

# Ж У Р Н А Л К В А Н Т И К

Д Л Я Л Ю Б О З Н А Т Е Л Ь Н Ы Х



№ 2

ДРЕВНЕРУССКИЕ ЛОВУШКИ

февраль  
2018

ЧАСОВАЯ  
БИСЕКТРИСА

ДИСКИ  
НА КОЛЁСАХ

Enter

# ДОРОГИЕ ДРУЗЬЯ!

Подписаться на журнал «КВАНТИК» вы можете в любом отделении связи Почты России и через интернет!

## КАТАЛОГ «ГАЗЕТЫ. ЖУРНАЛЫ» АГЕНТСТВА «РОСПЕЧАТЬ»



Индекс **84252** для подписки на полгода или на несколько месяцев полугодия

Самая низкая цена на журнал!

## «КАТАЛОГ РОССИЙСКОЙ ПРЕССЫ» МАП



Индекс **11346** для подписки на полгода или на несколько месяцев полугодия

По этому каталогу также можно подписаться на сайте **vipishi.ru**

Жители дальнего зарубежья могут подписаться на сайте **nasha-prensa.de**

Подробнее обо всех способах подписки читайте на сайте **kvantik.com/podpiska.html**

Кроме журнала редакция «Квантика» выпускает альманахи, плакаты и календари загадок



Подробнее о продукции «Квантика» и о том, как её купить, читайте на сайте **kvantik.com**  
У «Квантика» есть свой интернет-магазин – **kvantik.ru**

**www.kvantik.com**

**kvantik@mccme.ru**

**instagram.com/kvantik12**

**kvantik12.livejournal.com**

**facebook.com/kvantik12**

**vk.com/kvantik12**

**twitter.com/kvantik\_journal**

**ok.ru/kvantik12**

**Журнал «Квантик» № 02, февраль 2018 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, В. А. Дрёмов, Е. А. Котко, И. А. Маховая, А. Ю. Перепечко, М. В. Прасолов

Художественный редактор

и главный художник: Yustas-07

Вёрстка: Р. К. Шагеева, И. Х. Гумерова

Обложка: художник Евгений Паненко

**Учредитель и издатель:**

Негосударственное образовательное учреждение «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 связи Почты России:**

• Каталог «Газеты. Журналы» агентства «Роспечать» (индексы **84252** и **80478**)

• «Каталог Российской прессы» МАП (индексы **11346** и **11348**)

**Онлайн-подписка** по «Каталогу Российской прессы» на сайте **vipishi.ru**

По вопросам оптовых и розничных продаж обращаться по телефону **(495) 745-80-31** и e-mail: **biblio@mccme.ru**

Формат 84x108/16

Тираж: 5000 экз.

Подписано в печать: 28.12.2017

Отпечатано в типографии

ООО «ТДДС-Столица-8»

Тел.: (495) 363-48-84

<http://capitalpress.ru>

Заказ № 110

Цена свободная

ISSN 2227-7986





|   |  |                      |
|---|--|----------------------|
| ■ | ОГЛЯНИСЬ ВОКРУГ  |                      |
|   | <b>Часовая биссектриса.</b> <i>И.Акулич</i>  | <b>2</b>             |
|   | <b>Путешествие №9 по зоопарку элементов:<br/>ниобий, молибден, технеций,<br/>рутений, родий.</b> <i>Б.Дружинин</i> | <b>18</b>            |
| ■ | ОПЫТЫ И ЭКСПЕРИМЕНТЫ   |                      |
|   | <b>Повторяем опыт Гаспаро Берти.</b> <i>А.Андреев, А.Панов</i>   | <b>6</b>             |
| ■ | ЧУДЕСА ЛИНГВИСТИКИ   |                      |
|   | <b>Древнерусские ловушки.</b> <i>О.Кузнецова</i>   | <b>10</b>            |
| ■ | СВОИМИ РУКАМИ  |                      |
|   | <b>Геометрические забавы<br/>с бумажным квадратом.</b> <i>Н.Авилов</i>   | <b>12</b>            |
| ■ | ЗАДАЧИ В КАРТИНКАХ   |                      |
|   | <b>Грузинские монеты.</b> <i>М.Гельфанд</i>  | <b>16</b>            |
|   | <b>Свет на занавеске.</b> <i>А.Бердников</i>   | <b>26</b>            |
|   | <b>Диски на колёсах.</b> <i>А.Бердников</i>  | <b>IV с. обложки</b> |
| ■ | ИГРЫ И ГОЛОВОЛОМКИ   |                      |
|   | <b>Двухслойные пироги.</b> <i>В.Красноухов</i>   | <b>22</b>            |
| ■ | ОЛИМПИАДЫ  |                      |
|   | <b>LXXXIV Санкт-Петербургская олимпиада<br/>по математике: избранные задачи I тура</b>                             | <b>24</b>            |
|   | <b>Наш конкурс</b>   | <b>32</b>            |
| ■ | ОТВЕТЫ   |                      |
|   | <b>Ответы, указания, решения</b>   | <b>27</b>            |





