№ 10 | октябрь 2025

Издаётся Московским Центром непрерывного математического образования

e-mail: kvantik@mccme.ru

ЖУРНАЛ

КВАНТИК

ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

№ 10
октябрь
2025

КАК В ЕВРОПУ ПРИВОЗИЛИ НОСОРОГОВ

ЖЁСТКИЕ МНОГОУГОЛЬНИКИ ИЗ КОНСТРУКТОРА

КОСМИЧЕСКИЙ МОЛОТОК

Enter

ПРОДОЛЖАЕТСЯ ПОДПИСКА НА 2026 ГОД

и подписка на оставшиеся месяцы 2-го полугодия 2025 года

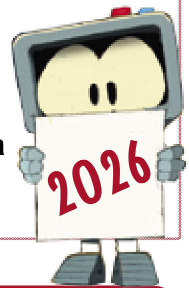
- в почтовых отделениях по электронной и бумажной версии **Каталога Почты России:**
  - индекс **ПМ989** – годовая подписка
  - индекс **ПМ068** – по месяцам полугодия

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

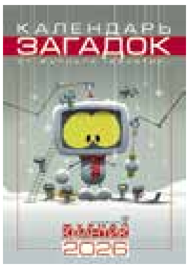
По этой ссылке вы можете оформить подписку и для своих друзей, знакомых, родственников

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

ПОДПИСЫВАЙТЕСЬ НА ЖУРНАЛ «КВАНТИК»

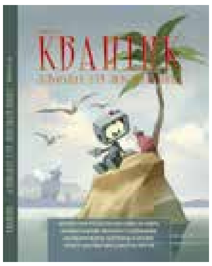


НАШИ НОВИНКИ



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

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



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

НАГРАДЫ ЖУРНАЛА

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**

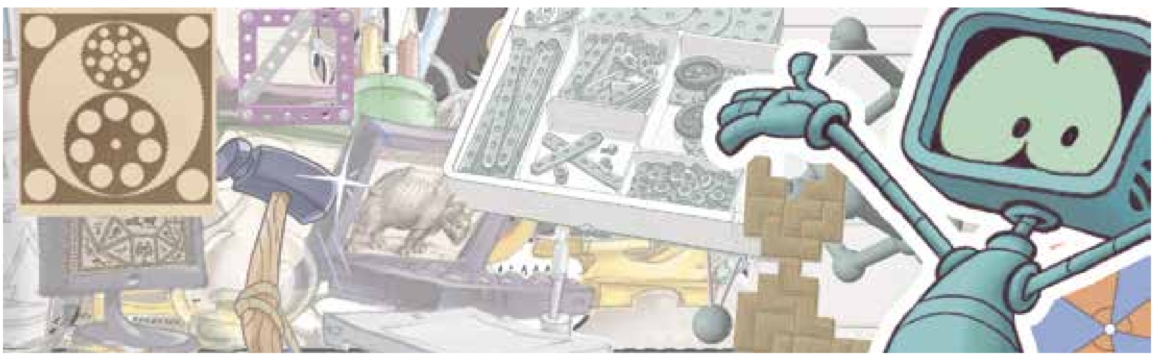
Журнал «Квантик» № 10, октябрь 2025 г.
Издаётся с января 2012 года
Выходит 1 раз в месяц
Свидетельство о регистрации СМИ:
ПИ № ФС77-44928 от 04 мая 2011 г.
выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).
Главный редактор С.А. Дориченко
Редакция: В.Г. Асташкина, Т.А. Корчемкина, Е.А. Котко, И.А. Маховая, Г.А. Мерзон, М.В. Прасолов, И.Т. Русских, Н.А. Солодовников
Художественный редактор и главный художник Yustas
Вёрстка: Р.К. Шагеева, И.Х. Гумерова
Обложка: художник 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 84х108/16
Тираж: 4500 экз.
Подписано в печать: 21.08.2025
Отпечатано в ООО «Принт-Хаус»
г. Нижний Новгород, ул. Интернациональная, д. 100, корп. 8.
Тел.: (831) 218-40-40
Заказ №
Цена свободная
ISSN 2227-7986
6+

