№ 5 | май 2024

Издаётся Московским Центром непрерывного математического образования

e-mail: kvantik@mccme.ru

ЖУРНАЛ КВАНТИК

ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

№ 5
май
2024

ОСТРОВ ПАСХИ, «КОН-ТИКИ» И СЛАДКИЙ КАРТОФЕЛЬ

ПУТЬ НАИМЕНЬШЕГО СОПРОТИВЛЕНИЯ

ГАЛОПОМ ПО ЕВРОПАМ

Enter

ПРОДОЛЖАЕТСЯ ПОДПИСКА
на второе полугодие 2024 года

в почтовых отделениях
по электронной и бумажной версии
Каталога Почты России:

ПОЧТА РОССИИ

индекс **ПМ068** –
по месяцам полугодия

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

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

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

ПОДПИСЫВАЙТЕСЬ
на ЖУРНАЛ «КВАНТИК»

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

Журнал «Квантик» № 5, май 2024 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, Г. А. Мерзон, М. В. Прасолов, Н. А. Солодовников
Художественный редактор и главный художник Yustas
Вёрстка: Р. К. Шагеева, И. Х. Гумерова
Обложка: художник Мария Усеинова

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 84×108/16

Тираж: 4500 экз.

Подписано в печать: 04.04.2024
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+ EAC

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

СОДЕРЖАНИЕ

ОГЛЯНИСЬ ВОКРУГ

Остров Пасхи, «Кон-Тики» и сладкий картофель. *Г. Идельсон* **2**

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ СЮРПРИЗЫ

Изобразительная нить: Математика. *От проекта «Математические этюды»* **8**

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ СКАЗКИ

Ку ар ключ. Окончание. *К. Кохась* **13**

СВОИМИ РУКАМИ

Многогранник без диагоналей. *Г. Мерзон* **16**

ЧУДЕСА ЛИНГВИСТИКИ

Галопом по Европам. *В. Караваева* **17**

КАК ЭТО УСТРОЕНО

Путь наименьшего сопротивления. *А. Бердников* **18**

ИГРЫ И ГОЛОВОЛОМКИ

Паркет из отходов. *В. Красноухов* **23**

ОЛИМПИАДЫ

Конкурс по русскому языку, III тур **24**

XXXV Математический праздник: избранные задачи **26**

Наш конкурс **32**

ОТВЕТЫ

Ответы, указания, решения **28**

ЗАДАЧИ В КАРТИНКАХ

Рама из треугольников. *И. Русских* **IV с. обложки**

Остров Пасхи, «Кон-Тики» и сладкий картофель

5 апреля 1722 года голландский путешественник, адмирал Якоб Роггевен открыл в Тихом океане небольшой остров. На этот день пришёлся праздник Пасхи, и он назвал его островом Пасхи. На острове жило примерно 2–3 тысячи человек. В мире нет места, которое отстояло бы дальше от любой другой суши. Остров Пасхи находится на расстоянии 3500 км от побережья Южной Америки и более чем в 2000 км от ближайшего тихоокеанского острова Питкэрн.

Жители острова Пасхи (теперь его нередко называют Рапануи, как называли его местные жители) говорили на одном из полинезийских языков, похожем на языки других островов Тихого океана, но уровень материальной культуры у них был ниже, чем на других полинезийских островах.

Деревьев на острове не было, из домашних животных – только куры (на других полинезийских островах держали ещё свиней и собак). Лодок у местных жителей почти не имелось, кроме самых примитивных, сплетённых из мелких веток кустарника.

Роггевен около статуи на острове Пасхи

Тем удивительнее было то, что весь остров по периметру оказался заставлен десятками гигантских статуй, и было непонятно, как их могло бы поднять даже всё население острова. Когда местных жителей спрашивали, как статуи попали на свои места, они отвечали, что те пришли сами.

Роггевен недолго был на острове, но по его описанию все статуи стояли на своих местах. Когда через 52 года на остров приплыл Джеймс Кук, он увидел, что некоторые статуи повалены. Это было, судя по всему, связано с междоусобными войнами между разными родами. В начале XIX века были повалены уже

почти все статуи. Те, которые сейчас стоят, подняли в наше время в качестве достопримечательности.

Предположение о контактах между полинезийцами и Южной Америкой выдвинул ещё Джеймс Кук в XVIII веке, и с тех пор его выдвигали многие учёные в XIX веке. В 1947 году, вскоре после окончания Второй мировой войны, молодой норвежский археолог Тур Хейердал решил экспериментально проверить теорию, что остров Пасхи посещали древние инки – вот они и построили гигантские статуи. Но ведь у инков никогда не было морских судов, – возражали ему. У них были плоты из бальсового дерева, – отвечал он. На таком плоту вполне можно проплыть 3500 км, отделяющие остров Пасхи от Южной Америки.

Теория Тура Хейердала была ещё более революционной: он считал, что до полинезийцев остров Пасхи был населён колонистами из Южной Америки, которые впоследствии смешались с полинезийцами. Современные учёные не видят оснований для этого предположения.

Чтобы доказать это, он с компанией таких же молодых викингов – один швед, остальные норвежцы – построил плот и совершил это путешествие. Он доплыл гораздо дальше, до островов Туамоту, преодолев 6900 км.

Плот «Кон-Тики», на котором Тур Хейердал от берегов Южной Америки доплыл до островов Туамоту

Фото: Национальная библиотека Норвегии

Тур Хейердал стал невероятно популярен. Его путешествие стало знамением новой эпохи, когда свободные люди путешествуют не для захватов, а для того,

чтобы разрешить вековую загадку далёкой цивилизации. В СССР Тура Хейердала узнали позже, в разгар «хрущёвской оттепели», и публикация его книги про «Кон-Тики» стала частью этой оттепели. Он и сам приехал в Москву в 1962 году, а в 1969 году пригласил с собой в новую экспедицию советского врача Юрия Сенкевича, и советские власти это разрешили.

Но, положа руку на сердце, разве Тур Хейердал разрешил загадку острова Пасхи? Он продемонстрировал, что на бальсовом плоту можно добраться до острова Пасхи. Но разве это доказывает, что инки действительно добирались до острова Пасхи?

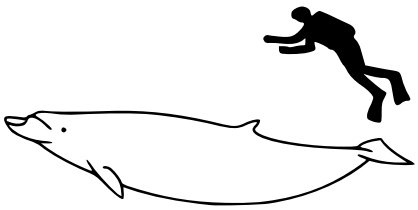
Понимание истории острова Пасхи пришло позже в результате исследований двух групп учёных: палеоботаников и археологов. Остров Пасхи – вулканического происхождения, и кратеры его потухших вулканов представляют собой озёра. Дно этих озёр покрыто осадком, состоящим из пыльцы растений. Можно рассмотреть эту пыльцу слой за слоем и понять, какие растения создали эту пыльцу в разные времена. Одновременно можно измерить радиоуглеродным методом возраст этой пыльцы.

Лес из чилийских винных пальм
Фото: Национальный ботанический сад Винья-дель-Мар, Чили

Так вот, верхние, самые новые слои осадков состоят из пыльцы трав. Но глубже всё меняется. Оказывается, 1000–1200 лет назад, примерно тогда, когда полинезийцы приплыли на остров, он весь был покрыт густыми лесами, состоящими из пальм. Видимо, на острове был какой-то свой вид пальм, родственный чилийской винной пальме, которая тоже формирует леса в некоторых местах в Чили.

Другой сюрприз пришёл от археологов. Во-первых, археологи обнаружили, что до XVII века остров был очень густо населён: на нём жило 10–12 тысяч человек, а не 2–3 тысячи, которых застали европейские путешественники. Археологи изучили свалки мусора и обнаружили там много костей китообразных, в особен-

ности относительно небольшого кита тупорылого ремнезуба (Mesoplodon densirostris) и дельфинов.



Тупорылый ремнезуб по сравнению с человеком
Фото: wikimedia.org, Chris huh

Сейчас считают, что с островом Пасхи произошла экологическая катастрофа. Когда люди туда прибыли, они застали остров, весь покрытый пальмовыми лесами. Из стволов огромных пальм можно было делать лодки или балки для домов, на лодках можно было охотиться на крупных морских животных. Из коры пальм можно было делать прочные верёвки.

А в какой-то момент лес кончился. Учёные спорят, что было причиной. То ли сами люди слишком активно потребляли древесину и расчищали земли для посевов, не позаботившись о восстановлении леса. То ли дело не в людях, а в крысах, которых люди, не желая этого, привезли на остров, и крысы съедали плоды пальмы, мешая восстановлению леса. Есть и учёные, которые считают, что дело не в людях, а в изменении климата.

Так или иначе, примерно в 800–1200 годах н.э. первые люди приплыли на цветущий остров, весь покрытый лесами. Они стали там плодиться и размножаться, а в XVII веке леса становилось всё меньше и меньше, пока он совсем не кончился. Без леса стало невозможно строить лодки и передвигаться по океану. Обитатели острова оказались отрезаны от всего остального мира. Нельзя было ни охотиться, ни строить дома, разные роды стали жить в пещерах. Начались междоусобные войны между родами, население уменьшилось в несколько раз.

Незаконченная статуя на острове Пасхи
Фото: wikimedia.org, Soizic Gaborel

Возможно, жрецы предчувствовали беду, и лихорадочное строительство гигантских статуй было призвано,

по их мнению, её отвести. По крайней мере, коллапс наступил внезапно, так что некоторые статуи так и остались лежать недоделанными в каменоломнях.

Но всё же – были ли у полинезийцев контакты с Южной Америкой? Чтобы убедиться в этом, не нужно совершать путешествие на «Кон-Тики». Достаточно посмотреть, какие сельскохозяйственные культуры выращивают в Полинезии. Одна из них – сладкий картофель, или батат, – несомненно происходит из Южной Америки.

Но противники теории контактов возражали: ведь полинезийцев детально описали великие путешественники XVIII века – Кук, Бугенвиль... А испанцы иногда бывали на полинезийских островах и в XVI веке, хотя и трудно понять, на каких именно. Может, это испанцы завезли батат в Полинезию, а дальше он быстро распространился по всем островам и к XVIII веку казалось, что он всегда там рос?

Некоторый ответ даёт лингвистика – наука о языках. Если бы батат пришёл от испанцев, то скорее всего из Мексики, откуда испанцы плавали через Тихий океан начиная с 1520 года. Тогда он бы назывался тем же словом, которым назывался в Мексике, – *камоте*. И действительно, так он называется на Филиппинах, которые точно поддерживали с XVI века ежегодные контакты с испанцами в Мексике.

Клубни сладкого картофеля
Фото: wikimedia.org, Llez

Ещё интереснее, что в Индонезии батат называется словом *батата*, пришедшим с Карибских островов. Считается, что туда его завезли португальцы, получившие его от испанцев в Европе.

Но во всех полинезийских языках батат называется тем же словом, что в Перу, – *кумар*. Это говорит о том, что по крайней мере название пришло из Перу.

В какой-то момент к лингвистам присоединились генетики. Вообще, перуанский батат менее урожайный и генетически он отличается от мексиканского.

Когда генетики посмотрели, какие сорта выращивают в наше время на полинезийских островах, оказалось, что почти исключительно мексиканские, а не перуанские. Так что же – всё-таки испанцы завезли? А почему название перуанское?

В какой-то момент сообразили и исследовали не современные сорта батата, растущие на полинезийских островах, а хранящиеся в музеях, привезённые путешественниками XVII–XVIII веков. Вот они все оказались перуанскими, то есть привезёнными до контактов с европейцами. А более урожайные мексиканские сорта распространились в течение XIX–XX веков.

Помимо этого в одном месте на побережье в Чили нашли много куриных костей, датируемых примерно 1000–1200 годами н. э. В Южной Америке до появления европейцев кур не было. Судя по всему, там было поселение полинезийцев, которое не выжило. А может быть, и местных жителей, перенявших у полинезийцев разведение кур.

