

# ЖУРНАЛ КВАНТИК

ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ



ОТ ХОЛОДНОГО  
К ГОРЯЧЕМУ И ОБРАТНО:  
ТЕПЛОЁМКОСТЬ

№ 3

М а р т  
2023

НОЖ ПРОТИВ ВИЛКИ,  
ИЛИ НЕМНОГО  
О ПЛАУНАХ

ДВА ВЕКА  
ТЕОРЕМЫ  
ДАНДЕЛЕНА

Enter ↩

# non/fiction **Весна**

Международная ярмарка интеллектуальной литературы

**6–9 апреля**

**Гостиный двор, Москва, Ильинка, 4**

Художественная, научная и научно-популярная литература

Книги для детей и детская площадка «Территория познания»

Презентации книжных новинок, встречи с авторами

Площадка книжной распродажи «Бук-сток»

Антикварная книга и букинистика

Павильон «Искусство»

Винил Клуб


Комиксы

6+ **EXPO-PARK**

[www.moscowbookfair.ru](http://www.moscowbookfair.ru)

реклама

Приходите, «Квантик» тоже будет на ярмарке!

<b>www.kvantik.com</b>			 <a href="mailto:kvantik@mccme.ru">kvantik@mccme.ru</a>  <a href="https://t.me/kvantik12">t.me/kvantik12</a>	 <a href="https://vk.com/kvantik12">vk.com/kvantik12</a>  <a href="https://kvantik12.livejournal.com">kvantik12.livejournal.com</a>
<p><b>Журнал «Квантик» № 3, март 2023 г.</b> Издаётся с января 2012 года Выходит 1 раз в месяц</p> <p><b>Свидетельство о регистрации СМИ:</b> ПИ № ФС77-44928 от 04 мая 2011 г. выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).</p> <p><b>Главный редактор</b> 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 Верстка: Р. К. Шагеева, И. Х. Гумерова Обложка: художник Алексей Вайнер</p>	<p><b>Учредитель и издатель:</b> Частное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Московский Центр непрерывного математического образования»</p> <p><b>Подписка на журнал в отделениях почтовой связи</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Почта России:</b> Каталог Почты России (индексы <b>ПМ068</b> и <b>ПМ989</b>)</li><li>• <b>Почта Крыма:</b> Каталог периодических изданий Республики Крым и г. Севастополя (индекс <b>22923</b>)</li><li>• <b>Белпошта:</b> Каталог «Печатные СМИ. Российская Федерация. Казахстан» (индексы <b>14109</b> и <b>141092</b>)</li></ul> <p><b>Онлайн-подписка на сайт</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Почта России: <a href="http://podpiska.pochta.ru/press/ПМ068">podpiska.pochta.ru/press/ПМ068</a></li><li>• агентство АРЗИ: <a href="http://akc.ru/itm/kvantik">akc.ru/itm/kvantik</a></li><li>• Белпошта: <a href="http://kvan.tk/belpost">kvan.tk/belpost</a></li></ul>	<p>По вопросам оптовых и розничных продаж обращаться по телефону <b>(495) 745-80-31</b> и e-mail: <a href="mailto:biblio@mccme.ru">biblio@mccme.ru</a></p> <p><b>Адрес редакции и издателя:</b> 119002, г. Москва, Большой Власьевский пер., д. 11. Тел.: (499) 795-11-05, e-mail: <a href="mailto:kvantik@mccme.ru">kvantik@mccme.ru</a> сайт: <a href="http://www.kvantik.com">www.kvantik.com</a></p> <p>Формат 84x108/16 Тираж: 4000 экз.</p> <p>Подписано в печать: 09.02.2023 Отпечатано в ООО «Принт-Хаус» г. Нижний Новгород, ул. Интернациональная, д. 100, корп. 8. Тел.: (831) 218-40-40</p> <p>Заказ №</p> <p>Цена свободная</p> <p><b>ISSN 2227-7986</b></p> 		
<p><b>НАГРАДЫ ЖУРНАЛА</b></p>  2017	<p><b>ПРЕМИЯ «ЗА ВЕРНОСТЬ НАУКЕ»</b> за лучший детский проект о науке</p>  2021	<p><b>БЕЛЯЕВСКАЯ ПРЕМИЯ</b> за плодотворную работу и просветительскую деятельность</p>  2022	<p><b>ПРЕМИЯ РАН</b> художникам журнала за лучшие работы в области популяризации науки</p>	

