№ 9 | сентябрь 2025

ЖУРНАЛ КВАНТИК

ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

Издаётся Московским Центром непрерывного математического образования

e-mail: kvantik@mccme.ru

№ 9
сентябрь
2025

СОВРЕМЕННОЕ РАССЛЕДОВАНИЕ УБИЙСТВА ФАРАОНА

ЛИНЗА ФРЕНЕЛЯ

ВЕЛОСИПЕДИСТЫ И МУХА

Enter

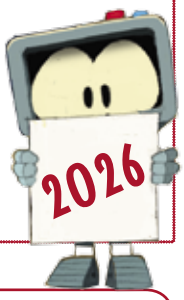
ОТКРЫЛАСЬ ПОДПИСКА НА 2026 ГОД

продолжается подписка на оставшиеся месяцы 2-го полугодия 2025 года

- в почтовых отделениях по электронной и бумажной версии **Каталога Почты России:**
  - индекс **ПМ989** – годовая подписка
  - индекс **ПМ068** – по месяцам полугодия

- онлайн на сайте Почты России **podpiska.pochta.ru/press/ПМ068**

По этой ссылке вы можете оформить подписку и для своих друзей, знакомых, родственников



Подробнее обо всех вариантах подписки см. **kvantik.com/podpiska**

ПОДПИСЫВАЙТЕСЬ НА ЖУРНАЛ «КВАНТИК»

НАШИ НОВИНКИ

КАЛЕНДАРЬ ЗАГАДОК
от журнала «КВАНТИК» **на 2026 год –**
настенный перекидной календарь
с занимательными задачами

АЛЬМАНАХ
ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ
«КВАНТИК», выпуск 24
включает в себя
все материалы журнала «Квантик»
за II полугодие 2023 года

Приобрести продукцию «Квантика»
можно в магазине «Математическая книга»
(г. Москва, Большой Власьевский пер., д.11),
в интернет-магазинах:
biblio.mccme.ru, ozon.ru, WILDBERRIES,
Яндекс.маркет и других
(полный список магазинов на kvantik.com/buy)

НАГРАДЫ ЖУРНАЛА

Минобрнауки России
ПРЕМИЯ «ЗА ВЕРНОСТЬ НАУКЕ»
за лучший детский проект о науке
2017

БЕЛЯЕВСКАЯ ПРЕМИЯ
за плодотворную работу
и просветительскую
деятельность
2021

Российская академия наук
ПРЕМИЯ ХУДОЖНИКАМ ЖУРНАЛА
за лучшие работы в области
популяризации науки
2022

Победитель конкурса в номинациях
ЛУЧШИЙ ЖУРНАЛ ДЛЯ СРЕДНЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА
ЛУЧШЕЕ ДИЗАЙНЕРСКОЕ РЕШЕНИЕ
2024

Журнал «Квантик» № 9, сентябрь 2025 г.
Издаётся с января 2012 года
Выходит 1 раз в месяц

Свидетельство о регистрации СМИ:
ПИ № ФС77-44928 от 04 мая 2011 г.
выдано Федеральной службой по надзору
в сфере связи, информационных технологий
и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

Главный редактор С. А. Дориченко
Редакция: В. Г. Асташкина, Т. А. Корчемкина,
Е. А. Котко, И. А. Маховая, Г. А. Мерзон,
М. В. Прасолов, Н. А. Солодовников
Художественный редактор
и главный художник Yustas
Вёрстка: Р. К. Шагеева, И. Х. Гумерова
Обложка: художник Алексей Вайнер

Учредитель и издатель:
Частное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Московский Центр непрерывного математического образования»

Адрес редакции и издателя:
119002, г. Москва,
Большой Власьевский пер., д. 11.
Тел.: (499) 795-11-05,
e-mail: **kvantik@mccme.ru** сайт: **www.kvantik.com**

Подписка на журнал
в отделениях почтовой связи Почты России:
Каталог Почты России (индексы **ПМ068** и **ПМ989**)

Онлайн-подписка на сайте Почты России:
podpiska.pochta.ru/press/ПМ068

По вопросам оптовых и розничных продаж
обращаться по телефону **(495) 745-80-31**
и e-mail: **biblio@mccme.ru**

Формат 84x108/16

Тираж: 4500 экз.

Подписано в печать: 18.07.2025
Отпечатано в ООО «Принт-Хаус»
г. Нижний Новгород,
ул. Интернациональная, д. 100, корп. 8.
Тел.: (831) 218-40-40

Заказ №

Цена свободная

ISSN 2227-7986

6+

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДАНЬЯ СТАРИНЫ

Современное расследование убийства фараона *Г. Идельсон* **2**

КАК ЭТО УСТРОЕНО

Почему светятся лампочки? *И. Русских* **7**

Линза Френеля. *Н. Солодовников* **12**

МАТЕМАТИЧЕСКИЙ КРУЖОК

Как искать пифагоровы тройки. *Г. Мерзон* **10**

ЧЕТЫРЕ ЗАДАЧИ

Велосипедисты и муха. *А. Романов* **16**

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ СЮРПРИЗЫ

Как нарисовать додекаэдр? *Г. Мерзон* **18**

УЛЫБНИСЬ

Другая премия. *М. Молчанова* **20**

ИГРЫ И ГОЛОВОЛОМКИ

Странная головоломка. *В. Красноухов* **25**

ОЛИМПИАДЫ

Конкурс по русскому языку, V тур **26**

Наш конкурс, I тур **32**

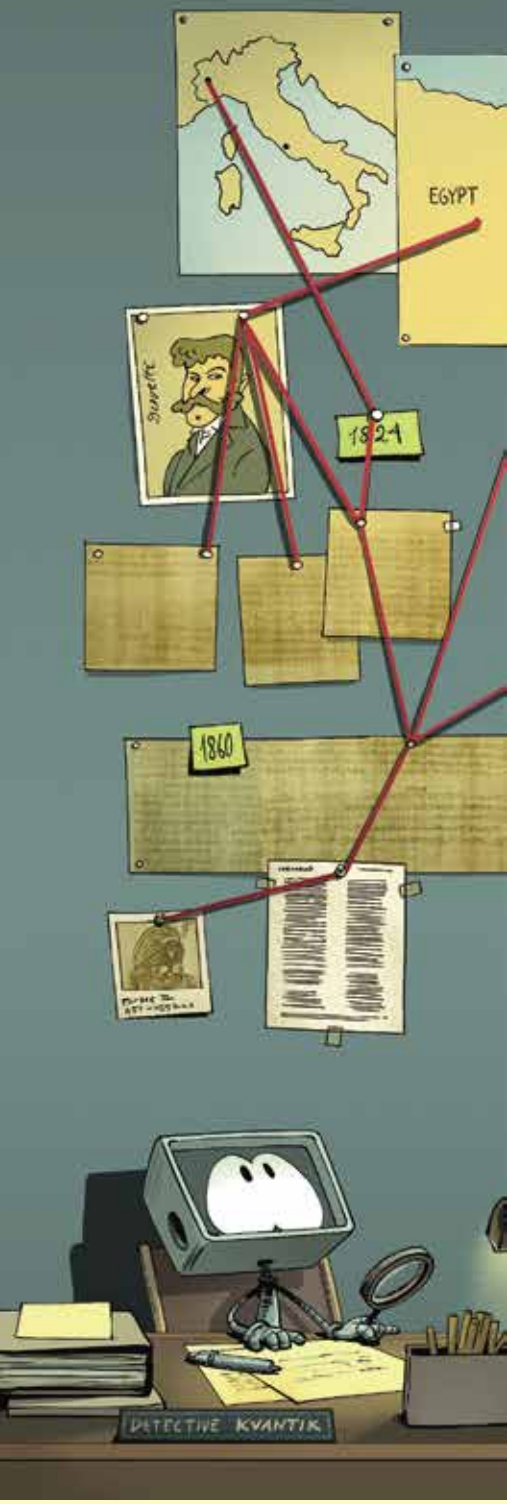
ОТВЕТЫ

Ответы, указания, решения **29**

ЗАДАЧИ В КАРТИНКАХ

Самолёт Конюхова. *М. Евдокимов* **IV с. обложки**

Григорий Идельсон



СОВРЕМЕННОЕ РАССЛЕДОВАНИЕ УБИЙСТВА ФАРАОНА

Бернардино Дроветти

Бернардино Дроветти (1776–1852), итальянский авантюрист и дипломат, воевал в наполеоновской армии, сначала в Италии, а потом, во время египетского похода Наполеона, – в Египте. В бою он спас жизнь маршалу Мюрату, и тот в благодарность стал помогать ему в карьере. Дроветти был назначен консулом Франции в Египте, «заболел» этой страной и стал коллекционировать египетские древности. Среди прочего, он скупал у торговцев древние папирусы. В то время ещё никто не умел понимать древнеегипетские надписи. Местные торговцы прекрасно понимали, что выгоднее разрезать длинный папирусный текст и продавать его по частям. Так произошло и с тем документом, о котором я собираюсь рассказать: Дроветти скупал разрозненные папирусы, но почти весь длинный текст оказался у него в руках. В 1824 году он продал свою египетскую коллекцию королю Сардинии (в те времена Турин был столицей Сардинии).

В те годы многие учёные пытались расшифровать египетское письмо. В 1822 году француз Шампольон (1790–1832) совершил прорыв в расшифровке, используя для этого Розеттский камень. Камень был найден французами во время наполеоновского египетского похода в городке Розетта недалеко от Александрии. На нём были три разные надписи, предположительно содержащие один и тот же текст. Одна, частично сохранившаяся, была написана иероглифами, другая – так называемым демотическим («народным», от слова «демос» – народ)

Ж.-Ф. Шампольон
(Художник Л. Корнье, 1831)

письмом, а третья – по-гречески. В 1802 году французская армия в Египте сдалась англичанам, и камень достался им в качестве трофея и был увезён в Британский музей в Лондоне, где он и находится по сей день.

Розеттский камень. Сверху – надпись иероглифическим письмом, посередине – демотическим, а внизу – по-гречески

Шампольон понял, что обведённые рамочкой слова в иероглифическом тексте означают имена царя Птолемея и царицы Клеопатры, и дальше, исходя из этого, а также из знания родственного египетскому коптского языка, которым до сих пор пользуются при богослужении египетские православные христиане – копты, – смог шаг за шагом подобраться к расшифровке египетского письма. Его книга «Египетская грамматика» была опубликована в 1841 году, уже после его смерти.

Учёные стали расшифровывать папирусы из коллекции, собранной Дроветти. Очень скоро стало понятно, что многие разрозненные листы представляют собой части одного текста. Надо отдать должное торговцам: хотя они и разрезали папирус на отдельные листы, но сделали это аккуратно, не повредив текста.

В 1860 году был опубликован перевод текста, который называется «Туринский судебный папирус». Это описание судебного разбирательства по детективному делу о «заговоре в гареме» против фараона Рамсеса III. Он правил в течение 32 лет (1187 – 1155 годы до н.э.). Заговор, судя по всему, возглавила неглавная жена фараона по имени Тейе в пользу собственного сына Пентаура. По делу проходило 39 важных придворных: двадцать восемь из них приговорили к смертной казни, ещё десятерых – к самоубийству. Многим из них перед казнью дали новые, позорные имена: Пабеккамон («Слепой слуга»), Меседсура («Ра его ненавидит»), Бонемвес («Мерзость в Фивах»).

Пентаур – это тоже изменённое уничижительное имя, мы не знаем, как его звали до суда.

«Туринский судебный папирус» в Египетском музее в Турине
Фото Khruner

Но у древнего Египта есть своя специфика – текст написан от лица самого убитого фараона, примерно как телеграмма Берлиоза из «Мастера и Маргариты»: «*Меня только что зарезало трамваем на Патриарших. Похороны пятницу, три часа дня*». Поэтому оставались сомнения: может быть, было только покушение, но Рамсес III уцелел.