ОГЛЯНИСЬ ВОКРУГ

Художник Алексей Вайнер

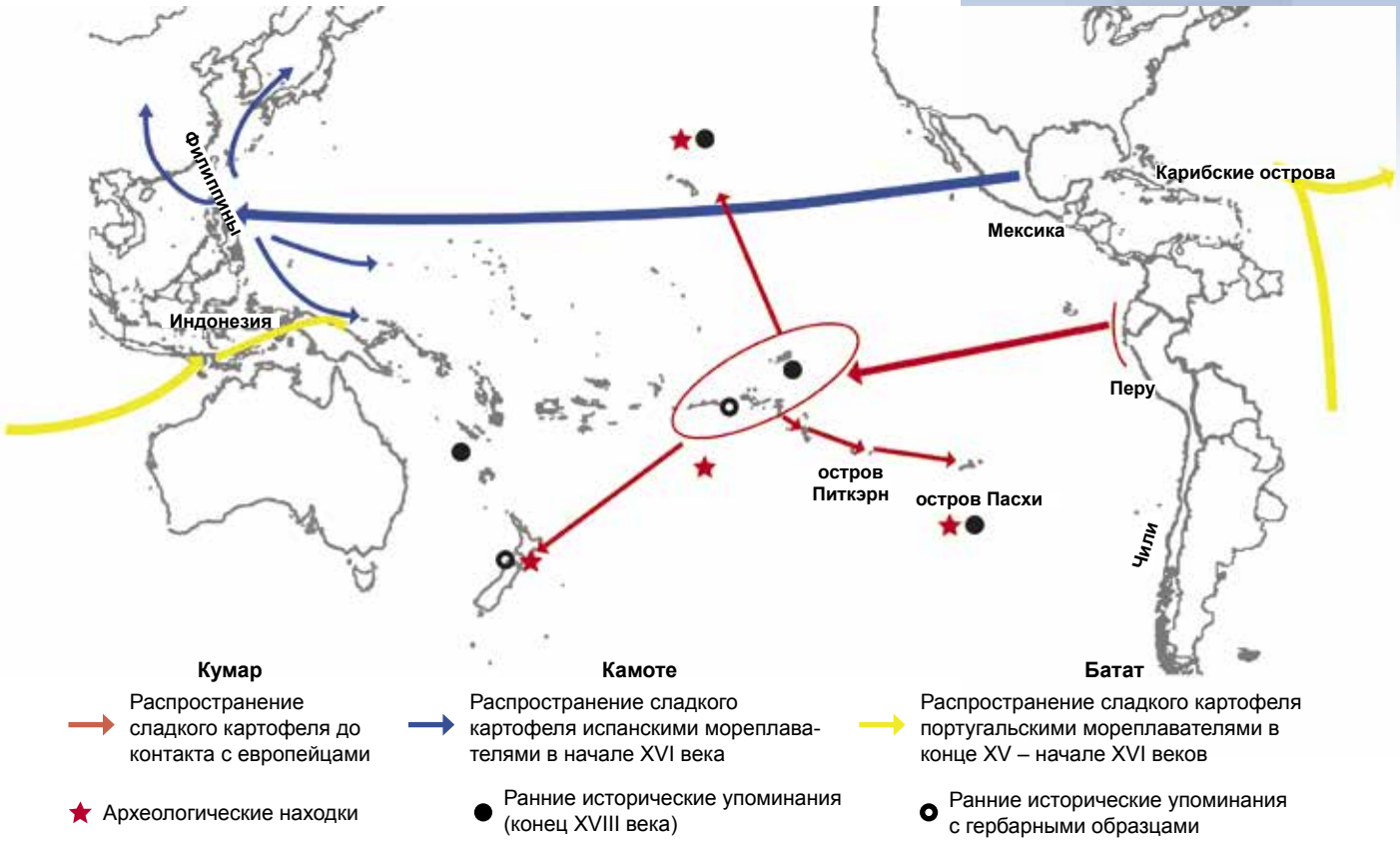
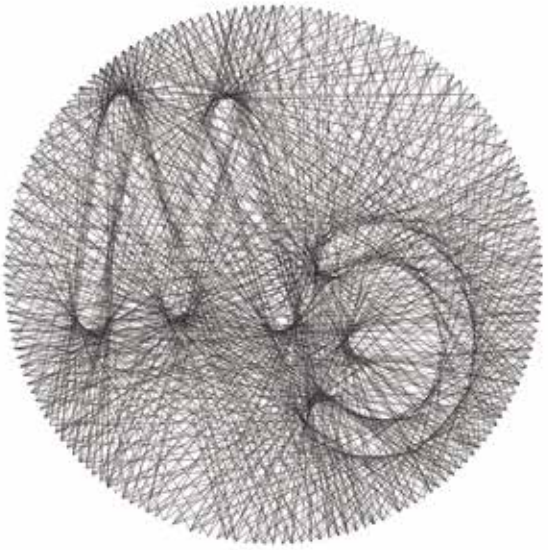


Схема распространения сладкого картофеля, исходя из названий. Из статьи Roullier, C. и др., 2013 г.

ИЗОБРАЗИТЕЛЬНАЯ НИТЬ: МАТЕМАТИКА

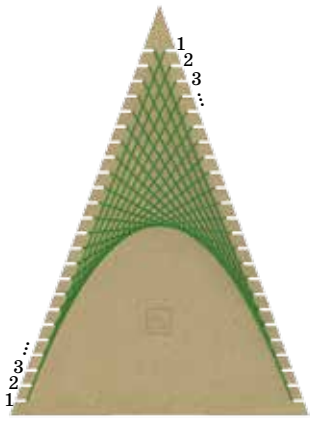
Всего лишь натянутые прямые нити, а вырисовывается картина. Такая техника называется *изонить* (изобразительная нить), вышивка по картону, а по-английски String Art или Curve Stitching. Эти слова можно встретить и когда говорят о детском творчестве, и когда говорят об искусстве. А читателям «Квантика», интересующимся не только красотой, но и устройством мира, цикл статей «Изобразительная нить» позволит лучше понять физическое явление под названием *каустика* и его математическую основу – геометрическое понятие *огибающая*.

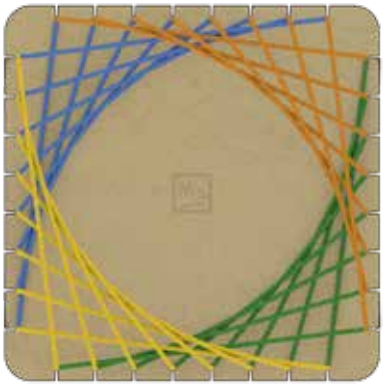


Считается, что техника string art как искусство восходит к английским ткачам XVII века, которые, вбивая гвозди в дощечки и в определённой последовательности натягивая нити, делали украшения для дома. Со временем техника утратила популярность, и интерес к ней возродился лишь в середине XIX века, когда Мэри Буль – педагог, автор книг, популяризатор идей, помощница и жена математика и логика Джорджа Буля, предложила использовать старинный вид рукоделия в качестве оригинального способа обучения детей азам математики. Продолжим её начинание.

На сторонах произвольного угла отметим одинаковое количество точек так, чтобы шаг между точками на

каждой из сторон был постоянным. Занумеруем их на одной стороне, считая от вершины угла, а на другой стороне – к вершине угла. Если соединить нитями точки с одинаковыми номерами, то увидим... параболу! Ту самую параболу, которая изучается в школе, используется в прожекторах и спутниковых антеннах.



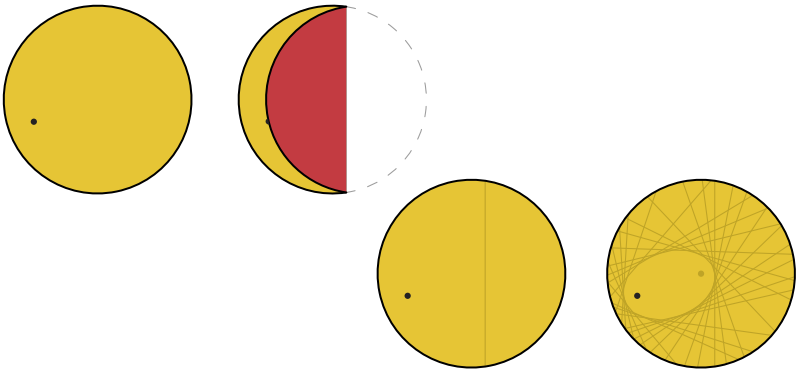


Техника исполнения может быть разной. Можно на краях картона делать прорези, можно просто протыкать дырки посреди листа картона: не зря одно из названий этой техники – «вышивка по картону». А можно вбить гвоздики в фанерную основу или сделать деревянную рамочку с пропилами по краям. Заметим, что параболу можно «сшить» одной нитью, причём на обратной стороне не будет нагромождения – лишь стежки, соединяющие соседние по стороне угла точки.

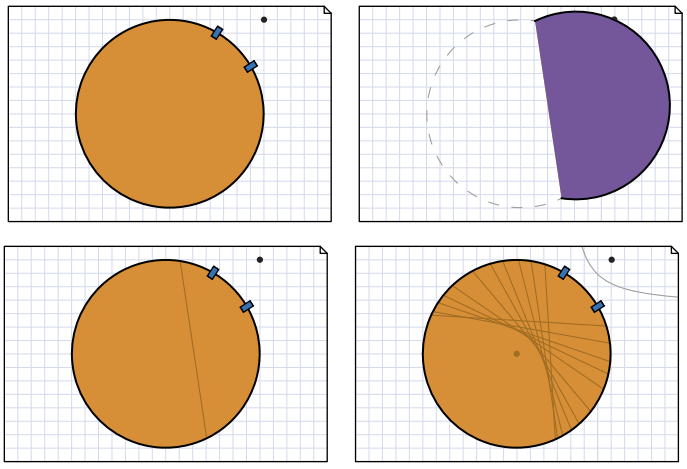
Удивительно другое. Все линии прямые, нет нити в форме параболы, но мы видим и саму параболу! Мы приходим к важному понятию – огибающей семейства прямых, в рассмотренном случае – касательных к параболе. Кривая называется *огибающей* бесконечного семейства прямых, если она на всём своём протяжении в каждой точке касается какой-нибудь из прямых, и каждая прямая семейства является касательной к этой кривой. В точках огибающей картинка получается «более закрашенной»: видимая глазом кривая «состоит» из точек касания. Другими словами, возле огибающей получается повышенная «скученность» прямых: возле каждой точки огибающей проходит много прямых-касательных, которые вдали от огибающей расходятся по своим направлениям.

Итак, если мы хотим увидеть гладкую кривую, а изображать разрешается только прямые, надо нарисовать касательные к этой кривой. Так можно получить и ближайших родственников параболы – эллипс и гиперболу: по ссылке etudes.ru/models/conic-sections-paper-folding/ можно посмотреть красивые анимации.

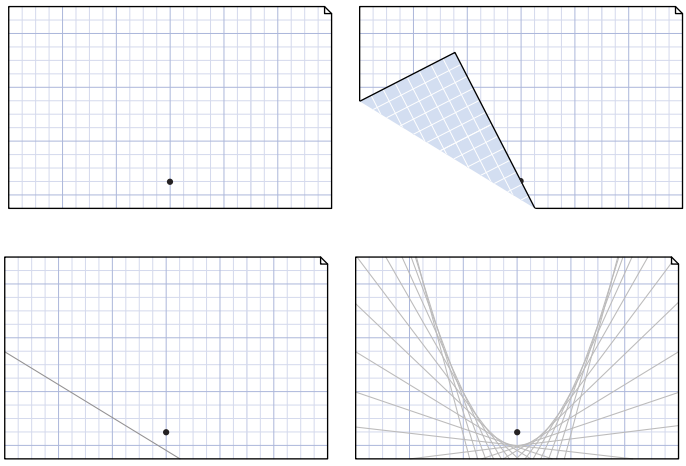
Возьмите бумажный круг и отметьте точку внутри него. Перегибайте круг так, чтобы загнутый край круга каждый раз проходил через отмеченную точку. Сделав так несколько раз, вы увидите, как внутри круга начнёт появляться эллипс, который вырисовывают линии сгиба – касательные к нему. Отмеченная точка круга будет одним из фокусов этого эллипса, а вторым фокусом будет центр бумажного круга.



Для построения гиперболы приклейте бумажный круг скотчем к листу бумаги. Складывайте круг к точке, отмеченной вне него. Линии сгиба «нарисуют» гиперболу, у которой отмеченная точка будет фокусом, а вторым фокусом будет центр бумажного круга.