# СОДЕРЖАНИЕ

## ■ ОГЛЯНИСЬ ВОКРУГ

<b>Нож против вилки, или Немного о плаунах.</b> <i>П. Волцит</i>	<b>2</b>
<b>От холодного к горячему и обратно: теплоёмкость.</b> <i>В. Сирота</i>	<b>18</b>

## ■ ЧТО ПОЧИТАТЬ?

<b>Стоунхендж на окне.</b> <i>Й. Зентген</i>	<b>8</b>
--	----------

## ■ ЗАДАЧИ В КАРТИНКАХ

<b>Две кружки.</b> <i>Е. Смирнов</i>	<b>11</b>
<b>Камень, ножницы, бумага</b>	<b>25</b>
<b>Узники и две монетки</b>	<b>IV с. обложки</b>

## ■ МАТЕМАТИЧЕСКИЕ СЮРПРИЗЫ

<b>Два века теоремы Данделена.</b> <i>Ф. Нилов</i>	<b>12</b>
--	-----------

## ■ ИГРЫ И ГОЛОВОЛОМКИ

<b>Четыре шахматные задачи.</b> <i>С. Федин</i>	<b>15</b>
<b>Словесные прямоугольники (филологоголовомка).</b> <i>В. Красноухов</i>	<b>24</b>

## ■ СМОТРИ!

<b>Коники вокруг нас</b>	<b>16</b>
--------------------------	-----------

## ■ ОЛИМПИАДЫ

<b>Конкурс по русскому языку. Итоги и тур II</b>	<b>26</b>
<b>LXXXIX Санкт-Петербургская олимпиада по математике. Избранные задачи I тура</b>	<b>28</b>
<b>Наш конкурс</b>	<b>32</b>

## ■ ОТВЕТЫ

<b>Ответы, указания, решения</b>	<b>29</b>
----------------------------------	-----------







## Два века теоремы Данделена

Ещё древние греки (например, Менехм и Аполлоний) знали, что эллипс, гиперболу и параболу можно получить, пересекая конус плоскостью. Но они, видимо, не знали чисто геометрического доказательства.

В 1822 году бельгийский инженер и математик Жерминаль Данделен такое доказательство придумал! Мы разберём его для случая цилиндра: любое сечение цилиндра наклонной плоскостью (не параллельной оси цилиндра) будет эллипсом.



Жерминаль Данделен

Оригинальная идея Данделена следующая: впишем в цилиндр две одинаковые сферы, касающиеся данной плоскости, одна – сверху (в точке  $P$ ), другая – снизу (в точке  $Q$ ), как на рисунке 1.

