№ 3 | март 2025

Издаётся Московским Центром непрерывного математического образования

e-mail: kvantik@mccme.ru

ЖУРНАЛ КВАНТИК

ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

№3

март 2025

ПРИКЛЮЧЕНИЯ СЕРЕБРА

ОСНОВНАЯ ТЕОРЕМА АРИФМЕТИКИ

БЕСКОНЕЧНЫЕ СТИХОТВОРЕНИЯ

Enter

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» № 3, март 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 84х108/16

Тираж: 4000 экз.

Подписано в печать: 31.01.2025
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

Григорий Идельсон

ПРИКЛЮЧЕНИЯ СЕРЕБРА

Окончание. Начало в «Квантике» № 2, 2025

Испания стала богатейшей страной в Европе и смогла содержать гигантскую армию, которая позволила ей стать доминирующей сверхдержавой во всём мире. Но очень скоро средств стало не хватать.

Гигантский наплыв серебра в Европу повлёк за собой то, что назвали «революцией цен». Если количество производимых товаров не меняется, а объём денег вырастает, то цены растут, происходит инфляция. Это верно в случае, когда государство пытается покрыть свой платёжный дефицит тем, что печатает новые бумажные деньги, но это верно и в случае драгоценных металлов. В течение XVI века цены выросли в 5 – 10 раз. Вдобавок, это ещё и происходило неравномерно: сначала в самой Испании и зависимых от неё Фландрии, Голландии и Южной Италии, потом во Франции и остальной Италии. В течение XVII века «революция цен» добралась до Османской империи. Как турецкое правительство ни боролось с вывозом хлеба в Западную Европу, за всеми частными кораблями не уследишь, а в Европе можно было продать хлеб в несколько раз дороже. В конце концов это отразилось на ценах и в самой Османской империи и привело к её упадку: ей стало нечем платить солдатам.

Бумажные деньги династии Мин (XIV век)

«Революция цен» значительно обесценила поток серебра, текущий из Америки в Испанию, и значительно разорила её финансы. Но главные события развивались на другом конце Земли – в Китае.

В Китае начиная с IX века в ходу были бумажные деньги. Они печатались на специальной бумаге со вставленными шёлковыми волосками, чтобы деньги трудно было подделать. Венецианский путешественник Марко Поло, побывавший в Китае в XIII веке при правлении монголов, пишет, что хан – гениальный алхимик: из бумаги может себе наделать сколько хочет денег, а на них купцы охотно обменяют золото и драгоценности. О том, что от избыточного производства бумажные деньги могут обесцениться, он не знал и не мог догадаться.

В XIV веке Китаем управляла династия Мин. Она осуществляла много дорогостоящих проектов, среди прочего огромные морские экспедиции всё дальше и дальше на запад, так что они даже добирались до Африки. В отличие от европейских экспедиций, которые отправлялись на нескольких небольших кораблях, китайские экспедиции шли целыми флотилиями с 30 000 воинов. Всего было снаряжено семь таких экспедиций. По расходам их можно сравнить с полётом на Луну, а доходов экспедиции не приносили. Все эти расходы покрывались тем, что государство печатало всё новые и новые бумажные деньги. В соответствии со всеми экономическими правилами деньги быстро обесценивались. К 1425 году их стоимость составляла 1/7000 от первоначальной. Население это заметило и, несмотря на строгие запреты, стало использовать в расчётах слитки серебра. Чуть позже и государство объявило, что будет взимать налоги исключительно серебром.

Но в Китае не было серебряной руды. (Ирония истории состоит в том, что в Китае серебряная руда есть, совсем недалеко от Пекина, и в наше время Китай – крупнейший в мире производитель серебра. Только в те времена об этом не знали.) Поэтому Китай полностью зависел от импорта серебра.

Если в Европе соотношение цен серебра и золота составляло 1:12, то в Китае – 1:4. Это значит, что если в Европе или в Южной Америке купить за одну золотую монету 12 серебряных, то в Китае от продажи этих 12 монет можно выручить 3 золотых. При таком перепаде цен серебро многими дорогами потекло в Китай. Значительная часть серебра уходила из Европы на восток и сухопутным путём через многих посредников добиралось до Китая.

ОГЛЯНИСЬ ВОКРУГ

В 1526 году открыли крупнейшее серебряное месторождение в Японии. Япония была в конфликте с Китаем и не торговала с ним, но с 1543 года появились португальцы, которые повезли в Китай японское серебро, а в Японию – китайский шёлк и фарфор.

Японская картина начала XVII века, изображающая португальский торговый корабль. Художник Кано Найдзэн

В 1564 году испанцы захватили Филиппины, и в 1570 году основали новый порт Манилу. В этот порт через Тихий океан привозили американское серебро. Туда же китайские купцы привозили китайские товары: шёлк, фарфор и золото. Как раз в том же 1570 году Южная Америка перестала зависеть от испанской ртути. Многие корабли с серебром поплыли не в Испанию, а на Филиппины, где можно было обменять его на золото в 3 раза выгоднее, чем в Европе.

До сих пор неизвестно, какое количество серебра уплывало в Манилу: известны только официальные данные, то есть та часть, которая облагалась королевскими пошлинами, но это явно была только надводная часть айсберга. Однако известно, что с 1590 года поставки серебра в Испанию стали снижаться. Для

Испании это повлекло за собой катастрофические последствия: ей всё чаще и чаще не хватало денег, чтобы содержать гигантскую армию, необходимую для поддержания великой державы. Солдаты могли выйти из повиновения. Так, например, произошло в Антверпене в 1576 году, когда солдаты, которым несколько лет не платили жалование, учинили страшный погром с грабежами и убийствами. Он вошёл в историю под названием «Испанская ярость».

«Испанская ярость» в Антверпене в 1576 году.
Гравюра Франца Хогенберга

Испанские власти продолжали бороться с утечкой серебра в Китай, и в 1622 году Филиппу IV удалось полностью запретить тихоокеанскую торговлю. Экономическое положение Китая ухудшилось, начались крестьянские восстания. Но ещё оставался японский канал. В 1637 году и он прервался: японским властям не понравилось, что португальцы занимались не только международной торговлей, но и успешным миссионерством – около миллиона японцев приняли христианство.

После этого серебро перестало поступать в Китай, крестьянские восстания переросли в серьёзную гражданскую войну, что привело к падению династии Мин и захвату Китая маньчжурами. Но это уже другая история.

Художник Алексей Вайнер

Математический КРУЖОК

Александр Спивак

ОСНОВНАЯ ТЕОРЕМА АРИФМЕТИКИ

Натуральное число n называют *составным*, если его можно представить в виде произведения двух натуральных чисел, не равных 1. Например, числа 4, 6, 25 и 1001 составные, поскольку $4 = 2 \cdot 2$, $6 = 2 \cdot 3$, $25 = 5 \cdot 5$ и $1001 = 7 \cdot 143$.

Натуральное число называют *простым*, если оно больше 1 и не является составным, то есть не равно произведению никаких двух, не равных 1, натуральных чисел. Например, числа 2, 3, 5, 7, 11, 13 и 17 – простые.

Число 1 не называют ни составным, ни простым.

Зачем напоминать эти определения? Это же всё известно с древности, этому учат в школе. Да, учат. Но следующую теорему в школе часто только формулируют, не доказывают.

Основная теорема арифметики. Любое положительное целое число или равно 1, или является простым числом, или единственным с точностью до порядка множителей способом представимо в виде произведения двух или более простых чисел.

Оказывается, у этой теоремы есть короткое и прозрачное доказательство.

Начнём с того, что возможность разложения на простые множители очевидна: берём любое натуральное число и, если оно составное, разлагаем на два меньших множителя. Если получили простые сомножители – хорошо. Если хотя бы один из сомножителей – составное число, продолжаем разложение на множители.

Так как каждый раз мы переходим к меньшему натуральному числу, процесс рано или поздно завершится.

Перейдём к доказательству единственности (с точностью до порядка множителей, разумеется) разложения на простые множители. Обычно школьники, пытаясь это сделать, рассуждают следующим образом. Если произведение $p_1 p_2 \ldots p_r$ простых чисел равно произведению $q_1 q_2 \ldots q_s$ каких-то других простых чисел, то произведение $q_1 q_2 \dots q_s$ кратно простому числу p_1. В таком случае **хотя бы один из множителей** q_1, q_2, ..., q_s **кратен числу** p_1.

Но если одно простое число кратно другому простому числу, то они равны. Значит, обе части равенства

$$p_1 p_2 \dots p_r = q_1 q_2 \dots q_s$$

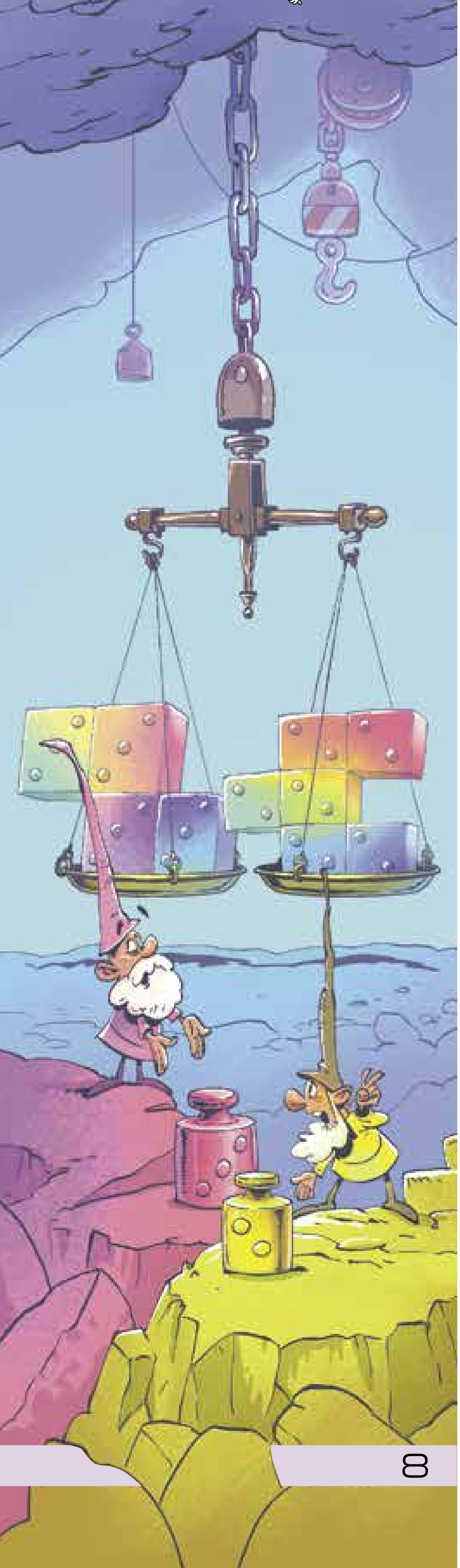
можно сократить на p_1. После этого сократим обе части на p_2 – и так будем сокращать и сокращать, вплоть до p_r. Слева останется 1, а значит, и справа тоже 1, то есть мы всё сократили, и разложения были одинаковы.

