Также естественно стоит упомянуть скейт-парк «континент» и крытый парк «ковчег». Крытый парк был открыт в арендованном помещении, а потому лишиться фигур было маловероятно. Он служит для обучения велоспортсменов трюкам для нужных им дисциплин, в основе своей это «дерт» и «слоупстайл». Рекомендуется как новичкам, так и профессионалам, потому как имеется множество трамплинов разной амплитуды, размеров, а также поролоновой ямы, где можно оттачивать новые

трюки, не боясь получить увечья. И соответственно этому крытому парку есть открытый скейт-парк «континент», имеющий чуть большую площадь для тренировок, и немалое количество фигур. Поролоновая яма хоть и отсутствует, но не является критичным моментом, любителям экстремального велоспорта обязательно к посещению.

В заключение, могу отметить что экстремальные дисциплины велоспорта и велодвижение в целом в Казани развивается с каждым годом. Конечно, большая часть инфраструктуры города обустроена для обычных вело-

сипедистов, кто использует его как средство для активного времяпрепровождения и отдыха в виде спокойных поездок. И это радует не в меньшей мере, что правительство заботится о жителях и популяризирует такой вид отдыха и передвижения. Для экстремалов площадок для тренировок, конечно, не так много, как того хотелось бы. Но движение есть, хоть и маленькими шагами, и это отрадно. Так что в целом ситуация с велоспортом в Казани и Республике Татарстан является достаточно благоприятной.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. API [электронный ресурс] // SEWIKI [сайт] URL: <http://sewiki.ru/API> (дата обращения: 15.04.2017).
2. Nginx [электронный ресурс] // nginx [сайт] URL: <https://nginx.ru/ru/> (дата обращения: 15.04.2017).
3. Ruby On Rails [электронный ресурс] // Ruby on rails [сайт] URL: <http://www.rubyonrails.ru/> (дата обращения: 15.04.2017).
4. PostgreSQL [электронный ресурс] // OpenSuse org [сайт] URL: <https://ru.opensuse.org/Postgresql> (дата обращения: 15.04.2017).
5. JavaScript [электронный ресурс] // I will be proger [сайт] URL: <http://iwillbeproger.ho.ua/js.html> (дата обращения: 15.04.2017).
6. Что такое Angular JS [электронный ресурс] // Artemdemo [сайт] URL: <http://artemdemo.me/blog/что-такое-angular-js/> (дата обращения: 15.04.2017).
7. JQuery [электронный ресурс] // Учебник JQuery [сайт] URL: <https://jqbook.net.ru/> (дата обращения: 15.04.2017).
8. Document Object Model [электронный ресурс] // Fxroyal [сайт] URL: [http://fxroyal.ru/rihioleol31we-zeohroe/Document\\_Object\\_Model#](http://fxroyal.ru/rihioleol31we-zeohroe/Document_Object_Model#) (дата обращения: 15.04.2017).
9. Asynchronous JavaScript [электронный ресурс] // Webostudio [сайт] URL: <http://www.webostudio.com/ru/stats/ajax/> (дата обращения: 15.04.2017).
10. Кэширование данных [электронный ресурс] // Хайлоад [сайт] URL: <https://ruhigload.com/post/Кэширование+данных> (дата обращения: 15.04.2017).
11. Redis [электронный ресурс] // Национальная библиотека им. Н.Э. Баумана [сайт] URL: <http://ru.bmstu.wiki/Redis> (дата обращения: 15.04.2017).

## Анализатор воздуха на платформе Arduino

*Страковский Даниил Александрович, учащийся 10 класса;*

**Научный руководитель: Симаков Егор Евгеньевич, учитель математики, информатики и ИКТ**  
МБОУ Лицей № 1 г. Южно-Сахалинска

*Робототехника — прикладная наука, занимающаяся разработкой автоматизированных технических систем. Она входит в новую парадигму — STEM-образование. Роботы задействованы во многих сферах жизни человека. На предприятиях люди не могут обойтись без них. Роботизированные системы помогают человеку обрабатывать данные, следят за соблюдением техники безопасности, помогают заботиться о здоровье. Данная статья посвящена изучению основ проектирования роботизированных устройств на платформе Arduino Uno. Рассмотрены вопросы о влиянии внешней среды на здоровье человека. Разработанное устройство способно предупреждать человека при возникновении неблагоприятных условий как в домашних условиях, так и на производстве.*

**Ключевые слова:** робототехника, программирование, Arduino, анализатор воздуха

**Цель работы:** определить предельно допустимые уровни параметров внешней среды для человека. Разработать устройство «Анализатор воздуха» на базе Arduino и апробировать алгоритм его работы в различных ситуациях.

**Задачи работы:**

1. Проанализировать специальную литературу, изучить основные принципы робототехники, а также особенности построения устройств на базе Arduino.



2. Определить факторы внешней среды, влияющие на здоровье человека.
3. Разработать устройство «Анализатор воздуха» и алгоритм его работы.
4. Провести серию испытаний в различных условиях и проанализировать результаты работы устройства.

#### Платформа Arduino UNO. Платы расширения, сенсоры и датчики

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 (Arduino Due, Leonardo, Uno, Nano, Mega и др.). Платы представляют собой наборы, состоящие из электронного блока и программного обеспечения. Электронный блок — это плата с установленным микроконтроллером и элементами, необходимыми для работы. Он является аналогом материнской платы компьютера. На нем имеются разъемы

для подключения внешних устройств, а также разъем для связи с компьютером, по которому и осуществляется программирование.

Практическая часть в рамках данного исследования будет реализована на базе платформы Arduino Uno. Плата выполнена на базе процессора ATmega с тактовой частотой 16 МГц, обладает памятью 32кБ, из которых 2 кБ выделено под bootloader (для прошивки через USB), 2 кБ SRAM-памяти (для хранения временных данных), 1 кБ EEPROM-памяти (долговременное хранение). На платформе расположены 14 контактов (pin) цифрового ввода и вывода, 6 контактов аналогового ввода и входной контакт Reset.

Отличительной особенностью плат семейства Arduino является наличие «шилдов» (shields), т. е. *плат расширения*. Для подключения необходимых датчиков к анализатору воздуха с помощью стандартных 3-проводных шлефов используется Тройка Shield.

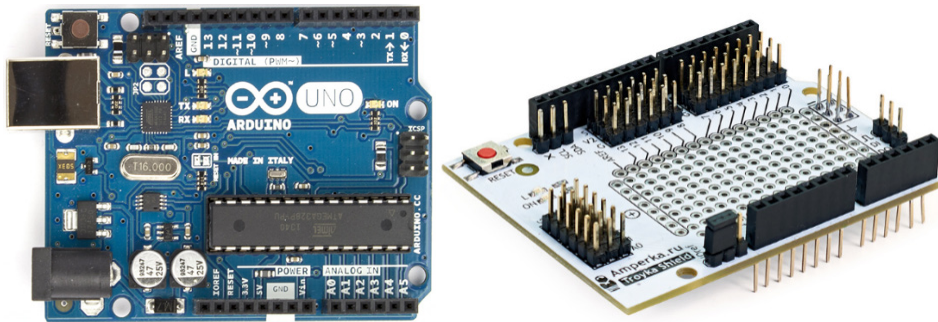


Рис. 1. Платформа Arduino Uno и Тройка Shield

Для проведения измерений существует большое количество различных датчиков и сенсоров. Датчики широко используются в научных исследованиях, испытаниях, контроле качества, системах автоматизированного управления и других областях. Для исследования состава воздуха использованы следующие:

- *Датчик широкого спектра газов MQ-2* способен определить концентрацию углеводородных газов (пропан, метан, н-бутан), дыма (взвешенных частиц, как результата горения) и водорода. MQ-2 относится к полупроводниковым приборам.
- *Датчик угарного газа MQ-7* необходим для определения наличия и концентрации угарного газа (CO) в окружающей среде.

Принцип работы этих двух сенсоров основан на изменении сопротивления слоя диоксида олова  $\text{SnO}_2$  при контакте с молекулами газа. Чувствительный элемент состоит из керамической трубки с покрытием  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и нанесенного чувствительного слоя  $\text{SnO}_2$ . Внутри трубки

проходит элемент, нагревающий чувствительный слой до температуры, при которой он начинает реагировать на газ. Чувствительность к разным газам достигается варьированием состава примесей в чувствительном слое.

- *Цифровой датчик температуры и влажности DHT11* является составным датчиком, который выдаёт сигнал с соответствующими показаниями. Сенсор включает в себя резистивный компонент измерения влажности и компонент измерения температуры с отрицательным температурным коэффициентом, которые подключены к 8-битному микроконтроллеру. Благодаря тому, что сенсор делает измерения только по запросу, достигается энергоэффективность.
- *Тройка-модули зуммер и светодиоды*. Используются для подачи сигнала в случае превышения предельно допустимой концентрации одной из исследуемых величин, а также для индикации работы устройства.

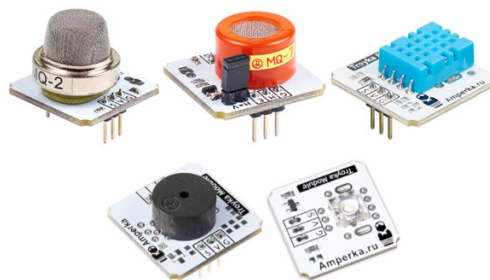


Рис. 2. Датчики MQ-2, MQ-7 и DHT11; зуммер и светодиод

### Анализ влияния «качества» воздуха на здоровье человека

Для составления алгоритма работы необходимо установить допустимые значения концентрации газов в помещении (ПДК), температуры и влажности, а также изучить их влияние на здоровье человека.

1. **Угарный газ (монооксид углерода).** При содержании 0,08% во вдыхаемом воздухе человек чувствует головную боль и удушье. При повышении концентрации до 0,32% возникает паралич и потеря

сознания (смерть наступает через 30 минут). При концентрации выше 1,2% сознание теряется после двух-трёх вдохов, человек умирает менее чем через 3 минуты. Более подробно влияние угарного газа, а также содержания карбоксигемоглобина (HbCO) в крови (соединение гемоглобина и угарного газа), избыток которого приводит к кислородному голоданию, головокружению, или даже смерти, рассмотрено в таблице 1.

Таблица 1. Влияние угарного газа на здоровье человека

| СО, мг/м <sup>3</sup> | Время воздействия, ч | HbCO в крови, % | Основные признаки и симптомы острого отравления  |
|-----------------------|----------------------|-----------------|--|
| ≤100                  | 3,5–5                | 2,5–10          | Снижение скорости психомоторных реакций, увеличение кровотока к жизненно важным органам, боль в груди при нагрузке, одышка |
| 220<br>≤600           | 6<br>1               | 10–20           | Головная боль, снижение работоспособности, одышка, нарушения зрительного восприятия.                                       |
| ≤600<br>800           | 2<br>1               | 20–30           | Головная боль, головокружение, раздражительность, расстройство памяти, тошнота, нарушение координации движений рук         |
| ≤600<br>800           | 4<br>2               | 30–40           | Сильная головная боль, слабость, тошнота, нарушение зрения, спутанность сознания   |
| 800–1100              | 2                    | 40–50           | Галлюцинации, тяжёлая атаксия, тахипноэ  |
| 1250<br>2000          | 2<br>30 мин          | 50–60           | Обмороки или кома, конвульсии, тахикардия, слабый пульс, дыхание Чейна — Стокса  |
| 1800<br>2300–<br>3400 | 1,5<br>30 мин        | 60–70           | Кома, конвульсии, угнетение дыхания и сердечной деятельности. Возможен летальный исход                                     |
| 5700–<br>11500        | 2–5 мин              | 70–80           | Глубокая кома со снижением или отсутствием рефлексов, нитевидный пульс, аритмия, смерть.                                   |
| 14000                 | 1–3 мин              | 70–80           | Потеря сознания (после двух — трёх вдохов), рвота, конвульсии, смерть.   |

2. **Метан (CH<sub>4</sub>).** ПДК метана в воздухе рабочей зоны — 7000 мг/м<sup>3</sup>. Метан представляет собой бесцветный газ без запаха. Метан относится к токсическим веществам, действующих на центральную нервную систему. При содержании в воздухе 25–30% появляются признаки асфиксии (учащение пульса, увеличение объёма дыхания и т. д.). Более высокие концентрации вызывают у человека головную боль. Накапливаясь в закрытом помещении, метан взрывоопасен.
3. **Водород (H<sub>2</sub>).** Лёгкий бесцветный газ. При смеси с воздухом образует взрывоопасную смесь — «гремучий газ». Наибольшую взрывоопасность имеет при объёмном отношении водорода и кислорода 2:1, или водорода и воздуха 2:5. Взрывоопасные концентрации водорода с кислородом возникают от 4% до 96% объёмных. Однако исследования показывают, что водород в больших объёмах может быть взрывоопасен и при меньшей концентрации. Нижний концентрационный предел распространения пламени (НКПР) составляет 34 мг/м<sup>3</sup>.
4. **Сжиженные углеводородные газы (LPG: бутан C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>, пропан C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>).** Предельно допустимая концентрация в воздухе — 300 мг/м<sup>3</sup>. При атмосферном давлении не обладает отравляющим воз-

действием на организм человека, но попадая в воздух, газ смешивается с ним, вытесняет и уменьшает содержание кислорода в воздухе. Человек, находящийся в такой атмосфере, будет испытывать кислородное голодание, а при значительных концентрациях газа в воздухе может погибнуть от удушья. Образуют с воздухом взрывоопасные смеси при концентрации пропана от 2,3 до 9,5%, бутана от 1,8 до 9,1%, при давлении 0,1 МПа и температуре 15–20°C.

5. **Температура и влажность воздуха.** Согласно «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях» (СанПиН 2.1.2.2645–10) в жилых помещениях приемлемыми считаются:

Высокие температуры оказывают отрицательное воздействие на здоровье. Работа в таких условиях сопровождается интенсивным потоотделением, что приводит к обезвоживанию, потере минеральных солей и витаминов, вызывает стойкие изменения в деятельности сердечно-сосудистой системы, оказывает влияние на функционирование других органов — ослабляется внимание, ухудшается координация, замедляются реакции. При не-



Таблица 2. Температура и влажность воздуха в помещении

| Назначение помещений                | Температурный режим воздуха, (предельные значения, °С) | Влажность (относительная), (не более, %) |
|-------------------------------------|--|--|
| Жилая комната (холодный сезон года) | 18–24  | 60                                       |
| Жилая комната (теплый сезон года)   | 20–28  | 65                                       |
| Помещение кухни, санузел            | 18–26  | Не нормируется                           |
| Межквартирные коридоры              | 16–22  | 60                                       |

достаточной влажности у людей наблюдается сонливость и рассеянность, повышается утомляемость и снижается иммунитет. Слишком низкая влажность воздуха увеличивает риск распространения респираторных инфекций. При высоких показателях грибок распространяются в углах и на стенах помещения. Влажность выше 70% также отрицательно влияет на человека. При высокой температуре воздуха и повышенной влажности человек сильно потеет, но испарения влаги не происходит, что приводит к перегреву организма и «тепловому удару». При низких температурах повышенная влажность воздуха, наоборот, приводит к сильному охлаждению организма.

#### Проектирование анализатора воздуха. Алгоритм работы

Для создания устройства использовались описанные ранее плата Arduino Uno, Troyka Shield, датчики MQ-2, MQ-7, DHT11. Для подачи сигналов при работе устройства (например, о превышении порогового значения параметра или о сбоях) предусмотрено два светодиода и зуммер. Процесс сборки устройства можно разбить на несколько этапов:

1. Установка Troyka Shield на плату Arduino Uno. Проблем на данном этапе не возникло, т. к. данный «шилд» полностью совместим с платформами Arduino.

2. Подключение Troyka-модулей: датчиков, диодов, зуммера. Все описанные выше сенсоры выполнены в виде специальных модулей, что упрощает их подключение к «шилду». Для этого используются трехпроводные шлейфы. Контакты для подключения соединены с линиями управляющей платы следующим образом:

- сигнал (S) — с соответствующим цифровым или аналоговым пином, а именно:
  - диоды — 9 и 11 цифровые пины;
  - зуммер — 10 цифровой пин;
  - датчик MQ-2-1 аналоговый пин (A1);
  - датчик MQ-7-4 аналоговый пин (A4);
  - датчик влажности и температуры — 8 цифровой пин.
- питание (V) — с рабочим напряжением;
- земля (G) — с землей.

3. Сборка корпуса. Для этого использовались специальные пластины «Структора». Это решётчатый конструктор для быстрой сборки корпусов и механических узлов устройства. «Структор» разработан и выпускается компанией «Амперкой». Изготовлены детали из 5 мм вспененного ПВХ.

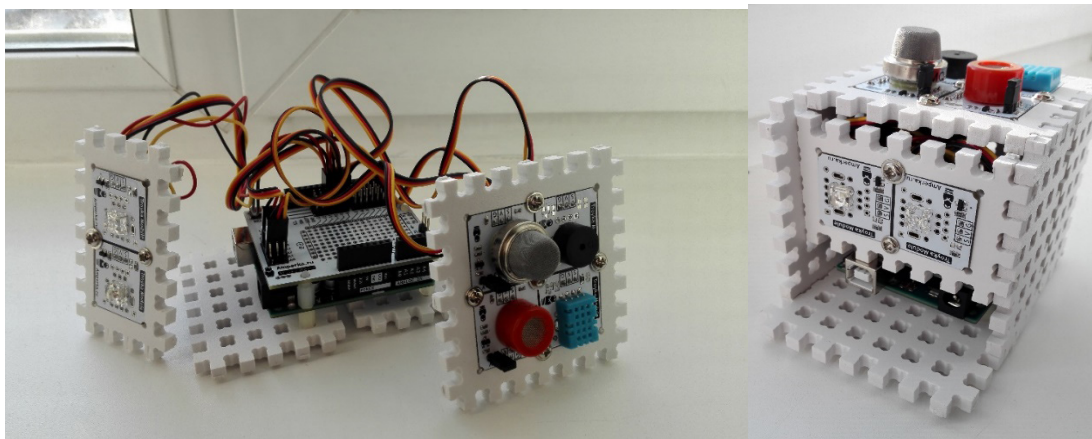


Рис. 3. Подключение датчиков к устройству и Анализатор воздуха в сборке

Следующим шагом стало программирование устройства в среде Arduino IDE. Общая идея алгоритма была следующей:

- программно подключить датчики к платформе;
- настроить режим работы датчиков и, при необходимости, их откалибровать;
- снимать показания последовательно с каждого

датчика и выводить их в специальный монитор порта;

- если показатели в норме, зажечь зеленый диод;
- при превышении порогового значения какого-либо из измеряемых параметров включить красный диод и зуммер на непродолжительное время.

Для работы с датчиками использовались библиотеки `dht.h` (для работы с датчиком температуры и влажности) и `TroykaMQ.h` (для работы с датчиками MQ-2 и MQ-7).

