

СОСТАВЛЯЕМ КАТАЛОГ ВРАЩЕНИЙ КУБИКА

Не проходит недели, чтобы почта не принесла хотя бы несколько писем о кубике Рубика. Журнал неоднократно печатал материалы о нем, давал различные задания. Читатели освоились и с помощью, например, таблицы поэтапной сборки, напечатанной в журнале «Наука и жизнь» № 5, 1983 года, приводят кубик в упорядоченное состояние за считанные минуты.

Между тем не менее интересным оказалось придумывание алгоритмов перевода куба из одного заданного состояния в другое, а именно составление и решение пасьянсов (получить заданный симметричный узор), а также упорядочение куба на завершающем этапе сборки (поставить на место три бортовых кубика, развернуть по часовой стрелке и одновременно поменять местами пару угловых кубиков и т. д.).

Задание разработать алгоритмы сборки кубика на завершающем этапе для каких-либо конкретных случаев, в том числе и для последней грани, увлекло наших читателей. Мы получили несколько сотен писем — тысячи алгоритмов. В основном это, конечно, повторение «классики»: тот, кто взял в руки кубик, и проявив некоторое терпение, станет логически размышлять с карандашом в руке, неминуемо будет первооткрывателем хотя бы десятка осмысленных процессов, приводящих к задуманной цели. Примечательно, однако, и то, что сравнение присланных читателями алгоритмов с классическими, хотя и редко, но оказывается в пользу читателей, и придуманные ими процессы иногда короче рассчитанных на ЭВМ.

Придумать процесс на несколько ходов короче известного или пусть немного длиннее, но удобнее для запоминания и выполнения — большая удача. Однако как сравнить найденное с уже известным?

По предложению читателей, мы начинаем печатать каталог вращения кубика (КВК). Каталог будет включать:

- Операции с бортовыми кубиками верхней грани.
- Операции с угловыми кубиками верхней грани.
- Операции с угловыми и бортовыми кубиками верхней грани.
- Циклическую перестановку трех кубиков в кубе.
- Операции разворота угловых и бортовых кубиков в кубе.
- Пасьянсы.

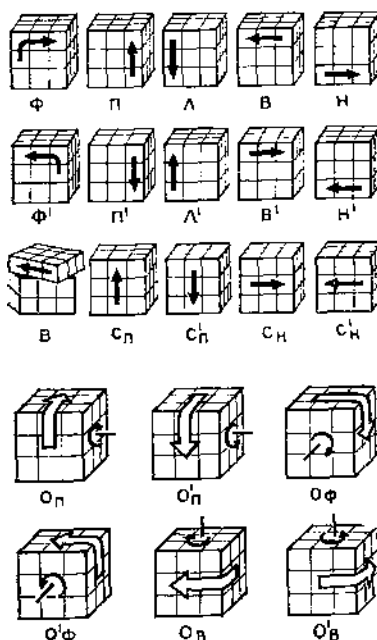
Конечно, мы не ограничимся классикой и уже поступившими сообщениями от читателей. Еще есть возможность включить свою строчку в КВК.

На схемах показано исходное положение куба (или грани, если перемещение кубиков затрагивает лишь один слой) и услов-

ная запись процесса, в результате выполнения которого куб приходит в упорядоченное состояние. Справа в скобках указано количество ходов в процессе. Двойной поворот, а также поворот среднего слоя считаются за один ход.

Перемещаются кубики в направлении стрелок, знаком «+» отмечено вращение (разворот) кубиков по часовой стрелке, знаком «-» — против. Иначе говоря, обозначения стандартные, к которым наши постоянные читатели уже привыкли и, судя по письмам, очень хорошо освоили.

Тем не менее для тех, кто впервые сталкивается с подобными обозначениями, поясним их рисунками.

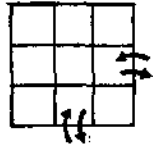


Прописными буквами Ф, П, Л, В, Н обозначаются элементарные операции поворота соответствующей грани (слоя, ломтика) куба на 90° по часовой стрелке. Обозначения Ф', П', Л', В', Н' соответствуют повороту граней на 90° против часовой стрелки. Обозначения Ф², П² и т. д. говорят о двойном повороте соответствующей грани (Ф² = ФФ).

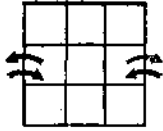
Буквой С обозначают поворот среднего слоя. Подстрочный индекс показывает, со стороны какой грани следует проделать этот поворот. Например, С_п — со стороны правой грани, С_н — со стороны нижней, С_л — со стороны левой, против часовой стрелки и т. д. Буква О — поворот (оборот)

(см. стр. 132).

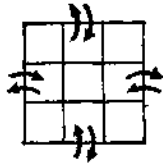
**1. ПОПАРНАЯ ПЕРЕСТАНОВКА И ВРАЩЕНИЕ
БОРТОВЫХ КУБИКОВ ВЕРХНЕГО СЛОЯ**



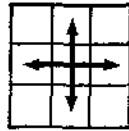
- 1.1.1. $(PC_n)^4 \cdot B' \cdot (PC_n)^4 \cdot B$ (18)
 1.1.2. $P^2 \Phi^2 P^2 \Phi^2 P' B' P^2 B \Phi P' B \Phi^2 B' \Phi$ (14)
 1.1.3. $L \Phi P' \Phi' L' B^2 P' B P' P^2 B^2 P$ (13)
 1.1.4. $PC_n P^2 C_n^2 \cdot P \cdot B' \cdot P' C_n^2 P^2 C_n P' \cdot B$ (12)
 1.1.5. $(C_n B' \cdot C_n B \cdot C_n B^2 \cdot C_n B^2)^2$ (16)



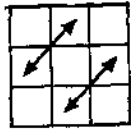
- 1.2.1. $(PC_n)^4 \cdot B^2 \cdot (PC_n)^4 \cdot B^2$ (18)
 1.2.2. $B' L' \Phi' \cdot B L' T' \cdot \Phi \cdot B P' \Phi' \cdot B' P \Phi' \cdot T$ (14)
 1.2.3. $PC_n P^2 C_n^2 \cdot P \cdot B^2 \cdot P' C_n^2 P^2 C_n P' \cdot B^2$ (12)
 1.2.4. $(C_n B)^4 \cdot B' \cdot (C_n B)^4 \cdot B$ (18)