Доказали? Ещё нет. Проблема – в утверждении: **«один из множителей** q_1, q_2, ..., q_s **кратен числу** p_1**»**. Его нужно доказывать. То, что числа q_1, q_2, ..., q_s простые, не так уж важно: мы докажем, что если произведение нескольких натуральных чисел (не обязательно простых) делится на простое число, то хотя бы один из сомножителей делится на это простое число. Для этого потребуется

Основная лемма. Если произведение ab положительных целых чисел кратно простому числу p, то хотя бы один из сомножителей кратен числу p.

Вообразим, что основная лемма уже доказана. Если произведение нескольких натуральных чисел кратно простому числу p, то произведение первого из них на произведение остальных кратно числу p. Если первый множитель кратен числу p, то уже всё хорошо. Если же он не кратен числу p, то в силу леммы произведение остальных кратно числу p. Множителей стало на один меньше, опять один из них выделяем, опять либо он кратен числу p, либо произведение оставшихся кратно p. И так далее...

Осталось доказать лемму. Мы это сделаем, но не сразу. Сначала поговорим о дробях. Дроби бывают сократимые и несократимые. Например, дробь $\frac{14}{49}$ сократимая: по основному свойству дроби она равна дроби $\frac{2}{7}$. Вообще, дробь $\frac{A}{B}$ называют *сократимой*, если числитель и знаменатель дроби делятся на одно и то же



натуральное число, большее 1. То есть найдутся такие натуральные числа a и b, что $A = da$, $B = db$, причём $d > 1$, и тогда по основному свойству дробей

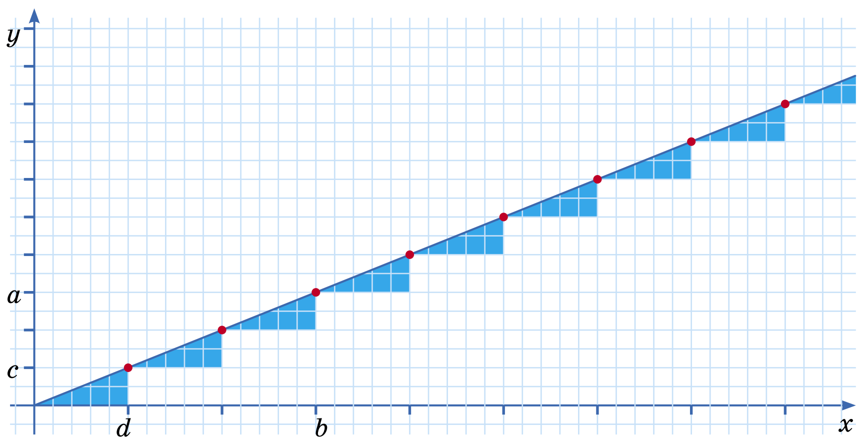
$$\frac{A}{B} = \frac{da}{db} = \frac{a}{b}.$$

Сокращая любую дробь на наибольший общий делитель числителя и знаменателя, мы получаем несократимую дробь. Можно пользоваться основным свойством дроби не один, а несколько раз – сокращать, домножать на какое-то натуральное число числитель и знаменатель, опять сокращать... Оказывается, если мы в какой-то момент получаем несократимую дробь, то эта дробь не зависит от того, сколько раз и как именно мы применяли основное свойство дроби.

Лемма о дробях. Несократимое представление любой дроби единственное.

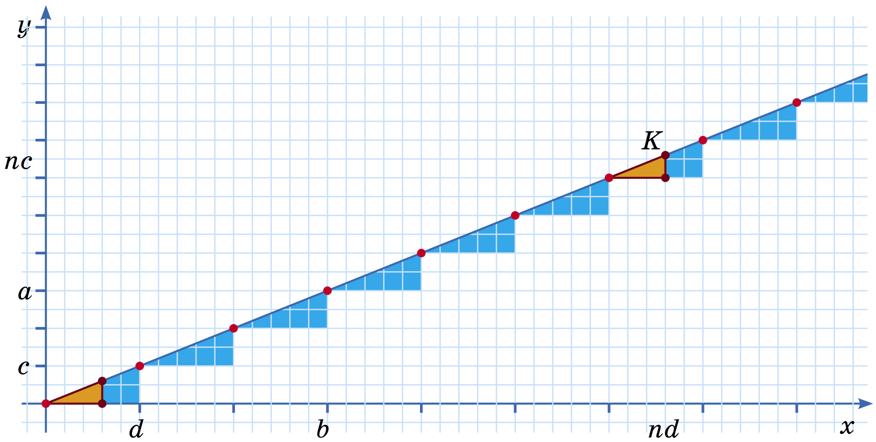
Доказательство. Для любых положительных целых чисел a и b рассмотрим луч, заданный уравнением $y = ax/b$ и неравенством $x > 0$. На луче есть точка с натуральными координатами $(b; a)$ и даже бесконечно много точек вида $(nb; na)$, где n – положительное целое число.

Но не всегда точками вида $(nb; na)$ исчерпывается интересующее нас множество точек с целыми координатами, лежащих на луче. (Например, дробь a/b может быть сократимой.) Рассмотрим лежащую на луче *самую близкую к началу координат* точку $(d; c)$ с натуральными координатами.



На луче лежат все точки вида (nd; nc), где n – натуральное число. Если других точек с натуральными координатами на луче нет, то несократимое представление дроби a/b единственное: это c/d.

Если же на луче есть ещё какая-то точка K с натуральными координатами, то она располагается между двумя соседними точками вида (nd; nc).



Возникает маленький треугольник. Сдвигаем его в начало координат – и получаем противоречие с тем, что точка (d; c) была выбрана как самая близкая к началу координат.

Итак, **несократимое представление любой дроби единственное.**

Теперь легко доказать основную лемму.

Если ab делится на простое число p, то для некоторого целого числа c верно равенство $ab = pc$. Его можно записать в виде

$$\frac{a}{p} = \frac{c}{b}.$$

Несократимый вид дроби $\frac{a}{p}$ – это либо сама эта дробь, и тогда b делится на p, либо дробь со знаменателем 1, и тогда a делится на p. Основная лемма (а значит, и основная теорема арифметики) доказана.

слОВечки выпуск 22

Сергей Федин

БЕСКОНЕЧНЫЕ СТИХОТВОРЕНИЯ

Если ты дошёл до точки,
возвращайся к первой строчке.

Вот было бы здорово изобрести вечный двигатель! Включишь его, а он никогда не останавливается. Правда, учёные говорят, что такой двигатель, который можно потрогать руками, создать невозможно. Зато поэты такой вечный двигатель придумали давно. Это – бесконечные стихотворения. Начнёшь читать такое стихотворение, а оно не кончается, потому что всё время возвращается к своему началу. Одно из них ты наверняка знаешь:

У попа была собака,
Он её любил.
Она съела кусок мяса –
Он её убил.
И в землю закопал,
И надпись написал:
«У попа была собака,
Он её любил...»

А вот ещё один старинный пример, на этот раз про ворону, которая всё никак не высохнет:

Шёл я как-то через мост –
Глядь, ворона сохнет.
Взял ворону я за хвост,
Положил её под мост –
Пусть ворона мокнет.
Снова шёл я через мост –
Глядь, ворона мокнет.
Снова взял её за хвост,
Положил её на мост –
Пусть ворона сохнет.

И так далее...

Бесконечные стихотворения любят и дети, и взрослые – не удивительно поэтому, что они запоминаются почти сразу и на всю жизнь (жаль, не бесконечную). Мне, например, очень нравится «тошнотворная» песенка Михаила Яснова из мультфильма про Чучело-мяучело:

Чучело-мяучело
На трубе сидело,
Чучело-мяучело
Песенку запело.
Чучело-мяучело
С пастью красной-красной –

Всех оно замучило
Песенкой ужасной.
Всем кругом от Чучела
Горестно и тошно,
Потому что песенка
У него про то, что:
Чучело-мяучело
На трубе сидело...

Когда надоест или силы кончатся, эту песенку можно закончить словами: «Чучело-мяучело, ты меня замучило!» Зато другая бесконечная песенка, эфиопская, закончится при исполнении сама собой, потому что её надо петь всё быстрее и быстрее. По моим наблюдениям, где-то к третьему-четвёртому кругу даже самые шустрые певцы выдыхаются. Так что это самое «короткое» бесконечное стихотворение:

А мы – э, а мы – э, а мы – эфиопы,
Мы в А, мы в А, мы в Африке живём.
Мы за, мы за, за прочный мир
в Европе
И пе, и пе, и песенку поём:
«А мы – э, а мы – э, а мы – эфиопы...»

