

# КУ АР КЛЮЧ



– У коллеги Спрудля в «Заброшенном гроте» неплохая кладовка, – рассказывала мышь Огрыза. – Мы с тараканом Кузькой проложили туда ход. Там и свои запасы были неплохие, а я ещё орешков принесла, грибочков сушёных, сухариков... Уютное местечко получилось.

– Не слишком ли шумное? – предположил Горгулий.

– Шумно там только по выходным. Или когда кто из посетителей разбуянится. Но там намечается другая проблема – коллега Спрудль собирается поставить на дверях электронные замки. Мне-то, конечно, не обязательно через дверь проходить, можно и в обход, но как-то это суетно, и душевность пропадёт...

– Электронный замок на каждую дверь – это недорого. С чего это он решил разориться на такое нововведение?

– Какое разориться – интриги и махинации! С тех пор как питон Уккх серьёзно увлёкся всякими электронными штучками, он постоянно его приваживал. А потом заключил с ним пари и выиграл! По условиям пари Уккх должен установить в «Заброшенном гроте» новейший комплект электронных замков.

– Не может быть, – не поверил Горгулий. – Как можно выиграть пари у питона Уккха? Он очень умный и очень хладнокровный.

– Не знаю как. Коллега Спрудль называет это «прове-е-ернуть многоходовочку». В общем, перехитрил он Уккха.

\*\*\*

Давненько в офисе фирмы «Математические услуги» не было такого посетителя. Строго говоря, этого посетителя вообще ни разу не было. Питон Уккх обвил собой кресло для клиентов и слегка возвышался над Горгулием. Горгулий сидел на обычном директорском месте, Бусенька расположилась в кресле для гостей.

– Не знаю, как ему это удалось, но получается, что пари я проиграл, – рассказывал питон Уккх. – Теперь я должен установить в «Заброшенном гроте» систему разделённого доступа: все двери на замке, у всех

сотрудников карточки, которыми они могут открыть лишь те двери, которые им разрешено открывать.

– Думаю, такого добра полно в интернете, – предположил Горгулий.

– Коллега Спрудль не доверяет посторонним. «Если я купил за-а-амок, то кто-нибудь сможет купить к нему ключ. Пусть это будет вещьца попроще, но зато с гарантией, что у других такой нет!» Он думает, что я мастер по изготовлению всевозможных устройс-с-ств. А я не мастер. Видимо, я слишком сильно пускал ему пыль в глаза.

– «Умный дом» у тебя получился неплохо, – возразила Бусенька.

– Соединять детали по схеме каждый может. Это не мастерство. А вот создать что-нибудь своё, новенькое... Всё, что я научился делать сам, – это оптический переключатель. Простой как репка: подносишь к нему лист бумаги, и если на нём есть чёрная точка, он переключает контакт, а если нет – ничего не делает. Маловато для разделённого доступа.

– А если два переключателя рядом поставить – они две точки разглядят? – спросила Бусенька.

– Две. Можно совместить сколько угодно таких переключателей – хоть 2, хоть 10. Правда удобнее, чтобы это была степень двойки, скажем, 32 переключателя или 64... И монтировать их лучше бы в виде матрицы:  $2 \times 16$ ,  $8 \times 4$ ...

– И много ли уровней доступа для персонала вам требуется? – спросил Горгулий.

– На самом деле, всего четыре уровня, – уточнил питон Уккх. – Низкий – повар, официант, грузчик; средний – шеф-повар, метрдотель, швейцар; высокий – менеджер по закупкам, администратор, главбух; и сверхвысокий – сам коллега Спрудль.

– Понятно, – сказал Горгулий. – На каждой двери мы хотим поставить замок, который может считывать несложную картинку из чёрных и белых точек. Двери бывают четырёх типов: «для всех», «для узкого круга» и т. д. Требуется, чтобы по картинке могли открываться только двери определённого типа. Правильно?

– Да, – сказал питон Уккх, – и вся конструкция должна быть попроще, без лишней электроники.

