

# ЖУРНАЛ КВАНТИК

для любознательных



№ 2

февраль  
2016

нейроны моей бабушки

одним  
разрезом

дробь  
и пузыри

Enter ↩

# ДОРОГИЕ ДРУЗЬЯ!

Оформить подписку на «Квантику»  
вы можете в отделениях связи Почты России  
или через интернет.

Подписаться со следующего месяца  
можно до 10 числа текущего месяца.

## Подписка на почте:

КАТАЛОГ «ГАЗЕТЫ. ЖУРНАЛЫ»  
АГЕНТСТВА «РОСПЕЧАТЬ» (индекс 84252)

КАТАЛОГ РОССИЙСКОЙ ПРЕССЫ  
«ПОЧТА РОССИИ» (индекс 11346)

Подписка на сайте [vipishi.ru](http://vipishi.ru):  
КАТАЛОГ «ПОЧТА РОССИИ»  
(индекс 11346)

Жители дальнего зарубежья могут  
подписаться на сайте [nasha-pressa.de](http://nasha-pressa.de)

Подписка на электронную версию  
журнала по ссылке:  
<http://pressa.ru/magazines/kvantik#/>

Подробнее обо всех видах подписки  
читайте на сайте  
[kvantik.com/podpiska.html](http://kvantik.com/podpiska.html)

Кроме журнала, «Квантик» выпускает альманахи, плакаты и календари загадок.  
Подробнее о продукции «Квантика» и о том, как её купить, читайте на нашем сайте  
[kvantik.com](http://kvantik.com)

Адрес редакции: 119002, Москва, Большой Власьевский пер., д.11, журнал «Квантик»

[www.kvantik.com](http://www.kvantik.com)

[kvantik@mccme.ru](mailto:kvantik@mccme.ru)

[instagram.com/kvantik12](https://instagram.com/kvantik12)

[kvantik12.livejournal.com](http://kvantik12.livejournal.com)

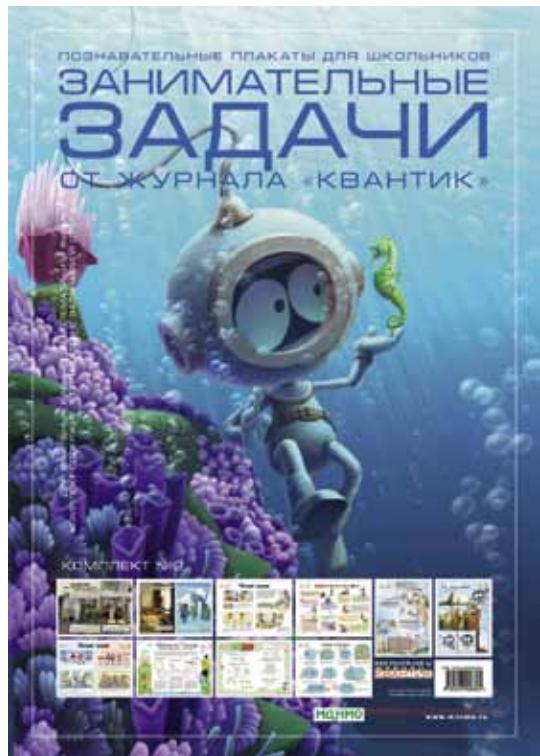
[vk.com/kvantik12](http://vk.com/kvantik12)

[facebook.com/kvantik12](http://facebook.com/kvantik12)

Главный редактор: Сергей Дориченко  
Редакция: Виктор Дрёмов, Дарья Кожемякина,  
Елена Котко, Ирина Маховая,  
Андрей Меньщиков, Максим Прасолов  
Художественный редактор  
и главный художник: Yustas-07  
Верстка: Рафика Шагеева, Ира Гумерова  
Обложка: художник Наталья Гавrilova  
Формат 84x108/16.  
Издательство МЦНМО

Журнал «Квантик» зарегистрирован  
в Федеральной службе по надзору в сфере  
связи, информационных технологий и массовых  
коммуникаций.  
Свидетельство ПИ N ФС77-44928 от 4 мая 2011 г.  
ISSN 2227-7986  
Тираж: 5000 экз.  
Адрес издателя: 119002, Москва,  
Большой Власьевский пер., 11.  
Тел.: (499) 241-08-04.  
e-mail: [kvantik@mccme.ru](mailto:kvantik@mccme.ru)

Редакция «Квантика» выпустила  
новый комплект плакатов.



В комплекте 10 плакатов с занимательными задачами для школьных кабинетов математики и физики.

6+

ISSN 2227-7986



9 772227 798169

По вопросам распространения обращаться  
по телефону: (495) 745-80-31;  
e-mail: [biblio@mccme.ru](mailto:biblio@mccme.ru)

Подписаться можно в отделениях связи  
Почты России или на сайте [vipishi.ru](http://vipishi.ru)

Отпечатано в соответствии  
с предоставленными материалами  
в ООО «ППК Парето-Принт», г. Тверь.  
[www.pareto-print.ru](http://www.pareto-print.ru)  
Заказ №



# СОДЕРЖАНИЕ

## ■ ОГЛЯНИСЬ ВОКРУГ

**Вместе с солнцем.** Е. Смирнов

2

**Путешествие №2 по зоопарку элементов.**

**Углерод, азот, кислород, фтор, неон.** Б. Дружинин

12

## ■ КАК ЭТО УСТРОЕНО

**Нейроны моей бабушки.** В. Винниченко

4

## ■ МАТЕМАТИЧЕСКИЕ СЮРПРИЗЫ

**Одним разрезом.** К. Пахомова

7

## ■ ЧЕТЫРЕ ЗАДАЧИ

**Вокруг света**

16

## ■ ЧУДЕСА ЛИНГВИСТИКИ

**Заблудился акrostих.** О. Кузнецова

18

## ■ ОПЫТЫ И ЭКСПЕРИМЕНТЫ

**Дробь и пузыри.** А. Щетников

20

## ■ МАТЕМАТИЧЕСКИЕ СКАЗКИ

**Как сообщить новость**

**воображаемому гостю.** К. Кохась

23

## ■ ИГРЫ И ГОЛОВОЛОМКИ

**Симметриксы**

**из одной олимпиадной задачи.** Н. Авилов

26

## ■ ОЛИМПИАДЫ

**LXXXII Санкт-Петербургская олимпиада**

**по математике. Избранные задачи I тура**

28

**Наш конкурс**

32

## ■ ОТВЕТЫ

**Ответы, указания, решения**

30

## ■ ЗАДАЧИ В КАРТИНКАХ

**Взлётно-посадочная полоса**

**IV с. обложки**



# ОГЛЯНИСЬ ВОКРУГ

Евгений Смирнов



Этот разговор произошёл в январе, на зимних школьных каникулах, когда трое школьников – Алёна, Андрей и Игорь – летели из Магадана в Москву на зимнюю школу по математике. Началось всё ещё до вылета, когда ребята, заранее приехав в аэропорт, сели в буфете завтракать.

– Интересно, – сказала Алёна, задумчиво глядя на билет, пока Андрей и Игорь дожёывали свои пирожки. – Тут написано, что вылет у нас в 11:40, а прилетаем в Москву мы в 12:40. Это что получается, нам всего час лететь?

– Да ты что! – засмеялся Игорь. – К какой час? Туда лететь часов восемь! Мы с мамой прошлым летом в Москву летали, я помню.

– Ну да, – подтвердил Андрей. – Так и есть, ровно восемь часов. Ведь разница во времени между Москвой и Магаданом – семь часов: сейчас у нас половина одиннадцатого, а в Москве,

выходит, полчетвёртого ночи. То есть когда мы прилетим, в 12:40 по московскому времени, у нас тут будет уже 19:40.

– Ой, да, конечно же, не сообразила сразу... Слушайте, а помните, в прошлом году нас переводили из одного часового пояса в другой? По телевизору месяца два говорили, наверное: что разница с Москвой раньше была восемь часов, а теперь будет семь. То есть выходит, что в прошлом году самолёт улетал и прилетал вообще в одно и то же время? Здорово!

– И правда здорово! – оживился Игорь. – Мы будем лететь целых восемь часов, а у нас всю дорогу будет полдень! Мы, выходит, полетим вместе с Солнцем – с востока на запад, и почти что с той же скоростью! Хотя Москва всё-таки южнее, чем Магадан, то есть не совсем точно на запад – немножко на юг мы всё-таки заберём...



— Самую малость южнее. Градуса на четыре: мы на шестидесятой параллели, это та же широта, что Петербург, а Москва на пятьдесят шестой, — со знанием дела заявил Андрей, который, кроме математики, увлекался географией и часто брал призовые места на географических олимпиадах. — Получается, что всю дорогу будет светло! Да и небо сегодня такое чистое — всю страну сверху увидим! Надо будет посмотреть, когда мы полетим над большими сибирскими реками: Леной, Енисеем, Обью...

— О, а у меня как раз место у окончка! — обрадовалась Алёна.

В этот момент к ребятам за столик подсел Константин Александрович — руководитель их школьного кружка, вместе с которым они и летели в Москву. Он уже давно слушал их разговор, но вмешался только сейчас:

— Так-то оно так, всю дорогу будет

полдень. Вот только увидеть Обь у вас вряд ли получится, да и Енисей, пожалуй, тоже: за окном в это время будет темно...

— Как это? Почему темно? — наперебой завозмущались ребята. — День же, двенадцать часов! Всю дорогу будет светло, как сейчас!

Действительно, за окнами аэропорта светило солнце, да так ярко, что смотреть на лежащий повсюду снег было больно глазам.

— А я догадался! — воскликнул Андрей. — Про это ещё год назад в «Квантике» писали — там была задачка про самолёт! И правда, в начале и конце пути будет день, но в середине какое-то время будет темно! Енисей мы не увидим, зато, может быть, посмотрим на северное сияние! Дело в том, что...

А сможете ли вы догадаться,  
в чём тут дело?

Вера Винниченко



Мы хорошо знаем, как выглядит наша любимая бабушка. Вяжет ли она нам носок или делает тесто для ватрушки, идёт ли она с корзинкой, авоськой или сумкой-тележкой, закутана ли она в шерстяной платок или сидит на лавочке в ситцевом платье, мы всегда – со спины, в профиль, слева, справа – узнаём нашу бабушку. Но как же это удаётся нашему мозгу, если он при этом получает разные картинки? Мозг каждый раз «видит» бабушку по-разному, но откуда-то знает, что это одна и та же наша любимая бабушка! А не девушка, кошка или бегемот.

В Калифорнии жил учёный Джером Леттвин, которому тоже не давал покоя вопрос о том, как мозг узнаёт бабушку. Он предложил идею о том, что в мозге имеются специальные клетки – «нейроны бабушки», которые реагируют только на бабушку и ни на кого другого. Эти клетки получают информацию сразу отовсюду: от глаз, ушей, реагируют на голос бабушки, на её прическу и платье. Они, как настоящие следопыты, могут «вычислить» бабушку в любом виде. И как только они узнают, что перед нами бабушка, эти нейроны начинают весело кричать: «Вижу бабушку! Вот она, моя бабушка!».

А в Великобритании жил другой учёный, Родриго Кьян Кирога, который очень любил подслушивать разговоры нейронов. А разговаривают нейроны на электрическом языке. Ответ нейрона – это короткий электрический импульс, он называется *спайк*. Кирога узнал об идее Леттвина и решил её проверить. Для этого он нашёл 8 добровольцев, посадил их за экраны мониторов и стал предъявлять им много-много разных фотографий. На этих фотографиях были родственники испытуемых, а ещё знаменитые политики и актёры – словом, те, кого испытуемые могли знать в лицо. Одновременно Кирога записывал реакцию нейронов у своих добровольцев. Он дожидался спайков.