Короткое-то оно, конечно, короткое, но по времени реального исполнения. А вот мне, я думаю, удалось придумать самое короткое по записи бесконечное стихотворение. В нём всего три слова! Да вот оно, полюбуйся:

... Повторение – мать мучения...
Повторение – мать мучения...

В справедливости этого стихотворения, так похожего на известное со школы «правило зубрил» (повторение – мать учения; к этому правилу лет двести назад лентяи придумали язвительное продолжение: «Дочка не виновата, /что мать её глуповата») я убедился на собственном печальном опыте, когда однажды был вынужден бесконечно слушать некую музыкальную пьесу, одну из моих любимых, поставленную на повтор. При этом, не имея возможности укрыться от музыки или остановить её! Так вот, к 20-му прослушиванию этой «пиесы» я уже ненавидел её лютой ненавистью, а к 30-му был готов отдать все имеющиеся у меня деньги (немалая

сумма!), лишь бы не слышать более эти «кошмарные» звуки. При этом я чувствовал – ещё 5–10 прослушиваний, и у меня взорвётся мозг! Но тут, к счастью, пришла помощь, и моя музыкальная пытка закончилась. Больше я эту пьесу никогда не ставил…

Если уж от музыки, притом прекрасной, можно, если её многажды повторять, дойти до умопомрачения, то что тогда говорить о бесконечно повторяемых песнях – там ведь ещё и текст, пусть даже Пушкиным написанный, на психику давит. И всё же я нашёл песню всего из одного двухбуквенного слова, которую, уверен, многие, и я в том числе, готовы слушать бесконечно. Догадались, что это за песня? Если нет, то вот вам подсказка:

Кукушка пеньем слаще соловья –
Его готов хоть вечность слушать я.

Конечно же, «бесконечными» могут быть не только стихи. Прочитай, к примеру, вот эту смешную украинскую небылицу, которой больше ста лет:

Взлетела сорока на дерево, видит, что выбрался рак из воды и на дерево лезет. Лезет и лезет, лезет и лезет, а сорока смотрит и смотрит, смотрит и смотрит, а рак лезет и лезет. Вот лезет он, лезет, лезет, а сорока смотрит и смотрит. Вот смотрит она, смотрит и смотрит, а рак всё лезет и лезет. Лезет он, лезет и лезет… И так далее.

И всё-таки самые интересные «вечные двигатели» получаются у поэтов. Вот какой «кусающий себя за хвост» стишок придумал как-то один из них, Герман Лукомников:

ла.
Не надо
звать врача.
Начинай
читать
снача-

С этим самым стишком одного из моих любимых поэтов у меня связано забавное воспоминание. Несколько лет назад я участвовал в презентации

новых поэтических сборников издательства «Самокат». Один из них, составленный как раз из стихов Германа Лукомникова, представлял он сам. Сначала он минут 20 задумчиво читал стихи из новой книжки, а потом добрался до роковой «повторялки». Прочитав её один раз, он, в соответствии с текстом, стал читать её снача-, но уже с другой интонацией, потом ещё раз, снова и снова. И так 16 минут подряд! Публика покорно внимала...

Когда время, отведённое на презентацию книжек, вышло, какая-то суровая женщина выдернула шнур микрофона из розетки. И только тогда герр Лукомников поднялся со стула, взял свою куртку и, продолжая читать так полюбившееся ему произведение, вышел из зала. Кто знает, может, он читает его до сих пор...

О бесконечных стихах можно говорить бесконечно:), поэтому из гуманных соображений буду закругляться. А напоследок ещё два замечательных «бесконечника». Первый, такой «сердитый», придумал поэт Роман Сеф:

Кто вечно хнычет и скучает,
тот ничего не замечает.
Кто ничего не замечает,
тот ничего не изучает.
Кто ничего не изучает,
тот вечно хнычет и скучает.
Если скучно стало,
начинай сначала.

Ну а второй, такой сладкий, сочинил поэт Игорь Жуков:

Голодный чёрт
Купил себе торт,
В пять минут съел –
Очень растолстел.
Растолстел, ай-ай!
Не влез в трамвай.
Ни грудью, ни бочком –
Пошёл пешком.
До дома добрался –
Опять проголодался...
(Начинай сначала.)

А может быть, вам удастся придумать своё бесконечное стихотворение?

Художник Анна Рацкевич

Фёдор Нилов

КОНФИГУРАЦИИ ИЗ ОКРУЖНОСТЕЙ

Геометрические орнаменты из окружностей нередко встречаются в искусстве, например на римских мозаиках. А есть ли тут интересная математика?

Нарисуем на плоскости квадратную решётку и опишем окружность вокруг каждого квадрата (рис. 1). Получится бесконечное множество равных окружностей, которое обладает таким замечательным свойством:

через каждую точку пересечения окружностей проходят ровно четыре окружности, и на каждой окружности лежат ровно четыре точки её пересечения с другими окружностями.

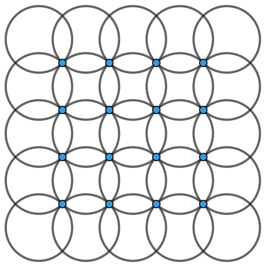


Рис. 1

Фото: Rafael Laguillo, Dreamstime.com

Назовём *конфигурацией* C_n такое множество окружностей на плоскости, что через каждую точку пересечения окружностей проходят ровно n окружностей, и на каждой окружности лежат ровно n точек её пересечения с другими (точки касания тоже считаем пересечением).

Только что мы построили конфигурацию C_4 из бесконечного числа равных окружностей.

Теперь рассмотрим решётку из равносторонних треугольников, их вершины будем называть *узлами*. Для каждого узла построим окружность с центром в этом узле, которая проходит через все соседние узлы. В итоге получится конфигурация C_6 из бесконечного числа равных окружностей (рис. 2).[1]

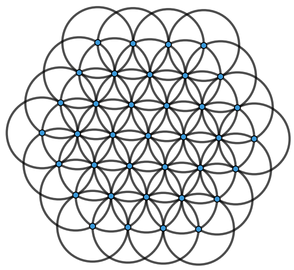


Рис. 2

Фото: Miryam I и Chiswick Chap, wikimedia.org

[1] Этот орнамент называется «цветком жизни».

А что если окружностей конечное число? Рассмотрим три окружности одинакового радиуса, проходящие через одну точку. Теорема Джонсона[2] утверждает, что их вторые точки пересечения всегда лежат на окружности точно такого же радиуса[3] (рис. 3). Получилась конфигурация C_3 из 4 равных окружностей.

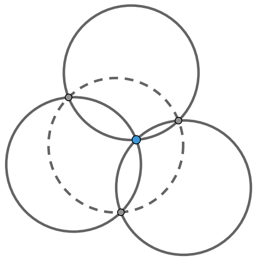


Рис. 3

А если ещё и не обязательно все окружности в конфигурации равны? Построить конфигурации C_2 и C_3 легко. Оказывается, конечные конфигурации C_4 и C_5 тоже существуют[4] (рис. 4).

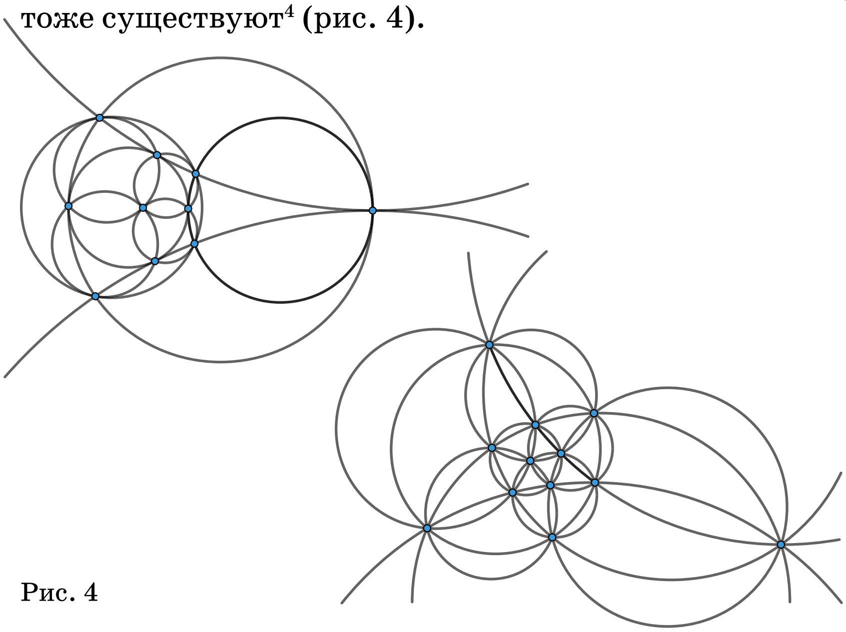


Рис. 4

Упражнение. Докажите, что если C_n конечна, то в ней поровну окружностей и точек пересечения.