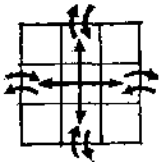
- 1.3.1. $(BC_n)^4 \cdot B^2 \cdot (BC_n)^4 \cdot B^2$ (18)
 1.3.2. $P^2 L^2 T^2 P' L' B^2 T' B^2 P' L' T^2 P^2 L^2 B$ (14)
 1.3.3. $\Phi^2 C_n \Phi^2 C_n^2 \cdot B' \cdot C_n^2 \Phi^2 C_n \Phi^2 \cdot B$ (10)
 1.3.4. $\Phi L T' \cdot (PC_n)^4 \cdot T' L' \Phi'$ (14)
 1.3.5. $(C_n B)^4 \cdot (B' C_n)^4$ (16)



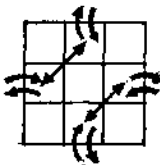
- 1.4.1. $C_n^2 B C_n^2 B^2 C_n^2 B C_n^2$ (7)
 1.4.2. $P L B^2 P' L' \Phi' T' B^2 \Phi T$ (10)
 1.4.3. $\Phi T' B \cdot (P^2 B^2)^3 \cdot B T \Phi'$ (12)
 1.4.4. $P L B \cdot B P' L' \cdot \Phi T' B \cdot B \Phi T$ (12)
 1.4.5. $C_n \Phi' (B^2 \Phi^2)^3 \cdot \Phi C_n$ (10)
 1.4.6. $(C_n B)^6 \cdot B^2$ (14)
 1.4.6. $(C_n^2 B)^2 \cdot (B C_n^2)^2$ (8)
 1.4.7. $(C_n^2 B)^5 \cdot C_n^2 B'$ (12)
 1.4.8. $P' L' B^2 P L' \cdot O_6 \cdot P L \cdot B^2 \cdot P' L'$ (11)



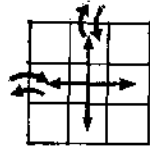
- 1.5.1. $C_n^2 H' C_n^2 H C_n^2 C_n^2 C_n$ (7)
 1.5.2. $\Phi^2 T^2 B \Phi^2 P^2 L^2 T^2 P^2 L^2 B T^2 \Phi^2$ (12)
 1.5.3. $(C_n^2 B)^2 \cdot C_n B^2 C_n^2 B^2 \cdot C_n B^2$ (10)



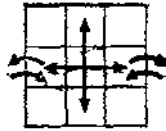
- 1.6.1. $L B \Phi \cdot B' \Phi' L' \cdot T \cdot L B \Phi \cdot B \Phi' L' \cdot T'$ (14)
 1.6.2. $P \cdot T L B' L' B \Phi \cdot P' T L B \cdot L' B T'$ (14)
 1.6.3. $P' B' \Phi' \cdot B \Phi P \cdot T' \cdot P' B \Phi' \cdot B' \Phi P \cdot T$ (14)



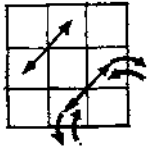
- 1.7.1. $P L \Phi \cdot (B^2 \Phi^2)^3 \cdot \Phi L' P'$ (12)
 1.7.2. $(P \Phi' C_n^2 \Phi P' B^2)^2$ (12)



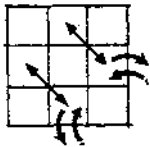
- 1.8.1. $T' B T' \cdot B^2 \cdot P T B L B^2 L'$ (10)



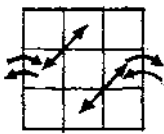
1.9.1. П'ВТ'ВП²(В²П²)²ВТВ'П (13)



1.10.1. ФПВ · П'В'Ф' · Ф'Л'В' · ЛВФ (11)

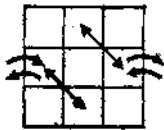


1.11.1. ФПТ · В'Т'П' · В² · Ф'Л'Т' · ВТЛ · В² (14)



1.12.1. C_n'BC_nBC_n'B'C_n'BC_n'BC_nB (12)

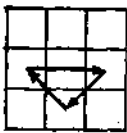
1.12.2. Ф² · ЛФВФ · В² · Ф'Л'В'Т' · В²ТЛФ'Л' · Ф² (16)



1.13.1. C_n'B'C_nB'C_n'BC_nB'C_n'B'C_nB' (12)

1.13.2. Ф²П'Ф'В'Ф'В²ФПВТВ²Т'П'ФПФ² (16)

2. ЦИКЛИЧЕСКАЯ ПЕРЕСТАНОВКА ТРЕХ БОРТОВЫХ КУБИКОВ ВЕРХНЕГО СЛОЯ И ПОПАРНОЕ ВРАЩЕНИЕ



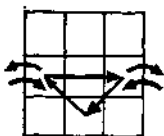
2.1.1. Ф²BC_nB² · C_nBФ² (7)

2.1.2. C_n²B'C_n' · В² · C_nB'C_n² (7)



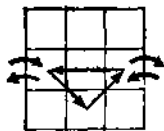
2.2.1. Ф²B'C_n · В² · C_nB'Ф² (7)

2.2.2. C_n²BC_n' · В² · C_nBC_n² (7)



2.3.1. ЛФВ'Ф'Л'Т'П'ВПТ (10)

2.3.2. Ф'В'ФВ · ФТ' · П'Ф'ПТ (10)



2.4.1. П'Ф'ВФПТЛВ'Л'Т' (10)

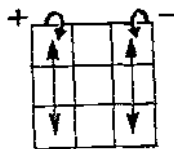
2.4.2. ФВФ'В' · ФТ' · ЛФЛ'Т' (10)

(Продолжение следует)

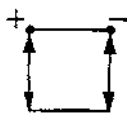
всего куба. O_{Φ} — со стороны фасадной грани по часовой стрелке и т. д.