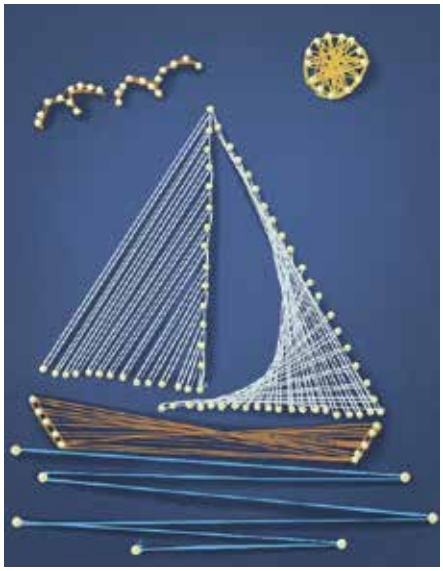


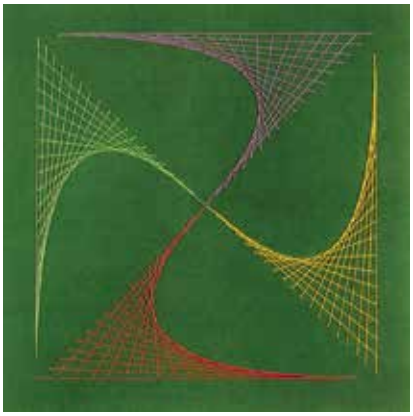
Вернёмся к параболе. Возьмите обычный прямоугольный лист бумаги и недалеко от его стороны отметьте точку. Складывайте лист по различным направлениям так, чтобы эта сторона всегда проходила через отмеченную точку. Огибающая сгибов – парабола. Фокусом параболы является отмеченная точка, а директрисой – использованный край листа бумаги.

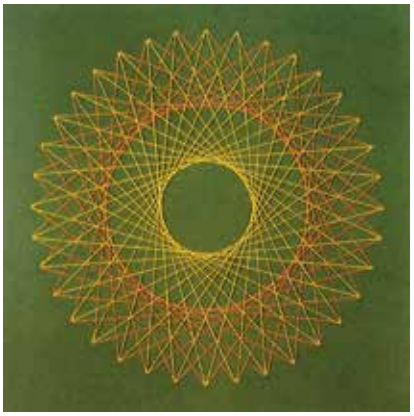


Читатель может задать резонный вопрос: почему для эллипса и гиперболы требуется окружность (круг), а для параболы – нет? На самом деле в случае параболы окружность тоже присутствует, только бесконечно большого радиуса – в виде прямой, края листа бумаги. Родственный факт: у эллипса и гиперболы по два фокуса, а у параболы – один.

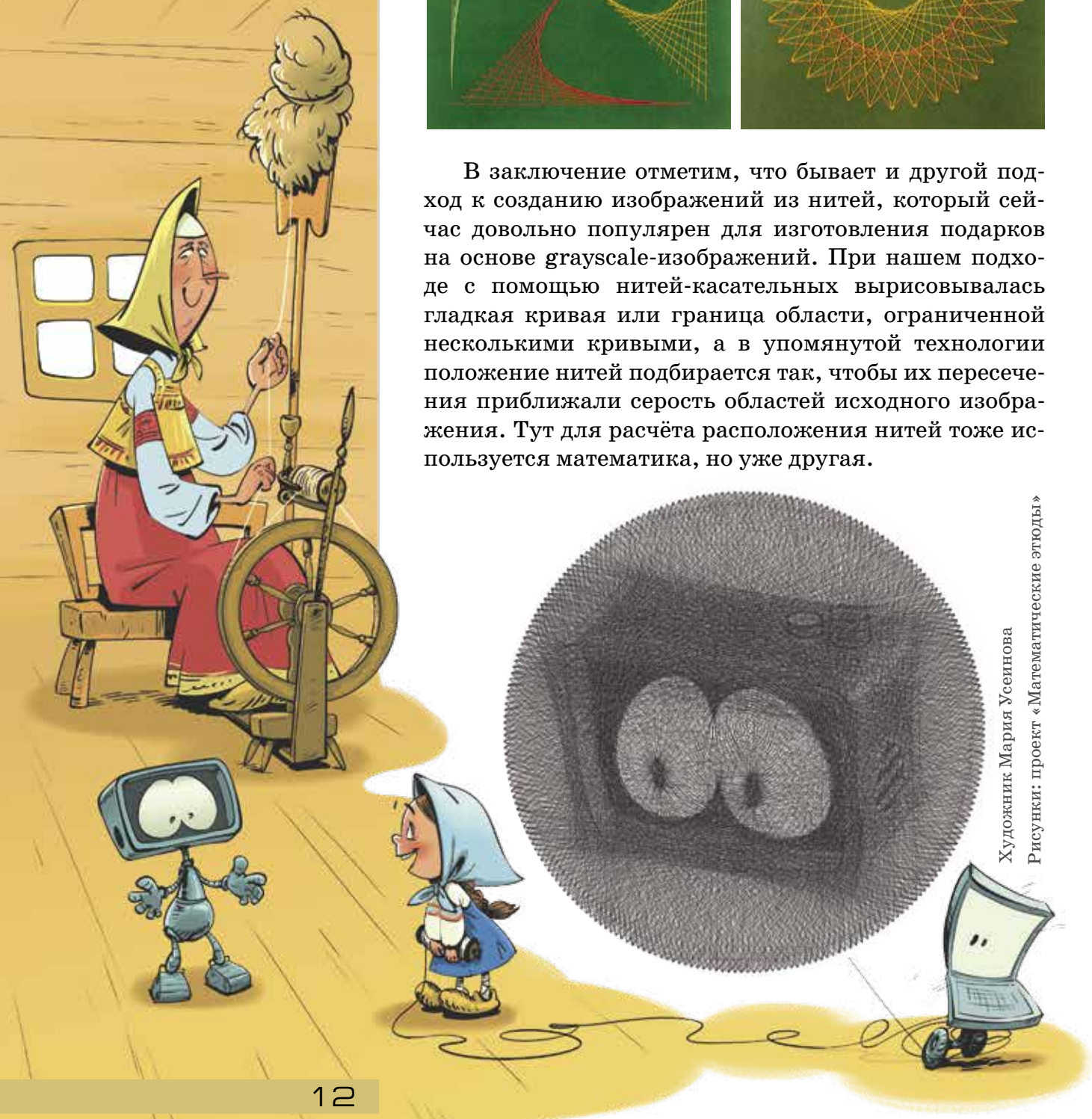
Используя уже понятную читателю технологию вышивки по картону, можно создавать и художественные произведения. В качестве примеров из интернета: лодочка-трапеция с парусом-треугольником и парусом-параболой (справа), параболы в квадрате и в окружности (на следующей странице).







В заключение отметим, что бывает и другой подход к созданию изображений из нитей, который сейчас довольно популярен для изготовления подарков на основе grayscale-изображений. При нашем подходе с помощью нитей-касательных вырисовывалась гладкая кривая или граница области, ограниченной несколькими кривыми, а в упомянутой технологии положение нитей подбирается так, чтобы их пересечения приближали серость областей исходного изображения. Тут для расчёта расположения нитей тоже используется математика, но уже другая.



Художник Мария Усеинова

Рисунки: проект «Математические этюды»

Ку ар Ключ

Константин Кохась

Окончание. Начало в «Квантике» № 4, 2024

– По себе знаю, что чувство восхищения может привести к спонтанному расходу калорий, – сказал Горгулий, обращаясь к питону Уккху, – а голодный питон – это не тот собеседник, с которым нам хотелось бы иметь дело. Поэтому прежде чем рассказывать о принципе работы замка, мы хотим, чтобы ты съел ещё одну ватрушку.

Питон Уккх умял ещё одну ватрушку.

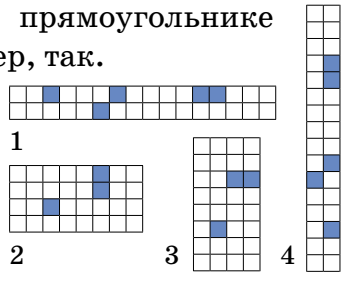
– Для изготовления системы «Умные двери», – стала объяснять Бусенька, – мы возьмём замки, которые используют 32 оптических переключателя. В каждый замок переключатели устанавливаются в виде матрицы 2×16, 4×8, 8×4 или 16×2.

– Получаем как раз 4 типа замков, как и написано в заказе, – вставил Горгулий.

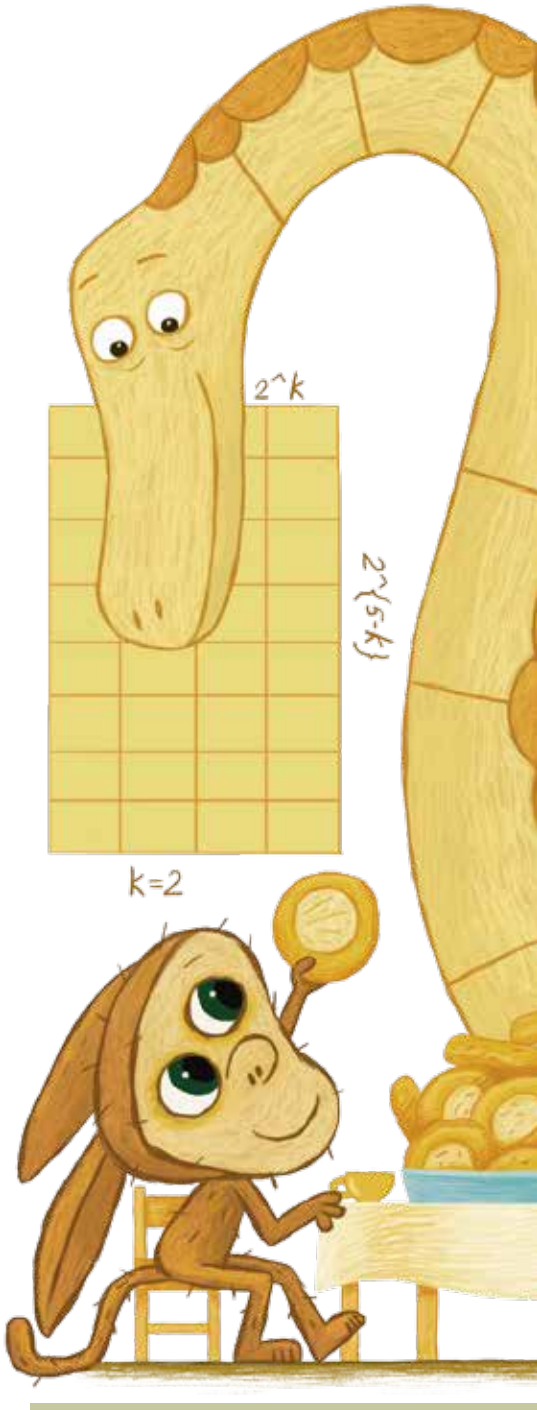
– Ключ к замку – это картинка 16×16 клеток, где некоторые клетки чёрные, а остальные – белые. Когда мы подносим такой ключ к замку с матрицей $2^k\times2^{5-k}$, замок «прочитывает» на картинке какой-нибудь прямоугольник $2^k\times2^{5-k}$, и каждая закрашенная клетка вызывает переключение защёлки. Если в итоге оказалось, что число закрашенных клеток нечётное, замок открывается, а если чётное – не открывается.

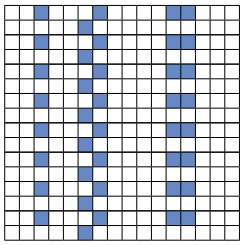
– Смонтировать такой замок – это раз плюнуть, – сказал питон Уккх, – но как будет работать система разделения доступа?

– Она будет работать изумительно! – воскликнула Бусенька. – Вот смотри. Давай, например, изготовим «суперключ», открывающий все двери. Сначала для каждого вида двери изготовим «периодический» ключ, который открывает только эту дверь. Для этого нарисуем прямоугольники 2×16, 4×8, 8×4 или 16×2 и закрасим в каждом прямоугольнике нечётное число клеток. Например, так.

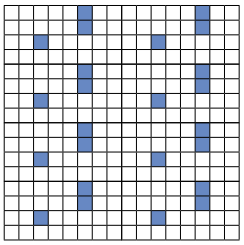


Полученные раскраски периодически продолжим на весь прямоугольник 16×16 – результат и будет ключом для этого замка.