Захоронение Рамсеса III хорошо известно ещё с XVIII века. Именно он воевал с «народами моря».[1] Но в его гробнице нет мумии: лет через 70 после смерти Рамсеса III жрецы, напуганные участившимися случаями разграбления гробниц, перенесли все мумии в тайник в Дейр-эль-Бахри. Археологи нашли тайник в 1881 году. Все мумии фараонов лежали там, аккуратно подписанные.

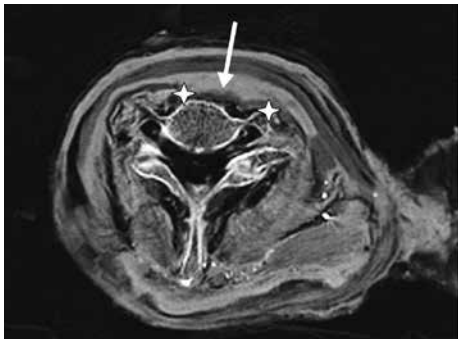
Мумия Рамсеса III
Фото G. Elliot Smith

Была там и мумия Рамсеса III. Она несколько выделялась тем, что была забинтована сильнее, чем обычно, включая шею, и что бинты настолько приклеились, что не было никакой возможности их снять. В 1960-е годы сделали её рентгеновский снимок и не обнаружили никаких поражений. Решили,

[1] Изображения «народов моря» из гробницы Рамсеса III приведены в «Квантике» № 9 за 2024 год в статье Григория Идельсона «О бронзе и древней международной торговле».

что, видимо, заговор не удался и фараон умер от чего-то другого.

Но в 2012 году попробовали заснять шейную область мумии методом компьютерной томографии (КТ). Этот метод широко используется в наше время в медицине. Он позволяет сделать послойные рентгеновские снимки разных участков, а затем объединять снимки разных слоёв в общее трёхмерное изображение или, если надо, разные его проекции. С помощью КТ можно увидеть гораздо больше, чем с помощью обычного рентгена.



Из статьи: Hawass Z. et al. (2012) Revisiting the harem conspiracy and death of Ramesses III: anthropological, forensic, radiological, and genetic study. BMJ. 345: e8268.

На фото выше – компьютерная томография шейного отдела мумии Рамсеса III. Слева – *аксиальная проекция* (вид сверху). Видно, что кожа на шее разрезана. Границы разреза обозначены звёздочками. Рана была залита толстым слоем бальзамирующей жидкости (он обозначен стрелкой), потому и не удалось разглядеть рану на рентгеновском снимке. Справа – *сагиттальная проекция* (вид сбоку). Так же, как и на предыдущем снимке, звёздочками обозначены границы раны. Но, помимо этого, видно, что в ране находится предмет из полудрагоценного камня. Это – магический амулет под названием «глаз Го́ра». Гор – это египетский бог неба и солнца. По египетской мифологии, амулет должен был способствовать посмертному заживлению раны.

Таким образом, можно считать доказанным: Рамсес III был убит. Ему перерезали шею.

Художник Мария Усеинова

Но это ещё не всё. Рядом с Рамсесом III лежало непонятное тело, названное археологами «неизвестный человек Е». Его нельзя назвать мумией: процесс мумификации был нарушен, не был удалён мозг и мягкие ткани. Кроме того, он был завёрнут в козью шкуру, что с точки зрения египтян нечисто. Археологи предположили, что это и есть царевич Пентаур, сын Рамсеса III, вероятно, убийца, или, по крайней мере, участник заговора.

Но современные методы легко позволяют это проверить. Дело в том, что ДНК всех людей немного отличается. При этом ребёнок получает половину своей ДНК от отца, а половину – от матери. Помимо прочего, у мужчин есть ещё Y-хромосома, которую человек целиком получает от отца. Таким образом, если посмотреть на все места, где бывают отличия, анализ ДНК, как отпечатки пальцев, даёт возможность опознать конкретного человека. Но, в отличие от отпечатков пальцев, анализ ДНК даёт также возможность опознать и его детей. Современный метод ПЦР (полимеразной цепной реакции) позволяет многократно умножить количество молекул исследуемой ДНК – в 2^{30}, то есть примерно в миллиард раз. Такая чувствительность позволяет исследовать ДНК из мумий или из скелетов неандертальцев. Это требует очень чистой и аккуратной работы, потому что количество ДНК в исходном материале ничтожно. Его может оказаться гораздо меньше, чем в капельке слюны или микроскопическом кусочке кожи исследователя. Или даже не исследователя, а рабочего, упаковывавшего в Таиланде стерильные одноразовые перчатки.

Так вот, анализ ДНК совершенно чётко показал, что «неизвестный человек Е» – сын Рамсеса III. А компьютерная томография не менее чётко показала, что он был задушен.

Так современные методы помогли нам понять картину преступления, совершенного более 3000 лет назад. Мы можем с уверенностью сказать, что Рамсес III был убит, а его сына обвиняли в убийстве отца, осудили за это, казнили и похоронили в склепе рядом с убитым фараоном. Но, конечно, мы никогда не узнаем, был ли он действительно виновен.

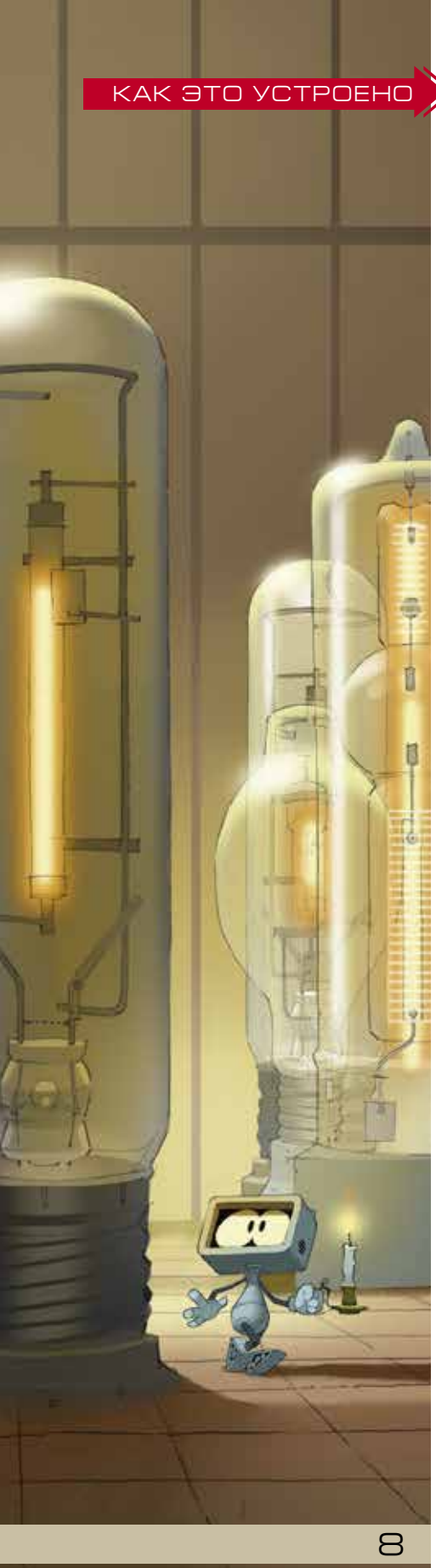
ПОЧЕМУ СВЕТЯТСЯ ЛАМПОЧКИ?

Иван Русских

Когда вы щёлкаете выключателем, тёмная комната мгновенно озаряется светом лампочки. А откуда этот свет берётся?

Ответ, конечно, зависит от того, какого типа лампочка установлена в комнате. Самый простой тип электрических ламп – лампа накаливания. Главный элемент в ней – тонкая *нить накаливания* (обычно сделанная из вольфрама), через которую пропускают электрический ток. Электроны, бегущие через нить, сталкиваются с её атомами и тем самым нагревают её. Тонкая лёгкая нить почти мгновенно нагревается до огромных температур – две с лишним тысячи градусов! Такая большая температура и вызывает свечение нити.

Есть, однако, у такой простой конструкции и очевидные проблемы: например, нужно, чтобы нить, разогревшись до огромных температур, не расплавилась и не испарилась. Именно для этого в качестве материала для нити обычно используют вольфрам – очень тугоплавкий металл, его температура плавления составляет примерно 3400 °C. Но даже выдерживая настолько большие температуры, вольфрам может вступать в химическую реакцию с кислородом (и чем больше температура, тем активнее он это делает), превращаясь в оксид вольфрама, который при таких температурах легко испаряется, и нить перегорает. Поэтому при производстве ламп нить помещают в стеклянную колбу, из которой откачивают воздух (часто колбу наполняют инертным газом, например аргоном, который в химическую реакцию с вольфрамом не вступает). Эти ухищрения сильно продлевают срок службы лампочки – если первые лампы накаливания, созданные во второй половине XIX века, могли гореть всего несколько часов, то в настоящее время они способны служить до 1000 часов. Но даже в современных лампах вольфрамовая нить медленно испаряется и рано или поздно перегорает. Есть, однако, и лампочки-рекордсмены – например, в пожарной части города Ливермор в Калифорнии сохранилась лампа накаливания, которая светит почти без перерывов с 1901 года! Такая долговечность связана с тем, что



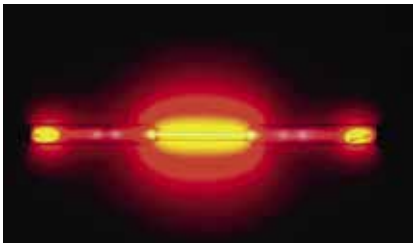
«Столетняя лампа», Ливермор, Калифорния

её нить довольно толстая, а сама лампа работает на маленькой мощности.

У ламп накаливания есть и другие проблемы. Как мы уже сказали, лампа накаливания светится за счёт своей высокой температуры – однако совсем не вся энергия тока, текущего через лампочку, преобразуется в свет. Бóльшая часть энергии – около 95% – превращается в тепло, поэтому лампа накаливания в гораздо большей степени отапливает помещение, чем светит (впрочем, в холодное время года это может и не быть недостатком). Поэтому лампы накаливания считаются самым неэффективным видом ламп, и в настоящее время их стараются заменять лампочками других типов.

Какие ещё существуют виды ламп? Бывают *газоразрядные лампы* – в них светится газ, через который идёт электрический ток. Устроены они так. В стеклянную трубку, наполненную газом, с двух концов вставлены два электрода. Между электродами создаётся электрическое напряжение, благодаря которому некоторые атомы газа *ионизуются* – от них отрывается один или несколько электронов. Напряжение разгоняет электроны, они наталкиваются на другие атомы, вырывают новые электроны – получается нарастающая лавина свободных электронов. Но происходит и обратный процесс: ионизированный атом может захватить электрон и снова стать обычным атомом. Этот процесс называется *рекомбинация*, из-за него лавина электронов не нарастает бесконечно. Для того чтобы оторвать от атома электрон, нужно затратить некоторое количество энергии, а при воссоединении электрона с атомом лишняя энергия, наоборот, выделяется. Это означает, что при захвате электрона атом может излучать свет – поэтому газоразрядная лампа и светит. Цвет этого света зависит от того, какой газ находится внутри лампы: например, неон светится красным, аргон – фиолетовым, а криптон –

голубым. Собственно, знаменитые неоновые вывески получили своё название из-за того, что в них использовался неон.



Неоновая лампа

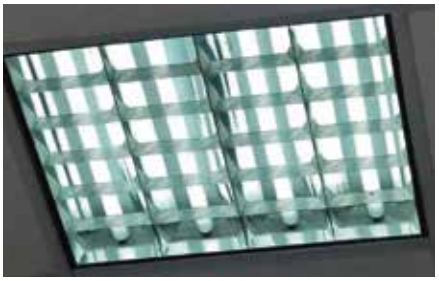
Аргоновая лампа

Криптоновая лампа

Фото: Heinrich Pniok

Газоразрядные лампы гораздо экономичнее ламп накаливания и служат в разы дольше. Их часто используют, например, в уличных фонарях – характерным оранжевым цветом в них светятся пары натрия.

