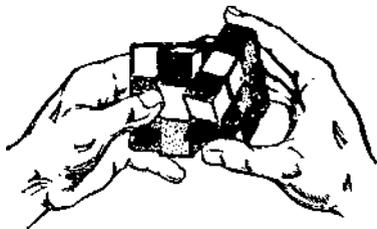


СНОВА КУБИК РУБИКА



Поместив в журнале несколько месяцев назад подробную статью о кубике Рубика, мы не предполагали более возвращаться к этой теме. Но наши планы нарушил молодой математик Николай Николаевич МИХАЙЛЕНКО. Он пришел к нам в редакцию и продемонстрировал оригинальный способ решения головоломки, не требующий ни формул, ни сложных рисунков.

Прежде чем познакомиться с алгоритмом, советуем вам перечитать в статье «Всем кубикам кубик» («ЮТ» № 7 за 1982 год) главу, которая называется «Каждому кубику свое место».

Освежили в памяти основы «кубологии»? Тогда возьмите кубик в руки, и начали!

Прежде всего договоримся: для определенности кубиками мы будем называть лишь маленькие кубики, из которых состоит головоломка, а сам кубик Рубика — кубом.

Предположим, что пары противоположных сторон куба имеют такие цвета: белая — желтая, красная — оранжевая, зеленая — синяя. Именно таковы цвета сторон куба фабричного изготовления. Но если ваш куб имеет другие цвета, это ровно ничего не меняет. Ясно, что все стороны куба равноправны. Однако, чтобы все мы могли работать параллельно, давайте условно считать белую сторону куба нижней, а верхний (желтый) бортовой слой кубиков назовем бордюром. Остальные стороны куба будем в дальнейшем называть боковыми. Именно стороны, потому что слово «грань» будем относить только к кубикам. Определившись с терминологией, приступим к решению головоломки.

Вначале установим на свои места и сориентируем правильно бортовые кубики нижней стороны. Иными словами, мы выкладываем

на нижней стороне белый крест, бортовые кубики которого должны быть соцветны не только нижней стороне куба, но и боковым сторонам — синей, оранжевой, зеленой и красной. Добиться этого несложно. Выводите боковой кубик, имеющий белую грань, на бордюр белой гранью вверх. Затем, вращая бордюр, совместите его по цвету с боковой стороной куба и поверните ее на 180° . При этом, чтобы не разрушать уже собранные элементы белого креста, поворачивайте по мере необходимости нижнюю сторону куба, не забывая каждый раз возвращать ее в прежнее положение.

Переходим к установке угловых кубиков нижнего слоя. Посмотрите, что получится, если повернуть одну из боковых сторон на 90° , затем поворачивать бордюр и вернуть боковую сторону назад. Результатом будет замена ровно одного углового кубика на нижней грани. Используйте это наблюдение. Назовем угловой кубик подготовленным, если он находится на бордюре и имеет белую грань, расположенную на боковой стороне куба. Найдите для подго-

товленного кубика его гнездо на нижней стороне, пусть в нем сидит кубик А. Поверните одну из двух боковых сторон, содержащих А (следует сообразить, какую), тем самым вы переведете А на бордюр. Далее, вращая бордюр, замените А подготовленным кубиком и верните боковую сторону на место. Подготовленный кубик попал в свое гнездо. Замечание: перед тем как вращать боковую сторону, может быть, следует повернуть бордюр, чтобы подготовленный кубик не лишился своего звания.

Когда на бордюре не останется подготовленных кубиков, придется их «подготовить». Это всегда возможно, если нижний слой собран не до конца. Прием тот же: боковая сторона, бордюр, боковая обратно. Причем вначале нижнюю сторону поверните так, чтобы тот ее угловой кубик, который уйдет на бордюр, ценности не представлял.

Последний угловой кубик нижней стороны достраивать пока не обязательно. Все равно красоту придется нарушить. Этот кубик будет служить перевалочной базой на последующих этапах сборки. Назовем его жертвой.

