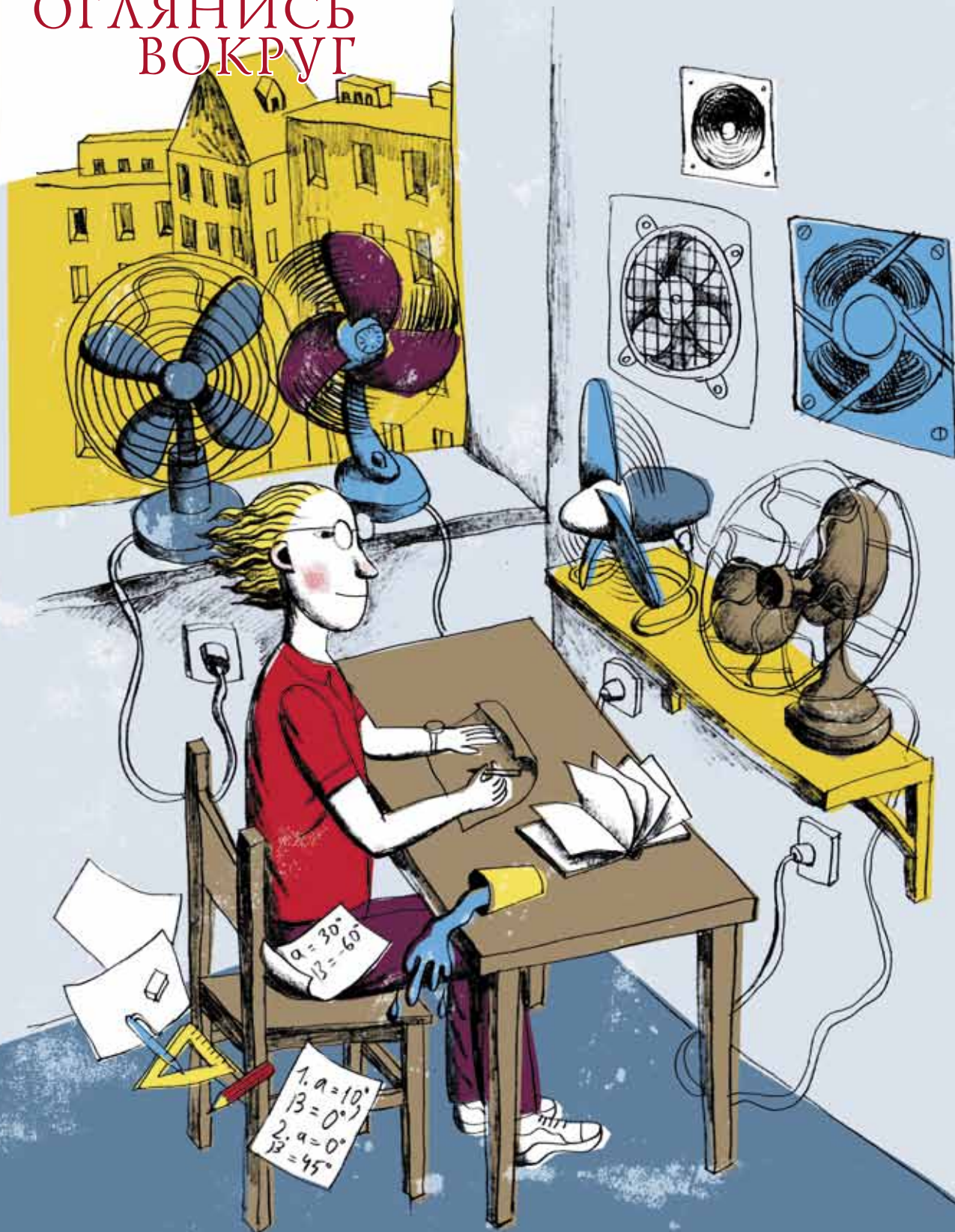


ОГЛЯНИСЬ ВОКРУГ



Тайна вентилятора

ОГЛЯНИСЬ ВОКРУГ

Александр Бердников

Вы, прочитав заголовок, наверное, подумали: «Ну какая может быть тайна в вентиляторе?» Действительно, его устройство сложностью не отличается: на диске закреплены отходящие от центра лопасти, которые для простоты будут у нас равными прямоугольниками. Они повернуты относительно оси вентилятора на некоторый угол α (рис. 1), чтобы при вращении лопасти толкали воздух, «выгребали» его из вентилятора, и тот дул на нас освежающим потоком. Кажалось бы, для какой-либо загадки здесь и места нет.