ПОВТОРЯЕМ  
ОПЫТ ГАСПАРО БЕРТИ

Все мы часто слушаем прогноз погоды и хорошо знаем, что атмосферное давление измеряется в миллиметрах ртутного столба. Когда писались эти строки, атмосферное давление в Москве равнялось 743 мм ртутного столба, в Риме – 758 мм, во Флоренции – 761 мм.

Иногда давление измеряют в миллиметрах или метрах водяного столба. Чтобы перейти от «ртутного» давления к «водяному», нужно первое из них умножить на 13,6. Например, сейчас в Риме давление составляет  $13,6 \times 758$  мм рт. ст.  $\approx 10309$  мм вод. ст.  $\approx 10,31$  м вод.ст. Коэффициент 13,6 появляется потому, что ртуть в 13,6 раз тяжелее воды.

Первым атмосферное давление измерил Эванджелиста Торричелли. В 1644 году он вместе с Вивiani провёл важнейший эксперимент. Метровую стеклянную трубку, запаянную с одного конца, заполнили ртутью, конец трубки закрыли пальцем и поместили в сосуд с ртутью. После того как палец убрали, часть ртути вылилась в сосуд, и ртуть в трубке установилась на высоте 76 см от уровня ртути в сосуде.

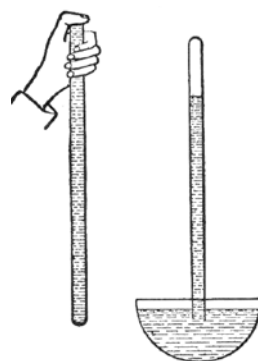


Рис. 1. Эксперимент Торричелли

Так что атмосферное давление во Флоренции в тот день не слишком отличалось от сегодняшнего. Вот что писал сам Торричелли по этому поводу:

*На поверхность жидкости в чашке давит тяжесть 50 миль воздуха. Поэтому что же удивительного, если внутри стекла, где ртуть не испытывает ни влечения, ни сопротивления, поскольку там ничего нет, она стоит на таком уровне, что уравнивает тяжесть внешнего воздуха, оказывающего на неё давление! В такой же трубке, но значительно более длинной, вода стоит на высоте 18 локтей, то есть во столько раз выше ртути, во сколько раз ртуть тяжелее воды, для того чтобы уравновесить ту же самую причину, оказывающую давление и в том и в другом случае.*

Так Торричелли установил наличие атмосферного давления. Он понял, что давление столба воздуха над нами такое же, как у столба ртути высотой 76 см или у столба воды высотой 18 локтей (это около 10 м). Он изобрёл первый барометр и впервые в лабораторных условиях создал вакуум – *торричеллиеву пустоту*, расположенную в верхней части трубки на рисунке 1.

Что касается трубки, заполненной водой на высоту 18 локтей, которую упоминает Торричелли, то это о римских экспериментах Гаспаро Берти, проведённых им около 1640 года. Берти использовал свинцовую трубу длиной больше 11 м. Сначала её заполняли водой и оба конца закупоривали.



Рис. 2. Более поздний эксперимент Берти с продвинутым дизайном

Затем трубу ставили вертикально, её нижний конец помещали в сосуд с водой и открывали. Часть воды из трубы выливалась, высота столба оставшейся в трубе воды была порядка 10 м. (Попробуйте придумать, как бы вы измерили высоту столба воды в непрозрачной свинцовой трубе; каким способом воспользовался Берти, нам неизвестно.)