СОДЕРЖАНИЕ



Михаил Панов

ЖЁСТКИЕ МНОГОУГОЛЬНИКИ ИЗ КОНСТРУКТОРА

Многоугольники, собранные из планок детского конструктора, будут изгибаемы, если количество вершин больше 3. У них можно менять углы, поворачивая планки в местах соединения. Треугольник же – фигура жёсткая, он полностью определяется длинами сторон. А можно ли, имея планки детского конструктора с единичным шагом между отверстиями, собрать правильные многоугольники так, чтобы они были жёсткими? Давайте порешаем эту задачу!

Квадрат, собранный из конструктора, конечно, изгибаем. Но добавление всего одной планки делает его жёстким. Для построения квадрата можно выбрать планки длины 5 (в них по шесть дырочек) и дополнительную планку такой же длины (рис. 1). Эта конструкция жёсткая, благодаря известному «египетскому» прямоугольному треугольнику со сторонами 3, 4, 5.

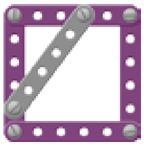


Рис. 1

В нашей задаче очень важно, что соединять планки можно только «по дырочкам», то есть все используемые отрезки должны быть целочисленными. Поэтому первая приходящая в голову идея – «добавить диагональ квадрата» – не проходит ни для какой длины его стороны (так как число $\sqrt{2}$ не является рациональным, то есть дробью p/q с целыми p и q).

Несложно сделать неизгибаемым и правильный шестиугольник (рис. 2, 3).

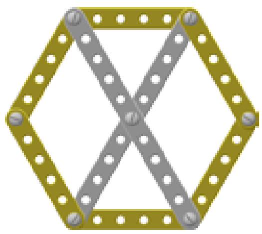


Рис. 2

В первом случае длина стороны может быть любой, начиная с 2 (чтобы можно было закрутить винтики), а жёсткость достигается за счёт двух главных диагоналей, вдвое больших, чем стороны. Во второй конструкции в качестве сторон шестиугольника необходимо взять планки длины не менее 5, а жёсткость обеспечивают треугольники со сторонами 3, 5, 7. Опустив в таком треугольнике высоту на сторону длины 5 и выра-

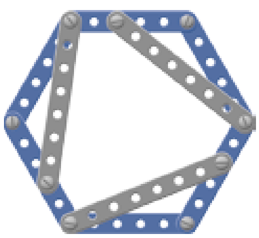


Рис. 3

зив её двумя способами из двух получившихся прямоугольных треугольников, можно убедиться, что угол против длинной стороны равен, как и положено в правильном шестиугольнике, 120°.

А что же с другими правильными многоугольниками?

Вот, например, конструкция для правильного пятиугольника (рис. 4). Его стороны можно сделать из планок длины 8. Прямоугольный треугольник со сторонами 3, 4, 5 придаёт жёсткость горизонтальной диагонали пятиугольника. Её длина равна сумме 4 (длины короткой горизонтальной планки) и $4\sqrt{5}$ (высоты равнобедренного треугольника со сторонами 9, 9, 2). Чтобы нижняя часть пятиугольника была жёсткой, добавляется ещё одна планка, придающая горизонтальность нижней стороне пятиугольника.

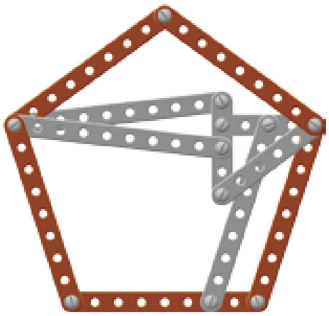


Рис. 4

А вот ещё одна идея получения угла в 108° (угла правильного пятиугольника) из меньшего числа деталей (рис. 5). Обоснование использует теорему косинусов, доказательство которой мы по сути описали при построении шестиугольника.

Как и раньше, вспомогательные планки можно разместить и внутри самого пятиугольника (рис. 6) и даже немного передвинуть (рис. 7).