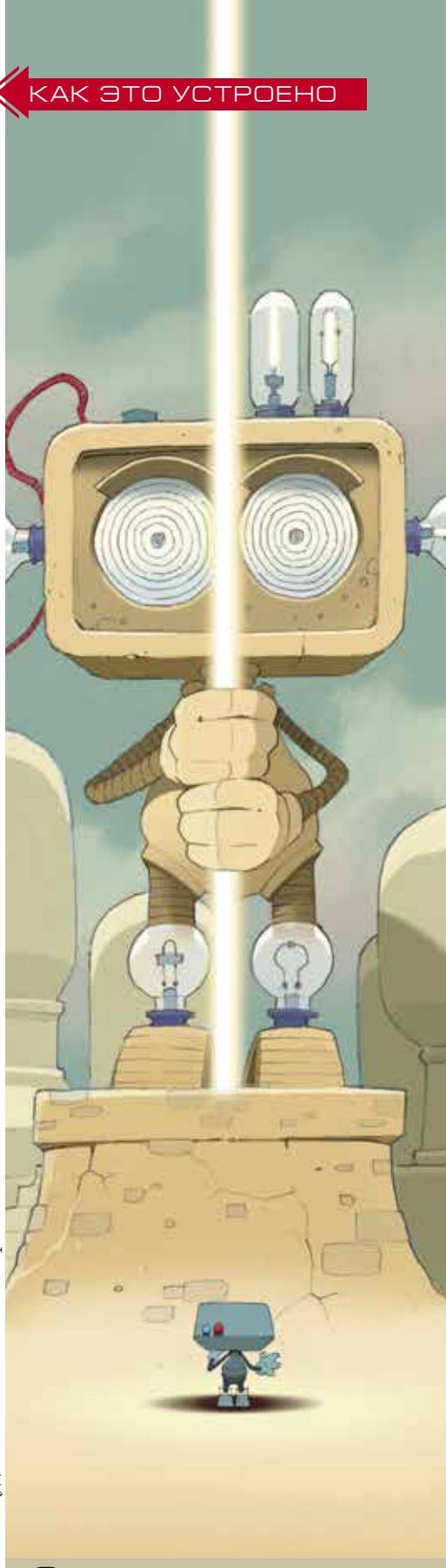
Уличные фонари с натриевыми лампами



Люминесцентные лампы

Часто в жизни можно встретить газоразрядные лампы, которые называют *люминесцентными* – обычно они имеют форму длинных цилиндрических трубок. В них светятся пары ртути вперемешку с аргоном. Эта смесь бóльшую часть энергии излучает в виде ультрафиолета, невидимого человеческим глазом, поэтому внутреннюю часть таких ламп покрывают специальным веществом – *люминофором*, который поглощает ультрафиолет и конвертирует его в обычный свет.

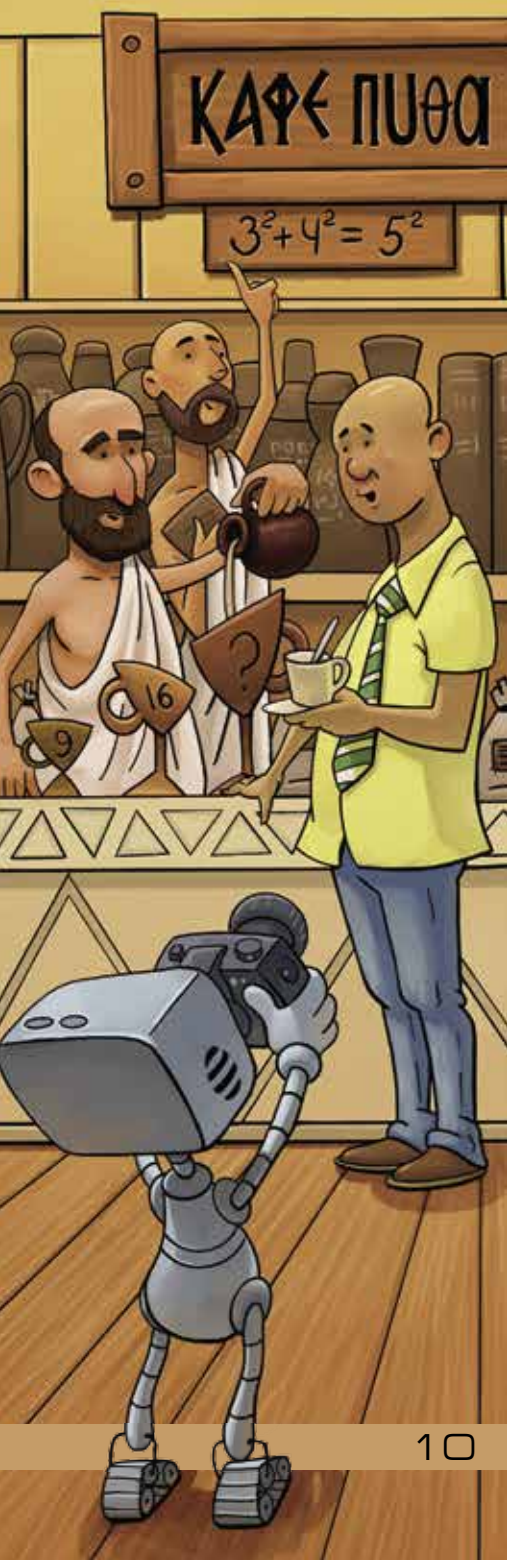
Окончание в следующем номере



Художник Алексей Вайнер

Математический кружок

Материал подготовил
Григорий Мерзон
по мотивам видеоролика
Андрея Щетникова



КАК ИСКАТЬ ПИФАГОРОВЫ ТРОЙКИ

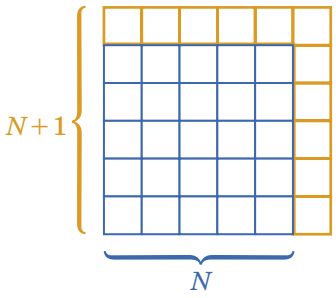
Треугольник со сторонами 3 единицы, 4 единицы и 5 единиц – прямоугольный. А как найти другие прямоугольные треугольники с целыми сторонами?

Теорема Пифагора учит, что длины сторон таких треугольников образуют *пифагорову тройку*: сумма квадратов двух из чисел (длин катетов) равна квадрату третьего (длины гипотенузы) [1]. Например, $3^2+4^2=9+16=25=5^2$. Но как такие тройки чисел искать?

Конечно, легко предъявить тройки (6, 8, 10), (9, 12, 15) и так далее, но это не очень интересно – такие пропорциональные тройки получаются, если измерить стороны одного и того же треугольника в разных единицах измерения. Поэтому будем искать только *несократимые* пифагоровы тройки (такие, в которых все три числа не имеют общего делителя).

***

Попробуем поискать пифагоровы тройки, в которых один из катетов почти равен гипотенузе: отличается на 1. Тогда квадрат оставшегося катета должен равняться разности соседних квадратов. Легко ли добиться, чтобы разность соседних квадратов сама была квадратом? Не особенно сложно: ведь в виде разности соседних квадратов можно представить любое нечётное число (см. рисунок: эта разность состоит из одной клетки и двух полосок по N клеток в каждой).



Или вместо рисунков можно сделать небольшое вычисление: $(N+1)^2-N^2=N^2+2N+1-N^2=2N+1$. Поэтому если $a^2=2N+1$, то $a^2+N^2=(N+1)^2$, то есть

[1] Существенно, что верна и *обратная теорема*: если у треугольника сумма квадратов двух сторон равна квадрату третьей, то он прямоугольный.

$(a,\ N,\ N+1)$ – пифагорова тройка. Например, для $a=3$ получается тройка (3, 4, 5), для $a=5$ – тройка (5, 12, 13), для $a=7$ – тройка (7, 24, 25)...

Так можно найти сколь угодно много несократимых пифагоровых троек, но, конечно, так нельзя найти тройку (8, 15, 17) или тройку (20, 21, 29) и многие другие. Так что на этом история не заканчивается.

***

Чтобы описать все пифагоровы тройки, полезно окончательно перейти от картинок к буквам. Если $a^2+b^2=c^2$, то $a^2=c^2-b^2$. То есть $a^2=(c+b)(c-b)$. Перепишем это как равенство дробей:

$$\frac{c+b}{a}=\frac{a}{c-b}.$$

Пусть эта дробь после сокращения равна $\frac{m}{n}$. Числитель любой дроби, равной $\frac{m}{n}$, делится на m, а знаменатель – на n. Но из равенства выше мы видим, что число a является и числителем, и знаменателем дробей, равных $\frac{m}{n}$. Значит, a делится и на m, и на n, а тогда и на mn, так как m и n взаимно просты (не имеют общих делителей). Поэтому $a=tmn$ для какого-то натурального числа t.

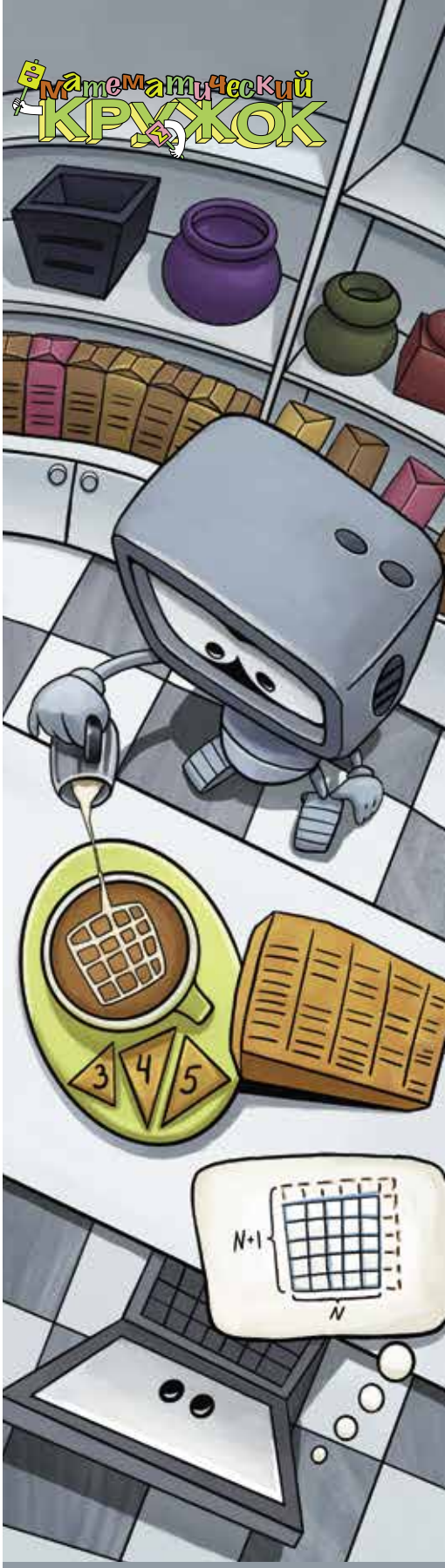
Тогда $c+b=tm^2$, $c-b=tn^2$. Ну а c и b – это полусумма и полуразность этих выражений. То есть

$$a=tmn,\ \ b=\frac{t(m^2-n^2)}{2},\ \ c=\frac{t(m^2+n^2)}{2}.$$

Если мы хотим, чтобы пифагорова тройка была несократимой, достаточно рассматривать случай, когда $t=1$, а в качестве m и n брать любые нечётные (иначе b и c не будут целыми) взаимно простые числа. Отметим, что $c-b=n^2$, и случай, который мы рассматривали в первой части, соответствует $n=1$.

Или можно поступить чуть иначе: ограничиться случаем $t=2$, а в качестве m и n брать любые взаимно простые числа разной чётности (разной чётности – чтобы все три числа нельзя было сократить на 2).