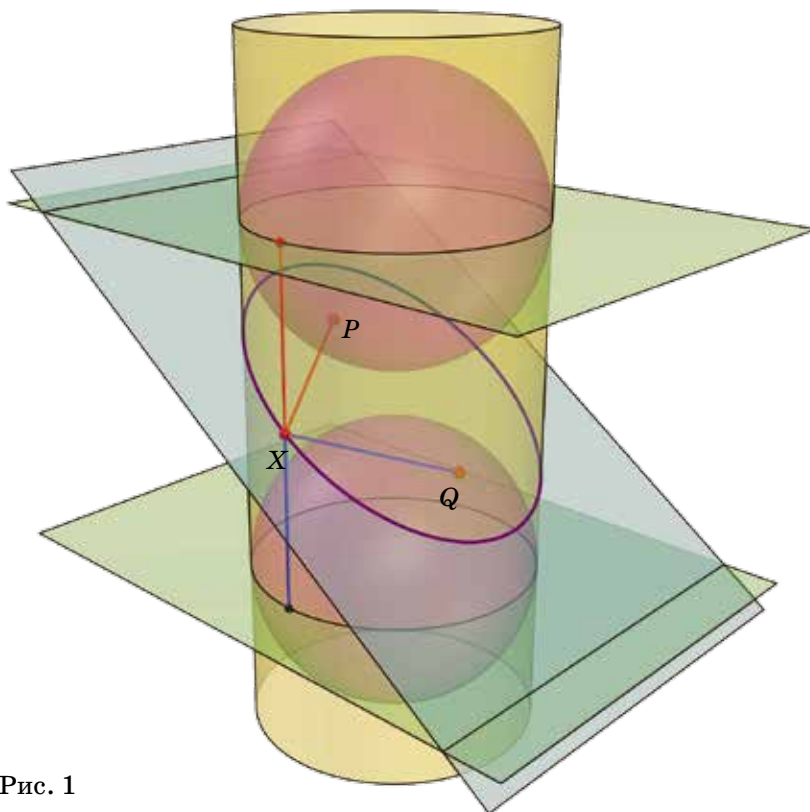


Рис. 1

Оказывается, сечение – это эллипс, фокусы которого – точки  $P$  и  $Q$ ! Действительно, возьмём какую-нибудь точку  $X$  на сечении. Расстояние  $XP$  равно вертикальному отрезку, соединяющему  $X$  с экватором верхней сферы – ведь это две касательные, проведённые к сфере из одной точки. Аналогично,  $XQ$  – расстояние от  $X$  до экватора нижней сферы. Поэтому сумма расстояний от  $X$  до точек  $P$  и  $Q$  всегда одна и та же: она равна расстоянию между экваторами сфер!

Аналогично можно доказать, что сечения конуса плоскостями, не проходящими через вершину, – это *коники*: эллипсы, гиперболы, параболы. Их фокусы – снова точки касания сфер Данделена с плоскостью сечения.

А как увидеть их директрисы? Точки касания сферы Данделена с конусом лежат в горизонтальной плоскости. Прямая, по которой эта горизонтальная плоскость пересекается с плоскостью сечения, и есть директриса (рис. 2). Это доказал в 1829 году ирландский математик Пирс Мортон.

В 1826 году Данделен заметил, что конструкцию со вписанными сферами можно применить и для *однополостного гиперболоида вращения* – эта поверхность получается вращением гиперболы относительно её оси симметрии, перпендикулярной линии фокусов (рис. 3). Снова сечения будут кониками, фокусы которых – точки касания сфер Данделена с плоскостью сечения, а директриса находится аналогично предыдущему случаю.

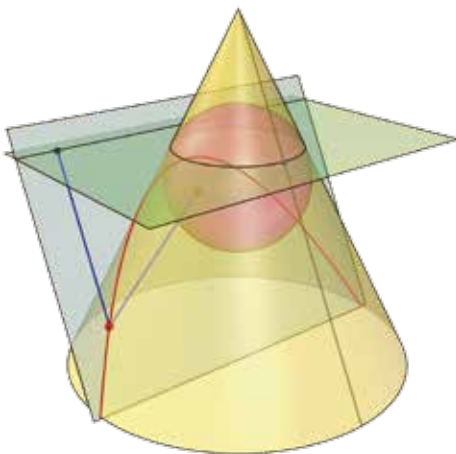


Рис. 2

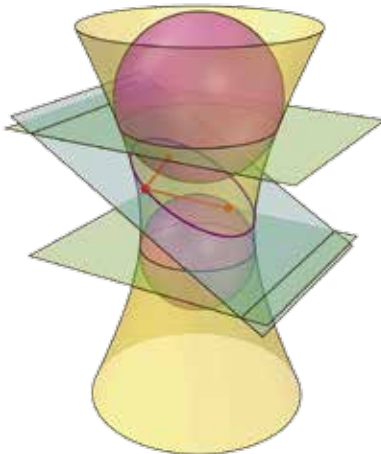


Рис. 3







Художник Мария Усеинова

Дело в том, что однополостный гиперболоид тоже можно получить, вращая вокруг оси прямую<sup>1</sup> (рис. 4). Поэтому работает практически такое же рассуждение, что и для цилиндра с конусом.



Рис. 4

На других поверхностях, получающихся вращением коники относительно одной из её осей симметрии, никаких прямых нет. Но теорема, аналогичная теореме Данделена, всё равно верна! Доказательство можно прочитать в статье автора в журнале «Квант», № 10 за 2022 год. На рисунке 5 показан случай эллипсоида; анимации и больше красивых картинок можно найти на сайте «Математические этюды».<sup>2</sup>