Примеры на рисунках 5 и 6 взяты из серии статей «Meccano Math» нобелевского лауреата по физике голландца Герарда Хóфта. *Meccano* – это фирма,

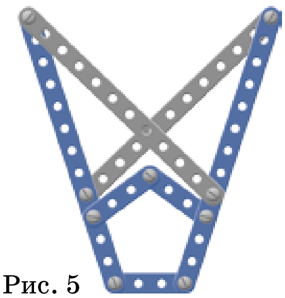


Рис. 5

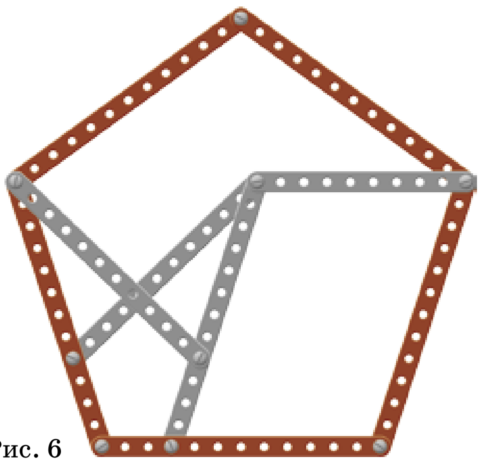


Рис. 6

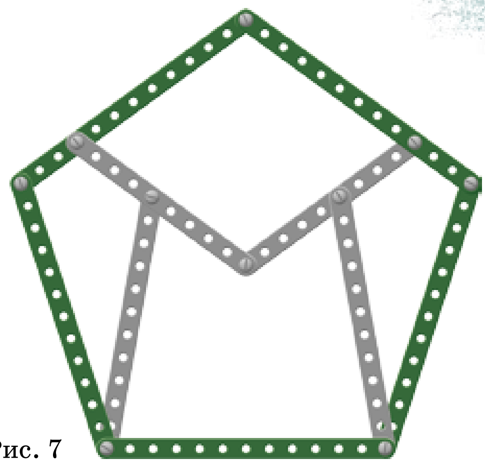
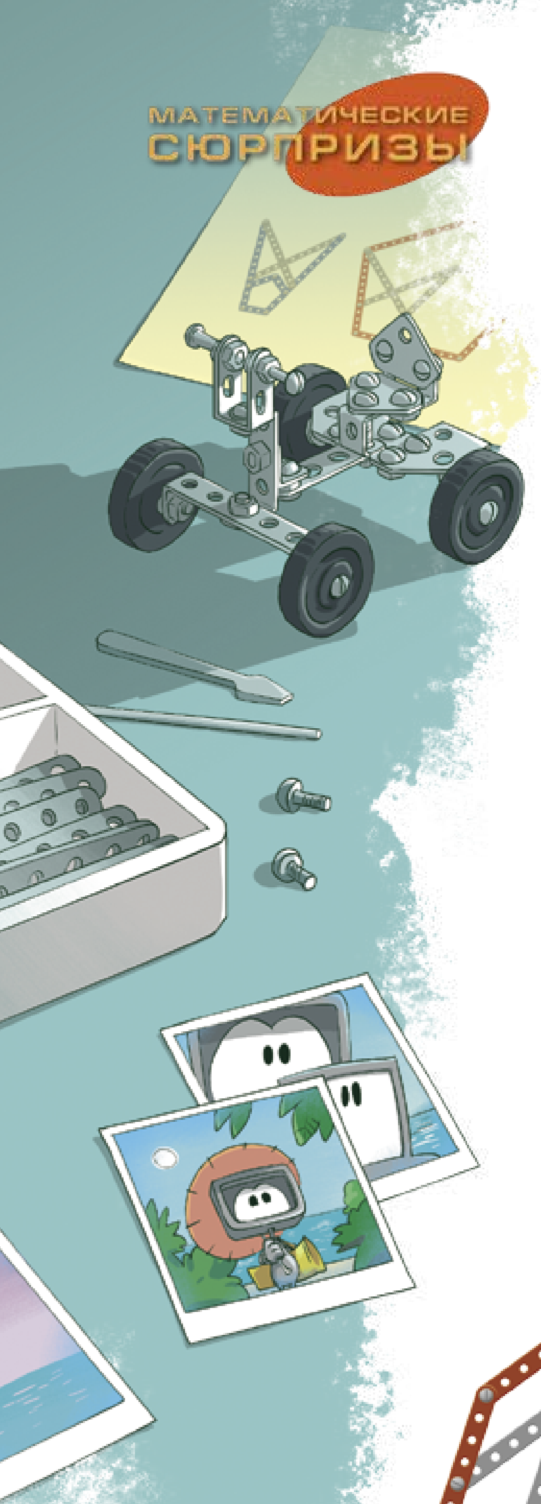