Для того чтобы воспользоваться каталогом, надо определить, в каком положении находится ваш кубик, может быть, даже нарисовать схему и затем найти соответствующую картинку в каталоге. Теперь остается сориентировать куб так, чтобы фасадная грань была впереди, и проделать указанный процесс.

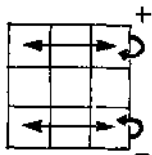
Например, вы определили, что на завершающем этапе следует поменять местами две пары угловых кубиков, причем два из них, принадлежащих одной паре, развернуть: один на 90° по часовой стрелке, а другой на 90° против стрелки часов. Нарисовали схему — что требуется сделать:



или, еще проще



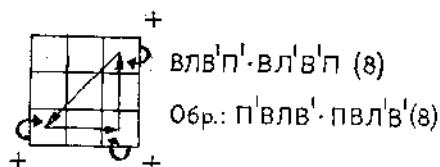
Этой схеме в каталоге соответствует картинка 5.4. и двенадцатиходовый процесс 5.4.1.



$L'T'P'V\text{-}PTL\Phi\text{-}P'V'T'\Phi'$ (12), которым и следует воспользоваться.

Игра с кубиком, например, при составлении или решении пасьянсов, поиске интересных алгоритмов, требует чрезвычайной аккуратности, внимательности и дьявольского терпения: один неверный шаг и — все сначала. Обидно. Каталог поможет сократить время, когда собранный куб не цель, а исходное состояние.

Благодарим всех читателей, приславших описание процессов для каталога. Не всем отвечено почтой, но все письма хранятся, и многие новинки будут включены в каталог. Надеемся, что на первой публикации работа не закончится, последуют добавления, уточнения. Наиболее активные участники составления КВК будут отмечены дипломом редакции. На конвертах пишите: КВК. Вместе с буквенной записью процесса обязательно рисуйте схему перемещений кубиков. Чтобы легче было проверить присланный вами алгоритм, тут же пишите формулу обратного процесса, дающую возможность нарисовать при проверке исходную схему. Например,



Кубик — игра. И хотя некоторые алгоритмы (об этом наши читатели знают по предыдущим публикациям) носят имена известных ученых, мы понимаем, что это забава взрослых остроумных людей, переносящих традиции и методы большой науки в игру, которая в значительной степени воспроизводит процесс научного творчества. Включимся в эту научную игру и мы.

Итак, мы с большой достоверностью можем утверждать, что большинство алгоритмов, присланных читателями, придумано и рассчитано ими самими (научная гарантия: достоверное отсутствие достаточной информации на местах), и совершенно не уверены (по той же причине) в том, что это где-нибудь «за морями за горами» уже публиковалось.

Поэтому рядом с «именными» алгоритмами профессоров математики и физики Д. Конвея, Х. Красса, М. Тэйстлетуайта и др. в нашем каталоге будут соседствовать алгоритмы значительно менее именитых любителей этой удивительной головоломки — школьников К. Золотухина из Новосибирска и С. Ушакова из Ярославля, инженера Л. Попова из Волгограда, врача Ш. Шапиева из Тамбовской области и многих других читателей журнала, приславших и присылающих в редакцию свои «исследования тайн кубика Рубика».

Широко известен удобный для запоминания и исполнения 18-ходовый процесс Д. Конвея (1.1.1). Алгоритм М. Тэйстлетуайта (1.1.2) нелегко воспроизвести на память, но он на 4 хода короче. Читатели Б. Бытенский (г. Ленинград) и В. Лаптев (г. Иркутск) прислали еще более короткий, 12 кодовый процесс (1.1.4) и аналогично построенный процесс 1.2.3.

Алгоритм 1.3.4, найденный А. Дедовским (г. Пушкино) и В. Мельниковым (г. Пермь), не менее изящен, чем формула Х. Красса (1.3.3), хотя он и длиннее на 4 хода. Удачно использовал Ш. Шапиев (Тамбовская обл.) вращение среднего слоя и верхней грани для целой серии алгоритмов (1.1.5, 1.4.7, 1.5.3, 2.1.2, 2.2.2).

Отметим также алгоритм 1.4.2, присланный К. Золотухиным (г. Новосибирск). Здесь введена операция O_{Φ} — поворот всего куба, — в результате чего вторая половина процесса выполняется на тех же гранях, что и первая. Операция удлинила процесс на один ход, но облегчила запоминание и выполнение его.

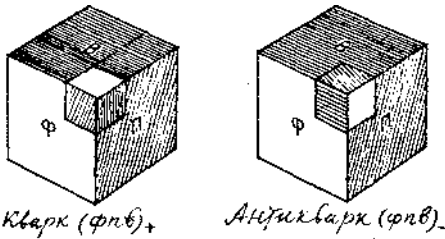
Процесс 1.4.6 прислали С. Погосян (Москва) и С. Ушаков (г. Ярославль), 1.5.1 — Л. Попов (г. Волгоград), С. Ушаков и Ш. Шапиев, 1.7.2 — В. Лаптев (г. Иркутск), 1.13.3 и 1.13.4 — Б. Бытенский (г. Ленинград).

И. Константинов.

СОСТАВЛЯЕМ КАТАЛОГ ВРАЩЕНИЙ КУБИКА

Механическое устройство куба, как известно, определило законы перемещения кубиков по граням. Нельзя, например, перевернуть лишь один бортовой кубик — обязательно два или четыре. Нельзя поменять местами два бортовых кубика грани и только. Меняются либо две пары, либо циклически переставляются три кубика.

Для угловых кубиков прослеживаются свои аналогичные закономерности. Невозможно придумать такой процесс, такую последовательность перемещений, чтобы один угловой кубик оказался повернутым, а все другие остались на месте. Если на последней грани появится такая ситуация, то это значит, что изначально куб не был собран правильно.



