№ 11 | ноябрь 2025
Издаётся Московским Центром непрерывного математического образования
e-mail: kvantik@mccme.ru

ЖУРНАЛ КВАНТИК

ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

№11
ноябрь
2025

13 ИЛИ 14, ХЭЛЛОУИНСКИЙ СЮРПРИЗ

ОБЛАКА, ТУМАН И ДЫМ

ЛАДЬЯ-СУПЕРГЕРОЙ

НАГРАДЫ ЖУРНАЛА

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

2021 — **БЕЛЯЕВСКАЯ ПРЕМИЯ** за плодотворную работу и просветительскую деятельность

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

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

Журнал «Квантик» № 11, ноябрь 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, И.Т. Русских, 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 84х108/16
Тираж: 4500 экз.
Подписано в печать: 18.09.2025
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+

www.kvantik.com kvantik@mccme.ru vk.com/kvantik12 t.me/kvantik12

СОДЕРЖАНИЕ

Леонид Свистов

ОБЛАКА, ТУМАН И ДЫМ

Этим летом мы целую неделю провели на жарком пляже у тёплого моря. Было много любопытного. Одним наблюдением я хочу поделиться.

Фото 1

Фото 2

Каждое утро над двумя соседними горами появлялись небольшие облака, которые к середине дня исчезали. Фото 1 и 2 сделаны в разные дни. Облака были необычными. Они никуда не улетали от вершин гор, несмотря на сильный морской ветер. Наблюдая за ними, мы пришли к выводу, что облака похожи на дым из печной трубы или облако изо рта человека в холодный день. Так же выглядит дым костра. Над костром воздух прозрачный, а облако дыма возникает только на некоторой высоте.

На фото 3 вы видите дым из трубы растопленного самовара. Удивительно, но облако дыма также возникает на некотором расстоянии. Рядом с трубой самовара воздух горячий, и вода в нём находится в газообразном состоянии. Свет свободно проходит сквозь него. Охлаждаясь, молекулы воды в воздухе конденсируются в капельки тумана, который мы видим как облако дыма. В том, что видимый нами дым связан с водяным туманом, легко убедиться, подбросив в костёр или самовар сырые дрова.

Фото 3

Попробуем теперь разобраться с загадочными облаками над горами. На рисунке ниже стрелочками мы обозначили потоки воздуха. Ветер дул с моря на гору.[1]

В такой ситуации влажный воздух над поверхностью воды вынужден подниматься вверх. Если гора достаточно высокая, то давление воздуха при подъёме заметно уменьшается и газ расширяется, то есть совершает работу. Эта работа совершается за счёт уменьшения тепловой энергии молекул воздуха. Другими словами, температура воздуха уменьшается. Если понижение температуры достаточно сильное, то молекулы воды сконденсируются в капельки тумана, и мы увидим облако.[2] Можно посчитать, что подъём сухого воздуха на высоту один километр приводит к понижению его температуры примерно на 10 градусов. Такое похолодание весьма существенно и может приводить к образованию тумана во влажном воздухе.

---

[1] Географы называют такой ветер *дневным бризом*.

[2] Процесс уменьшения (увеличения) температуры газа при резком его расширении (сжатии) называется *адиабатическим*.

Художник Алексей Вайнер

Чтобы проверить нашу гипотезу, предлагаем сделать эксперимент. Возьмём прозрачную тонкостенную пластиковую бутылку с пробкой. Ополоснём её изнутри водой, чтобы влажность воздуха была высокой, как над поверхностью моря. Наполним её дымом и плотно закроем пробкой. Можно использовать дым из трубы самовара, или опустить в бутылку на некоторое время горящую палочку или фитиль из бумаги – в бутылке они не горят, но дымят (попросите взрослых помочь вам). Теперь возьмём двумя руками задымлённую бутылку и крепко сожмём её. Бутылка внезапно становится прозрачной! Отпустим её, и она снова становится задымлённой (фото 4 и 5)! Что происходит? Когда мы сжимаем бутылку, мы совершаем работу и разогреваем воздух с туманом. Капельки воды испаряются, и бутылка просветляется. Когда мы отпускаем бутылку, её объём увеличивается: работу совершает газ. Воздух охлаждается, и снова выпадает туман.

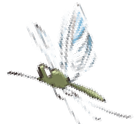

Фото 4


Фото 5

Осталось объяснить, зачем в этом эксперименте нужен дым. Дело в том, что молекулы воды легко конденсируются только на поверхность уже существующих капелек. В дыме, кроме воздуха и молекул воды, достаточно много невидимых глазом частичек, продуктов горения, на которых могут конденсироваться молекулы воды. Можно предположить, что для возникновения облака над горой также важны частички пыли в воздухе.

Фото 1, 2, 3: Л. Свистов, фото 4, 5: А. Бердников

Григорий Идельсон



МАЛЯРИЯ
И ЕСТЕСТВЕННЫЙ ОТБОР

Малярия – всё ещё одна из самых смертельных инфекционных болезней. От неё умирает около 400 тыс. человек в год, в основном в Африке, южнее Сахары.

Возбудитель малярии – не бактерия, а *эукариот* – одноклеточный организм с ядром и органеллами, похожий на наши клетки. Именно поэтому трудно сделать антибиотик, который надёжно убивал бы возбудителя малярии и был безопасен для наших клеток.

Подобные внутриклеточные паразиты сопровождают многоклеточных животных едва ли не со дня их появления на Земле. Они, судя по всему, происходят от водорослей, похожих на те, что до сих пор живут внутри клеток кораллов (фото 1). У большинства этих паразитов осталась внутриклеточная органелла, похожая на хлоропласт, только уже не зелёная и не фотосинтезирующая – ведь он живёт внутри организма, где нет света (фото 2).

Фото 1. Симбиоз между одноклеточной водорослью *Symbiodinium* и коралловыми полипами. Коралловый полип – прозрачный, а водоросли – жёлто-зелёные

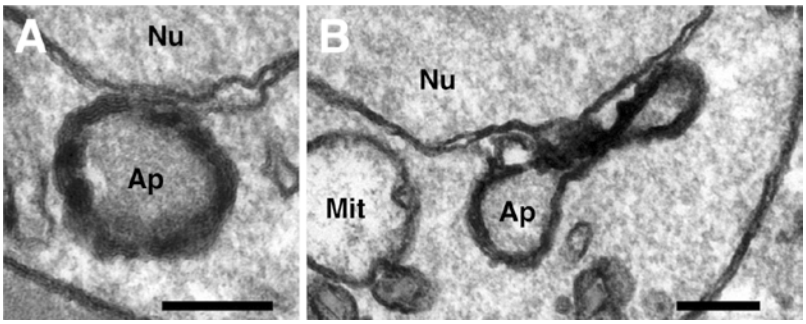


Фото 2. Электронная фотография ядра (Nu), митохондрии (Mit) и *апикопласта* (Ap) – органеллы, похожей на хлоропласт, – в возбудителе малярии. *Апикопласт*, как и хлоропласт, окружён 4 слоями мембран

Из статьи McFadden G. I. and Yeh E. (2017)

Возбудители малярии – они называются *плазмодии* – появились очень давно и успели разделиться на виды. Интересно, что плазмодии человека могут заразить только человека, а плазмодии шимпанзе – только шимпанзе и горилл. Возможная причина – мутация

(меняющая устройство сахаров на поверхности клеток), которая появилась у человека уже после расставания его предков с предками шимпанзе и обезопасила его от заражения. Но «первобытные» плазмодии эволюционировали, и появился вид, который научился связываться с человеческими сахарами (но потерял способность заражать шимпанзе и горилл).

А эпидемической болезнью малярия стала ещё позже, как говорят, около 10 тысяч лет назад, когда люди стали выращивать культурные растения, при этом живя в постоянных жилищах и гораздо более скученно. И главное – в засушливых районах люди стали накапливать и хранить воду. Изменение образа жизни, видимо, оказалось очень удачным для комара *Anopheles gambiae*, который «одомашнился», и возникла новая болезнь с удобным способом передачи.

У всех плазмодиев – сложный жизненный цикл, часть которого проходит в теле позвоночного, а часть – в теле комара. На разных стадиях плазмодий выглядит совсем по-разному, так что, не зная, и не поймёшь, что это одно и то же существо.

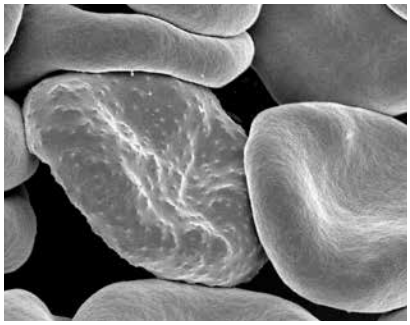


Фото 3. Здоровые эритроциты и эритроцит, заражённый малярийным плазмодием (в центре). Изображение получено сканирующим электронным микроскопом

Если комар, заражённый малярийным плазмодием, укусит человека, плазмодий попадает в его кровь. Сначала он селится внутри клеток печени, но очень скоро размножается там и заселяет *эритроциты* – красные клетки крови (фото 3).

Эритроцит – необычная клетка, и приспособиться к жизни внутри неё совсем непросто. У эритроцита есть только одна задача – переносить кислород из лёгких в ткани организма. Это делает белок *гемоглобин*, и эритроцит заполнен раствором гемоглобина гораздо сильнее, чем заполнена белками любая другая клетка. Немного найдётся белков, которые будут оставаться в растворе при концентрации 30%.

Обычно внутри клетки есть митохондрии, они отвечают за получение энергии (за счёт полного окисления органических веществ с помощью кислорода). У эритроцита митохондрий нет, и свои потребности в энергии (относительно невысокие) он удовлетворяет за счёт разложения глюкозы до молочной кислоты (которая потом разлагается дальше – главным образом в печени, куда она попадает с потоком крови). Малярийный плазмодий быстро размножается, энергии ему нужно гораздо больше. Поэтому он сам заботится о том, чтобы эритроцит забирал из плазмы крови глюкозу. Заражённый эритроцит потребляет раз в 100 больше глюкозы, по сравнению с незаражённым.