Теперь мы будем устанавливать бортовые кубики среднего слоя. Работы здесь немного. На этот раз мы назовем подготовленными те бортовые кубики бордюра, которые не имеют желтой грани и, следовательно, должны быть перемещены в средний слой. Предположим, что видимые грани подготовленного кубика имеют синий и красный цвета, причем синий сверху. В этом случае красную сторону куба называем соответствующей, а синюю — дополнительной. Подготовленный кубик должен встать между соответствующей и дополнительной боковыми сторонами куба. Как этого добиться? Поворотом бордюра ставим подготовленный кубик на дополнительную сторону куба. Затем, вращая белую сторону, куба,

помещаем жертву в угол между соответствующей и дополнительной сторонами. Вращаем соответствующую сторону, выводя жертву на бордюр. Поворачиваем бордюр, выводя подготовленный кубик красной гранью на соответствующую сторону, и даем последней обратный ход, восстанавливая прежний белый порядок. Подготовленный кубик попал в свое гнездо, а место жертвы занял какой-то другой кубик — пусть это вас не смущает.

Если подготовленные кубики на бордюре исчерпаются до того, как средний слой будет собран, вы подведете жертву под неправильно установленный кубик среднего слоя и поворотом боковой стороны куба, содержащей этот — кубик, «подготовите» его. После поворота бордюра дайте боковой стороне обратный ход. Итак, средний слой собран полностью, а внизу неверно установлен лишь один кубик — жертва.

Если вы еще не согласовали цвета кубиков среднего и нижнего слоев, то сделайте это, повернув белую сторону куба. Верните вниз с бордюра последний кубик нижнего слоя — сделайте это таким же образом, как ранее вы устанавливали угловые кубики белой стороны. К несчастью, при этом в среднем слое будет «испорчен» кубик, располагавшийся над гнездом жертвы. Исправим это. Возьмите куб в руки, чтобы неверный кубик среднего слоя находился по правую руку. Поверните бордюр так, чтобы нужный вам бортовой кубик на верхней стороне установился слева. Белая сторона куба, как обычно, внизу. Выполните следующую комбинацию поворотов на 90°: правая сторона по часовой стрелке, верхняя против часовой, правая против, верхняя снова против, передняя сторона против часовой, верхняя по часовой и, наконец, передняя по часовой. (Имеется в виду точка зрения наблюдателя, видящего каждую сторону непосредственно,

а не сквозь куб.) Суть этой комбинации состоит в том, что вы выводите нижний правый передний кубик на бордюр, а затем возвращаете его на место другим путем. В результате неверный бортовой кубик среднего слоя заменяется верным. Может случиться, что последний бортовой кубик среднего слоя сядет в своем гнезде задом наперед. С этим пока смиритесь, но в остальном, если вы нигде не ошиблись, два нижних слоя куба должны быть собраны верно. Выполнена большая часть работы. Но... самая легкая.

Как двигаться дальше, чтобы не разрушить собранное? Ведь нужно подобрать комбинации поворотов, которые затрагивали бы минимальное число кубиков, к тому же «сдвинутое» должно легко возвращаться на место. Какова простейшая из возможных подобных комбинаций? Представьте, что куб смотрит на вас боковым ребром. Мысленно поверните по часовой стрелке левую боковую сторону куба, затем правую тоже по часовой, далее верните левую сторону на место и наконец верните Правую. Назовем эту операцию простой змейкой.

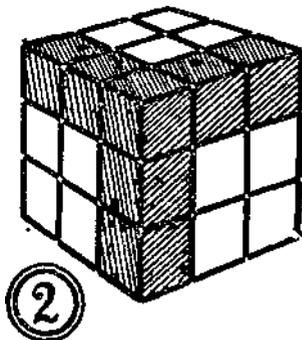
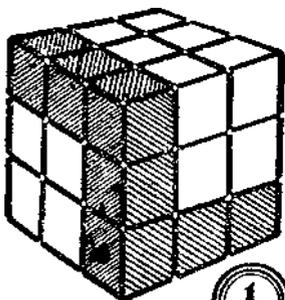
Какие кубики и как перемещает простая змейка? Это непростой вопрос. А вот ответ. Гнезда перемещенных кубиков напоминают распрямленную пространственную латинскую букву Z (рис. 1). Столбик из кубиков, принадлежащих обоим вращаемым сторонам куба, образует среднюю линию этой буквы. Вы можете убедиться, что простая змейка меняет местами угловые кубики верхней и нижней перекладки. А с тремя бортовыми кубиками происходит циклическая перестановка. Бортовой кубик верхней перекладки переходит на среднюю линию, бортовой кубик средней линии перемещается на нижнюю перекладку, а нижний бортовой кубик переходит наверх.