Далее приведен полный скетч работы устройства:

```
#include <dht.h>
#include <TroykaMQ.h>
#include <SoftwareSerial.h>
#define LED_1 9
#define LED_2 11
#define PIN_MQ2 A1
#define PIN_MQ7 A4
#define BUZZER_PIN 10

DHT sensor = DHT ();
MQ2 mq2 (PIN_MQ2);
MQ7 mq7 (PIN_MQ7);

void setup ()
{
  // настраиваем пины светодиодов в режим выхода
  pinMode (LED_1, OUTPUT); pinMode (LED_2,
  OUTPUT);
  sensor.attach (8);

  // выполняем калибровку датчиков газов
  mq2.calibrate (); mq7.calibrate ();
  digitalWrite (LED_1, HIGH);
  Serial.begin (9600);
  Serial.print («\nTemp (C)»); Serial.print («\t\t»);
  Serial.print («Humidity»); Serial.print («\t»);
  Serial.print («LPG»); Serial.print («\t\t»);
  Serial.print («Methane»); Serial.print («\t\t»);
  Serial.print («Smoke»); Serial.print («\t\t»);
  Serial.print («Hydrogen»); Serial.print («\t»);
  Serial.println («Carbon Monoxide»);
  Serial.println (« ----- »);
}

void loop () {
  int val, frequency;
  Serial.println («\n»);
  // ДАТЧИК ТЕМПЕРАТУРЫ И ВЛАЖНОСТИ
  sensor.update ();
  switch (sensor.getLastError ()) {
  case DHT_ERROR_OK:
    Serial.print (sensor.getTemperatureInt ());
    Serial.print («\t\t»);
    Serial.print (sensor.getHumidityInt ());
    Serial.print («\t\t»);
    break;
  default:
    Serial.print («Er \r\n»);
    break;
  }
  delay (5000);

  // датчик широкого спектра газов mq2
  Serial.print (mq2.readLPG ());
  Serial.print («\t\t»);
  Serial.print (mq2.readMethane ()); Serial.print («\t\t»);
  delay (5000);
  Serial.print (mq2.readSmoke ()); Serial.print («\t\t»);
```

```
Serial.print (mq2.readHydrogen ()); Serial.print («\t\t»);
delay (5000);
```

```
// датчик угарного газа mq7
Serial.print (mq7.readCarbonMonoxide ());
```

```
// светодиоды и зуммер
val = 500;
frequency = map (val, 0, 1023, 3500, 4500);
// зажигаем светодиод: зеленый — ОК,
красный — DANGER
```

```
if ( (sensor.getTemperatureInt () > 35) || (sensor.getTem-
peratureInt () < 15) || (sensor.getHumidityInt () > 80) || (sen-
sor.getHumidityInt () < 20) || (mq7.readCarbonMonoxide
() > 90) || (mq2.readLPG () > 100) || (mq2.readMethane () >
100) || (mq2.readHydrogen () > 400)) {
  digitalWrite (LED_1, LOW);
  digitalWrite (LED_2, HIGH);
  tone (BUZZER_PIN, frequency, 2000); delay (500);
  tone (BUZZER_PIN, frequency, 2000); delay (500);
  tone (BUZZER_PIN, frequency, 2000);
} else {
  digitalWrite (LED_1, HIGH);
  digitalWrite (LED_2, LOW);
}
delay (5000);
}
```

#### Анализ результатов эксперимента

В ходе исследования был проведен ряд экспериментов в *жилой комнате* и *школьном кабинете*. На графиках (рис. 4-6) представлены фрагменты результатов проведенных экспериментов.

Как можно заметить, в первую минуту работы, датчик выдает завышенные значения *Smoke*, *Methane* и *Hydrogen*. Ошибка была выявлена в ходе пробных экспериментов. Возникновение подобной ситуации обусловлено особенностями строения и работы сенсоров, описанным в первой главе исследования. Это происходит из-за некоторого засорения датчиков, которое сходит на нет при их дальнейшем разогревании. Однако, поскольку главной целью исследования было отследить изменения состава воздуха, то при проведении экспериментов выбирались достаточно длительные периоды времени.

Также были проведены измерения параметров среды в *жилой комнате*, в ходе которых произошло искусственное загрязнение воздуха путем распыления смеси сжиженных пропана и бутана (газ для зажигалки). Затем в место распыления было внесено пламя на короткий промежуток времени. После чего газ был распылен снова. Результаты эксперимента можно увидеть на графике ниже.

#### Заключение

Испытания показали, что «Анализатор воздуха» способен корректно обрабатывать внешние данные и выдавать результаты, которые соответствуют реальным значениям. В результате проведенных экспериментов был сделан вывод о допустимых уровнях параметров внешней среды в жилых и школьных помещениях. Концентрация газов, ранее представленная на графике, является оптимальной для работы и проведения досуга.

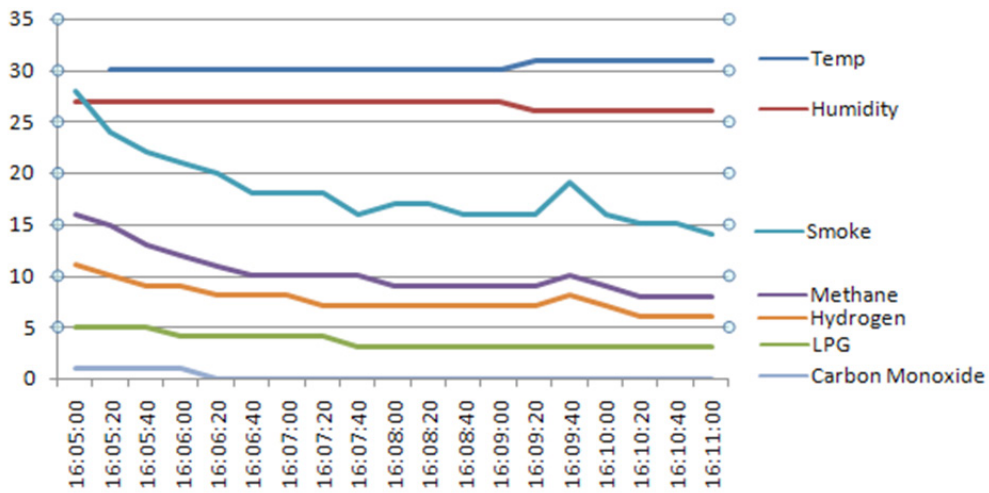


Рис. 4. Измерения параметров воздуха в жилой комнате

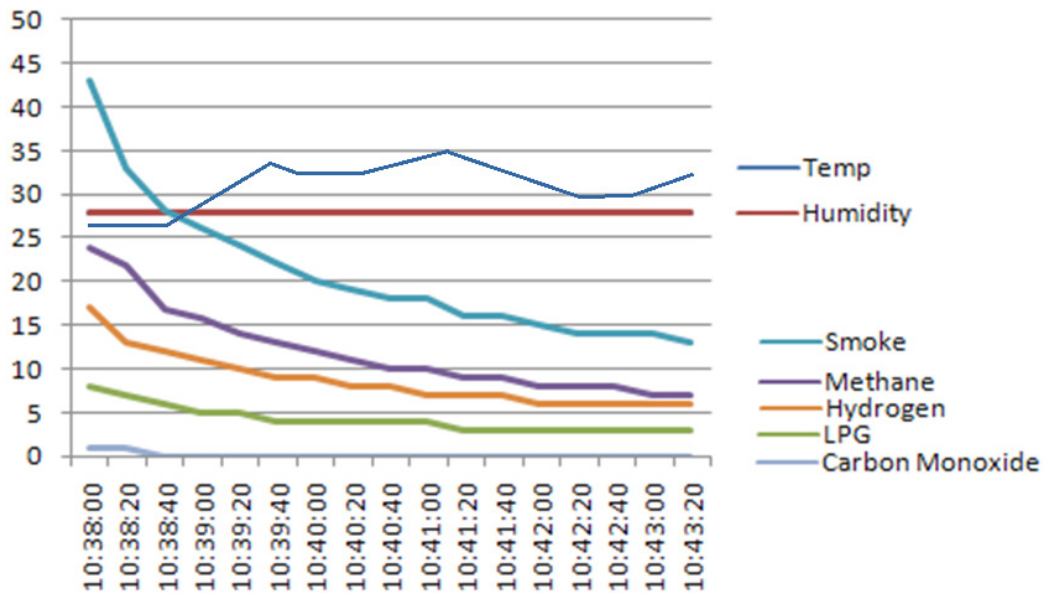


Рис. 5. Измерения параметров воздуха в школьном кабинете

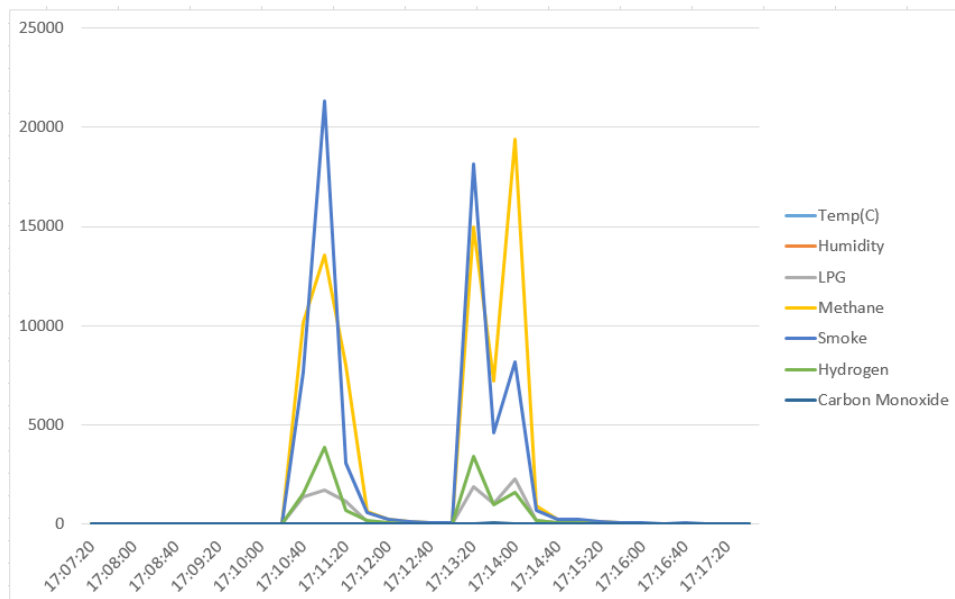


Рис. 6. Измерение параметров воздуха в жилой комнате (искусственное загрязнение)

Данное устройство может быть использовано для различных целей. Начиная от сигнализаций в жилых квартирах и кабинетах, заканчивая рабочими зданиями и опасными производствами. Устройство может быть оптимизировано и доработано в соответствии с конкретными целями и условиями использования. Направления модификации:

- добавление GPRS-модуля, позволяющего опрашивать датчики на расстоянии и получать уведомления с помощью SMS-сообщений;
- использование дополнительных датчиков. Например, можно подключить анемометр для измерения скорости потоков воздуха, барометр для измерения атмосферного давления и т. д.;
- данное устройство можно использовать в качестве модуля «умного дома», подключив к нему систему пожаротушения.

Однако, несмотря на перечисленные возможности усовершенствования, цели исследования были достигнуты. Таким образом, можно сделать вывод, что, имея определенный «багаж» знаний в области проектирования и программирования роботизированных устройств, а также умея решать прикладные задачи в различных областях жизнедеятельности человека, можно разрабатывать различные устройства, способные помочь человеку в быту и на производстве. В частности, разработанное устройство способно если не защитить человека от вредных воздействий различных факторов окружающей среды, то, как минимум, предупредить его об опасности. Работа по изучению и применению на практике роботизированных устройств будет продолжена.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Банци, М. Arduino для начинающих волшебников. — М.: Рид Групп, 2012.
2. Блум, Д. Изучаем Arduino. — СПб.: БХВ-Петербург, 2015.
3. Монк, С. Програмируем Arduino. Основы работы со скетчами. — СПб.: Питер, 2016.
4. Соммер, У. Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freduino. — СПб.: БХВ-Петербург, 2012.
5. Амперка. Вики [Электронный ресурс]. URL: <http://wiki.amperka.ru/>
6. (Дата обращения: 12.12.2016 г.)
7. Инженерный справочник DPVA.ru [Электронный ресурс]. URL: <http://www.dpva.ru/Guide/GuideChemistry/Concentration/GasesConcentration/> (Дата обращения: 10.02.2017 г.)
8. Информационный портал «Помощь по ГОСТам» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gosthelp.ru/text/gn-21669598predelnodopusti.html> (Дата обращения: 14.02.2017 г.)
9. Информационный портал «Энонтек» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.enontek.ru/CO2/zdorove-cheloveka> (Дата обращения: 17.12.2016 г.)



## ФИЗИКА

### «Рефракторный телесмарт» своими руками

*Евтихов Макар Владимирович, учащийся 6 класса;*

Научный руководитель: *Годунов Дмитрий Иванович, учитель физики*  
ГБОУ г. Москвы «Школа № 386»

*В работе рассматривается создание оптического телескопа в комбинации со смартфоном. Проект получил название «Телесмарт». В работе приводится история создания и основные понятия касающиеся работы рефракторных телескопов, описывается конструкция и демонстрируется внешний вид созданного смартфо теле-гибрида.*

**В** работе были использованы литература и интернет ресурсы в области рефракторного конструирования оптических устройств.

Автор выражает благодарность руководителю проекта — учителю физики Д.И. Годунову.

**Электронная версия** данной работы доступна в википедийном проекте по адресу: <http://109.73.3.247:8080/wikiweb/index.php/Telesmart> Онлайн-версия позволяет осуществить просмотр наиболее свежего варианта работы и открыта для обсуждения, для чего предусмотрена статья сопровождения с вкладкой «Обсуждение».

Ваши замечания, предложения и вопросы можно также отправить по адресу электронной почты автора — Евтихову Макару: [emv2012@yandex.ru](mailto:emv2012@yandex.ru)

Античные оптики знали закон отражения света, но в отношении преломления ограничивались только опытными сведениями. Закон преломления удалось найти в XVII в. Снеллу и Декарту. Эти физические основания геометрической оптики были вполне усвоены в первой половине XVII в. и нашли изящное и глубокое выражение в принципе скорейшего пробега светового луча Ферма. Труба Галилея и его замечательные астрономические открытия превратили геометрическую оптику из отвлеченной математической дисциплины в чрезвычайно жизненную и важную практическую область, необходимую для рационального расчета оптических приборов [1].

До Галилея в течение тысячелетий наука описывала явления, объясняла их и приводила иногда к построению полезных приборов и машин. Галилей впервые показал, что наука способна к большему, к открытию новых, неожиданных явлений, необычайно расширяющих известную нам природу. Поэтому Галилея сравнивали с Колумбом и даже с богом-творцом, создающим мир, ранее неизвестный. Галилей достиг этого при помощи трубы с выпуклой и вогнутой линзами. Неудивительно поэтому, что астрономы, физики, математики с увлечением принялись за

усовершенствование телескопа. Шлифовка и полировка стекол, конструирование машин для обработки стекла по сферическим и несферическим поверхностям, разработка геометрической оптики преломляющих сред и различные способы улучшения телескопов — это постоянные темы занятий ученых разных специальностей в XVII в.

В настоящей работе, подобно ученым ушедших веков, была предпринята попытка создания прибора, совмещающего в себе оптическую систему телескопа с оптической и программной частью современного мобильного устройства. Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи:

1. рассчитать параметры фокусных расстояний имеющихся в распоряжении линз;
2. выбрать схему оптической системы телескопа с учетом оптической системы смартфона;
3. реализовать результаты расчетов в виде действующего образца оптического гибридного прибора.

#### **1. Оптические телескопы**

Стремясь усовершенствовать конструкцию телескопа таким образом, чтобы добиться максимально высокого качества изображения, ученые создали несколько оптических схем, использующих как линзы, так и зеркала (см. рисунок 1).

**Объектив телескопа** рефрактора состоит из одних линз.

Внешне они легко узнаваемы: длинные трубы небольшого диаметра, расширенные у одного из концов, где находится принимающая линза. Не требуют настройки, не считая наведения на резкость [2]. Поскольку их светосила ограничена, то для наблюдения слабо светящихся туманных объектов они не очень подходят. Зато хорошо подходят для наблюдения за Луной, планетами и двойными звездами. Могут использоваться как мощные подзорные трубы для осмотра окрестностей (см. рисунок 2).





Рис. 1. Оптические схемы телескопов

**Телескоп** основной рабочий инструмент каждого исследователя Вселенной.

## 2. Преимущества и недостатки рефракторов Достоинства телескопов-рефракторов.

Они доносят до окуляра, в который вы смотрите, большую долю собранного света, чем зеркальные рефлекторы. Изображение в них более чёткое и яркое при одинаковом диаметре объектива (апертуры). То есть, их пропускательная способность выше чем у зеркальных телескопов. Это обеспечивается тем, что в рефракторах нет вторичного зеркала, которое скрадывает полезную площадь объектива. Вдобавок свет здесь попадает напрямую в окуляр, а не отражается несколько раз от зеркал, которые снижают контрастность и чёткость. Их не нужно временами подстраивать (юстировать), поскольку все детали жёстко закреплены. Корпус наглухо закрыт, поэтому пыли они не боятся.

## Недостатки телескопов-рефракторов.

Прежде всего, это различные искажения, особенно хроматические aberrации положения или просто «хроматизм» вокруг объектов появляется цветное сияние. Чем ярче объект, тем это сияние выше. Хроматизм растёт с диаметром объектива. Также он увеличивается при уменьшении фокусного расстояния. Из-за хроматизма большие увеличения на недорогих ахроматических, тем более короткофокусных моделях недоступны.

Возникновение хроматизма связано с тем, что видимый свет состоит из волн разной длины (или из разных цветов), которые преломляются в линзе под разными углами. Поэтому фокус изображения оказывается нечётким на оптической оси [3].

Сейчас в рефракторах используют **ахроматические объективы** собирающая линза склеивается из двух со-

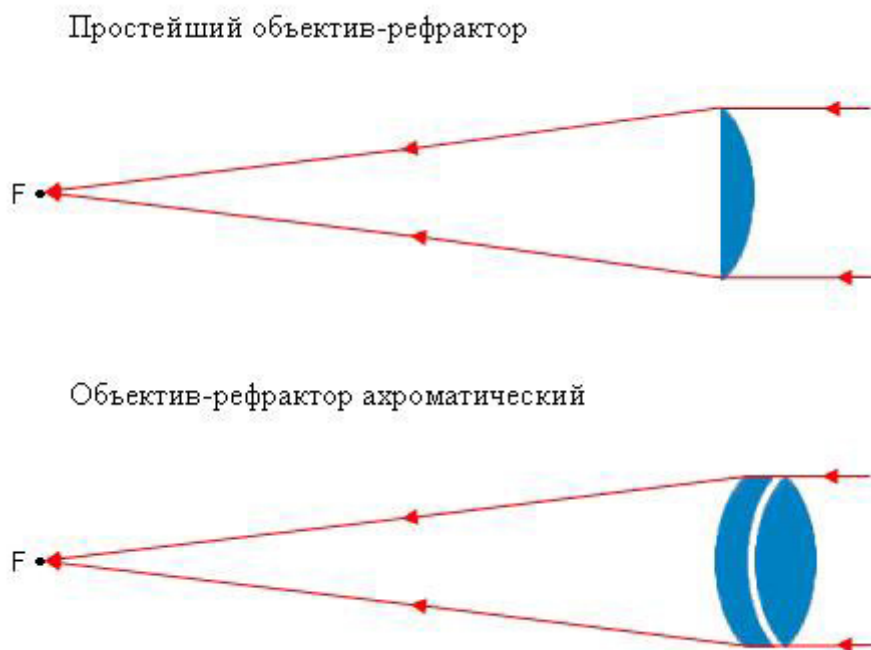


Рис. 2. Рефракторные схемы

ртов стекла, которые взаимно почти уничтожают хроматизм друг друга благодаря разному коэффициенту преломления лучей. Точнее максимально сближаются фокусы лучей каких-то двух цветов.