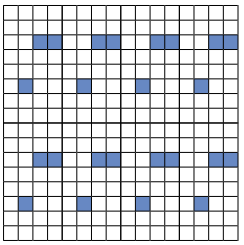




1-й ключ

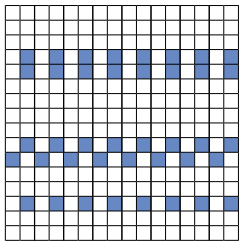


2-й ключ



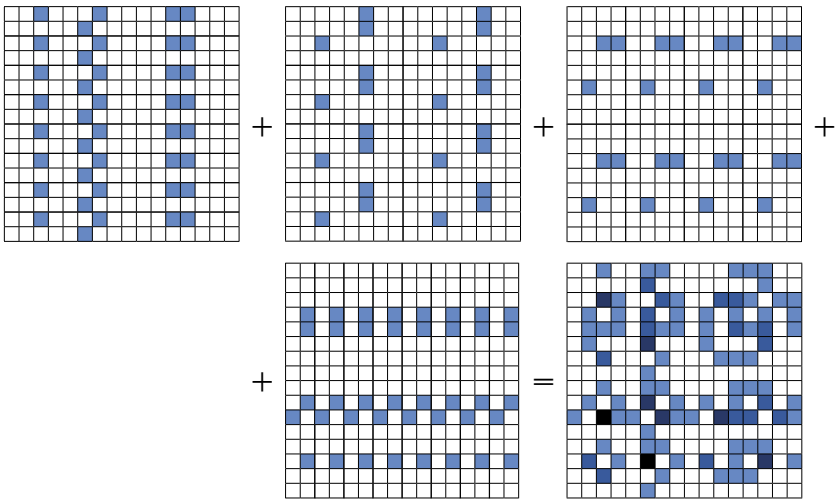
3-й ключ

– А ещё можно для каждой двери сляпать периодический ключ, который её не открывает, – встрял Горгулий. – Для этого достаточно закрасить в соответствующих прямоугольниках чётное число клеток. И потом тоже периодически продолжить раскраску.



4-й ключ

– Секрет периодических ключей, – продолжала Бусенька, – состоит в том, что ключ, открывающий (или не открывающий) замок одного типа, заведомо НЕ открывает замки другого типа – матрицы «чужих» замков обнаружат на любом прочитанном прямоугольнике чётное число закрашенных клеток. Это позволяет сделать изящнейший трюк: изготовим суперключ, нанеся на картинку 16×16 одновременно все четыре раскраски! Давайте пока считать, что мы не красим клетку, а прикрепляем к ней серое стёклышко. Когда нужно покрасить клетку ещё раз – прикрепим второе стёклышко и т. д. – чем больше раз мы красим клетку, тем она темнее.



Объединим периодические ключи. Чем больше серых стёклышек попадает в клетку, тем она темнее

Предположим на секундочку, что замок «поумнел» и научился подсчитывать количество стёклышек. Возьмём к примеру замок номер 2 – с матрицей 4×8. Мы подносим к нему суперключ… Сколько стёклышек насчитает замок – чётное число или нечётное?

– Если я правильно понял, – сказал питон Уккх, – замок выберет на суперключе 16×16 прямоугольник 4×8 и подсчитает в нём все стёклышки… И это будут как раз те стёклышки, которые исходные периодические ключи содержат в выбранном прямоугольнике 4×8. Но среди этих ключей только второй ключ может открыть замок 4×8. Значит, суперключ получил в выбранном прямоугольнике нечётное число стеклышек от второго ключа, чётное число – от остальных, и всё количество стёклышек в выбранном прямоугольнике нечётно!

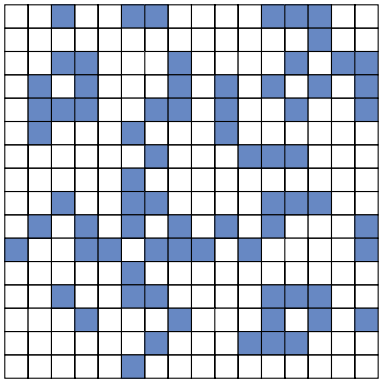
– Именно так! – подтвердил Горгулий. – Но, к сожалению, наш замок не такой умный.

– Ну так поможем ему, – подхватила Бусенька. – Стёклышки вообще уберём, а взамен те клетки суперключа, где лежало 2 или 4 стёклышка, сделаем белыми, а клетки, где лежало 1 или 3 стёклышка, – чёрными. Ясно, что в любом прямоугольнике чётность числа стёклышек равна чётности числа чёрных клеток. Значит, полученный суперключ содержит в выбранном прямоугольнике 4×8 нечётное число чёрных клеток!

– И такое же рассуждение работает для всех остальных матриц наших замков, – подытожил Горгулий. – Итак, вот он – суперключ, открывающий все двери!

– А для разделённого доступа нужно комбинировать открывающие и неоткрывающие ключи, – догадался Уккх.

– Чуть не забыл! – воскликнул Горгулий, – Огрыза просила передать вам от неё привет и наилучшие пожелания.

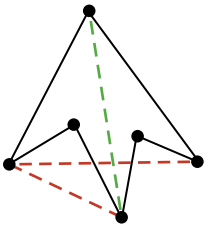


Суперключ, открывающий все двери $2^k\times2^{5-k}$, $k=1, 2, 3, 4$

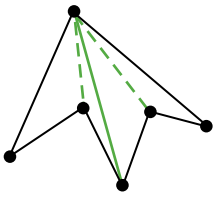
Художник Инга Коржнева

Григорий Мерзон

МНОГОГРАННИК БЕЗ ДИАГОНАЛЕЙ



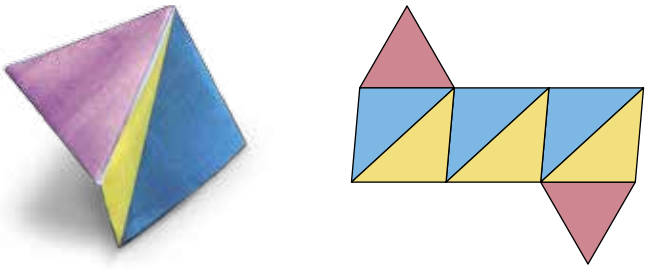
Нарисуйте на бумаге любой многоугольник. Оказывается, хотя бы одна из его диагоналей обязательно окажется внутри многоугольника (например, на рисунке справа красные диагонали не подходят, зато зелёная действительно лежит внутри).



Это полезное утверждение. Из него легко получить, например, что многоугольник можно разрезать диагоналями на треугольники (внутренняя диагональ делит многоугольник на два новых – выберем в каждом из них по внутренней диагонали… и так далее). Теперь некоторые вопросы про произвольные многоугольники сводятся к вопросам про треугольники. Ну, скажем, площадь любого многоугольника можно посчитать, разбив его на треугольники и сложив их площади. Или так можно найти сумму углов произвольного N-угольника.

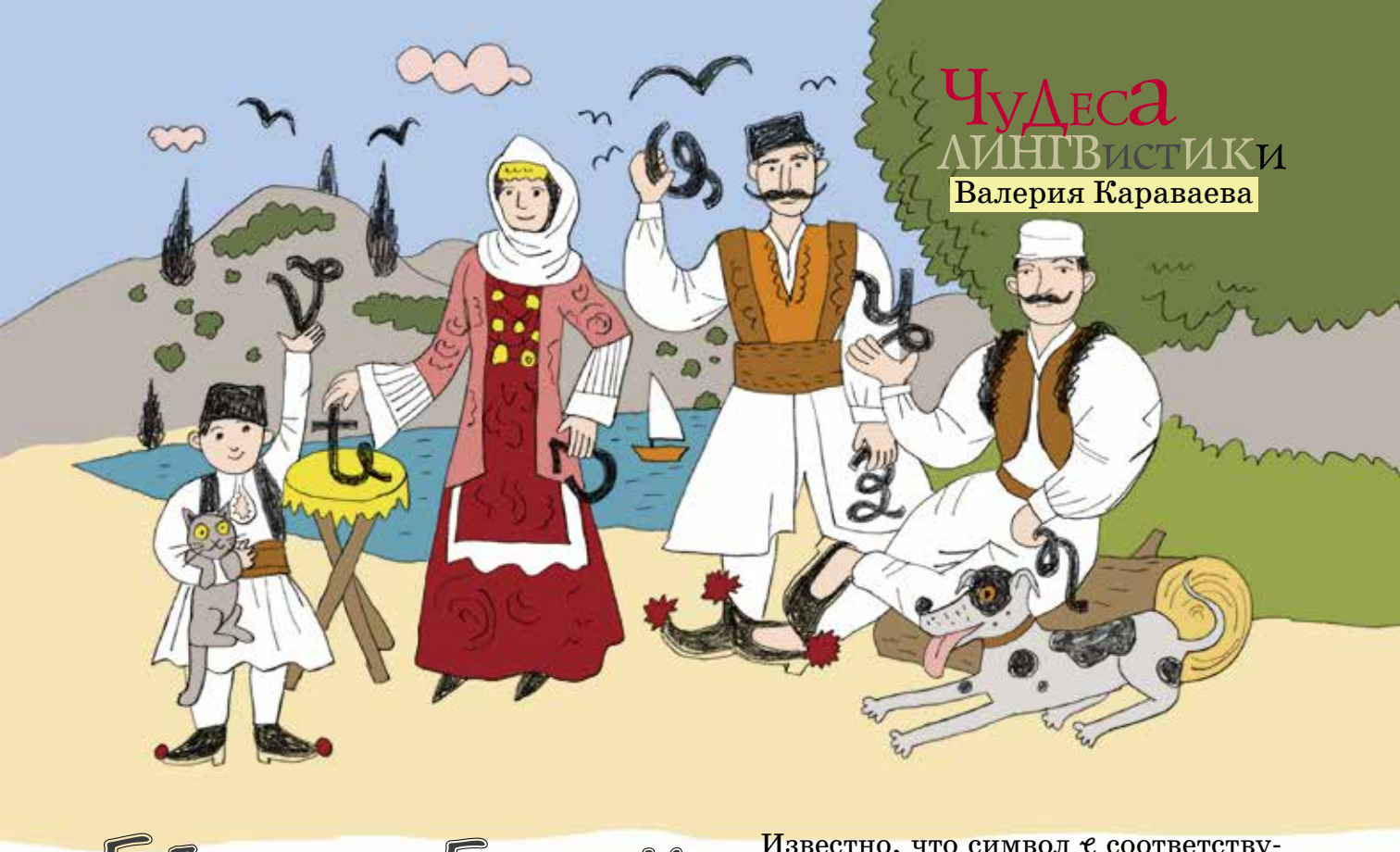
Само утверждение выглядит почти очевидно, но строго доказать его не так просто (попробуйте!).

А что для многогранников? У любого ли многогранника есть диагональ (отрезок, соединяющий две вершины, не лежащие в одной грани), полностью лежащая внутри многогранника? Это тоже кажется почти очевидным, но… вот контрпример.



Можно заметить, что этот *многогранник Шёнхардта* похож на (неправильный) октаэдр (например, у него столько же вершин, рёбер и граней). Попробуйте склеить его из бумаги – развёртка доступна по ссылке kvantik.com/short/no-diag – или увидеть его в тенсегрити из 3 палочек (см. статью М. Прасолова «Тенсегрити» в «Квантике» № 5 за 2014 год).

Художник Анна Рацкевич



Чудеса лингвистики

Валерия Караваева

Галопом по Европам

В XIX веке в Албании было придумано несколько оригинальных систем записи албанского языка. Одна из них – алфавит Бютакукье, он же алфавит из Виткути.

Перед вами албанские названия двенадцати современных европейских стран, записанные алфавитом Бютакукье:

1.	ⵣⴰⵛⴰⵢⵏⴰ	7.	ⵃⵃⴰⵛⴰⴱⵛⴰ
2.	ⵓⴱⵛⴰⵢⵟⵏⴰ	8.	ⵙⵙⵏⵣⴹⴱⵏⴰ
3.	ⴱⵛⴱⵏⴰ	9.	ⵚⴰⵙⴰⵟⴰⵢⵏⴰ
4.	ⵛⵏⵓⵄⴰⵢⵙⵄⴰⵃⵢⵏ	10.	ⴱⵏⵢⵛⴰⵢⵟⴰ
5.	ⵛⵏⵄⵛⴰⵢⵏⴱⴰ	11.	ⵓⴱⵛⴰⵢⵟⵏⴰ
6.	ⴰⵛⴱⵄⴱⵏⴰ	12.	ⵚⴰⵢⴰⵙⴰ

Известно, что символ ⵛ соответствует современной албанской букве *ë*.

1. Переведите названия стран на русский и воспроизведите их примерное албанское прочтение.

2. Запишите алфавитом Бютакукье: *Berlini* (Берлин), *Amsterdami* (Амстердам), *Frankfurti mbi Majn* (Франкфурт-на-Майне), *Berati* (Берат).