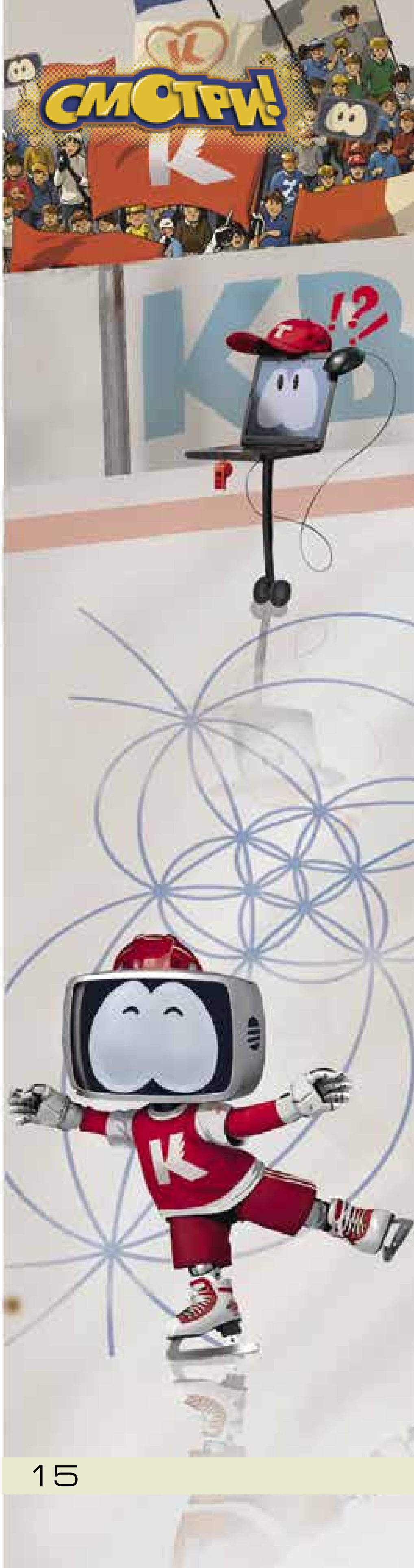
При $n > 5$ конфигурация C_n из конечного числа окружностей, по-видимому, не существует, однако это пока не доказано. Также неизвестны другие примеры конфигураций C_n из (конечного или бесконечного числа) равных окружностей, кроме уже рассмотренных. Может быть, кому-то из читателей удастся получить какие-то продвижения в этих вопросах.

---

[2] См. Г. Фельдман, «Куб из ниоткуда», «Квантик» № 6 за 2014 год.

[3] При этом начальная точка будет являться ортоцентром треугольника с вершинами во вторых точках пересечения.

[4] Вопрос существования таких конфигураций был предложен на XVIII олимпиаде им. И. Ф. Шарыгина в качестве задач.



Художник Татьяна Долгая

Татьяна Корчемкина

ФОТОФИНИШ

В велогонках (да и в других скоростных соревнованиях) часто возникают ситуации, когда несколько спортсменов финишируют почти одновременно, с разницей в сотые или даже тысячные доли секунды. Невооружённым глазом такую разницу не заметить, да и результат наблюдений невозможно будет доказать или оспорить в случае несогласий с принятым решением.

С появлением фототехники, казалось бы, проблема была решена – просто снимаем на камеру момент, когда гонщики пересекают финишную черту, и точный порядок зафиксирован! Но не тут-то было: если вы когда-нибудь пытались сфотографировать быстро движущиеся объекты, то могли заметить, что результат на фото получается размытым. Гонщики же движутся очень быстро – профессиональные спортсмены-велосипедисты могут поддерживать скорость свыше 40 км/ч – а это значит, что и заветную финишную черту они пересекают очень быстро. Например, если два велогонщика едут со скоростью 43,2 км/ч (то есть 12 м/с) и по расстоянию второй отстаёт от первого на 1 см, то отставание по времени – всего лишь 1/1200 секунды! То есть чтобы камера могла заснять в момент пересечения финишной черты отставание на 1 см, она должна снимать очень быстро.

В настоящее время есть камеры, которые могут сделать даже больше 10000 кадров в секунду. Однако определять точный порядок финиширующих спортсменов научились ещё в 1930-х годах, задолго до высокоскоростных камер (и сейчас часто используют этот же принцип). В чём же секрет?

Перед вами изображение, полученное системой фотофиниша на велогонке Tour de France 2024 (красные линии наложены поверх изображения, они отмечают положения крайних точек передних колёс велосипедов у трёх лидирующих спортсменов – именно по этим точкам определяется порядок финиша участников). Посмотрите на изображение и подумайте, как может быть устроена система фотофиниша.

Художник Алексей Вайнер

Обратите внимание на такие вопросы:

1) Почему фон как будто состоит из тонких горизонтальных линий? И почему он такой светлый? В реальности окрестности финишной черты выглядят совсем иначе: дорога не такая светлая, вокруг толпы зрителей, на бортиках – рекламные баннеры...

2) Почему у одних велосипедов колёса идеально круглые, а у других как будто чуть-чуть растянутые?

3) Почему спицы колёс велосипедов на изображении не прямые, а изогнутые, причём каждая по-своему (особенно это заметно у первого и третьего лидирующих велосипедистов)?

Tissot, A.S.O.

Ответ в следующем номере

СВОИМИ РУКАМИ

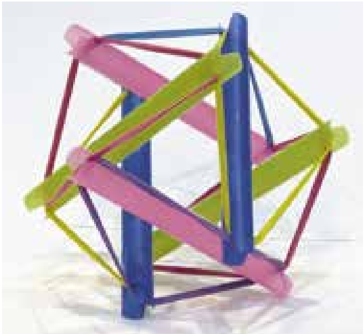
Никита Солодовников,
Наталья Нетрусова

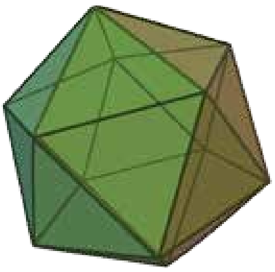
ИКОСАЭДР из соломинок и резинок

Таня зашла в гости к Квантику и обнаружила, что он опять собирает икосаэдр – один из пяти правильных многогранников.

– Квантик, мы же такой уже делали?[1]

– Нет, Таня, смотри, здесь конструкция, которая сама принимает нужную форму.



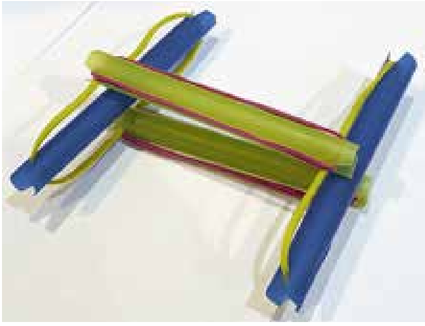


Чтобы собрать такую модель, нам понадобится три разноцветных соломинки для коктейлей, шесть канцелярских резинок и ножницы.

Для начала разрежем каждую соломинку пополам, сделаем на концах небольшие треугольные вырезы и наденем на неё резинку. Удобно, если длина резинки примерно равна длине соломинки – так резинка не растягивается слишком сильно.

– Хорошо, вот у нас получились 6 коротких соломинок, с резиночками на них. А как из этого получить икосаэдр? – не поняла Таня.

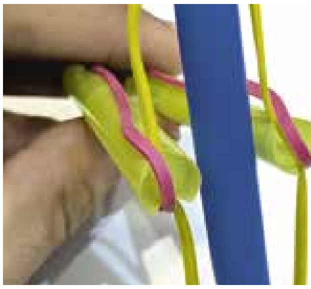
– Давай соединим две пары соломинок, – предложил Квантик.



– Но они же так разваливаются и не держатся?

– Тут есть небольшой секрет: можно жёлтые резинки прижать сверху красными, тогда конструкция держится лучше.

[1] См. статью Н. Нетрусовой «Икосаэдр из ниток» в «Квантике» № 2 за 2024 год.

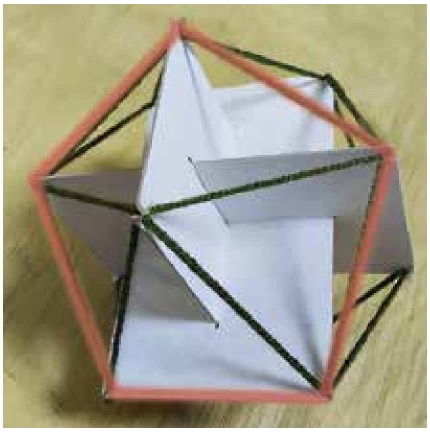


Теперь добавим третью пару – розовые соломинки. Это – самая сложная часть процесса. Если будет всё разлетаться в разные стороны, не пугайся и попробуй ещё раз.

Удобно зажать концы зелёных соломинок между большим и указательным пальцем, так чтобы концы синих смотрели на тебя. Аккуратно вставим розовые соломинки, оттянув их концами середины розовых резинок. Теперь наденем середины синих резинок на концы синих соломинок: сначала на одну с обеих сторон, потом на другую.

Если теперь отпустить конструкцию, она сама примет оптимальное положение. Когда мы оттягиваем две соломинки одного цвета в разные стороны от центра икосаэдра, остальные пары также удаляются от центра. Если же их прижимать к центру, то и остальные пары будут сближаться. Резинка стремится стянуться. Это значит, что когда модель в покое, в сравнении с растянутым или сжатым состоянием, длины резинок минимальны.

– Точно, Квантик, когда мы собирали икосаэдр из ниток и картонных прямоугольников, то у нас длинные стороны прямоугольников как будто играли роль таких соломинок, – заметила Таня.



Художник Мария Усеинова

Фото авторов

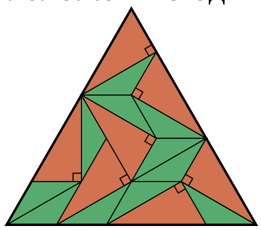
XLVII ТУРНИР имени М.В.ЛОМОНОСОВА
ИЗБРАННЫЕ ЗАДАЧИ

В октябре 2024 года прошёл очередной Турнир Ломоносова – ежегодная олимпиада с заданиями на очень разные темы, от математики и физики до истории и лингвистики. Можно было поучаствовать сразу в нескольких конкурсах, распределив время. Приводим некоторые задачи этого турнира (в скобках после номера задачи указаны классы, в которых она предлагалась).