Нейроны «заговорили» и рассказали Кироге много интересного. Он нашёл у своих испытуемых не только нейроны их бабушек, но и нейроны их дедушек, мам,

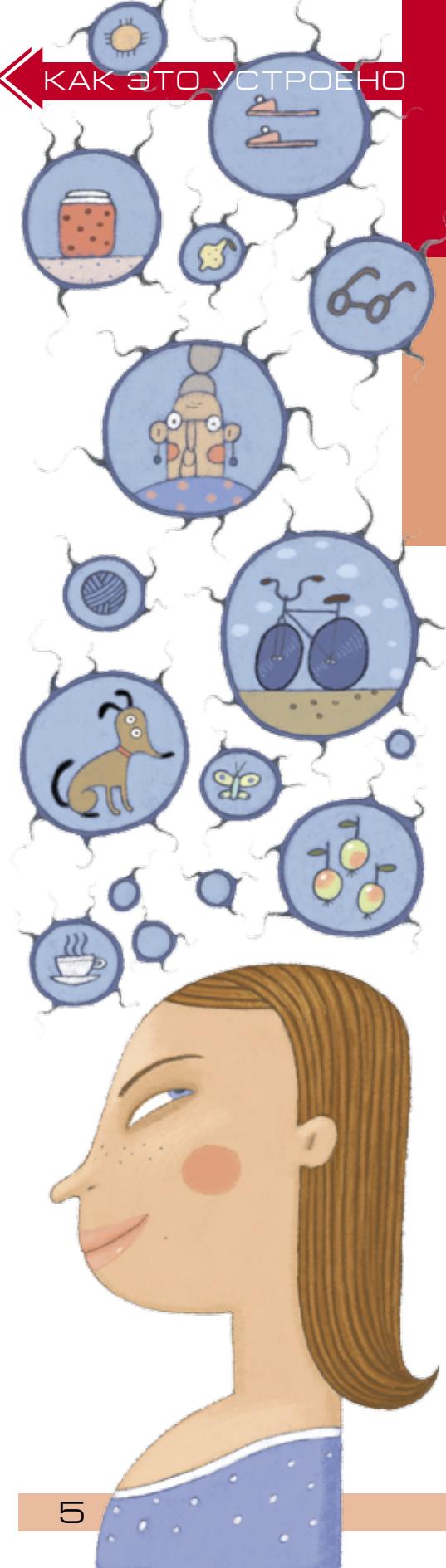
пап, братьев, сестёр. Причём эти нейроны реагировали не только на фотографию бабушки, но и на звук бабушкиного голоса, и на слово «бабушка», написанное на экране монитора. А ещё он нашёл у них нейроны, которые реагировали на президента и известных актёров (Дженифер Энистон, Хэлли Берри). Кирога очень обрадовался и скорее позвонил Леттвину – рассказать, что его гипотеза подтвердилась.

Леттвин был счастлив. Но одна мысль не давала ему покоя: а откуда же берутся эти нейроны бабушек, дедушек, политиков, актёров?

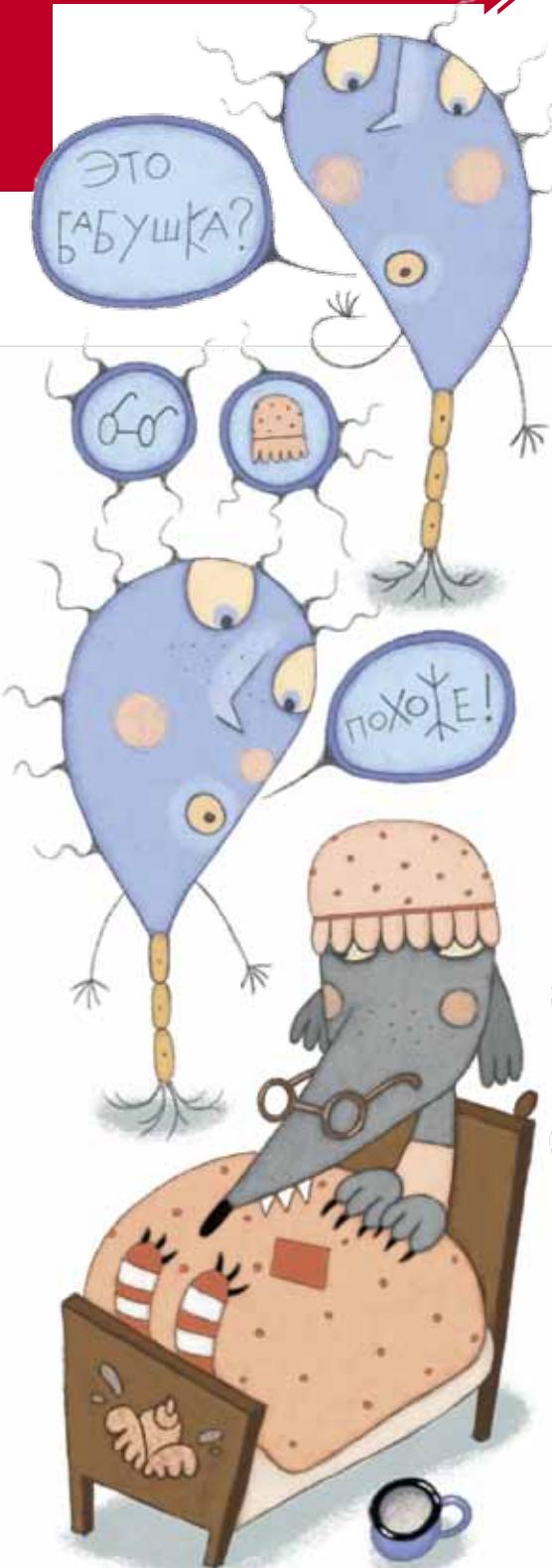
В 1985 году доктор Вячеслав Борисович Швырков нашёл ответ на этот вопрос. Оказывается, у нас в коре головного мозга сидят нейроны, ничем особенным не занятые (на первый взгляд). Это такие нейроны, которые не дают спайков: они молчат и ждут. И как только мы начинаем обучаться чему-нибудь новому, например, езде на велосипеде, эти нейроны активируются, начинают вовсю «говорить», то есть давать спайки. Но не все «молчащие» нейроны смогут стать нейронами «езды на велосипеде», а только те, которые быстрее всех «учатся». А учиться нейрону надо очень многому: как командовать руками, чтобы они держали руль, и как крутить ногами, чтобы велосипед быстро ехал, и ещё как при этом не упасть. В общем, так из многих «молчащих» нейронов отбираются «крутые» нейроны, которые научились управлять руками и ногами. И они активируются у нас всякий раз, когда мы садимся на велосипед или даже просто думаем о велосипеде.

Если у нас появится новый друг, произойдёт та же история. «Молчащие» нейроны заговорят, а самые крикливые из них станут «нейронами нового друга». Они будут активны всякий раз, когда мы видим нового друга, слышим его голос, вспоминаем о нём или пишем его имя на бумаге.

Вот так и формировались у нас нейроны нашей бабушки. Когда мы были маленькими, у нас было очень много «молчащих» нейронов. Бабушка

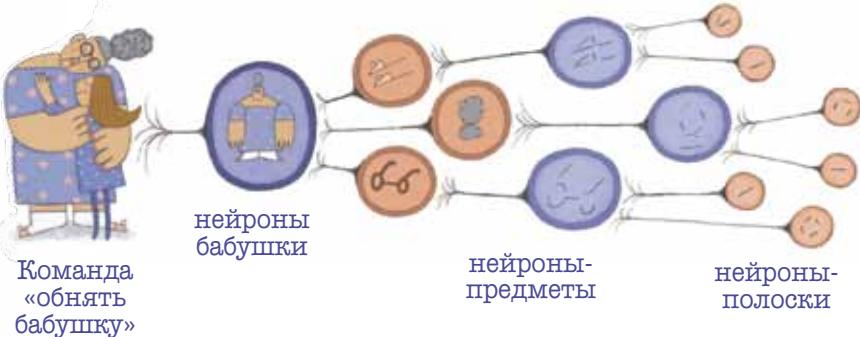


## КАК ЭТО УСТРОЕНО



приходила к нам часто, приносила пирожки с малиной, вязала для нас варежки, водила гулять на улицу, играла с нами в мяч. И в конце концов часть наших «молчащих» нейронов превратилась в «нейроны нашей бабушки». И теперь мы легко узнаём нашу любимую бабушку среди тысячи других лиц.

На самом деле за бабушку у нас отвечает не один нейрон, а тысячи отдельных нейронов, которые всё время общаются между собой. Эти нейроны сидят на разных «этажах» мозга. В самом низу сидят нейроны, улавливающие самые простые признаки – отдельные точки, линии и углы. Выше этажом сидят нейроны, которые вычисляют более сложные признаки. Из этих полосок, углов и точек они «собирают» отдельные предметы: очки бабушки, её глаза, корзинку с пирожками, которые она испекла для нас. А нейроны бабушки (которых на самом деле тоже много) сидят на самом верхнем этаже и получают сигналы от нижних этажей. Если этих сигналов мало, например, активировался только нейрон, «видящий» очки, то нейрон бабушки не активируется.



Значит, это просто кто-то незнакомый в бабушкиных очках. Волк, например. Но если активировались нейроны тапочек бабушки, её причёски, очков и голоса, нейроны бабушки активируются и запускают команду: «крикнуть «привет, бабушка» и срочно обнять бабушку». Британские учёные до сих пор выясняют, что делали нейроны бабушки у Красной Шапочки, когда она приняла мохнатого Серого Волка за любимую бабушку. Видимо, произошёл какой-то сбой.

# ОДНИМ РАЗРЕЗОМ

Четверг – день особенный.

Во-первых, меня из школы забирает папа. Вместе мы идём кормить белок в парк. Ещё с вечера у нас заготовлен мешочек с фундуком и кедровыми орешками. Шустрые зверьки избирательны и осторожны – схватят самый вкусный орех и убегут. Насладившись акробатическими этюдами белок, сделав еженедельный фотоотчет, мы, радостные, возвращаемся домой.

Во-вторых, каждый четверг мама печёт пирог в форме ромба с начинкой из сыра. Пирог такой ароматный. Я его просто обожаю!

В-третьих, у моего старшего брата Кости в этот день занятие в математическом кружке. После прогулки я с нетерпением жду его прихода, ведь он расскажет что-то новое и интересное.

– Наташа, неси свои квадратные листочки и цветные карандаши, – с порога закричал Костя. – Ножницы у меня с собой, будем вырезать!

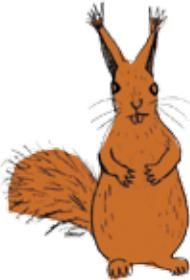
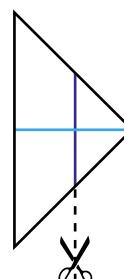
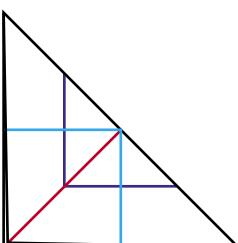
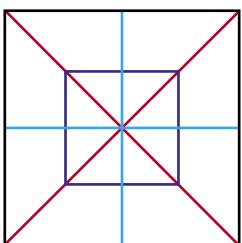
Примчавшись с папкой бумаги для оригами, я уселись за стол.

– Ты уже знаешь, – начал рассказывать Костя, – что многие фигуры *симметричны относительно прямой*. Если её провести, то все точки такой фигуры будут иметь соответствующие симметричные им точки относительно этой прямой, а прямую называют *осью симметрии*. Когда фигуру перегибают вдоль этой оси, половинки полностью совмещаются (каждая точка фигуры совмещается с симметричной ей точкой).

– Например, квадрат, причём у него четыре оси симметрии! – воскликнула я.

Костя взял листок бумаги, нарисовал в центре квадрат.

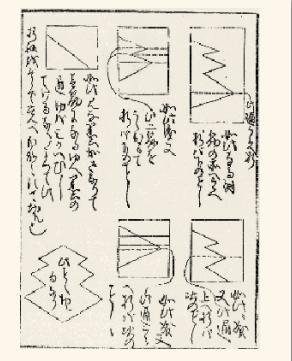
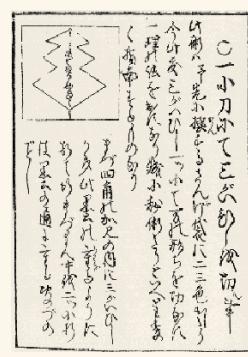
– Да! Две из них проходят через середины двух противоположных сторон. Я их отмечу голубым цветом.