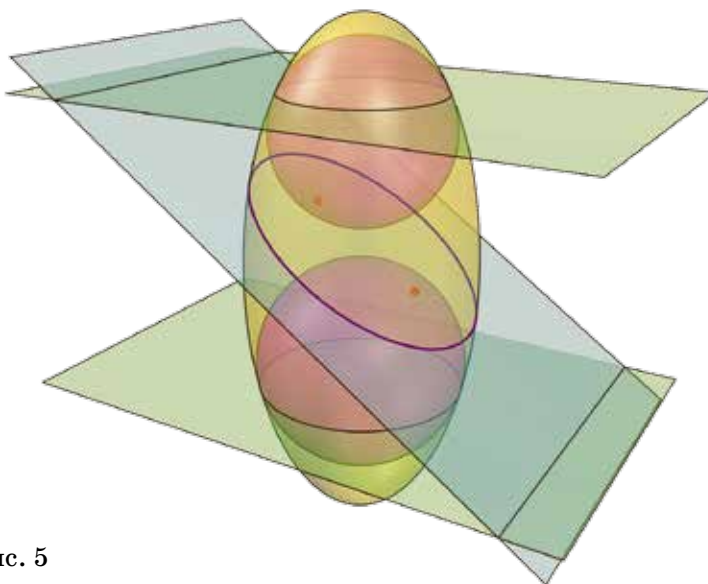


Рис. 5

<sup>1</sup> См. статью Н. Андреева и М. Прасолова «Линейчатые, но не плоские» в «Квантике» № 9 за 2021 год.

<sup>2</sup> См. [kvan.tk/dandelin-etudes](http://kvan.tk/dandelin-etudes)

# СМОТРИ!



## КОНИКИ ВОКРУГ НАС

Материал подготовил Максим Прасолов

В «Квантике» №2 за 2023 год мы рассказали об эллипсе, гиперболе и параболе. А сейчас приведём несколько примеров того, как они получаются.

1. Иногда изображение в телевизоре растянуто в одном направлении и вместо окружности мы видим эллипс.

2. Если, сфотографировав кружку под углом, обвести на фотографии её верхний край, то получится эллипс.

3. Лунный месяц ограничен полуокружностью и дугой эллипса.

4. Если нарезать колбасу наискосок, то дольки получаются в форме эллипса.

5. Конус света от фонаря освещает на стене фигуру, ограниченную эллипсом, параболой или ветвью гиперболы.

6. Край каждой из шести граней заточенного карандаша – гипербола.

7. Конец тени в течение дня движется по гиперболе. В Заполярье он может двигаться и по параболе, и по эллипсу.

8. Лучи, падающие на параболическое зеркало параллельно оси параболы, отразившись, сходятся в фокусе параболы. Этот принцип работает в спутниковых тарелках, телескопах, прожекторах, а ещё в направленных микрофонах.





**9.** Если раскрутить полупустой стакан с водой, поверхность воды примет форму параболоида вращения – фигуры, которая получается вращением параболы вокруг своей оси симметрии. Это позволяет создавать телескопы с жидким зеркалом.

**10.** Если бросить камень вперёд, то он полетит по параболе. Планеты летают по эллипсам, кометы – по эллипсам, параболам и гиперболам.

**11.** Каждая секция башни Шухова состоит из балок, которые получаются друг из друга вращением вокруг оси башни – то есть секция представляет собой гиперboloид вращения (см. рисунок 4 на с. 14).

**12.** Поставьте в ванночку с водой две стеклянные пластинки и соедините их у одного конца так, чтобы получилась раскрытая книга. Прикройте книгу, оставляя между пластинками маленький зазор. За счёт поверхностного натяжения вода поднимется, а её уровень «нарисует» гиперболу.

**13.** Трос подвесного моста имеет форму параболы. Здесь важно, что пролёт моста гораздо тяжелее, чем трос. Если бы трос провисал только под своим весом, то принял бы другую форму (называемую цепной линией).

Художник Мария Усеинова







## 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](http://konkurs.kvantik.com) (инструкция: [kvan.tk/matkonkurs](http://kvan.tk/matkonkurs)), либо электронной почтой по адресу [matkonkurs@kvantik.com](mailto:matkonkurs@kvantik.com), либо обычной почтой по адресу **119002, 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](http://www.kvantik.com). Участвовать можно, начиная с любого тура. Победителей ждут дипломы журнала «Квантик» и призы. Желаем успеха!