С. Голомб, известный читателям «Науки и жизни» в связи с головоломкой «пентамино», предложил называть угловой кубик, повернутый на 7з оборота по часовой стрелке, «кварком», а против часовой стрелки — «антикварком». Поводом для этого ему послужила аналогия со знаменитыми элементарными частицами с зарядом $+1/3$ и $-1/3$. Так же, как и его физический тезка, «кубик-кварк» неуловим и не может существовать в изолированном виде. Может быть пара (две, три, четыре пары) «кварк—антикварк», дающая заряд «0», или три кварка, дающие заряд «+1» или «-1». Состояние с двумя противоположно повернутыми кубиками С Голомб назвал мезоном, а с тремя кубиками, повернутыми в одном направлении — барионом. И если в мире элементарных частиц существуют комбинации кварков с целой величиной суммы зарядов то в кубе возможны комбинации кварков только с целой величиной суммы вращений кубиков в их гнездах. Причем все это совершенно не зависит от того, в своем ли гнезде находится угловой кубик.

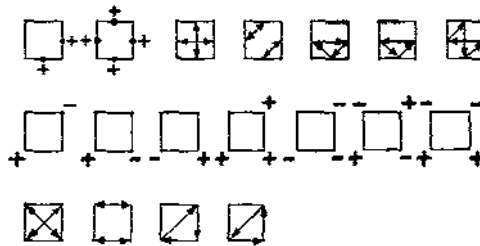
Продолжение. Начало см. № 3, 1985 г.

кубик или в чужом, и его надо еще переставить на свое место, а также относится ли это к одной последней грани или всему кубу.

Отразим схематически возможные перемещения и вращения для кубиков последней (верхней) грани.

Для бортовых кубиков.
Вращения: «дуэт» и «квартет».

Перемещения: «крест», «параллель», «трицикл», «восьмерка».



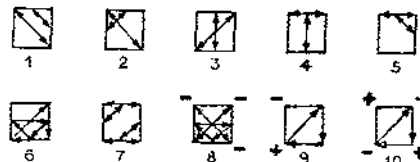
Для угловых.

Вращения: три вида мезонов, два — барионов, два парных мезона.

Перемещения: «крест», «параллель», «трицикл», «восьмерка».

«Трицикл» и «восьмерка» могут иметь и «обратный ход» — против часовой стрелки, картинка и процесс будут другими. Можно повернуть и всю грань.

Нарисованные схемы — «чистые», то есть только для бортовых или только для угловых кубиков. Но возможно и сочетание картинок, и тогда на последней несобранной грани куба могут появиться самые различные гибриды, в которых меняются местами



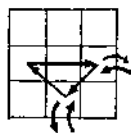
только два бортовых кубика или два угловых, но совместно (схемы 1—5), две пары (схема 7), два трицикла (схема 6), трицикл с крестом (схема 8) и т. д. плюс мезоны и барионы. Сколько всего может быть различных (с точностью до поворота всей грани) картинок? Мы не считали, но подсчитать можно. Кто возьмется?

Во всяком случае, ясно, что представить в журнале все сочетания просто невозможно. Но мы надеемся, что любители головоломки не ограничатся тем, что будет напечатано, и смогут продолжить разработку схем, не отмеченных в каталоге.

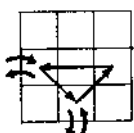
(см. стр. 90)

2. ЦИКЛИЧЕСКАЯ ПЕРЕСТАНОВКА ТРЕХ БОРТОВЫХ КУБИКОВ ВЕРХНЕГО СЛОЯ И ПОПАРНОЕ ВРАЩЕНИЕ

(продолжение)



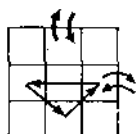
2.5.1. $C'_n B C_n B^2 C'_n B C_n$ (7)
2.5.2. $\Phi' L' \Phi^2 H^2 T^2 P T^2 H^2 \Phi'$ (9)



2.6.1. $C'_n B' C_n B^2 C'_n B' C_n$ (7)
2.6.2. $\Phi P \Phi^2 H^2 T^2 L T^2 H^2 \Phi$ (9)



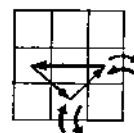
2.7.1. $\Phi^2 B C_n B^2 C'_n B \Phi^2 \cdot B \cdot (P C_n)^4 \cdot B' \cdot (P C_n)^4$ (25)
2.7.2. $\Phi P B' T B T' P' \Phi L' B' T' B T L$ (14)



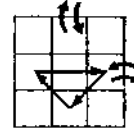
2.8.1. $\Phi' L' B' T' B' T L \Phi P B T B' T' P'$ (14)



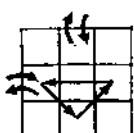
2.9.1. $T L B \cdot L T' P' \cdot \Phi B' \Phi P$ (10)



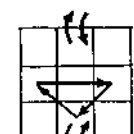
2.10.1. $T' P' B' \cdot P T L \cdot \Phi B \Phi L'$ (10)



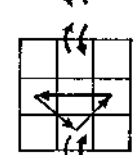
2.11.1. $\Phi' L' B' T' B T L \Phi T L \cdot B' L T' P' B P$ (16)
2.11.2. $P T B \cdot T' B P^2 \cdot \Phi B' \Phi \cdot B P' B' C'_n B^2 \Phi B' P^2$ (17)



2.12.1. $\Phi P B' \cdot T B T' \cdot P' \Phi T' P' \cdot B P T L B' L'$ (16)

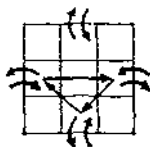


2.13.1. $L B L' \cdot T' P' B' \cdot P T \Phi \cdot P T B' T' B P' \Phi'$ (16)

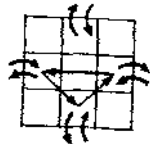


2.14.1. $P' B' P' \cdot T L B \cdot L T' \Phi' \cdot L T' B' \cdot T B' L \Phi$ (16)

2.15.1. ПТЛВ'Л'ВТ'П'Ф'Л'В'ЛВФ (14)



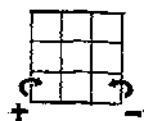
2.16.1. ЛТ'П'В'ПВ'ТЛФПВ'П'В'Ф' (14)