Рис. 7



производившая с начала XX века конструкторы с планками и пластинками с отверстиями, винтами и гайками для их соединения и разными другими деталями. Изготовление механизмов из этих наборов было любимым занятием многих детей, а для кого-то стало началом пути в науку и инженерию.

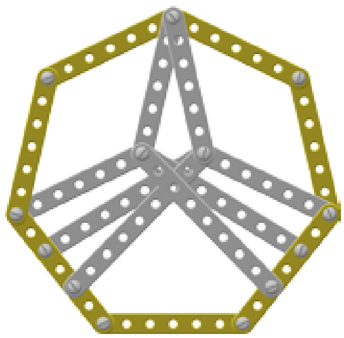


Рис. 8

А вот экономичные конструкции жёстких семи- и восьмиугольника (рис. 8, 9).

Немного доработав примеры, показанные на рисунках 5, 6 и 7, можно получить экономичную конструкцию десятиугольника, рис. 10. (Заметьте: если на стороне правильного $(4n + 2)$-угольника построить внутрь правильный $(2n + 1)$-угольник, то центр большего обязательно совпадёт с вершиной меньшего – попробуйте это доказать. Этим фактом при $n = 1$ мы уже воспользовались для шестиугольника, рис. 2.)

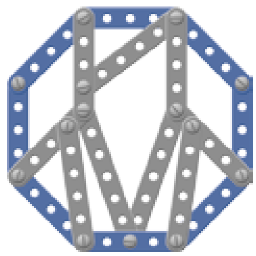


Рис. 9

Если вы хотите сделать из конструктора циферблат для часов, то вот способ, как придать жёсткость двенадцатиугольнику (рис. 11).

Существует общий метод придания жёсткости правильным многоугольникам. Покажем его на примере одиннадцатиугольника (рис. 12).