У зрелого эритроцита нет и клеточного ядра, и он не размножается, а живёт, пока не испортятся его белки, синтезированные ещё до созревания. У человека время жизни эритроцита – около 120 дней. Пока эритроцит циркулирует в крови, он примерно раз в 200 минут проходит через селезёнку, и там его заставляют протискиваться через очень узкую щель. «Молодой» эритроцит может менять форму, и ему легко протиснуться, а «старому» это не всегда удаётся. В селезёнке сидят специальные клетки – *макрофаги*, забирающие из кровообращения «старые» эритроциты.

Малярийный плазмодий, живущий в эритроците, заинтересован в том, чтобы эритроцит жил как можно дольше: тогда он успеет размножиться и заразить новые эритроциты. И наоборот, чем меньше живёт эритроцит, тем меньше в организме будет малярийных плазмодиев и тем менее опасной будет малярия.

Поэтому, если у человека будет мутация, которая как-то укорачивает время жизни эритроцита, она будет способствовать более лёгкому течению у него малярии. А значит, естественный отбор будет увеличивать процент людей с такой мутацией в популяции. Человеческие популяции в странах, где распространена малярия, содержат целый набор таких мутаций. Самая известная – это *серповидноклеточная анемия*[1]. Мутантный гемоглобин – он называется гемоглобин S – отличается от нормального всего на

[1] О серповидноклеточной анемии мы уже писали, см. статью М. Молчановой «Лайнус Полинг» в «Квантике» №1 за 2020 год.

одну аминокислоту. По своим физическим свойствам он почти не отличается от обычного, кроме одной детали: при глубоком дефиците кислорода он не остаётся в растворе и выпадает в осадок. Эритроциты с осаждённым гемоглобином теряют свою двояковогнутую форму и становятся похожи на вытянутый серп – отсюда и название болезни. В наше время таких больных умеют поддерживать, но пока не умели, большинство людей с этим дефектом умирали в возрасте до 5 лет.

Фото 4. Окрашенное с помощью компьютера изображение нормальных и серповидного эритроцитов, полученное сканирующим электронным микроскопом

Как же может происходить естественный отбор в пользу смертельно опасной болезни?! Как вы знаете, клетки человека содержат двойной набор хромосом – один от отца, один от матери. И, соответственно, есть два экземпляра почти каждого гена. Если у человека оба гена гемоглобина мутантные – он болен страшной болезнью. А если один ген мутантный, а другой – нормальный, то его эритроциты содержат половину нормального, а половину мутантного гемоглобина. Такие эритроциты живут значительно меньше, чем здоровые: 30 дней вместо 120. Но это не страшно: организм умеет регулировать производство эритроцитов. А вот на распространение малярийного плазмодия короткая жизнь эритроцитов повлияет очень сильно. Итак, на распространение гена мутантного гемоглобина влияет естественный отбор в двух противоположных направлениях. С одной стороны, носители двух мутантных генов нежизнеспособны и не могут дать потомства, а с другой – носители одного мутантного и одного нормального гена легче переносят малярию, и у них больше шансов не умереть от неё (рис. 1).

Можно построить простую математическую модель, объясняющую, как увеличится распространённость

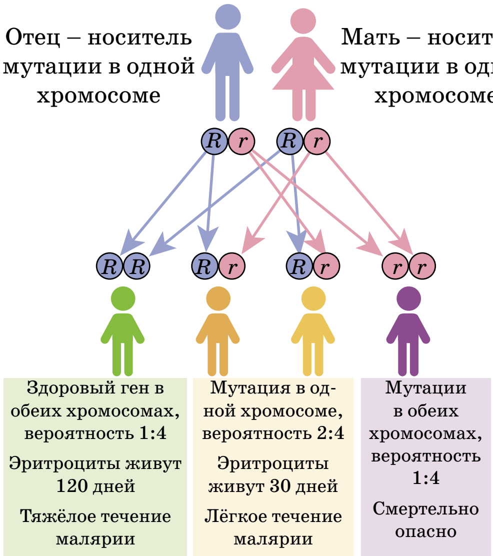


Рис. 1. Схема наследования мутантного гена

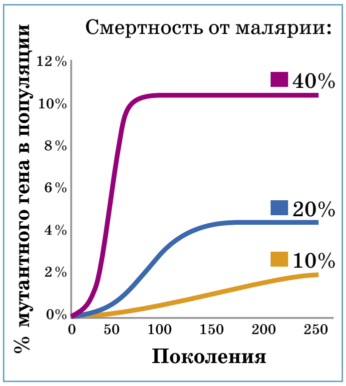


Рис. 2

мутантного гена в популяции в течение поколений, в зависимости от уровня смертности от малярии. На графике (рис. 2) это показано для таких параметров:

1) носители двух мутантных генов не выживают;

2) носители одного мутантного и одного нормального гена выживают на 20% чаще, чем носители двух нормальных генов.

Показаны графики для трёх ситуаций: 10% смертность от малярии (и, соответственно, 8% смертность для носителей мутантного гена); 20% и 40%.

Видно, что даже при таком не очень большом преимуществе идёт быстрый отбор в пользу мутантного гена в тех местах, где распространена малярия (рис. 3).

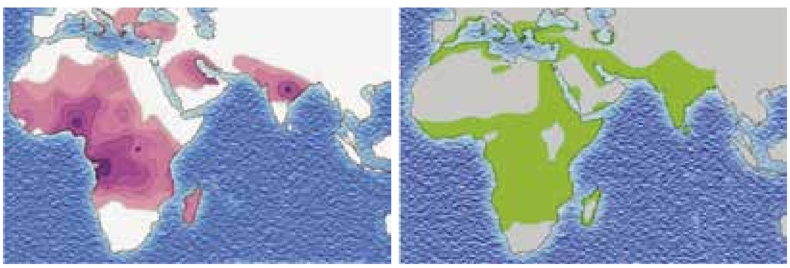


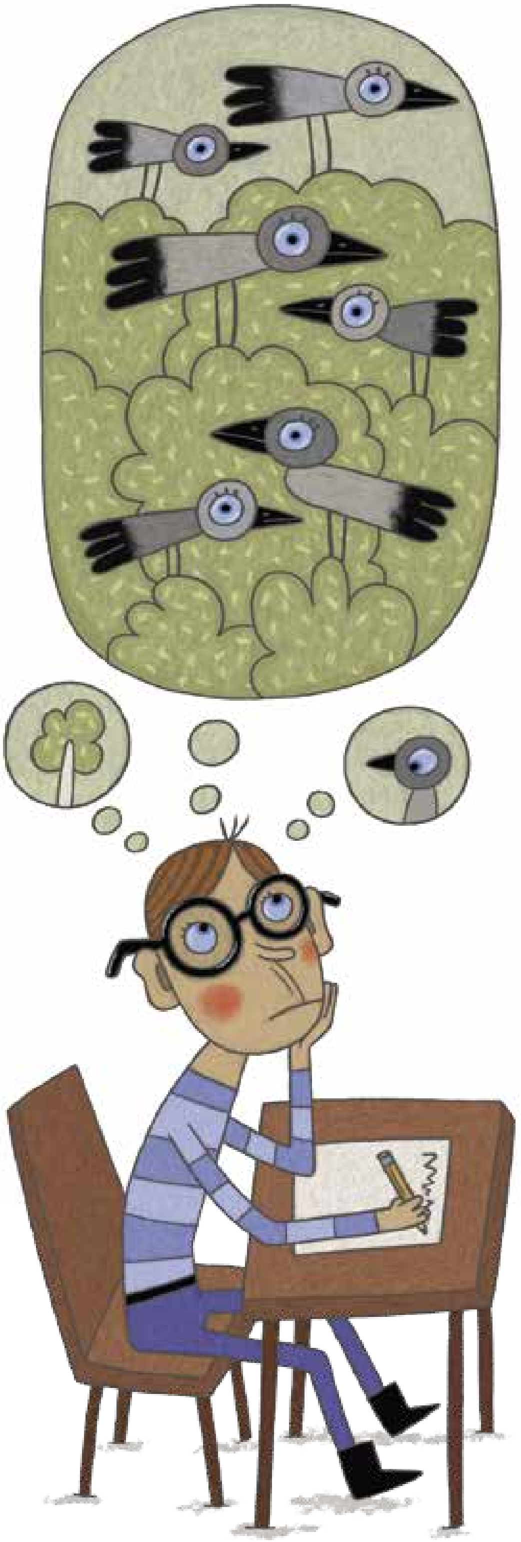
Рис. 3. Слева – встречаемость мутантного гена; справа – историческое распространение малярии

На примере серповидноклеточной анемии и некоторых других мутаций можно наглядно убедиться, как работает естественный отбор в современных человеческих популяциях.

Художник Мария Усеинова

Игорь Акулич

Чуть не проворонил



Семикласснику Саше торжественно поручили защищать честь школы на городской математической олимпиаде. Не то чтобы он туда так уж рвался, но обещанная пятёрка за четверть по математике (независимо от результата) стала решающим аргументом.

...На олимпиаде, получив условия задач, Саша пришёл в состояние тихого ужаса – он понятия не имел, что с ними делать (хотя был далеко не последним в классе по данному предмету). Сдавать же пустые листы либо просто сбежать посчитал для себя позором. Нет, надо хоть что-то написать, решил он. Но что?

Саша вновь перечитал условия, выбирая задачку посимпатичней. Больше всего ему понравилась эта[1]:

Задача. В Муромском лесу на каждом дереве сидело, по крайней мере, по одной вороне. Когда Соловей-разбойник засвистел, вороны, испугавшись, взлетели, а когда свист прекратился, они, полетав по лесу, вновь расселись по деревьям. При этом оказалось, что после свиста расстояние между каждыми двумя воронами уменьшилось. (Под расстоянием между воронами мы понимаем расстояние между деревьями, на которых они сидят.)

Докажите, что хотя бы одна ворона вернулась на то же дерево, на котором она находилась до свиста Соловья-разбойника.