### 3. Характеристики оптических телескопов

Выбор телескопа непростая задача. В одних схемах сильны одни виды искажений, в других другие. А те модели, в которых искажения почти сведены к нулю дороги, тяжелы или светосила заметно занижена. В одних случаях нужна апертура побольше, для наблюдения туманностей, например.

В других случаях желаннее кратность увеличения, как при наблюдениях Луны. Небольшая апертура (до 70 мм.) позволяет смотреть не только на небо, но и на наземные объекты. Кратеры на Луне прекрасно видны, а поскольку Луна яркая, то апертура не так важна. Если требуются

большие увеличения, то и апертура нужна побольше и фокус подлиннее.

Для наблюдения галактик («дипскай», глубокое небо) наиболее подходящим является система рефлекторе Ньютона. Апертура от 150 мм. Занятия дипскаем, с апертурой меньше 150мм весьма затруднительны.

Местонахождение и апертура самых известных телескоповрефракторов (см. рисунок 3).

Самый большой рефрактор мира принадлежит Йеркской обсерватории (США) и имеет диаметр объектива 102 см. Более крупные рефракторы не используются. Это связано с тем, что качественные большие линзы дороги в производстве и крайне тяжелы, что ведёт к деформации и ухудшению качества изображения. Крупные телескопы обычно являются рефлекторами [4].

| Обсерватория                         | Местонахождения            | Диаметр, дюйм/см | Год сооружения — демонтажа |
|--------------------------------------|----------------------------|------------------|----------------------------|
| Всемирная выставка (1900)            | Париж                      | 49/125           | 1900—1909                  |
| Йеркская обсерватория                | Уильямс Бэй, Висконсин     | 40/102           | 1897                       |
| Ликская обсерватория                 | гора Гамильтон, Калифорния | 36/91            | 1888                       |
| Парижская обсерватория               | Медон, Франция             | 33/83            | 1893                       |
| Потсдамский астрофизический институт | Потсдам, Германия          | 32/81            | 1899                       |
| Обсерватория Ниццы                   | Франция                    | 30/76            | 1880                       |
| Пулковская обсерватория              | Санкт-Петербург            | 30/76            | 1885—1941                  |
| Обсерватория Аллегейни               | Питтсбург, Пенсильвания    | 30/76            | 1917                       |
| Гринвичская обсерватория             | Гринвич, Великобритания    | 28/71            | 1893                       |
| Гринвичская обсерватория             | Гринвич, Великобритания    | 28/71            | 1897                       |
| Обсерватория Архенхольд              | Берлин, Германия           | 27/70            | 1896                       |

Рис. 3. Крупнейшие рефракторы

### 4. Что такое телесмарт?

Гибрид смартфона с телескопом, созданный для регистрации и наблюдения звёзд, планет, их эклиптик и траекторий движения планет солнечной системы (см. рисунок 4).

Конструкция телесмарта состоит из достаточно простых и доступных деталей. Такую конструкцию может собрать каждый из простых материалов и используя простые инструменты. Несущей частью является тубус — подойдет любая круглая из плотной бумаги и пластика труба подходящего диаметра для фиксации главной собирающей линзы.

Телесмарт в действии

Гибрид смартфона с телескопом, созданный для регистрации и наблюдения звёзд, планет, их эклиптик и траекторий движения планет солнечной системы (см. рисунок 5).

Совместно с известной программой для мобильных и персональных вычислительных устройств Stellarium [5] — рассматриваемый телесмарт превращается в мощное средство изучения небесной сферы.

#### Заключение

Действующая модель телесмарта продемонстрировала достаточную работоспособность. Полученные результаты подтвердили возможность совмещения оптических систем телескопа и смартфона. Однако еще в 1669 г. в своих «Лекциях по оптике» Ньютон такими словами излагал слушателям положение дела: «Изучающие диоптрику воображают, что зрительные приборы могут быть доведены до любой степени совершенства при помощи стекла, если полировкой сообщить ему желаемую геометрическую фигуру. Для этой цели придуманы были разные инструменты для притирания стекол по гипер-



Рис. 4. Телесмарт в сборе



Рис. 5. Телесмарт в действии



болическим, а также параболическим фигурам, однако точное изготовление таких фигур до сих пор никому не удалось, ибо работали понапрасну. И вот для того, чтобы не тратить далее труд свой на безнадежное дело, осмеливаюсь я предупредить, что, если бы даже все происходило удачно, все же полученное не отвечало бы ожиданиям. Ибо стеклу, коим дали бы фигуры наилучшие, какие

для этой цели можно придумать, не будут действовать и вдвое лучше сферических зеркал, полированных с той же точностью».

Поэтому в настоящее время автором собирается материал и ведутся расчеты, которые помогут создать действующий образец телесмарты с рефлекторной системой.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Вавилов, С.И. Исаак Ньютон: 1643–1727. — 4е изд., доп. — М.: Наука, 1989. — 271 с, ил. ISBN 5020000655
2. Телескопы рефракторы. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://kosmoved.ru/refractory.shtml>
3. А. Хендель — Основные законы физики ред. Е.Б. Кузнецова // М. Физматгиз, 1963. — с. 312.
4. Рефрактор [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Рефрактор>
5. Stellarium [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://stellarium.org/>

## Физические свойства воскоподобных материалов различной природы

*Казанцев Виктор Дмитриевич, учащийся 10 класса;*

Научный руководитель: *Терскова Людмила Николаевна, учитель физики*  
МБОУ СОШ № 12 г. Хабаровска

**К** группе воскоподобных материалов среди прочих относятся парафин и пчелиный воск. Пчелиный воск — смесь сложных жиров, у которых нет четкой кристаллической структуры и, соответственно, многие физико-химические свойства такого материала не поддаются строгой взаимосвязи с внутренним строением [1]. Парафин — это продукт, представляющий собой массу, состоящую из углеводородов предельного ряда и имеющий белый или желтоватый цвет, в зависимости от наличия в ней масел и смол [2]. В отличие от природного воска (пчелиного), парафин относят к минеральным воскам.

В связи с этим мне было интересно понять, насколько меняются свойства воска в зависимости от его происхождения (природный или минеральный), в том числе определить скорость горения воска и сопоставить результаты с данными, полученными на АСМ-наноэдыюкатор по шероховатости.

Для этого надо было решить следующие задачи:

1. Определение температурных характеристик парафина и пчелиного воска (скорость охлаждения, точка затвердевания)
2. Определение скорости сгорания воскоподобных веществ
3. Исследование структуры поверхности методом атомно-силовой микроскопии и определение параметров шероховатости образцов
4. Анализ полученных данных и определение взаимосвязи «структура поверхности-свойства»

В качестве исходных материалов использовались парафиновые и восковые свечи (из пчелиного воска). Для

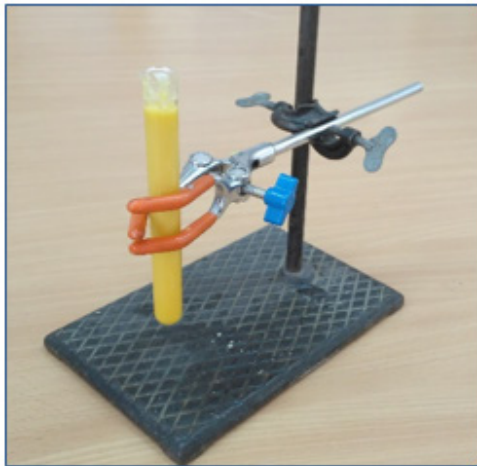
возможности сравнения скорости горения свечи переплавлялись, заливались в пробирки одинакового диаметра (рис. 1). До полного остывания воскоподобных материалов в пробирку опускался фитиль. После остывания пробирки аккуратно разбивались, стекло отделялось от воска и парафина. От верхнего края отсчитывались метки по 1 см, свечи поджигались, запускался секундомер. Результаты по скорости сгорания записывались в таблицу.

Для определения скорости охлаждения воскоподобных материалов и точки их твердения использовался прибор VernierLabQuest с датчиком температуры (точность измерения 0,1 °С). Полученные данные экспортировались в MicrosoftOfficeExcel.

Для исследования образцов в атомно-силовом микроскопе Nanoeducator-II использовались две методики: на покровное стекло помещался небольшой кусочек воска или парафина и с помощью пламени зажигалки стекло подогревалось снизу до полного расплавления, затем пламя убиралось и воскоподобный материал застывал. Второй способ заключался в предварительном нагреве воска или парафина и помещении горячей капли на покровное стекло. Как показали дальнейшие исследования оба способа дают практически идентичные АСМ-картины.

Определение параметров шероховатости по АСМ-данным проводилось в программе NT-MDTImageAnalysis 3.5 по среднеарифметическому отклонению профиля Sa.

Полученные данные по затвердеванию образцов показали (рис. 2), что парафин имеет точку твердения примерно 53–54 °С, а пчелиный воск несколько выше — око-



а



б

Рис. 1. Пробирка с затвердевшим пчелиным воском (а) и изготовленные свечи из парафина и пчелиного воска (б)

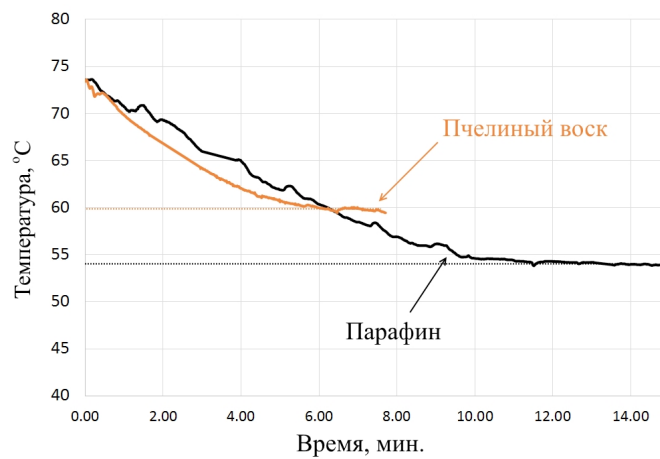


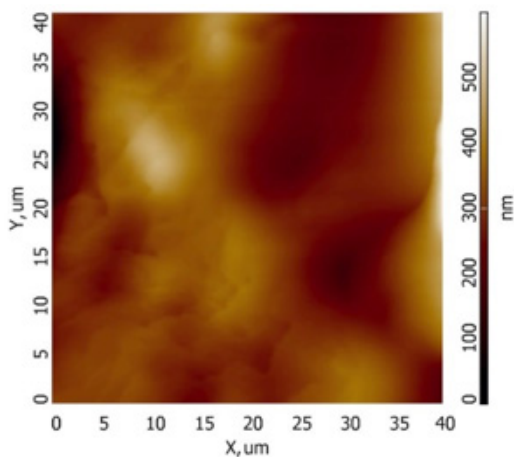
Рис. 2. Кривые охлаждения воска и парафина

ло 59–60 °С. При этом скорость охлаждения у парафина ниже (1,9 град/мин), чем у воска — 2,2 град/мин.

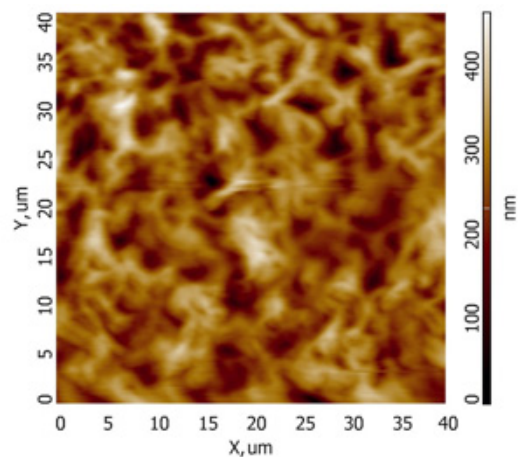
Скорость горения свечи из парафина — 1,17 мм/мин. Данный показатель для свечи из пчелиного воска —

0,87 мм/мин, т. е. примерно в 1,3 раза такая свеча горит медленнее.

Анализ данных по топографии поверхности показал, что структура поверхности воскоподобных материалов



а



б

Рис. 3. АСМ-изображения поверхности парафина (а) и пчелиного воска (б)



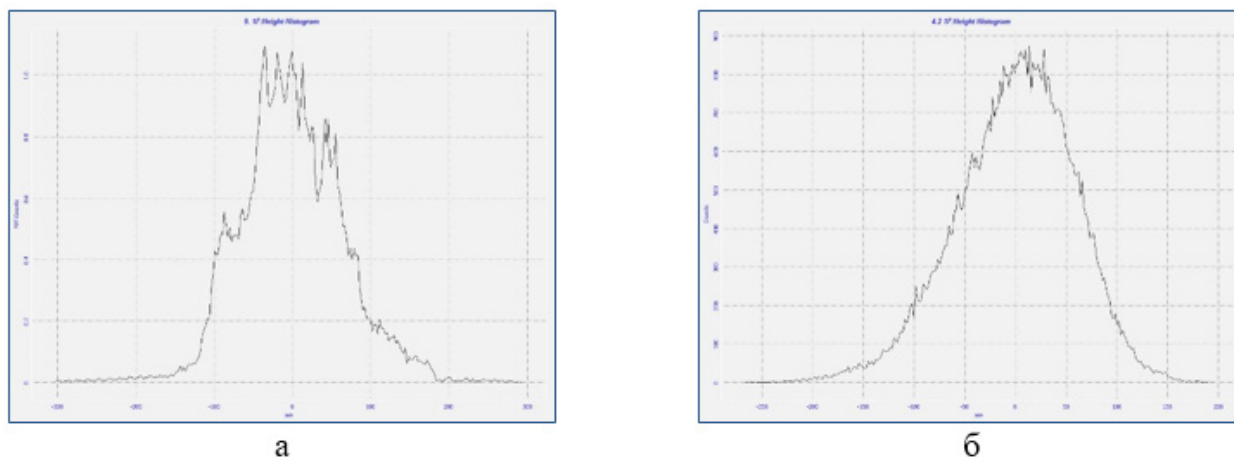


Рис. 4 Гистограммы шероховатости поверхности: а — парафин ( $S_a=51,6\text{нм}$ ), б — воск ( $S_a=46,3\text{ нм}$ )

заметно отличается. Парафин (рис. 3-а) твердеет с образованием характерных «ступеней» по краям относительно больших образований (примерно 20–30 мкм в поперечном сечении). Структура пчелиного воска более мелкая (рис. 3-б), с плавными перепадами. Возможно это указывает на более быстрое охлаждение (твердение) данного типа воска, что согласуется с данными температурных зависимостей. Иными словами, пчелиный воск быстрее застывает на поверхности, не успевая образовать относительно крупные части. В тоже время парафин застывает медленнее до более низкой температуры твердения, образуя крупные скопления ступенчатой формы по краям.

Расчет средней 3D-шероховатости поверхности показал (рис. 4), что, на микроуровне различить поверхность

воскоподобных материалов практически невозможно, необходимо учитывать наномасштаб.

Таким образом установлено, что для минерального (парафина) и природного (пчелиного) воска характерные температуры твердения отличаются примерно на 5–7 °С. При этом также различны скорости охлаждения до этих температур: 1,9 град/мин для парафина и 2,2 град/мин для пчелиного воска. А также структура поверхности затвердевшего парафина имеет характерные «ступеньки» твердения, что согласуется с более низкой температурой твердения и скоростью охлаждения. Пчелиный воск имеет на своей поверхности более развитую структуру с большим количеством перепадов.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Каблуков, И.А. О меде, воске, пчелином клее и их подмесах / изд. Сельхозгиз — 1941 г. — 180 с.
2. Переверзев, А.Н. и др. Производство парафинов / Москва, «Химия», 1973 г. — 224 с.

## Не верь глазам своим...

*Хадыкин Арсений Александрович, учащийся 5 класса*

*Научный руководитель: Алексеева Тамара Николаевна, учитель физики  
ГБОУ СОШ № 5 «Образовательный центр «Лидер» г. о. Кинель (Самарская область)*

**П**о мнению учёных, 90 процентов информации об окружающем мире мы получаем благодаря глазам. Недаром говорят: «Лучше один раз увидеть, чем сто раз услышать». Тем не менее, в литературе и в общении с людьми мне часто попадалось выражение «Не верь глазам своим». Я заинтересовался, что это: образное выражение или действительно, не всегда можно верить тому, что видишь. Надо проверить!

Выражение «обман зрения» в жизни тоже встречается очень часто. К сожалению, наш глаз не самый точный

прибор в мире, поэтому ему свойственно ошибаться. Эти ошибки называют оптическими иллюзиями. Попросту говоря — это неверное представление реальности. Их известно очень большое количество, и все они разные, как и причины их возникновения.

Часто то, что мы видим обманчиво, и многое оказывается совсем не тем, чем кажется на первый взгляд. Даже самые простые вещи могут таить в себе самые неожиданные открытия, нужно только присмотреться.

Но стоит ли доверять всему, что мы видим? Можно ли

увидеть то, что никто не видел? Правда ли, что неподвижные предметы могут двигаться? Каково разнообразие оптических иллюзий? Думаю, эта тема всегда актуальна, поэтому мне очень хочется найти ответы, и я решил провести исследование, чтобы разобраться в этих вопросах.

**Цель:** выяснить, что лежит в основе оптической иллюзии — чудеса или наука?

**Задачи:**

1. Подобрать материал о видах оптических иллюзий, причинах их возникновения.
2. Провести исследование, в ходе которого можно будет определить процент объективности восприятия объекта учащимися моего класса.
3. Научиться управлять иллюзиями.

**Объект исследования** — оптические иллюзии.

**Предмет исследования** — причины возникновения оптических иллюзий.

**Гипотеза исследования** — в основе иллюзий лежат обычные природные явления и большинство людей поддаются иллюзии зрительного восприятия.

Изучая данный вопрос в энциклопедической литературе и в интернет-сети, я выяснил, что в переводе с латыни слово «иллюзия» означает «ошибка, заблуждение». Это говорит о том, что иллюзии с давних времён означают некие сбои в работе зрительной системы.

Оптические иллюзии делятся на три вида:

- естественные, или созданные природой (мираж, слепое пятно, иллюзия восприятия размера, искажение формы предметов, переоценка вертикальных линий, движущиеся иллюзии);
- искусственные, или придуманные человеком (двойственные изображения, невозможные фигуры и объекты, распознавание образов);
- смешанные, то есть естественные иллюзии, воссозданные человеком.

Оптические иллюзии не новы в архитектуре. Архитекторы Древнего Рима имели знания по оптике, которых было вполне достаточно, чтобы создавать великолепные оптические иллюзии на полах в технике мозаики.

Модный мир — мир зрительных иллюзий. В истории костюма можно проследить, как «сужали» талию с помощью очень широких юбок, делали ноги длиннее с помощью завышенной линии талии. Вертикальные линии и детали одежды визуально стройнят и увеличивают рост. Контрастные вертикальные полосы, идущие по внешним бокам одежды, делают силуэт приталенным. Горизонтальные же линии полнят. Клетка увеличивает объём, а круги придают формам округлость. Костюм в одном цвете даёт видимость высокого роста, выглядит более изысканно и элегантно, а одежда с яркими цветовыми пятнами полнит. [7, с. 31]

Я привёл примеры нескольких видов оптических иллюзий. Следующим шагом является небольшой эксперимент с участием учащихся нашего 5 Б класса. Поддадутся ли они иллюзии зрительного восприятия? Я покажу им,

по очереди каждому, оптические иллюзии и попрошу их ответить на мои вопросы. В эксперименте приняли участие 17 учащихся 5 Б класса. Эксперимент показал, что мы не всегда видим то, что есть на самом деле, следовательно, моя гипотеза верна. Мы пришли к выводу: объекты и явления, которые мы видим, не всегда соответствуют реальности и являются правдой. Проведённый анализ учит, что не всегда следует ограничиваться только оценкой на глаз, а следует подключать логику и производить измерения.