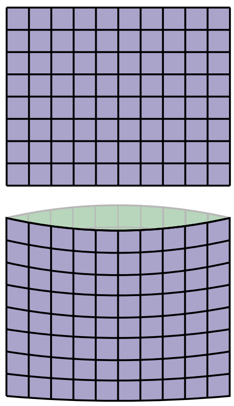
Математика

1 (6 – 7). В ребусе ТУР + ТУР + … + ТУР = ТУРЛОМ одинаковые буквы заменяют одинаковые цифры, разные буквы заменяют разные цифры. Часть одинаковых слагаемых мы заменили многоточием. Сколько всего может быть ТУРов, чтобы ребус имел решение? Найдите наименьшее и наибольшее количества.

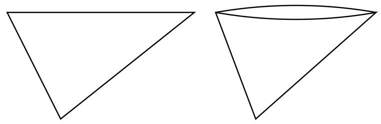
2 (8 – 9). Правильный треугольник сложен из одинаковых прямоугольных (красных) и одинаковых равнобедренных (зелёных) треугольников так, как показано на рисунке. Чему равна площадь правильного треугольника, если площадь зелёного треугольника равна 1? При необходимости округлите ответ до двух знаков после запятой.



3 (10 – 11). Таня сделала кошелёк из двух клетчатых кусочков ткани 8×10, наложив их друг на друга и сшив друг с другом края обеих пар коротких сторон и нижних длинных сторон (см. рисунок, сверху сплющенный кошелёк, снизу приоткрытый).



Хулиган Вася сделал прямолинейный надрез на переднем слое ткани от одного узла сетки до другого. Но Таня не расстроилась, потому что смогла сложить из надрезанного кошелька кулёк (в сплющенном виде это двухслойный треугольник, не обязательно равнобедренный, нескреплённые стороны совпадают – пример кулька в сплющенном и в приоткрытом виде показан на рисунке ниже).



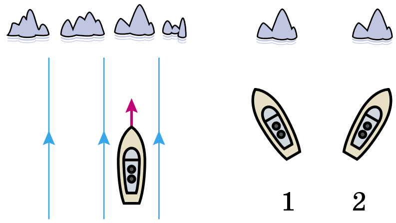
Отметьте на рисунке-кошельке два узла сетки, между которыми мог провести надрез Вася.

Физика

1 (6 – 11). Если днём взять в вытянутую руку спичку и смотреть одним глазом, то заслонить её головкой

маленькую точку, нарисованную на листе бумаги, совсем несложно. Однако если попробовать повторить то же самое в тёмное время суток (в качестве точки можно использовать, например, яркую звезду), то этого сделать не получится – звезда всё равно будет видна. Объясните это явление.

2 (6–11). Мощное течение несёт корабль на скалы. Капитан дал команду «Полный назад», однако корабль продолжает медленно приближаться к препятствию. Решив обогнуть скалы, капитан отдаёт команду «Право руля».



а) Как повернётся после этого корпус корабля – как на рисунке 1 или как на рисунке 2?

б) Куда начнёт смещаться корабль – влево или вправо по рисунку?

Астрономия и науки о Земле

1 (6–11). Соотнесите географический объект на Земле и утверждение.

Самая высокая гора от подножья	Антарктида
Самая высокая точка над уровнем моря	Байкал
Самая удалённая точка от центра планеты	Гренландия
Самое глубокое озеро	Каспийское море
Самое глубокое место	Марианская впадина
Самое большое озеро по площади	Мауна-Кеа
Самое большое море	Саргассово море
Самая большая пустыня	Чимборасо
Самый большой остров	Эребор
Несуществующее место	Эверест

2 (6–11). В фильме «Контакт» юная главная героиня, работая с радиоприёмником, смогла услышать передачу на большом расстоянии, чего не могла сделать раньше. Отец главной героини на её вопрос, а можно ли поймать радиосигнал от радиолюбителя, который находится на ещё большем расстоянии, отвечает, что можно, но в ясный день.

Как вы думаете, связана ли погода с распространением радиоволн? Если да, то почему именно в ясный день можно принять сигнал с большего расстояния, если нет, то какие атмосферные эффекты могут влиять на связь?

3 (6 – 11). При извержении вулканов часто можно видеть молнии. С чем это связано?

История

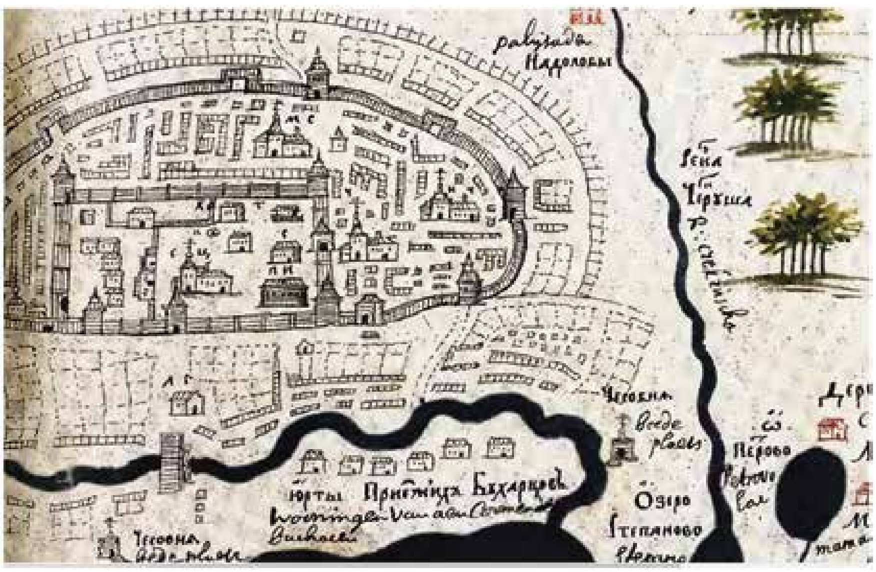
(6 – 11). Перед вами предисловие и фрагмент старинной карты (внизу).

«*Чертёжная книга учинися по указу Великого Государя, Царя и Великого князя Петра Алексеевича, всея Великия и Малыя и Белыя Росии Самодержца, всей Сибири и городов, и земель налично описанием с прилежащими жительствы в лето от создания света 7209-го, от Рождества Христова 1701-го году, генваря в 1 день*».

Внимательно прочитайте предисловие, ознакомьтесь с картой и ответьте на вопросы:

1. По приведённому фрагменту определите, где север.
2. Что на изображении нарисовано подробнее всего? Как вы думаете, с чем это связано?
3. Можно ли это изображение назвать картой в современном смысле слова? Почему?
4. Как вы думаете, с чем связано упоминание в предисловии к карте сразу двух вариантов датировки?

Художник Сергей Чуб



Татьяна Корчемкина,
Григорий Мерзон

Вывернуть наизнанку

На текстильной фабрике выпускают (в том числе) пододеяльники: два куска материи складывают лицевыми сторонами друг к другу и сшивают по периметру, оставляя в одном крае прорезь. Но после этого пододеяльник нужно вывернуть наизнанку, чтобы швы оказались внутри.

Попробуйте придумать машину, которая помогает делать это быстро и не слишком сложно устроена (например, робот-манипулятор, запрограммированный выворачивать пододеяльник так же, как это делал бы руками человек, не годится).

Художник Елена Цветаева

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

Предлагайте задачи собственного сочинения: лучшие будут опубликованы. Так, семиклассник Вадим Авраменко, составивший задачу № 6, выступал в качестве автора нашего конкурса уже неоднократно.

II ТУР

6. По названию этого оружия можно догадаться, из дерева какой породы его первоначально изготавливали. Что это за оружие?

В. Н. Авраменко

7. Этот полезный предмет примерно в 150 раз больше своего названия. Что это за предмет?

И. Ф. Акулич

КОНКУРС
ПО РУССКОМУ ЯЗЫКУ

8. *от* – 2; *к* – 3; *сквозь* – 4; *в* – 4, 6; *под* – ...?

И. Б. Иткин

9. – Какие вкусные пироги печёт моя бабушка! – хвастался Вовочка одноклассникам, вернувшись из деревни. – А большие какие! Прямо УХВАТНЫЕ!

– УХВАТНЫЙ пирог ни в одну печку не влезет! – съехидничала отличница Машенька. – А бабушка твоя, наверное, печёт ОХВАТНЫЕ пироги. Они действительно очень вкусные.

Какие прилагательные мы заменили на УХВАТНЫЕ и ОХВАТНЫЕ?

Л. З. Иткина

10. Обычно прилагательное с приставкой *без-* (*бес-*) означает «совсем не Х» – например, *бестолковый* = «совсем не толковый». Найдите прилагательное с приставкой *без-* (*бес-*), которое означает «очень-очень Х».

С. И. Переверзева

Художник Николай Крутиков

КОНКУРС ПО РУССКОМУ ЯЗЫКУ

В этом номере мы подводим итоги прошлогоднего конкурса по русскому языку.

ПОЗДРАВЛЯЕМ ПОБЕДИТЕЛЕЙ! ИМИ СТАЛИ:

Авраменко Вадим	Москва	школа № 1568	7 кл.
Аладышев Святослав	Владимир	гимназия № 23	10 кл.
Алтайская Антонина	Москва	школа № 1590	7 кл.
Гусев Ян	Санкт-Петербург	школа № 534	9 кл.
Егорова Екатерина	Вологда	гимназия № 2	3 кл.
Жигло Сергей	Москва	школа № 1543	6 кл.
Николаев Михаил	Москва	школа № 1788	7 кл.
Павлов Миша	Санкт-Петербург	школа № 655	3 кл.
Полозова Тася	Москва	школа № 548	4 кл.
Ханмагомедова Зумруд	Москва	школа № 444	6 кл.
Ханмагомедова Мелек	Москва	школа № 444	7 кл.
Ченцов Фёдор	Гороховец	семейное обучение	7 кл.
Чернобровкина Анна	Ярославль	школа № 13	9 кл.
Чугунова Аня	Санкт-Петербург	гимназия № 74	6 кл.