Ишь ты, как закручено: «по крайней мере, по одной вороне», подумал Саша. Это, должно быть, означает, что на каждом дереве сидела либо одна ворона, либо больше. Но могло ли быть *больше*? А ведь нет! Действительно, если на одном дереве были две вороны, то расстояние между ними, согласно условию, *нулевое*. Как же оно может уменьшиться после перелёта? Отрицательным, что ли, станет? Ага! Ошибка в условии! Вот сейчас я об этом и напишу: условие неправильное... Нет, лучше так: *некорректное*, я его разоблачил и прошу выдать мне за это специальный приз.

Саша взялся было за ручку, но внезапная мысль окатила его как холодным душем.

---

[1] Задача – реальная, из Минской городской математической олимпиады 1995 года. За давностью лет автора установить не удалось.

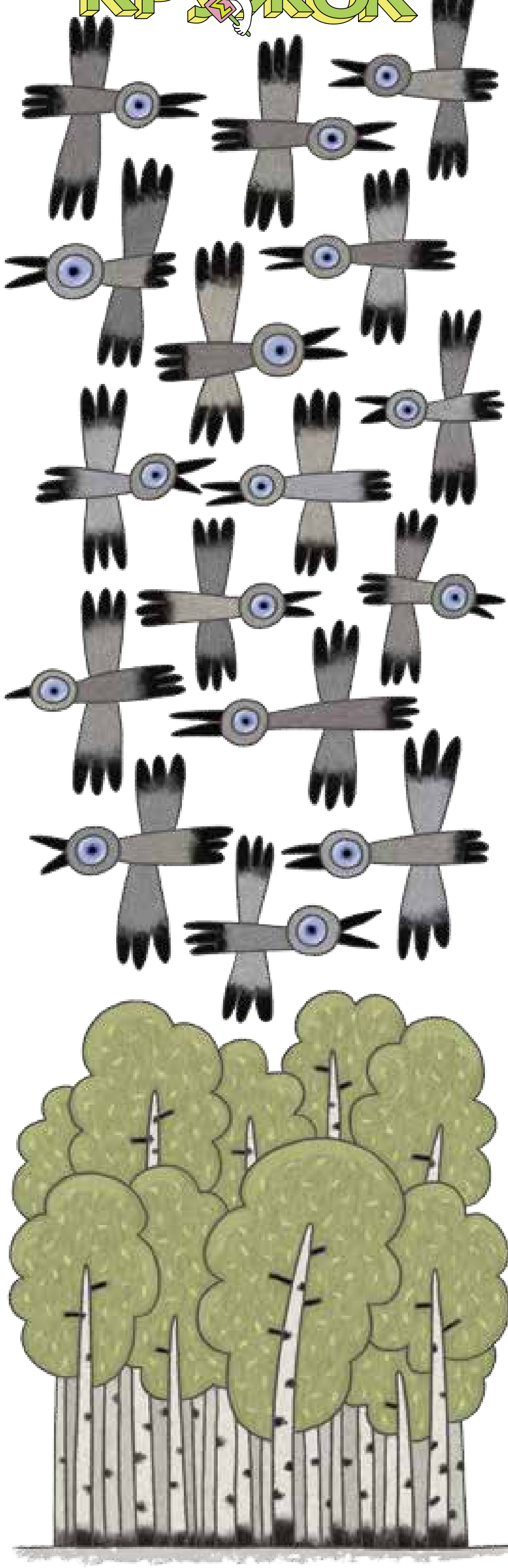
А ведь нет здесь никакого противоречия, печально вздохнул он. Это всего лишь означает, что на каждом дереве сидело *ровно по одной вороне* – и не более того. Условию такая ситуация вполне соответствует. Но можно же копнуть глубже! Итак, пусть на каждом дереве сначала сидит по одной вороне. Рассмотрим пару деревьев, расстояние между которыми *наименьшее* (а если таких пар несколько, выберем любую из них). Две вороны, сидевшие на этих деревьях, окажутся на каких-то двух других деревьях (или даже на тех же самых – это неважно!), но расстояние между ними *не уменьшится*, поскольку мы выбрали и так пару деревьев с наименьшим возможным расстоянием между ними!

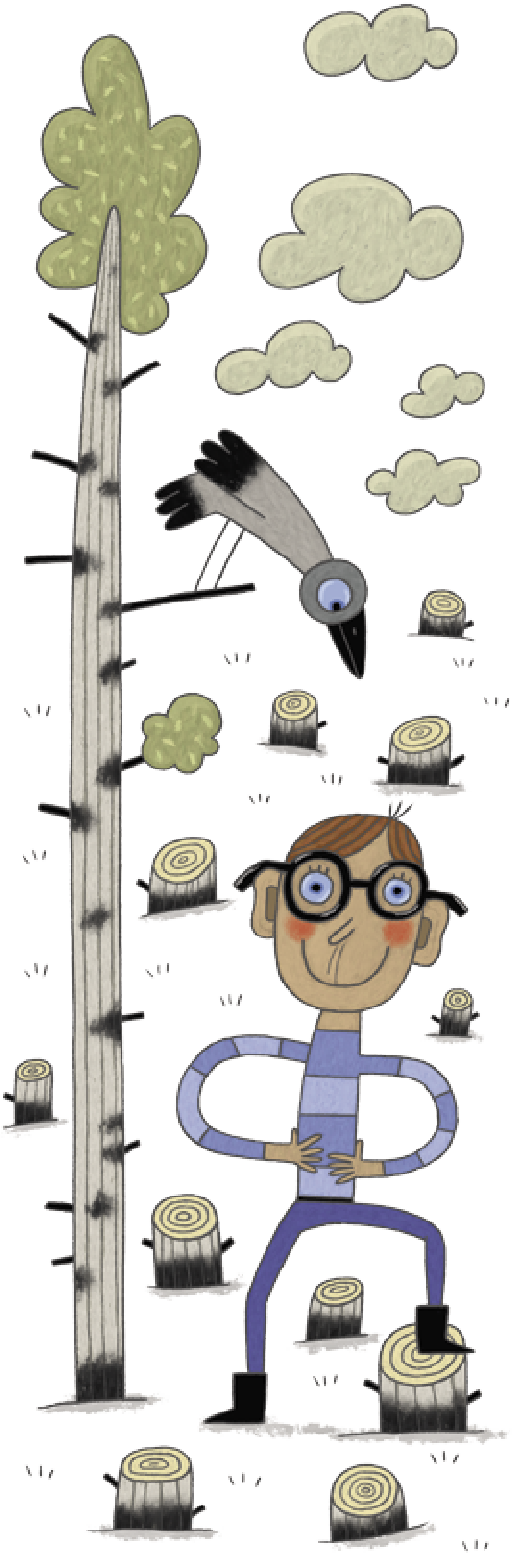
Вот так – противоречие всё-таки есть! Ну, вы у меня попляшете, мысленно пригрозил Саша, обращаясь к организаторам. Он снова взял ручку, но червяк сомнения изрядных размеров начал грызть его изнутри. Слишком уж легко всё получилось.

Саша вновь, чуть ли не по буквам, изучил условие. Чего-то я не вижу, размышлял он. Но чего?

Внезапно его осенило. Действительно, из условия легко получить, что до свиста на каждом дереве сидела одна (и только одна!) ворона. Но нигде не утверждается, что то же самое стало и *после* свиста! Кстати, и пример сразу в голову приходит: *все* вороны слетелись на одно и то же дерево. Тогда точно расстояние между любыми двумя воронами уменьшится, поскольку станет *нулевым*. А ворона-«хозяйка» этого дерева и впрямь вернулась туда, где была.

Саша разозлился не на шутку (в основном, на себя). Нет, поклялся он, я *обязан* решить задачу и пригвоздить этих злосчастных ворон к позорным столбам (ну, в данном случае – к деревьям). Попробую рассуждать «от противного»: пусть ни одна ворона не вернулась на своё дерево. Возьмём любую ворону. Она перелетела на другое дерево. Но ворона с этого другого дерева перелетела на какое-то третье, а та, что сидела на третьем, – тоже на какое-то... И так далее. Образуется «цепочка» из ворон (и деревьев, на которых они сидели). Но каким бы заросшим ни был Муромский лес, деревьев в нём всё же конечное число, и какая-то очередная ворона сядет на дерево, уже включённое в цепочку. В этот момент воз-





никает *замкнутая* цепочка! А дальше всё ясно. Рассмотрим пары соседних деревьев в этой цепочке и выберем из них ту, где расстояние между деревьями наименьшее (если таких пар несколько, возьмём любую из них). Вороны этой пары пересядут на другие *соседние* деревья той же цепочки, и расстояние между ними, уж точно, *не уменьшится*. Противоречие! Значит, предположение о том, что ни одна ворона не вернулась «домой», было неверным. Всё!

Саша с превеликим удовольствием изложил свои измышления на бумаге и несколько раз восторженно перечитал свой опус. До чего ж хорошо получилось!

После столь блестящего результата на другие задачи он и смотреть не хотел. Но подумал: а нельзя ли решить Муромскую задачу попроще? И после долгих размышлений ему это удалось! Вот как он рассуждал. Рассмотрим такие два дерева *А* и *Б*, что расстояние между ними *не меньше*, чем расстояние между любыми двумя деревьями леса. Если на дерево *А* после свиста села хотя бы одна ворона, то на дерево *Б* уже не может сесть ни одна из ворон – иначе расстояние между воронами, севшими на деревья *А* и *Б*, точно *не уменьшилось* бы. Поэтому хотя бы одно из деревьев *А* и *Б* после свиста останется пустым. Мысленно удалим это дерево и сидевшую на нём до свиста ворону из леса. В новом лесу стало на одно дерево и одну ворону меньше, но этот лес *по-прежнему* удовлетворяет условию задачи! Продолжим этот процесс, удалив ещё одно дерево (со своей вороной), потом ещё и ещё, пока в лесу не останется *единственная* ворона на *единственном* дереве. Очевидно, после свиста она на него и вернётся – а куда ещё ей деваться?

С не меньшим наслаждением Саша записал и это решение, сдал свои материалы и гордо удалился.

Победителем олимпиады Саша, конечно, не стал, но получил специальный приз за оригинальное решение задачи. Да и обещанная пятёрка не заставила себя ждать. Ну а читателю предлагается выяснить, останется ли верной решённая Сашей задача, если в ней ключевое слово «уменьшилось» заменить на: а) «увеличилось»; б) «не увеличилось»; в) «не уменьшилось»; г) «не изменилось».