Люди не могут полностью контролировать то, что они видят и легко поддаются иллюзии. В моём эксперименте — это в среднем 65% учащихся за 3 опыта.

Сначала может показаться, что оптическая иллюзия создаётся легко, на самом деле так и есть, но перед тем как добиться впечатляющих результатов учёные потратили достаточно много сил и времени на изучение структуры глаза, его особенности, особенности зрения и на реакцию глаз. Оптические иллюзии применяют в жизни.

Для следующего эксперимента понадобится катушка от бумажных полотенец или полая трубка длиной около 30 сантиметров. Катушку надо взять в правую руку, а ладонь левой руки держать рядом с катушкой. Обои глазами надо смотреть себе на руку, при этом правым глазом смотреть через катушку. Что же произойдёт? Вам будет казаться, будто в левой руке дырка! В чём же причина? Правый глаз смотрит через катушку, а левый видит раскрытую ладонь. Сводя воедино сигналы от обоих глаз, мозг получает объёмное изображение. [5, с. 128]

Итак, можно сделать вывод, что иллюзия — это не чудо, а наука. Гипотеза, выдвинутая в начале исследования, подтвердилась — практически в основе всех иллюзий лежат обычные природные явления. В процессе работы были найдены три основные причины возникновения оптических иллюзий:

1. Законы физики — преломление и отражение лучей создают иллюзии, которые называют миражами.
2. Особенности строения глаза позволяют видеть иллюзии восприятия цвета и иллюзии движения, и, конечно, слепое пятно.
3. Исследование показало, что зрение контролирует не только глаз, но и мозг. Оптические иллюзии — это обман нашего мозга, а зрение здесь лишь является посредником, который этот обман передаёт.

Тот факт, что не все иллюзии на сегодняшний день имеют своё научное объяснение, возможно, говорит о том, что недостаточно изучено зрение человека.

Полученные в процессе исследования знания и накопленные факты позволили научиться создавать оптические иллюзии и управлять ими. Результатом проделанной работы стал изготовленный мной альбом наиболее известных оптических иллюзий. На сегодняшний день в изучении иллюзий осталось ещё немало тайн, которые ждут своих открытий.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. А. Акбаев. Физика и живая природа. Ижевск: Удмуртский университет 2009, 276 с.
2. А.А. Вадимов, М.А. Тривас. Иллюзии зрения. М.: Наука, 2001, 189 с.

3. П. Лемени-Македон. Суперэксперименты. М.: Эксмо, 2012, 96 с.
4. А.В. Луизов. Цвет и свет. Л.: Энергоиздат, 2009, 113 с.
5. Я.И. Перельман. Занимательная физика. Т. 1. М.: Наука, 1983, 225 с.
6. Ежедневное приложение «Физика» к газете «Первое сентября» № 37, 2006, 39 с.
7. Приложение «Физика для младших школьников» № 6, 2009, 43 с.

## Исследование различных зон паутины

*Цхай Тамара Евгеньевна, учащаяся 8 класса;  
Степанова Елизавета Витальевна, учащаяся 8 класса;*

Научный руководитель: *Терскова Людмила Николаевна, учитель физики  
МБОУ СОШ № 12 г. Хабаровска*

Паутина — уникальный природный материал. С одной стороны она достаточно эластичная, что не порваться от удара быстролетящего насекомого [1]. С другой стороны, чтобы это насекомое не отскочило назад, должна быть мягкой. Прочность паутины не вызывает сомнений — сам паук может спускаться на одной нитке паутины с большой высоты. По своему составу паутина крайне сложный материал — нитеобразующие органы паука (железы) вырабатывают различные белки (фиброин и серицин) после чего они сплетаются из множества окончаний в одну нить [2]. Паутина является интересным предметом для изучения, в том числе потому, что может использоваться как индикатор изменения условий окружающей среды [3].

Нас заинтересовала структура самой паутины, в том числе в различных зонах.

*Цель:* исследовать радиальную и спиральную нити паутины.

Анализ литературы показал, что паутина обладает двумя основными типами нитей [4] — радиальной и спиральной (рис. 1).

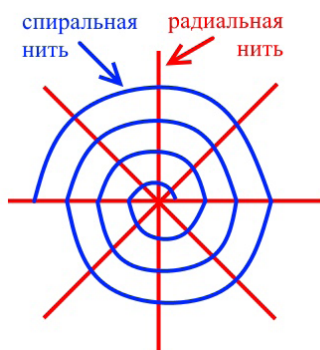


Рис. 1. Схематическое изображение различных зон паутины

Нами была найдена домашняя паутина, аккуратно срезана. Далее эту паутину мы исследовали в оптическом микроскопе.

Спиральная паутина

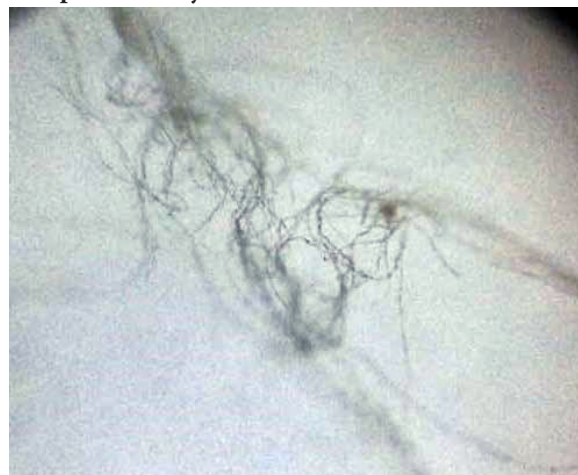


Рис. 2.

Для более детального изучения различных нитей паутины, мы подготовили образцы для атомно-силового микроскопа. Однако при сканировании образца без специальной фиксации на покровном стекле получить изображение не удалось — паутина «пружинила» от зонда, смещалась в сторону. Мы попробовали смачивать паутину водой, однако в этом случае капельки воды не испарялись, а оставались на нитях, что делало невозможным сканирование. После нескольких попыток мы выбрали подходящий способ подготовки паутины для исследования в АСМ: после переноса паутины на покровное стекло с большого расстояния (более 20 см) распылялся обычный лак для волос из баллончика (в виде спрея). Таким образом, удалось, не повредив паутину, создать тонкий фиксирующий слой, который одновременно «прижал» паутину к поверхности стекла. При этом лак не остался в виде жидких капель, а только в форме тонкой сухой пленки, что позволило легко просканировать поверхность в АСМ.

Как показали результаты, радиальная зона паутины относительно однородна по толщине и её размеры в поперечнике составляют в среднем 2 мкм, что позво-

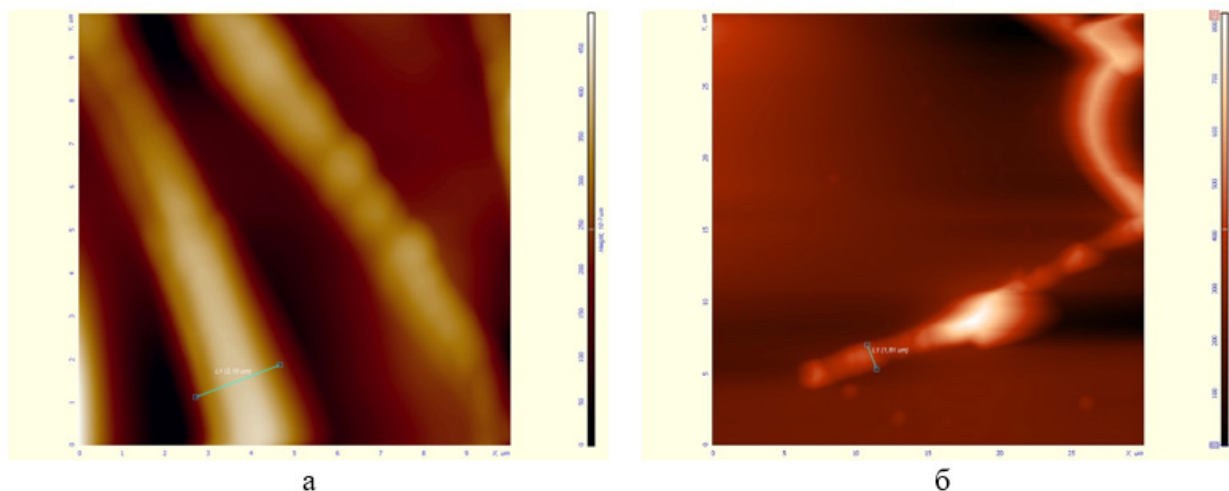


Рис. 3. АСМ — изображения радиальной (а) и спиральной (б) нитей паутины

ляет обеспечивать достаточную прочность всей паутине в качестве ловушки. Спиральная паутина несколько меньше по толщине (1,8 мкм), однако через примерно одинаковые промежутки (около 20–25 мкм) в её структуре встречаются утолщения в форме бусин диаметром 2,0–2,2 мкм. Как указывают некоторые исследователи, в таких бусинах находится нить в свернутом виде и, в

случае попадания насекомого в паутину, она разворачивается, создавая эффект эластичной паутины.

#### Выводы

Исследованы два типа нитей паутины — радиальная и спиральная. Из-за различных функций (высокая прочность для радиальной и высокая эластичность для спиральной) они имеют разную структуру.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Багров, Д. Вербка из паутины // Квант. — 2010, № 4. — с. 28–30
2. Перепелкин, К.Е. Физико-химические особенности формирования природных фиброиновых нитей // Известия ВУЗов. Химия и химическая технология. — 2007, т. 50, № 11. — с. 3–13
3. Бурченко, Т.В. Использование свойств паутины в качестве индикатора изменения условий окружающей среды / Бурченко Т.В., Хомутова Т.В., Крылов Н.К. // Advances in current natural sciences (материалы конференции), — № 8, 2013. — с. 12–14
4. Das, R. Biomechanical characterization of spider webs / Rakesh Das, Amit Kumar, Anurag Patel et. al. // Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials. — Volume 67, March 2017, Pages 101–109



## Ошибки в учебниках физики для 7 класса при изучении механизма «подвижный блок»

Шумейко Алёна Витальевна, учащаяся 8 класса  
Нижнебаканская средняя школа № 11 (Краснодарский край)

Научный руководитель: Веташенко Олег Георгиевич, помощник атамана  
Нижнебаканское хуторское казачье общество (Краснодарский край)

Данная статья знакомит читателей с ошибками в учебниках физики для 7 класса при изучении получения выигрыша в силе в 2 раза подвижным блоком при подъёме груза и является продолжением статьи: «Современный взгляд на простой механизм «блок», изучаемый по учебникам физики для 7 класса», опубликованной в журнале: «Юный учёный» в № 2 за 2016 год.

**Ключевые слова:** блок, рычаг, подвижный блок, ось вращения, сила упругости троса

Рисунки физических моделей подвижного блока из 6 учебников физики для 7 класса, объясняющие получение выигрыша в силе в 2 раза подвижным блоком можно условно разделить на две части:

1. Рисунки представляющие подвижный блок как рычаг с неравными плечами (верхний ряд).
2. Рисунки представляющие подвижный блок как взаимодействие троса с грузом, который поднимает подвижный блок (нижний ряд).

Для чего это надо? Чтобы было видно, что авторы учебников рассматривают подвижный блок как рычаг (первые четыре рисунка) или как взаимодействие троса и груза (пятый и шестой рисунки). Не надо быть физиком, чтобы увидеть, что силы на первых трёх рисунках нарисованы на блоке, на четвертом рисунке одна сила на блоке, вторая на грузе, на пятом силы нарисованы на тросу и грузе, а на шестом — на блоке и тросу.

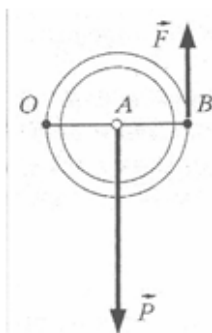


Рис.1446 [3, с.224].  
Уч. А.В. Грачёв.

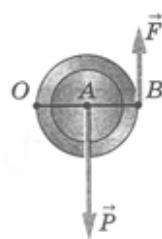


Рис. 180. Подвижный блок как рычаг с неравными плечами

Рис.180 [5, с.182].  
Уч. А.В. Пёрышкин.

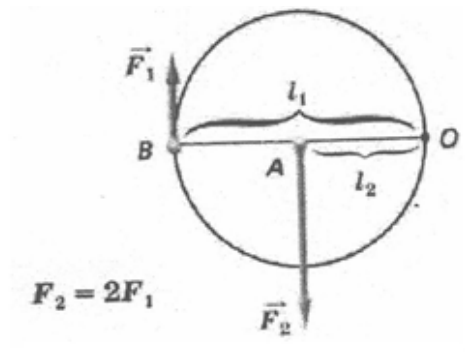


Рис. [1, с.124].  
Уч. В.В. Белага.

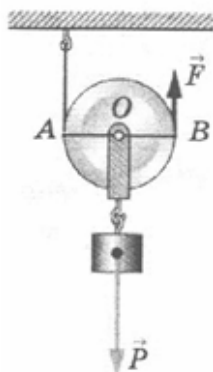


Рис. 105 [6, с.116].  
Уч. Н.С. Пурышева.

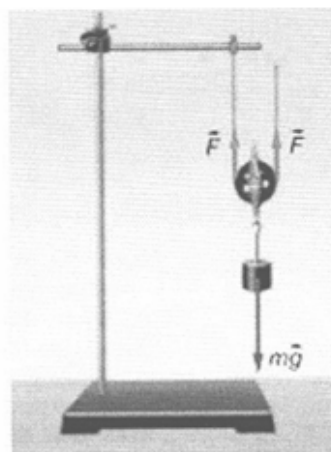


Рис.22.4 [4, с.97].  
Уч. О.Ф. Кабардин.

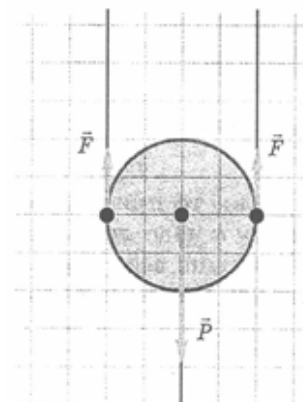


Рис.24.5 [2, с.192].  
Уч. Л.Э. Генденштейн.



Если взять выигрыш в силе подвижным блоком в 2 раза как рычага, из верхнего ряда, да умножить эту силу в 2 раза как взаимодействие троса с грузом, из нижнего ряда, то получим выигрыш в силе в 4 раза  $2 \times 2 = 4$ , а опыт даёт — **выигрыш в силе только в 2 раза**, при подъёме груза на подвижном блоке. Поэтому из анализа рисунков, объясняющих получение выигрыша в силе в 2 раза подвижным блоком, следует вывод:

**У авторов учебников нет единого понимания и нет физической модели подвижного блока для объяснения получения им выигрыша в силе в 2 раза при подъёме груза.**

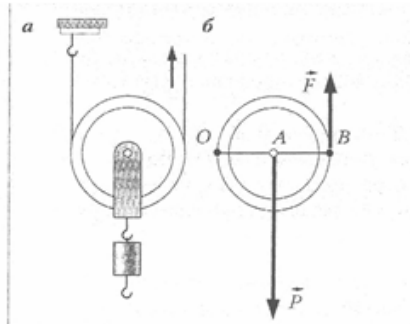


Рис. 144 Подвижный блок, у которого ось вращения перемещается вместе с грузом, можно рассматривать как рычаг второго рода. Такой блок даёт выигрыш в силе в два раза

Рис.144 [3, с.244].

«Действительно, подвижный блок можно рассматривать как рычаг второго рода относительно точки O. В этой точке верёвка касается блока со стороны её закреплённого конца (рис. 144, б). Плечо OB прикладываемой силы F в два раза больше плеча OA веса P груза. Поэтому, исходя из условия равновесия, модуль прикладываемой силы будет в два раза меньше модуля веса груза» [3, с. 225]. Точка O на рисунках 140 и 144 б — ось вращения рычага второго рода. Получается у рычага OAB на рис. 144 б, две разные оси вращения: ось A — самого блока и ось O — рычага второго рода и эти оси вращения не совпадают.

(В неподвижном блоке рис. 142 б ось B — ось вращения блока и она же точка B — ось вращения рычага с равными плечами ABC, т. е. оси вращения блока и рычага — совпадают.)

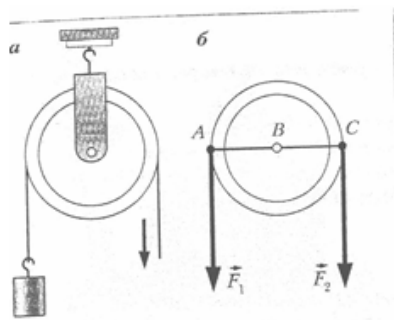


Рис. 142 Неподвижный блок, у которого ось вращения закреплена, можно рассматривать как равноплечий рычаг

Рис.142 [3, с.224].

Начнём анализ текста учебника А.В. Грачёва, где подвижный блок представлен как рычаг с неравными плечами (рычаг второго рода):

«Блоком называют устройство, представляющее собой колесо с жёлобом, по которому пропускают верёвку, трос или цепь. ... У подвижного блока (рис. 144, а) ось вращения перемещается вместе с грузом. Этот блок даёт выигрыш в силе в два раза» [3, с. 224]. На рис. 144 а, ось вращения блока находится в центре и на этой оси висит груз. На физической модели блока — рис. 144 б, оси вращения блока соответствует точка А.



Рис. 140 В рычагах второго рода точки приложения сил находятся по одну сторону от оси вращения рычага

Рис.140 [3, с.222].

Рычагов второго рода с двумя разными осями вращения нет, т. к. у рычага второго рода только одна ось вращения (см. выше рис. 140).

Вывод: В учебниках, где выигрыш в силе в 2 раза подвижным блоком при подъёме груза доказывается с помощью рычага второго рода — неверен, так как нет рычагов второго рода с двумя разными осями вращения.

Далее проанализируем рисунок 146.

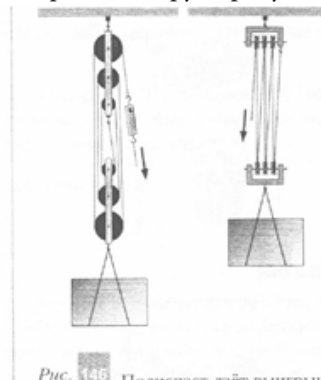


Рис. 146 Полиспаст даёт выигрыш в силе во столько раз, сколько в нём блоков. Изображённые полиспасты имеют по 6 блоков и дают шестикратный выигрыш в силе

Рис.146 [3, с.225].

На рисунке 146 нарисованы 2 полиспаста, каждый из них состоит из 3 неподвижных блоков и 3 подвижных блоков. Надпись под рисунком: «Полиспаст даёт выигрыш в силе во столько раз, сколько в нём блоков. Изображённые полиспасты имеют по 6 блоков и дают шестикратный выигрыш в силе» [3, с. 225].

Ранее на стр. 224 было написано: «Неподвижный блок не даёт выигрыша в силе. ... Подвижный блок даёт выигрыш в силе в 2 раза». Получается, что неподвижные блоки стали давать выигрыш в силе, а подвижные блоки уменьшили свой выигрыш в силе с двух раз до одного раза.