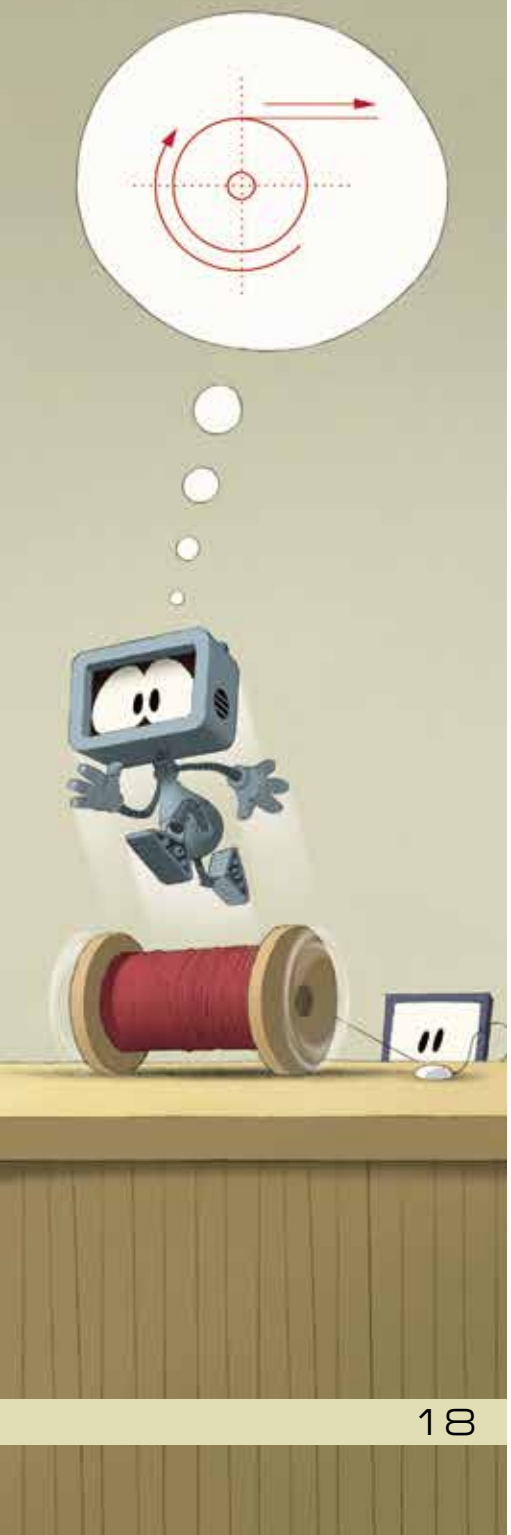
3. Переведите на албанский и запишите алфавитом Бютакукье название Ростова-на-Дону. Современной албанской букве *v* соответствует символ ⵣ.

Примечание. Албанский язык (*Giuha shqipe*) образует самостоятельную ветвь индоевропейской языковой семьи. Официальный язык республики Албания. На нём говорит около 7,6 млн человек в Албании, Греции, Македонии и Сербии. *ë* – особый гласный звук албанского языка, *q* читается примерно как русское *кь*. Берат – город в Албании.

Художник Артём Костюкевич

Александр Бердников

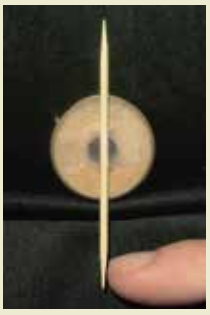
ПУТЬ наименьшего сопротивления



Часто задачки-парадоксы на физическое воображение предлагают разобраться, как будет двигаться какая-то машинерия, если на неё так-то надавить. Вот несколько примеров:

1. Куда покатится катушка, если за нитку потянуть, как на фотографиях?

2. А если подтолкнуть катушку за прикреплённую вот так зубочистку?



3. Куда поедет велосипед, если потянуть за педаль (с помощью красного шнура)?

4. Может ли устройство, изображённое справа, двигаться на ветряной тяге навстречу ветру? А быстрее ветра? В устройстве колёса связаны с пропеллером так, что за каждый оборот колёс пропеллер делает фиксированное число оборотов; никаких внутренних источников энергии нет.

Такие задачи могут сбивать с толку при подходе «в лоб». Если пытаться последовательно представлять, как приложенное усилие распространяется по телу, как в ответ земля начинает на него давить и так далее, то легко увязнуть и запутаться. И даже пятёр-

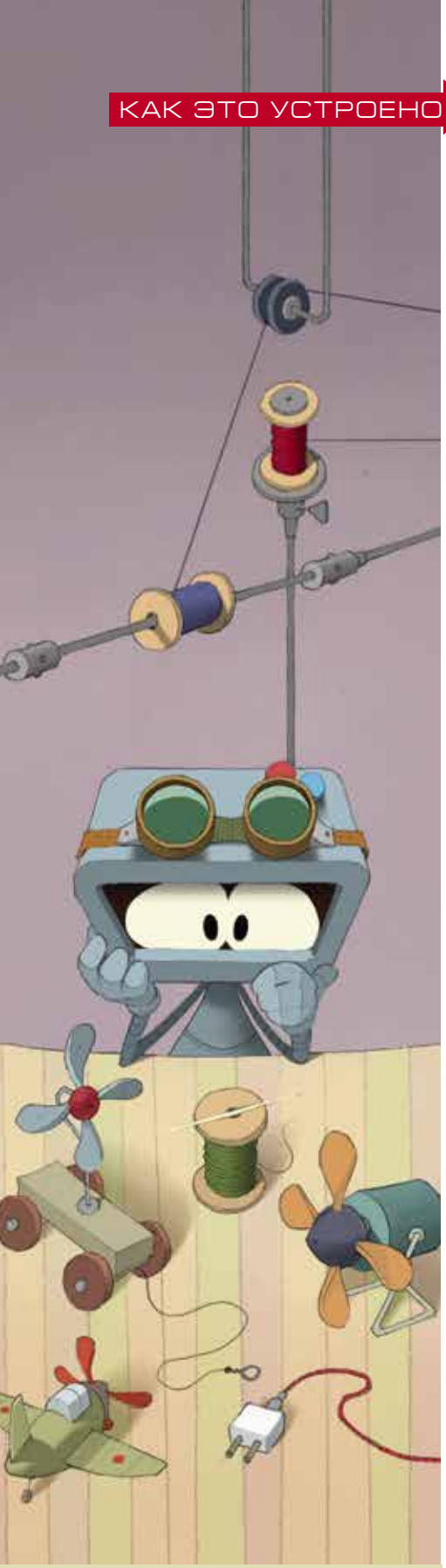
ки по физике не гарантируют, что вы легко возьмёте эти задачи грубой силой вычислений и формул, не поддавшись обманчивой интуиции. Например, ошибочное решение задачи 3 можно встретить в научно-популярной книге выдающегося математика В.И. Арнольда «Математическое понимание природы», а двое физиков, споря о задаче 4, дошли аж до пари на $10000 (см. видео по запросу Veritasium, faster than wind videos? в интернете).

Но стоит подойти к этим головоломкам с другого конца – и они вмиг упрощаются. Спросим, не «что наш толкающий палец может сделать с машиной», а «что машина может сделать с пальцем». Если она была в равновесии («сама по себе никуда ехать не хотела»), то ничего она не может сделать, кроме как поддаться. Если бы у неё «были силы» перебороть давление пальца – толкая его, а не поддаваясь, – то без его сопротивления она бы и подавно туда сама поехала. Это главное соображение:

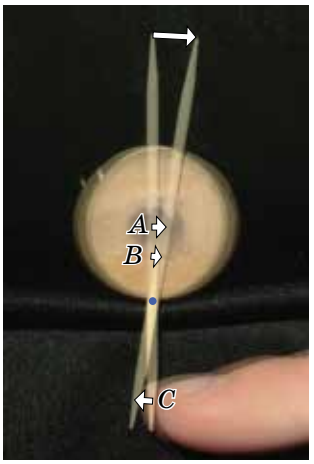
Если надавить на тело в равновесии, оно в точке давления сдвинется попутно давлению.

Это и так понятно в простых ситуациях: куда шар на столе толкнули, туда он и покатился. Но теперь можно легко решать задачи и посложнее. Можно не разбираться со сложной системой сил, – просто катаем машину туда-сюда и смотрим, как её части двигаются, выбираем то движение, при котором она поддаётся давлению, а не перебарывает его. Например, если катушка из задачи 2 катится вправо, то и верх зубочистки идёт вправо. Но другие точки катушки и зубочистки будут двигаться по-другому. Например, у самого стола они ни влево, ни вправо не будут двигаться, если катушка не скользит по неподвижному столу. Но тогда под столом зубочистка сдвинется в противоположную сторону, влево (см. рисунок). Значит, если надавить на зубочистку под столом, катушка покатится навстречу! Ведь не важно, как она движется в целом; главное, чтобы в точке, на которую давим, она двигалась от нас, а остальное – уж как получится.

В задаче 1 верёвка прилагает силу к катушке в другой точке, над столом; можно считать, что эта



верёвка привязана к зубочистке в точке B. Теперь поддаваться должна эта точка B, а раз она и центр катушки (точка A) всегда движутся в одном направлении, то и сама катушка покатится в направлении силы (наматывая на себя верёвку, хоть мы её и пытались вытянуть). Вы можете сами так же проверить, что в случае, когда мы тянем нить вверх, катушка, наоборот, будет разматываться.



Велосипед в задаче 3 мало отличается от катушки, и шаги в решении те же самые. Куда движется точка приложения силы (педаль), когда мы катаем велосипед взад-вперёд: по ходу движения велосипеда или против? Тут можно было бы сделать расчёты по картинке, но можно обойтись и здравым смыслом. Зачем вообще нужны педали велосипеду, если мы могли бы ногами прямо от земли отталкиваться? Это приходилось бы делать с той скоростью, с которой мы едем, а педали позволяют (в том числе) крутить их гораздо медленней, но с тем же эффектом. Поэтому они движутся по ходу движения велосипеда (иначе для ездока они бы шли назад даже быстрее, чем земля). Значит, куда мы их потянем, туда он и поедет. Тут уместно задаться следующим вопросом.

Задача 1. Почему же тогда велосипедист едет вперёд, когда он толкает нижнюю педаль назад? Подумайте над тем, что значит «поддаться его усилиям» в отличие от «поддаться натяжению внешней верёвки».

В случае с машинкой с пропеллером мы будем считать, что давление ветра на всё, кроме пропеллера, можно сделать пренебрежимо малым (делая конструкцию тонкой) и что лопасти сами не испытывают трения о воздух, он только давит на их поверхность, как на парус. Можно для наглядности представить (рис. 1), что они – бес-