Художник Елена Цветаева

ЛАДЬЯ-СУПЕРГЕРОЙ

Гаянэ Панина

Все знают, как ходит и бьёт ладья – по вертикали и по горизонтали. На обычной шахматной доске 8×8 она бьёт 15 клеток (считая ту, на которой стоит). Давайте самую обычную ладью поставим на необычную доску и посмотрим, сколько клеток доски она будет бить. Вот увидите, у ладьи проявится суперсила.

Необычную доску сделаем так:

- возьмём доску 8×8, сделанную из резины, которую можно гнуть и растягивать. При растяжении клетки, конечно, деформируются, они перестают быть квадратными (и даже прямоугольными), но мы их, тем не менее, отлично различаем;
- свернём доску в трубочку и склеим «право» и «лево»;
- изогнём получившийся цилиндр и склеим «верх» и «низ» – и наш тор (или, говоря обычным языком, поверхность бублика) готов (рис. 1).

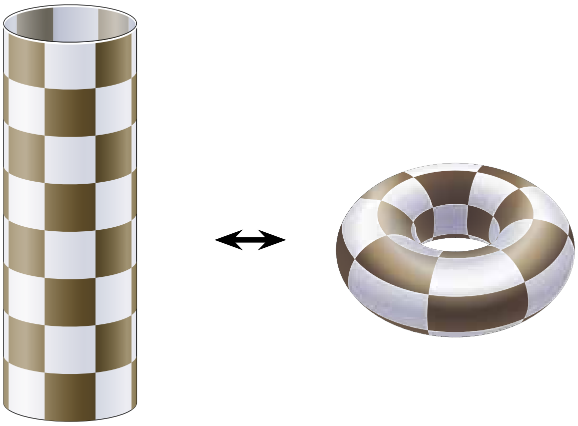


Рис. 1

Теперь поставим на тор нашу ладью. Можно считать, что ладья и доска – магнитные, поэтому ладья стоит на любой клетке, даже вниз головой, не падая.

Сколько клеток она бьёт теперь? Да ничего нового, всё те же 15. Как в этом убедиться? Стало трудно считать клетки, ведь часть из них нам теперь не видна. Поэтому давайте вернёмся обратно к плоской доске, но будем помнить, что верх склеен с низом: если ладья движется по столбцу вверх, то, дойдя до верхнего края, она не упирается в него, а перескакивает в самый низ этого столбца.

Упражнение 1. Поставим на нашу торическую доску слона (он ходит по диагоналям, и он тоже магнитный). Сколько клеток он бьёт?

Теперь склеим из нашей резиновой доски… опять тор, но чуть по-другому. Склеим сначала «право» и «лево», как раньше; выйдет цилиндр. А верх и низ склеим с подкруткой на один шаг: клетку a1 приклеим не к a8, как раньше, а к b8. Соответственно клетка b1 приклеится к c8, клетка c1 – к клетке d8 и так далее (рис. 2, правило склейки обозначено ещё и цветом).

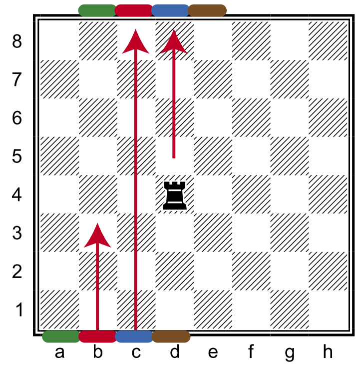


Рис. 2

Сколько клеток доски бьёт ладья теперь? Оказывается, все 64 клетки! Действительно, пусть ладья движется вверх. Дойдя до клетки d8, она не остановится, а перейдёт дальше в клетку c1. Потом, дойдя до c8, ладья перейдёт в b1 и так далее.

Упражнение 2. Как склеить тор так, чтобы ладья била четыре столбца и строку, то есть 36 клеток?

Упражнение 3. Как склеить тор так, чтобы ладья била два столбца и строку, то есть 22 клетки?

Упражнение 4. Сколько клеток будет бить ладья, если склеить верх и низ, подкрутив на 3 шага?

Упражнение 5. Что новенького будет, если склеить верх и низ, подкрутив на 8 шагов?

Упражнение 6. Вася клеит тор из доски $8 \times N$ клеток (высотой 8 и шириной N). Он обратил внимание, что если он склеивает тор без подкрутки верха и низа, то ладья бьёт $8+N-1$ клеток, а если скручивает на 1, 2, …, $N-1$ шагов, то ладья бьёт все клетки. Что можно сказать о числе N?

Условимся называть *торической шахматной доской* тор, расчерченный на клеточки. Клеточки, как мы видели, не обязаны быть квадратными, но у каждой клеточки есть четыре вершины и четыре стороны. В каждой вершине сходятся четыре клеточки.

Вернёмся к ладье, которая бьёт все 64 клетки шахматной доски, и представим, что на доске есть ещё фигуры, например король (тоже магнитный).

От такой ладьи королю спастись невозможно, разве что спрятаться за другие фигуры, например, за пешки. При этом для защиты короля потребуются по крайней мере две фигуры, так как ладья бьёт несчастного короля одновременно и сверху, и снизу (рис. 3).

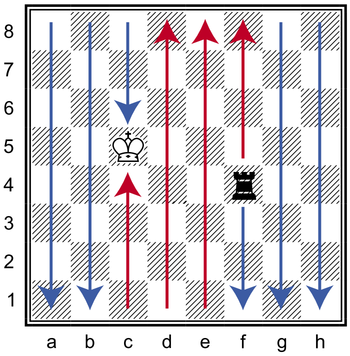


Рис. 3

Однако, если король стоит в том же ряду, что и ладья, для его защиты понадобятся сразу четыре фигуры, так как ладья атакует его ещё справа и слева.

А бывает ли такая торическая шахматная доска, на которой ладья бьёт любую клетку со всех четырёх сторон? Оказывается, да.

Начнём с «косого квадрата» (рис. 4): мысленно вырежем его и склеим «верх» и «низ», а ещё «право» и «лево» (на сей раз без подкрутки!). На первый взгляд кажется, что глупо так делать, ведь квадрат вовсе не поделён на целые клетки, а мы видим какие-то дробные части клеток, даже не половинки. Но если приглядеться, мы увидим, что при склейке без подкрутки эти кусочки объединяются в целые клетки. У нас получится торическая доска с 50 клетками.

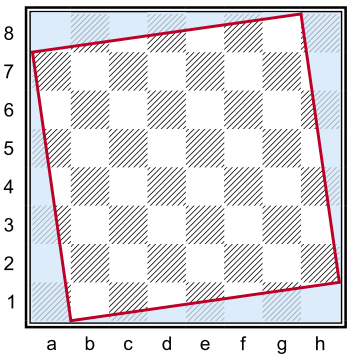


Рис. 4

И куда бы мы ни поставили ладью, она будет бить любую клетку со всех четырёх сторон! Это легче проследить для маленькой доски, с десятью клетками (рис. 5).

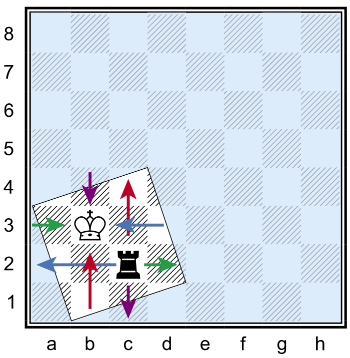


Рис. 5

Художник Мария Усеинова

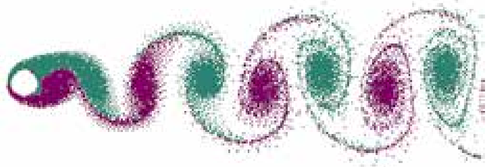
Иван Русских

СПИРАЛИ НА ТРУБАХ

Возможно, вы видели на трубах загадочные спирали, как на фото 1. Можно подумать, что это сделано для красоты, но на самом деле у таких спиралей есть практическое назначение. Прежде чем читать дальше, попробуйте сами догадаться, для чего они сделаны.

Фото 1

Ответ связан с аэродинамикой трубы. Посмотрим, как ветер обдувает гладкую цилиндрическую трубу. Оказывается, при достаточно большой скорости ветра с трубы начинают срываться вихри, поочерёдно то справа, то слева (см. рисунок). Это явление называется *вихревая дорожка*, или *дорожка Ка́рмана*[1].



Вихревая дорожка Ка́рмана за цилиндрическим препятствием

Срывающиеся вихри раскачивают трубу из стороны в сторону с частотой, которая зависит от скорости ветра. Если вихри будут толкать трубу в такт колебаниям, которые она сама совершает после толчка (такое совпадение называется резонансом), то колебания будут нарастать, и труба может разрушиться!

Испытать возникновение таких колебаний можно и на себе. Для этого опустите руку под воду, растопырьте пальцы и начните довольно быстро и с силой двигать руку ладонью вперёд. В этот момент можно ощутить, как пальцы начинают вибрировать – это и есть колебания, возникающие из-за вихревой дорожки. Такой эксперимент проще всего проделывать в толще воды в бассейне, море или другом водоёме, опустив руку на глубину нескольких десятков сантиметров.

А упомянутые в начале статьи спиральные рёбра на трубах (их называют *интерцепторы*) предотвра-

[1] Теодор фон Ка́рман – венгерско-американский инженер и физик, специалист по аэродинамике. В честь него также названа линия Кармана – условная граница между атмосферой Земли и космосом, проходящая на высоте 100 км над уровнем моря.

щают катастрофу: эта конструкция частично разрушает вихри, ослабляет их и не даёт им взаимодействовать друг с другом – поэтому вихревой дорожки, а значит, и колебаний не возникает. В автомобильных антеннах нередко используют похожую спиральную конструкцию, чтобы при быстрой езде антенна не вибрировала (фото 2).

Фото 2

Вообще вихревая дорожка Кармана встречается почти всегда, когда поток воды или воздуха обтекает препятствие. Например, она может возникать, когда ветер обдувает гору. Такую дорожку лучше всего видно из космоса: на спутниковом фото запечатлена вихревая дорожка за норвежским вулканом Беренберг (фото 3).