**3. ОПЕРАЦИИ С УГЛОВЫМИ КУБИКАМИ ВЕРХНЕГО СЛОЯ.
ВРАЩЕНИЕ (МЕЗОНЫ И БАРИОНЫ)**

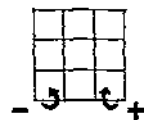
3.1.1. $\Pi(\Pi\Phi'H^2\Phi\Pi'V^2)^2\Pi'$ (13)

3.1.2. $O'_B(\Pi'N\Pi \cdot \Phi N\Phi') \cdot B \cdot (\Phi N'\Phi' \Pi' N\Pi) \cdot B'$ (15)



3.2.1. $\Pi(B^2\Pi\Phi'H^2\Phi\Pi')^2\Pi'$ (13)

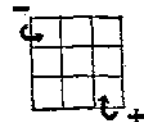
3.2.2. $(\Pi'N\Pi \cdot \Phi N\Phi') \cdot B' \cdot (\Phi N'\Phi' \cdot \Pi' N\Pi) \cdot B$ (14)



3.3.1. $(B^2L'\Phi O_{\text{лф}})^4$ (16), где $O_{\text{лф}} = O_{\text{н}}^2 \cdot O_{\text{н}}$

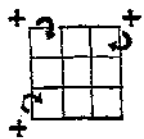
3.3.2. $(B^2\Phi L'H^2L\Phi')^2$ (12)

3.3.3. $(\Pi'N\Pi \cdot \Phi N\Phi') \cdot B^2 \cdot (\Phi N'\Phi' \cdot \Pi' N\Pi) \cdot B^2$ (14)

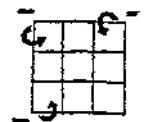


3.4.1. $B^2(\Phi\Pi'\Phi^2\Pi)^2 \cdot B^2 \cdot ЛФЛ\Phi'$ (14)

3.4.2. $(ТВТ^2 \cdot ПП\Pi^2 \cdot ВПВ')^2$ (18)



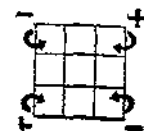
3.5.1. $\Phi Л\Phi'Л' \cdot B^2 \cdot (\Pi'\Phi^2\Pi\Phi')^2 \cdot B^2$ (14)



3.6.1. $L(B\Phi B'\Pi \cdot B'\Pi'V\Phi')^2L'$ (18)

3.6.2. $\Phi(\Pi B'TB \cdot T'VB\Pi'V)^2 \cdot \Phi'$ (18)

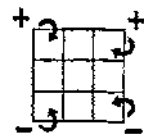
3.6.3. $C_{\text{н}}^2 \cdot C_{\text{ф}} \Pi^2 B^2 \Pi' \cdot C_{\text{ф}}^2 \Pi B^2 \Pi^2 \cdot H^2 C_{\text{н}}^2 \cdot B \Pi^2 B^2 \Pi B^2 \Pi^2$ (18)



3.7.1. $L'\Phi H^2L\Phi^2H'\Phi B^2 \cdot \Phi H\Phi^2L'H^2\Phi'LB^2$ (16)

3.7.2. $LH^2L^2HL^2 \cdot B^2 \cdot L^2H'L^2H^2L' \cdot BC_{\text{н}}B^2C_{\text{н}}B'$ (16)

3.7.3. $(H'\Phi)^3 \cdot B^2 \cdot (\Phi H)^3 C_{\text{н}} \cdot B^2 \cdot C_{\text{н}}$ (16)



(Продолжение следует)

НАГРАДЫ ЛУЧШИМ

Вот уже в двадцатый раз жюри Всесоюзного конкурса на лучшие произведения научно-популярной литературы, проводимого Правлением Всесоюзного общества «Знание», назвало книги и брошюры, отмеченные наградами.

Цель конкурса — выявить талантливых популяризаторов науки. Среди участников и победителей — видные ученые, ведущие специалисты народного хозяйства и культуры, государственные и общественные деятели, новаторы производства, писатели и журналисты.

Ежегодное проведение конкурса способствует активизации деятельности издателей, научной общест-венности, журналистов и писателей по созданию массовой научно-популярной литературы.

В 1984 году 20 центральных и 50 республиканских и межобластных издательств представили на конкурс 227 книг и 215 брошюр.

Президиум Правления Всесоюзного общества «Знание» утвердил решение жюри. Дипломов удостоены 135 книг и брошюр, пропагандирующих различные отрасли знания, передовой опыт, обобщающих практику коммунистического строительства.

Высшей наградой конкурса — диплома I степени и денежной премии удостоены:

А. Б. Мигдал «Поиски истины» («Молодая гвардия»).

Академик А. Б. Мигдал увлекательно рассказывает о научном методе познания и психологии научного творчества, о том, как зарождались и развивались важнейшие идеи физики XX века.

Н. Н. Яковлев «Силуэты Вашингтона» (Политиздат).

В книге доктора исторических наук профессора Н. П. Яковлева раскрывается история США с 1945 года преимущественно через личности тех, кто определяет политику Вашингтона. Автор привлекает многие малоизвестные или неизвестные широкому читателю факты политической жизни США.

Р. В. Петров «Я или не я» («Молодая гвардия»).

Тема книги академика АН СССР и АМН СССР Р. В. Петрова — иммунитет, невосприимчивость организма к инфекционным агентам и чужеродным веществам. Автор пишет о болезнях, возникающих при нарушении иммунитета и мерах борьбы с ними.

В. С. Уткин «Жизнь Земли» (на укр. языке, «Веселка», Киев).

Кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник Института геологии АН УССР В. С. Уткин рассказывает о современных гипотезах образования Земли, о геологических процессах, которые на ней происходят, о зарожде-нии жизни, о животных и растениях, которые жили миллионы лет тому назад, о наших далеких предках — первобытных людях.

А. П. Ненароков и А. В. Проскурин «Волей народов» (Политиздат).

Книга кандидата исторических наук А. Ненарокова и члена Союза журналистов А. Проскурина содержит богатый документальный материал о жизни Советского многонационального государства. Книга посвящена 60-летию образования СССР.