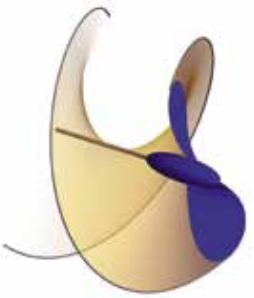


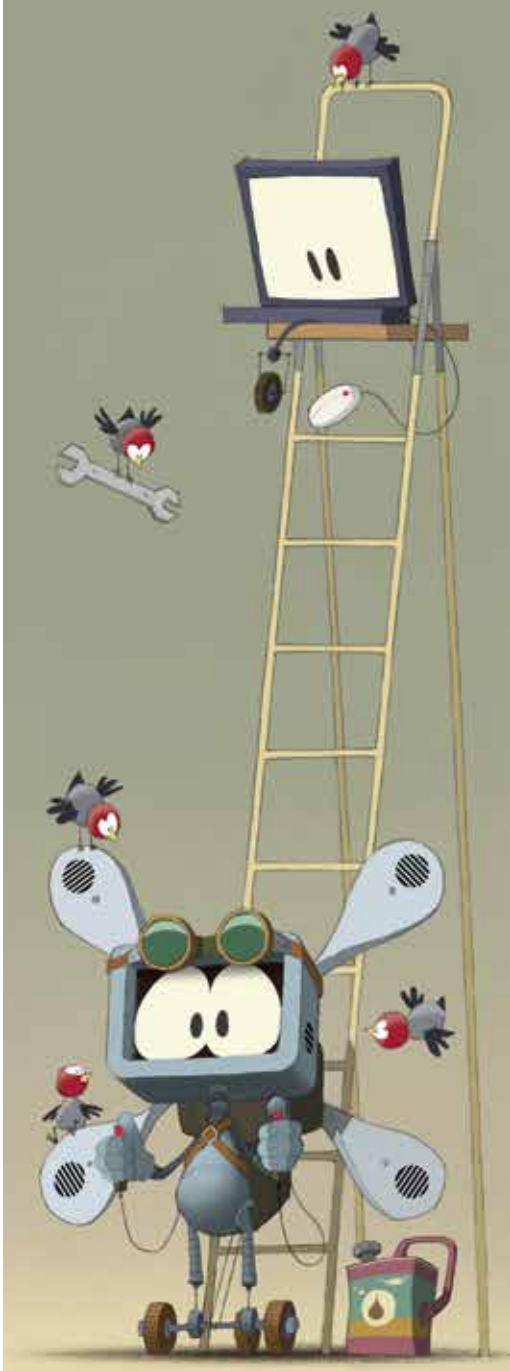
Рис. 1

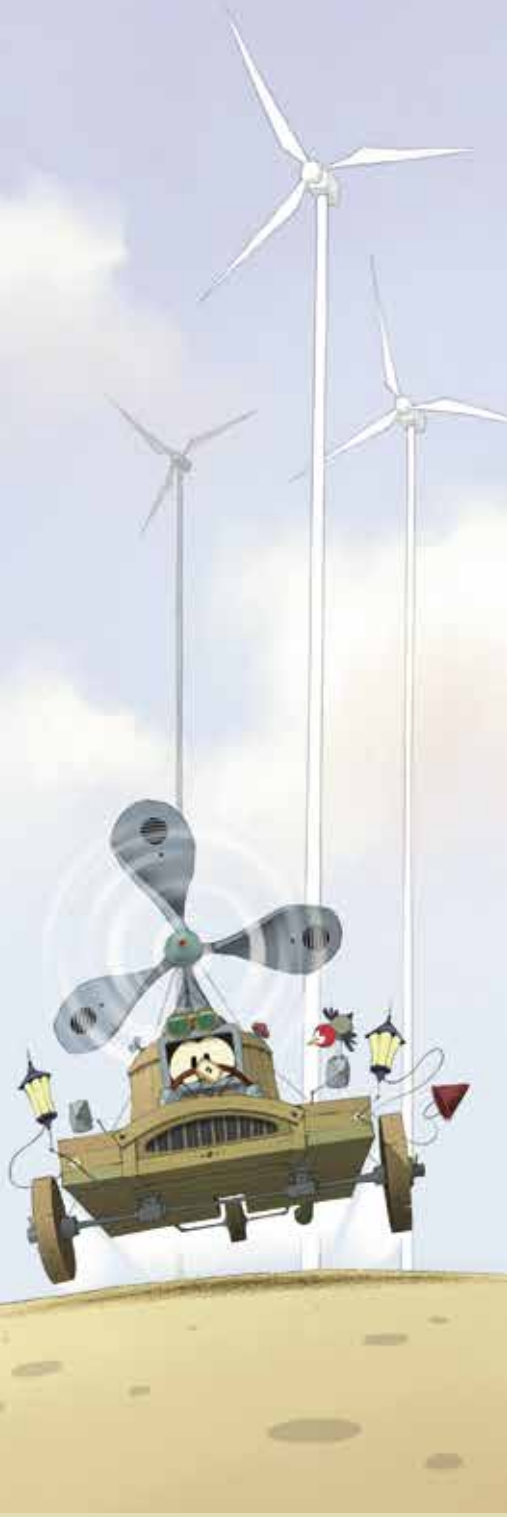
конечно тонкие, часть этакой винтовой поверхности, вдоль которой они могут скользить, вращаясь вокруг оси и двигаясь вперёд. Для удобства положим, что эта поверхность – и винт, вдоль неё скользящий, – делают один оборот за метр.

Теперь мы готовы ответить на ключевой вопрос, который опять такой: при каких движениях поверхность лопастей поддаётся напору ветра, а при каких идёт навстречу? Покатаем машинку. Если винт будет при этом совершать один оборот за каждый метр, проезжаемый машиной, то сама винтовая поверхность с лопастями никуда не сдвинется (рис. 2а), винт лишь проскользит внутри неё, так ветру не поддашься. Если же винт при движении машины совсем не вращается, то поверхность лопастей сдвигается вместе с ним и вместе с машиной как парус (рис. 2б). Настраивая связь между колёсами и винтом, можно создать промежуточную ситуацию, чтобы винт делал меньше одного оборота за метр. Тогда поверхность лопастей сдвигается по ходу машины, но меньше, чем сама машина (рис. 2в), и чтобы поддаться ветру вперёд, машинка поедет вперёд. И будет поддаваться и разгоняться до тех пор, пока парус не поддастся полностью, то есть его поверхность не станет двигаться вместе с ветром. И коли движение машины (серая стрелка на рисунке) у нас больше, чем сопутствующее ей движение поверхности паруса (чёрная стрелка), который движется со скоростью ветра, машина будет двигаться в этом случае быстрее ветра, который её двигает.

а) б) в)

Рис. 2





Эта ситуация – лишь завуалированная катушка из задачи 2, которую толкают в точке B. В случае катушки неудивительно, что сама катушка (точка A) смещается быстрее, чем то, что её толкает (в точке B). Можно ещё сблизить эти примеры, если представить, что у катушки в точке B парус, и толкается он ветром. Возникнет небольшая проблема: по мере разгона катушка повернётся, и парус окажется уже в другом положении. Но это можно исправить, установив кучу свёрнутых парусов, которые у точки B разворачиваются, а уйдя – сворачиваются обратно, так что ветер всегда давит около точки B.

С другой стороны, если связь между колёсами и пропеллером настроить так, что при движении машины поверхность пропеллера движется в противоположную сторону, мы получим будто бы катушку, которую толкаем в точке C. Пропеллер поддаётся ветру, движется в его сторону, а машина тогда – навстречу.

Вот так легко можно понимать некоторые механические загадки, ища не «что произойдёт при попытке так-то надавить», а «что должно было случиться, если попытка надавить удалась». Но надо учитывать пару деталей. Этот трюк даёт простой ответ в случаях, когда у системы есть только один способ подвигаться вперёд-назад – тогда если движение «назад» идёт наперекор давлению, у нас остаётся единственное «вперёд». Но если система может сдвинуться из исходного положения многими разными способами, многие из них могут поддаваться давлению, и остаётся неопределённость. Если я толкну край руля велосипеда вперёд, то и руль повернётся, и велосипед вперёд поедет, но непонятно, будет ли какое-то из этих движений доминировать и насколько. И иногда эти «другие движения» прячутся от глаз, как в следующем примере.

Задача 2. Что будет с катушкой, если толкать её не выше и не ниже стола, а на уровне точки касания, которая была в любом случае неподвижна?

Художник Алексей Вайнер

Владимир Красноухов

ПАРКЕТ ИЗ ОТХОДОВ

Перед нами набор из 6 плоских деталей (рис. 1). Каждая составлена из 7 одинаковых равносторонних треугольников. Своей формой детали напоминают отходы, образующиеся при изготовлении паркета. Обычно их выбрасывают как мусор. А жаль...

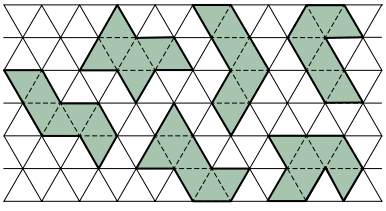


Рис. 1

Задача 1 (сложная). Докажите, что этими наборами можно замостить бесконечный паркет. Детали можно как угодно поворачивать и переворачивать, но нельзя накладывать друг на друга.

Следующая задача навеяна строками Анны Андреевны Ахматовой «Когда б вы знали, из какого сора растут стихи, не ведая стыда...».

Задача 2 (для разминки). а) Используя весь набор, соберите цветок или другую красивую симметричную фигуру. б) Попробуйте также собрать одновременно две одинаковые (по форме и размерам) фигуры.

Автор этой головоломки (В. Красноухов) утверждает, что таких пар можно составить не менее дюжины. Примеры приведены на рисунках 2 и 3.

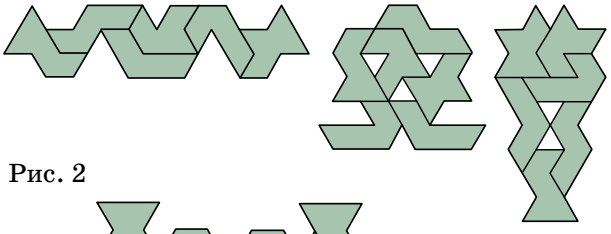


Рис. 2

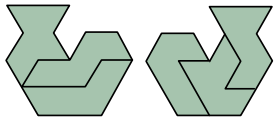


Рис. 3

Желаем успехов!

Художник Анна Рацкевич

КОНКУРС ПО РУССКОМУ ЯЗЫКУ

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

Предлагайте задачи собственного сочинения: лучшие будут опубликованы.

III ТУР

11. В пермских говорах русского языка есть два слова-омонима *раль*: 1) «сундук для хранения домашних вещей и продуктов»; 2) «болтун, пустослов». Коротко объясните, как возник каждый из этих омонимов.

С. В. Дьяченко

12. Персонаж рассказа, действие которого происходит в Средние века, узнаёт, что представители одной широко распространённой в те времена профессии установили очень высокий денежный взнос за вступление в их цех. Своё изумление персонаж выражает фразой-палиндромом*. Напишите этот палиндром.

И. Б. Иткин

---

* О палиндромах см., например, «Квантик» № 5 за 2023 год, с. 27 (конкурс по русскому языку, задача 14).

13. В книжном магазине:

– Мама, смотри, тут есть большой словарь по сказкам моего любимого писателя! Давай его купим! – воскликнула начитанная первоклассница Аня.

– Нет-нет, Анечка, это словарь для лингвистов, про сказки там ничего не написано, – рассмеялась мама, прочитав название книги, на которую показывала Аня.

– Но почему же он тогда называется «Большой словарь _____»? – не поняла Аня.

Заполните пропуск. Назовите любимого писателя Ани.

А. Л. Леонтьева

14. Маша послала мужа в магазин за покупками к праздничному столу. И, конечно, сразу забеспокоилась: наверняка же забудет самое вкусное! Не удержалась и вдогонку отправила ему sms-ку: «Алёша, 1234 2134!»

Восстановите текст, заменённый цифрами (одинаковые цифры заменяют одинаковые буквы).

С. И. Переверзева

15. Решая математическую задачу из конкурса «Квантика», тётя Люда в шутку спросила:

– А это слово обозначает тысячную долю его?

Какое слово имела в виду тётя Люда?

Л. Н. Перепечко

Художник Николай Крутиков

XXXV МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ПРАЗДНИК

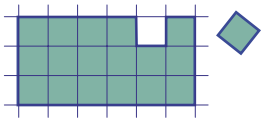
ИЗБРАННЫЕ ЗАДАЧИ

В юбилейном 35-м Математическом празднике для 6 и 7 классов 18 февраля 2024 года приняли участие более 20 тысяч школьников. Приводим все задачи «классической» части (в скобках указаны баллы за задачу). Подробности – на сайте mccme.ru/matprazdnik/

6 класс

1 [5]. У Кати и Маши расчёски одинаковой длины. У каждой расчёски все зубчики одинаковые, а расстояния между зубчиками равны ширине зубчика. В Катиной расчёске 11 зубчиков (см. рисунок). Сколько зубчиков в Машиной расчёске, если они в пять раз у́же зубчиков Катиной расчёски?

Татьяна Казицына



2 [5]. Из прямоугольника 3×6 вырезали одну клетку (см. рисунок). «Пришейте» эту клетку в другом месте так, чтобы получилась фигура, которую можно разрезать на две одинаковых.

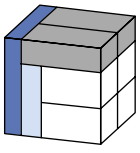
Татьяна Казицына

3 [7]. В сумме

$$П,Я + Т,Ь + Д,Р + О,Б + Е,Й$$

разными буквами зашифрованы разные цифры. Оказалось, что все пять слагаемых не целые, но сама сумма является целым числом. Каким именно?

Александр Шаповалов



4 [7]. Миша сложил из восьми брусков куб (см. рисунок). Все бруски имеют один и тот же объём, серые бруски одинаковые и белые бруски тоже одинаковые. Какую часть ребра куба составляют длина, ширина и высота белого бруска?

Михаил Евдокимов

5 [8]. Решил шах проверить придворного мудреца. «Вот тебе шесть шкатулок, – сказал шах, – с надписями 1, 2, 3, 4, 5, 6 на крышках. В каждой шкатулке золотая монета, которая весит ровно столько граммов, сколько написано. Ты расставляешь шкатулки как угодно в клетках прямоугольника 2×3. Потом я втайне от тебя меняю местами монеты в каких-то двух шкатулках, стоящих в соседних по стороне клетках (или ничего не меняю). Затем ты укажешь на несколько шкатулок, а я назову тебе общий вес мо-

нет в них. Если после этого правильно определишь, какие монеты я переложил, останешься при дворе. А не сможешь – прогоню вон!» Как может действовать мудрец, чтобы выдержать испытание?