Фото: спутник Aqua, NASA

Фото 3

А вот рыбы научились использовать вихревую дорожку себе во благо. Иногда можно заметить, что в текущей реке рыбы практически стоят на месте, лишь немного виляя из стороны в сторону. Обычно такое происходит рядом с каким-нибудь препятствием, которое река обтекает. Казалось бы, рыбам нужно много сил, чтобы преодолевать течение воды и оставаться на месте. Но оказывается, что вращающиеся вихри, образующиеся за препятствием, могут подталкивать рыб вперёд, компенсируя снос течением. Получается, что рыбы могут отдыхать, оставаясь на месте и не тратя практически никаких сил. Эту удивительную особенность установили учёные из Кембриджа: они исследовали, как ведут себя в вихревой дорожке, образующейся в воде, длинный кусочек фольги и мёртвая форель – на удивление они справлялись с задачей оставаться на месте не сильно хуже живых рыб. За своё открытие один из учёных удостоился в 2024 году шуточной Шнобелевской премии по физике с формулировкой «за демонстрацию и объяснение плавательных способностей мёртвой форели».

Художник Татьяна Долгая

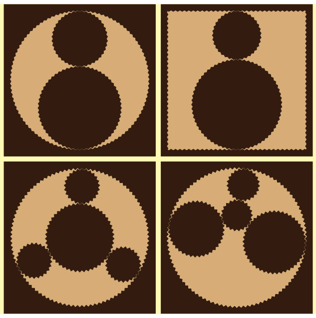
Игры и головоломки

Александр Бердников

ШЕСТЕРЁНКИ В КОРОБКЕ: ОТВЕТЫ

В «Квантике» № 10 за 2025 год была такая задача.

В зубчатые коробки положили шестерёнки, как на картинках справа, так что они зубьями смыкаются друг с другом и с коробкой. В каждом из случаев выясните, можно ли катать шестерёнки внутри коробки или они самозаклинены?



В первом примере диаметры внутренних шестерёнок в сумме равны диаметру полости, так что в любой момент шестерёнки должны располагаться вдоль какого-то диаметра полости. Давайте крутить всю коробку так, чтобы шестерёнки всегда были на вертикальном диаметре. Тогда их центры будут неподвижны, и разбираться будет куда проще. Например, если коробка крутится в одну сторону (жёлтые стрелки), то в ту же сторону должны крутиться обе шестерёнки (серые стрелки), потому что они касаются коробки (рис. 1). Но внутренние шестерёнки касаются друг друга, и в точке соприкосновения получается противоречие (зубцы движутся в противоположные стороны). Значит, тут шестерёнки друг относительно друга неподвижны.

Нам помог трюк: взглянуть на механизмы с другой точки зрения, представив, что все шестерёнки крутятся на месте, а коробка вращается вокруг них, будто шестерёнка наизнанку. Эта идея поможет нам и дальше.

Так, во втором примере (рис. 2) зафиксируем центры шестерёнок и потянем коробку вправо. Тогда шестерёнки останутся на месте, причём верхняя будет крутиться по часовой стрелке, а нижняя – против. И на их стыке зубцы движутся влево у обеих шестерё-

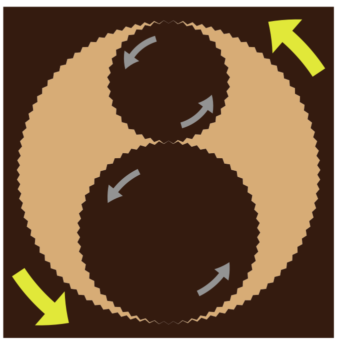


Рис. 1

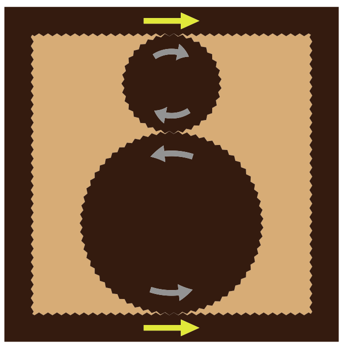


Рис. 2

нок, так что никаких противоречий: шестерёнки могут синхронно кататься влево-вправо внутри коробки (по ссылке kvantik.com/extra/cogs2.gif есть анимация).

Такая же проверка годится и для оставшихся примеров: можно вращать каждую шестерёнку (включая саму коробку) вокруг своей оси так, чтобы противоречий на стыках не возникало (рис. 4 и 5). Как это движение выглядит, когда коробка неподвижна? Нужно поверх всего наложить ещё вращение, противоположное вращению коробки. В третьем примере (рис. 3) получится, что центральная шестерёнка крутится вокруг своего центра, а остальные, вращаясь, катаются вокруг неё, как в подшипнике (по ссылке kvantik.com/extra/cogs3.gif есть анимация). То же, по сути, происходит и в четвёртом примере (рис. 4), только тут центральная шестерёнка расположена не строго в середине, и потому когда она крутится вокруг своего центра, сам этот центр двигается по кругу; получается этакий косой подшипник (по ссылке kvantik.com/extra/cogs4.gif есть анимация).

В последнем примере может быть непонятно, действительно ли возможно такое движение – ведь зубцы шестерёнок должны двигаться не просто в одну сторону, но и с одинаковой скоростью (а вообще-то такой вопрос мог возникнуть и раньше!). Пусть все шестерёнки, включая коробку, вращаются вокруг своих неподвижных центров со скоростью один зубец в секунду. Тогда эти шестерёнки тоже будут вращаться со скоростью один зубец в секунду. Так что у внутренней шестерёнки не возникнет проблем (во всех точках её касания с другими шестерёнками скорость вращения один зубец в секунду, а направления вращения правильные). Если теперь вернуться в систему отсчёта, где коробка неподвижна («сесть на коробку и смотреть с неё»), мы увидим шестерёнки из четвёртого примера, катающиеся внутри коробки.

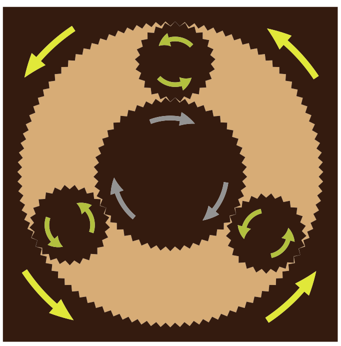


Рис. 3

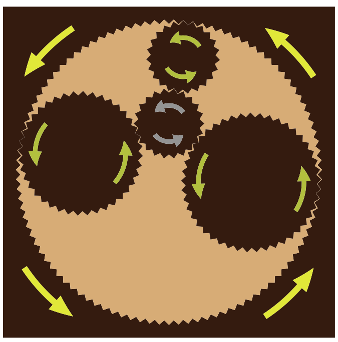


Рис. 4

Художник Александр Новосельцев

Алексей Панов,
Алексей Хованский

13 ИЛИ 14, ХЭЛЛОУИНСКИЙ СЮРПРИЗ

Ромбокубооктаэдр – это один из высокосимметричных *архимедовых многогранников*. Лаконичное описание архимедовых многогранников (их ещё называют *архимедовыми телами*) содержится в трактате Паппа Александрийского «Собрание» (Συναγωγή), опубликованном около 340 года. В 1588 году он был переведён с греческого на латынь и стал доступен европейским математикам.

Иоганн Кеплер был знаком с этим переводом. В своём великом произведении «Гармония мира» (Harmonices Mundi), над которым он работал с 1599 по 1619 год, Кеплер даёт развёрнутое определение архимедовых тел (мы его здесь не приводим). Используя его, он доказывает существование ровно тринадцати архимедовых тел, присваивает каждому из них собственное название и впервые предъявляет полный набор их изображений.

РОМБОКУБООКТАЭДР

Некоторые из этих 13 многогранников были известны математикам и художникам Возрождения, предшественникам Кеплера. Вот, например, две иллюстрации Леонардо да Винчи 1509 года, на которых ромбокубооктаэдр изображён в двух разных стилях (рис. 1).

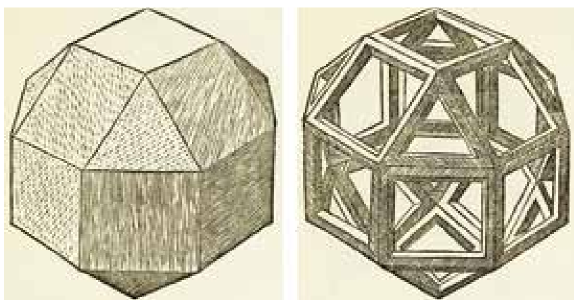


Рис. 1. Ромбокубооктаэдр, Леонардо да Винчи (1509)

Можно сосчитать, что у него 26 граней, из которых 8 – правильные треугольники и 18 – квадраты.

Займёмся сборкой модели ромбокубооктаэдра. Возьмём лист плотной бумаги, например лист ватмана формата А2, и вырежем из него три заготовки. Одна из них предназначена для экваториального пояса модели – это полоска из 9 одинаковых квадратов со стороной 5 см (рис. 2).

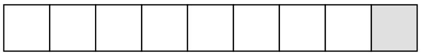


Рис. 2. Заготовка для экваториального пояса

Две другие – для полярных областей модели, каждая из таких же 9 квадратов (рис. 3).

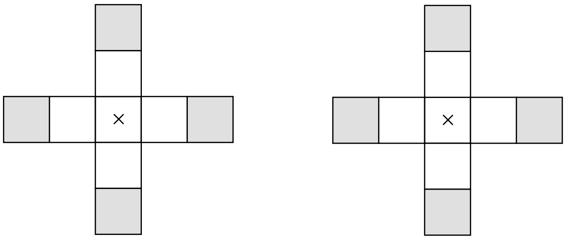


Рис. 3. Заготовки для полярных областей

На рисунках 2 и 3 серым цветом выделены поверхности квадратов, предназначенные для склейки, и ещё на рисунке 3 крестиками указаны положения будущих полюсов.

Теперь на каждой заготовке нужно сделать сгибы по сторонам соседних квадратов, склеить полоску в восьмигранный экваториальный пояс и расположить все три заготовки как на рисунке 4.