Вывод: Последующие рисунки и текст учебника не должен противоречить предыдущим рисункам и тексту.

Продолжим анализ текста теперь в учебнике О.Ф. Кабардина:

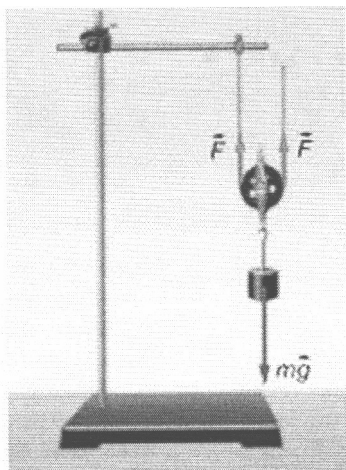


Рис. 22.4 [4, с. 97].

«При подъёме груза с помощью подвижного блока один конец троса закрепляется вверху, а подъём груза осуществляется под действием силы, приложенной к дру-

гому концу троса. Действие силы тяжести  $mg$  уравновешивается действием двух одинаковых сил упругости со стороны двух тросов, поэтому для подъёма груза достаточно приложить к одному тросу силу  $F$ , равную половине веса груза, т. е. подвижный блок даёт выигрыш в силе в 2 раза (рис. 22.4)» [4, с. 97].

Анализ текста: в начале абзаца на рис. 22.4 один трос (один конец троса закреплён, а подъём осуществляется за другой конец троса), а вот действие силы тяжести уравновешивается действием двух одинаковых сил упругости со стороны двух тросов. Откуда взялся второй трос и вторая сила упругости?

На рисунке 22.4 один трос с двумя концами и двумя частями или ветвями (одна ветвь — от закреплённого конца до блока, а вторая — от блока до свободного конца троса). Под действием груза в тросу возникает сила упругости одинаковая по всей длине троса, но поскольку груз висит на двух ветвях одного троса, то сил упругости будет две, по одной на каждую ветвь. Вот откуда берётся второй трос и вторая сила упругости.

Если постараться, то можно понять, что модуль силы упругости одинаков в любой точке троса, но если груз висит на нескольких ветвях этого троса, то силы упругости каждой ветви складываются (как будто груз висит на нескольких отдельных тросах).

Вывод: В учебниках, где выигрыш в силе подвижным блоком в 2 раза доказывается с помощью двух тросов — неверен, так как подвижный блок висит на двух ветвях одного троса.

ОБЩИЙ ВЫВОД: У авторов шести учебников физики для 7 класса нет единого понимания и нет физической модели для объяснения получения выигрыша в силе в 2 раза при подъёме груза, на подвижном блоке, так же не верны доказательства: где подвижный блок рассмотрен как рычаг с двумя разными осями вращения, так как нет рычагов второго рода с двумя разными осями вращения, а висит подвижный блок на двух ветвях (частях) одного троса, у которого одна сила упругости по всей длине.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Белага, В.В. Физика. 7 класс: учеб. для общеобразоват. Учреждени с прил. на электрон. носителе / В.В. Белага, И.А. Ломаченков, Ю.А. Панебратцев; Рос. акад. наук, Рос. акад. образования, изда-во «Просвещение», М.; Просвещение, 2013, — 144 с.: ил. ISBN 978-5-09-022267-9.
2. Генденштейн, Л.Э. Физика 7 класс. В 2 ч. Ч. 1: учебник для общеобразовательных организаций / Л.Э. Генденштейн, А.Б. Кайдалов; под ред. В.А. Орлова, И.И. Ройзена. — 7-е изд., стер. — М.; Мнемозина, 2014. — 255 с.: ил. ISBN 978-5-346-03035-5.
3. Грачёв, А.В. Физика; 7 класс; учебник для учащихся общеобразовательных организаций / А.В. Грачёв, В.А. Погожев, А.В. Селивёрстов, — 3-е изд., перераб. — М.; Вентана-Граф, 2014, — 288 с.; ил. ISBN 978-5-360-04901-2.
4. Кабардин, О.Ф. Физика. 7 класс: учеб. для общеобразоват. организаций / О.Ф. Кабардин. 3-е изд. — М.: Просвещение, 2014. — 176 с.: ил. ISBN 978-5-09-033364-1.
5. Пёрышкин, А.В. Физика 7 кл.: учебник / А.В. Пёрышкин. — 3-е изд., доп. — М.; Дрофа, 2014. — 224 с.: ил. ISBN 978-5-358-14436-1.
6. Пурешева, Н.С. Физика. 7 кл.: учеб. для общеобразоват. учреждений / Н.С. Пурешева, Н.Е. Важеевская. — 2-е изд., стереотип. — М.: Дрофа, 2013. — 222, [2] с.: ил. ISBN 978-5-358-11968-0.

# ХИМИЯ



## Экспериментальные исследования влияния температуры на процессы хемилюминесценции

*Аронов Михаил Алексеевич, учащийся 3 класса*

ГОБУ «Московская областная общеобразовательная школа-интернат естественно-математической направленности» имени П.Л. Капицы (г. Долгопрудный)

**Научный руководитель: Анисенко Андрей Николаевич, аспирант**  
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Явление хемилюминесценции — сложный физико-химический процесс, который связан с механизмами превращения энергии. В большинстве случаев, химические реакции, вызывающие эффект хемилюминесценции, подчиняются стандартным законам химии [1]. Однако существуют реакции, механизм и особенности протекания которых еще до конца не изучены. При этом явление хемилюминесценции находит все более широкое применение в различных отраслях науки. Это обстоятельство подтверждает актуальность исследований в рассматриваемой области научных знаний.

Непосредственные сведения о кинетике протекания химической реакции, протекающей с излучением света, и ее механизме может дать измерение яркости свечения и исследование интенсивности хемилюминесценции, в зависимости от различных параметров. Ранее проведенные экспериментальные исследования подтвердили, что скорость химической реакции напрямую зависит от температуры, при которой протекает эта реакция. Чтобы выяснить, влияет ли температура непосредственно на процесс хемилюминесценции, были проведены экспериментальные исследования с использованием химического источника света (ХИС) кубической формы. Действие ХИС основано на химической реакции двух компонентов: красителя с дифенил оксалатом (вещества, полученного путем взаимодействия фенола с щавелевой кислотой) и перекиси водорода. При их смешивании происходит органическая химическая реакция, с выделением энергии, возбуждающей краситель, который начинает светиться. Цвет излучаемого света зависит от вида красителя. В нашем случае в реакционной смеси присутствовал краситель 9,10-бис-(фенилэтинил) — антрацен, обеспечивающий зеленое свечение.

Исследования осуществлялись с использованием экспериментальной установки (Рис. 1). Химический источник света (3) в форме куба после активации (смешивания реагирующих компонентов механическим воздействием) помещали в разные температурные условия — в емкость

с водой, нагретой или охлажденной до требуемых показателей. При разных температурах измерялась интенсивность хемилюминесценции. Измерения проводились при помощи консольного люксметра (4,5), собранного из электронных устройств на базе ISKRA JS и запрограммированного на языке JavaScript. Данные считывались с помощью приложения на компьютере (6).

Для каждого температурного режима исследовался новый ХИС, так как интенсивность его свечения зависит от времени начала реакции, и постепенно яркость свечения снижается. Измерение интенсивности хемилюминесценции осуществлялось через 10 минут после активации источника. По результатам эксперимента построен график зависимости яркости свечения от температуры (Рис. 2), демонстрирующий, что увеличение температуры реакционной смеси приводит к увеличению яркости свечения ХИС, то есть к усилению хемилюминесценции.

Связано это с тем, что при повышении температуры, скорость реакции увеличивается. Известно, что реакция протекает за счет столкновения атомов веществ. При столкновении реагируют только те молекулы, у которых достаточно энергии. В эксперименте при повышении температуры молекулы получают дополнительную энергию. То есть количество активных частиц увеличивается. И химическая реакция протекает быстрее [2,3].

Для подтверждения полученных закономерностей был проведен еще один эксперимент. ХИС кубической формы после активации помещался в определенные температурные условия и выдерживался в них в течение 10 минут для стабилизации температуры. Далее источник возвращали в нормальные температурные условия — 25°C. В течение последующих 15 минут консольным люксметром фиксировалась интенсивность хемилюминесценции, то есть регистрировалась яркость свечения источника. По полученным результатам построен график зависимости интенсивности свечения от времени изменения температуры объекта (Рис. 3).

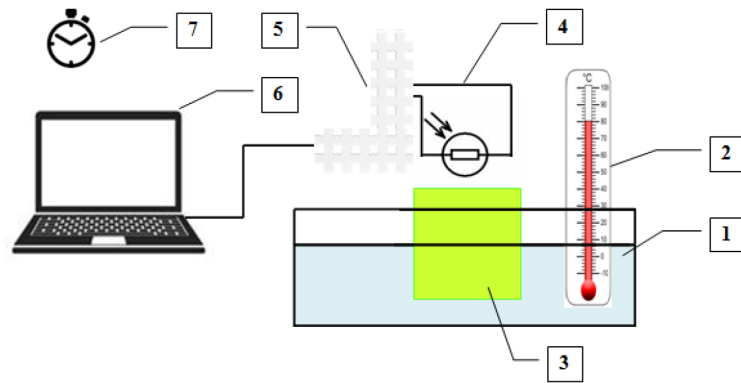


Рис. 1. Экспериментальная установка для исследования реакции с хемилюминесценцией (1 — емкость с водой для поддержания температуры, 2 — термометр, 3 — активированный ХИС, 4 — фоторезистор люксометра, 5 — консольный люксметр ISKRA JS, 6 — компьютер, 7 — таймер)

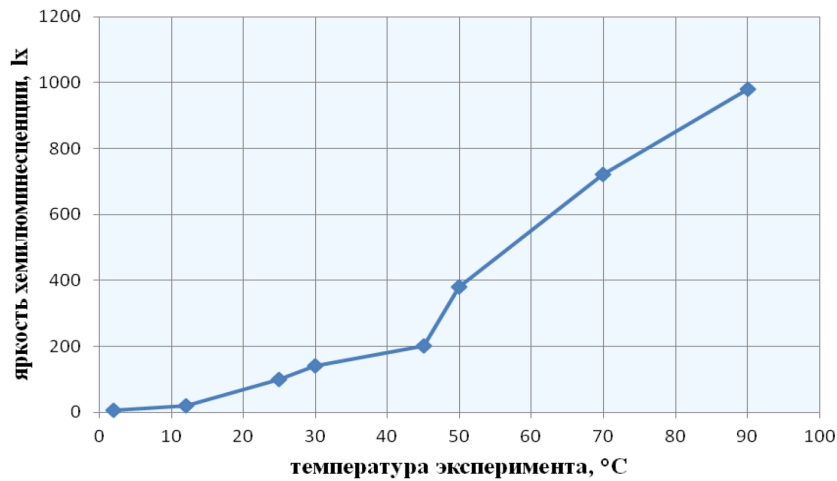


Рис. 2. График зависимости яркости свечения от температуры

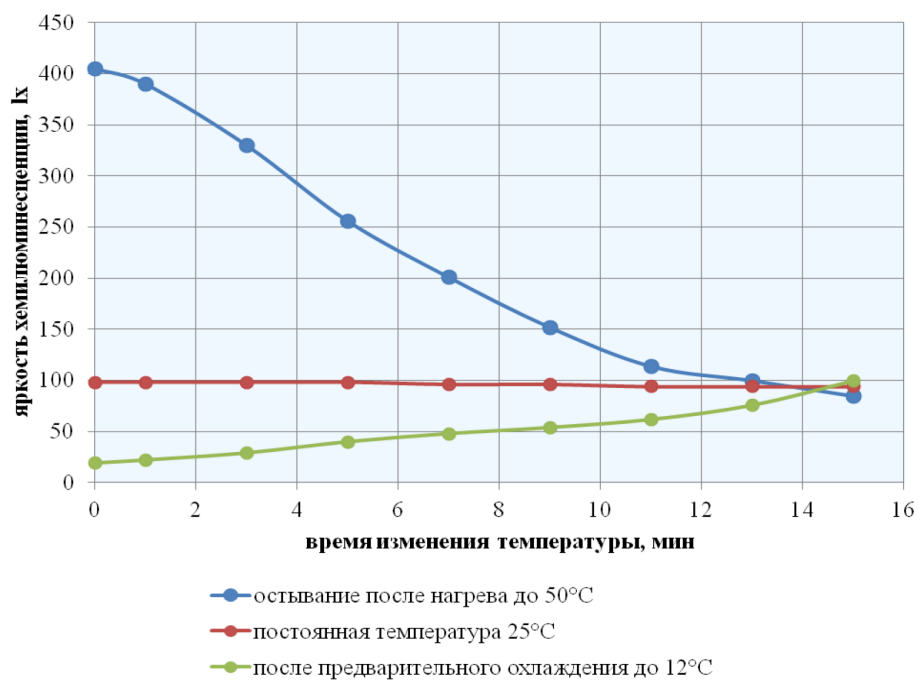


Рис. 3. График зависимости интенсивности хемилюминесценции от времени изменения температуры

График показывает, что при остывании нагретого ХИС интенсивность хемилюминесценции уменьшалась, а при нагревании остывшего — увеличивалась. Изменение силы свечения происходило за счет ускорения или замедления скоростей протекания химических реакций в источнике света. Следовательно, интенсивность хемилюминесценции непосредственно связана со скоростью реакции, в которой образуется возбужденная частица. А общая скорость реакции хемилюминесценции напрямую зависит от скорости образования продукта реакции, вероятности образования молекулы продукта в возбужденном электронном состоянии и вероятности выхода фотона при переходе возбужденной молекулы в основное состояние.

Экспериментальные данные показывают, что процессом хемилюминесценции при протекании химической

реакции можно управлять, изменяя скорость реакции за счет изменения температуры. Если мы увеличим температуру, при которой протекает реакция, то скорость реакции станет больше и интенсивность свечения увеличится. И, наоборот, при снижении температуры скорость реакции замедляется, при этом наблюдается затухание люминесценции.

Стоит отметить, что хемилюминесценция может сопровождать как органические, так и неорганические химические реакции и является результатом экзотермического процесса. Полученные зависимости интенсивности хемилюминесценции от температуры в проведенных исследованиях доказывают химическое происхождение света в этих случаях.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Закотеев, Ю.А. Хемилюминесценция. Принципы и методики регистрации, оборудование, задачи // (<http://louvaahmar.narod.ru/doc/chemilumi-zakoteev.pdf>)
2. Лекции для учителей. Конспект лекций по общей химии. М.А. Ахметова // (<http://him.1september.ru/2006/07/16.htm>)
3. Химическая кинетика. Почему важно исследовать влияние температуры на скорость химических реакций?// (<http://www.himikatus.ru/art/ch-act/0428.php>)

## Наши кристаллы

*Хазадияз Асем Акылбеккызы, учащаяся 7 класса;  
Кубашева Аяжан Асылбековна, учащаяся 7 класса;  
Темирболат Аружан Русланкызы, учащаяся 7 класса;*

*Научный руководитель: Киматова Гулсим Талаповна, учитель химии  
Назарбаев Интеллектуальная школа физико-математического направления г. Уральска (Казахстан)*

**К**ристаллы — это уникальные образования сложенных атомов. Многие кристаллы сделаны из минералов, но есть и другие типы материалов, которые также делают кристаллы. Что такое кристаллы?

Что общего у снежинок, поваренной соли и карандаша? Это кристаллы. Большинство людей думают, что драгоценные камни и бриллианты являются единственным видом кристаллов. Однако многие кристаллы сделаны из минералов. Если посмотреть на песчинку соли под микроскопом, можно увидеть уникальную форму куба. Соль — это минерал, и когда она встречается в природе, она называется каменной солью или галитом. Минерал — природное вещество земли.

Когда минералы становятся твердыми, они создают определенную форму, основанную на том, как их атомы сложены. Атомы — это наименьшая часть вещества.

Когда образуется кристалл, все атомы соединяются друг с другом подобно Лего. Но в отличие от Legos, когда минералы образуют кристаллы, они создают форму, которая имеет рисунок. Кроме того, каждый минерал имеет различную форму, потому что образуются из различных атомов. [1]

Ионы (заряженные атомы), которые составляют ионное соединение, соединяются вместе в повторяющейся трехмерной структуре, называемой кристаллической решеткой. Простейшей кристаллической решеткой является простая кубическая структура, в которой атомы лежат на сетке: так, что каждый положительный ион окружен отрицательными ионами и наоборот, каждый отрицательный ион окружен положительно заряженными ионами. Форма всех структур кристаллической решетки зависит от структуры ионов в кристаллической решетке. Когда мы смотрим на чистый кристалл, то видим, как атомы расположены на молекулярном уровне. Поскольку эта закономерность продолжает повторяться, она становится достаточно большой, чтобы вы могли «увидеть» расположение атомов.

Ученые выращивают кристаллы различных соединений, чтобы они могли видеть, как атомы расположены в разных соединениях. Один из методов выращивания кристаллов называется перекристаллизацией. Это процесс, который используется для очистки твердого материала путем растворения твердого вещества (называемого растворенным веществом) в соответствующей



жидкости (называемой растворителем), материал выходит из насыщенного раствора в кристаллической форме. Когда растворитель испаряется, твердые кристаллы начинают увеличиваться. [2]

По мнению авторов [3], кристалл — это материал, который имеет свои атомы, молекулы или ионы, расположенные в высокоорганизованном трехмерном образце. Слово «кристалл» происходит от греческого *krustallos* (лед или горный хрусталь). Когда образуется лед, он начинает образовывать поликристаллическую структуру, как крошечные кристаллы, которые в конечном счете сплавляются вместе. Кубик льда не является истинным кристаллом, так как периодическая структура молекул воды разрушается на границе раздела между каждым компонентом кристалла. Однако, одиночная снежинка — истинный кристалл. Соли, такие как NaCl (хлорид натрия или поваренная соль), также образуют настоящие кристаллы, как и сахар (сахароза) и многие заменители сахара. Ионные вещества, такие как соли, образуют кристаллы, состоящие из чередующихся положительных и отрицательных ионов, которые образуют связи, основанные на сильных электростатических притяжениях. Их кристаллы имеют высокую температуру плавления и являются хорошими проводниками электричества при растворении их в воде или в их расплавленном состоянии. Полярные ковалентные вещества, такие как сахароза, образуют кристаллы, основанные на более слабых межмолекулярных лондонских или диполь-дипольных

взаимодействиях. Их кристаллы имеют тенденцию к более низким температурам плавления и не являются особенно хорошими проводниками электричества.

Кристаллизация — это процесс образования кристаллов из жидкости.

Растворы представляют собой смеси, состоящие из растворителя и растворенного вещества. Любой раствор состоит как минимум из двух веществ. В качестве растворителя больше всего берется вода. Раствор, в котором при определенной температуре данное вещество больше не растворяется, называется насыщенным. Раствор, в котором при определенной температуре данное вещество еще может растворяться, называется ненасыщенным. И, наконец, можно получить так называемые перенасыщенные растворы, нагревая и добавляя избыточное количество растворимого вещества. [4]

Как раз такие растворы мы используем для выращивания кристаллов, которые привлекают нас своей красотой, величиной и формой.

Какие вещества подходят для выращивания кристаллов из насыщенных растворов? Для этого, как отмечает автор [5] необходимо вооружиться таблицей кривых растворимости и нужно выбрать те вещества, растворимость которых резко увеличивается при повышении температуры—это первое условие. Во-вторых, вся посуда, растворы должны быть абсолютно чистыми. И, наконец, в-третьих, за процессом формирования кристалла нужно наблюдать регулярно-ежедневно.