## МАТЕМАТИЧЕСКИЕ СЮРПРИЗЫ

Ксения Пахомова





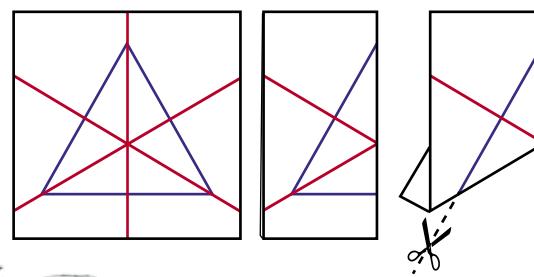
<sup>1</sup> В 1721 году Кан Чу Сен опубликовал книгу, в которой содержалась статья о том, как одним прямолинейным разрезом вырезать многоугольник в форме японского геральдического знака. Страницы с формулировкой и решением представлены на рисунке.

Две другие – это прямые, которые содержат его диагонали. Они будут красными.

– Если согнуть сначала по одной красной линии, – продолжал брат, – а затем по другой, то мы получим треугольник, у которого две стороны равны, то есть равнобедренный. Отрежем одним разрезом «уголок» от этого треугольника (не задевая основание) и развернём. Что получилось?

– Рамка и квадрат, – уверенно сказала я. – А ещё, чем ближе к основанию делать разрез, тем больше квадрат будет.

– Точно! Оказывается, что любой многоугольник, нарисованный на бумаге, можно вырезать одним прямолинейным разрезом, если правильно сложить бумагу. Нам об этом сегодня на занятии рассказали. Представляешь, впервые о таком разрезании было написано в японской книге в XVIII веке<sup>1</sup>.

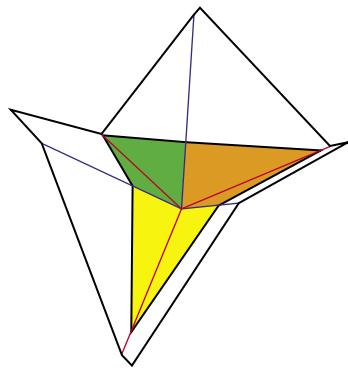
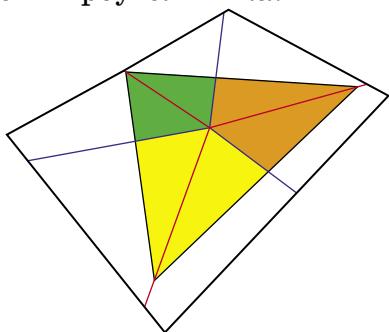


– Ух ты! А если треугольник произвольный?

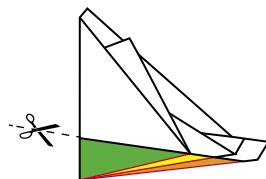
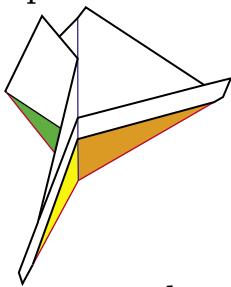
– Любой угол имеет ось симметрии, которая проходит по его биссектрисе. Биссектриса делит угол на два равных угла. А этого нам и надо! В равностороннем треугольнике каждая ось симметрии – это биссектриса угла при вершине.

– Будем проводить биссектрисы? – робко спросила я и взяла транспортир.

– Молодец! Но биссектрис нам будет мало. Из точки их пересечения надо опустить перпендикуляры на стороны треугольника.



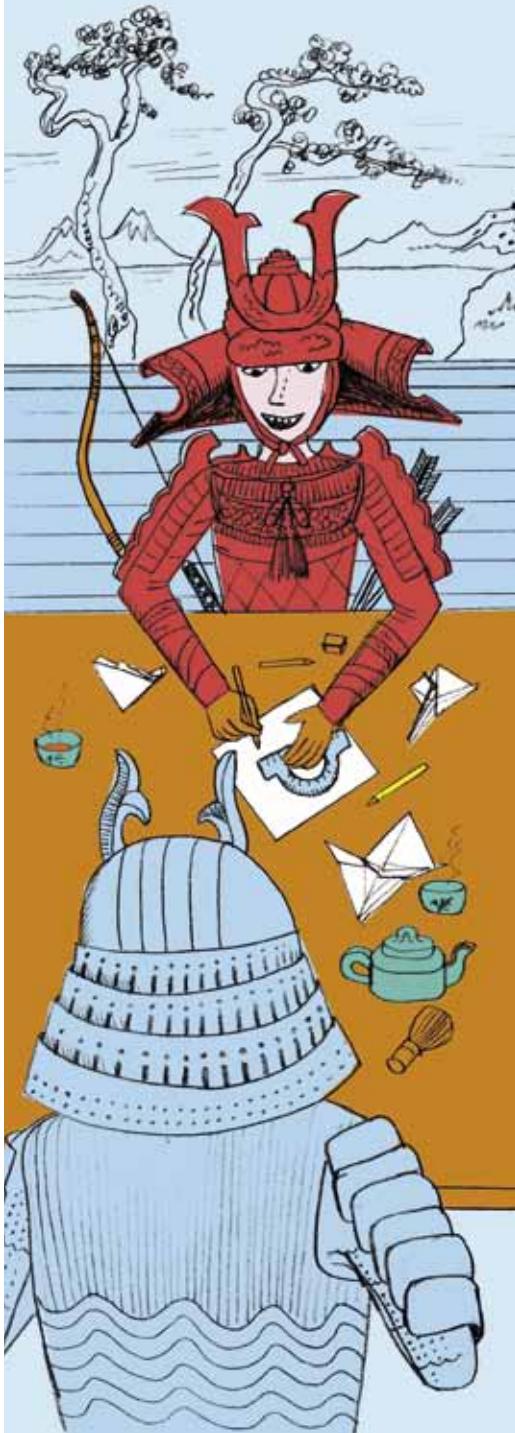
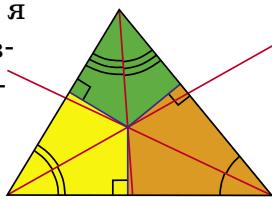
Согнём лист бумаги «горкой» по перпендикулярам и «долиной» по биссектрисам. Вот, смотри! Перпендикуляры совместятся.



Положим нашу фигуру на плоскость. Тогда стороны окажутся на одной прямой. Одним движением делаем разрез – и вот наш треугольник!

– А почему так получается?

– Давай я закрашу прямоугольные треугольники, – продолжал деловито отвечать Костя. – Каждые два треугольника одного цвета равны, так как общая сторона у них – гипотенуза, а углы, я их отметил на рисунке, при ней равны, ведь мы проводили биссектрисы. При наложении одноцветные треугольники совпадут, стороны





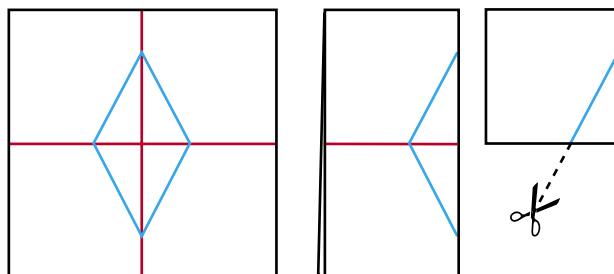
<sup>2</sup> Видео можно посмотреть на сайте «Математические этюды»: <http://www.etudes.ru/ru/etudes/origami/>

совместятся. Раз треугольники равны, то и синие перпендикуляры равны.

— Значит, у нас получатся три пары совместившихся треугольников?

— Да, причём после совмещения получатся прямоугольные треугольники, и у них у всех один катет будет одной и той же длины. Теперь можно перегнуть треугольники по их общему катету. При этом другие их катеты расположатся вдоль одной прямой — она выходит из конца общего катета перпендикулярно ему. И как раз содержит стороны исходного треугольника. И тогда мы сможем отрезать треугольник одним разрезом<sup>2</sup>. Понятно?

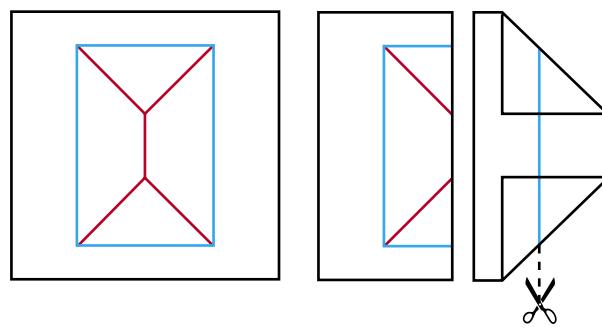
— Да! Смотри-ка, я сейчас самостоятельно вырежу ромб: сложу по одной диагонали, а потом по другой.



— Умница, Наташа. Попробуй сейчас вырезать прямоугольник, конечно, который не квадрат.

— Легко. У него две оси симметрии. Сгибаю по линиям и получаю снова прямоугольник, но в 4 раза меньшее, чем был. Ой, Костя, что дальше делать?

— Разверни. Вспомни про биссектрисы. Проведи их из каждого угла сверху, они пересекутся, затем снизу повтори процедуру. Заметь, точки пересечения лежат на оси симметрии. Складываем сначала по линии, на которой лежат эти точки, а затем по биссектрисам. Теперь стороны прямоугольника лежат на одной прямой. Режь!





– Это похоже на волшебство!

– Предлагаю тебе такую задачку: сложить лист так, чтобы одним разрезом отрезать заданный параллелограмм. Кроме того, подумай, как сложить лист, чтобы одним прямолинейным разрезом вырезать правильный пятиугольник или правильный шестиугольник. А потом звёзды: четырёхугольную, пятиугольную и шестиугольную. Если всё понятно, то можно вырезать стрелку и первую букву твоего имени. А я пока домашнее задание буду делать.

– А какое у тебя задание?

– Нарисовать шахматную доску  $4 \times 4$  и сложить лист так, чтобы одним прямолинейным разрезом можно было вырезать все чёрные клетки.

– Ого! А мне хоть подскажи, ведь наверняка есть какой-то алгоритм решения.

– Нет ничего сложного, когда есть симметрия. Просто нужно чуть-чуть смекалки. На сегодняшний день математики изобрели несколько методов для произвольных многоугольников. Сейчас при решении мы использовали метод поиска «скелета»<sup>3</sup>. Смотри на вырезанный прямоугольник: красные линии образуют «скелет», который состоит из отрезков, лежащих на биссектрисах и оси симметрии. Иногда этого недостаточно и приходится ещё строить перпендикуляры к линии разреза, например, как в треугольнике. В любом случае, наличие биссектрис всех углов существенно упрощает задачу.

С энтузиазмом мы принялись за дело. Но с каждой минутой решать задачи было всё труднее и труднее. Нет, не подумайте, что задачи самые сложные. Я уверена, что вы их быстро решите сами. Просто в духовке готовился пирог. Он такой ароматный, что пахнет, наверное, даже в подъезде.

– Ребята! Мойте руки и бежим ужинать! Специальное блюдо для тех, кто увлечён математикой! – прокричала мама из кухни.

– Ура! – заорали мы в один голос с братом, как будто не догадывались о сюрпризе.

– С пирогом нам одним прямолинейным разрезом не обойтись, – добавила я и улыбнулась.



<sup>3</sup> Метод предложен канадскими учёными, мастерами и теоретиками оригами: Эриком Демейном, его отцом Мартином Демейном и Анной Любив. Подробнее о методах с примерами можно посмотреть на сайте: <http://erikdemaine.org/foldcut/>

# ОГЛЯНИСЬ ВОКРУГ

Борис Дружинин



## ПУТЕШЕСТВИЕ №2 ПО ЗООПАРКУ ЭЛЕМЕНТОВ

УГЛЕРОД, АЗОТ, КИСЛОРОД, ФТОР, НЕОН

### УГЛЕРОД С

6  
12,001 УГЛЕРОД **C** В клетке №6 таблицы Менделеева находится углерод. Его обозначение С происходит от латинского *carbo* – уголь. Привычное нам название – углерод («рождающий уголь») – ввёл в начале XIX века М.Ф. Соловьёв. Углерод известен людям с незапамятных времён в трёх видах – уголь, алмаз и графит.