Хоть Берти и предполагал наличие вакуума в верхней части трубы, он не смог доказать этого, да это было и не совсем верно. На самом деле пространство над уровнем воды в трубе было заполнено насыщенным водяным паром.

Подробнее об истории этих экспериментов и связанных с ними обстоятельствах читайте в тексте «Картезианский водолаз» на сайте «Квантика» [kvantik.com/diver.pdf](http://kvantik.com/diver.pdf)

Давайте воспроизведём эксперимент Берти, ограничившись более скромными, подручными материалами, на лестнице в вашем подъезде.







Вместо тяжёлой свинцовой трубы возьмите прозрачную ПВХ-трубку длиной 11 м с внутренним диаметром 6 мм и толщиной стенок 2 мм – стенки должны быть толстыми, чтобы верхнюю часть трубки не сдавило атмосферное давление. Ещё вам понадобятся две небольшие струбцины. Трубку заполните подкрашенной водой, на это уйдёт чуть больше 0,3 л. После заполнения самые кончики трубки сложите вдвое и сгибы зажмите струбцинами, обеспечив герметичность объёма внутри трубки (рис. 3).

Один конец трубки вместе со струбциной поместите в сосуд с водой (рис. 4), другой поднимите на всю длину трубки – больше 10 м, то есть на три этажа с лишним.

В трубке может остаться немного воздуха, например, в виде пузырьков, прилипших к стенкам. Чтобы его удалить, сначала простучите трубку пальцем по всей высоте снизу вверх. Тогда весь этот воздух поднимется к верхнему концу трубки. После этого открутите верхнюю струбцину, снова сложите вдвое трубку чуть ниже верхнего уровня воды в ней и зажмите сгиб.

Теперь можно разгерметизировать нижний конец трубки, находящийся в сосуде.



Рис. 3. Трубка заполнена подкрашенной водой, концы зажаты струбцинами

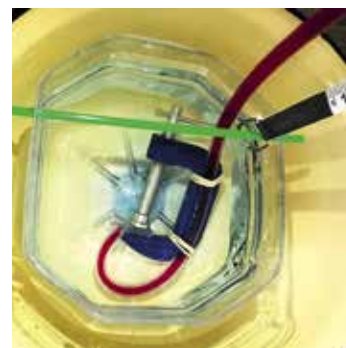


Рис. 4. Одна струбцина погружается в сосуд, нулевая отметка рулетки совмещается с поверхностью воды

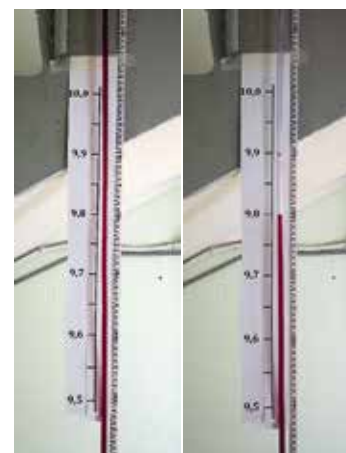


Рис. 5. До разгерметизации трубка заполнена доверху, после – уровень воды снижается до 9,8 м

При этом часть воды из трубки выльется в сосуд, оставшаяся установится на высоте примерно 10 м. В нашем эксперименте это было 9,8 м (рис. 5, справа).

На самом деле атмосферное давление на месте эксперимента в тот момент было 740 мм рт. ст., то есть  $13,6 \times 740 \text{ мм рт. ст.} = 10064 \text{ мм вод. ст.} \approx 10,06 \text{ м вод. ст.}$

Это кажется достаточно далёким от полученных нами 9,8 м. Но если учесть давление насыщенных паров воды, заполняющих верх трубки, а при температуре 20 °С оно составляет 23,6 см вод. ст., то теоретически предсказанное значение высоты водяного столба уменьшится до  $10,06 - 0,24 = 9,82 \text{ м вод. ст.}$ , что намного ближе к нашим экспериментальным 9,8 м.