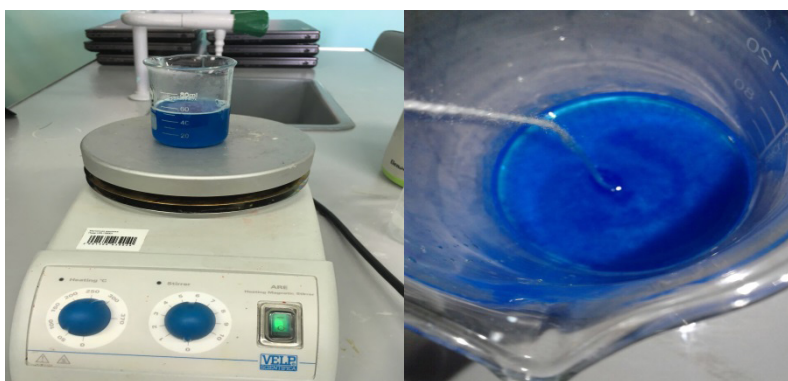


Рис. 1. Выращивание кристалла медного купороса

Мы выбрали медный купорос, так как он очень красивого синего цвета и алюминиево-калиевые квасцы, так как в интервале температуры от 60 до 100°C его растворимость повышается очень сильно. Чтобы получить красивые и крупные кристаллы из медного купороса авторы [6] советуют медленно охлаждать сильно нагретый насыщенный раствор сульфата меди.

Нас заинтересовала работа по выращиванию кристаллов, поэтому мы выполняли данный эксперимент с охотой и энтузиазмом.

Мы использовали: медный купорос, алюминиево-калиевые квасцы, стаканы, стеклянные палочки, нитки, электрическую плитку.

Целью исследования было выращивание кристаллов.

Вначале вскипятили 50 мл дистиллированной воды и растворили в ней один шпатель медного купороса. Пе-

ремешивая стеклянной палочкой, постепенно добавляли вещество до полного растворения и образования насыщенного раствора. Затем подождали, пока раствор остынет, и профильтровали-пропустили через бумажный фильтр. После этого поместили в угол шкафа в лаборантской и ждали 2 дня. На третий день на дне стакана обнаружили множество кристалликов. Выбрали самый крупный из них, завязали ниткой—очень кропотливая и долгая работа! Потом второй конец нитки привязали к стеклянной палочке и разместили на вершине стакана, как показано на фотографии. Приготовили насыщенный раствор медного купороса и погрузили в него кристаллик, завязанный ниткой. Оставили в теплом месте. Через три дня увидели выросшие красивые кристаллы. Когда мы измерили максимальную длину, она составила 2,3 см у медного купороса и 2,6 у квасцов; ширина кристал-

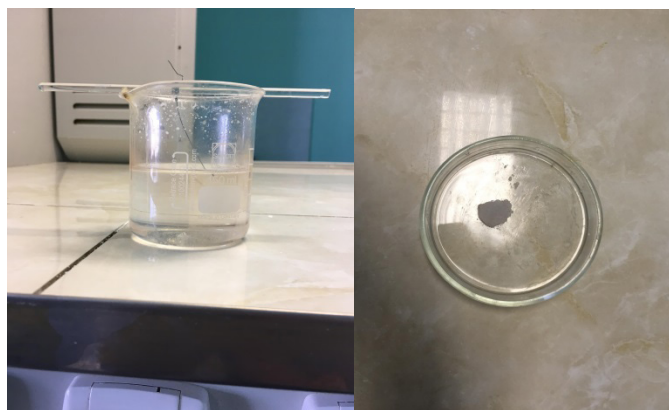


Рис. 2. Выращивание кристалла алюмо-калиевых квасцов

ла-1,2см у купороса и 2,5 у квасцов. Мы хотели получить более крупные, но удалось вырастить только такие, но все равно мы были очень рады. Для чего выращивают

кристаллы? Во-первых, они очень красивые, во-вторых, таким образом мы можем изучить свойства вещества, образующего кристалл.



Рис. 3. Мы с выращенными нами кристаллами!

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. <http://study.com/academy/lesson/crystals-lesson-for-kids-definition-facts.html#lesson>
2. <https://www2.powayusd.com/.../GROWING%20CRYSTALS>.
3. [http://microscopy4kids.org/Making\\_and\\_Observing\\_Crystals](http://microscopy4kids.org/Making_and_Observing_Crystals)
4. Химия: Справ. материалы: Кн. Для учащихся / Ю.Д. Третьяков, Н.Н. Олейников, Я.А. Кеслер, И.В. Казимирчик; Под ред. Ю.Д. Третьякова.-2-е изд., перераб.-М.: Просвещение, 1989–224 с., 4 л. ил.: ил.-ISBN 5-09-002946-6
5. Верховский, В.Н. и Смирнов А.Д. Техника химического эксперимента. Т. II. Изд. 6-е, перераб. М., «Просвещение», 1975.
6. Полосин, В.С. Школьный эксперимент по неограниченной химии. Изд. 2-е, переработ. М., «Просвещение», 1970.



## БИОЛОГИЯ

### Микроструктура человеческого и животного волоса

*Дунямалиева Айсел Алимагамед кызы, учащаяся 10 класса;*

*Новак Яна Дмитриевна, учащаяся 10 класса*

Научный руководитель: *Терскова Людмила Николаевна, учитель физики*

МБОУ СОШ № 12 г. Хабаровска

**В**олосы — это структура, состоящая из различных химических веществ, в основе которых — белок. Волосы состоят из липидов, пигментов, воды и различных микроэлементов.

Волосы человека состоят из 3 слоев:

- Сердцевина (внутренний слой) — это вещество, которое состоит из не до конца ороговевших клеток.
- Корковый слой — самый большой слой, который составляет до 90% от общей массы волоса
- Волос покрыт кутикулой (чешуйками). Кутикула состоит из 6–9 слоев клеток. Растут чешуйки от корня к концу волоса.

Свойства волос человека:

- Гидроскопичность — это свойство волос поглощать и удерживать внутри влагу из воздуха.
- Прочность — способность волос сопротивляться под действием физических нагрузок.
- Электропроводность — способность волос накапливать статическое электричество.
- Пористость — количество воздушных пустот в стержне волоса.
- Влаagoотдача — свойство волос отдавать влагу окружающей среде при нагревании.

Функции человеческих волос:

Защитные функции остались у волос ресниц, бровей, уха и носа. Количество волос на теле стало минимально и явно не способно служить теплоизоляцией.

**Шерсть** — это волосяной покров животных.

Собачья шерсть состоит из двух основных типов волос: жестких — длинных остевых и коротких, мягких — подшерстка. Волосы растут из волосяных мешочков, расположенных в коже собаки. В них открываются протоки сальных желез. Благодаря этому, кожу и шерсть собаки покрывает тонкий слой жира. Жировой слой обладает

бактерицидными свойствами и защищает шерсть от высыхания, избыточной влажности.

Свойства шерсти:

- Теплоустойчивость — способность сберегать тепло. Кроме способности выделять тепло, существует особенность шерсти, впитывая влагу из окружающей среды, сама высвобождает тепло.
- Валяемость — под влиянием тепла и влаги, которая имеется на поверхности волокон, клетки раскрываются, и если тогда шерсть потереть, происходит сцепление клеток, и волокна не могут вернуться в свое нормальное положение. Валяемость сопровождается стягиваемостью.

Функции собачьей шерсти:

Шерстный покров и кожа очень важны для животных, так как выполняют жизненно необходимые функции.

- Барьерная — защищает организм от перегрева при повышении температуры воздуха и переохлаждения — при понижении температуры, а также от проникновения паразитов, вирусов и бактерий.
- Нейтрализует отрицательные электрические заряды на поверхности тела;

Исследование микроструктуры человеческого и животного волоса.


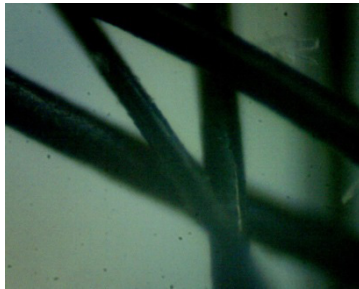
Имена участников: Дунямалиева Айсел и Новак Яна

Цель: Исследовать и выявить различия и сходства человеческого волоса и животной шерсти.

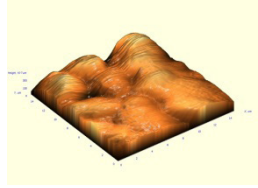
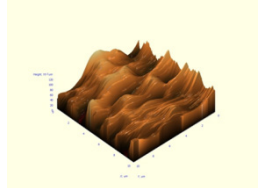
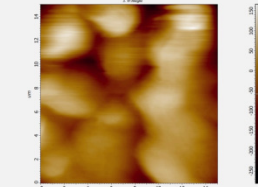

Оборудование:

- Оптический микроскоп;
- Образец волоса (мужской);
- Образец шерсти животного (Малый немецкий шпиц);
- Компьютер ICL;
- Программа Image Pro 4.
- Атомносиловой микроскоп НАНОЭДЬЮКАТОР 2

Исследование:

| 1. Образец мужского волоса  | 2. Образец собачьей шерсти   |
|---|--|
|  |  |
| Толщина варьируется от 24 до 28. Толщина — 27,4                                   | Толщина варьируется от 14 до 17. Толщина — 15,8                                    |

Образцы, рассмотренные на атомно-силовом микроскопе.

| Образец человеческого волоса  | Образец животного волоса   |
|---|--|
|    |    |
| 3. Человеческий волос в АСМ   | 5. Собачья шерсть АСМ  |
|  |  |
| 4. Человеческий волос в АСМ   | 6. Собачья шерсть АСМ  |
| Средний размер чешуи волоса — 4,38 нм   | Средний размер чешуи волоса — 3,05 нм  |
| Средняя шероховатость — 47,7 нм   | Средняя шероховатость — 15,0 нм  |

**Вывод:** опытным путем были исследованы образцы человеческого волоса и животной шерсти. Были выявлены различия в толщине образцов. Толщина челове-

ского волоса оказалась почти в два раза больше толщины шерстинки малого немецкого шпица.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Чернова, О.Ф. Атлас микроструктуры волос млекопитающих — объектов биологической экспертизы. — Москва, 2011—262 с
2. Строение волос или его структура. [http://www.myhair.su/struktura\\_volosa/](http://www.myhair.su/struktura_volosa/)
3. Строение и функции волос. [http://www.centrpilastiki.ru/o\\_trihologia\\_s05.html](http://www.centrpilastiki.ru/o_trihologia_s05.html)
4. Шерсть собаки. <http://www.dogmydog.ru/uhodzasherst.html>
5. Златогорский, А., Шапиро Дж. Трихология / Издательский дом «Родовщ», 2013—54 с.



# Сравнительный анализ искусственного и натурального мёда и его воздействие на организм человека

Шишкин Егор Викторович, учащийся 10 класса

Научный руководитель: Янькова Анна Викторовна, учитель химии, биологии  
МБОУ «Новокаламинская средняя школа № 6» (Красноярский край)

## Введение

По статистике медработников районной больницы Северо-Енисейского района, одними из самых распространённых заболеваний в нашей местности являются простудные заболевания (ОРЗ, ОРВИ, ангина), которые наши предки легко лечили с помощью мёда. Суровые климатические условия нашего района, к сожалению, не дают возможности для развития пчеловодства.

В средствах массовой информации постоянно идёт реклама мёда. Чтобы покупатель не заметил подделку, производители идут на различные фальсификации, получая мед, имеющий хороший естественный внешний вид, но все его целебные свойства сводятся к нулю. А ведь на сегодняшний день, сохранение здоровья населения находится в числе самых острых проблем современности. В этом актуальность и новизна темы исследования.

**Цель:** создать полезный искусственный мед

**Предмет исследования:** сравнительный анализ натурального и искусственного мёда и его воздействие на организм

## Задачи:

1. Определить значимость мёда
2. Выявить воздействие мёда на организм человека
3. Сравнить характеристики искусственного и натурального мёда
4. Выяснить предпочтения людей в выборе мёда.

**Гипотеза:** предположим, что можно создать искусственный мед, обладающий полезными для организма человека свойствами.

**Методы исследования:** химический эксперимент, наблюдение, сравнение, анкетирование респондентов, анализ и обобщение полученных данных.

**Частно-научные методы:** органолептический, физико-химический.

## Глава 1. История возникновения, получения мёда

Ещё в древности наши первобытные предки научились добывать сладкое лакомство — мед. Приблизитель-

но в 600 году до н. э древние люди научились в домашних условиях разводить пчел. Долгое время этот сладкий продукт считался священным, поскольку его было очень мало и довольно сложно было добыть. В египетских пирамидах найдены папирусы, где описывается использование мёда не только как продукта питания, но и как лечебного средства [1].

Мед из-за своей высокой стоимости был элитным и довольно престижным продуктом. Поэтому использовать эту сладость могли себе позволить только обеспеченные люди. Так, было на протяжении около тысячи лет. Стоит отметить, различные подделки, фальсификаты появились значительно позже, в связи с всеобщим распространением этого вкусного и полезного продукта. После того как сахар стал достаточно доступным для разных слоев населения, он покорила кулинарию, заменив «пчелиный нектар» [2].

На Руси история мёда имеет особое значение и давние традиции. Люди, добывавшие мед назывались бортниками. Древнерусские леса, не тронутые цивилизацией были благоприятны для пчел. Некоторые иностранцы отмечали, что Русь «текла медом». Известно так же, что сладкий, тягучий, золотой мед в древние времена являлся главным экспортным товаром [3].

Девятнадцатый век был веком открытий для мёда, конец века стал временем популяризации пчеловодства и знаний о них. В России в 1891 году было основано общество пчеловодов, но после появления сахара на Руси медоварение потеряло былой размах, а после и вовсе исчезло.

## 1.2. Состав мёда

В начале исследования рассмотрим состав мёда. Основными компонентами мёда является: фруктоза (38,0%), глюкоза (31,0%), сахароза (1,0%), вода (13,0–20,0%), другие сахара (мальтоза, мелицитоза и т. д) 9,0%, зола (0,17%), прочее (3,38%). В составе преобладают органические кислоты, из которых наибольшее количество приходится на яблочную кислоту. Мед богат витаминами [4].

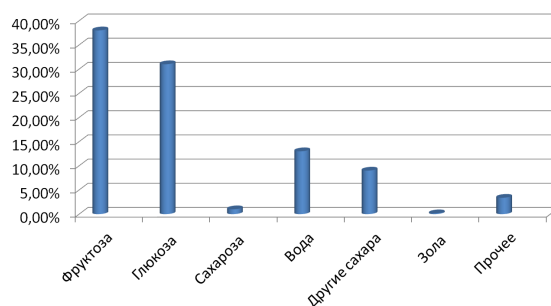


Рис. 1. Состав мёда



### 1.3. Воздействие меда на организм человека

**Полезное влияние меда** на организм человека многообразно. Достоверно известно следующее:

- хорошо всасывается и усваивается. Легче усваиваемый в организме, чем обычный сахар, мед является весьма ценным диетическим продуктом;
- двояко действует и на секреторную функцию желудка: или повышает ее, или понижает в зависимости от способа и условий применения. [5]
- оказывает нормализующее и послабляющее влияние на кишечник при вялой перистальтике и запорах, особенно в сочетании с пшеничными отрубями;
- благоприятно влияет на сердечно-сосудистую и нервную системы [5];
- повышение обменных процессов, повышает работоспособность организма;
- в разных странах мед традиционно употребляют в качестве противоядия при отравлении растительными, животными и минеральными ядами;
- натуральный пчелиный мед обладает также и сильными противомикробными свойствами, порой даже более сильными, чем антибиотики;
- мед успешно использовался и используется для консервирования различных растительных и животных пищевых продуктов, например, сливочного масла [2].

## ГЛАВА 2. Экспериментальная часть

### 2.1. Методика синтеза искусственного меда и результаты исследования.

В начале исследования синтезировался искусственный мед по следующей рецептуре: 100 г сахара растворили в 40 мл воды, в полученный густой сироп добавили 0,8 г лимонной кислоты. Сироп нагревали на водяной бане в течение 40–60 мин, при температуре 85–92 °С при постоянном помешивании. При остывании раствора добавили 50% раствор соды, для нейтрализации кислоты [6].

В ходе данного синтеза получили 3 образца синтези-

рованного меда. К пробе № 1 добавили ложку меда, но не использовали раствор соды для нейтрализации лимонной кислоты.

Проба № 2 получен мед без добавления натурального меда, добавив 2 мл 50% раствора соды для нейтрализации кислоты.

Проба № 3 без добавления дополнительно меда, добавив 10 мл 50% раствора соды.

В различной литературе мы узнали, что основными визуальными и органолептическими критериями оценки натурального меда являются:

- вкус — терпкий, может вызвать легкое жжение в горле;
- консистенция — однородная масса, которая не разделяется на слои;
- запах — цветочный, ароматный, медовый. Исключение составляют сорта меда из растения иванчая;
- не пенится;
- при переливании в банку тянется струйкой, образует «горку» [1].

В настоящее время требования по качеству на международном рынке меда заключаются в контроле над следующими физическими и химическими свойствами: водность, электропроводность, содержание минеральных веществ (зола), свободная кислотность, диастазная активность.

В ходе исследования были синтезированы 3 образца меда и 1 образец натуральный мед. Каждой пробе была дана органолептическая оценка по цвету, вкусу, запаху и консистенции. А также был проведен физико-химический анализ по следующим показателям: наличие механических примесей, водность, содержание минеральных веществ, активность диастазы (диастазное число).

### Органолептический анализ образцов меда (вкус, цвет, запах, консистенция)

Для проведения анализа цвета проб медов использовали шкалу Градера (Таблица 1).

Таблица 1. Цвет меда в мм по Градеру

| Названия цвета                   | в мм по Градеру |
|----------------------------------|-----------------|
| водно-белый или водно-прозрачный | 0–8             |
| экстра-белый или экстра-светлый  | 8–16,5          |
| белый или светлый                | 16,5–34         |
| экстра-светло-янтарный           | 34–50           |
| светло-янтарный                  | 50–85           |
| янтарный                         | 85–114          |
| темный                           | 114 и более     |

Нагрев меда до 30–60 °С определяли вкус проб меда, при этом отмечали вкусовые дефекты.

Запах (аромат) проб меда определяли, поместив в стеклянный стакан 30–40 г меда, закрыв плотной крышкой, ставили на водяную баню при температуре 45–50 °С на 10 мин. Сняв крышку и сразу же определили запах меда и обонятельные дефекты проб.

Определение консистенции (вязкости) меда в варианты проб погружали ложку. После извлечения ложки оценили характер стекания меда: жидкий мёд — на шпа-

теле мёд, который стекает мелкими, частыми каплями; вязкий мёд — на шпателе мёд, стекающий крупными, редкими, вытянутыми каплями; очень вязкий мёд — на шпателе мёд, который, стекая, образует длинные тяжи; плотная консистенция — шпатель погружается в мёд под давлением.

Следовательно, разные пробы меда имеют разнообразный вкус, цвет, аромат, консистенцию (таблица 2).

Для определения наличия механических примесей (опилок, песка и др.). 5 г проб меда растворяли в 5 мл

дистиллированной воды, нагревали до 50°C. Затем растворы проб меда выливали в химический цилиндр емкостью 100 мл. Раствор оставался чистым, при наличии примесей они находились бы на поверхности или на дне цилиндра в зависимости от плотности примесей.