Любой живой организм состоит в значительной степени из углерода. Растения могут получать углерод из углекислого газа (содержащегося в воздухе или воде) в результате фотосинтеза, животные – из пищи. Углерод возвращается в атмосферу при дыхании живых организмов и при их разложении, в почву – из попавших в неё погибших организмов. Много углерода отложено в почве в виде угля и нефти.

В 1946 году американский учёный Уиллард Франк Либби предложил использовать свойства радиоактивного изотопа  $^{14}\text{C}$  для определения возраста биологических останков, предметов и материалов биологического происхождения. За это открытие в 1960 году Либби получил Нобелевскую премию. Особенно полезным метод Либби оказался для археологии.

Среди способов применения углерода есть прямо противоположные друг другу. Алмаз – самый твёрдый минерал на нашей планете. Из него делают чрезвычайно острые инструменты, способные резать что угодно. Лучшая шлифовка осуществляется алмазным порошком. Но тот же углерод в виде графита – прекрасная смазка.

Отшлифованный алмаз (а шлифуют его только другим алмазом или алмазной крошкой) превращается в чрезвычайно дорогое ювелирное украшение – бриллиант. С другой стороны, из углерода-графита делают так хорошо знакомые с детства обычные простые карандаши.

После того, как выяснилось, что и графит, и алмаз состоят из углерода, возник естественный вопрос: как превратить одно в другое? Превратить алмаз в графит

# ОГЛЯНИСЬ ВОКРУГ

оказалось просто: в отсутствие кислорода, при атмосферном давлении и температуре выше 930 °С алмаз начинает переходить в графит. Что касается обратного превращения (графит – алмаз), то тут простым нагреванием не обойдёшься. Прямой переход графита в алмаз происходит при 2800 °С и давлении 120 тыс. атмосфер. Процесс этот весьма дорогостоящий, но вполне окупает себя – искусственные алмазы успешно заменяют естественные там, где жалко тратить алмазы ювелирного качества.

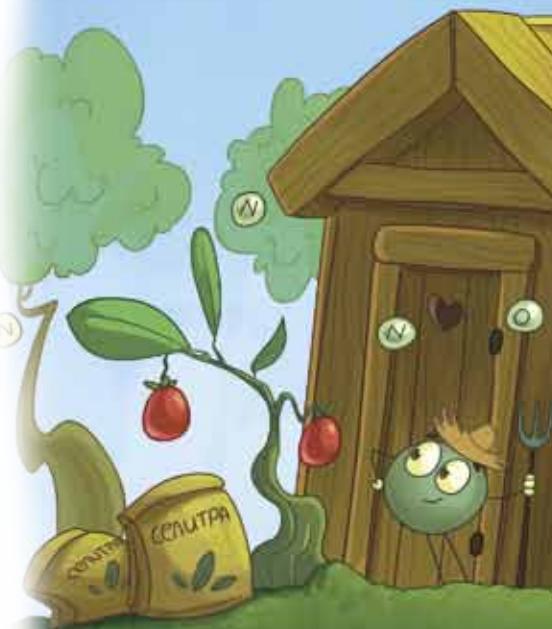
## АЗОТ N

 В клетке №7 «живёт» азот. В 1772 году шотландский врач, химик и ботаник Даниэль Резерфорд определил азот как простое вещество и дал ему название «испорченный воздух». Своё теперешнее имя азот (от древнегреческого ζωός – живой и приставки «а», означающей «не») получил от французского естествоиспытателя и основателя современной химии Антуана Лавуазье. Символ N получился из латинского названия азота – *nitrogenium* («рождающий селитру»); в английском, испанском и некоторых других языках прижилось название азота, происходящее от этого латинского слова.

С одной стороны, название «безжизненный» можно пытаться оправдать тем, что газообразный азот не поддерживает ни горения, ни дыхания. Но, с другой стороны, азот входит в состав некоторых взрывчатых веществ. Опровергает имя «безжизненный» и тот факт, что любой живой организм обязательно содержит азот. Он также необходим растениям, поэтому есть широко применяемые азотные удобрения, например, селитра. Воздух, которым мы дышим, на 78% состоит из азота, на 21% из кислорода, и всего 1% приходится на остальные газы (хотя дышим мы для обогащения крови именно кислородом).

Азотная кислота  $\text{HNO}_3$  входит в состав легендарной «царской водки». Способность этой смеси растворять золото установил алхимик Джованни Фиданца ещё в XIII веке, то есть чуть ли не за 500 лет до систематического изучения азота.

Кстати, об алхимии. Почему-то слово «алхимия» часто противопоставляется слову «химия». Но заметим, что слова «алхимия» и «алгебра» начинаются одинаково. Дело в том, что «аль» – artikel в арабском языке. Название «алгебра» произошло от арабского «аль-джебр»,



# ОГЛЯНИСЬ ВОКРУГ



а слово «алхимия» – от арабского «аль-кимия». Алхимики заложили фундамент современной химии, и не надо их попрекать поисками «философского камня», превращающего свинец в золото, – они ведь не знали, что такого камня не существует.

## КИСЛОРОД О

8  
15.994 КИСЛОРОД Кислород обосновался в клетке № 8. Его название «оксиген» (*οξυγένε* по-французски) произошло от древнегреческих слов *όξυς* – кислый и *γεννάω* – рождаю, то есть «порождающий кислоту». Русское название «кислород» ввёл М. Ф. Соловьёв.

Кислород очень важен для живых организмов. Нормальная концентрация кислорода в воздухе составляет 20,5–21%.

Жил когда-то в Голландии мастер на все руки Корнелиус Дреббел. В 1620 году он построил для английского короля Якова I действующую подводную лодку. Чтобы моряки в ней не задохнулись, Дреббел занялся проблемой дыхания. Он выделил из воздуха кислород, выяснил его роль для нормального дыхания и придумал химическую систему обогащения воздуха кислородом. Но подводная лодка предназначалась военным, поэтому вся работа Дреббела оказалась надолго засекреченной.

Кислород широко используется в медицине. Его применяют при нарушении дыхания, для лечения бронхиальной астмы и болезней желудочно-кишечного тракта, при декомпрессионной болезни. Для индивидуального применения предназначены кислородные баллончики и «кислородные подушки». Помните, президент «республики ШКИД» Сорокин послал Костю Федотова по прозвищу «Мамочка» именно за такой подушкой для своей мамы?

Находясь рядом с работающим ксероксом или загорая под ультрафиолетовой кварцевой лампой, можно почувствовать особый запах. Это запах озона. Если молекулы свободного кислорода состоят из двух атомов ( $O_2$ ), то молекулы озона состоят из трёх атомов ( $O_3$ ). Озон является сильным окислителем и в больших количествах опасен для здоровья. Но он и полезен для человечества в целом. Высоко в стратосфере есть озоновый слой, который защищает людей, животных и растения от жёсткого космического излучения. К сожалению, в последнее время в этом слое появляются «озоновые дыры».

# ОГЛЯНИСЬ ВОКРУГ

Закончившие школу могут забыть всё, чему их там учили, но формулу воды  $H_2O$  помнят всю жизнь. И вот что любопытно: вода – жидкость, а её молекула состоит из тех же атомов, что и молекулы двух газов – водорода и кислорода.

## ФТОР F

9  
18,9984032  
ФТОР

Фтор занимает клетку № 9. Название «фтор» (от древнегреческого φθόρος – «разрушение») предложил знаменитый французский физик Анри Ампер. Да, фтор разрушает всё, к чему прикасается, поэтому выделить его удалось лишь в 1886 году – через 76 лет после того, как Ампер предложил название для этого элемента.

Вот пример: вода горит (!) в струе фтора. И не только вода. В струе фтора загораются (обычно негорючие) асбест, кирпич, многие металлы. Сера, селен, фосфор, мышьяк, кремний, древесный уголь самовоспламеняются во фторе уже при обычной температуре, а при небольшом нагревании горят и благородные металлы: золото, серебро, платина.

Фтор очень опасен для человека. При избытке ионов фтора в организме кости становятся хрупкими, теряют эластичность кровеносные сосуды, разрушаются зубы.

Но нашему организму фтор необходим, особенно зубам. В их составе ионов фтора немного, всего примерно 0,02%, но нехватка вызывает гниение зубов – этот противный кариес.

## НЕОН Ne

10  
20,1797  
НЕОН

Неон «живёт» в клетке № 10. Неон совсем не вступает в химические реакции и не образует соединений с другими элементами. Поэтому на него долго не обращали внимания. Открыли неон только в конце XIX века английские химики Уильям Рамзай и Морис Траверс, а название (от древнегреческого слова νέος, означающее «новый») предложил сын Рамзая.

Где же применяется неон? При пропускании через него электрического тока неон ярко светится. Ещё в 1910 году французский инженер-химик Жорж Клод изобрёл газоразрядную неоновую лампу. Скоро яркая светящаяся реклама стала привычной картиной в городах. Неоновые лампы используют для сигнальных огней на маяках и аэродромах, так как их красный свет очень слабо рассеивается туманом.

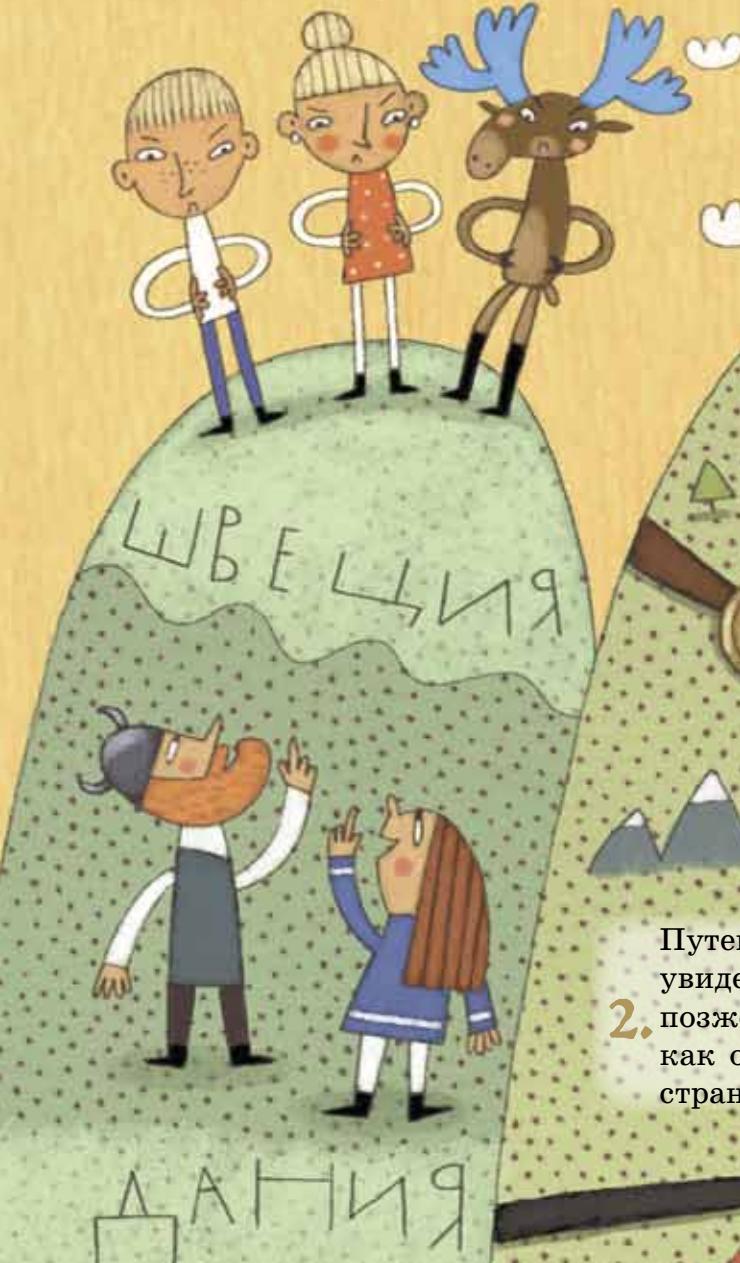


# ЧЕТЫРЕ ЗАДАЧИ

Материал подготовил  
Михаил Евдокимов

# ВОКРУГ

1. Датчане шутят: «У нас всё лучше, чем в Швеции:  
климат, природа, история, –  
и только одно у шведов лучше».  
Что же это?