ПОЗДРАВЛЯЕМ ПРИЗЁРОВ! ИМИ СТАЛИ:

Амбарцумова Тамара	Королёв	школа № 1	8 кл.
Башкатова Ксения	Елец	гимназия № 97	5 кл.
Волигов Марк	Москва	Татьянинская частная школа	6 кл.
Гусамов Азат	Елабуга	Инженерно-технологический лицей	8 кл.
Дроздов Александр	Москва	школа № 57	5 кл.
Жукова Алиса	Копейск	школа № 7	9 кл.
семья Зизевских	Липецк; мама Зизевских Ольга Владимировна и дети: Зизевских Всеволод, 11 кл., и Зизевских Андрей, 7 кл.		
Иванов Андрей	Балашиха	школа № 3	8 кл.
Конаков Егор	Москва	школа № 2103	3 кл.
Копыркина Виктория	Москва	школа № 1245	2 кл.
Лапшова Зоя	Омск	МОЦРО № 117	9 кл.
Лебедев Иван	Липецк	гимназия №12	6 кл.
Логоткин Александр	Москва	Университетский лицей № 1523	11 кл.
Рехлова Элла	Татарстан, Альметьевский р-н	школа пос. Миннибаево	7 кл.
Сергеева Анна Агнесс	Москва	школа № 1245	2 кл.
Серкова Елизавета	Омск	гимназия № 115	6 кл.
Сидоренко Варвара	Углич	ФМЛ	7 кл.
Слясская Диана	Петрозаводск	Университетский лицей	7 кл.
Толмачева Ксения	Москва	школа № 199	8 кл.
Федотова Дарья	Казань	СУНЦ IT-лицей КФУ	8 кл.
Чумаков Денис	Волгоград	лицей № 5 им. Ю. А. Гагарина	10 кл.
Шелихов Максим	Пенза	многопрофильная гимназия № 13	6 кл.

СПЕЦИАЛЬНОЙ ПРЕМИЕЙ ЗА РЕШЕНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ТУРОВ НАГРАЖДАЮТСЯ:

Николаев Михаил	Москва	школа № 1788	7 кл. (за VI тур)
Ченцов Фёдор	Гороховец	семейное обучение	7 кл. (за VI тур)
Чумаков Денис	Волгоград	лицей № 5 им. Ю.А.Гагарина	10 кл. (за IV тур)

БЛАГОДАРИМ ВСЕХ УЧАСТНИКОВ КОНКУРСА!

КОНКУРС ПО РУССКОМУ ЯЗЫКУ, I тур («Квантик» № 1, 2025)

1. *– Знаешь, Знайка, кто такие каскадёры? Это люди, которые со всех сдирают каски!*

– Дурень ты, Незнайка! – отмахнулся Знайка. – Каскадёры – это люди, которые на съёмках фильмов всякие сложные трюки исполняют.

– Сам ты дурень, да ещё и зануда! – обиделся Незнайка. – Совсем шуток не понимаешь.

– Шутить тоже надо уметь! – стоял на своём Знайка. – Если бы слово «каскадёры» означало то, что ты говоришь, ...

Закончите мысль Знайки.

Знайка, конечно, зануда, но он прав: если бы слово *каскадёры* означало «сдиратели касок», это было бы сложное слово с двумя корнями, которое **писалось бы *каскодёры*** (вспомним такие слова, как *живодёр* (бр-р), *гвоздодёр* (это инструмент такой), *горлодёр* (любитель «драть горло», кричать, когда не надо)). В русском языке есть соединительные гласные *о* и *е*, а соединительной гласной *а* нет.

2. *В существительном X чётное число букв. Буква, стоящая на первом месте, встречается в нём n раз, буква, стоящая на втором месте, n–1 раз и так далее, пока буквы не начнут повторяться. Найдите X.*

Без учёта редких имён собственных пока обнаружено только одно слово, удовлетворяющее приведённой формуле: это слово ***баобаб***. Такие слова, как *ананас*, *окорок* или *окошко*, не подходят: в них буквы начинают повторяться раньше, чем появляется третий согласный.

3. *Чтобы часы тебя не НАДУВАЛИ, их иногда бывает нужно НАДУВАТЬ. Какой глагол мы заменили на НАДУВАТЬ?*

Каждый владелец механических часов знает: чтобы такие часы тебя не **подводили**, их нужно время от времени **подводить**.

4. *Если этот коротенький глагол в повелительном наклонении произнести задом наперёд, получится другой глагол в повелительном наклонении. Напишите оба глагола.*

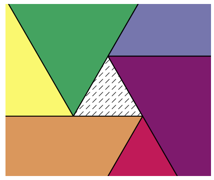
Речь идёт о паре глаголов ***шей*** [шэй] ~ ***ешь*** [йэш].

5. *В одном научном сочинении для некоторого знака предлагается использовать название «плинус». Нарисуйте этот знак.*

Название «плинус» – сокращение от «плюс-минус» (±, +–). Научная работа, в которой было предложено это название, – как ни странно, не книга по математике, а грамматика языка североамериканских индейцев чикасо.

НАШ КОНКУРС, V тур («Квантик» № 1, 2025)

21. *Замок имеет форму правильного треугольника. Барон хочет расставить часовых на стенах замка так, чтобы каждая точка вне замка была в поле зрения часовых. Хватит ли шести часовых, если часовой видит всё в пределах угла 60°, причём замок не должен загораживать обзор? В одной точке можно располагать несколько часовых.*



Ответ: да, см. рисунок. На рисунке замок – это заштрихованный треугольник в центре, в каждой вершине стоит по два часовых, разными цветами закрашены области, которые видят разные часовые.

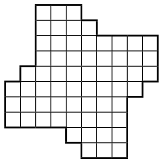
22. *Вася в течение 7 дней подряд решал задачи (не меньше чем по одной), причём в каждый следующий день он решал на 1 задачу больше, с единственным исключением: в воскресенье Вася решил столько же задач, сколько и в субботу. Всего он решил 24 задачи. Сколько задач Вася решил в среду?*

Ответ: 6. Если бы в первый день Вася решил хотя бы 2 задачи, то за 6 дней помимо воскресенья он решил бы не менее $2+3+4+5+6+7=27$ задач, а по условию – только 24. Значит, в первый день Вася решил 1 задачу, а за все дни, кроме воскресенья, $1+2+3+4+5+6=21$ задачу. Оставшиеся $24-21=3$ задачи Вася решил в воскресенье, значит, в среду он решил 6 задач.

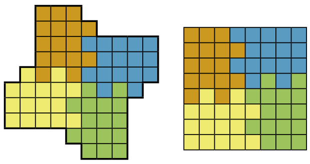
23. *Набор домино состоит из 28 различных прямоугольников 1×2, в клетках которых поставлено от 0 до 6 точек. Петя сложил все доминошки в произвольном порядке в кольцо так, что получилась прямоугольная рамка толщиной в клетку доминошки. Затем Вася склеил все доминошки по соседним сторонам, а потом разрезал каждую доминошку на две половинки. Могло ли оказаться, что полученные Васей доминошки тоже образуют полный набор?*

Ответ: могло. Будем обозначать доминошку с *a* и *b* точками на половинках как *ab*. Выложим доминошки в порядке 00, 01, 02, ..., 06, 11, 12, ..., 16, 22, 23, ..., 26, 33, 34, 35, 36, 44, 45, 46, 55, 56, 66. После склеивания и разрезания получим доминошки 60, 00, 10, 20, ..., 50, 61, 11, ..., 51, 62, 22, ..., 52, 63, 33, 43, 53, 64, 44, 54, 65, 55, 66. В каждой группе доминошек, «начинавшихся» с клетки с одним и тем же количеством точек, встречаются все те же доминошки, только теперь они «повёрнуты» в обратную сторону, и доминошка с 6 точками на другой клетке переставлена в начало – то есть снова получился полный набор.

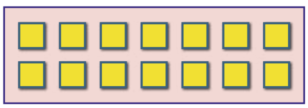
24. *Фигуру-«вертушку», изображённую на рисунке, разрежьте на четыре равные (и по форме, и по размеру) части так, чтобы из них можно было сложить квадрат, без наложений и просветов.*



Ответ: см. рисунок.

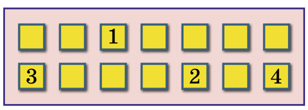


25. *На столе лежат шкатулки – 7 вверху и 7 внизу так, как на рисунке. В одной из шкатулок находится Волшебный цветок. Если открыть эту шкатулку, то начинает играть вальс. Если открыть шкатулку, в которой нет Волшебного цветка, но он находится в одной из соседних шкатулок (слева, справа, сверху или снизу), то звенит колокольчик. Какое наименьшее количество шкатулок надо открыть, чтобы точно понять, в какой шкатулке находится Волшебный цветок?*



Ответ: 4. Покажем сначала, как за 4 попытки гарантированно понять, в какой шкатулке цветок.

Выберем шкатулки 1, 2, 3 и 4 как на рисунке, и будем открывать их по очереди, пока не услышим какой-нибудь звук. Если это вальс, то мы нашли цветок. Если колокольчик зазвенел после открывания шкатулки 1 или 2, то шкатулка с цветком – одна из трёх соседних, и, проверив две из них, мы либо найдём цветок, либо поймём, что он находится в оставшейся. Если колокольчик зазвенел после шкатулки 3, то, аналогично, цветок находится в одной из двух соседних с ней шкатулок, и, открыв любую из них, мы поймём, в ней был цветок или в другой. Наконец, если и после шкатулки 3 мы не услышали звуков, то осталось только 3 шкатулки, в которых может быть цветок. Звук при открытии шкатулки 4 скажет, находится ли цветок в ней (вальс), в соседней шкатулке (колокольчик) или в оставшейся (тишина).