Любой из двух этих вариантов описывает все несократимые пифагоровы тройки. Например, тройка 3, 4, 5 получается при $t=1$, $m=3$, $n=1$ или при $t=2$, $m=2$, $n=1$.

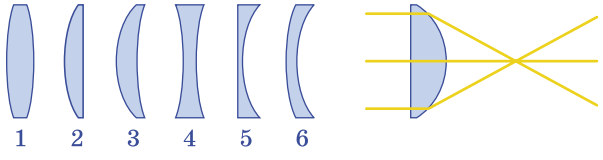


Художник Александр Новоселъцев

Никита Солодовников

С корабля ночью берег виден плохо. Поэтому на берегу, на мысах или около портов, разжигали огни, чтобы помочь кораблю сориентироваться и избежать крушения. Можно разжечь костёр или поставить лампу на вершине башни – тогда свет будет виден с бóльшего расстояния. Старинные маяки так и были устроены. Поддержка яркого огня потребует сотни тонн угля в год. Это дорого. А слабый огонь плохо виден издалека: свет от костра или лампы летит во все стороны, и бóльшая его часть рассеивается попусту. Как бы сделать сигнал мощным и недорогим?

Подать сигнал, который видно издали, можно и не очень мощной лампой – надо лишь собрать её свет линзой (рис. 1а) или зеркалом и перенаправить в одну сторону. У линзы есть фокус – такая точка, что исходящие из неё лучи света после преломления в линзе идут параллельно (рис. 1б). Поставим лампу в фокус линзы: теперь попавший из лампы на линзу свет собран и полетит туда, куда мы его направим. Так можно сделать фонарик. Для маяка нужна линза побольше. Но если линзу увеличить в 10 раз, её вес увеличится в 1000 раз. Как облегчить линзу?



а) б)

Рис. 1. а) Разные виды выпуклых и вогнутых линз; б) плоско-выпуклая линза собирает параллельные лучи в фокусе

Бюффон[1] в 1745 году предложил сделать линзу ступенчатой (рис. 2). Идею Бюффона удобно продемонстрировать на плоско-выпуклой линзе (рис. 3а–в). Поместим источник света (лампу) в

[1] Жорж-Луи Леклерк, граф де Бюффон – автор «Естественной истории», в которой среди многого другого предложил и знаменитую задачу об игле Бюффона.

фокус справа от линзы. Упавшие на линзу лучи после двух преломлений пойдут влево параллельным пучком (как и на рисунке 1б). Но важно, что лучи уже после первого преломления (на выпуклой стороне) пойдут горизонтально, и второе преломление на плоской стороне линзы не меняет их направление. Поэтому там, где линза плоская, можно вырезать «лишнее» стекло! Ведь для лучей, проходящих внутри линзы горизонтально, не важно, когда закончится стекло, – лишь бы на выходе не было преломления.

Поэтому можно, например, на плоской стороне линзы взять круг поменьше самой линзы, а потом «утопить» его внутрь линзы на некоторое расстояние – параллельно сдвинуть вглубь, вырезав слой стекла. Это не изменит траектории лучей, кроме тех, что попадут на границу сдвинутой фигуры. Но таких лучей очень мало, ими можно пренебречь.

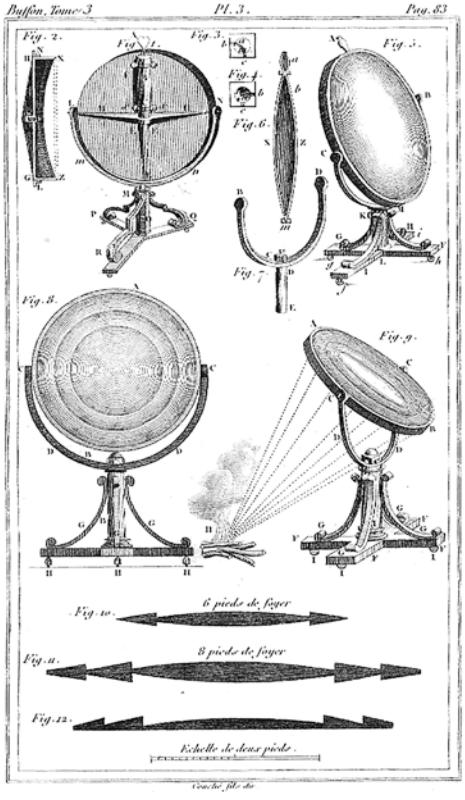
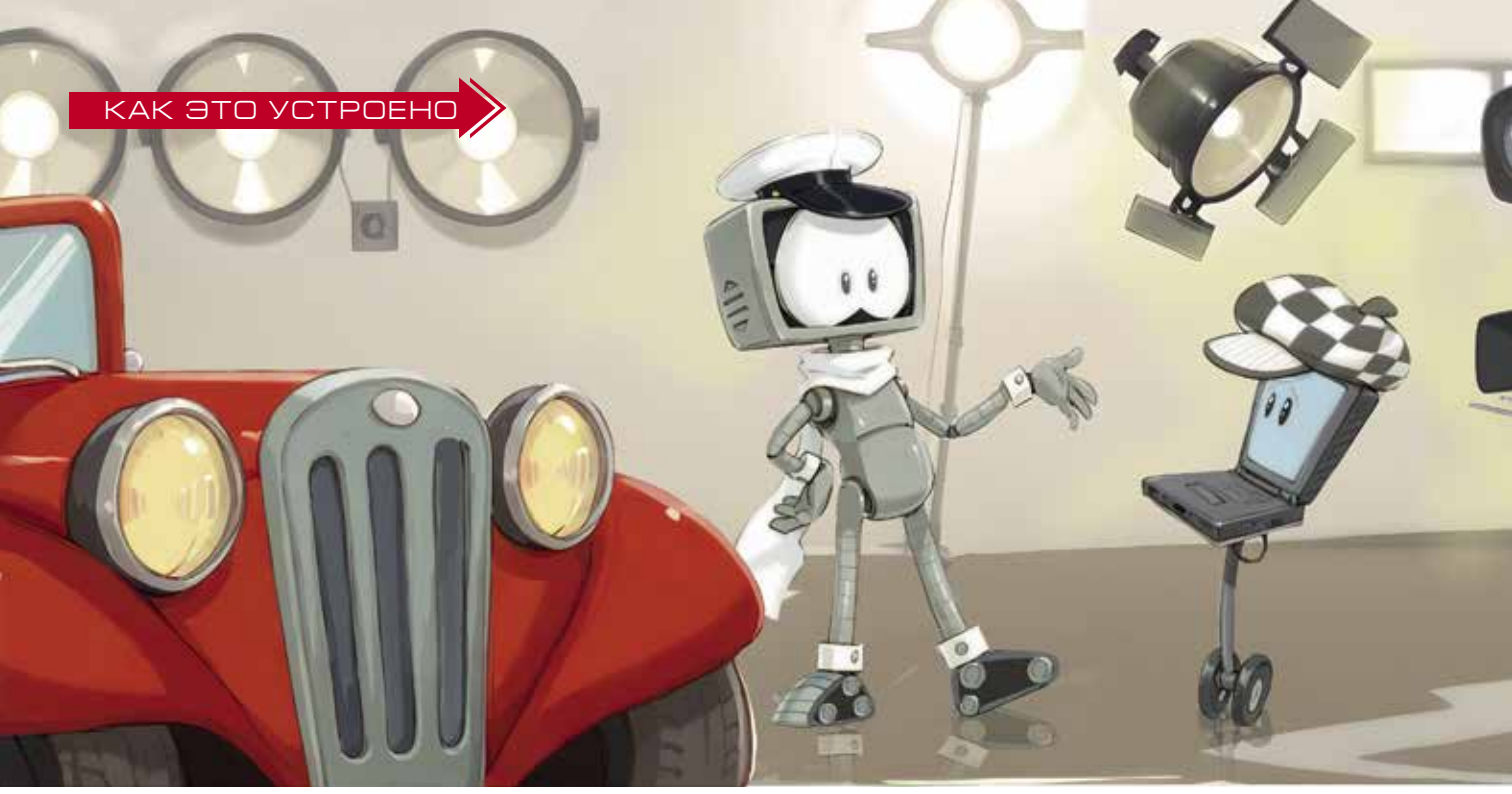
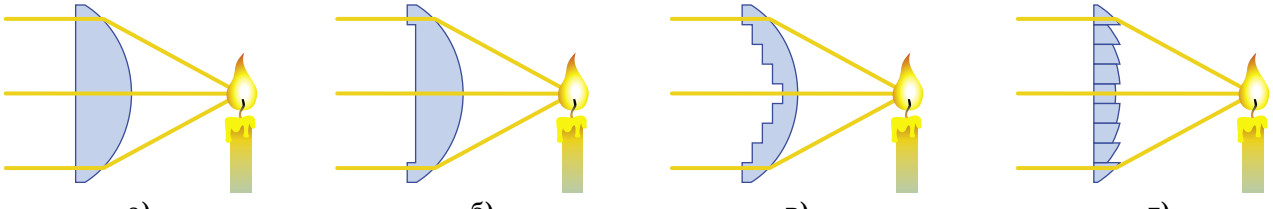


Рис. 2. Бюффон предлагал вытачивать линзу сложной формы целиком. Одна из линз собирает пришедшие от Солнца параллельные лучи и поджигает расположенный в фокусе хворост



Теперь можно облегчить линзу! Нарисуем на плоской стороне линзы круг, отступив на 1 мм от края линзы. Сдвинем этот круг вправо, вырезав из линзы цилиндрический слой небольшой толщины (рис. 3б). Круг можно сдвигать до тех пор, пока он не приблизится изнутри вплотную к выпуклой стороне линзы. Это первая ступенька. Затем вырежем ещё один слой, отступив ещё на 1 мм, с основанием уже в «утопленном» круге стекла. Будем вырезать слой за слоем, пока не дойдём до центра. Останется составленная из ребристых колец шириной 1 мм небольшая часть стекла вблизи выпуклой поверхности (рис. 3в). Её правая поверхность по-прежнему гладкая и выпуклая, а левая состоит из ступенек. Лучи идут по прежним траекториям, но раньше выходят из стекла в воздух.

Полученная линза уже лёгкая, но её можно сделать ещё и плоской, что удобнее в обращении. Кольца, оставшиеся от вырезания цилиндрических слоёв, можно снести влево каждое на своё расстояние, так что получится «ступенчатая линза» (рис. 3г). При этом разные кольца теперь будут собирать свет в разных точках: точка фокусировки каждого кусочка сместится влево вместе с кольцом. Это сдвиг не более чем



а) б) в) г)

Рис. 3. а) Исходная линза; б) после вырезания первого слоя; в) после вырезания нескольких слоёв стекла; г) после смещения кусочков

на толщину линзы[2]. Погрешность можно исправить: кольца, более близкие к центру, должны быть выточены из менее выпуклой линзы (у такой линзы фокус расположен дальше вправо и это компенсирует сдвиг влево).

Эту идею развил и воплотил в первой четверти XIX века Огюстен Жан Френель. Плоские линзы Френеля вытачивали из отдельных концентрических колец, которые затем монтировали вместе. Впервые их установили на Кордуанском маяке на юго-западе Франции в 1823 году (рис. 4). Барабан с линзами вращался вокруг лампы, так что свет, сосредоточенный линзами в восьми направлениях, был виден время от времени в любом направлении над морем.

С тех пор плоские линзы Френеля используют повсеместно. Их легко узнать по характерной ребристости в стёклах светофоров, в фарах, прожекторах (рис. 5). Изготавливают и плоские гибкие линзы – их удобно использовать для чтения людям со слабым зрением.

[2] В старших классах школы обсуждают «тонкие линзы», толщина которых незначительна. Поэтому и описанной погрешностью пренебрегают.