2. Путешествуя по некоторой стране, Квантик увидел восход солнца всего лишь на 14 часов позже, чем в предыдущий день (а не на 24 часа, как обычно). Как такое возможно и по какой стране путешествовал Квантик?



# СВЕТА

Героиня одного фильма жила на острове  
где-то в южных морях.

3.

Однажды она заставила туристов быстро  
покинуть остров, просто разведя костёр.

В каком именно месте острова она это сделала?



4. На каникулах Ноутик с группой учёных  
погрузился на батискафе на дно Марианской впадины  
(самое глубокое место в Мировом океане).

Однако Квантик заметил, что он на каникулах  
был на 10 км ближе к центру Земли,  
чем Ноутик.

Как такое возможно  
и где же побывал Квантик?



Решения прсылайте до 1 марта  
по адресу [kvantik@mccme.ru](mailto:kvantik@mccme.ru)  
с пометкой «Четыре задачи».

Художник Елена Цветаева

# ЗАБЫТАЯ АКРОСТИХ

Стихотворная тайнопись

Лет четыреста назад на Руси жили мудрецы, придумавшие себе учёное развлечение: сочинять и посыпать друг другу письма в стихах. «Подумаешь! – скажет кто-то. – Рифмовать слова и сейчас многие умеют». Это так, но стихотворные письма наших мудрецов заключали в себе кое-что по-настоящему секретное. В них была тайнопись – особый шифр, спрятанный текст, прочитать который мог только человек со смекалкой. Зашифровывались обычно имена авторов и самая главная часть сообщения. Посторонний человек прочтёт стихи – и увидит в них только общие рифмованные рассуждения о дружбе, добре, человеческих достоинствах и пороках. А если мудрец получит такое послание, то он прочтёт в нём наверняка своё имя, имя писавшего, а часто и просьбу, ради которой порой составлялись сами стихи. Например, длинное стихотворное письмо одного автора к другому может содержать скрытую просьбу одолжить книгу или даже денег.

Самой распространённой формой тайнописи был акrostих. Зашифрованный текст можно было прочесть, складывая в слова первые буквы строк. Этот приём и в наше время используют некоторые авторы, но уже не в качестве тайнописи. К примеру, стихотворение Семёна Цванга посвящено ремеслу поэта и содержит акrostих «ПОЭТ»:

Прозаики от рифмы далеки,  
От чёткого размера, тайны света,  
Эфирного дыхания строки –  
Того, что позволяет стать поэтом.

Иногда шифр в стихотворениях XVII века нужно было читать только по чётным строкам, а иногда и вовсе в обратную сторону, от последней строки к первой. Как именно разгадать тайное послание – получатель должен был понять сам.

Но в наше время перед учёными, которые нашли эти хитрые стихотворные письма, стоит ещё более сложная задача, чем перед мудрецами XVII века. Наверное, вы знаете, что книги раньше не печатали, а переписывали от руки. Даже когда изобрели печатный станок, многие люди продолжали переписывать понравившиеся им тексты и потом передавать эти рукописи детям и друзьям. Переписывались от руки и стихи. Часто при списывании допускались ошибки по невнимательности (мы ведь тоже иногда ошибаемся, когда списываем тексты в школе). Иногда тому, кто переписывает, казалось, что в произведении что-то сказано неверно, – и тогда он мог досочинить и переделать его на свой вкус. Но если к обыкновенному переписчику в руки попадало какое-нибудь послание наших мудрецов – разве он знал, что в нём есть тайнопись и каждая буква должна оставаться на своём месте? Конечно, нет.



И конечно, переставляя и заменяя слова в начале строк, он разрушал акrostих. Вот почему учёным ещё труднее расшифровать тайнопись. Они должны догадаться, как выглядел текст до переделки, и если удаётся найти хотя бы отдельные части акrostиха – это может помочь.

Попробуем, например, догадаться, что было упущено при переписке этого загадочного текста:

Не приди душа моя по твой совет,  
Аще не разориши злообещанный завет.  
Веси бо, Фараона Господь потопи за гордость,  
И тебе не постигнет таковая же злобность.  
Не веси бо о себе, яже совещаеш,  
Аще и многим творити от сего завещаеш.  
И ныне молюся: прежде о себе испытovай,  
Любов же духовную чистотою снабдевай.

Выписываем первые буквы строк, получается **НАВИНАИЛ**. Хотя пока запись выглядит как что-то маловразумительное, можно предположить, что перед нами испорченный акrostих, а не просто набор букв, ведь он разбивается на слоги. Стихотворение короткое – скорее всего, оно содержит только имя. Слово «фараон» использовалось мудрецами-стихотворцами чаще всего именно ради редкой буквы **Ф**, с которой оно начинается. Попытаемся «подтянуть» его к началу строки, поменяв слова местами, получается: «Фараона бо, веси, Господь потопи за гордость». Теперь наш акrostих

выглядит как **НАФИНАИЛ**. Он стал похож на мужское имя, уменьшительное от которого многим известно из истории про домовёнка Кузю – Нафаня. И если в четвёртой строке заменить союз «и» на «а» (подмена союза – одна из частых ошибок при переписывании стихов), то мы получим по вертикали **НАФАНАИЛ**. Это имя встречается, например, в рассказе А. П. Чехова «Толстый и тонкий».

Попробуйте самостоятельно восстановить стихотворение и догадаться, какое имя было зашифровано в этом испорченном при переписке тексте:

Горе мысленное всегда волнуется,  
И от волн его корабли сокрушаются.  
Тёмность облачна закрывает свет сердечный,  
Разлучение же от тебе наносит мрак вечный.  
Огненный столп пути к тебе не являет,  
Подобно фараону яко в мори потопляет.  
Аще не приидеш ко мне в приятности,  
Не могу терпети великия печальности.

Следующий стихотворный отрывок, благодаря акrostику, ещё и выглядит красиво. Попытайтесь расшифровать его:

Не дивно во благополучении возгоржение,  
Едина добродетель – всех благих совершение.  
Благий дом пущает до себя всякого человека,  
И исполняет благостыню до скончания века.  
Любовь – вина всяkim добродетелем,  
Не проливает бо ся от нея никогда кровь.  
О благий мой друже, приеми сие

в памятный дом своего сердца...

# ОПЫТЫ и ЭКСПЕРИМЕНТЫ

Андрей Щетников



## Дробь и Пузыри

Почему одни тела плавают в воде, а другие в ней тонут? Все, кто изучал физику в школе, знают правильный ответ: если средняя плотность тела меньше плотности воды, это тело будет плавать на поверхности, а если средняя плотность тела больше плотности воды, то такое тело потонет и пойдёт ко дну.

Плотность тела можно в известных пределах регулировать. У подводной лодки для этого имеются специальные цистерны. Чтобы погрузиться под воду, цистерны заполняют водой. Объём лодки остаётся прежним, а масса увеличивается, значит, увеличивается и плотность. Когда средняя плотность лодки становится больше плотности воды, лодка уходит под воду. Чтобы всплыть обратно на поверхность, цистерны продуваются сжатым воздухом, отчего средняя плотность лодки вновь уменьшается.

Интересно, а можно ли сделать так, чтобы менялась не плотность тела, а плотность воды? Если бы плотность воды стала заметно меньше, некоторые плавающие тела начали бы в ней тонуть, а если бы она, наоборот, заметно увеличилась, некоторые потонувшие тела могли бы всплыть наверх. Наверное, все знают такой опыт: в банке с водой на дне лежит сырое яйцо, в воду насыпают соль и размешивают её, и когда соль растворяется, яйцо всплывает. Всё очень просто: у солёной воды плотность больше, чем у пресной, вот яйцо и всплыло.

Но можно сделать и кое-что поинтереснее, например, пропускать через воду мелкие пузыри из аквариумного аэратора. Средняя плотность воды с пузырями уменьшится по сравнению с водой без пузырей, и если плавающее тело будет в начале опыта лишь незначительно выступать из воды, то при пропускании пузырей оно может потонуть!

# ОПЫТЫ и ЭКСПЕРИМЕНТЫ



Такой опыт вы можете сделать сами, и для него не обязательно использовать компрессор. Возьмите пластиковую бутылку, обрежьте у неё днонышко, а через крышку пропустите длинную гибкую трубку. Воздух в трубку будем вдувать ртом, а чтобы он превращался в пузыри, поставим на его пути круг из поролона, закрепив его внутри бутылки. Повозившись с этим устройством и сделав подходящую «лодку», вы добьётесь того, что при продувании воздуха лодка будет временно тонуть.

Пузыри уменьшают среднюю плотность воды – а можно ли увеличить её аналогичным образом, ничего не растворяя, но просто засыпая в воду что-нибудь сверху? Мы взяли длинную стеклянную трубку диаметром 2 см, закрыли её снизу резиновой пробкой, установили на штативе и заполнили водой. Из корпуса шариковой ручки сделали герметичную лодку и подгру-

зили её пластилином так, чтобы она только-только начала тонуть в воде. Эту лодку подвесили в толще воды на нитке. И когда мы стали ссыпать дробь через воронку в трубку, лодка, к нашему восторгу, всплыла! Видео опытов можно найти на нашем сайте [kvantik.com](http://kvantik.com)

Когда мы выложили видео с этим опытом на YouTube, в комментариях к нему было высказано множество возражений: люди не верили, что такое возможно, и считали, что лодка поднимается вверх не за счёт изменения плотности воды, а за счёт восходящих потоков, увлекающих её за собой. «Как же так, – говорили они, – ведь если бы свинцовые дробинки висели на ниточках в воде, разве это привело бы к всплытию лодки?» В этом замечании есть некий резон: если в аквариум с водой опустить большую гирю, чтобы она висела на верёвке, не касаясь дна,

# ОПЫТЫ и ЭКСПЕРИМЕНТЫ



Опыт с пузырями



Опыт с дробью

разве это приведёт к тому, что зависший у дна поплавок начнёт всплывать на поверхность? – Очевидно, нет.

Однако здесь есть и подмена одной ситуации на другую: ведь дробинки не висят на ниточках, но опускаются вниз под действием силы тяжести. Впрочем, они и не падают свободно: установившаяся скорость их движения такова, что действующая на каждую дробинку сила тяжести уравновешивается силой лобового сопротивления воды. Получается, что вода давит на дробинки, а дробинки своим весом давят на воду. В результате давление воды с глубиной растёт быстрее, чем если бы дробинок не было. Но именно этим и отличается от воды жидкость с большей плотностью: у неё быстрее растёт с глубиной давление, а его перепад и выталкивает погруженные тела вверх.



Художник Евгений Паненко

Можно сделать ещё и такой мысленный опыт. Представим себе, что мы научились делать из свинца мельчайшие «нанодробинки». Если мы размешаем такой порошок в воде, мельчайшие частицы свинца будут падать вниз, но очень медленно: получившаяся взвесь будет оседать на дно несколько дней или даже несколько месяцев. Примерно так же устроено молоко – здесь в воде размещены мельчайшие капельки жира, которые очень медленно поднимаются вверх. Но ведь понятно, что когда мы рассматриваем условия плавания тел в молоке, нам надо сравнивать плотность погружённого в молоко тела со средней плотностью молока, а не с плотностью воды. И со свинцовой взвесью следует поступать аналогичным образом – так же, как если бы в воде была растворена какая-нибудь свинцовая соль, повышающая её плотность.

Конечно, в нашем опыте дробинки падают на дно достаточно быстро. И всё же они опираются на воду – и именно этот эффект приводит к всплытию утонувшей подводной лодки в нашем опыте.