Следовательно, в пробах меда механических примесей не обнаружено (таблица 2).

Для определения водности проб меда в предварительно взвешенную чистую пробирку наливали 10 мл подогретого меда. Затем взвешивали и определяли массу чистого меда. По формуле  $\rho = m/V$ , где  $\rho$  — плотность,  $m$  — масса,  $V$  — объем вычислили плотность каждой пробы меда. Норма плотности меда — 1,35 г/см<sup>3</sup>. Если плотность меда меньше нормы, это говорит об избытке воды.

Образец 1 имеет плотность 1,5075 г/см<sup>3</sup>, второй образец имеет 1,66 г/см<sup>3</sup>, третий образец имеет 1,73 г/см<sup>3</sup>, натуральный мед — 1,31 г/см<sup>3</sup>. Таким образом, плотность оказалась выше у синтезированных образцов (таблица 2).

Электропроводность — косвенный путь измерения минерального содержания меда. Она зависит от содержания зольных кислот меда: чем выше их содержание, тем выше результат электропроводности.

В результате проведенных опытов не один мед не проводит электрический ток, вольтметр не показывает изменения в электрической цепи (таблица 2).

Наличие фермента диастазы, который добавляется в мед пчелами, определяли при добавлении в пробирку 4,5 мл. В 10% раствора меда добавили 5,5 мл воды, 0,5 мл 0,58% раствора поваренной соли и 5 мл 1% раствора крахмала, тщательно перемешали. Полученный раствор мы нагрели на водяной бане в течение 1 часа при температуре 40 °С. Охладив его до комнатной температуры, добавили 1 каплю раствора йода и тщательно перемешали.

Окрашивание раствора в синий цвет указывает на отсутствие в нем фермента диастазы, который вырабатывается только пчелами. Это говорит о том, что мед создан искусственно. (В натуральном мёде диастазное число равно 7,3 (таблица 2)).

Следовательно, полученный нами искусственный мед не обладает основными характеристиками натурального меда и не имеет полезных свойств.

В связи с полученными результатами, мы решили синтезировать мед, который будет обладать лечебными свойствами. За основу мы взяли молодые сосновые побеги, обладающие комплексом полезных свойств.

Таблица 2. Сравнительный анализ проб меда

| Определяемые характеристики   | Проба 1                          | Проба 2                          | Проба 3          | Эталон                                     |
|-------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|------------------|--|
| Цвет                          | экстра-белый или экстра-светлый  | Водно-белый или водно-прозрачный | Светло-янтарный  | Темный                                     |
| Аромат                        | Медовый аромат                   | -                                | -                | Нежный, приятный, без постороннего запаха. |
| Вкус                          | Кисло-сладкий                    | С сильной кислотинкой            | Карамельный вкус | Терпкий                                    |
| Консистенция                  | Жидкий мед                       |                                  | Вязкий мед       | Плотная консистенция                       |
| Наличие механических примесей | Механические примеси отсутствуют |                                  |                  |  |
| Определение диастазного числа | -                                | -                                | -                | 7,3  |
| Плотность                     | 1,5075                           | 1,66                             | 1,73             | 1,31                                       |

## 2.2. Приготовление меда из сосновых побегов и результаты экспериментов

Изготовили мед из вытяжки сосновых почек, предварительно проверив их на наличие полезных свойств: определили содержание витамина С и определили наличие бактерицидных свойств.

Для определения витамина С (аскорбиновая кислота) в испытуемый отвар из сосновых почек добавили каплю спиртового раствора йода. По окраске раствора определяли наличие витамина С. Результаты экспериментов отражены в таблице 3.

Таблица 3

| Исследуемый раствор  | Цвет раствора          |                                | Наличие витамина С |
|----------------------|------------------------|--------------------------------|--------------------|
|                      | до                     | после                          |                    |
| Отвар сосновых почек | раствор зеленого цвета | раствор фиолетовое окрашивание | отсутствует        |

Следовательно, можно сделать вывод, в растворе сосновых побегов отсутствует витамин С, так как его приготовление связано с термической обработкой.

Для определения наличия бактерицидных свойств соснового меда был приготовлен раствор сенной палоч-

ки. Для его приготовления кипятили сено в течение 30 мин, поставили на несколько дней в теплое место. Разлив раствор в две емкости. В одну из которых добавили раствор сосновых побегов, другая — контрольная проба.

| Исследуемый раствор | Через 4 дня          | Через 2 недели                        | Наличие бактерицидных свойств |
|---------------------|----------------------|---------------------------------------|-------------------------------|
| Сосновые побеги     | отсутствие признаков | потемнение раствора                   | имеются                       |
| Вода                | образовалась пленка  | интенсивно бурое окрашивание раствора | частичное проявление свойств  |

Следовательно, сосновые побеги обладают бактерицидными свойствами.

Для приготовления меда из сосновых шишек был собран небольшой пакетик побегов сосны подальше от дороги. Поместив их в литровую кастрюлю, перебрав от иголок и разного мусора, промыв, оставили на 10 мин. После истечения времени залили в кастрюлю воду, чтобы она покрывала сосновые побеги на 1–2 см. Кипятили 30 мин на слабом огне. Сняв с огня оставили на 12 часов, процедили настой через многослойную марлю. Отвар желто-зеленого цвета. Отвара получилось 1 л, добавили

сахара в соотношении 1:1. Когда сахар растворился, добавили сок половины лимона. Всю эту смесь кипятили на слабом огне около 2 часов. Образовавшуюся накипь убирали ложкой. Сняли с огня и разлили в банки, предварительно стерилизованные.

### 2.3. Результаты анкетирования

Участникам анкетирования были предложены 5 образцов меда, 3 образца синтезированы по методике главы 2.1, четвертый образец — мед из сосновых побегов, а пятый — натуральный мед.

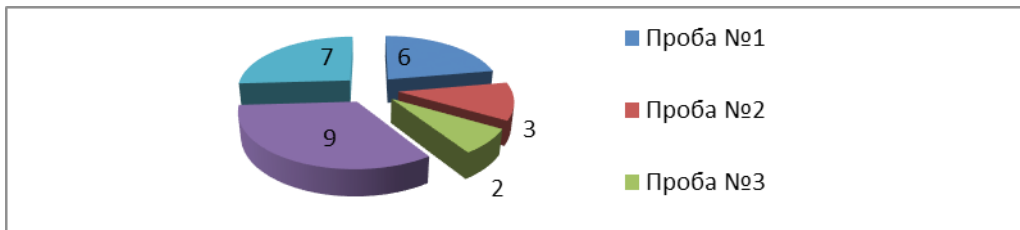


Рис. 2.

**Задание 1.** Распределите мед по вкусовым предпочтениям.

**Вывод:** 9 человек из 27 опрошенных, наибольшее

предпочтение отдали пробе № 4 (мёд из сосновых почек), аргументируя свой выбор необычным вкусом и ароматом.

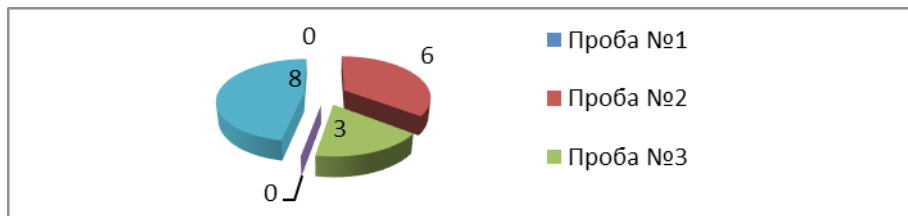


Рис. 3.

**Задание 2.** Какой из представленных образцов меда, по вашему мнению, натуральный?

**Вывод:** участники эксперимента, с небольшим перевесом смогли отличить натуральный мед от искусственного. Это говорит о том, что современное поколение практически не знает вкуса настоящего меда.

#### Выводы

1. В древние времена мёд считался элитным продуктом и стоил очень дорого, после приручения пчёл, стал широко распространен. Популярность меда снизилась после того как сахар стал достаточно доступным для разных слоев населения.
2. Мёд является ценным продуктом: обладает бактерицидными свойствами, укрепляет организм, увеличивает умственную активность, оказывает влияние на физиологические процессы.

3. Искусственный мёд по цвету и консистенции имеет сходства с натуральным медом, но по вкусу и аромату далек от оригинала.

4. Проведено анкетирование среди учащихся и работников школы: большинство опрошенных отдали предпочтение синтезированному мёду из сосновых побегов. Отличить натуральный мед от искусственного смогли не все. Можно предположить, что современное поколение практически не знает вкуса настоящего меда, большинство ориентируется на свои вкусовые предпочтения.

Таким образом, выдвинутая гипотеза подтвердилась. Исследовательская работа может быть использована для выпуска стенгазеты в период простудных заболеваний и на курсе по выбору в 9 классе по химии.

Для людей, заботящихся о своем здоровье, разработан буклет «Природный лекарь».

**ЛИТЕРАТУРА:**

1. Шабаршов, И. А. Юному пчеловоду: Книга для учащихся. М: Просвещение, 1983 г.
2. Собовай, Т. М. Мед и медовая кулинария. М: Высшая школа, 1990 г.
3. Интернет-ресурс [www.pchely-med.ru](http://www.pchely-med.ru)
4. Стряпунин, И. А. Полезное о меде. М.: Знание, 2003
5. Интернет-ресурс [www.medoterapia.ru](http://www.medoterapia.ru)
6. Захарова, Н. И. Экспресс-методы экспертизы качества пчелиного меда. М.: Просвещение, 2000 г.
7. Щербин, П. С. Пчеловодство. Л.: Сельхозпромиздат, 1956. — 170с
8. [www.bee-honey.ru](http://www.bee-honey.ru)
9. [www.znaytovar.ru](http://www.znaytovar.ru)



# ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ



## Хорошая ли мать кукушка?

Соловьева Алёна Артёмовна, учащаяся 3 класса

Научный руководитель: *Седова Елена Анатольевна, учитель начальных классов*  
ГБОУ СОШ № 5 «Образовательный центр «Лидер» г. о. Кинель (Самарская обл.)

**Ц**ель моего исследования была такова: изучить вопрос о том, хорошая ли мать кукушка; приносит она пользу или вред природе.

**Гипотеза:** предположим, что кукушка — полезная птица и что, она должна быть хорошей матерью.

**Я поставила перед собой следующие задачи:**

- Выяснить, в гнёзда, каких птиц кукушка подбрасывает свое будущее потомство.
- Узнать, почему кукушка вынуждена подбрасывать в чужие гнёзда своих птенцов.
- Подумать, вред или пользу приносит кукушка природе.

Чтобы подтвердить своё предположение, я провела опрос среди обучающихся 2-х классов. Предлагалось ответить на 2 вопроса:

1. «Хорошая ли мать кукушка?»
2. «Полезная ли она птица?»

После проведённого анкетирования выяснилось, что: 39% обучающихся считают, что кукушка хорошая мать, 58% считают, что плохая; 23% считают кукушку вредной птицей, 71% — полезной.

Результат опроса подтвердил моё предположение наполовину. Я знала, что кукушка подбрасывает свои яйца в другие гнёзда. Мне захотелось узнать, почему она это делает, можно ли ее назвать хорошей матерью, что приносит кукушка природе — вред или пользу. Чтобы ответить на эти вопросы, я прочитала многие книги, подобрала материал в сети «Интернет», побеседовала с родителями, учителем. В результате проделанной работы, узнала очень много нового, полезного и интересного. Хочу поделиться собранной информацией со всеми присутствующими.

**1. В гнёзда каких птиц кукушка подбрасывает свое будущее потомство?**

Кто из нас не слышал кукушку? Ее голос знаком каждому. Он громкий, разносится далеко и может быть услышан весной и в начале лета повсюду: в лесах, на лугах, в долинах рек, в горах, в пригородных рощах и парках. Даже в квартире кукушка может напомнить о себе, если только в доме есть стенные «кукующие» часы. Но мало кто задумывается, какая это интересная птица! Кукует

кукуш — самец. Он может прокуковать 360 раз. Кукушка не кукует. [1, с. 123.]

У людей о кукушке сложилась сомнительная слава, как о плохой матери. Как известно, кукушка бросает своё потомство сразу же после того, как снесет яйцо. Хотя, почему же бросает? Скорее расчётливо подкидывает в подходящие гнёзда. В какие же гнёзда, и каким птицам кукушка подбрасывает кукушат? На роль приёмных родителей выбираются довольно мелкие птички. Это могут быть гнёзда садовой камышовки, трясогузки, щегла, а также пеночки дрозду. Но никогда она не подбросит своё потомство коршуну. Почему так происходит? Именно таким способом кукушки «заботятся» о кукушатах, которых после подкладки в чужое гнездо они больше не увидят. Интересен тот факт, что птицы не обнаруживают в своём гнезде кукушкиных яиц, потому, что кукушка может нести яйца разного окраса — это зависит от того, к какой разновидности «приёмных родителей» придется подбрасывать яйцо. [1, с. 267] Конечно, скорее всего, просто существует несколько разновидностей кукушек, которые сносят яйца каждая под свою «птицу». Кукушка, несущая голубые яйца, кладет их в гнёзда птичек, которые тоже несут голубые яйца; несущая пестрые — кладет к пестрым и т. д. Формирование яйца у кукушки запускается при виде строящегося гнезда воспитателя. И уже через 7–9 суток готовое яйцо кукушка подкладывает в это заранее высмотренное гнездо будущих воспитателей кукушонка. Как правило, к этому времени в гнезде хозяев лежат и собственные яйца. Кукушка садится прямо на гнездо и в считанные секунды сносит своё яйцо. Некоторые ученые утверждают, что одновременно кукушка изымает из гнезда лежащее там яйцо. Но если вдуматься — зачем ей так поступать? Во-первых, птицы не умеют считать; во-вторых, в гнезде вскоре оказывается совершенно иная ситуация: вместо нескольких — один птенец; в-третьих, кукушонок выбрасывает всех своих конкурентов, и ему все равно, на одного больше или на одного меньше. В случаях гибели намеченного гнезда, кукушка вынуждена отложить яйцо либо на землю, либо в подвернувшееся другое гнездо. Следующее яйцо у кукушки начинает

формироваться с обнаружением ею очередного строящегося гнезда воспитателя. Говорят еще, что в откладке яиц самке помогает самец — он пугает или отвлекает хозяев гнезда. Также говорят, что кукушка продолжает заботиться о своих яйцах и после того, как они снесены. И иногда переносит потревоженное яйцо из одного гнезда в другое, более, по ее мнению, надежное. Таким образом, около 6 недель, во время которых происходит откладывание кукушкой яиц, эта птица имеет, пожалуй, не менее забот по выводу своих птенцов, чем другие птицы. И, несмотря на все эти хитрости, на каждые 5 подкинутых яиц кукушки из гнезда вылетит только один кукушонок. Потому что некоторые птицы (крапивники, славки) обнаружив чужое яйцо, обычно бросают гнезда, даже с полной кладкой. Другие (горихвостки) свивают новую подстилку гнезда, прикрыв кладку с яйцом кукушки, и приступают к новой кладке. Многие виды птиц просто выбрасывают чужое яйцо из гнезда. Поэтому, чтобы продолжить род, кукушка за сезон откладывает от 10 до 25 яиц [2, с. 432–433]

Итак, подкинув яйца в несколько гнезд, по одному в каждое кукушка спокойно отправляется на зимовку в Южную Африку. А в гнездах разыгрываются трагедии. Кукушонок вылупляется из яйца на день-два раньше своих сводных братьев и сестер. Этого времени ему достаточно, чтобы освоиться в гнезде. Он еще слепой (глаза кукушата раскрывают на пятый день), еще голенький (но уже достаточно сильный — сам весит три грамма, а поднять может в два раза больше). Но у него уже появился инстинкт выбрасывания: он выкидывает любой предмет, к которому прикасается голой спинкой. Такими предметами в первую очередь являются яйца или птенцы хозяев гнезда. Вваливая их на спину — у кукушонка на спине есть даже специальная площадочка для этого — и помогая себе голенькими крылышками, птенец кукушки в короткий срок «очищает» для себя гнездо. Кукушонок торопится — инстинкт выбрасывания действует три-четыре дня, потом утихает. Если он за это время не успеет выбросить своих конкурентов, птенцы останутся в гнезде. Но все равно они обречены: кукушонок будет перехватывать всю пищу, которую принесут «приемные родители». А «приемные родители» как будто и не замечают перемен, которые происходят в их гнезде. Они выкармливают единственного птенца с поразительным усердием, хотя давно могли бы понять, что перед ними совсем не их птенец. Причина такой «преданности» стала известна относительно недавно, благодаря исследованиям известного голландского ученого Н. Тиненбергена. Оказывается, что ярко-красная глотка и желтый рот кукушонка заставляет птиц отдавать кукушонку еду, пойманную для собственных птенцов. При этом никто не замечает или не принимает во внимание размеры птенца. Птицы-кормильцы иногда садятся на спину или на голову своего приемыша, целиком засовывая свои головки в его широко разинутую пасть. Лишь спустя месяц-полтора после вылета из гнезда кукушонок начинает вести самостоятельную жизнь.

## 2. Почему кукушка вынуждена подбрасывать птенцов?

Среди насекомых, особенно среди гусениц бабочек, есть ядовитые. Их не едят многие птицы. А кукушка с удовольствием ест. Не станет же она кормить своих деток ими?! У птенчиков, хотя они очень прожорливые, горлышки нежные, маленькие, глотать гусениц они не могут. У взрослой кукушки желудок устроен так, что «волосы» гусениц впиваются в особенное покрытие стенок, а потом это покрытие выводится из желудка вместе с «волосами». Вот и подбрасывает кукушка свои яйца в гнезда других птиц, чтобы эти птицы выкормили кукушат нежными мошками и комариками. Кукушка сносит за лето почти 20 яичек с большими перерывами: были бы у неё в гнезде сразу и свежие яички, и взрослые птенцы — и что ей делать тогда — яички высидывать или птенцов кормить? Кукушка — заботливая мать!

## 3. Вред или пользу приносит кукушка природе?

За один день кукушка съедает 39 кузнечиков, 43 гусеницы, 5 личинок майского жука, 3 куколки бабочки, 4 жука и много муравьиных яиц. Но ненасытность — не единственное достоинство кукушек. Кукушка уничтожает множество вредных насекомых, среди которых много серьёзных вредителей. Взрослая кукушка за 1 час может съесть до 100 гусениц, причем «работать» с такой интенсивностью она может несколько часов подряд. А если в лесу, где живет кукушка, появляется много вредителей, то птицы будут трудиться до тех пор, пока не уничтожат всех насекомых. На «пир» слетается много кукушек, прилетают даже издалека. Другими словами, одна кукушка уничтожает гораздо больше вредных насекомых, чем уничтожили бы все птицы, погубленные кукушонком. Кукушек никогда в лесу не бывает много. Район обитания каждой достаточно велик. Их численность по сравнению со всем населением певчих птиц в лесу совершенно ничтожно. Если в каком-нибудь лесном участке кукушек больше обычного, это верный признак того, что именно на этом участке происходит особенно опасное нашествие гусениц. Так что для леса кукушка — очень полезная птица, ведь уничтожением за лето миллионов вредителей она полностью искупает свою «вину». [2, с. 435–438]

## Заключение

Казалось бы, все ясно, кукушки — это очень вредные птицы, губящие птенцов многих полезных птиц. А отсюда можно было бы сделать соответствующий вывод и соответственно относиться к этим птицам. Но мы выяснили, что такое поведение кукушки объясняется не отсутствием материнского чувства, а, наоборот, заботой о сохранении своего потомства.