Если бы сначала мы повернули те же боковые стороны против часовой стрелки, а потом по часо-

вой, то гнезда перемещаемых кубиков расположились бы в виде такой же буквы Z, но зеркально обращенной (нижняя перекладина была бы слева). Полезно запомнить, что в обоих случаях менее значительно перемещается бортовой кубик той стороны куба, с которой начинается простая змейка. Это и есть правило, по которому она начинается.

Тройная змейка — это трижды повторенная простая. При этой комбинации бортовые кубики буквы Z возвращаются в свои гнезда, а угловые нет. Тройная змейка предназначена для перестановки двух кубиков, лежащих на одном ребре куба: она меняет местами попарно угловые кубики верхней и нижней перекладин буквы Z. Как начинать тройную змейку? Здесь правило такое: если буква Z, на перекладинах которой лежат переставляемые угловые кубики, не зеркально обращенная, то вращаем обе боковые стороны по часовой стрелке (все равно, с какой стороны начинать), а если буква Z зеркально обращенная, то против часовой.

Но вернемся к сборке куба. Вспомним: нам осталось упорядочить кубики бордюра. Посадим в свои гнезда вначале бортовые кубики. Но как не затронуть нижний и средний слои, если простая змейка требует работы в двух плоскостях? Есть идея: повернуть на 90° одну боковую сторону куба и тот ряд кубиков, который перейдет с бордюра на боковое ребро, использовать в качестве нижней перекладки буквы Z, два других элемента которой расположены на бордюре. После выполнения простой змейки нужно вернуть смещенную боковую сторону на место. Не бойтесь забыть, какую именно сторону нужно вернуть: ориентируйтесь на белый порядок нижней стороны куба, он должен восстановиться. Этот прием позволяет произвести циклическую перестановку любой тропки бортовых кубиков из бор-



дюре (один из них должен лежать на поворачиваемой боковой стороне).

Теперь вы можете расставить по местам бортовые кубики бордюра {на угловые пока не обращаем внимания). Поворачиваем бордюр так, чтобы только один бортовой кубик попал в свое гнездо. Тогда остальные потребуют циклической перестановки, что и делаем. Если же оказывается, что на бордюре, как ни крути его, сразу два кубика оказываются в своих гнездах, делаем циклическую перестановку любых трех бортовых кубиков, а далее как описано выше.

Теперь нужно сделать бортовые кубики цветными центральным, иными словами, правильно сориентировать их. Вращая куб, установите переворачиваемый кубик справа. Поверните правую боковую сторону на 90° по часовой стрелке, затем, взявшись одной рукой за бордюр, другой поверните нижний и средний слои вместе на 90° по часовой стрелке (если смотреть снизу) и тут же верните нижний слой обратно. Эту операцию нужно проделать четыре раза. В результате нужный нам кубик на бордюре перевернется, но и в среднем слое три бортовых кубика тоже. Не поворачивая куб, поверните бордюр так, чтобы справа оказался другой бортовой кубик, предназначенный к переворачива-

нию. Вы знаете, что делать дальше. При повторном переворачивании восстанавливается порядок в нижнем и среднем слоях куба.