# КАК СООБЩИТЬ НОВОСТЬ ВООБРАЖАЕМОМУ ГОСТЬЮ

Каждому гостю, пришедшему на день рождения, дятел Спятел надевал красную или синюю кепочку: «Для торжественности, проходите и пока не снимайте, я сейчас всё объясню». Когда все или почти все наконец собрались, дятел радушно произнёс:

— Друзья мои! Я очень рад, что вы откликнулись на моё приглашение. Так редко удаётся собраться всем вместе. Чтобы украсить нашу встречу, я дал вам вот эти кепочки. Посмотрите вокруг: нигде нет ни зеркал, ни других отражающих поверхностей. Всё это я убрал или спрятал, чтобы никто не мог увидеть цвет своей кепки. Мои кепки могут быть только красного или синего цвета, но какой цвет достался вам — это секрет! Его знают все, кроме вас! Давайте договоримся: наша вечеринка начнётся сразу после того, как кто-то из вас чисто логически догадается, какого цвета его кепка. Разумеется, вы ни в коем случае не должны ничего подсказывать друг другу и вообще разговаривать о цветах кепок. Согласны?

— Согласны, — сказал таракан Кузька, очень обрадованный тем, что можно спокойно ходить в кепке. Таракан или даже сто тараканов под кепкой — дело обычное, но таракан в кепке — вещь неслыханная! Остальные не были столь уж уверены в правильности такого решения, но спорить не стали.

— Чтобы немного помочь вам, я принёс с чердака вот эти прекрасные старинные часы с дятлом. Раз в минуту в окошечке над циферблатом будет появляться дятел и говорить «Ку-ку!». Тот, кто понял, какого цвета у него кепка, должен дождаться ближайшего появления дятла и тогда уже заявить о своей догадке.

— Ку-ку! — сказал дятел, появившийся в окошечке.

— Но ведь тогда наша вечеринка никогда не начнётся! — обеспокоенно сказала Бусенька.

— Неужели вы такие несообразительные? — усомнился дятел Спятел.

Тут в дверь постучали, и дятел вышел встретить опоздавшего гостя.





– А вот и наш подарок имениннику! – сказала мышь Огрыза, внося огромный торт. – Вы уже празднуете? Ой, сколько красных и синих кепочек!

– Тихо-тихо! – встрепенулся дятел Спятел. – Ни слова больше! Мы ждём начала нашего праздника. Он начнётся, когда кто-нибудь сообразит, какого цвета его кепка.

– Ку-ку! – сказал дятел, появившийся в окошечке.

Все подошли поближе к торту и молча разглядывали кепки друг друга. Пауза затянулась.

– Ку-ку! – опять сказал дятел в часах.

– Конечно, у меня красная кепка! – сказала Бусенька. – У меня и у Кузьки красные кепки, а у всех остальных синие!

– Ура-а-а! – закричал Кузька. – А как ты догадалась?

– Я посмотрела вокруг и увидела всего одну красную кепку. На тебе. У всех остальных кепки синие. «Предположим, что у меня синяя кепка», – подумала я. И я вообразила себе, как в этом случае должен рассуждать ты. Итак, Воображаемый Кузька не видит ни одной красной кепки. Значит, после слов Огрызы он сразу поймёт, что на нём красная кепка, – ведь других красных кепок тут нет, а Огрыза сказала, что они есть! Значит, сразу после предыдущего «ку-ку» Воображаемый Кузька заявил бы, что у него красная кепка. Но ты, то есть Настоящий Кузька, ничего такого не сделал. Поэтому я поняла, что моё предположение неверно, и значит, на мне надета тоже красная кепка. С очередным «ку-ку» я сразу же об этом и сказала.

– Вот видишь, а ты беспокоилась, что наша вечеринка не начнётся, – сказал дятел Спятел. – Стоило Огрызе принести торт, и дело сразу сдвинулось.

– Дело не в торте, а в той подсказке, которую дала Огрыза.

– Ку-ку! – сказал дятел в часах.

– Но я же не сказала ничего существенного, – вмешалась Огрыза, – все вы и так видели, что тут есть и красные, и синие кепочки.

– Сказала, сказала, – возразила Бусенька. – Все присутствующие действительно об этом знали. Ты сообщила новость воображаемым присутствующим.

— А кто здесь воображаемый присутствующий? — спросил дятел Спятел. — Я воображаемых не приглашал.

— Да кто угодно! Например, Кузька.

— Я? — удивился Кузька. — Мне кажется, я очень даже реальный.

— Не ты, — поправилась Бусенька (хотя была совершенно здорова и хороша собой), — а тот Воображаемый Кузька, которого я вообразила, когда размышляла о кепочках.

— И, значит, Огрыза сообщила этому Воображаемому Кузьке, что тут есть и красные, и синие кепочки?

— Да!

— Мне кажется, кто-то из нас спятил, — сказал Кузька.

— Если бы не слова Огрызы, я не могла бы в своих рассуждениях полагать, что Воображаемый Кузька, не увидев ни одной красной кепки, догадается, что красная кепка у него. Если у всех синие кепки, а у него — синяя или красная, то это никак не противоречит правилам, которые нам сообщил дятел Спятел. Получается, что до прихода Огрызы Воображаемый Кузька ещё не знал, что у кого-то обязательно есть красная кепка, а после — он об этом уже знал! От кого же, спрашивается, он узнал эту новость? От Огрызы!

— Нет уж, увольте, — проворчала Огрыза. — У меня не хватает воображения вообразить, что разговариваю с чужими воображениями!

— Как бы то ни было, празднование своего дня рождения объявляю открытым! — провозгласил дятел, отодвигая торт в сторону. — Первым номером нашей программы будет увлекательнейший конкурс «Сыроежки»! Сейчас я принесу сыр.

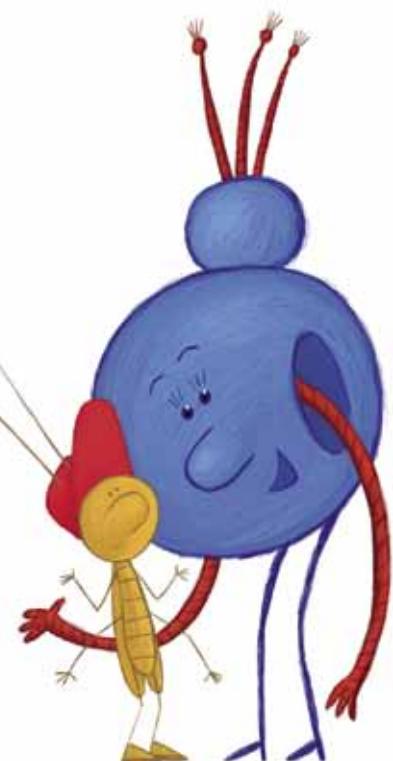
— А почему ты тоже не сказал, что у тебя красная кепка? — тихонько спросила Бусенька Кузьку.

— Ну-у... э-э-э... а разве я тоже мог догадаться?

— Конечно! Точно так же. Ты должен был представить себе, о чём я могла думать, если бы на тебе была синяя кепка.

— Я не умею так быстро думать, — грустно сказал Кузька.

— Ку-ку! — сказал дятел в часах.



Художник Инга Коржнева

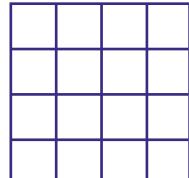
# СИММЕТРИКСЫ

из одной олимпиадной задачи

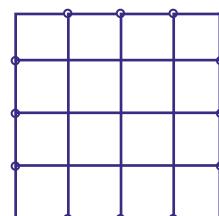
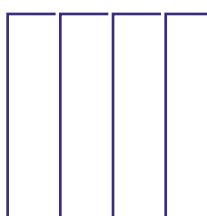
Хочу рассказать о своей давнишней задаче. Она была предложена на XVII Всесоюзной олимпиаде школьников в Кишинёве в 1983 году.

**Задача.** В квадратной сетке  $4 \times 4$ , изображённой на рисунке, каждая ячейка имеет размер  $1 \times 1$ . Можно ли эту сетку представить в виде объединения:

- восьми ломаных, каждая из которых имеет длину 5;
- пяти ломаных, каждая из которых имеет длину 8?



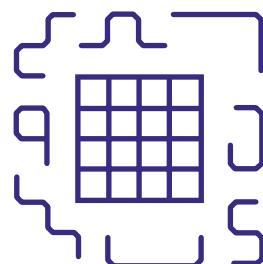
**Решение.** а) Квадратную сетку  $4 \times 4$  можно представить в виде объединения восьми одинаковых Г-образных ломаных длины 5. Четыре из них расположены вертикально так, как на левом рисунке, ещё четыре расположены горизонтально.



б) Ответ: нельзя. Очевидно, что никакие две ломанные не должны иметь общих отрезков. Поэтому 12 нечётных узлов решётки, расположенных на границе квадрата и выделенных на рисунке, должны быть концами ломаных, а у пяти ломаных только 10 концов.

Если в пункте а) исходной задачи добавить ещё одно дополнительное условие – чтобы все ломаные были «разными» (никакие две нельзя было совместить друг с другом), – то существует вот такое решение, которое превращает эту задачу в занятную головоломку.

Все проволочные элементы, изображённые вокруг сетки на рисунке справа, легко изготовить из восьми скрепок буквально за пять



Вовка какие-то симметриксы решает.  
Просил проволоки побольше принести



# ИГРЫ

## ИГЛОВОЛОМКИ

минут, имея минимум слесарных навыков. Требуется сложить из них квадратную сетку  $4 \times 4$ .

Получилась неожиданно трудная головоломка. Она участвовала на одном из региональных газетных конкурсов по решению головоломок и занимательных математических задач. К задаче был приложен рисунок, который вы видите справа.

Участники конкурса прислали подписи к этому рисунку. Приведу несколько интересных:

1. Железная логика.
2. Робот + головоломка = роботоломка.
3. Одна голова хорошо, а две – лучше.
4. Если долго мучиться, то квадрат получится.

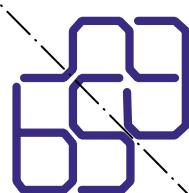
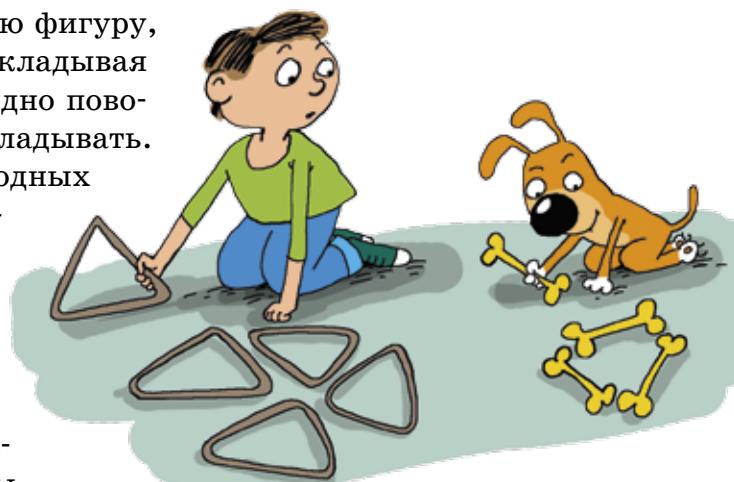
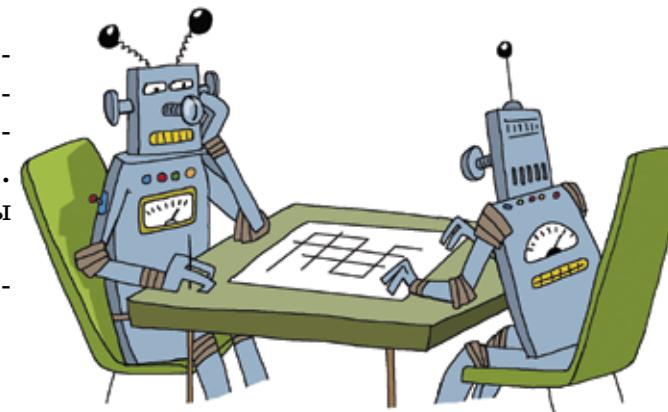
Должен заметить, что помучиться придётся ещё и потому, что головоломка имеет единственное решение, если не считать зеркальные отражения и повороты.