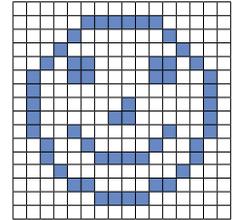




– Раз клиент просит, не будем заботиться о том, чтобы замók размышлял, кто в него ломится, – сказала Бусенька, когда Уккх ушёл. – Пусть в самой картинке будет зашифровано, какие двери можно открывать, а какие нет.

– Ладно, а чем у нас отличаются замки? Допустим, мы используем 32 переключателя, – стал импровизировать Горгулий. – Уккх говорит, что следует сформировать из них прямоугольную матрицу. Вариантов не много:  $2 \times 16$ ,  $4 \times 8$ ,  $8 \times 4$ ,  $16 \times 2$ . Можно ещё взять  $1 \times 32$  и  $32 \times 1$ , но думаю, конструкция будет слишком хрупкая.

– Значит, картинку надо взять никак не меньше прямоугольника  $16 \times 16$ , – предположила Бусенька. – Возьмём, например, мой портрет.



Портрет Бусеньки. Годится ли он для взлома замка  $4 \times 8$ ?

– Мы подносим портрет к замку, и замók считывает кусочек, скажем  $4 \times 8$ , – тут Горгулий задумался. – Что он там может «считать»?

Он не может её распознать и не может проанализировать, поскольку никакой электроники нет! Все, что он может, – это по поводу каждой чёрной клеточки щёлкать контактом.

– Если он переключит контакт нечётное число раз, – сказала Бусенька, – дверь откроется. А если щёлкнет чётное число раз – не откроется. Уже неплохо!

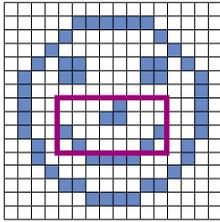
– Да, – согласился Горгулий, – по крайней мере дверь не откроется, если к замку поднести совсем белый лист.

– И если поднести совсем чёрный – тоже не откроется, – заметила Бусенька.

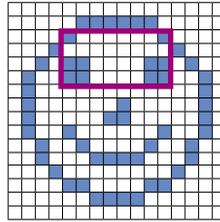
– Но есть ещё нюанс, – вспомнил Горгулий. – Мы разрабатываем совсем простое устройство без лишних рамок, фиксаторов и т. п. Когда я держу картинку перед замком, она может сдвинуться левее или правее, выше или ниже. Получается, что при разных попытках открыть дверь замок будет считывать разные фрагменты  $4 \times 8$ ! Если я поднесу твой портрет носом к датчикам – дверь откроется, а если глазами – не откроется.



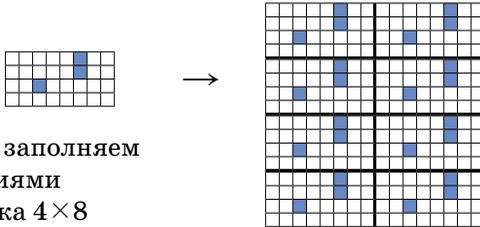
7 точек.  
Откроется



10 точек.  
Не откроется



Значит, на картинке в любом фрагменте  $4 \times 8$  должно быть нечётное число чёрных клеток! Жаль, мой портрет для этого не подходит. Тогда отбросим тщеславие и изобразим что-нибудь более заурядное. А, всё очень просто: возьмем прямоугольник  $4 \times 8$ , нарисуем в нём что попало, например, закрасим три клеточки, а потом периодически растиражируем. Вот пожалуйста: эта картинка открывает замок  $4 \times 8$ .



Периодически заполняем плоскость копиями прямоугольника  $4 \times 8$

– Всё правильно, здесь в каждом фрагменте  $4 \times 8$  три чёрные клеточки, – проверил Горгулий. – Щёлк, щёлк, щёлк и открылось. Кстати, смотри, как интересно: замок с матрицей  $8 \times 4$  эта карточка не откроет – здесь каждый фрагмент  $8 \times 4$  содержит 0, 2, 4 или 6 чёрных клеток.