Однако внимательный и любознательный мальчик Игорь обнаружил, что и вентилятор порой ведёт себя неожиданным образом. Как-то раз Игорь бросил взгляд на небольшой пропеллер в стене, проветривавший комнату (рис. 2). В глаза ему бросилась одна особенность. Слева от оси пропеллера сквозь него были отлично видны деревья, и вообще создавалось впечатление, что никаких лопастей с этой стороны нет и в помине. Справа же картина была противоположной: ни один луч света не пробивался извне, и видно было только однородное пятно слившихся воедино в стремительном движении лопастей.

Игорь крепко задумался. Почему один и тот же вентилятор с разных сторон выглядит по-разному? На секунду он даже подумал, а не загребают ли пропеллер вместе с воздухом и сам свет. Но такое необычное предположение не объясняло, почему справа и слева видно разное, и Игорь с облегчением его отбросил и направил мысль в другое русло.

Отчаявшись решить задачу теоретически, Игорь решил собрать больше экспериментальных данных. То есть перестал сидеть в ступоре и пошёл разглядывать вентилятор в соседней комнате. Тот и сам был побольше, и подойти к нему можно было вплотную.

Как же Игорь удивился, когда, обходя вентилятор, он увидел меняющуюся (!) идвигающуюся вместе с Игорем тёмную зону (так он про себя назвал полностью непрозрачную часть вентилято-

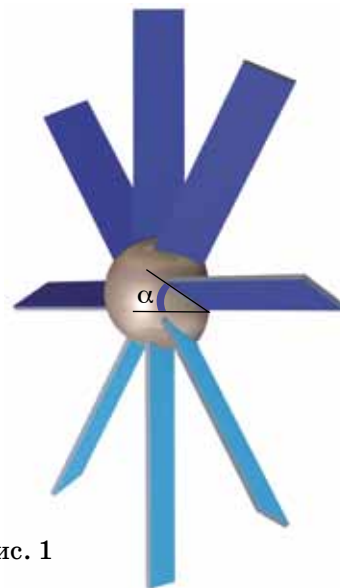


Рис. 1



Рис. 2



ОГЛЯНИСЬ ВОКРУГ



ра). Тёмная зона обычно была похожа на искривлённый круг, несколько смещённый от центра, но в особых случаях появлялось дополнительное пятно с противоположной стороны. Такая изменчивость поставила Игоря в тупик.

Однако, как часто бывает в детективах, самая непонятая деталь оказалась ключом к разгадке. «Хорошо, – подумал Игорь, – я теперь знаю, что тёмная зона зависит от того, с какой стороны я на вентилятор смотрю».

Встав прямо перед пропеллером, он увидел довольно простую картину. Тёмная зона совершенно симметрично окружала центр вентилятора, равномерно уступая место прозрачной зоне по мере приближения к краю вентилятора. «Логично, – подумал Игорь, – с краю расстояние и просветы между лопастями больше; когда пропеллер крутится, я в основном смотрю в эти промежутки, и только иногда взгляд упирается в лопасть. Они мелькают очень быстро, размазываются в глазах. И чем чаще взгляд проходит насквозь, а не упирается в лопасти, тем прозрачнее будет поверхность, которую я вижу. Чем ближе к центру, тем ближе друг к другу лопасти. На определённом расстоянии просветы вообще исчезают и начинается непрозрачная тёмная зона – взгляд постоянно упирается в очередную лопасть».

Обрадованный таким успехом, Игорь приступил к общей задаче. Начал с малого: повернул вентилятор немного боком. И выключил, для большей наглядности рассуждений. Что же изменилось, отчего пропала симметричность тёмной зоны? Наверняка если понять, отчего меняется форма зоны, станет ясно всё! Взгляда на неподвижные лопасти оказалось достаточно, чтобы ответить на этот вопрос.