Сейчас среди головоломок на складывание фигур появилось новое семейство головоломок – *симметриксы*. В головоломках этого типа нужно из нескольких игровых элементов сложить симметричную фигуру, руководствуясь простыми правилами: прикладывая элементы друг к другу, их можно как угодно поворачивать и переворачивать, но нельзя накладывать. Теперь симметриксы попадаются на ежегодных международных встречах любителей головоломок IPP (International Puzzle Party).

Существуют симметриксы с двумя, тремя и более элементами. Головоломку «Квадратная сетка» можно рассматривать как симметрикс с восемью элементами.

Предлагаю выполнить несколько заданий. Из восьми элементов головоломки выберите любые  $n$  штук и сложите из них фигуру, имеющую ось симметрии. Здесь  $2 \leq n \leq 8$ .

Например, при  $n = 4$  можно сложить фигуру из четырёх элементов, имеющую наклонную ось симметрии.



Художник Николай Крутиков



Материал подготовил  
Константин Кохась



Санкт-Петербургская олимпиада по математике проводится для школьников с 6 по 11 класс. Первый (письменный) тур очередной олимпиады прошёл 12 декабря 2015 года. Мы приводим несколько задач этого тура для 6 и 7 классов, попробуйте с ними справиться. В каждом из этих классов ребятам предлагалось 4 задачи, на решение отводилось 3 часа. Всего в олимпиаде участвовали приблизительно 2800 шестиклассников (тут учтены и пятиклассники, решавшие задачи за 6-й класс) и около 1500 семиклассников.

Самая сложная из нашей подборки – задача 4, её решило менее двух десятков школьников.

### Избранные задачи I тура

**1 (7 класс).** На круговом шоссе длиной 13 км находятся пять различных населённых пунктов  $A, B, C, D, E$ . Может ли быть так, что кратчайшее расстояние по шоссе от  $A$  до  $B$  равно 3 км, от  $B$  до  $C$  – 6 км, от  $C$  до  $D$  – 4 км, от  $D$  до  $E$  – 5 км, а от  $E$  до  $A$  – 6 км?

В. Франк

**2 (6 класс).** Расставьте в клетках указанной фигурки (рис. 1) числа от 3 до 12 так, чтобы суммы чисел во всех доминошках были разными (доминошка – это прямоугольник, состоящий из двух клеток, соседних по стороне).

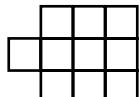
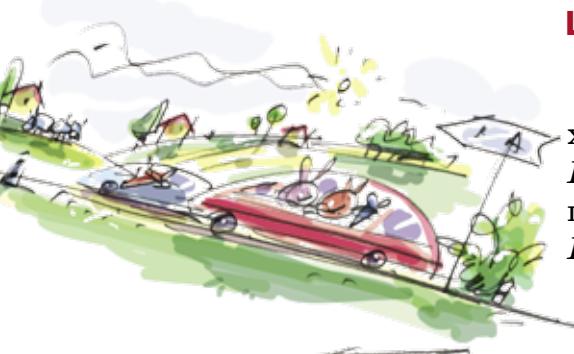


Рис. 1

А. Чухнов

**3 (6 класс).** Надя задумала число  $n$ , делящееся на 500, и выписала на доску все его натуральные делители, кроме самого числа  $n$ . Докажите, что сумма нечётных чисел на доске меньше, чем сумма чётных.

Александр Голованов





**4 (6 класс).** Дети в классе угощали друг друга конфетами. Каждый мальчик дал по конфете всем, кто выше его, а каждая девочка – всем, кто ниже её (все дети разного роста). Оказалось, что Саша, Женя и Валя получили поровну конфет, а все остальные – меньше, чем они. Докажите, что кто-то из этих троих – девочка.

Ольга Иванова

**5 (7 класс).** На доске написано 10 последовательных целых чисел (среди них могут быть и отрицательные). Школьнику, указавшему число, после вычёркивания которого сумма оставшихся девяти чисел на доске является квадратом целого числа, Мария Ивановна ставит пятёрку (если это число не было никем названо ранее). Какое наибольшее количество пятёрок могли получить ученики Марии Ивановны? Не забудьте объяснить, почему невозможно получить большее количество пятёрок.

Александр Голованов

**6 (7 класс).** Данна «лесенка» из 12 строчек (рис. 2). Костя расставляет в её клетках числа от 1 до 36 так, чтобы в каждой горизонтали и в каждой вертикали числа возрастили (слева направо и сверху вниз). Сколькими способами он сможет это сделать?

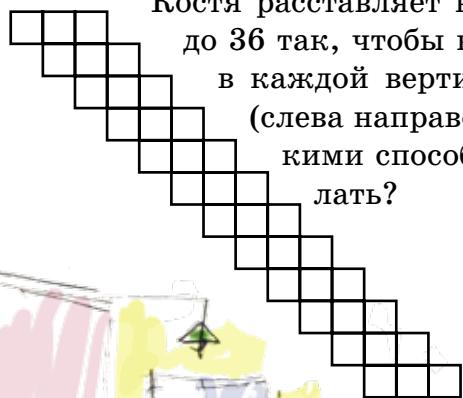
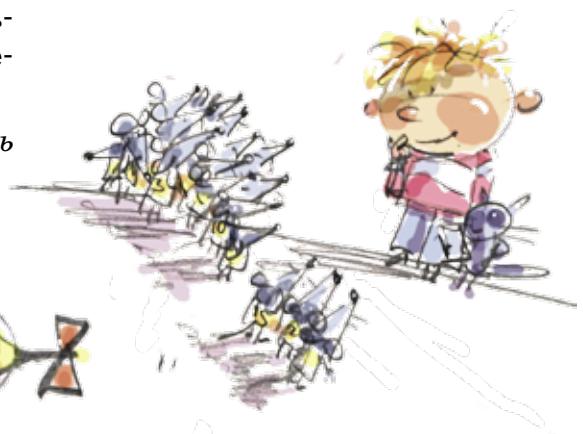
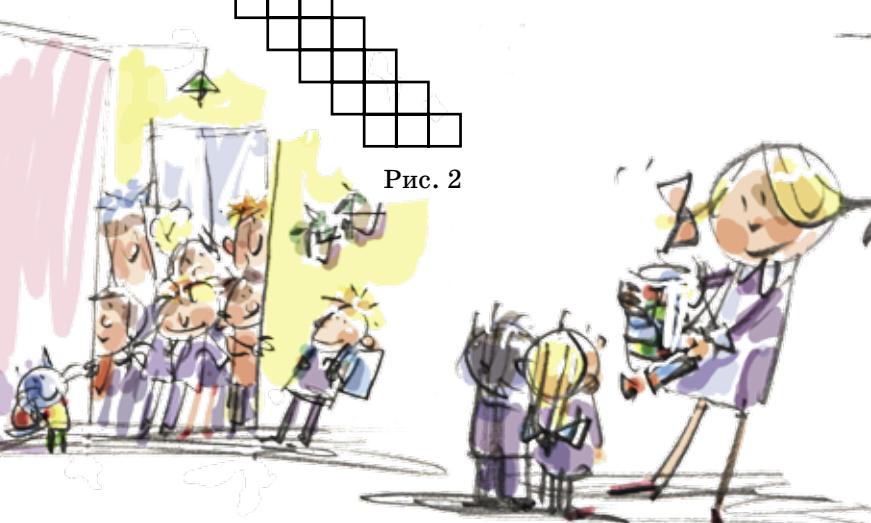


Рис. 2

Константин Кохась



## ■ КАК СПРЯТАТЬ ГРУЗ? («Квантик» №1)

Подобное изобретение описано в фильме «Однажды в Америке» (на экране телевизора кадр из этого фильма). В мешке находится соль. Заметив приближение патруля, запрещённый груз сбрасывали в воду, и тот шёл ко дну. Однако через некоторое время соль растворялась, и груз вс плывал благодаря плавку (он прикреплён к ящику сверху).

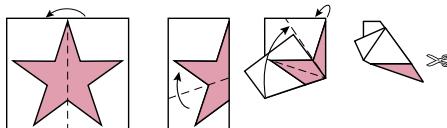
## ■ ВМЕСТЕ С СОЛНЦЕМ

Самолёт летит по кратчайшей линии, проходящей над поверхностью Земли и соединяющей начальную и конечную точки его маршрута (назовём их  $A$  и  $B$ ). Эта линия – дуга большого круга; она получается, если пересечь поверхность Земли плоскостью, проходящей через точки  $A$ ,  $B$  и центр Земли. Поэтому траектория, соединяющая две точки в северном полушарии, лежащие на одной широте, будет проходить не по параллели (как можно было бы подумать), а отклонится от параллели к северу.

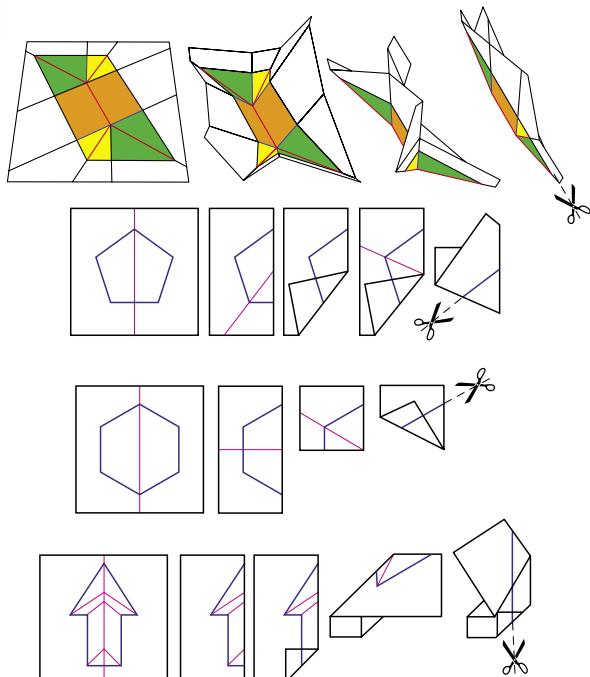
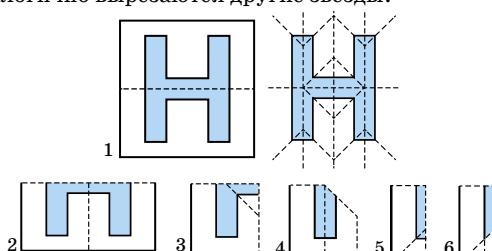
В качестве крайнего случая можно рассмотреть ситуацию, когда долгота начальной и конечной точки отличаются очень сильно, на величину, близкую к  $180^\circ$ : кратчайший путь из Москвы в Сан-Франциско проходит почти над Северным полюсом!

На картинке приведён трек рейса Магадан–Москва, который Игорь записал с помощью GPS. Самая северная точка маршрута имеет широту около  $73^\circ$ , то есть находится уже за Северным полярным кругом (широта которого около  $66^\circ$ ). В январе в этих широтах полярная ночь. Поэтому когда самолёт уйдёт к северу, за его окнами действительно будет темно. Да и летит самолёт севернее Оби и Енисея.

## ■ ОДНИМ РАЗРЕЗОМ



Аналогично вырезаются другие звёзды.

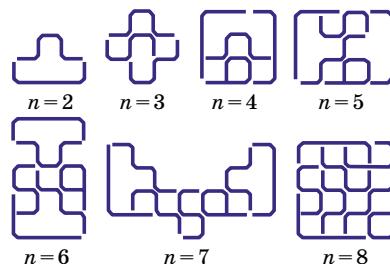


## ■ ЗАБЛУДИЛСЯ АКРОСТИХ

1) МИТРОФАН. Переписчик заменил «море» на «горе» (о чём можно догадаться по первым строкам о волнах и кораблях); кроме того, в строке 6 нужно поменять местами слова «подобно» и «фараону».