### VII ТУР

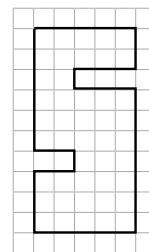
**31.** В интернет-магазине доставка стоит 500 рублей, но при сумме заказа от 1500 рублей доставка бесплатна. Иван Иванович и Иван Никифорович заказали с доставкой одинаковые зонтики, но Ивану Никифоровичу в честь дня рождения сделали на товар скидку 10%. Каково же было удивление Ивана Никифоровича, когда он заплатил на 340 рублей больше, чем Иван Иванович. Сколько стоил зонтик?



Вовка задачу решает. Попросил ножницы побольше принести



**32.** Разрежьте «цифру 5» на рисунке по линиям сетки на 9 различных пятиклеточных частей (фигуры, которые можно совместить поворачиванием и переворачиванием, считаются равными).





Авторы: Егор Бакаев (31, 34), Татьяна Корчемкина (32), Фёдор Нилов (33), Павел Кожевников (35)

**33.** Можно ли покрасить все натуральные числа в три цвета так, чтобы сумма любых двух чисел разных цветов была бы покрашена в третий цвет?



**34.** Сколькими способами можно расставить в таблице  $3 \times 3$  числа  $1, 2, \dots, 9$  (каждое по разу) так, чтобы суммы во всех строках и столбцах были нечётные?

**35.** В офис привезли много одинаковых четырёхугольных столов, у каждого стола все стороны разной длины. Оказалось, что и 3 таких стола, и 4, и 5 можно поставить по кругу, одинаковыми углами к центру, так чтобы между соседними столами не было зазора.

Сколько таких столов можно поставить по кругу, одинаковыми сторонами наружу и без зазоров между соседними столами? Укажите все варианты и докажите, что других нет.



Алло, это мебельный магазин? Можно вызвать опытного сборщика мебели?



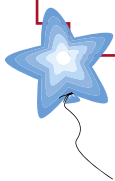
Художник Николай Крутиков

## ПОЗДРАВЛЯЕМ ПОБЕДИТЕЛЕЙ И ПРИЗЁРОВ ПЕРВОГО ЭТАПА НАШЕГО КОНКУРСА!

**Победители:** Карина Амиршадян, Иван Бирюков, Иван Босенко, Александра Васильева, Филипп Ганичев, Мария Голенищева, Алиса Елисеева, Артур Илаев, Дмитрий Кичатов, Назар Мелиханов, Иван Мешков, Константин Можяев, Елизавета Нестеренко, Михаил Николаев, София Пастухова, Степан Селютин, Мишель Скабелин, Тимур Скивко, Мария Ступник, Софья Сурodeйкина, Наталья Терехова, Дарина Токарева, Иван Трофимов, Севастьян Ушаков, Мелек Ханмагомедова, Пётр Черепанов, Елизавета Чернецкая, Елена Шукалова и кружки «Озарчата», «Лев», «Умники и умницы в математике», «М-6 профи», «Питон», «fraktaly1554».

**Призёры:** Валерий Бацазов, Матвей Габышев, Александр Говарухин, Елена Гришина, Николай Дорошев, Елизавета Игнатъева, Ахсартаг Илаев, Валерия Квочко, Юрий Киселев, Леонид Крепков, Егор Ланцов, Дмитрий Медведев, Владимир Медоев, Николь Миловская, Валерий Мирошников, Владислав Митузov, Мишель Мишин, Егор Мокеев, Полина Мухина, Сергей Немилov, Саша Погадаев, Игорь Порунов, Константин Рим, Наталия Савина, Глеб Сивков, Варвара Сидорова, Анастасия Соболева, Максим Телюков, Дарья Федотова, Василий Филимонов, Мираслава Шахова и кружок «Сигма».

**УДАЧИ ВСЕМ В СЛЕДУЮЩИХ ЭТАПАХ И В ОБЩЕМ ГОДОВОМ ЗАЧЁТЕ!**





# УЗНИКИ И ДВЕ МОНЕТКИ



Тюремщик вызвал к себе двух узников и сказал:

«Я дам каждому из вас по монетке и посажу в отдельные камеры. По команде каждый подбросит монетку и попробует угадать, что выпало у другого – орёл или решка. Если хоть один угадает – я вас отпущу. Даю вам 5 минут посоветоваться и развожу по камерам».

Монетка падает орлом и решкой случайно, так что предугадать, что выпадет, нельзя. Как же узникам сговориться, чтобы хоть кто-то из них угадал?

ISSN 2227-7986 23003



9 772227 798237