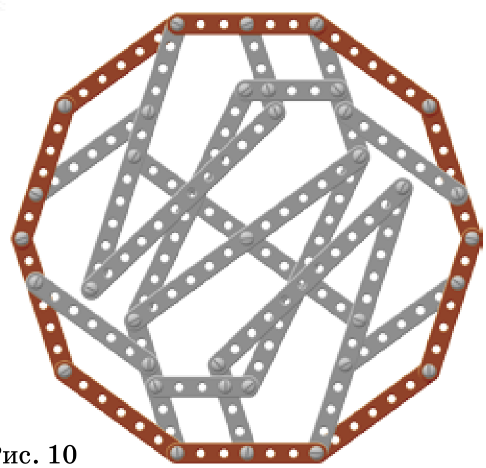


Рис. 10

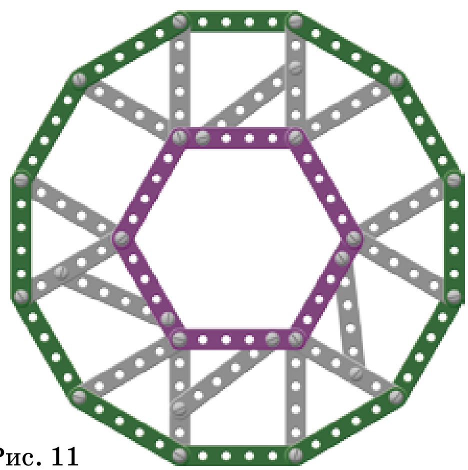
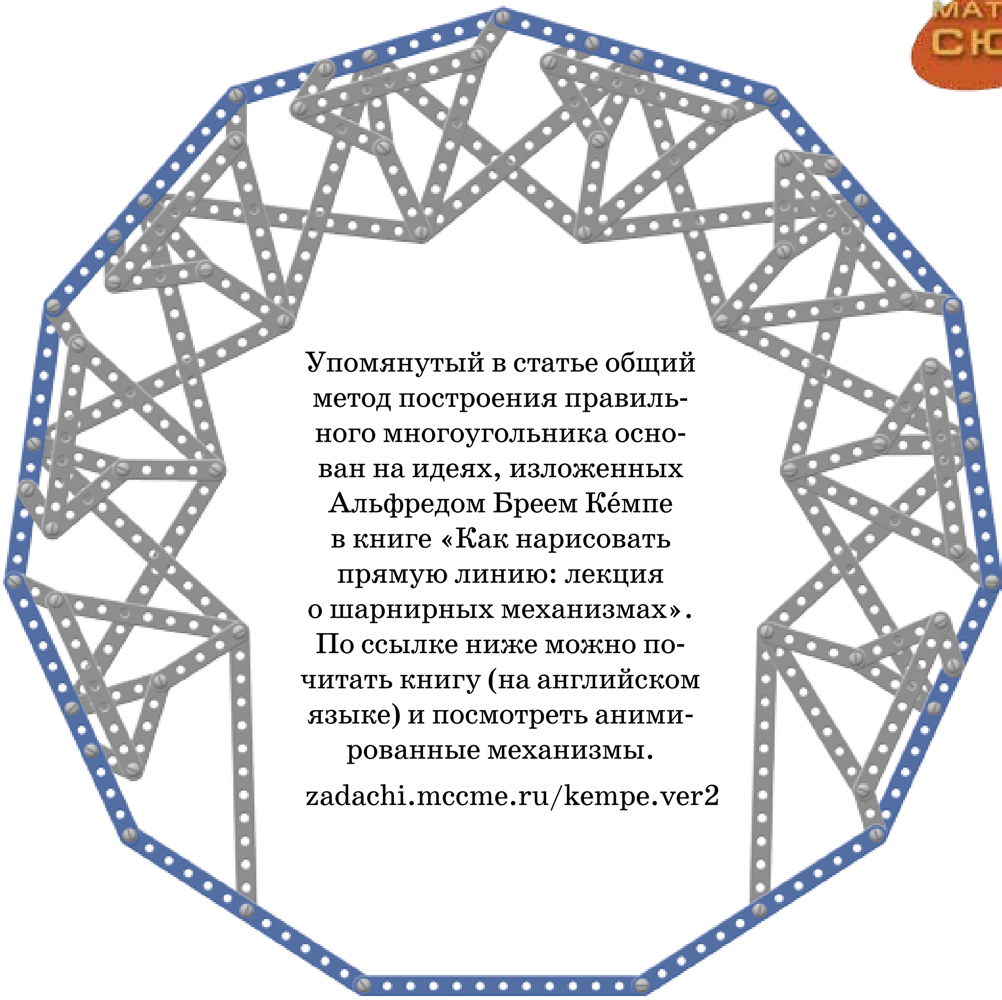


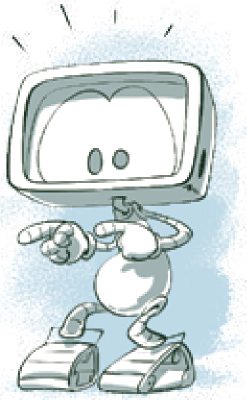
Рис. 11



Упомянутый в статье общий метод построения правильного многоугольника основан на идеях, изложенных Альфредом Бреем Ке́мпе в книге «Как нарисовать прямую линию: лекция о шарнирных механизмах». По ссылке ниже можно почитать книгу (на английском языке) и посмотреть анимированные механизмы.

zadachi.mccme.ru/kempe.ver2

Рис. 12



Механизм, показанный на рисунке 13 серым цветом, обеспечивает движение шарнира C по серединному перпендикуляру к отрезку AB, то есть всегда $AC = BC$. И из равенства красных планок получаем равенство углов синей ломаной при вершинах A и B.