Снова вспомним о «равноправии» всех сторон куба. Хотя в предыдущем абзаце фигурировал бордюр, фактически была описана процедура переворачивания в своих гнездах пары бортовых кубиков любой стороны куба {достаточно повернуть куб этой стороной вверх}. Так что если в среднем слое один кубик ранее был установлен неправильно, сейчас вы в состоянии устранить этот недостаток. Не бойтесь ситуации, при которой во всем кубе только один бортовой кубик ориентирован неверно: она невозможна. Применяя описанную комбинацию поворотов, вы непременно добьетесь правильной ориентировки всех бортовых кубиков куба.

Поверните бордюр, согласовав цвета боковых сторон с цветами бортовых кубиков бордюра. С ними покончено. Займемся оставшимися четырьмя угловыми кубиками.

Хорошо, если они распадаются на две пары, требующие перестановки. Тогда вы поворачиваете боковую сторону, содержащую пару переставляемых кубиков, применяете тройную змейку, возвращаете боковую сторону на место, и все кубики оказываются в нужных гнездах. Если же пары перестав-

ляемых кубиков лежат крест-накрест, то вначале после поворота произвольной боковой стороны нужно еще повернуть белую сторону куба на 180° , что приведет переставляемые угловые кубики в положение, пригодное для тройной змейки.

Когда же разбиения на две пары не происходит, это значит, что один угловой кубик уже на своем месте, а другие три требуют циклической перестановки. В этом случае тройную змейку придется применить дважды. Буква Z первой змейки начинается с углового кубика, противоположного уже установленному, далее идет к тому угловому, на место которого он должен перейти, затем к установленному и, наконец, вниз. Вторая буква Z зеркально симметрична, она начинается с противоположного установленному, идет в другом направлении, проходит далее через гнездо установленного и тоже вниз.

Будьте внимательны, иначе придется начинать все чуть ли не сначала. В случае удачи все кубики наконец окажутся в своих местах и только некоторые угловые кубики бордюра могут оказаться неправильно ориентированными.

Простейший случай, когда только один кубик ориентирован правильно, тогда три остальных требуют разворота на 120° все в одном направлении, если мысленно смотреть из центра куба.

Комбинацию, позволяющую развернуть в своих гнездах три угловых кубика одной стороны, назовем звездой. Поверните куб бордюром к себе так, чтобы не занятый в операции четвертый угловой кубик оказался в левом нижнем углу. Вообразите, что в правом верхнем углу куба горит звезда и три ее луча идут по ребрам куба (рис. 2). Наклоните куб звездой к себе. Операций «звезда» состоит в обработке звездных лучей. Начнем с того из них, что проходит по верхней кромке бор-

дюра. Поворачиваем бордюр против часовой стрелки, при этом кубики перемещаются по лучу от звезды. Затем поворачиваем верхнюю сторону по часовой стрелке, кубики идут опять от звезды. Возвращаем бордюр и возвращаем верхнюю сторону куба. Один луч обработан, переходим к тому лучу, что перпендикулярен бордюру. Обработка аналогична (вначале против часовой стрелки поворачивается верхняя сторона). Обработывая каждый луч, приговаривайте про себя: «От звезды, от звезды, к звезде, к звезде», — тогда меньше шансов сбиться. После обработки третьего луча половина операции выполнена. Индикатором успеха на этом этапе может служить переворачивание в своих гнездах тех двух бортовых кубиков бордюра, что лежат на лучах звезды. Повторный обход трех лучей завершает комбинацию. Три угловых кубика бордюра, лежащие на лучах звезды, окажутся повернутыми на 120° в одном направлении. Другие кубики операций не затрагиваются. Мы обходили звезду по часовой стрелке, если же изменить направление обхода, начав его с правого ребра бордюра, то в результате угловые кубики окажутся повернутыми на те же 120° , но в другом направлении. Нужно направление выбирайте, глядя на звездный угловой кубик куба, его ребра развернутся в том же направлении, в каком вы будете обходить, лучи звезды.

Если на бордюре неправильно ориентированными окажутся два или четыре кубика (одного быть не может), то комбинацию «звезда» придется применить дважды. Вы уж сами сообразите как. Если у вас хватило терпения осилить статью до конца, значит, вы уже вполне квалифицированный «куболог».

Рисунки А. НАЗАРЕНКО