Рис. 4. Линзы Френеля видны на барабане в среднем ярусе. Выше и ниже них видны лепестки зеркал, которые также перенаправляют свет от лампы

Рис. 5. Линза Френеля в защитном стекле прожектора

Художник Татьяна Долгая

Четыре задачи

Велосипедисты и муха

Александр Романов

1. Пункты *А* и *Б* соединены дорогой длиной 10 км. Из них навстречу друг другу одновременно выехали два велосипедиста, каждый со скоростью 10 км/ч, и с носа первого стартовала муха со скоростью 20 км/ч. Муха летит к носу второго велосипедиста, затем опять к носу первого и так далее, пока велосипедисты не встретятся. Какое расстояние пролетит муха до момента встречи?

2. Какое расстояние пролетит муха в каждом направлении?

3. На следующий день велосипедисты и муха повторили свои заезды и полёт. Но подул лёгкий ветер от *А* к *Б* со скоростью 2 км/ч. На скорость велосипедистов ветер не повлиял, а муха стала летать со скоростями 22 км/ч и 18 км/ч соответственно. Какое расстояние пролетит муха до момента встречи велосипедистов?

4 (трудная). Велосипедисты не остановились после встречи, а продолжили своё движение. Муха в момент встречи потеряла сознание меньше, чем на секунду, но неизвестно, на сколько. Очнувшись, муха опять стала летать между носами велосипедистов. В итоге первый велосипедист приехал в пункт *Б*, а второй – в пункт *А*. В какой точке оказалась муха в этот момент?

Художник Мария Усеинова

Григорий Мерзон

КАК НАРИСОВАТЬ ДОДЕКАЭДР

Квантик что-то рисует. К нему подходит Ноутик.

Н: Что это ты нарисовал?

К: Как что? Не видишь, что ли – это додекаэдр.

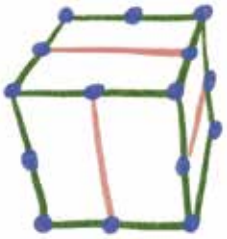
ДОДЕКАЭДР

Н: Какой же это додекаэдр? Додекаэдр вот как выглядит!

К: А по-моему, у меня тоже додекаэдр. Видишь, у него 12 граней («додекаэдр» так и переводится: «двенадцатигранник»), которые, как и у тебя, сходятся по 3 в каждой вершине.

Н: Подожди, но всё-таки у додекаэдра грани пятиугольные. А у тебя четырёхугольные!

К: А по-моему, ты просто считать не умеешь. Вот, посмотри внимательно: сколько у одной грани вершин (точек, в которой сходится более двух граней)?



ПЯТИУГОЛЬНИКИ

Н: (*несколько растерянно*) Пять... (*Оправившись.*) Ну хорошо, называй эти прямоугольники пятиугольниками, раз тебе так нравится. Что, ты дальше станешь настаивать, что они правильные? Что у них все стороны и углы равны?!

К: Ну это же *условная* картинка! У тебя вот тоже пятиугольники нарисованы не идеально точно. И вообще, у тебя что-то такое на плоскости нарисовано, а настоящий додекаэдр объёмный! Моя картинка, конечно, не подходит для измерения расстояний или углов...

Н: Так для чего она вообще подходит тогда?

К: ...зато на ней правильно передано, сколько у додекаэдра вершин, рёбер, граней, какие грани с какими соседствуют. Вот ты, кстати, по своей картинке легко можешь сказать, сколько у додекаэдра вершин?

(*Ноутик начинает считать пальцем, где-то после десятой вершины сбивается. Квантик торжествующе улыбается. Ноутик начинает считать заново*...)

К: А я легко посчитаю: 8 вершин в вершинах куба, да ещё 12 в серединах его рёбер – всего 20 вершин.

Н: Вроде и правда 20. Но что же это такое?!

К: Ну можешь считать, что у меня такой... сушёный додекаэдр. Добавь воды, он чуть-чуть распухнет, над каждой гранью куба начнёт выступать своя «крыша», и в какой-то момент всё станет выглядеть ровно так, как тебе нравится.

Синие линии образуют настоящий додекаэдр, зелёные – вписанный в него куб. Такое построение додекаэдра при помощи надстраивания «крыш» над гранями приводит ещё Евклид

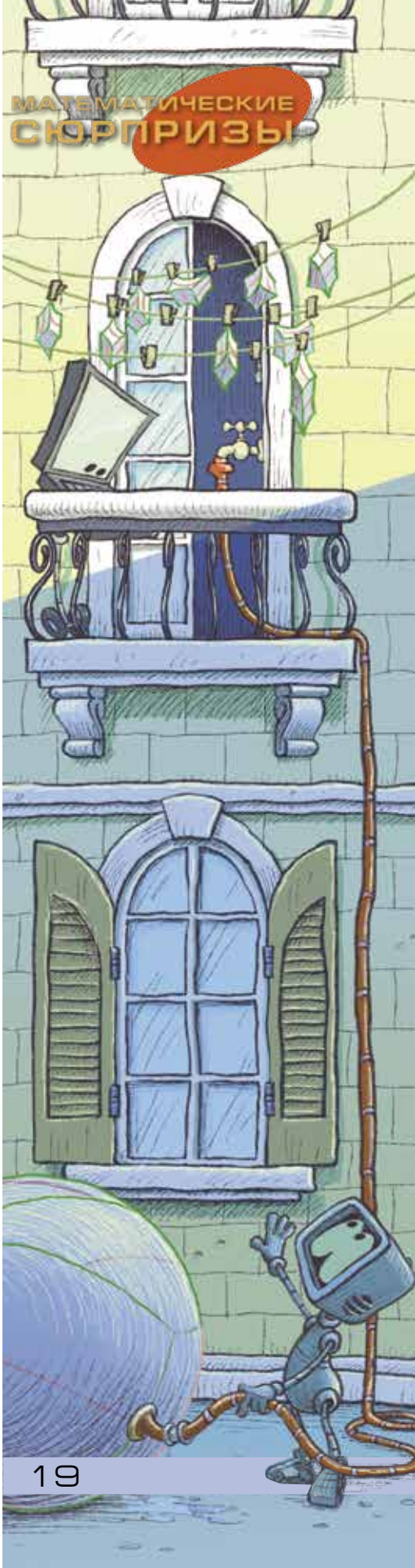
Н: Ладно, может, в твоих картинках и есть какой-то смысл... А икосаэдр можешь в таком духе нарисовать? Никак не могу научиться его рисовать от руки.

К: Легко!

ИКОСАЭДР

А если ещё немного сжать розовые отрезки (квадраты при этом перестанут быть плоскими), можно добиться того, чтобы все грани стали правильными треугольниками и получится настоящий икосаэдр.

Вершины настоящего икосаэдра на фоне икосаэдра Квантика. Отношение ребра куба к синему отрезку равно золотому сечению (примерно 13:8). См. также статью Н. Нетрусовой «Икосаэдр из ниток» в «Квантике» №2 за 2024 год

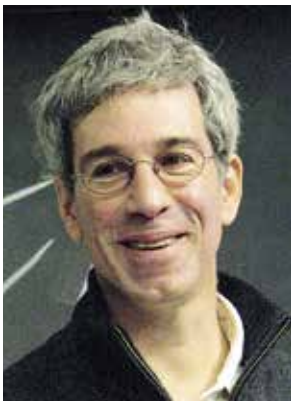


Художник Yustas

Марина Молчанова

ДРУГАЯ ПРЕМИЯ

В 1895 году шведский изобретатель и предприниматель Альфред Нобель завещал учредить премии для награждения тех, кто принёс наибольшую пользу человечеству, и финансировать эти премии на проценты с его капитала. Первые Нобелевские премии были присуждены в 1901 году.



Марк Абрахамс

В 1991 году американец Марк Абрахамс, математик по образованию и редактор шуточного квазинаучного «Журнала невоспроизводимых результатов» (сейчас он редактирует журнал «Анналы невероятных исследований»), придумал другую премию. Пародийную премию за самые странные, необычные и забавные исследования, которые «невозможно воспроизвести, да и не надо». Сейчас, впрочем, задача этой премии формулируется серьёзнее: она присуждается за достижения, которые сначала смешат людей, а потом заставляют задуматься.

Премию, учреждённую Нобелем, так и называют – Нобелевской. В английском языке слово noble означает «благородный», и это созвучие, конечно, приятно.

Премия, учреждённая Абрахамсом, называется Ig Nobel. Английское слово ignoble противоположно по значению слову noble и означает «низкий, позорный». Перевести это на русский язык, сохранив игру слов, не вышло, а название «антинобелевская» не прижилось, к тому же его не любит сам Абрахамс. И чаще эту премию у нас называют *Шнобелевской*, от жаргонного слова «шнобель» – нос[1] . В конце концов, на церемонии её вручения и правда используются накладные носы и другие бутафорские принадлежности.

Нобелевская премия вручается за выдающиеся достижения в области физики, химии, физиологии и медицины, литературы, за усилия по установлению мира во всём мире, а в 1968 году была учреждена и премия по экономике. Шнобелевскую премию так-

[1] Это слово пришло из языка идиш. А в немецком «шнабель» – клюв.

же можно получить в этих номинациях. Но можно и в других, таких как математика (это компенсирует несправедливость с Нобелевскими премиями!), психология, география, археология, инженерия, менеджмент... Ежегодно присуждается десять премий.

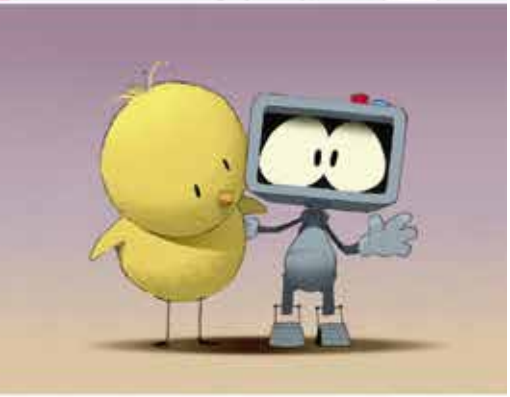
Денежная часть Нобелевской премии составляет сейчас около 11 миллионов шведских крон, или около 1,4 миллиона долларов. Однако лауреаты Шнобелевской премии получают купюру аж в 10 триллионов долларов! Правда, есть нюанс: речь идёт о долларах государства Зимбабве, причём тех времён, когда в этой стране очень быстро обесценивались деньги. Так что эти 10 триллионов соответствовали примерно 10 американским долларам. А сейчас эти купюры и вовсе вышли из обращения.

Доллары Зимбабве

Церемония вручения Нобелевской премии всегда очень торжественная и не меняется много лет. На церемонии вручения Шнобелевской премии есть свои ритуалы: так, речи лауреатов длятся не более 60 секунд. А если кто-то задержится на трибуне, то маленькая девочка (важная участница мероприятия) кричит ему: «Пожалуйста, прекратите, мне скучно!».

Словом, каждая из премий имеет свои плюсы. Да, обычно учёные мечтают о Нобелевской. Но всё же не только о ней. Так, Сол Джастин Ньюман, получивший Шнобелевскую премию в 2024 году, отметил: «Что ж, в моей мечте оказалась опечатка, но я совершенно счастлив». Кстати, Ньюман первым получил эту премию в области демографии: он открыл секрет долголетия! Оказывается, наибольшее число долгожителей встречается не там, где самая лучшая медицина, а там... где плохо налажен учёт рождений и смертей, а также распространено мошенничество с пенсиями.

Более того: Шнобелевскую премию можно получить и не будучи учёным. Так, лауреатами премии 2020 года в области медицинского образования стали главы сразу многих стран: в ситуации пандемии коронавирусной инфекции они доказали, что политики влияют на жизнь и смерть куда более непосредствен-



но, чем учёные и врачи. Правда, на церемонию вручения награды эти шнобелиаты почему-то не явились.

Читать, за что присуждались Шнобелевские премии, очень увлекательно. Вот несколько примеров.

Премия по астрофизике 2001 года: доказательство того, что космические чёрные дыры отвечают всем техническим требованиям, необходимым для ада.