За три попытки найти шкатулку с цветком не получится: у каждой шкатулки не более 3 соседей, поэтому 3 открытые шкатулки и их соседи – это не более 12 шкатулок. Если все 3 раза, открыв шкатулку, мы не услышали никакого звука, то цветок может быть в любой из по крайней мере 14 – 12 = 2 оставшихся шкатулок, то есть определить его положение мы не сможем.

КАК ВЗВЕСИТЬСЯ В НЕВЕСОМОСТИ?

(«Квантик» № 2, 2025)

Пускай астронавт возьмёт в руки тяжёлую гирю известной массы и бросит её от себя. Гиря полетит в одну сторону, а астронавт – в противоположную. Сфотографируем положение астронавта и гири до броска и через какое-то время после броска. Посмотрим, на сколько гиря улетела дальше, чем астронавт. Оказывается, масса астронавта больше массы гири ровно во столько же раз!

Разберёмся, почему так получается. *Центр масс* двух тел во столько раз ближе к первому из них, во сколько раз этот груз тяжелее. До броска центр масс – в «точке», где находятся гиря и астронавт. И потом центр масс не двигается (пока астронавт и гиря не взаимодействуют ни с чем ещё – не врезаются в стенки, например). То есть отношение масс (которое нас интересует) равно отношению расстояний до начальной точки (а их мы можем измерить).

Этот способ не очень практичен (на космической станции довольно мало места, чтобы кидаться гирями) и в реальности астронавты используют другой способ. Он основан на том, что колебания грузика на пружинке происходят по-разному для грузиков разной массы. Такое «взвешивание» астронавтов показано в ролике kvantik.com/short/weigh – посмотрите, это довольно забавно выглядит.

XLVII ТУРНИР ЛОМОНОСОВА.

Избранные задачи

Математика

1. Ответ: наименьшее возможное количество туров 1002, наибольшее – 1009.

ТУРЛОМ = ТУР · 1000 + ЛОМ, то есть слагаемых не меньше 1000, и ЛОМ также равен сумме нескольких ТУРов. Поскольку оба эти числа – трёхзначные, в ЛОМе не больше девяти ТУРов; но и не меньше двух (поскольку разные буквы заменяют разные цифры, ЛОМ не может быть равен ТУРу и не может быть равен 0). Может ли ЛОМ состоять ровно из двух или ровно из девяти ТУРов? Да: если ТУР = 135, то ТУР · 2 = = 270, а если ТУР = 103, то ТУР · 9 = 927. Значит, наименьшее количество ТУРов в ТУРЛОМе равно 1002, а наибольшее – 1009.

Комментарий. Для 1003, 1004, ... 1008 слагаемых ребус также имеет решения.

2. Ответ. 25.

Заметим, что нижняя сторона правильного треугольника складывается из гипотенузы красного и трёх боковых сторон зелёного треугольника, а левая сторона – из двух гипотенуз красного треугольника и бокового ребра зелёного. Значит, гипотенуза красного треугольника в два раза больше бокового ребра зелёного, а сторона большого правильного треугольника в 5 раз больше бокового ребра зелёного. Нарисуем треугольную сетку так, чтобы вдоль стороны большого правильного треугольника помещалось ровно 5 маленьких (рис. 1).

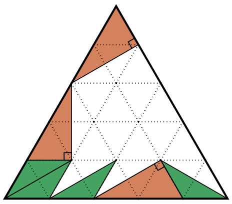


Рис. 1

Заметим, что два зелёных треугольника в левом нижнем углу занимают ровно два треугольника сетки: боковые стороны зелёных треугольников равны сторонам треугольников сетки, а два угла при основании складываются в угол правильного треугольника. Значит, площадь двух треугольников сетки равна площади двух зелёных, и площадь одного треугольника сетки равна 1. Осталось подсчитать, на сколько треугольников сетки разбит большой треугольник: на 25.

Комментарий. Можно показать, что все вершины треугольников разбиения также лежат на треугольной сетке (рис. 2).

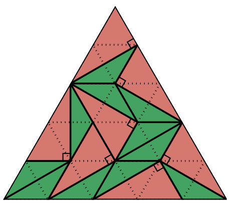


Рис. 2

3. Ответ: все возможные способы даны на рисунке 3.

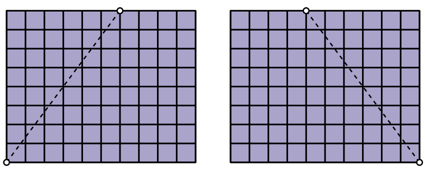


Рис. 3

Для начала поймём, как можно из надрезанного кошелька получить кулёк. Если прорезь Васи не доходит до верхнего края кошелька, то как ни складывай – кулёк не получится: в прорезанном кошельке две «дырки», а у кулька она только одна. Значит, надрез должен идти от одной из точек на верхнем крае кулька. Кроме того, у кулька только один угол, а у кошелька их два, причём, поскольку сумма плоских углов при них меньше 360°, расплющить угол кошелька в плоскую ткань не получится. Значит, надрез идёт от одного из углов до верхней стороны. Попробуем понять, в какую именно точку на верхнем крае идёт разрез. Отогнём верхний слой кошелька (рис. 4). Края у кулька должны получиться ровные, значит, точки A и A' будут вершинами верхнего края кулька: при остальных точках нового края, включая точку B, угол или сумма углов равны 180°.

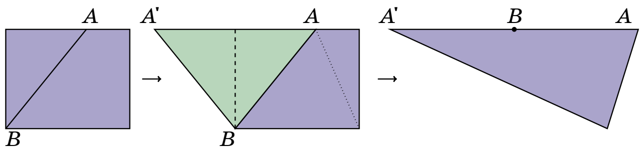
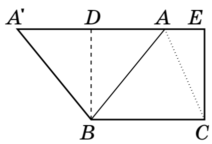


Рис. 4

Чтобы понять положение точки A на верхней грани, вычислим длину AB.

Точка A станет углом кулька, значит, углы BAC и CAE после перегибания фигуры в кулёк должны совместиться. Однако в силу параллельности сторон BC и DE имеем $\angle CAE =$ $= \angle ACB$, значит, $\angle BAC = \angle ACB$, и треугольник ABC – равнобедренный. Таким образом, $AB = BC = 10$.



Теперь по теореме Пифагора $AD = \sqrt{10^2 - 8^2} =$ $= 6$, то есть точка A находится на расстоянии 6 клеток от верхнего угла кошелька.

Комментарий. Разрезать таким образом кошелёк и сложить из него кулёк можно и при других соотношениях сторон – важно лишь, что верхняя сторона кошелька не короче вертикальной. В этом случае надрез $AB = BC > BD$ и $AB = DE < BE$, значит, подходящая точка A на верхней стороне кошелька найдётся.

Физика

1. Лучи света, приходящие к нам от удалённого источника (например, звезды), идут практически параллельно друг другу. Поэтому для того, чтобы препятствие (головка спички) смогло заслонить такой источник от нас, оно должно быть больше зрачка нашего глаза). При ярком освещении зрачок нашего глаза сужается, чтобы защитить глаз от слишком большого количества света. Его размер оказывается меньше размера спичечной головки, в результате такое препятствие заслоняет от нас точечный источник, даже если спичка гораздо ближе к глазу, чем источник (рис. 1). В темноте (ночью) зрачок, наоборот, максимально расширяется, чтобы уловить хоть немного света и дать нам возможность видеть предметы. Его размер становится больше размера спичечной головки и свет «в обход» неё попадает нам в глаз – звезду на ночном небе мы всё равно видим (рис. 2).

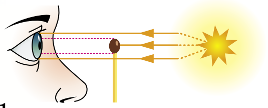


Рис. 1

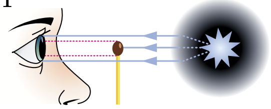
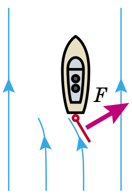


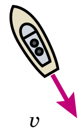
Рис. 2

2. а) Ответ: как на рисунке 1 из условия. По команде «Полный назад» судовой механик меняет направление вращения гребных винтов судна на противоположное. Винты начинают отбрасывать воду не назад, а вперёд. В результате судно начинает двигаться «задним ходом» (относительно воды). То, что наш корабль при этом продолжает сносить на скалы, означает, что скорость течения больше скорости его хода относительно воды. Руль корабля (точнее, перо руля) представляет собой вертикальную пластину, находящуюся под водой в районе кормы (задней точки корабля). Перо руля может поворачиваться вокруг вертикальной оси. Когда судно идёт прямо, перо руля расположено вдоль оси корабля. По команде «Право руля» рулевой поворачивает штурвал вправо, при этом перо руля поворачивается так, как показано на рисунке справа (пропорции нарушены – перо руля изображено непропорционально большим).



Поскольку наш корабль движется задним ходом, поток воды набегает на него сзади. При этом перо руля отбрасывает этот поток влево, поэтому на него действует сила давления, направленная вправо. Значит, корабль повернётся так, как показано на рисунке 1 из условия.

б) Ответ: вправо. Корабль движется задним ходом, при этом его скорость относительно воды направлена вдоль его корпуса. Поэтому, когда он повернётся так, как показано на рисунке 1 из условия, его скорость повернётся точно так же (см. рисунок справа). Значит, относительно воды он начнёт смещаться вправо. Поскольку вода не движется вдоль линии скал (течение направлено перпендикулярно этой линии), то и относительно скал корабль будет смещаться вправо.



Астрономия и науки о Земле

1.