– И нам нужно, чтобы нечто похожее выполнялось для всех матриц:  $2 \times 16$ ,  $4 \times 8$ ,  $8 \times 4$  и  $16 \times 2$ . Если сотруднику разрешено открывать замок  $a \times b$ , то в любом фрагменте  $a \times b$  его карточки должно быть нечётное число клеток, а если не разрешено, то чётное.

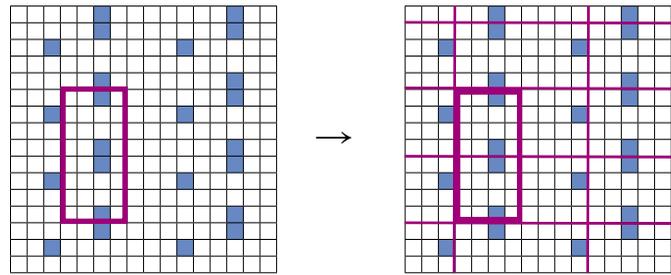
– погоди, погоди, – сказал Горгулий. – Замки  $2 \times 16$  и  $16 \times 2$  твоя картинка тоже не открывает. В каждом фрагменте  $2 \times 16$  содержится 2 или 4 чёрные клеточки, а в каждом фрагменте  $16 \times 2$  – 0, 4 или 8 чёрных клеток.

Бусенька удивлённо посмотрела на свою картинку.

– Ты совершил потрясающее открытие! – воскликнула она. – Это наблюдение работает для всех замков и любых периодических картинок! Например, возьмём любой фрагмент  $8 \times 4$  на предыдущей картинке (которая открывает замок  $4 \times 8$ ). Исходную сетку

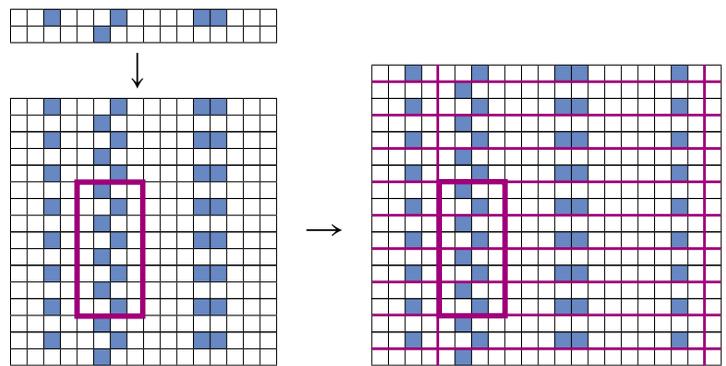


$4 \times 8$  подвинем так, чтобы она проходила по левой и по нижней стороне этого фрагмента.



Видно, что фрагмент  $8 \times 4$  накрыл две одинаковые половинки прямоугольников  $4 \times 8$  нашей сетки. Значит, какова бы ни была исходная картинка, в любом фрагменте  $8 \times 4$  окажется чётное число чёрных клеток.

Аналогично устроены картинке для других матриц. Например, если на картинке, открывающей замок  $2 \times 16$ , мы считаем чёрные клеточки в каком-нибудь фрагменте  $8 \times 4$ , получается такая история.



Для наглядности я нарисовала более крупный клетчатый лист. Здесь фрагмент  $8 \times 4$  всегда состоит из четырёх одинаковых кусочков и поэтому в нём тоже будет чётное число чёрных клеток.

– Здорово, – похвалил Горгулий, – теперь для каждой двери мы умеем создавать картинку, которые будут открывать эту дверь и заведомо не открывают другие двери. Как бы их совместить в одну картинку?

– Отксорить, конечно, как же ещё, – сказала Бусенька.

**Вопросы читателям.** Как именно собиралась Бусенька сделать ключ, открывающий все 4 двери? Как сделать ключ, который открывает вторую и третью дверь, но не открывает первую и четвёртую?

*Окончание сказки в следующем номере.*