Мое предположение подтвердилось. Кукушка — очень заботливая мать и полезная птица! Об этом я обязательно расскажу ребятам своей школы. Я много узнала о жизни кукушки в природе. Но мне стало интересно, почему народ так много внимания уделил этой птице в своих песнях, стихах, пословицах, поговорках? Я решила следующую исследовательскую работу посвятить изучению значения кукушки в жизни человека.

**ЛИТЕРАТУРА:**

1. Белавина, И. Г., Найденская, Н. Г. Кукушкино имя / И. Г. Белавина, Н. Г. Найденская// Планета — наш дом. Учебник — хрестоматия по основам экологии для дошкольников и младших школьников. — М.: «Лайда», 1995. — с. 265–267.
2. Бочурина, О. А., Коровкин, В. А., Михайлов, Н. Н. Почему кукушка не строит гнезда // Все обо всем. — М.: Ключ — С, 1994. — с. 432–433.



## ЭКОЛОГИЯ

### К вопросу об экологическом состоянии села Краснополье

*Клинцова Татьяна Александровна, учащаяся 2 класса*

Научный руководитель: *Оловникова Ирина Николаевна, учитель начальных классов*  
МБОУ «Краснопольская СШ» (Республика Хакасия)

Экология — это наука об отношениях растительных и животных организмов друг к другу и к окружающей среде, состояние природы, леса, водоема [2].

Состояние организмов, населяющих территорию, их отношения друг к другу — это экология [2].

Экологическая культура — культура бережного отношения к природе, приобретаемая с помощью экологического образования [5].

Моя Родина — это Хакасия. Хакасию называют жемчужиной Сибири, так как она расположена в Хакасско-Минусинской котловине, которая окружена вершинами Кузнецкого Алатау и Саян.

На нашу малую республику приходится около 500 предприятий, которые являются источниками загрязнения атмосферы.

Самая неблагоприятная обстановка по загрязнению атмосферы складывается в городах — Абакан, Черногорск, Саяногорск.

Город алюминщиков Саяногорск более 86 процентов загрязнений получает от Саяногорского и Хакасского алюминиевых заводов.

Наша родная Хакасия задыхается от выбросов заводов, выхлопных газов, угольных разрезов. Все перечисленные действия способствуют частым болезням жителей республики.

Что касается загрязнения окружающей среды бытовым мусором, то на всю республику приходится четыре полигона твердых бытовых отходов и около 300 свалок,

на которые люди бы вывозили мусор, а не выбрасывали в неположенных местах [6].

Какие же экологические проблемы нами выявлены в селе? Прогуливаясь по улицам нашего села, нами были выявлены такие экологические проблемы как, разнотипный мусор по обочинам дорог (обертки от конфет, пластиковые бутылки и прочее), на детской площадке, около сельского дома культуры. Некоторые люди бросают мелкий мусор на территорию школы, не задумываясь, что на данной территории на переменах и во внеурочное время играют дети. Люди не задумываются, что лишают себя прекрасных мест для отдыха.

Чтобы выявить, какое отношение к природе у моих одноклассников, мы с руководителем провели анкетирование в нашем классе «Ценностное отношение школьников к природе». В анкетировании участвовало 10 человек 2 класса МБОУ «Краснопольская СШ» Алтайского района.

Данная анкета содержит 9 высказываний. Порядок работы таков, прочитать высказывание и указать вариант ответа: Да «+», Нет «-», Не знаю «?». Степень отношения школьников к природе определяется по шкале: высокий уровень (8–9 баллов), средний уровень (5–7 баллов), низкий уровень (1–3 балла).

Проведя анализ анкет, были выявлены такие результаты: 90% учащихся имеют средний уровень отношения к природе и 10% учащихся — низкий уровень отношения к природе, 0% — высокий уровень.

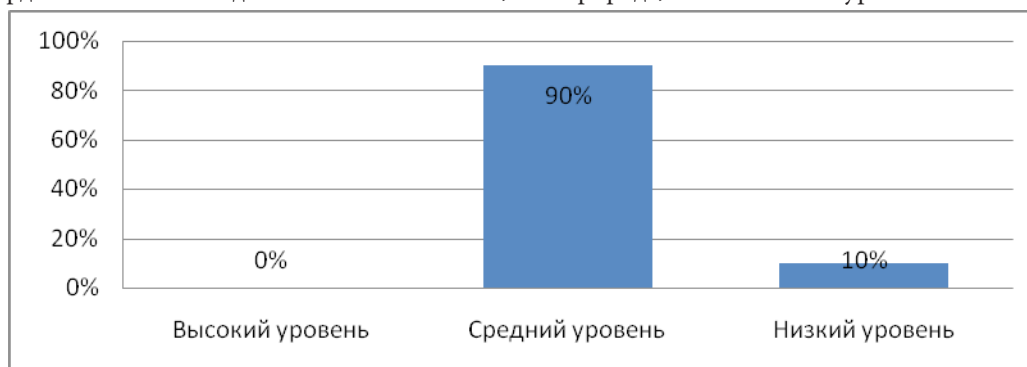


Рис. 1. Анкета «Ценностное отношение школьников к природе»

Таким образом, полученный результат анкетирования доказывает, что следует выполнить ряд действий по повышению ценностного отношения моих одноклассников к природе.

Удастся ли восстановить порядок в окружающей среде? Мы считаем, что можно. Нами были разработаны и реализованы пути решения данной проблемы.

Пути решения:

1. Организация отряда волонтеров из числа учеников школы по уборке территории.
2. Введение просветительской работы в школе: экологические листовки, буклеты, плакаты с обращением к жителям села.
3. Участие в экологических конкурсах.
4. Восстановление растительного покрова, посадка цветов.

Также нами были разработаны буклеты с правилами охраны окружающей среды:

1. Не выбрасывайте стеклянные и пластиковые бутылки, они загрязняют воздух и воду. Найдите пункт приема данного сырья.
2. Не выбрасывайте использованные батарейки. Они содержат различные металлы (ртуть, никель, магний и т. д.).
3. Утилизируйте технику. Существуют пункты приема старой техники.

4. Посадите дерево или просто купите домашнее растение.
5. Дайте старым вещам и прочитанным журналам второй шанс — относите их в библиотеки, школы, в места, где они нужны, где кто-нибудь обязательно их использует.
6. Не бросайте мусор в лесу.
7. Не балуйтесь спичками, ведь это не игрушки.
8. Не бросайте резиновую жвачку (смотрите правило утилизации на упаковке), так как животные могут принять ее за пищу и впоследствии погибнуть.

Каждый из нас может защитить окружающую среду от гибели (экологической катастрофы). Наш мир хрупок, его важно сохранить для будущей жизни, поэтому важно заботиться об экологии, начиная с собственного дома, ограды, улицы, села, города, страны, мира.

Невозможно достичь охраны природы силами одних учеников, поэтому мы постарались активизировать жителей села на сбережение окружающей среды путем решения проблемы через: раздачу и расклеивание листовок с правилами, плакатов, буклетов, организацию субботников.

Таким образом, поставленные цели достигнуты, задачи решены, гипотеза доказана, что удастся восстановить порядок в окружающей среде села Краснополя, разработав разнообразные пути решения проблемы.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Алексеева. Учебник «Экология» — М, Просвещение, 2002 г. — 98 с.
2. Ожегов, С.И., Шведова Н.Ю. Толковый словарь русского языка. — 4-е изд. — М., 1997.
3. Новиков, Ю.В. Экология, окружающая среда и человек. М.: Агенство «Фаир», 1998. — 320 с.
4. Чернова, Н.М., Былова А.М. Экология. — М.: Просвещение, 1981. — 254 с.
5. Словарь по географм // Академик. URL: [geography\\_ru.academic.ru/7960](http://geography_ru.academic.ru/7960)
6. Экологические проблемы Хакасии // Livejournal. URL: [abakan96.livejournal.com/35166.html](http://abakan96.livejournal.com/35166.html)

## Какова цена красоты?

*Чанышева Сабина Эльдаровна, учащаяся 10 класса;*

**Научный руководитель:** *Ионова Татьяна Юрьевна, учитель начальных классов*  
ГБОУ СОШ № 5 «Образовательный центр «Лидер» г. о. Кинель (Самарская обл.)

Сегодня нередко поднимается тема экологии и природы. Конечно, это круто пойти в парк убрать его или объявить, что теперь мы пользуемся только экологически чистой косметикой и бытовой химией. Но, наверное, мало кто задумывался, как именно происходит процесс производства и выпуска косметической продукции. А именно принесение жизни во имя красоты. Конечно, здесь имеется в виду не жизнь человека, а жизнь невинного создания — животного.

**Цель:** исследовать и донести до учеников нашей школы, информацию об испытаниях на животных различных косметических средств.

**Задачи:**

- Изучение литературы и других источников информации по теме;
- Социологический опрос для выявления отношения школьников к испытаниям косметических средств на животных;
- Определение тестируемой/не тестируемой косметики на животных;
- Создание буклетов — помощников в выборе безопасных косметических средств.

**Методы исследования:**

- сбор информации;
- изучение научно-популярной литературы;
- анкетирование;



- анализ;
- обобщение.

### 1.1. Вивисекция

Слово «вивисекция» происходит от двух латинских слов: «vivus» — живой и «sectio» — рассечение, буквально «резать по живому») и означает опыты на живых животных. Первые попытки проводить исследования на животных относят ко второму веку, когда в Римской империи католическая церковь запретила вскрытие человеческих трупов. [2]

Когда великого Виктора Гюго пригласили возглавить первое во Франции общество противников вивисекции, он воспринял с гордостью это предложение, заявив: «Вивисекция — это преступление; человеческая раса должна отказаться от этого варварства». Известными противниками вивисекции были также Иеремия Бентам, Чарльз Дарвин, Бернард Шоу, Эрнест Сетон-Томпсон, Роберт Бернс, Джон Голсуорси, Лев Толстой и Альберт Швейцер. [1]

### 1.2. Этапы развития медико-биологического эксперимента

Широкое распространение такая практика получила гораздо позже, к концу XVII века, когда эксперименты на животных были объявлены новым интеллектуальным занятием, которым стали заниматься все: и ученые, и шарлатаны, и царедворцы, и лекари. Обезболивающие вещества были открыты лишь в 19 веке и болезненные эксперименты на животных, такие, как вскрытие живых животных без наркоза и манипуляции на их органах, считались нормой в биомедицинских исследованиях более двух веков! Французский ученый Рене Декарт («декартова система координат»), который перенёс идеи своей механистической теории на живых животных, считал, что у животных нет души, и, следовательно, они неспособны испытывать страдания.

Вторым этапом истории экспериментальной медицины считается 19 век, который ознаменовался резкими выступлениями общественности, осуждавшей вивисекцию с позиций этики и созданием первых законов и обществ защиты подопытных животных. Первый в мире закон в защиту подопытных животных был принят в 1878 году в Великобритании. [3]

Третий этап развития медико-биологического эксперимента — 20–21 века, когда остро встал вопрос о неэффективности подобной практики уже с позиций науки, поскольку физиология человека и животных резко отличаются и обменные процессы протекают в их организмах по-разному.

### 1.3. Тестирование косметики на животных

К сожалению, сегодня опыты на животных продолжают проводиться в огромных масштабах. Эта сфера уносит в год жизнь более 100 млн. подопытных животных. Эксперименты на животных проводятся в четырёх областях: тестирование лекарств — 65%, фундаментальные научные исследования (в т. ч. военные, медицинские, космические и др.) — 26%, косметика — 8%, учебный процесс — 1%. [5]

Из всех перечисленных областей использования животных в экспериментах тестирование на животных косметики — эта та сфера, где человечество даже никак не

может себя оправдать необходимостью исследований ради сохранения жизни и здоровья людей, поскольку животные приносятся в жертву исключительно ради людской прихоти. Именно поэтому поиск альтернатив, прежде всего, был сосредоточен вокруг косметических тестов, хотя в настоящее время предложены альтернативные модели для исследований по всем сферам. [5]

Жестокие тесты на животных продолжают своё существование, прежде всего, потому, что многие потребители вообще не знакомы с этой серьёзной нравственной проблемой, а производитель совсем не заинтересован доносить её до покупателя. При испытании косметики, чистящих средств и новых соединений, разрабатываемых промышленностью, животные дышат парами вещества, концентрация которых так велика, что большая часть животных умирает от отравления. Промышленный тест Драйза для косметических средств проводится следующим образом. Кроликам наносят испытываемое вещество на глаз, фиксируют голову специальным воротником и ожидают в течение 21 дня. Животное не может потереть лапой глаз, который разъедает нанесенный препарат. Часто тест заканчивается тем, что роговица мутнеет и гибнет глаз.

### 1.4. Альтернативное тестирование косметики

На сегодняшний день в мире создан целый ряд центров по разработке альтернатив. В качестве альтернативы животному могут использоваться эмбрион яйца, физико-химические методы, культуры клеток, компьютерные модели и др. «75% подопытных животных уже сегодня могли бы с успехом быть заменены культурами клеток, — считает Г.П. Червонская, вирусолог, член комитета по биоэтике РАН. — Эти методы более дешевы, эффективны, экспрессны и позволяют выявлять токсичность испытываемых препаратов на самом глубинном уровне — клеточном, а иногда и субклеточном». [4]

Уже в середине прошлого века во многих странах мира развернулось мощное движение под лозунгом «Красота без жестокости», в результате чего значительное число предприятий, производящих косметические и гигиенические средства, парфюмерию, стали изготавливать их из растительных продуктов (без животных компонентов) и тестировать альтернативным путём, без использования животных.

### 2. Социологический опрос

Было опрошено 68 учащихся 8–11 классов. Вопросы для анкетирования подбирались так, чтобы ответ не занимал много времени, но верно характеризовал свое содержание. Поэтому были предложены варианты ответов, такие как «да», «нет», таким образом, можно выявить некоторые закономерности в заполненных анкетах и проанализировать ответы.

#### Вывод:

- Большинство ребят не знают о том, что почти вся продукция, которой они пользуются, тестируется на животных.

### 2.1. Исследование на наличие «белой косметики» в крупном магазине города

Посетив наш «Семейный Магнит» я не обнаружила ни одного косметического продукта, на котором был бы знак «not tested on animals». Продавцы не смогли помочь

мне в поиске, т. к. сами не понимали, о чем идет речь. Что меня очень огорчило. К тому же я выяснила, что на продукции компания «Nivea», которая заявила себя, как не тестирующая на животных, такого знака не имеет. А это значит, что «Nivea» не выпускает «белую» косметику.

## **2.2. Список компаний, тестирующих косметику на животных**

Сегодня на сайте PETA вывешены 2 списка косметических компаний: «чёрный» — компании, проводящие тесты, и «белый» — гуманная косметика. Отрадно заметить, что «черный» список занимает всего 4 страницы, в то время как «белый» — 19! «Белый» и «чёрный» списки Центра защиты прав животных «ВИТА». Такую продукцию помечают фирменным знаком: кролик в круге и надпись — «Not tested for animals» («Не испытано на

животных»), «Animal friendly». Не содержащая животных компонентов косметика отмечается знаком «V» (веган).

Фирмы, продукция которых не была проверена на животных, и которые использовали гуманные альтернативы, ставят на своей продукции значок «Not tested on animals» (Не тестировано на животных), «Animal friendly» (Товары этих фирм также могут быть обозначены знаками: кролик в круге или ладонь, накрывающая кролика).

Если Вы покупаете продукцию только тех фирм, которые поклялись никогда не тестировать на животных, Вы говорите «да» современным, гуманным и более надежным опытам. Одновременно Вы наносите справедливый удар жестоким, ленивым консервативным компаниям в наиболее ранимое место — в банковский счет.

## **ЛИТЕРАТУРА:**

1. Береговая Наталья Евгеньевна. Историко-биологические исследования. — выпуск № 1 / том 1 / 2009 г.
2. Ожегов Сергей Иванович «Словарь русского языка» (1949, 22-е издание, 1990; с 1992 — «Толковый словарь русского языка», совместно с Н. Ю. Шведовой).
3. Малая медицинская энциклопедия. — М.: Медицинская энциклопедия. 1991–96 гг.
4. <http://ru.wikipedia.org/wiki/>
5. <http://www.vita.org.ru/>

# Юный ученый

Международный научный журнал  
№ 3 (12) / 2017

Редакционная коллегия:

**Главный редактор:**

Ахметов И.Г.

**Члены редакционной коллегии:**

Ахметова М.Н.  
Иванова Ю.В.  
Каленский А.В.  
Куташов В. А.  
Лактионов К.С.  
Сараева Н.М.  
Авдеюк О. А.  
Айдаров О.Т  
Алиева Т.И.  
Ахметова В.В.  
Брезгин В.С.  
Данилов О.Е.  
Дёмин А.В.  
Дядюн К.В.  
Желнова К.В.  
Жуйкова Т.П.  
Жураев Х.О.  
Игнатова М.А.  
Коварда В.В.  
Комогорцев М.Г.  
Котляров А.В.  
Кузьмина В.М  
Кучерявенко С.А.  
Лескова Е.В.  
Макеева И.А.  
Матроскина Т.В.  
Магусевич М.С.  
Мусаева У.А.  
Насимов М.О.  
Прончев Г.Б.  
Семахин А.М.  
Сенцов А.Э.  
Сенюшкин Н.С.  
Титова Е.И.  
Ткаченко И.Г.  
Фозилов С.Ф.  
Яхина А.С.  
Ячинова С.Н.

**Международный редакционный совет:**

Айрян З.Г. (Армения)  
Арошидзе П.Л. (Грузия)  
Атаев З.В. (Россия)  
Бидова Б.Б. (Россия)  
Борисов В.В. (Украина)  
Велковска Г.Ц. (Болгария)  
Гайич Т. (Сербия)  
Данатаров А. (Туркменистан)  
Данилов А.М. (Россия)  
Демидов А.А. (Россия)  
Досманбетова З.Р. (Казахстан)  
Ешиев А.М. (Кыргызстан)  
Жолдошев С.Т. (Кыргызстан)  
Игисинов Н.С. (Казахстан)  
Кадыров К.Б. (Узбекистан)  
Кайгородов И. Б. (Бразилия)  
Каленский А.В. (Россия)  
Козырева О.А. (Россия)  
Колпак Е.П. (Россия)  
Курпаяниди К.И. (Узбекистан)  
Куташов В.А. (Россия)  
Лю Цзюань (Китай)  
Малес Л.В. (Украина)  
Нагервадзе М.А. (Грузия)  
Прокопьев Н.Я. (Россия)  
Прокофьева М.А. (Казахстан)  
Рахматуллин Р.Ю. (Россия)  
Ребезов М.Б. (Россия)  
Сорока Ю.Г. (Украина)  
Узаков Г.Н. (Узбекистан)  
Хоналиев Н.Х. (Таджикистан)  
Хоссейни А. (Иран)  
Шарипов А.К. (Казахстан)  
Шуклина З.Н. (Россия)

**Руководитель редакционного отдела:** Кайнова Г.А.  
**Ответственные редакторы:** Осянина Е.И., Вейса Л.Н.  
**Художник:** Шишков Е.А.  
**Верстка:** Бурьянов П.Я.

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются.  
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.

**Адрес редакции:**

**почтовый:** 420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231;  
**фактический:** 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.  
E-mail: info@moluch.ru; http://www.moluch.ru/

**Учредитель и издатель:**

ООО «Издательство Молодой ученый»

ISSN 2409-546X

Подписано в печать 05.07.2017. Тираж 500 экз.

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, 25