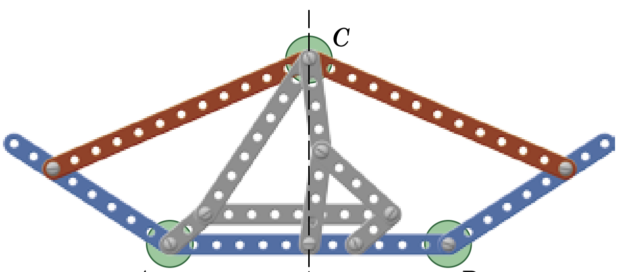
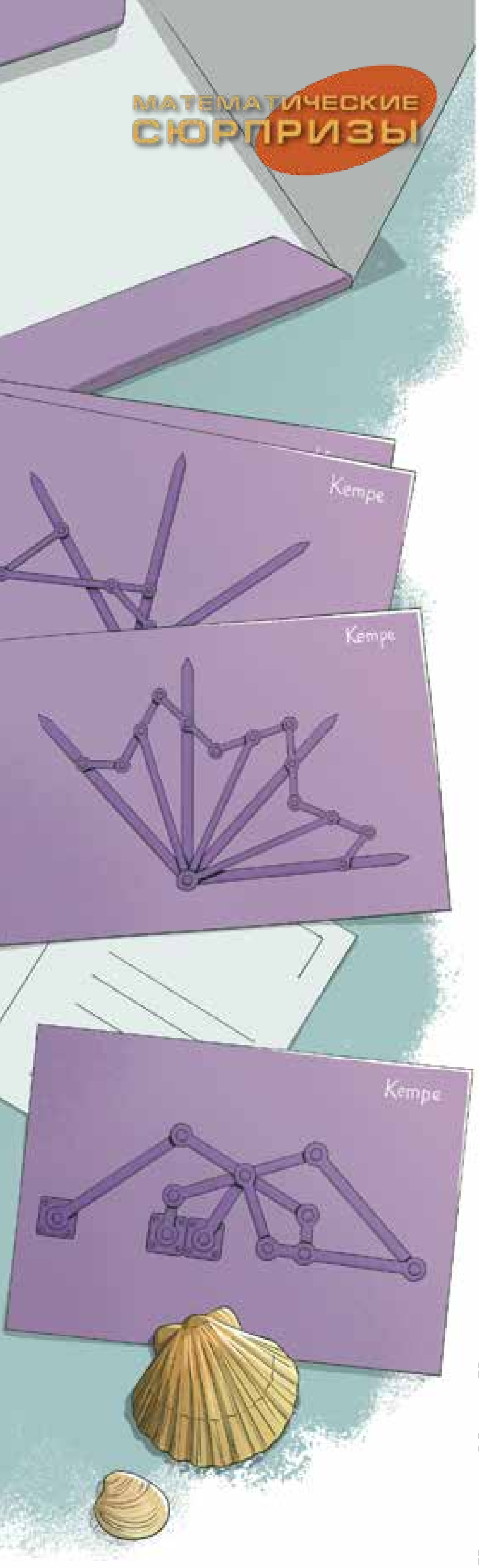


Рис. 13



Если отвинтить нижнюю горизонтальную планку одиннадцатиугольника, получается незамкнутая десятизвенная ломаная, у которой все углы равны. И она может изгибаться (в небольших пределах), причём её углы будут по-прежнему равны. Поэтому добавление замыкающего одиннадцатого звена той же длины, что и все остальные звенья, даёт жёсткий правильный одиннадцатиугольник.

Конструкция универсальная, но использует довольно большое число деталей (а показанные ранее примеры для пяти-, шести-, семи-, восьми-, десяти- и двенадцатиугольника экономичнее).