Александр Шаповалов

6 [8]. В школе все ученики – отличники, хорошисты либо троечники. В круг встали 99 учеников. У каждого среди трёх соседей слева есть хотя бы один троечник, среди пяти соседей справа – хотя бы один отличник, а среди четырёх соседей – двух слева и двух справа – хотя бы один хорошист. Может ли в этом круге быть поровну отличников и троечников?

Александр Шаповалов

7 класс

1 [5]. Расставьте в клетки квадрата 3×3 различные целые положительные числа, не большие 25, так, чтобы в любой паре соседних по стороне клеток одно число делилось на другое.

Иван Ященко

2 [5]. См. заднюю страницу обложки.

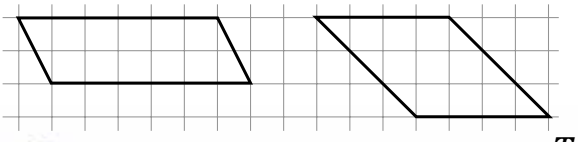
3 [7]. См. задачу 3 для 6 класса.

4 [7]. См. задачу 4 для 6 класса.

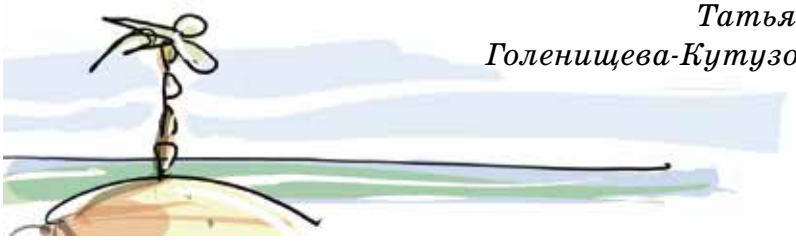
5 [9]. На острове живут красные, синие и зелёные хамелеоны. 35 хамелеонов встали в круг. Через минуту все они одновременно поменяли цвет, каждый на цвет одного из своих соседей. Ещё через минуту снова все одновременно поменяли цвета на цвет одного из своих соседей. Могло ли оказаться, что каждый хамелеон побывал и красным, и синим, и зелёным?

Иван Русских

6 [9]. Разрежьте первый параллелограмм на три части и сложите из них второй.



Татьяна Голенищева-Кутузова



Художник Сергей Чуб

КОНКУРС ПО РУССКОМУ ЯЗЫКУ, II тур
(«Квантик» № 3, 2024)

6. *В распоряжении Квантика оказалось секретное полицейское донесение:*

«XY XZYW свидетелей стало известно, что преступники перегрузили товар в машину X YXZYW, двигавшихся по дороге из YXZY W Лёренскуг».

Помогите Квантику расшифровать зашифрованный текст.

Ключом к расшифровке может послужить, например, тот факт, что Лёренскуг – пригород столицы Норвегии. Итак: **«Со слов** свидетелей стало известно, что преступники перегрузили товар в машину **с ослов**, двигавшихся по дороге из **Осло в** Лёренскуг».

7. *Шестилетняя Маша предложила своё объяснение одного из важнейших событий в истории Земли: она считает, что динозавры _____, потому что _____. Второе пропущенное слово получается из первого добавлением одной буквы. Заполните пропуски.*

Причины исчезновения динозавров, случившегося около 66 миллионов лет назад, до сих пор остаются предметом научных споров. Маша считает, что динозавры **вымерли**, потому что **вымерзли**. Может, и правда?

8. *По мнению многих лингвистов, первоначально это слово означало спадающие вниз длинные пряди волос по бокам. Напишите это слово.*

Речь идёт о слове ***висок***. Сейчас так называется часть головы от уха до лба, но выглядит это слово как производное от глагола *висеть*. Поэтому многие лингвисты предполагают, что исходное значение слова *висок* – спадающая вниз (то есть свисающая) длинная прядь волос.

9. *В словаре «Лексикон славенороссий...» Памвы Берынды (1627 г.) слово молитва объясняется как «резь». В слове молитва мы заменили одну букву. Как в действительности выглядит это слово в словаре Памвы Берынды?*

Словом «резь» Памва Берында объясняет слово ***колитва***. *Резать* и *колоть* – близкие по значению глаголы.

10. *Юра и Наташа ехали с родителями из Серпухова в Москву. Сидеть в электричке надоело, и Наташа стала приставать к брату.*

– _____, Наташа! – вступилась за Юру мама. – Слышишь, и машинист тебе то же самое говорит.

Какую станцию они проезжали?

– Оставь его, Наташа! – вступилась за Юру мама. И надо же такому случиться, что в этот самый момент электричка проезжала станцию ***Остафьево***. Слова *оставь его* и *Остафьево* звучат одинаково, это омофоны.

НАШ КОНКУРС, VII тур
(«Квантик» № 3, 2024)

31. *Маленький Ваня научился писать только две цифры, но смог написать четырёхзначное, трёхзначное и двузначное числа, сумма которых равна* 2024. *Приведите пример, как это могло получиться.*

Ответ: $1888+118+18=2024$.

32. *В клетки таблицы* 3×3 *вписали цифры так, что в каждой строке все* 3 *цифры разные. Разрешается в каждой строке переставить цифры как угодно. Всегда ли удастся сделать это так, что никакие две одинаковые цифры не окажутся в разных столбцах?*

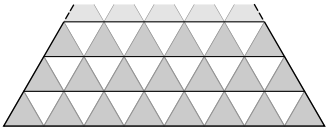
Ответ: нет. Заполним таблицу, как показано на рисунке.

1	2	3
1	2	4
1	3	4

В один столбец может поместиться целиком только один набор из двух или трёх одинаковых цифр. Столбцов всего три, а наборов повторяющихся цифр в данной таблице четыре, поэтому, как ни переставляй цифры в строках, цифры хотя бы одного набора окажутся в разных столбцах.

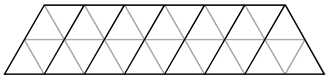
33. *Имеется* 150 *одинаковых плиток в форме равностороннего треугольника. Можно ли из всех этих плиток сложить (без дырок и наложений) какую-нибудь трапецию (то есть четырёхугольник, у которого две стороны параллельны, а две другие – нет)?*

Ответ: нет. Предположим, что трапецию сложить получилось. Такая трапеция состоит из нескольких параллельных её основаниям полосок высотой в 1 треугольник.



В каждой такой полоске количество треугольников нечётно: «вверх» смотрит на 1 треугольник больше, чем «вниз». Всего треугольников 150 – чётное число – значит, трапеция состоит из чётного числа полосок. Разрежем нашу трапецию горизонтальными линиями на трапеции высотой в 2 полоски. Каждую такую трапецию, в свою очередь, порежем на кусочки из 4 треугольников, отрезая наклонные короткие полоски вдоль боковой стороны, пока не

останется треугольник, состоящий из 4 маленьких (см. пример на рисунке).

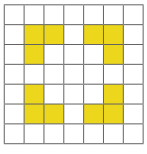


Так мы разрежем всю большую трапецию на кусочки, состоящие из 4 маленьких треугольников! Тогда их общее количество должно делиться на 4, а 150 на 4 не делится – противоречие.

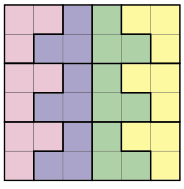
34. *Коля придумал ребус КОЛЯ + ВОЛЯ = = СИЛА. Какое наибольшее значение может принимать ИКС? (Одинаковыми буквами обозначены одинаковые цифры, а разными буквами – разные цифры, ни одно число не начинается с нуля).*

Ответ: 879. Покажем, что буква И не может заменять цифру 9. Посмотрим на десятки: при сложении Л + Л или Л + Л + 1 (если был переход через десяток) получилось Л или 10 + Л. Такое возможно только в двух случаях: Л = 0 (0 + 0 = 0) или Л = 9 (9 + 9 + 1 = 19). При Л = 0 получаем, что И – последняя цифра суммы двух О + О, значит, И – чётная. Значит, ни при Л = 0, ни при Л = 9 цифра И не может обозначать 9. Тогда наибольшее возможное И – это 8. К меньше С, значит, К не равно 9 – максимум 7. Тогда С может быть равно только 9 при В = 2; получаем ИКС = 879, и при Л = 0, Я = 3, А = 6 получаем верный пример 7403 + 2403 = 9806.

35. *Докажите, что для любой пары натуральных чисел m и n найдётся клетчатый прямоугольник с соотношением сторон $m : n$, который можно разрезать на трёхклеточные уголки по линиям сетки так, что уголков каждого из четырёх типов (изображённых на рисунке) будет поровну.*



Сложим квадрат 6×6, используя по 3 уголка каждого типа (см. рисунок справа). Тогда в прямоугольнике $6m \times 6n$, сложенном из $m \cdot n$ таких квадратов 6×6, будет поровну уголков каждого типа.



ШАРЫ И ВЕРОЯТНОСТЬ

(«Квантик» № 4, 2024)

Ответ: 7. Синих шаров должно быть больше, чем шаров любого другого цвета, но меньше, чем красных и жёлтых в сумме. Общее число шаров будет минимальным, если синих три, а красных и жёлтых по два.

ГАЛОПОМ ПО ЕВРОПАМ

Заметим, что среди названий стран есть два почти идентичных: (2) и (11). Очевидно, что-то из них означает «Исландия», а что-то – «Ирландия», или, вернее, «Исландиа» и «Ирландиа».

Видим, что (10) – это *_инланда* – возможно, это Финляндия.

Обратим внимание на (12): обозначим одинаковые буквы цифрами – *12на32*. Кроме того, буква *2* подозрительно похожа на латинскую или кириллическую *о*. Кажется, что под эту схему подходит только Монако.

Слово (9) приобретает вид *Ма_ _дониа* – не «Македониа» ли это? Слово (1) теперь выглядит как *_олония* – возможно, это Польша, то есть «Полониа».

Обратим внимание на (3) и (7): у них одинаковый конец, а в слове (7) ещё есть сочетание *-ело-*... Возможно, это Россия и Беларусь. Тогда (3) – это «Русиа» (не «Росиа», так как буква *о* у нас уже есть), а (7) – *_ _елорусиа*. Возможно, это что-то вроде «Бйелорусиа» (буква *и* у нас тоже уже есть, так что вариант «Биелорусиа» не подходит).

Слово (4) приобретает вид *Ли_ _ен_ _айни* – возможно, это Лихтенштейн, «Лихтенштайни». (6) – «Аустриа» (Австрия), (5) – «Литуанисе» (Литва).

Остается непонятным, что такое (8) – Шкипёриа (обозначим особый албанский звук как *ё* и в кириллице)? Первый знак немного похож на знак для «*с*». Обратимся к примечанию: самоназвание албанского – Giuha shqipe! Видимо, это название Албании на албанском языке. Кроме того, из названия (8) мы можем разделить два символа для «*к*»: ҁ – это *q*, а ҁ – *k*.

Выполним теперь задание 2:

Берлин – հɱЬѴіɥі

Амстердам – ԍƷЬɸɱЬԛԍѳі

Франкфурт-на-Майне – ѴЬѳɥҁѯѵЬɸі ƺհі Ʋԍհɥ

Берат – հɱЬԍɸі

Для выполнения задания 3 обратим внимание на следующие обстоятельства:

1. Название города по-албански должно оканчиваться на *-i*, в отличие от названия реки

2. «*на*» по-албански – *mbi*

Значит, звучать это название будет как Rostovi mbi Don. Записываем: Ьоѵɸоɥіƺհі ԛоɥ.