Премия мира 2002 года: изобретение компьютерного переводчика с собачьего языка на человеческий и обратно.

Премия 2003 года за междисциплинарные исследования: доклад «Цыплята предпочитают красивых людей».

Премия по здравоохранению 2004 года: исследование поверья, что еда, упавшая на пол и пролежавшая там менее 5 секунд, остаётся достаточно чистой для употребления в пищу (это отражено в народной мудрости «быстро поднятое не считается упавшим»).

Премия по химии 2005 года: сравнение скоростей плавания человека в воде и в сиропе.

Премия по литературе 2006 года: анализ ненужного употребления длинных, сложных и непонятных слов. Оказывается, чем меньше этих слов использует автор текста, тем умнее он кажется (а вовсе не наоборот, как многие думают)!

Премия по экономике 2007 года: разработка устройства, которое позволяет поймать банковских грабителей сетью, падающей на них сверху.

Премия по физике 2008 года получена за работу, дающую ответ на вечно актуальный вопрос: почему верёвки, сваленные в кучу, неминуемо запутаются?

Премия по математике 2009 года была присуждена главе Резервного банка государства Зимбабве: благодаря его работе жители страны волей-неволей должны были изучать математику – ведь каждый день им приходилось оперировать числами в огромном диапазоне (от 1 цента до 100 триллионов долларов).

Всё это смешно, но не только. Ведь премия присуждается не просто за нелепые результаты, а за результаты, которые заставляют задуматься! Да, в первые годы это была действительно «антипремия», она присуждалась за крайне сомнительные достижения

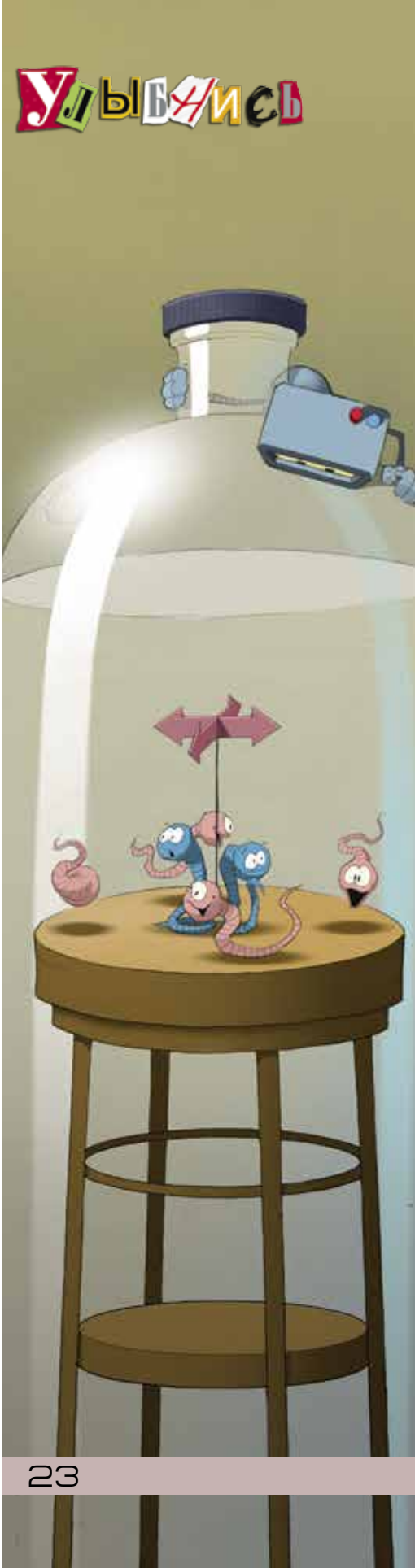
(а то и за несуществующие: в 1991 году среди награждённых было три полностью выдуманных человека). Но постепенно в рядах Шнобелевских лауреатов стало появляться всё больше серьёзных учёных, а премию стали всё чаще давать за работы, которые, при всей своей забавности, далеко не бесполезны. Недаром сейчас эта награда считается хоть и странной, но порой даже престижной, а в церемонии её вручения участвуют настоящие Нобелевские лауреаты.

Вот, например, премия по химии за 2024 год. Формулировка – «за использование хроматографии для разделения трезвых и пьяных червей». Смешно? Ещё бы. Но на самом деле изучалась вполне серьёзная проблема. Ведь хроматография позволяет разделять разные вещества по скорости их прохождения через одну и ту же среду[2]. И вот вопрос: а получится ли так разделить смесь длинных цепочечных молекул, если одни из них «активны» (то есть их сегменты склонны двигаться туда-сюда), а другие нет? Как это проверить? Оказалось, что черви – неплохая модель. В нормальном состоянии червь будет извиваться, а вот после обработки спиртовым раствором он опьянеет и будет сонным. Кстати, чтобы надёжнее отличать одних червей от других, в спирт добавляли краситель: трезвые оставались розоватыми, а пьяные приобрели синий цвет.

Теоретические соображения могли быть разными. Возможно, трезвый червь будет ползти более успешно, а может, он будет сильнее тормозиться из-за беспорядочных движений. Так что опыт был осмысленным. И в итоге трезвость победила – розовые черви двигались быстрее, а синие цеплялись за препятствия! Теперь этот результат можно использовать: мы видим, что хроматография позволяет разделять молекулы не только по их длине, но и по активности. И даже черви не слишком пострадали: пьяных поместили в воду, и через 20 минут с ними всё было в порядке.

А вот пример и практической ценности некоторых работ. В 2006 году Шнобелевскую премию по биологии присудили за изучение малярийных комаров: оказалось, что один из видов этих комаров любит не

[2] О хроматографии см. статью М. Молчановой «Михаил Цвет: зелёные, жёлтые и оранжевые» в «Квантике» № 3 за 2022 год.



Художник Алексей Вайнер

только запах человеческого тела, но и запах пахучего лимбургского сыра. Такой запах уже используют для борьбы с комарами при помощи ловушек.

Можно назвать и другие «шнобелевские» работы, нашедшие применение в реальной жизни: от электрических ложечек, меняющих вкус еды, до способа идентификации насекомых, разбившихся о лобовое стекло автомобилей. И число таких исследований растёт.

Зачастую «шнобелевские» учёные рассматривают, может быть, не столь очевидно полезные, но действительно интересные вопросы. Например, почему у дятлов, хотя они постоянно долбят дерево, не болит голова. Или какие сложные (более сложные, чем думали) механизмы заставляют человека плакать, когда он режет лук. Или как сделать из частично сваренного яичного белка снова сырой – любой химик оценит эту задачу!

Кстати, наш бывший соотечественник Андрей Гейм стал первым и пока единственным лауреатом как Нобелевской, так и Шнобелевской премии. В 2000 году он вместе с британцем Майклом Берри получил Шнобелевскую премию за летающую лягушку. Дело в том, что в достаточно сильном магнитном поле могут летать даже те объекты, которые мы традиционно считаем «немагнитными» (это связано с явлением диамагнетизма). Гейм наблюдал этот эффект, используя капли воды, ягоды клубники, помидоры черри... ну и лягушку. Пережитое ей не повредило и животное вернули тем же биологам, у которых и одолжили.

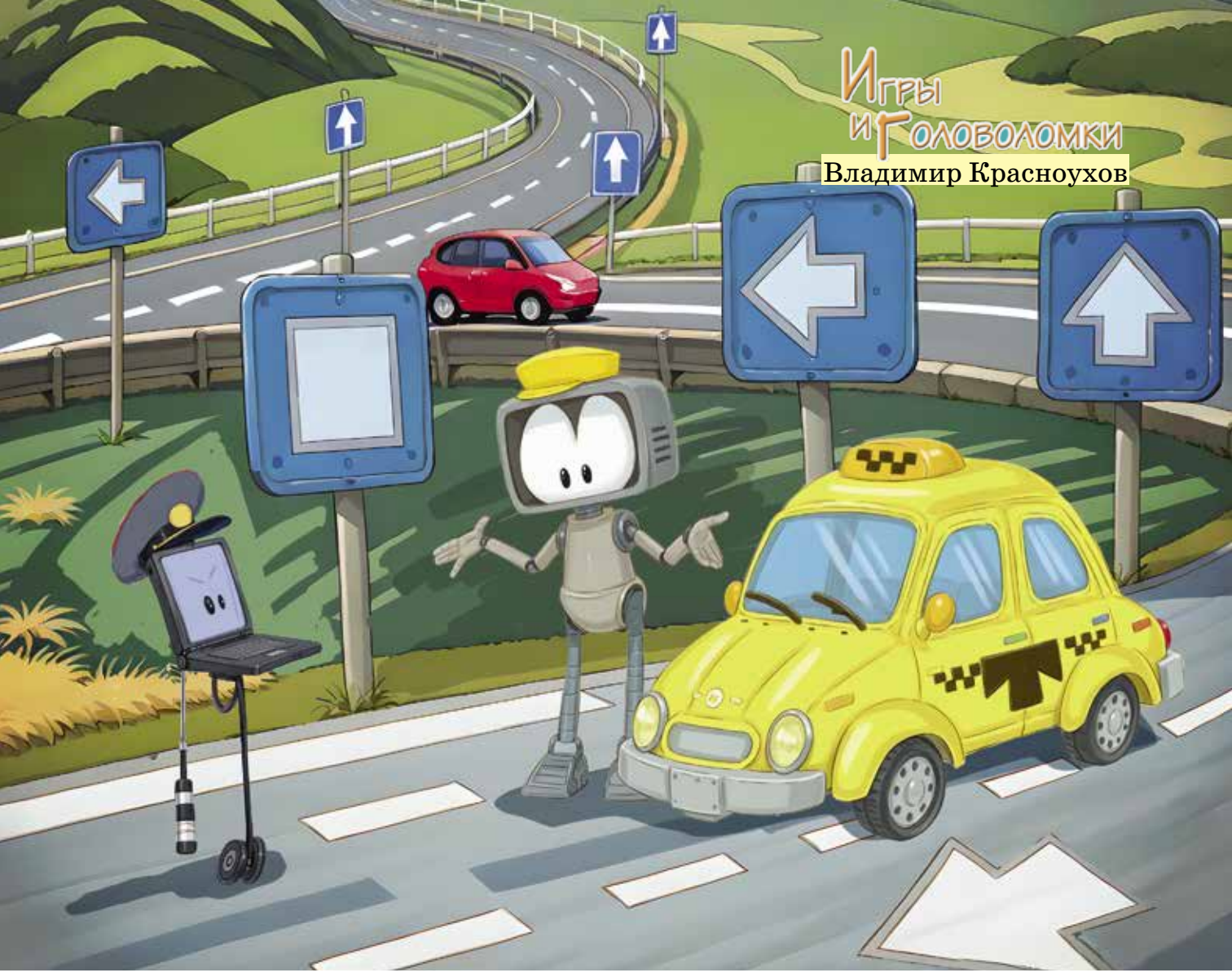
А в 2010 году Гейм вместе с Константином Новосёловым получил Нобелевскую премию – за исследования принципиально нового материала, графена.

* * *

В заключение расскажем небольшую, но поучительную историю. Шнобелевскую премию по литературе за 2018 год получили учёные, которые выяснили, что люди не читают инструкции. Особенно часто их не читают молодые и образованные люди. И в результате, покупая товары, не используют значительную часть имеющихся функций и возможностей.

А прочитав эту статью, вы узнали о возможности получить не только Нобелевскую премию, но и Шнобелевскую. И в жизни стало больше перспектив.

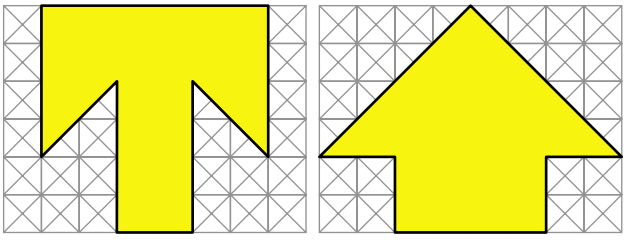
Владимир Красноухов



СТРАННАЯ ГОЛОВОЛОМКА

Построй то, неизвестно что... А из чего строить-то? Тоже пока непонятно.