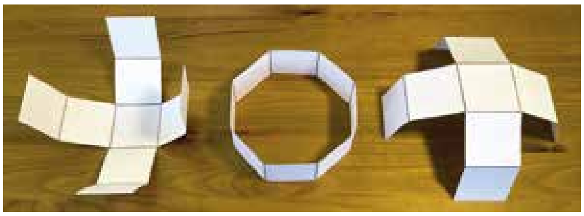


Рис. 4. Три заготовки для ромбокубооктаэдра

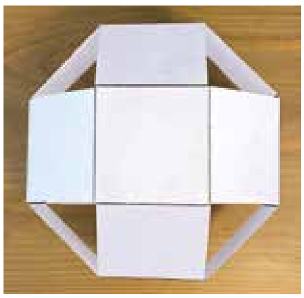


Рис. 5. Ромбокубооктаэдр

А потом полярные области нужно сверху и снизу подклеить к экваториальному поясу. Окончательный результат – на рисунке 5.

Это гибридная модель ромбокубооктаэдра – нечто среднее между левой и правой частью рисунка 1. Можно сказать, что треугольные грани у этой модели прозрачны.

По тому, как мы собирали ромбокубооктаэдр, можно подумать, что у него один экваториальный пояс и пара полюсов. Но теперь, когда у нас есть готовая модель, легко убедиться, что на самом деле у него

3 экваториальных пояса и, соответственно, 3 пары полюсов.

Используя эту модель, можно заметить, что при вращении вокруг некоторых прямых на некоторые углы ромбокубооказдр совмещается сам с собой. Эти прямые называются *осями поворотной симметрии ромбокубооктаэдра*. Оказывается, их у него ровно 13 – это все прямые, соединяющие центры его противоположных граней. Например, ромбокубооктаэдр самосовмещается при поворотах на 90°, 180° и 270° вокруг полярной оси, то есть вокруг прямой, проходящей через два его противоположных полюса. В любом случае, можно сказать, что ромбокубооктаэдр – это высокосимметричный многогранник.

ПСЕВДОРОМБОКУБООКТАЭДР – № 14?

Псевдоромбокубооктаэдр – это младший родственник ромбокубооктаэдра, он появился на математическом горизонте только в прошлом веке, но у него имеется своя предыстория, о которой мы расскажем чуть позже.

А сейчас у нас уже есть всё необходимое для его сборки. Вернёмся к рисунку 4 и повернём одну из полярных областей на нём на 45° (рис. 6).

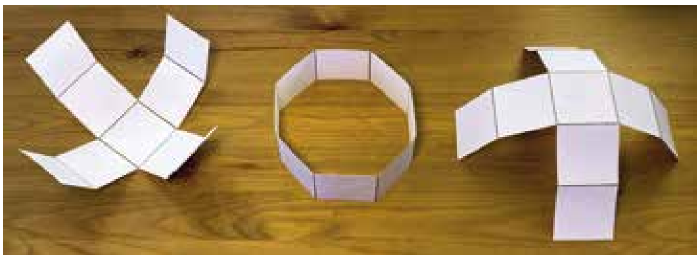


Рис. 6. Три заготовки для псевдоромбокубооктаэдра

После этого точно так же, как раньше, подклеим к экваториальному поясу сверху и снизу полярные области, и псевдоромбокубооктаэдр готов (рис. 7).

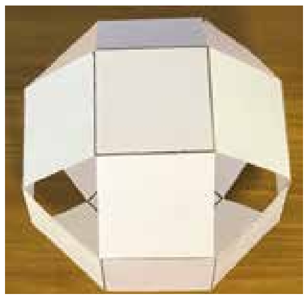


Рис. 7. Псевдоромбокубооктаэдр

Полученный многогранник похож на ромбокубооктаэдр, у него те же самые 8 треугольных и 18 квадратных граней, тоже имеется экваториальный пояс с полярными областями. Но только он намного менее симметричен. У него, например, всего лишь 5 осей поворотной симметрии.

В своём эссе «О шестиугольных снежинках», изданном в 1611 году, во время работы над «Гармонией мира», Кеплер пишет:

> *Вспомнив о ромбах, я приступил к геометрическим изысканиям, чтобы выяснить, какое тело, аналогичное пяти правильным и* ***четырнадцати*** *архимедовым телам, можно составить из одних ромбов.*

Упоминание 14 архимедовых тел во время работы над «Гармонией мира» и над своим полным списком 13 архимедовых тел едва ли может быть опиской Кеплера. Возможно, к моменту написания эссе Кеплер как раз обнаружил псевдоромбокубооктаэдр и посчитал его ещё одним архимедовым телом. И только чуть позже, признав псевдоромбокубооктаэдр недостаточно симметричным, изменил свою точку зрения.

ХЭЛЛОУИНСКИЙ СЮРПРИЗ

А теперь поменяем дизайн нашей модели псевдоромбокубооктаэдра. Склеим её из плотной оранжевой бумаги и снабдим двумя красными светодиодами с батарейками* (рис. 8).

И вот окончательный результат (рис. 9).

Рис. 8

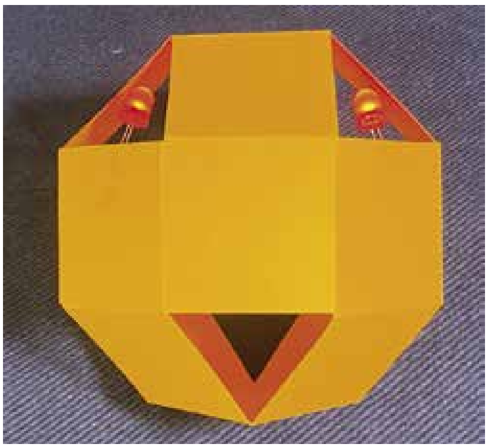


Рис. 9. Хэллоуинский сюрприз

Фото авторов

* Как изготовить такой фонарик, читайте в статье Д. Панова «Фонарик-светлячок» в «Квантике» №12 за 2014 год и там же в статье А. Андреева, А. Панова, Д. Панова «Вифлеемская звезда».

Художник Мария Усеинова

Марина Анатоль

ВИКИНЫ ЗАКАВЫКИ

Такая словная буква

Сегодня вечером Вика опять у меня. Мы уютно устроились в широком кресле, чтобы немного поболтать перед сном. По обыкновению, нашу болтовню я записала на диктофон. Завтра дам послушать Свете – Викиной маме.

– Смотри, бабуля, какие красивые кованые туфельки мне купила мама, – похвасталась Вика, показывая фото.

– Там, видимо, металлические подковки?

– Да, и подковки есть. А сами они целиком кованые. В сказке у Золушки были хрустальные, а у меня кованые.

– Сомневаюсь, что в твоих удобнее ходить, чем в хрустальных.

– Удобнее, удобне-е-е-е!

– Ну хорошо, хорошо, только не переживай так, а то не заснёшь. Лучше расскажи, куда вы вчера ходили.

– К тёте Ванне. Она учила меня правильно говорить самую словную букву.

«Как странно зовут логопеда», – подумала я. И переспросила: – Может быть, это дядя Ваня, а буква славная?

– Да нет, это тётя, а буква словная! Она дала мне выучить смешной стишок и сказала, что сначала у меня не будет получаться, но если много раз повторять, то пото́м обязательно получится. Хочешь послушать?

– Конечно, хочу!

Вика соскочила с кресла, забралась на стул и приняла торжественную позу.

СЛОВНАЯ БУКВА

Ваба левыт в луве,
Ув – в меве. Мева уве.
Ёв точил новы,
Ув сбевал в Кивы,
Взял с собой кинвал –
Тявела поклава!
Вот такая вуткая лава!

– Да-а-а, Викуся, пока больших успехов у тебя нет. Какая-то абракадабра – я ничего не поняла. Но не огорчайся, со временем обязательно получится. Укладывайся в кроватку и расскажи, что ещё интересного было?

– Ещё папа позавчера ездил на дачу. У нас, оказывается, новые соседи. С одной стороны – дядя Ван, он кулинар. Он обещал научить вкусно готовить. А с другой – дядя Вора, он... Ой, папа так трудно его назвал: о-г-не-бо-рец! И теперь у нас не будет по-ва-ра. А я поняла, что они делают одно дело, потому что папа сказал, что они оба что-то...

Тут Вика зевнула и погрузилась в сладкий сон. Я же погрузилась в тревожные раздумья. Это же какой-то садизм – купить ребёнку кованую обувь, зачем-то начать пользоваться услугами китайского кулинара. А другой сосед – это просто какой-то бандит и вор!

Так кто это такие: тётя Ванна, дяди Ван и Вора?

Почему теперь не будет повара?

Какое слово хотела сказать Вика, засыпая?

Что это за кованые туфельки, в которых очень удобно?

Ребята! Нужна ваша помощь. Или придётся ждать разъяснений Светы.

Художник Ольга Демидова

Решения VI тура отправляйте по адресу ruskonkurs@kvantik.org **не позднее 20 декабря**. Не забудьте указать в письме ваши имя, фамилию, город, школу и класс, где вы учитесь.

Предлагайте задачи собственного сочинения: лучшие будут опубликованы!

VI ТУР

26. С *кт* – сверху вниз. А с какими двумя буквами – снизу вверх?

И. Ф. Акулич

27.

на разные
на одну и ту же
на одну и ту же
на разные
на одну и ту же
на одну и ту же
на одну и ту же
на одну и ту же
на одну и ту же

Напишите те, которые на разные.

И. Б. Иткин

28. Чего у раскидистой ёлки гораздо больше, чем у серого волка?

О. А. Кузнецова

29. *Хать* бывает небезопасно, но риск – дело благородное, а вот *Хить* не надо никому и никогда. Какие глаголы мы заменили на *Хать* и *Хить*?

К. В. Литвинцева

30*. – Итак, – объявил ведущий телевикторины «Желаем удачи» Ронни Обыграйт, – решающий вопрос: в названии этого механизма два раза подряд встречается один и тот же слог. Что это за механизм?

– Часы, мистер Обыграйт, – не задумываясь ответил медвежонок Паддингтон.

– Часы?! Мне очень жаль, но вы проиграли.

– Нет-нет, мистер Обыграйт, – возразил Паддингтон, – дело в том, что я имел в виду часы...