Самая высокая гора от подножья	Мауна-Кеа
Самая высокая точка над уровнем моря	Эверест
Самая удалённая точка от центра планеты	Чимборасо
Самое глубокое озеро	Байкал
Самое глубокое место	Марианская впадина
Самое большое озеро по площади	Каспийское море
Самое большое море	Саргассово море
Самая большая пустыня	Антарктида
Самый большой остров	Гренландия
Несуществующее место	Эребор

2. Распространение радиоволн зависит от длины волны. Электромагнитные волны разной частоты могут поглощаться различными газами и пылью. Радиоволны с длиной волны от 1 мм до 15 – 30 м не поглощаются ни водой, ни кислородом, ни азотом, ни пылью. Для увеличения дальности передачи радиосигналов более важными, чем погода, являются выбор метода и использование подходящей длины волны.

Атмосферные условия также влияют на радиосигналы. Дальность распространения ограничена горизонтом (шарообразностью Земли). За горизонт излучение может зайти благодаря рефракции, которая зависит от плотности атмосферы и содержания влаги в воздухе. Лучшие условия для рефракции возникают во время температурных инверсий, которые чаще всего возникают во время действия антициклона и в морозные ясные дни. Облачность может стать благоприятным фактором, увеличивающим угол преломления. Перистые облака могут быть признаком оптимальных условий для радиосвязи.

Также для передачи сообщений за горизонт можно использовать отражение от ионосферы. Ионосфера состоит из ионов, которые образуются под действием солнечного излучения и ветра. Радиоволны с длиной волны от 10 м до 100 м хорошо отражаются от ионосферы. Качество отражённого сигнала зависит от плотности и толщины ионосферы, которая меняется в зависимости от активности Солнца, времени суток и времени года. Однако свойства ионосферы не зависят от облачности или других погодных явлений!

Кроме того, существуют ограничения радиолюбительской связи. Радиолюбители не могут использовать всепогодные частоты, зарезервированные для радио, телевидения, телефонной связи и т. д. Хотя молнии могут создавать помехи во всех диапазонах.

3. При извержении вулкана воздух рядом с ним быстро нагревается и поднимается вверх. Движение воздуха осуществляется за счёт конвекции. Во время извержения вулкана с поверхности земли испаряется много воды, также выделяется вода из магмы. В верхних слоях тропосферы пар быстро остывает и кристаллизуется в ледяные кристаллы.

Механизм генерации электрических зарядов в вулканических грозах почти идентичен процессу формирования обычных молний. Статическое электричество генерируется столкновением пепла в вулканическом облаке с ледяными кристаллами. При большом количестве зарядов в небе возникает электрическое поле, достаточное для пробоя, что приводит к появлению молний.

История

1. Достаточно посмотреть, куда направлены апсиды церквей – алтарную часть обычно ориентировали на восток. Значит, север на изображении внизу, а юг – наверху.

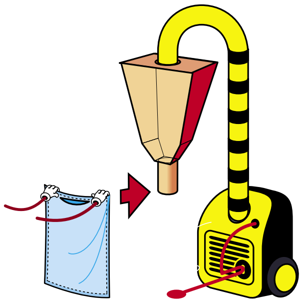
2. Подробно указаны укрепления города, мост (объекты, которые мы сейчас бы назвали стратегическими). Подробно обозначены церкви и часовни, как в черте укреплений, так и за ними. А вот городские кварталы лишь намечены трассами улиц и границами участков. Также С. У. Ремезов специально отметил «юрты приезжих бухарцев», а внутри острога обозначил некоторые здания (вероятно, административные).

Всё вместе это характеризует восприятие и репрезентацию пространства русским служилым человеком, живущим в Сибири (кем и был Ремезов): он отмечает не столько экономический, сколько военный потенциал города, обозначает места кочевий иноземцев. Также важную роль на чертеже играют церкви. Возможно, такая «иерархия ценностей» была обусловлена и тем, что «Чертёжная книга Сибири» создавалась не в ходе имущественных споров или описания городских дворов (как многие другие чертежи XVII в.), а как атлас Сибири.

3. Это изображение – скорее чертёж, чем карта в современном смысле слова. При её создании Ремезов не использовал сетку координат, масштаб. Система условных знаков, хотя и присутствует, была разработана самим Ремезовым. В целом изображение схематизировано неоднородно: если городские кварталы прорисованы условно, то, например, стены острога изображены достаточно натуралистично.

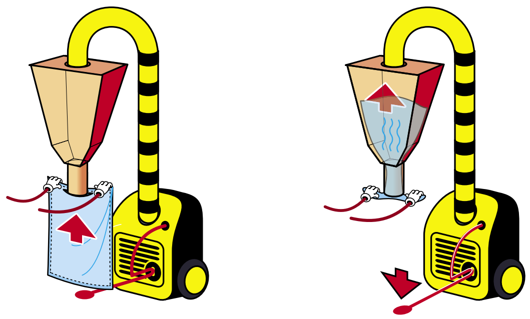
4. Использование двойной даты (от Рождества Христова и от сотворения мира) отражает переходное состояние русского общества и культуры: совсем недавно Пётр I ввёл новый стиль летоисчисления, который не успел ещё прижиться окончательно.

ВЫВЕРНУТЬ НАИЗНАНКУ



Соорудим что-то похожее на гигантский пылесос: сверху треугольная камера, ширина основания и высота которой чуть больше ширины и длины пододеяльника, а снизу – труба; по нажатию педали устройство начинает всасывать воздух.

Тогда можно «погрузить» трубу в прорезь только что сшитого пододеяльника, нажать на педаль – и «пылесос», втягивая воздух, втянет вместе с ним и пододеяльник! В результате внутри камеры окажется вывернутый лицевой стороной наружу пододеяльник – остаётся отключить «пылесос», убрав ногу с педали, и вытащить вывернутый пододеяльник из машины.



Подобное устройство действительно используется на практике и позволяет заметно ускорить выворачивание пододеяльников наизнанку.

НАШ КОНКУРС

Приглашаем всех попробовать свои силы в нашем

заочном математическом конкурсе.

Второй этап состоит из четырёх туров (с V по VIII) и идёт с января по апрель.

Высылайте решения задач VII тура, с которыми справитесь, не позднее 5 апреля 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».**

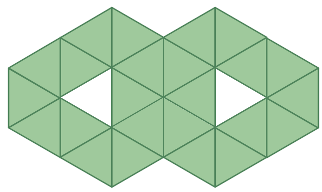
В письме кроме имени и фамилии укажите город, школу и класс, в котором вы учитесь, а также обратный почтовый адрес.

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!

VII ТУР

31. Фигуру на рисунке разрежьте на две части и сложите из них правильный шестиугольник (все его стороны равны, и все углы тоже). Части можно поворачивать и переворачивать.



32. Замените снежинки в ребусе на различные цифры (от 0 до 9) так, чтобы получилось верное равенство:

$$\frac{\ast^{\ast} \cdot \ast^{\ast} \cdot \ast^{\ast} \cdot \ast^{\ast}}{\ast^{\ast}} = 2025$$

(Напомним, что натуральное число в нулевой степени считается равным 1.)

Авторы задач: Сергей Полозков (31), Сергей Костин (32), Борис Френкин (33), Александр Перепечко (34), Александр Грибалко (35)

33. Вася испёк пирог в виде квадрата и отрезал от него треугольник так, что остался четырёхугольник. Затем он разрезал четырёхугольную часть на два треугольника. Какую долю от всего пирога составляет наибольшая из трёх получившихся частей? (Все разрезы прямолинейные.)

34. В каждой клетке бесконечной клетчатой плоскости нарисована стрелка вверх, вниз, вправо или влево. Может ли оказаться так, что из каждой клетки в каждую есть путь, идущий по соседним клеткам согласно стрелкам?

35. Пять спортсменов провели восемь забегов на разные дистанции; все всегда финишировали в разное время. Перед каждым забегом Петя делал прогноз, в каком порядке финишируют спортсмены, а потом записывал в блокнот, сколько позиций он угадал верно. В итоге оказалось, что каждое следующее число в блокноте отличается от предыдущего, а сумма всех восьми чисел равна 30. В скольких забегах Петя угадал все пять позиций?

ПОЗДРАВЛЯЕМ ПОБЕДИТЕЛЕЙ И ПРИЗЁРОВ ПЕРВОГО ЭТАПА НАШЕГО КОНКУРСА!

Победители: Башкиров Александр, Дайловская Дарья, Лопатин Семён, Николаев Михаил, Селютин Степан, Токарева Дарина, Ханмагомедова Зумруд, Ханмагомедова Мелек, Ярыгин Нестор, а также кружок «Игрозаврики», команда ГБОУ ДО ДТДМ «Хорошево», кружок МурНВМУ, команда КФМЛ, кружок «Озарчата».

Призёры: Алтайская Антонина, Белозерцев Илья, Бычков Валерий, Голенищева Мария, Голятин Артём, Горячев Виктор, Даранчук Максим, Ильин Андрей, Калесник Кирилл, Купрюхина София, Лиясова Ксения, Мирошников Валерий, Мошкович Мария, Мурин Константин, Печёнов Андрей, Савина Наталия, Салдаева Алиса, Федоров Олег, Федяков Михаил, Фиалковский Максим, а также кружки «По стопам Лобачевского», «Маг5-6», «Минерва» (Белград), «Школа Юных Математиков».

УСПЕХОВ В СЛЕДУЮЩЕМ ЭТАПЕ!

Художник Николай Крутиков

ОПАСНЫЙ НЕБОСКРЁБ

После строительства в Лондоне зеркального небоскрёба (см. фото) оказалось, что выглядит он, может, и красиво, но создаёт серьёзную проблему на некоторых окрестных улицах. Попробуйте догадаться, какую.

Автор Михаил Трошкин

Фото: Colin, wikimedia.org
Художник Мария Усеинова

ISSN 2227-7986 25003
9 772227 798251