Из четырёх деталей построены *последовательно* две фигуры, силуэты которых приведены на рисунке.



Задача. Придумайте подходящие для этого четыре детали, а потом сложите из них *одновременно* две подобные фигуры (то есть одинаковые по форме, но разные по размерам). Как принято в такого рода задачах, детали можно как угодно поворачивать и переворачивать, но нельзя накладывать друг на друга.

Подсказка. Из этого же набора деталей можно сложить прямоугольник.

Желаем успехов!

Художник Татьяна Долгая

КОНКУРС ПО РУССКОМУ ЯЗЫКУ

Решения V тура отправляйте по адресу ruskonkurs@kvantik.org **не позднее 20 октября**. В письме укажите ваши имя, фамилию, город, школу и класс, где вы учитесь. Победителей ждут призы, предусмотрены премии за лучшее решение отдельных туров. Желаем успеха!

Предлагайте задачи собственного сочинения – лучшие будут опубликованы. По традиции, все задачи V тура составлены самими участниками конкурса.

V ТУР

21. Отправляясь в путешествие по неизведанным местам, надо брать с собой целую АЛЬФУ разных вещей. Да-да, целую БЕТУ разных вещей. Ведь никогда не знаешь, что встретится тебе на пути – АЛЬФА или, наоборот, БЕТА. Назовите АЛЬФУ и БЕТУ.

В. Н. Авраменко

22. Говорят, что любая ЭТАКАЯ собака мечтает стать чьей-нибудь ТАКОЙ собакой. Какие прилагательные мы заменили на ЭТАКАЯ и ТАКАЯ?

С. А. Гамаюнова

23. Вася на мартовские каникулы приехал из Краснодара в гости к своему другу Пете в Усолье-Сибирское. Едва они отошли на несколько шагов от вокзала, Вася воскликнул: «Ну и ну! Настоящий _____!» – «Да, у нас красиво», – отозвался Петя. – «Красиво-то красиво, только не в такую погоду! Я же говорю: настоящий _____, да ещё и ветер ледяной». Какое редкое двухкорневое слово мы пропустили?

Ф. И. Ченцов

24. Однажды на здании суда появилось примерно такое объявление: «Кто потерял в суде _____, обращаться к судебным приставам». Некий шутник под этим объявлением подписал: «Какие _____? Годы!» Заполните пропуск.

А. Е. Чернобровкина

25. Если из рыбы прогнать насекомых, мы получим млекопитающее. Назовите эту рыбу, этих насекомых и это млекопитающее.

А. А. Чугунова

Художник Николай Крутиков

КОНКУРС ПО РУССКОМУ ЯЗЫКУ, IV тур
(«Квантик» № 7, 2025)

16. *Дедушка Владимир Михайлович занимается разведением пчёл. Многие его знакомые, которые не слишком хорошо разбираются в пчеловодстве, зовут Владимира Михайловича не пасечником, а попросту _____. «Съесть они меня хотят, что ли?» – смеётся дедушка. Заполните пропуск.*

Как известно, пчёл разводят ради мёда. Поэтому знакомые Владимира Михайловича, не слишком разбирающиеся в пчеловодческой терминологии, зовут его **медовиком**. А медовик – это торт, его действительно очень даже можно съесть.

17. *Вчера Вася прогулял полчаса.*
Вчера Вася прогулял час.
Вчера Вася прогулял полтора часа.
Вчера Вася прогулял два часа.
Вчера Вася прогулял полдня.

Какое прилагательное надо добавить в одно из этих сообщений, чтобы поступок ученика шестого «А» Васи Кошкина стал безусловно заслуживающим порицания?

У глагола *прогулять* есть два значения: редкое прямое – «провести какое-то время гуляя» – и куда более распространённое переносное – «пропустить что-то без уважительных причин». Гуляние может быть занятием нужным и полезным, а может – и предосудительным: это зависит от обстоятельств, которые нам из условия задачи неизвестны. Значит, имеется в виду второе значение глагола *прогулять*: Вася Кошкин *прогулял* ***классный*** *час* – важное еженедельное мероприятие. Такой его поступок безусловно заслуживает порицания.

18. *(Из личной переписки.)*

Вовочка: Маша, я всё никак не решусь сказать тебе, что очень хочу тобой увидеться, потому что...

Отличница Машенька: _____!

Вовочка (в восторге): Да, именно это я и имел в виду!

Восстановите сообщение Машеньки из двух слов.

Вовочка так волновался, что пропустил предлог *с* (получилось «очень хочу тобой увидеться»). Аккуратная до занудства Машенька даже не стала вдаваться в содержание Вовочкиного сообщения – первым делом она уточнила: **«Нужен предлог!»** (по смыслу подходит также ответ **«Нет предлога!»**). Между тем Вовочка как раз и имел в виду, что для того, чтобы увидеться с предметом обожания, нужен предлог, то есть какой-то подходящий повод. Прямо написать об этом в своём сообщении он не решился, но, увидев ответ Машеньки, подумал, что она поняла причину его душевных терзаний, и, разумеется, пришёл в восторг.

19. *Миша шёл из магазина, положив ЗУБЧИК в СУПЧИК. Какие слова мы заменили на ЗУБЧИК и СУПЧИК?*

Очевидно, искомые слова отличаются друг от друга по звучанию так же, как *зубчик* и *супчик*, то есть второе получается из первого заменой двух звонких согласных на парные им глухие. Перебирая разные названия ёмкостей, находим нужный вариант: Миша положил ***багет*** (длинный и тонкий батон белого хлеба) в самый обычный ***пакет***.

20. *Одно из значений слова X – «круг, этап».*
Одно из значений слова Y – «круг, этап».
Найдите 6-буквенный XY.

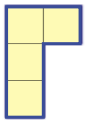
Слово X – это *кон*: коном называется один круг (или этап) многих игр.

Слово Y – это *тур*: туром называется и один этап некоторых спортивных соревнований (*Третий тур чемпионата Латвии по футболу*), и один круг танца (*Вовочка пригласил Машеньку на тур вальса*).

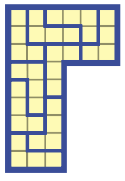
Ну а 6-буквенный XY – это, соответственно, ***контур***.

НАШ КОНКУРС, XI тур
(«Квантик» № 7, 2025)

51. *Когда Глебу исполнилось 9 лет, папа задал ему хитрую математическую задачу: разрезать фигуру в виде первой буквы его имени (см. рисунок) на 9 равных частей. Помогите Глебу справиться с этой задачей.*



Ответ: чтобы разрезать фигуру из 4 клеток на 9 равных частей, сначала разделим каждую клетку на 9 одинаковых клеточек поменьше. Теперь остаётся разделить букву «Г» из 36 маленьких клеточек на 9 частей по 4 маленькие клеточки (см. рисунок).



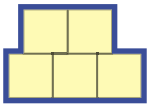
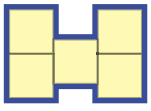
52. *Белая, Серая, Чёрная и Рыжая мышки живут в четырёх норках, расположенных в ряд, причём соседи Белой – Серая и Чёрная. Каждая мышка предпочитает свой вид сыра: Белая – сыр «Б», Серая – сыр «С», Чёрная – сыр*

«Ч», Рыжая – сыр «Р». Если вечером перед норкой мышки положить кусочек сыра, она съест его к утру, только если это её любимый сыр.

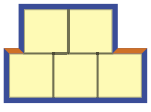
У Феди есть по одному кусочку сыра каждого вида. Помогите Феде разложить вечером перед норками его 4 кусочка так, чтобы наутро однозначно определить, кто где живёт. (Сыр у чужих норок мыши не едят.)

Ответ: например, можно положить слева направо кусочки Б, С, Ч, Р. Поскольку Серая, Белая и Чёрная мышки живут в подряд идущих норках, Рыжая живёт с краю. Значит, по тому, съеден ли будет к утру кусок сыра Р, мы поймём, где живёт Рыжая мышка (в самой левой или в самой правой норке) и где живёт Белая (через одну норку от Рыжей). Тогда нам осталось только понять, где живут Серая, а где – Чёрная мышки. Если Рыжая и Белая мышки живут в первой и третьей слева норках, то по сыру С перед второй слева норкой мы сможем определить, живёт ли в ней Серая или Чёрная мышка. Если же Рыжая и Белая мышки живут во второй и в четвёртой слева норках, то определить остальных мышек поможет кусочек сыра Ч перед третьей норкой.

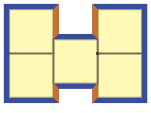
53. *Маша сложила из пяти одинаковых квадратов фигуру, нарисованную слева. Измерив её периметр (в сантиметрах) и площадь (в сантиметрах квадратных), она с удивлением обнаружила, что число получилось одно и то же. Петя сложил из этих же квадратов фигуру, нарисованную справа. Найдите её периметр.*

Ответ: 24 см. Периметр левой фигуры складывается из 9 целых сторон квадрата и двух кусочков.



Но эти два кусочка (на рисунке отмечены красным) – это разность между тремя сторонами квадратов снизу и двумя сторонами квадратов сверху, то есть в сумме эти два кусочка дают в точности сторону квадрата. Значит, периметр левой фигуры – это 10 сторон квадрата. Поскольку площадь этой фигуры – это площадь пяти квадратов, получаем, что сторона одного квадрата равна 2 см. Посчитаем периметр фигуры справа: в ней 10 целых сторон квадрата и две пары кусочков, которые в сумме дают по одной стороне. Значит, периметр этой фигуры складывается из 12 сторон квадрата и равен 24 см.



54. *Можно ли расставить а) числа от 1 до 16 в таблице 4×4; б) числа от 1 до 100 в таблице 10×10 так, чтобы в каждом квадрате 3×3 суммы чисел в столбцах совпадали? (В разных квадратах 3×3 эти суммы могут различаться.)*

Ответ: а), б) можно. Пример таблицы 4×4 приведён на рисунке справа.

1	3	5	7
12	11	10	9
16	15	14	13
2	4	6	8

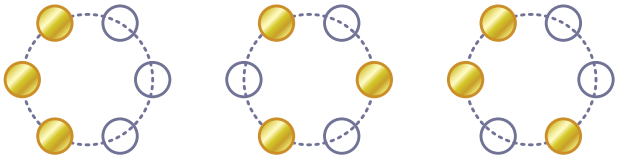
Чтобы заполнить таблицу 10×10, расположим в первой, четвёртой, седьмой и десятой строках числа слева направо по возрастанию с шагом 2 (например, нечётные числа от 1 до 20, потом чётные числа от 1 до 20, потом нечётные от 21 до 40, потом чётные от 21 до 40), а во все остальные строки поставим последовательные числа, идущие слева направо по убыванию. Теперь при переходе от одного столбца из трёх клеток к соседнему справа в тех же строках два из трёх чисел уменьшаются на 1, а одно увеличивается на 2, так что сумма остаётся неизменной, а значит, для любого квадрата 3×3 условие задачи выполнено.

1	3	5	7	9	11	13	15	17	19
50	49	48	47	46	45	44	43	42	41
60	59	58	57	56	55	54	53	52	51
2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
70	69	68	67	66	65	64	63	62	61
80	79	78	77	76	75	74	73	72	71
21	23	25	27	29	31	33	35	37	39
90	89	88	87	86	85	84	83	82	81
100	99	98	97	96	95	94	93	92	91
22	24	26	28	30	32	34	36	38	40

Действуя аналогично, можно заполнить любую таблицу вида $(6k+4)\times(6k+4)$ последовательными числами.