Через несколько секунд под хохот и аплодисменты зрителей Ронни Обыграйт вручил Паддингтону главный приз.

Что мы пропустили в этой правдивой истории?

С. И. Переверзева

* По мотивам рассказа Майкла Бонда «Паддингтон-победитель».

Художник Николай Крутиков

Игорь Акулич

ТРИ НЕБОСКРЁБА

В 1990 году на Ленинградской городской математической олимпиаде 7-классникам предложили задачу:

Джон и Мэри живут в небоскрёбе, на каждом этаже которого – по 10 квартир. Номер этажа Джона равен номеру квартиры Мэри, а сумма номеров их квартир равна 239. В какой квартире живёт Джон?

Очевидно, Мэри добавлена лишь для оживления сюжета, потому что можно было выразиться короче: **сумма номеров квартиры и этажа Джона равна 239**.

Что здесь делать? Проще всего сделать прикидку. Возьмём наугад, скажем, двухсотую квартиру (приятное круглое число). Если номер квартиры не больше 200, то номер этажа не больше 20, и их сумма не больше 220 – маловато! Что ж, добавим один этаж (и десяток квартир). Если номер квартиры от 201 до 210, то номер этажа – 21, и в сумме выходит не более 231. Опять не хватило, но уже чуть-чуть. Пусть теперь этаж – 22-й, тогда номера квартир – от 211 до 220, и сумма лежит в пределах от 233 до 242. Есть попадание! Значит, этаж уж точно 22-й, а номер квартиры равен $239-22=217$. Это и есть ответ. Ясно, что на 23-м и более высоких этажах Джон обитать не мог – тогда номер его квартиры был бы не меньше 221, и в сумме с номером этажа получилось бы как минимум $221+23=244$.

Такое решение можно было считать правильным в те далёкие времена (когда ещё существовал СССР, и мы мало что знали о дальнем зарубежье). Но сейчас... всё не так однозначно. Давайте обратим внимание на имена персонажей: Джон и Мэри. Вряд ли это жители российского города. С гораздо большей вероятностью они могут быть, например, англичанами. Что ж, давайте добавим в условие, что они проживают в Великобритании. А теперь, используя эти дополнительные данные, найдите верное решение задачи.

Получилось? Поздравляем! Тогда попробуйте перенести место действия в США – и появится третий ответ. Вот вам и задачка для семиклассников!

Художник Алексей Вайнер

КОНКУРС ПО РУССКОМУ ЯЗЫКУ, V тур («Квантик» № 9, 2025)

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 прямом значении слова ***гора*** и ***пропасть*** – можно сказать, антонимы: они обозначают противоположно устроенные формы рельефа. Для того, чтобы преодолеть гору, и для того, чтобы преодолеть пропасть, нужны совсем разные приспособления. А в переносном значении, как это ни удивительно, слова *гора* и *пропасть* обозначают одно и то же – «очень большое количество».

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

Мы не знаем точно, о чём думают собаки, но если любая **уличная** (то есть бездомная) собака и правда мечтает стать чьей-нибудь **личной** собакой – это вполне естественно.

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?*

Вася впервые в жизни приехал из тёплого Краснодара в суровую Сибирь, да ещё и попал под редкий и не слишком приятный вид осадков – **снегоград**. Выросший в этих местах Петя на погоду даже внимания не обратил и понял слово *снегоград* совсем иначе – по ассоциации с такими словами, как *наукоград* или *аэроград*, в которых вторая часть означает «город», а первая указывает на какую-то характерную особенность этого города.

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.*

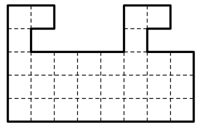
Невезучий посетитель потерял в здании суда самые обычные наручные **часы**. Но у выражения *потерять часы* есть и другое значение – впустую потратить соответствующее количество времени. Именно это значение обыграл неизвестный шутник, намекнув на то, что судебные процессы иногда и впрямь могут тянуться годами.

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

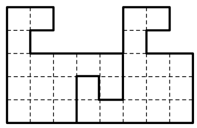
Если из рыбы **лосось** прогнать противных кусачих **ос**, получится млекопитающее **лось**.

НАШ КОНКУРС, I тур («Квантик» № 9, 2025)

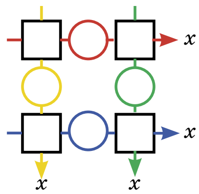
1. *Фигуру на рисунке разрежьте на 2 равные (по форме и по размеру) части.*



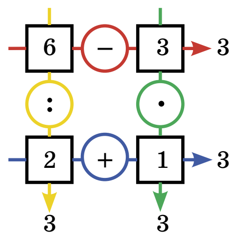
Ответ: см. рисунок.



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).*



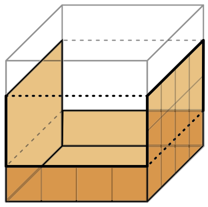
Ответ: см. рисунок.



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?*

Ответ: 1002. Сумма трёх натуральных чисел чётная, только если среди них одно или три чётных. Но чётное простое число только одно, значит, одно из чисел в сумме Васи – это 2, а все остальные числа на доске – нечётные. Если бы среди четырёх слагаемых Пети было число 2, результат был бы нечётным – значит, Петя посчитал в точности сумму всех остальных чисел. Тогда сумма всех 5 чисел равна 1002.

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.)*



Ответ: см. рисунок. Пусть кубическая коробка имеет размеры $4\times4\times4$; разрежем её на две одинаковые части (оранжевую и белую), как показано на рисунке. Тогда, согнув каждую из них по пунктирным линиям, мы получим две прямоугольные коробки $4\times4\times1$. Вместе они занимают объём $4\times4\times2$ – ровно половину исходной коробки.

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*?*

а) Пусть в синий цвет покрашены первые две строки и первые два столбца (это как раз $77\cdot4-4=304$ клетки), а остальные клетки зелёные. Тогда все зелёные клетки третьей строки мы сможем перекрасить в синий, начав с клетки в третьем столбце и двигаясь вправо. Точно так же мы сможем покрасить и все следующие строки.

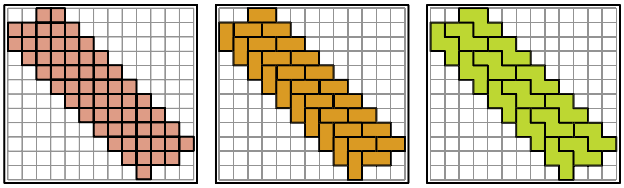
б) Ответ: не удалось бы. Каждый квадрат 3×3 может добавить только одну синюю клетку и только один раз (когда в нём осталась ровно одна зелёная клетка). Всего на поле 77×77 можно выделить $75\cdot75=5625$ различных квадратов 3×3, то есть, добавить к 303 изначальным синим клеткам можно не более 5625. Но тогда всего синих клеток будет не больше $303+5625=5928$, а на всём поле клеток $77\cdot77=5929$. Значит, хотя бы одна останется зелёной.

КОСМИЧЕСКИЙ МОЛОТОК («Квантик» № 10, 2025)

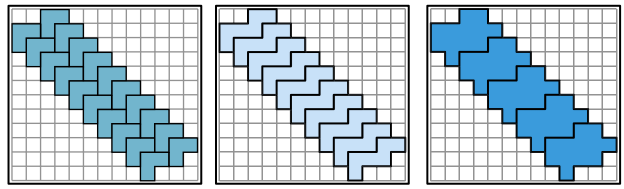
Боёк обычного молотка (та часть, которой ударяют по чему-либо) делается из цельного куска металла. Он жёсткий и поэтому хорошо отскакивает. Зато совсем не отскакивают при ударе мягкие предметы: пластилин или, скажем, мешок с песком. Из пластилина, конечно, молоток не сделаешь, а вот вторую идею использовать можно: надо сделать боёк молотка полым и насыпать в него песок. В реальности вместо песка обычно используют маленькие металлические шарики, чтобы повысить массу молотка и силу удара. Такие молотки (их называют *безынерционными*) используются не только в космосе, но и на Земле – тогда, когда требуется точно контролировать силу удара, например при выравнивании вмятин на кузове автомобиля.

МЕЧТА ПАРКЕТЧИКА («Квантик» № 10, 2025)

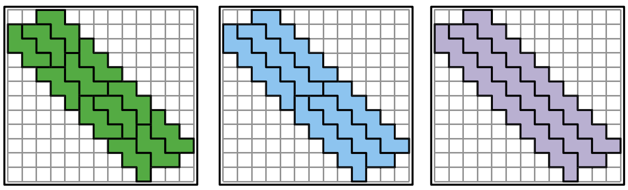
Для полноты приведём замощения полимино для всех делителей 60:



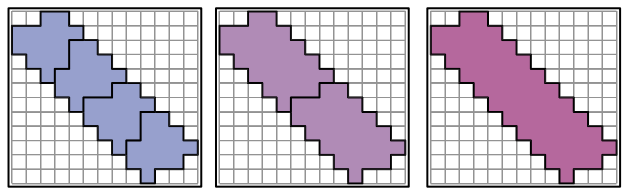
мономино   домино   тетрамино



тримино   гексамино   додекамино



пентамино   декамино   20-мино



15-мино   30-мино   60-мино

ДВА ТЕРМИНАЛА («Квантик» № 10, 2025)

В Новосибирске (как и в других крупных городах Сибири и Дальнего Востока) много праворульных автомобилей. Если бы терминалы располагались только слева, «праворульным» водителям приходилось бы выходить из машины и при въезде на парковку (чтобы получить парковочный билет), и при выезде (чтобы отсканировать его). Поэтому терминалы располагают по обеим сторонам дороги.

ЧУТЬ НЕ ПРОВОРОНИЛ

а) Со словом «увеличилось» задача как раз становится некорректной, потому что пересесть так, чтобы расстояние между каждыми двумя воронами возросло, невозможно. В самом деле, рассмотрим два дерева, расстояние между которыми *не меньше*, чем между любыми двумя другими деревьями. Куда бы ни перелетели две вороны с этих деревьев, расстояние между ними, очевидно, не увеличится.