В эксперименте Торричелли таких проблем не возникает – ведь давление насыщенных паров ртути при комнатной температуре составляет всего лишь 0,0013 мм рт. ст., практически 0. Так что ртутный барометр очень точно показывает значение атмосферного давления, а в верхней части трубки на рисунке 1 действительно глубокий вакуум – торричеллиева пустота.

Чтобы было легче ориентироваться в проделанных нами расчётах, приводим таблицу соответствия высот ртутного и водяного столбов и значения давлений насыщенных паров воды и ртути при 20 °С. Они пригодятся и для ваших собственных опытов и расчётов.

| Высота<br>ртутного столба | Высота<br>водяного столба | Давление<br>насыщенных паров<br>при 20 °С |             |
|---------------------------|---------------------------|---|-------------|
| 1 мм                      | 1,36 см                   | <i>ртути</i>                              | <i>воды</i> |
| 760 мм                    | 10,33 м                   | 0,0013 мм                                 | 23,6 см     |
| 750 мм                    | 10,20 м                   | рт.ст.                                    | вод.ст.     |
| 740 мм                    | 10,06 м                   |   |             |
| 730 мм                    | 9,92 м                    |   |             |

И ещё один полезный факт: на небольших высотах над уровнем моря (скажем, до 500 м) при подъёме на каждые 12 метров атмосферное давление уменьшается примерно на 1 мм ртутного столба. Вы можете проверить это, захватив с собой барометр и поднявшись с ним на последний этаж своего дома. Посмотрите, насколько давление там ниже, чем на первом этаже.

Художник Мария Усеинова





# ДРЕВНЕРУССКИЕ Л О В У Ш К И

Миша и Марк готовятся к олимпиаде по русскому языку. Особенно их интересуют задания с устаревшими словами, перевод с древнерусского.

– Вообще-то древнерусский язык не такой сложный, – говорит Миша, – я заметил, что если глагол кончается на *-ти*, то это всё равно, что современные начальные формы на *-ть*: пити – это пить, посылати – посылать. Меняешь конец – и всё, очень просто!

– Да? Но в нём есть и ловушки. Как ты думаешь, что означает «ветрило»? – спрашивает Марк.

– Ну, ветер такой сильный, ветрище! Что ж ещё, – уверен Миша. – Помнишь, у Пушкина: «Шуми, шуми, послушное ветрило» – попутного ветра герой просит.

– Не думаю. Это может быть ветер, – заметил Марк, – но смотри, что написано у нас в предложении: «Устали ум и мысли, ветрило и вёсла свисли». Как ветер может свиснуть?

– Обыкновенно, – оправдывается Миша, – как он обычно свистит в ушах...

– Нет же. Часто всё решает контекст, нужно смотреть на окружающие слова. Помнишь, что по-древнерусски значит «красный»?

– Красивый, прекрасный – это все знают! Красная девица, красный угол...

– Точно. Но у этого слова есть и значение цвета. Например, красной называлась масть лисицы, или вот я выписал: «дорога к красному болотцу».

– Ну, лисица-то правда по красоте могла так называться, – заспорил Миша.

– Да, а болото? Тоже по красоте? Давай проверим «ветрило» по словарю древнерусского языка.

– Действительно, – отозвался Миша, перелистывая словарь, – тут написано, что «ветрило» – это ещё и «парус». Значит, в нашем предложении опущены вёсла и паруса!

– Отлично. Читай, что там дальше.

– «Мудру мужу не подобает свариться»... Это значит, если ты умный, то никогда не попадёшь в суп!

– Постой, какой суп? – нахмурился Марк. – Из людей, что ли?



– Из глупых людей, – уточнил Миша, – мудрецам вариться не подобает, тут так и сказано.

– Не вариться, а свариться. Ты когда-нибудь слышал слово «свара»? Это ссора, спор.

– Значит, опять не то значение?

– Опять ловушка, – кивнул Марк. – Ну-ка, дай я следующее прочту: «Пришли люди от заходных стран». Имеются в виду, наверное, соседние страны, ведь туда чаще заходят.

– А вот и нет, я догадался! Солнце ведь восходит и заходит или «западает». Куда оно западает или заходит – там и запад. Значит, страны находятся на западе!

– Ты подглядывал, – возмутился Марк, указывая на словарную статью.