55. *Из шести внешне одинаковых монет три весят по 9 г, а три – по 10 г. Они лежат в вершинах правильного шестиугольника. За какое наименьшее число взвешиваний на двухчашечных весах без гирь можно гарантированно выяснить, лежат ли 10-граммовые монеты в вершинах равнобедренного треугольника?*

Ответ: за одно взвешивание. Три 10-граммовые монеты либо лежат подряд, либо через одну, либо две из них лежат рядом, а третья отделена от них 9-граммовыми монетами (см. рисунок).



Равнобедренный треугольник образуется только в первых двух случаях. Заметим, что в этих случаях любая пара противоположных монет состоит из монет разного типа, а значит, все три пары весят одинаково. В третьем случае противоположные монеты – это пара по 9 г, пара по 10 г и пара разных монет, то есть все пары различны по весу. Убедиться в том, одинаковы все такие пары по весу или различны, можно за одно взвешивание, положив одну пару противоположных монет на левую чашу весов и другую пару – на правую чашу.

ЛЕТНИЕ ЗАДАЧИ («Квантик» № 8, 2025)

1. Вода гораздо «инертнее», чем воздух: в жару медленнее нагревается, в холод медленнее остывает. (По-научному это называется – у неё больше теплоёмкость.) Поэтому в жаркие дни вода всегда холоднее воздуха (а ночью и зимой – наоборот, теплее). Когда входишь в воду – она резко охлаждает внешний слой кожи. А когда выходишь – вода активно испаряется с внешнего слоя кожи в сухой воздух вокруг, и опять кожа охлаждается: превращаясь в пар, вода забирает с собой её тепло. Под дождём испарения нет: воздух и так очень влажный, он и так «набит до отказа» парами воды, больше не влезает (говорят: «100-процентная влажность воздуха»).

2. Нужно разрыть ногой песок – хоть на несколько сантиметров в глубину – и стоять в этой ямке. У песка низкая теплопроводность, раскалён только верхний слой, чуть вглубь – и песок уже прохладный.

3. Для Егорки, едущего на велосипеде, вертикальный дождь станет косым, и капли будут падать быстрее: скорость капель относительно Егорки – это скорость капель минус скорость Егорки (рис. 1). Поэтому Егорка намокнет сильнее, чем если бы он стоял: теперь дождь падает на него не сверху, а ещё и спереди, и вдобавок льёт быстрее. Но в ведёрко попадают только те капли, которые пересекают его верхнюю круглую границу: ведь то, что попало в стенки, стекает мимо. Поэтому если в стоящее ведро за секунду попадут все те капли, которые оказались внутри голубого цилиндра (рис. 2; это на плоском рисунке он прямоугольник, а на самом деле цилиндр), то в движущееся ведро под тем же дождём за то же время попадут капли, оказавшиеся в наклонном цилиндре. Площади этих четырёхугольников, как и объёмы этих цилиндров, одинаковы. Поэтому и вода в ведёрко в обоих случаях будет добавляться с одинаковой скоростью. С косым дождём лучше не станет – разве что поменяются местами две картинки на рисунке 2: можно добиться того, чтобы дождь «стал» вертикальным. Но всё же можно ускорить процесс – для этого нужно не просто ехать на велосипеде (причём, в случае наклонного дождя, ехать ему навстречу!), но и наклонить ведро по ходу движения – так, чтобы плоскость «верха» ведра была перпендикулярна направлению дождя относительно него. Тогда скорость капель увеличится, а площадь ведра не уменьшится (рис. 3).

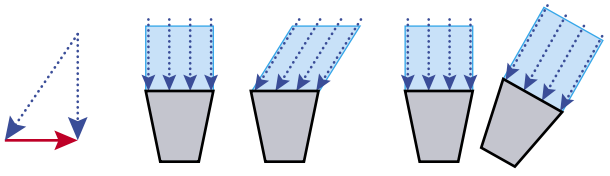


Рис. 1 Рис. 2 Рис. 3

4. Радуга получается в результате преломления и отражения лучей солнечного света капельками воды, находящимися в воздухе; поэтому она часто бывает после дождя или перед дождём (см. «Квантик» № 3 за 2012 год, с. 18, а также № 11 за 2021 год, с. 8). Зимой капель воды в воздухе нет, вместо них – маленькие кристаллики льда. Они угловаты, их плоские грани расположены как попало, и поэтому они отражают свет не в одну и ту же сторону, как ровные шарики капель, а в разные, и радуги не получается. Правда, льдинки тоже могут создавать интересные оптические эффекты: например, мерцающее гало вокруг солнца или луны.

УХВАТ («Квантик» № 8, 2025)

Под ручку ухвата подкладывали небольшое цилиндрическое полено или валик. Ухват можно использовать как рычаг, оперев на этот ва-

лик. На нём же, как на колесе, можно, приподняв горшок, выкатить его ближе к краю.

Делают и ухваты, к которым сразу приделана ось с колёсиками.

Фото: Татьяна и Лаврентий Долгие

ВЕЛОСИПЕДИСТЫ И МУХА

1. Велосипедисты встретятся в середине отрезка $АБ$, то есть каждый проедет по 5 км и потратит на это 0,5 ч. Муха летает со скоростью 20 км/ч, следовательно, пролетит 10 км.

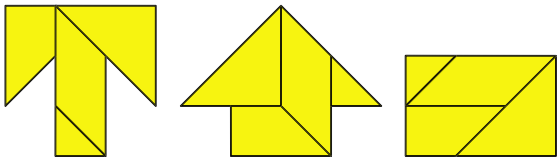
2. Рассмотрим движение мухи после того, как она пролетит 5 км до середины $АБ$. Закончит своё движение муха в этой же точке, следовательно, в направлении от $А$ к $Б$ пролетит столько же, сколько и от $Б$ к $А$. То есть в направлении от $А$ к $Б$ муха пролетит $5+5/2=7{,}5$ км, а в направлении от $Б$ к $А$ пролетит $5/2=2{,}5$ км.

3. В направлении от $А$ к $Б$ муха пролетит $(5+x)$ км и потратит на это $(5+x)/22$ часов, а в направлении от $Б$ к $А-x$ км и потратит $x/18$ часов. Велосипедисты до встречи в центре $АБ$ ехали 0,5 ч, следовательно $(5+x)/22+x/18=0{,}5$. Умножим на $2\cdot11\cdot9$ обе части равенства: $45+9x+11x=99$, значит, $20x=54$ или $x=2{,}7$. Муха пролетит $5+2x=10{,}4$ км.

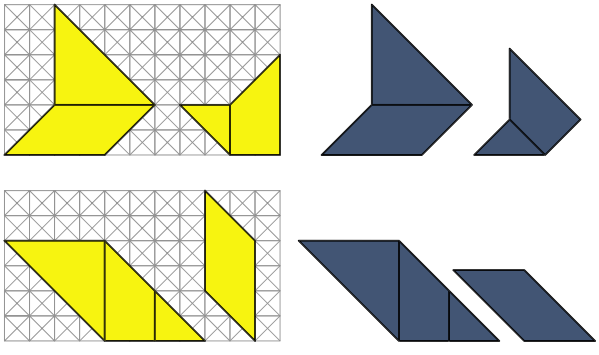
4. Ответ: муха может оказаться в любой точке отрезка $АБ$. Очевидно, муха не может оказаться вне отрезка $АБ$. Выберем любую точку отрезка $АБ$ и снимем фильм движения велосипедистов из $А$ и $Б$ и мухи, стартующей из выбранной точки к носу велосипедиста (можно выбрать любого из них), а потом к носу второго и так далее, до момента встречи. Заметим, что за последнюю секунду фильма муха бесконечное число раз окажется в центре отрезка $АБ$. Посмотрим наш фильм от конца до начала, будем следить только за мухой и кончиками носов велосипедистов. После встречи велосипедисты продолжили движение, значит, кончики их носов двигаются точно как в фильме, запущенном от конца к началу. В фильме муха летает между носами, но наша муха без сознания меньше 1 секунды. Пусть муха очнётся в момент, когда муха из фильма окажется в центре $АБ$ и начнёт летать между носами точно как муха из фильма. Все условия движения велосипедистов и мухи соблюдены, следовательно, когда фильм закончится, велосипедисты приедут в конечные точки маршрутов, а муха окажется в выбранной точке отрезка $АБ$.

СТРАННАЯ ГОЛОВОЛОМКА

На рисунках показано, как из четырёх деталей могли быть собраны фигуры:



А вот как можно построить из этих деталей подобные фигуры (мы приводим два решения, коэффициент подобия везде равен $\sqrt{2}$):



Приглашаем всех попробовать свои силы в нашем

заочном математическом конкурсе.

Первый этап состоит из четырёх туров (с I по IV) и идёт с сентября по декабрь.

Высылайте решения задач I тура, с которыми справитесь, не позднее 5 октября в систему проверки **konkurs.kvantik.com** (инструкция находится по адресу kvantik.com/short/matkonkurs), либо электронной почтой по адресу **matkonkurs@kvantik.com**, либо обычной почтой по адресу **119002, г. Москва, Б. Власьевский пер., д. 11, журнал «Квантик».**

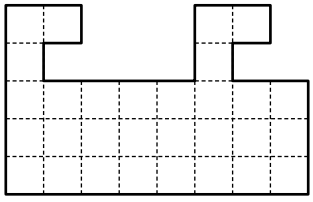
В письме кроме имени и фамилии укажите город, школу и класс, в котором вы учитесь, а также обратный почтовый адрес.

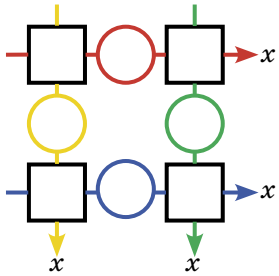
В конкурсе также могут участвовать команды: в этом случае присылается одна работа со списком участников. Итоги среди команд подводятся отдельно.

Задачи конкурса печатаются в каждом номере, а также публикуются на сайте www.kvantik.com. Участвовать можно, начиная с любого тура. Победителей ждут дипломы журнала «Квантик» и призы. Желаем успеха!

I ТУР

1. Фигуру на рисунке разрежьте на 2 равные (по форме и по размеру) части.





2. Расставьте в квадратные клеточки на рисунке четыре различные цифры, а в каждый кружочек – различные знаки «+», «–», «·», «:» так, чтобы после выполнения четырёх действий (по стрелкам) получалось одно и то же число (на рисунке оно обозначено буквой x).

Авторы задач: : Георгий Караваев (1), Сергей Полозков (2), Игорь Акулич (3), Егор Бакаев, Борис Френкин(4), Сергей Костин (5)

3. Учитель написал на доске пять различных простых чисел. Третьеклассник Вася нашёл сумму трёх из них – получилось 100. Четвероклассник Петя нашёл сумму четырёх из них – получилось 1000. Какова сумма всех пяти чисел?

4. Разрежьте закрытую картонную кубическую коробку на две части и сложите из каждой части новую закрытую прямоугольную коробку так, чтобы суммарный объём новых коробок был в два раза меньше объёма исходной коробки. (Резать и сгибать картон можно как угодно, лишь бы итоговые части не разваливались на куски; при складывании картон везде должен быть в один слой.)

5. На поле 77×77 каждая клетка синяя или зелёная, причём синих клеток 304. Если в каком-то квадрате 3×3 все клетки, кроме одной, синие, Квантику разрешается перекрасить единственную зелёную клетку тоже в синий цвет.

а) Придумайте такую начальную раскраску, чтобы Квантик, действуя по этому правилу, смог перекрасить всё поле в синий цвет.

б) Удалось бы придумать такую раскраску, если бы синих клеток было 303?

Художник Николай Крутиков

САМОЛЁТ КОНЮХОВА

Несколько лет назад знаменитый путешественник Фёдор Конюхов планировал кругосветный полёт на самолёте на солнечных батареях, который должен был начинаться и заканчиваться в Австралии. Логично, что батареи были расположены на верхней части крыльев и корпуса самолёта. А где ещё и почему?

Автор Михаил Евдокимов
Художник Мария Усеинова

ISSN 2227-7986 25009