ПУТЬ НАИМЕНЬШЕГО СОПРОТИВЛЕНИЯ

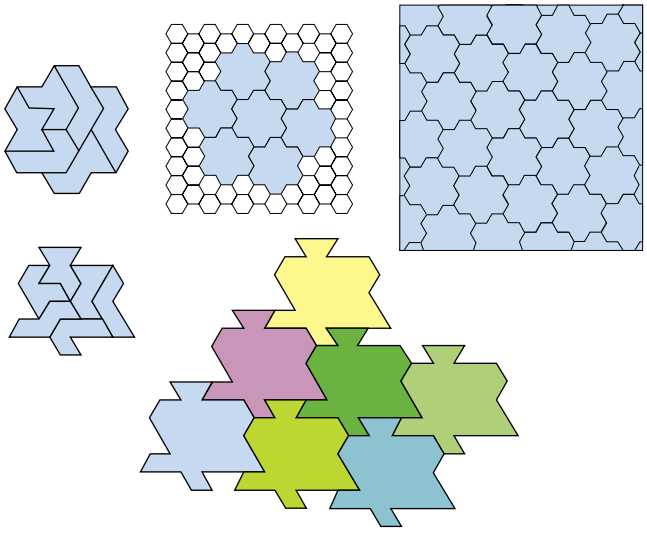
Задача 1 (про велосипедиста). Сидя на велосипеде и давя на его педаль, мы упираемся не

только в неё, но и в остальные части (сиденье, руль). Вычислять балансы этих сил, опять же, не нужно. Главное – что велосипедист пытается сдвинуть педаль относительно самого велосипеда, а не относительно земли, как мы делали в исходной задаче. Чтобы поддаться всему воздействию целиком, велосипеду нужно отстранить педаль от руля, и, значит, поехать вперёд. Если бы велосипедист перед нажатием на педаль подпрыгнул на сиденье, так чтобы ни на руль, ни на сиденье не давить, только на педаль, то предыдущее решение останется в силе и велосипед под ездоком начнёт двигаться назад.

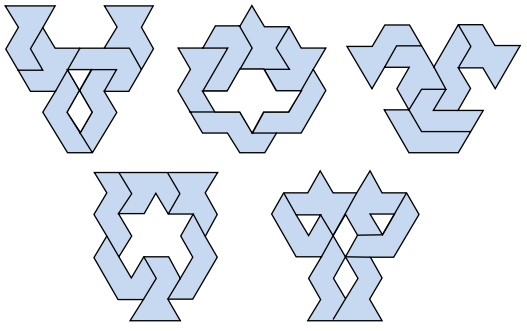
Задача 2 (про катушку). Катушка, толкаемая в точке касания параллельно полу, будет по нему скользить. О такой возможности не стоит забывать; чем ближе мы к неподвижной точке, тем больший выигрыш в движении мы пытаемся получить, и тем больше соблазн у катушки поддаться более простым способом, чем прокатиться в разы дальше, чем мы толкнули.

ПАРКЕТ ИЗ ОТХОДОВ

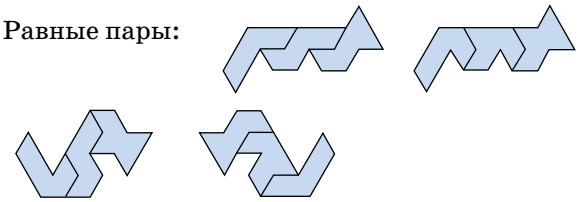
1. Вот два замощения бесконечного паркета:



2. Построение симметричных фигур:



Равные пары:

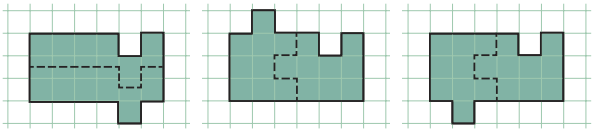


XXXV МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ПРАЗДНИК: ИЗБРАННЫЕ ЗАДАЧИ

6 класс

1. Ответ: 52. В Катиной расчёске 11 зубчиков и 10 промежутков между ними. Всего $11+10=21$ одинаковых отрезков. В Машиной расчёске таких отрезков $21\cdot5=105$. Из них зубчиков на один больше, чем промежутков. То есть зубчиков 53, а промежутков 52.

2. Ответ: см. рисунок.



3. Ответ: 27 (пример $0{,}5+1{,}6+7{,}4+8{,}3+9{,}2=27$) и 18 (пример $0{,}9+1{,}8+3{,}7+5{,}4+6{,}2=18$).

Сумма Я+Ь+Р+Б+Й должна оканчиваться нулём. Сумму 10 получить можно, только если взять пять наименьших цифр ($0+1+2+3+4=10$), но ноль после запятой противоречит условию. Максимальная сумма пяти цифр $9+8+7+6+5=35$, так что получить можно только суммы 20 и 30. Общая сумма всех цифр равна 45. Поэтому если сумма цифр после запятой равна 20, то сумма дробей равна $45-20+2=27$. Аналогично, если сумма цифр после запятой равна 30, то сумма дробей $45-30+3=18$.

4. Ответ: 7/10, 1/2 и 5/14. Раз объём чёрного бруска 1/8 объёма куба, его толщина равна 1/8 (здесь и дальше все длины – в долях ребра куба). Значит, длина серого бруска 7/8. При этом его ширина, очевидно, 1/2, а объём 1/8. Значит, его высота $1/8:(7/8\cdot1/2)=2/7$. Получается, что высота белого бруска $(1-2/7):2=5/14$. Ширина, очевидно, 1/2. Значит, его высота равна $1/8:(5/14\cdot1/2)=7/10$.

5. Ответ: мудрец может расположить шкатулки как на рисунке и указать шаху шкатулки в закрашенных клетках.

4	5	1
2	6	3

Нетрудно проверить, что для каждого из вариантов перекладывания монет суммы разные, поэтому мудрец сможет определить, что сделал шах.

6. Ответ: не может. Первые два условия мож-

но проще сформулировать так: среди любых трёх стоящих подряд есть троечник, среди любых пяти стоящих подряд есть отличник. Кроме того, рядом с каждым хорошистом или через одного человека от него должен стоять другой хорошист (назовём таких хорошистов *друзьями*). Если два друга-хорошиста стоят рядом, то с обеих сторон от них должны стоять троечники, а если через одного, то троечник стоит между ними. Поэтому, если у какого-то хорошиста есть два друга, то возникает одна из двух пятёрок – 34434 или 43434, в которых нет отличника, что невозможно. Таким образом, хорошисты распадаются на пары друзей, и поэтому хорошистов чётное число. А тогда отличников и троечников вместе – нечётное, значит, их не поровну.

7 класс

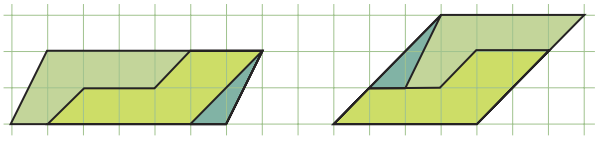
1. Ответ: см. рисунок (есть и другие примеры).

10	2	8
5	1	4
15	3	12

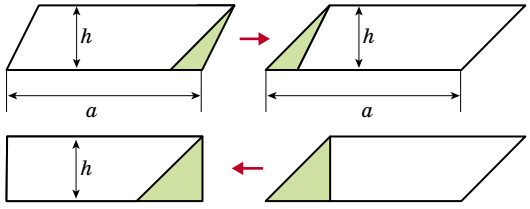
5. Ответ: не могло. Предположим, такое случилось. В первый раз никакой хамелеон не мог отдать свой цвет обоим соседям – иначе он будет стоять между двумя хамелеонами этого же цвета и во второй раз будет вынужден окраситься в этот цвет вновь. Но никакой хамелеон не мог отдать свой цвет обоим соседям и во второй раз: если так произошло, то этот хамелеон минуту назад получил этот цвет от одного из соседей, значит, один из его соседей принимал этот цвет два раза – в начале и в конце.

Поэтому каждый хамелеон каждый раз отдаёт свой цвет не более чем одному соседу, то есть количество хамелеонов каждого цвета не увеличивается. Но хамелеонов 35, а цветов 3, значит, изначально хамелеонов какого-то цвета не больше 11 (иначе суммарно хамелеонов хотя бы $12 \cdot 3 = 36$). Тогда хамелеонов этого цвета за всё время было не больше $11 \cdot 3 = 33$, и какой-то из хамелеонов точно в этот цвет не окрашивался.

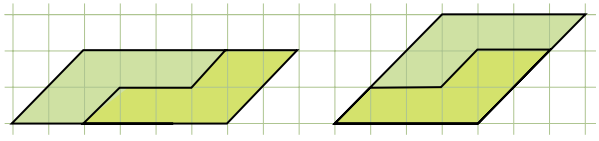
6. Ответ: см. рисунок.



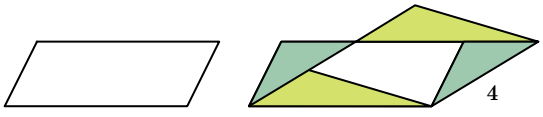
Комментарии. **1.** Любой параллелограмм нетрудно разрезать на две части и сложить из них другой параллелограмм с такими же основанием a и высотой h. Отсюда, кстати, можно увидеть, что все такие параллелограммы имеют одинаковую площадь, и найти эту площадь: она равна площади прямоугольника $a \times h$. В частности, параллелограммы из условия имеют одинаковую площадь: $6 \times 2 = 4 \times 3$.



2. Если первую фигуру можно разрезать на части и сложить из них вторую (будем говорить «перекроить первую фигуру во вторую»), а вторую можно перекроить в третью, то и первую можно перекроить в последнюю (подумайте, почему!). Это помогает найти решение задачи: можно сначала перекроить первый параллелограмм в параллелограмм с нужным наклоном боковой стороны (как показано выше), а потом изменить пропорции параллелограмма, не меняя наклон боковой стороны.



Можно поступить и по-другому: сначала «перекосить» (действуя, как в первом комментарии) первый параллелограмм так, чтобы у него появилась сторона длины 4, потом перекосить этот параллелограмм во второй. Получится другое разрезание – вершины частей, правда, уже не будут лежать в узлах сетки.



3. Теорема Бóйяи–Гéрвина говорит, что вообще любые два многоугольника одинаковой площади можно перекроить один в другой. (Доказательство можно прочитать, например, в брошюре В.Г. Болтянского «Равновеликие и равносоставленные фигуры». Важную роль в нём играют две идеи из предыдущих комментариев.) Но, вообще говоря, может потребоваться много частей. Например, чтобы перекроить квадрат 1×1 в прямоугольник $\frac{1}{100} \times 100$, понадобится разрезать квадрат на несколько десятков частей.

наш КОНКУРС

Приглашаем всех попробовать свои силы в нашем

заочном математическом конкурсе.

Третий этап состоит из четырёх туров (с IX по XII) и идёт с мая по август.

Высылайте решения задач IX тура, с которыми справитесь, не позднее 5 июня в систему проверки **konkurs.kvantik.com** (инструкция: 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!

IX ТУР

41. В клетки таблицы 2×50 (состоящей из 50 столбцов по 2 клетки) вписаны 100 различных натуральных чисел. В каждом квадрате 2×2 сумма чисел одна и та же. Могут ли в одном столбце стоять числа 20 и 24?

42. У Васи живут 5 кошек, каждая либо белая, либо чёрная. За день все кошки вместе съедают ровно один пакет сухого корма. Вася также знает, что любые две кошки разного цвета за день съедят треть пакета корма. Во сколько раз кошки одного цвета съедают больше, чем кошки другого цвета?

Авторы задач: Егор Бакаев (41), Татьяна Казицына (42), Сергей Полозков (43), Константин Кноп (44), Никита Солодовников (45)

43. Музей имеет форму равностороннего треугольника. Директор хочет разделить весь музей на 12 залов в форме равносторонних треугольников (не обязательно одинаковых) так, чтобы можно было начать обход в одном из залов и вернуться в него, пройдя по всем остальным залам и не заходя ни в какой из них дважды (дверь между залами можно установить, только если у них есть общая часть стены). Как это сделать?

44. У Кости есть две группы монет, в каждой из которых по одной фальшивой. В первой группе 8 монет, во второй – 10. Фальшивые монеты весят одинаково, чуть легче настоящих. Костя хочет за одно взвешивание на чашечных весах без гирь отыскать больше шести настоящих монет. Получится ли это?

45. Вася построил из картонных кирпичиков $1 \times 2 \times 3$ см крепкую стенку $1 \times 200 \times 300$ см, потратив целую баночку клея (чтобы стенка была крепкой, любые стороны кирпичей внутри неё должны быть полностью смазаны клеем). Петя сказал, что построил крепкую стенку такого же размера, по-другому располагая такие же кирпичики, и потратил при этом меньше клея. Могло ли такое быть?

Художник Николай Крутиков

РАМА ИЗ ТРЕУГОЛЬНИКОВ

Коля пришёл в музей современного искусства и увидел квадратную картину в раме необычной формы, состоящей из 21 равного треугольника. Коля заинтересовался, чему равны углы этих треугольников. Помогите ему их найти.

Задача предлагалась на 35 Математическом празднике в 2024 году

ISSN 2227-7986 24005

Художник Анна Рацкевич

Автор Иван Русских