2) В отрывке по вертикалам зашифровано начало первой строки «НЕ ДИВНО», благодаря чему текст приобретает красивую форму прямого угла. Для восстановления его исходного вида следует поменять местами слова «благий» и «дом» в строке 3 и перенести слово «любовь» из начала в конец строки 5 (об этом можно догадаться по нарушенной рифме).

## ■ СИММЕТРИКСЫ ИЗ ОДНОЙ ОЛИМПИАДНОЙ ЗАДАЧИ



В некоторых случаях известно несколько решений, при  $n = 7$  и  $8$  известно по одному решению. Решение при  $n = 7$  нашёл Г. И. Ярковой из г. Тольятти, трёхкратный чемпион России по решению головоломок в заочном первенстве, а решение при  $n = 8$  является решением головоломки «Квадратная сетка» и решением олимпиадной задачи, о которой речь шла в начале заметки.

## ЛXXXII САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКАЯ ОЛИМПИАДА ПО МАТЕМАТИКЕ

1. Ответ: да. Пример приведён на рисунке 1.  
2. Возможный пример показан на рисунке 2.

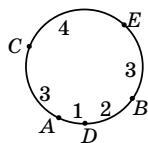


Рис. 1

3	5	7
4	6	8
9	11	12

Рис. 2

3. Число  $n$  – чётное, поскольку делится на 500, и, более того, по этой же причине число  $n$  делится на 4. Если  $d$  – нечётный делитель числа  $n$ , то число  $2d$  тоже является делителем числа  $n$ , причём  $2d \neq n$ , так как  $2d$  не делится на 4. Получается, что вместе с каждым нечётным делителем  $d$  на доске также написан ровно в два раза больший делитель  $2d$ . Поэтому сумма нечётных чисел на доске не просто меньше, чем сумма чётных, а по крайней мере в два раза меньше.

4. Допустим, что это не так. Пусть мальчик Саша – наименьший по росту из трёх упомянутых детей. Пусть  $X$  – следующий по росту ребёнок. Заметим, что Саша и  $X$  получили поровну конфет от всех остальных детей. Действительно, каждый из остальных детей либо ниже и Саши, и  $X$ , либо выше их обоих. Тогда и Саша, и  $X$  получили конфеты только от мальчиков, которые меньше их ростом, либо от более высоких девочек.

Кроме того, мальчик Саша дал конфету ребенку  $X$ , так как  $X$  выше. Поскольку Саша – один из тех, кто получил наибольшее число конфет, не может так быть, что  $X$  получил больше конфет, чем Саша. Значит,  $X$  должен был дать конфету Саше. Получается, что  $X$  – девочка и у неё столько же конфет, сколько у Саши, то есть  $X$  – это Женя или Валя.

*Вопрос на засыпку:* сколько же всё-таки мальчиков и сколько девочек может быть среди этих трёх детей?

5. Ответ: четыре пятёрки (например, если на доске написаны числа от  $-4$  до  $5$ ).

Пусть на доске написаны числа  $a, a+1, \dots, a+9$ , и пусть  $S$  – их сумма. Вычёркнув одно число и подсчитав сумму оставшихся чисел, мы получим в качестве результата одно из чисел  $S-a, S-a-1, \dots, S-a-9$ . Заметим, что эти суммы представляют собой 10 последовательных целых чисел и именно среди них школьники отыскивают квадраты целых чисел.

Посмотрим, какое наибольшее количество квадратов целых чисел может быть среди последовательных 10 чисел. Ясно, что достаточно изучить этот вопрос, когда все числа неотрицательны. Если взять число от 0 до 9, то среди них оказывается четыре квадрата: 0, 1, 4, 9. Для чисел от 1 до 10 количество квадратов равно трём, для чисел от 2 до 11, или от 3 до 12, или от 4 до 13 количество квадратов равно двум. Среди чисел от 5 до 14, как и среди чисел от 6 до 15, имеется всего один квадрат, а среди чисел от 7 до 16 – снова два квадрата.

Заметим, что чем более крупные числа мы рассматриваем, тем реже встречаются квадраты. Действительно, формула  $(x+1)^2 = x^2 + 2x + 1$  показывает, что чем крупнее  $x$ , тем больше разность между  $(x+1)^2$  и  $x^2$ . Значит, если  $x \geq 3$ , то разность между соседними квадратами  $(x+1)^2$  и  $x^2$  не меньше 7. Поэтому в случае, когда наименьшее из десяти последовательных чисел больше 4, среди таких чисел не может оказаться даже трёх квадратов. Действительно, наименьший из квадратов не меньше  $3^2 = 9$ , значит, разность между первым и вторым квадратами не меньше 7, и тогда разность между вторым и следующим тоже не меньше 7; таким образом, разность между третьим и первым не меньше 14 и они не могут оба принадлежать множеству из 10 последовательных целых чисел.

### 6. Ответ: $2^{11}$ .

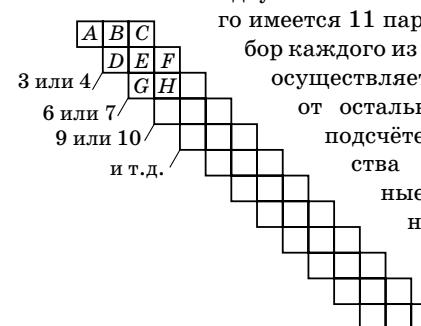
Представим себе, что лесенка уже заполнена числами. Тогда, спускаясь по лесенке, то есть двигаясь по клеткам вправо или вниз, мы в очередной клетке каждый раз будем обнаруживать число, которое больше всех чисел в уже проходимых клетках. В частности, если из какой-либо клетки, делая шаги вправо или вниз, мы дошли до другой клетки, то число в первой клетке меньше числа во второй. Поскольку из клетки  $A$  (рис. 3) мы можем дойти, двигаясь вправо и вниз, до любой другой клетки таблицы, в клетке  $A$  должно стоять наименьшее число в таблице, то есть 1. Из клетки  $B$  мы тоже можем дойти до всех клеток (кроме  $A$ ), значит, в клетке  $B$  стоит второе по величине число, то есть 2.

Далее, из клеток  $C$  и  $D$  мы за один шаг можем дойти до клетки  $E$ , а из клетки  $E$  – до всех остальных чисел таблицы (кроме тех, которые мы уже изучили). Значит, в клетках  $C$  и  $D$  должны стоять числа 3 и 4, а в клетке  $E$  – число 5. Рассуждая аналогично, мы заключаем, что в клетках  $F$  и  $G$  должны стоять числа 6 и 7, а в клетке  $H$  – число 8 и так далее.

Таким образом, в любой расстановке положение чисел 1, 2, 5, 8, 11 и так далее определено однозначно, а положение остальных чисел – с небольшими вариациями: числа 3 и 4, стоящие в клетках  $C$  и  $D$ , можно поставить двумя способами (в клетку  $C$  – число 3, а в клетку  $D$  – число 4, либо наоборот), аналогично числа 6 и 7 можно поставить двумя способами, числа 9 и 10 тоже двумя способами и так далее – все-

го имеется 11 пар таких чисел. Выбор каждого из этих 11 вариантов осуществляется независимо от остальных, потому при подсчёте общего количества способов указанные числа вариантов нужно перменять.

Рис. 3





Приглашаем всех попробовать свои силы в нашем  
**МАТЕМАТИЧЕСКОМ КОНКУРСЕ.**

Высыпайте решения задач, с которыми справились, не позднее 1 марта электронной почтой по адресу [matkonkurs@kvantik.com](mailto:matkonkurs@kvantik.com) или обычной почтой по адресу 119002, Москва, Б. Власьевский пер., д. 11, журнал «Квантик».

В письме кроме имени и фамилии укажите город, школу и класс, в котором вы учитесь, а также обратный адрес.

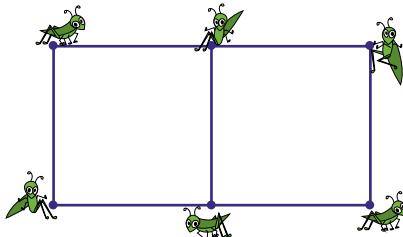
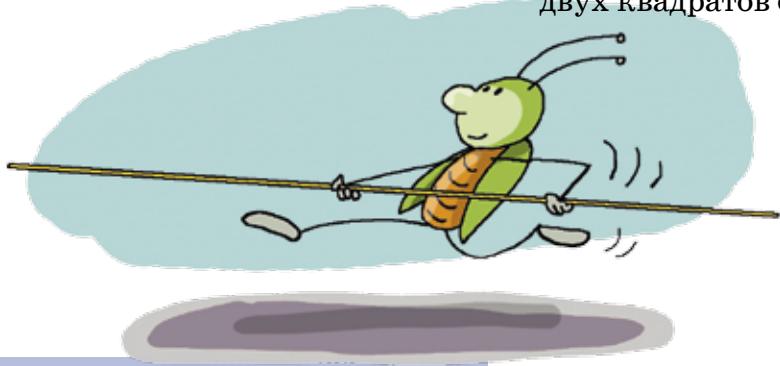
В конкурсе также могут участвовать команды: в этом случае присыпается одна работа от команды со списком участников. Результаты среди команд подводятся отдельно.

Задачи конкурса печатаются в каждом номере, а также публикуются на сайте [www.kvantik.com](http://www.kvantik.com). Итоги будут подведены в конце лета. Участвовать можно, начиная с любого тура. Победителей ждут дипломы журнала «Квантик» и призы.

Желаем успеха!

## II ТУР

**6.** Шесть кузнечиков сидят в вершинах двух квадратов с общей стороной, как показано на рисунке. Три кузнечика прыгнули каждый на новое место, все прыжки были одинаковой длины. Могли ли после этого все шестеро кузнечиков вновь оказаться в вершинах двух квадратов с общей стороной другого размера?



# наш КОНКУРС

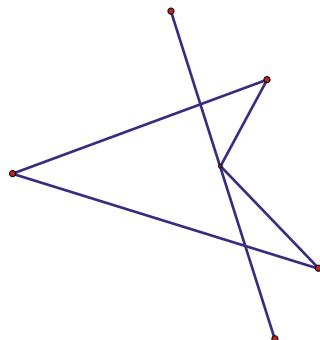
# олимпиады

Авторы задач: Николай Авилов (6), Григорий Гальперин (7, 10),  
Дмитрий Шноль (8), Игорь Акулич (9)

**7.** Рыцари двух кланов собрались в замке на переговоры и расселись в каком-то порядке за большим круглым столом. Оказалось, что рыцарей, справа от которых сидит рыцарь из другого клана, столько же, сколько и рыцарей, справа от которых сидит рыцарь из его же клана. Докажите, что общее число рыцарей делится на 4.



**8.** Четырёхугольник, изображённый на рисунке, можно разрезать одним прямолинейным разрезом на 3 треугольника.



а) Нарисуйте шестиугольник, который можно разрезать одним прямолинейным разрезом на 3 треугольника.

б) Нарисуйте семиугольник, который можно разрезать одним прямолинейным разрезом на 3 треугольника.

в) Сколько углов может быть у многоугольника, если известно, что его можно разрезать одним прямолинейным разрезом на 3 треугольника?

**9.** Можно ли записать по кругу несколько чисел (не обязательно положительных) так, чтобы среди них не было одинаковых и чтобы каждое число равнялось сумме двух своих соседей?

**10.** Одна большая капля ртути и ещё несколько одинаковых маленьких капель на горизонтальной поверхности подтекли друг к другу и слились в одну огромную каплю. Диаметр большой капли в 2 раза больше, чем диаметр каждой из маленьких капель, а диаметр возникшей огромной капли в 5 раз больше диаметра каждой из маленьких капель. Сколько было маленьких капель? Считайте, что все капли строго шарообразные.



Художник Николай Крутиков

## ВЗЛЁТНО-ПОСАДОЧНАЯ ПОЛОСА

В каждом конце взлётно-посадочной полосы обычно пишут по числу. Эти два числа различаются на 18 и помогают самолёту при посадке попасть точно на полосу. Каким образом?