«Это же очевидно! – Воскликнул Игорь, – лопасти сверху были повернуты на угол α вправо, да я ещё повернул вентилятор на столько же примерно, то есть относительно линии взгляда лопасти повернуты на угол 2α , они выглядят шире, чем обычно, вот тёмная зона и больше получается. А ведь снизу-то лопасти были повернуты в другую сторону! И вместе с поворотом самого вентилятора получается $\alpha - \alpha = 0$, то



ОГЛЯНИСЬ ВОКРУГ

есть взгляд идёт вдоль лопастей, они ничего не загромождают, и внизу тёмной зоны нет совсем! То же самое происходило, когда я на пропеллер в стене снизу, а не сбоку глядел, там повороты справа складывались, а слева вычитались».

Но и на этом Игорь не остановился, ему не давал покоя тот странный случай, когда тёмная зона распадалась на две. Хотя он уже чувствовал себя уверенно и сам же быстро всё растолковал. «Если бы я повернул вентилятор на угол β , который меньше, чем α , все бы лопасти были видны с их лицевой стороны (тёмно-синяя на рис. 1), и тёмная зона была бы везде – сверху побольше, снизу поменьше. Когда я доворачиваю β до α , лопасти внизу видны в точности сбоку. А если $\beta > \alpha$, то я внизу вижу лопасти аж с тыльной стороны (голубая на рис. 1), и они опять делают непрозрачным вентилятор. Но сверху-то лопасти видны всё ещё с лицевой стороны! Значит, есть их промежуточные положения, когда лопасти параллельны взгляду (на рис. 1 чуть выше лопастей – соседней нижней лопасти). Там винт практически полностью прозрачен при вращении. Эти-то области и отграничивают большую верхнюю тёмную зону, где лопасти видны с лицевой стороны, от мелкой нижней, где они видны с тыльной стороны! Такие дела».

Это явление так понравилось Игорю, что он сам придумал задачу на эту тему. Вот несколько его рисунков включённого синего вентилятора на белом фоне (рис. 3, а – ж). Ниже приведены пары углов α и β , каждая пара соответствует положению вентилятора на одном из рисунков. Напомним, что на α наклонены лопасти (см. рис. 1), на β повернут сам вентилятор (то есть β – величина угла между направлением взгляда и осью симметрии пропеллера). Ваша задача – понять, какому рисунку какая пара соответствует. Постарайтесь не просто угадывать, а именно решить задачу, данных для этого вполне достаточно.

1. $\alpha = 10^\circ$, $\beta = 0^\circ$.
2. $\alpha = 30^\circ$, $\beta = 60^\circ$.
3. $\alpha = 30^\circ$, $\beta = -60^\circ$.
4. $\alpha = 0^\circ$, $\beta = 25^\circ$.
5. $\alpha = 60^\circ$, $\beta = 0^\circ$.
6. $\alpha = 0^\circ$, $\beta = 45^\circ$.
7. $\alpha = 45^\circ$, $\beta = 45^\circ$.

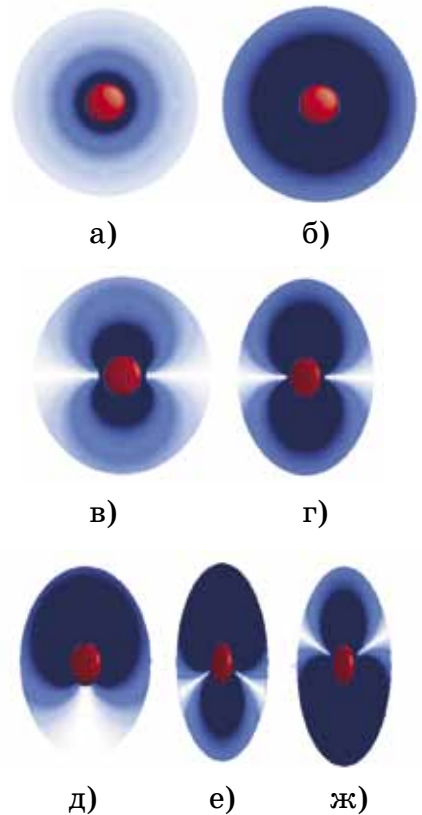


Рис. 3



Художник: Артем Костюкевич