Диплом I степени присужден коллективам авторов книг «Энциклопедический словарь юного художника» и «Энциклопедический словарь юного земледельца» («Педагогика»); Д. В. Наумову — за книгу «Мир океана» («Молодая гвардия»); Международному ежегоднику «Наука и человечество». 1983 («Знание»); коллективу авторов книги «Дважды орденосное оборонное» (ДОСААФ СССР); «Милитаризм: цифры и факты» (Политиздат); «Ни давности, ни забвения...» (Юридическая литература). «Краткий очерк истории Коммунистической партии Эстонии» (на эст. яз.) («Ээсти раамат», Таллин); «Атеистические чтения», выпуск 13-й (Политиздат); «Советская демократия» (Политиздат); «Уроки сельской экономики» («Знание»).

Диплом II степени и денежную премию получили:

В. С. Гребенников за книгу «Мой удивительный мир» (Западно-Сибирское книжное издательство, Новосибирск); доктор геолого-минералогических наук В. П. Гаврилов — «Кладовая океана» («Наука»); кандидат педагогических наук В. В. Чет — «Умеем ли мы общаться с детьми?» («Народная асвета», Минск); кандидат исторических наук Б. И. Мозолевский — «Скифская степь» (на укр. языке) («Наукова думка», Киев); академик АН УССР А. М. Гродзинский — «Среди природы и в лаборатории» (на укр. языке) («Наукова думка», Киев); профессор И. И. Карпец — «Преступное общество» («Молодая гвардия»); профессор А. А. Силин — «На тропе в будущее» («Знание»); Л. П. Леонтьев —

Многие читатели просят опубликовать самый короткий алгоритм сборки куба, полагая, что он одновременно и самый быстрый. Отнюдь нет.

Инженер-механик Л. Ф. Попов из Волгограда упорядочивает куб не более чем за 55 ходов: первые два слоя собирает одновременно — «столбиками» по два кубика, а последний — с помощью составленных им таблиц. На расстановку угловых и бортовых кубиков и разворот неправильно повернутых кубиков этой последней грани он тратит не более 29 ходов.

Значит, на сборку первых двух слоев идет 26 ходов.

Пожалуй, эти цифры реальны и для метода послыной сборки.

Ведь самый короткий алгоритм сборки

всего куба при выбранной методике сборки должен состоять из серии процессов, приводящих к промежуточной цели наиболее коротким путем. При послыной сборке это 1-й, 2-й и 3-й слой, при других методах — «столбики» и третий слой, или «борта» и «углы» и т. д.

Скажем, ситуация, показанная на схеме 8, может быть решена за 29 ходов, если ее разбить на три подпроцесса: циклическая перестановка трех бортовых кубиков — трицикл (7 ходов), попарный обмен угловых кубиков — крест (8 ходов) и разворот трех угловых кубиков — минус-баррион (14 ходов).

Однако процессом ЛВ-Л'В'ЛВ'Л' можно упорядочить грань всего за 7 ходов. Экономия существенная.

Каталог процессов, составляемый при ак-

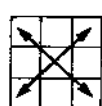
СОСТАВЛЯЕМ

КАТАЛОГ

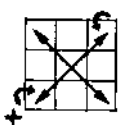
ВРАЩЕНИЙ КУБИКА

4. ОПЕРАЦИИ С УГЛОВЫМИ КУБИКАМИ ВЕРХНЕГО СЛОЯ

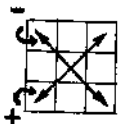
Попарнодиагональная перестановка и вращение (мезоны, барионы).



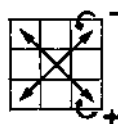
- 4.1.1. $(C_n^2 B \cdot C_n^2 B^2)^2$ (8)
- 4.1.2. $\Phi^2 \Pi^2 \Pi^2 T^2 \cdot H \cdot \Phi^2 \Pi^2 \Pi^2 T^2 \cdot B$ (10)
- 4.1.3. $C_n^1 \Phi (B^2 \Phi^2)^3 \Phi C_n^2 B^2$ (10)
- 4.1.4. $(C_n^2 B)^6$ (12)
- 4.1.5. $B^2 \Pi L' V^2 \Pi L T \Phi B^2 T' \Phi'$ (11)



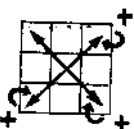
- 4.2.1. $T B^2 L' H' L B^2 L' H L B' \Phi' V T' V' \Phi V$ (16)



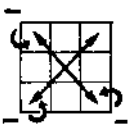
- 4.3.1. $T^2 \Pi^2 T' L T \Pi^2 T^2 \Pi T L T T'$ (12)



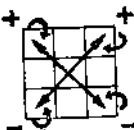
- 4.4.1. $\Pi T L' T \Pi T^2 \Pi^2 T' L T \Pi^2 T^2$ (12)



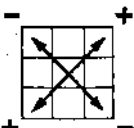
- 4.5.1. $T' V T V' T V T^2 V T^2 V' T V^2$ (12)



- 4.6.1. $T V T' V T V' T^2 V T^2 V^2 T V^2$ (12)



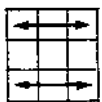
- 4.7.1. $T' V \Phi \cdot V' T V \cdot \Phi^2 \cdot V T V' \cdot \Phi V T' \cdot V^2$ (16)



- 4.8.1. $L' V' L V' L V^2 L \Phi \cdot V^2 \cdot \Phi' V' \Phi V' \Phi V^2$ (15)

5. ОПЕРАЦИИ С УГЛОВЫМИ КУБИКАМИ ВЕРХНЕГО СЛОЯ.

Попарнопараллельная перестановка и вращение (мезоны, барионы)



- 5.1.1. $(\Pi' H \Phi' \cdot H^2 \cdot \Phi H T' \cdot V^2)^2$ (16)
- 5.1.2. $\Phi \Pi' \Phi' \Pi \cdot \Phi \Pi \Phi' \cdot L^2 \cdot T' \Pi T \cdot L T' \Pi T$ (15)
- 5.1.3. $L \cdot H \Pi' H' \cdot L \cdot (H \Pi^2 H)^2 \cdot L \cdot H \Pi^2 H \cdot L$ (15)

СОСТАВЛЯЕМ КАТАЛОГ ВРАЩЕНИЯ КУБИКА

Любой музыкант может транспонировать музыкальную фразу — переписать ноты и исполнить ее в другой тональности. Нечто подобное приходится проделывать и любителям кубика, только транспонировать здесь надо формулы процессов. Это очень полезная вещь, если вы ведете картотеку.