Какое наименьшее число дополнительных планок нужно, чтобы сделать жёстким правильный n-угольник? Подумайте, посчитайте, поэкспериментируйте и присылайте ваши решения Квантику. Отметим два аспекта, на которые стоит обращать внимание. Во-первых, лучше не использовать очень длинные планки: визуально может казаться, что всё сходится, но на деле отверстия могут ложиться друг на друга лишь приближённо, а стороны не быть в точности целочисленными. Во-вторых, жёсткость иногда оказывается лишь кажущейся. Так, например, в интернете ходит картинка правильного девятиугольника из планок одинаковой длины (рис. 14). В таком положении это в самом деле правильный девятиугольник, так как можно указать поворот на 40°, переводящий девятиугольник самого в себя. Но оказывается, эта конструкция нежёсткая и может немного изгибаться, как видно из анимации kvantik.com/short/9flexible в интернете.

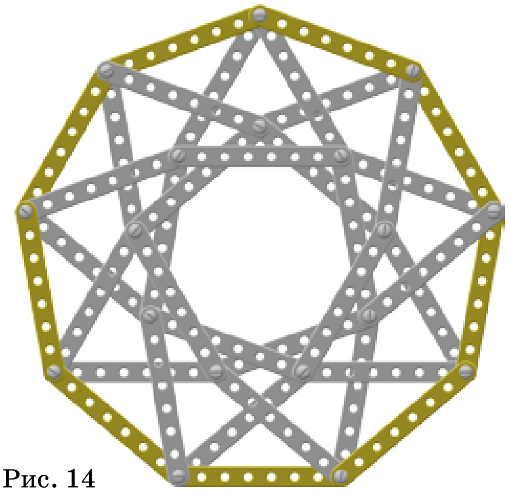


Рис. 14

Художник Мария Усеинова
Чертёжник Михаил Панов

Приглашаем всех попробовать свои силы в нашем

заочном математическом конкурсе.

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

Высылайте решения задач II тура, с которыми справитесь, не позднее 5 ноября 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!

II ТУР

6. Шахматный конь стоит на поле a1 шахматной доски. За какое наименьшее число ходов он может обойти все остальные поля диагонали a1 – h8?

7. Барон Мюнхгаузен вырезал из бумаги две одинаковые фигуры. Он утверждает, что можно положить их на стол без перекрытий тремя разными способами так, что объединённая фигура в первом случае будет иметь ровно одну ось симметрии, во втором – ровно две, а в третьем – ровно три. Могут ли слова барона оказаться правдой?

Авторы задач: Алексей Толпыго (6), Михаил Евдокимов (7), Сергей Костин (8, 9),
ученики 10 класса Гусейн Гусейнов и Фарид Мирзелиев (10)

8. В классе 25 учеников. Могут ли они построиться в виде квадрата 5×5 так, чтобы рядом с каждой девочкой (то есть слева, справа, спереди или сзади от неё) стояло ровно два мальчика, если в классе:

а) 12 девочек и 13 мальчиков;

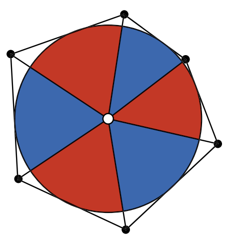
б) 13 девочек и 12 мальчиков?

9. На доске написаны числа

$$3,\ \frac{1}{3},\ 4,\ \frac{1}{4},\ 5,\ \frac{1}{5},\ 6,\ \frac{1}{6},\ 7,\ \frac{1}{7}.$$

Квантик рассмотрел всевозможные наборы из трёх различных чисел, написанных на доске. В каждом наборе он перемножил все числа и все эти произведения сложил, получилось число A. Ноутик рассмотрел всевозможные наборы из семи различных чисел, написанных на доске. В каждом наборе он перемножил все числа и все эти произведения сложил, получилось число B. Какое число больше – A или B?

10. Все стороны шестиугольника касаются круга (см. рисунок). Центр круга соединили отрезками с вершинами шестиугольника, разбив круг на 6 секторов. Эти секторы поочерёдно закрасили в красный и синий цвета. Докажите, что суммарная площадь красных секторов равна суммарной площади синих.



Художник Николай Крутиков

ДВА ТЕРМИНАЛА

На въезде в аэропорт «Толмачёво» в Новосибирске на каждой полосе вместо одного установлено два въездных терминала для оплаты парковки. Зачем?

Автор Михаил Евдокимов
Художник Yustas

ISSN 2227-7986