– Ну и что. Между прочим, читать словарь очень полезно. Давай следующее.

– «Коварство их как злая паучина», – пробормотал Марк, косясь на Мишу.

– Паучина – это как мужичина? Огромный паук?!

– Паучина – вариант слова «паутина». Коварство ведь похоже скорее на паутину, как-то глупо сравнивать его с одушевлённым. Нужно помнить, что в языке бывают всякие чередования, и облик слова обманчив. Смотри, вот ещё одно: «Червь красит царские одежды».

– Червяк-маляр, – оживился Миша, и его воображение живо нарисовало червя, держащего во рту кисточку и раскрашивающего царскую мантию.

– погоди, меня гложет червячок сомнения, – возразил Марк, – давай проверим по словарю. Есть же такое слово «червлёный» – то есть красный... Ну точно! А «червити» – это красить в красный цвет, и слово действительно связано с особыми червячками, из которых раньше добывали пурпурную краску.

– Значит, речь идёт всего лишь о составе, которым красят одежду царя? – расстроился Миша.

– Не огорчайся! У меня для тебя ещё ворон есть!

– Какой ворон?

– Вот такое предложение: «Он попросил ворона мёда испити». Попробуй перевести сам.

– Хорошо. А я тебе тогда загадаю про лошадей: «Велено дати жеребей, кому достанутся земли».

Догадайтесь и вы, о чём идёт речь в этих фразах.

# ОЛИМПИАДЫ НАШ КОНКУРС

Приглашаем всех попробовать свои силы в нашем  
**заочном математическом конкурсе.**

Высылайте решения задач VI тура, с которыми справитесь, не позднее 1 марта в систему проверки **konkurs.kvantik.com** (инструкция: [goo.gl/HiaU6g](http://goo.gl/HiaU6g)), либо электронной почтой по адресу **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**. Участвовать можно, начиная с любого тура. Победителей ждут дипломы журнала «Квантик» и призы. Желаем успеха!

## VI ТУР

**26.** На гранях кубика написаны натуральные числа от 1 до 6 в каком-то порядке. Если на двух соседних гранях стоят соседние числа (то есть отличающиеся на 1), то покрасим ребро между ними в красный цвет, а в противном случае – в синий. Каково наименьшее возможное количество красных рёбер?



**27.** На кинопремию «Оскар» были выдвинуты пять режиссёров, но получил её только один. Когда у каждого из них спросили, кто получил премию, первый режиссёр назвал себя, второй режиссёр назвал себя и ещё одного режиссёра, третий – себя и ещё двоих, четвёртый – себя и трёх других, а пятый – всех пятерых. Впоследствии выяснилось, что ни у каких режиссёров не оказалось равного числа людей, названных ошибочно (которые не получили премию). Кто получил «Оскар»?



Авторы: Борис Френкин (26), Константин Кноп (27), Григорий Гальперин (28, 29), Игорь Акулич (30)

У папы-то, похоже, в школе тоже проблемы с дробями были



28. Выпишем по возрастанию все положительные несократимые дроби, меньшие 1, знаменатели которых меняются от 2 до 2018. Чему равно среднее арифметическое этих дробей?

Задачу внимательней надо было читать. Не впуклых, а выпуклых пятиугольников!



29. Можно ли разрезать квадрат на конечное число а) правильных пятиугольников; б) выпуклых пятиугольников?

Сегодня мы изучаем теорему Пети, одного из виднейших математиков нашей современности



30. Треугольным называют число, равное сумме всех натуральных чисел от 1 до какого-то натурального числа включительно. Вот первые несколько треугольных чисел:  $1$ ,  $1 + 2 = 3$ ,  $1 + 2 + 3 = 6$ ,  $1 + 2 + 3 + 4 = 10$ , и т.д. Петя, исследуя их свойства, сформулировал две теоремы:

I. Если сумма двух треугольных чисел является степенью двойки, то и их разность является степенью двойки.

II. Если разность двух треугольных чисел является степенью двойки, то и их сумма является степенью двойки.

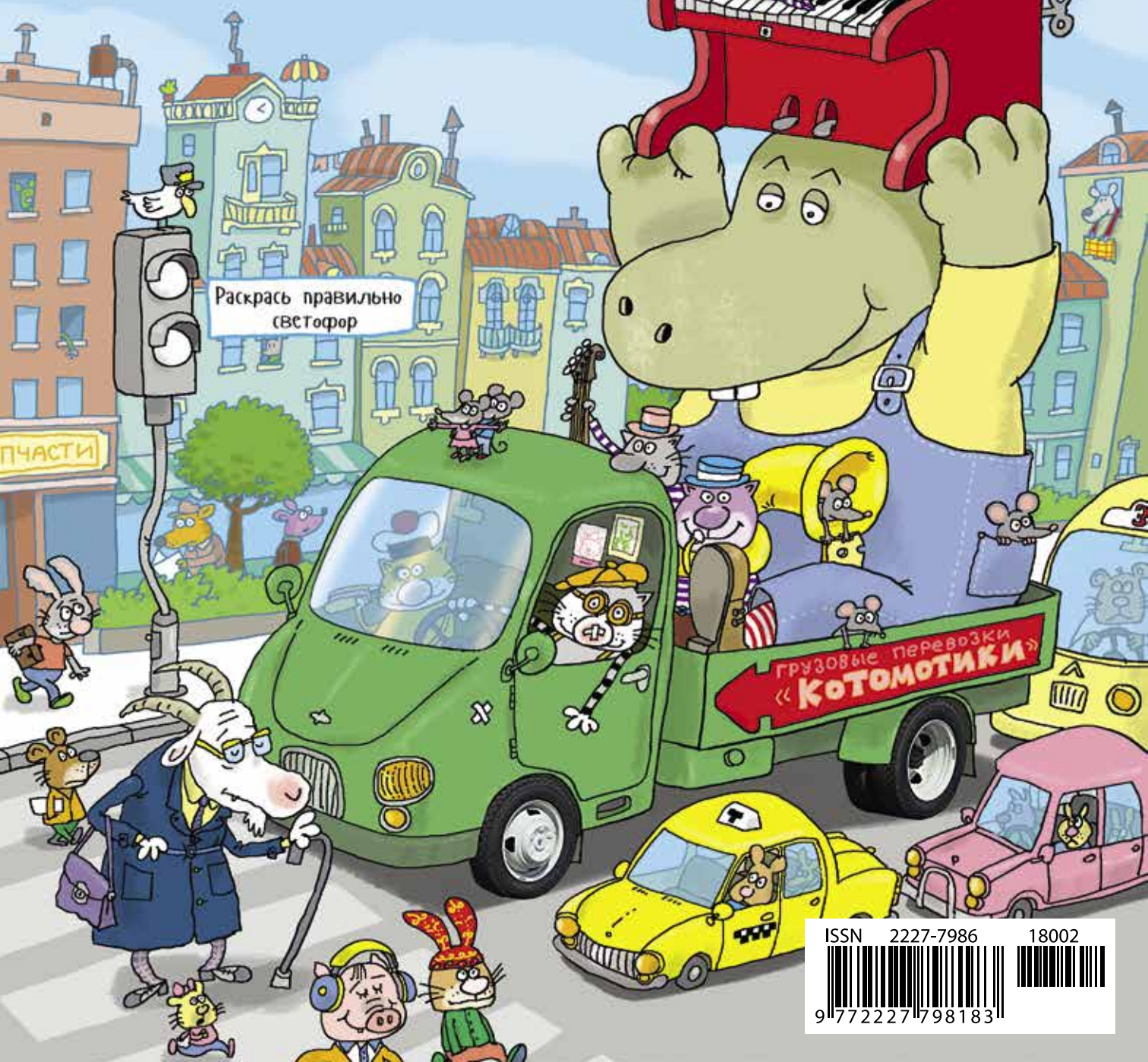
Верна ли хотя бы одна из этих теорем? А может быть, обе?



# ДИСКИ НА КОЛЁСАХ

У автобусов, грузовиков и прочих тяжёловозных машин очень часто диск на колёсах из передней пары довольно выпуклый, а на задних колёсах – глубоко утопленный внутрь. Объясните эту закономерность.

Автор Александр Бердников  
Художник Николай Воронцов



ISSN 2227-7986

18002



9 772227 798183