Обратный процесс. Известно, что вернуть кубик в исходное состояние, как бы вы далеко ни забрались, можно, в точности повторив все операции в обратном порядке, то есть проделав все повороты граней и поменяв их знак. Например, процессу $B^2TBT^2V^2T'$ соответствует обратный процесс $T^2V^2T^2B^2T^2V^2$. Здесь Φ переходит в Φ' и наоборот, $T \rightarrow T'$, $\Pi \rightarrow \Pi'$, $L \rightarrow L'$, $B \rightarrow B'$, $H \rightarrow H'$. Двойные повороты переходят сами в себя, не меняются.

Зеркальный процесс. Поставьте зеркало справа от кубика и смотрите, что получается при вращении граней с их отражением в зеркале: $\Phi = \Phi'$, $T = T'$, $B = B'$, $H = H'$, $V = V'$ и т. д., то есть то же, что и в обратном процессе. Но вот левая грань в зеркале становится правой, а правая — левой, и вращаются они в обратном направлении. Иначе говоря, $L \rightarrow \Pi'$, а $\Pi \rightarrow L'$ и наоборот. Двойные повороты: $L^2 = \Pi^2$ и $\Pi^2 = L^2$.

Поворот вокруг оси, проходящей через центр грани. Иногда приходится переписать процесс, поменяв фасадную грань на другую, то есть повернув кубик на 90° или 180° в ту или иную сторону.

Скажем, есть картинка верхней грани



и формула к ней: $V\Phi V^2T' \cdot V\Phi^2V^2T$.

А вам требуется преобразовать ее для рисунка



, то есть совершить поворот O_B . При повороте куба вокруг вертикальной

оси на 90° по часовой стрелке (поворот O_B) правая грань становится фасадной, тыльная — правой, левая — тыльной, фасадная — левой. Верхняя и нижняя переходят сами в себя, остаются инвариантны ($B, H = i$), и формула переписывается так: $V\Phi V^2T' \cdot V\Phi^2V^2T$.

При повороте на 90° против часовой стрелки (O_B') замена будет следующей: $\Phi \rightarrow \Pi$, $\Pi \rightarrow T$, $T \rightarrow L$, $L \rightarrow \Phi$, $B, H = i$.

При повороте на 180° происходит замена: $\Phi \rightarrow T$, $\Pi \rightarrow L$, $B, H = i$.

Бывает, нужно знать, что происходит с гранями при повороте куба вокруг других осей. Например, у вас есть формула для фасадной грани, а вам надо послать ее в журнал для каталога, где все процессы даются только для верхней грани да еще и ориентированной определенным образом. В данном случае вам следует трансформировать процесс, посчитав фасадную грань

верхней. Это произойдет при повороте O_n или O_n' вокруг оси, проходящей через центр правой и левой граней.

Как трансформировать запись процесса? Преобразования при поворотах вокруг различных осей приводятся ниже (см. рис.)

Методами транспозиции вы можете воспользоваться, пополняя записи в каталоге для уже известных случаев.

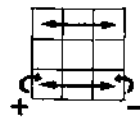
Например, если мы возьмем упорядоченный кубик и выполним процесс под номером 2.4.2 $V\Phi V^2B' \cdot \Phi^2T \cdot L\Phi L^2T'$ (10), то получим для верхней грани картинку 2.9 (сверьте: она ли?). Это значит, что процесс, обратный процессу 2.4.2, приведет куб в первоначальное состояние. Стало быть, мы можем вписать в каталог алгоритм 2.9.2 $T^2L\Phi^2L^2 \cdot T\Phi \cdot V\Phi V^2B'$ (10).

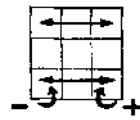
	$O_B = O_n'$ 	$O_B' = O_n$ 	$O_B^2 = O_n^2$
	$O_n = O_n'$ 	$O_n' = O_n$ 	$O_n^2 = O_n^2$
	$O_\Phi = O_\Phi'$ 	$O_\Phi' = O_\Phi$ 	$O_\Phi^2 = O_\Phi^2$

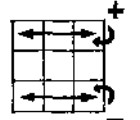
Все четные процессы серии «2» («Наука и жизнь» Ж?, стр. 131, и № 4, стр. 88, 89) зеркальны по отношению к нечетным своей пары: 2.2.1 = 2.1.1 зерк, 2.2.2 = 2.1.2 зерк. и т. д. до 2.13.1 = 2.16.1 зерк.

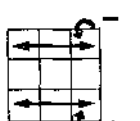
Знание подобных закономерностей помогает исправлять ошибки и неточности. К сожалению, в части тиража апрельского номера журнала оказалось немало ошибок, появившихся на стадии производства, или, как сказали бы программисты, в процессе отладки программы. Давайте исправим их, если они есть в вашем экземпляре журнала. Прежде всего следует поменять местами картинки 2.6 и 2.9, а также 2.15 и 2.16. Процессы 2.9.2 и 2.10.2 заверстаны ошибочно: это повторение процессов 2.5.1 и 2.6.1.