б, в, г) А здесь утверждение задачи просто неверно. Вот опровергающий пример: лес состоит из двух деревьев. Если сидевшие на них вороны поменяются местами, то расстояние между ними *не изменится* (и, соответственно, *не увеличится* и *не уменьшится*).

Тому, кто считает, что два дерева для Муромского леса – как-то маловато (больше похоже не на дремучий лес, а на Лысую гору), можно предложить другую схему. Пусть через лес проведена (мысленно!) прямая линия, и каждому дереву по одну сторону от неё соответствует симметрично расположенное дерево по другую сторону (а на самой прямой деревьев нет). Если после свиста каждая ворона перелетела на симметричное дерево, то итоговое расположение ворон окажется зеркальным по отношению к исходному, и расстояние между каждой парой ворон не изменится.

ЛАДЬЯ-СУПЕРГЕРОЙ

1. Ответ: 14.

2. Ответ: можно склеить верх и низ, подкрутив на 2 шага. Тогда, идя по вертикали, ладья посетит только столбцы с нечётными номерами (a, c, e, g).

3. Ответ: можно склеить верх и низ, подкрутив на 4 шага. Тогда, идя по вертикали, ладья посетит только столбцы a и e.

4. Ответ: ладья бьёт 64 клетки.

5. Ответ: будет всё, как без подкручивания. Ладья бьёт свои обычные 15 клеток.

6. Ответ: оно простое.

ТРИ НЕБОСКРЁБА

В Великобритании нумерация этажей иная, чем у нас. Тот этаж, который мы называем первым, они называют «ground floor», то есть «грунтовый» или «земляной» этаж. Исторически это связано с тем, что в старые времена на первых этажах нередко были земляные полы (и в них располагали преимущественно хозяйственные, а не жилые помещения). А тот этаж, что у нас второй – для них первый и так далее. Поэтому номера этажей у них на 1 меньше, что влияет на ответ. Легко выяснить, что Джон живёт в квартире 218 на «британском» 21-м этаже.

Иная ситуация в США. Там нумерация этажей, как правило, такая же, как у нас, но... сильны суеверные традиции. Как ни странно, подавляющее большинство многоэтажных домов в США *не имеют 13-го этажа* (сразу за 12-м следует 14-й)! И потому здесь имеет место «сдвиг» в другую сторону. Нетрудно определить, что в таком случае Джон проживает в квартире 216 на «американском» 23-м этаже.

Любопытно, что если домовладелец с целью полного искоренения влияния нечистой силы при нумерации пропустит номер 13 также и при нумерации квартир, то на результат это не повлияет: по-прежнему Джон останется в 216-й квартире.

Возможно, задачу следовало бы формулировать более строго, ведь нумерация домов и квартир в разных странах и даже разных городах бывает самая разнообразная. В Санкт-Петербурге, например, есть нумерация по лестницам, а при перепланировке квартиры часто объединялись и оставался лишь меньший номер. Но что было, то было – упомянутая олимпиада уже состоялась, и притом ещё в прошлом веке! Да и задача дана здесь под рубрикой «Улыбнись».

ПОЗДРАВЛЯЕМ ПОБЕДИТЕЛЕЙ И ПРИЗЁРОВ ТРЕТЬЕГО ЭТАПА НАШЕГО КОНКУРСА!

Победители: Авраменко Вадим, Атрохова София, Башкиров Александр, Белозерцев Илья, Голятин Артём, Гончаров Арнольд, Дайловская Дарья, Даранчук Максим, Лимонов Владимир, Лопатин Семён, Мурин Константин, Николаев Михаил, Николаевский Иван, Салдаева Алиса, Селютин Степан, Слясская Диана, Ханмагомедова Зумруд, Ханмагомедова Мелек, а также кружок «Занимательная математика».

Призёры: Алтайская Антонина, Бакирова Айзиля, Бычков Валерий, Горячев Виктор, Карпенко Кира, Лизогубов Яромир, Мирошников Валерий, Мошкович Мария, Печёнов Андрей, Соломина Марина, Токарева Дарина, Федяков Михаил, Фиалковский Максим, Хованова Мария, Ярыгин Нестор, а также кружки «Маг5-6», «Озарчата», «По стопам Лобачевского», маткружок МурНВМУ и команда «Игрозаврики».

ЖЕЛАЕМ УСПЕХОВ В НОВОМ КОНКУРСЕ!

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 III тура, с которыми справитесь, не позднее 5 декабря 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!

III ТУР

11. Имеются три карточки: с числом $\frac{1}{4}$, числом $\frac{1}{3}$ и числом $-\frac{1}{2}$. Если в автомат положить три карточки с числами, то через секунду он вернёт их и ещё одну, на которой напечатана сумма чисел на тех трёх карточках. Правда ли, что какое натуральное число ни назови, можно (использовав автомат несколько раз) напечатать карточку с этим числом?

12. Готовясь к олимпиаде, Петя и Вася в течение 10 дней решали задачи. В каждый следующий день Петя решал на 1 задачу больше, чем в прошедший, а Вася на 1 задачу меньше. В итоге Вася решил на 90 задач больше, чем Петя. Обязательно ли в какой-то день они решили поровну задач?

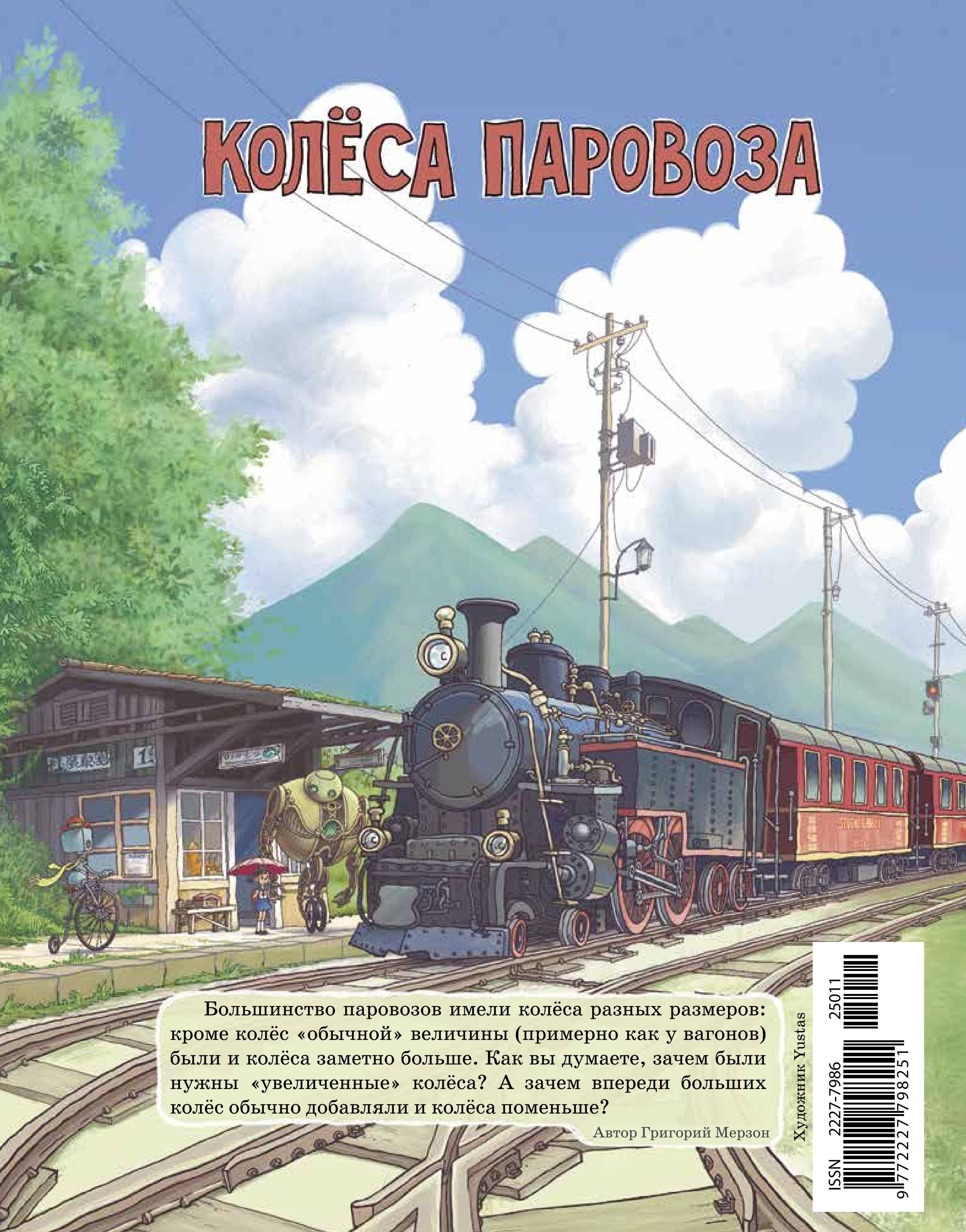
Авторы задач: Михаил Евдокимов (11), Борис Френкин (12), Татьяна Казицына (13), Сергей Шамсутдинов (14), Александр Грибалко (15)

13. Все мыши весили одинаково, а кот весил столько же, сколько все мыши в сумме. Потом мыши съели сколько-то сыра, а после этого кот съел нескольких мышей. И теперь опять кот стал весить столько же, сколько оставшиеся мыши. Мышь может съесть сыра не больше, чем её вес. Докажите, что кот съел не более трети мышей.

14. Разделите квадрат 3×3 на пять треугольников с различными площадями так, чтобы все вершины треугольников совпадали с вершинами единичных квадратов.

15. Петя взял чётное число трёхклеточных уголков и сложил из них клетчатый прямоугольник (без дырок и наложений). Может ли быть так, что при любом его разрезании на доминошки найдётся уголок, разрезанный на три части?

Художник Николай Крутиков



КОЛЁСА ПАРОВОЗА

Большинство паровозов имели колёса разных размеров: кроме колёс «обычной» величины (примерно как у вагонов) были и колёса заметно больше. Как вы думаете, зачем были нужны «увеличенные» колёса? А зачем впереди больших колёс обычно добавляли и колёса поменьше?

Автор Григорий Мерзон

Художник Yustas

ISSN 2227-7986