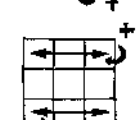
**5. ОПЕРАЦИИ С УГЛОВЫМИ КУБИКАМИ ВЕРХНЕГО СЛОЯ.
ПОПАРНО ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ ПЕРЕСТАНОВКА И ВРАЩЕНИЕ
(МЕЗОНЫ, БАРИОНЫ)**

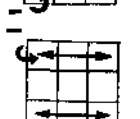
5.2.1.  $\Phi\Pi\Phi'L \cdot \Phi\Pi\Phi'L' \cdot \Phi'ВТВ' \cdot \PhiВТ'В'$ (16)

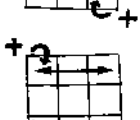
5.3.1.  $\Phi\Pi\Pi'В'\Phi^2Л'В'ЛВЛ'ВЛ\Phi\Pi\Pi'В^2$ (18)

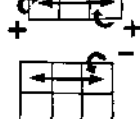
5.4.1.  $Л'Т'П'В \cdot \PiТЛ\Phi \cdot \PiВ\Pi'\Phi'$ (12)

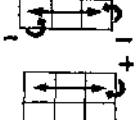
5.5.1.  $\Pi'\Phi'Л\Phi \cdot \Pi\Phi'Л'\Phi^2 \cdot \Pi'\Phi'Л^2\Phi' \cdot \Pi\Phi'Л^2\Phi^2$ (16)

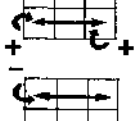
5.6.1.  $\Phi\Pi\Phi'Л \cdot \Phi\Pi\Phi'Л^2 \cdot ТЛ'\Phi^2Л \cdot Т'Л'\Phi^2Л^2$ (16)

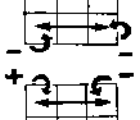
5.7.1.  $\Phi'Л\Phi\Pi' \cdot \Phi'Л'\Phi\Pi^2 \cdot Т\Pi\Phi^2\Pi' \cdot Т\Pi\Phi^2\Pi^2$ (16)

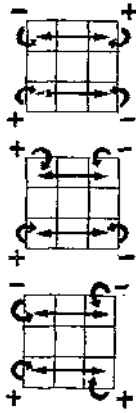
5.8.1.  $ТЛТ\Pi^2 \cdot Т'ЛТ\Pi^2 \cdot \PhiТ^2ВТ' \cdot В\Phi'ВТВ$ (17)

5.9.1.  $Т\PiТ'Л^2 \cdot Т\PiТ'Л^2 \cdot \PhiТ^2ВТ \cdot В'\PhiВТВ'$ (17)

5.10.1.  $ТЛ\Phi'Л' \cdot Т'Л\Phi'Л' \cdot \PhiВТ'В \cdot \Phi'ВТВ$ (16)

5.11.1.  $Т\Pi'\Phi\Pi \cdot Т\Pi'\Phi\Pi \cdot \Phi'ВТВ' \cdot \PhiВТ'В'$ (16)

5.12.1.  $\Phi(\Pi\Pi\Pi'В')^3\Phi'$ (14)



5.13.1. В'Ф'ЛФ · П'Ф'Л'Ф · ПФ'ВТ · В'ФВТ' (16)

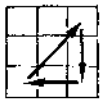
5.13.2. (Л'ВП · В' · ЛВП')² · В² (15)

5.14.1. ПВ²П'В² · П'ФПФ' · Т'В²Т'В² · ТПТ'П'В² (17)

5.14.2. С_ФЛ'С_Ф · НФ'Н'Ф · В² · Ф'НФН' · С_ФЛ'С_Ф' (15)

5.15.1. Л'ВПВ' · ЛВПТ' · В²Т'НТ · В²Т'НТ²В' (17)

6. ЦИКЛИЧЕСКАЯ ПЕРЕСТАНОВКА ТРЕХ УГЛОВЫХ КУБИКОВ ВЕРХНЕГО СЛОЯ И ВРАЩЕНИЕ.



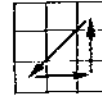
6.1.1. П²Ф² · П'Т'П · Ф²ПТ'П' (9)

6.1.2. ФЛФ · П² · ФЛФ' · П²Ф² (9)

6.1.3. (П'НФ' · Н² · ФНП) · В · (ПНФ · Н² · ФНП) · В' (16)

6.1.4. Ф'Л'Ф'П' · Ф'Л'Ф'П · ФП'П' · Ф'П'Т'П' (16)

6.1.5. Т'НТ'В' · Т'НТ'В' · Т'Н'Т'В' · В'Т'НТ (16)



6.2.1. ПТ'П · Ф² · ПТ'П · Ф²П² (9)

6.2.2. Ф²П² · ФЛФ · П² · ФЛФ (9)



6.3.1. П'ВЛВ' · П'ВЛ'В' (8)

6.3.2. ВТ'ВФ · ВТ'ВФ' (8)



6.4.1. ВЛВ'П' · ВЛ'В'П (8)

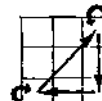
6.4.2. ФВТ'В · Ф'В'Т'В (8)



6.5.1. ТЛВ² · ЛТ'ЛТ · В²Т'Л (10)

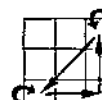


6.6.1. ЛТ'В² · Т'ЛТЛ' · В²ЛТ' (10)



6.7.1. П'Ф'Л'Ф · П'Ф'Л'Ф (8)

6.7.2. ТЛТ'П · ТЛТ'П' (8)



6.8.1. Ф'Л'Ф'П' · Ф'Л'Ф'П (3)

6.8.2. ПТЛТ' · П'ТЛТ' (8)

(Продолжение следует)

В формуле 2.7.1 не хватает штриха у последнего В. В формуле 2.10.1 — штриха у первого Т. В формуле 2.15.1 не поставлен штрих у первого В, а в 2.16.1 — у последнего Ф. Добавим также алгоритм 3.5.2 $(B^2 \cdot ПВ \cdot П^2 \cdot ТП \cdot T^2 \cdot ВТ)^2$ (18), вместо которого повторно дана формула 3.4.2, по структуре обратная к 3.4.2.

Кстати, ошибки здесь (опечатки, неточности — как ни называйте, все равно ошибки) еще раз напоминают о том, что запись алгоритмов, составление программ требуют особой точности и тщательности выполнения. Кубик — игра. Ошибки в программе — неприятность малого порядка. Но представим себе, что составляется серьезная программа для ЭВМ, которая содержит не 10—15 операций, а сотни и тысячи, и где-то пропущена самая малость — какой-нибудь штрих или символ. И все идет наперекосяк! Ситуация весьма заурядная для программиста. На поиск ошибки, на отладку программы уходит иногда больше времени, чем на составление ее. Разработаны даже специальные методики поиска ошибок в отлаживаемых программах.

В предложении «падоили карову» ошибки легко находятся, смысл его понятен и без исправления: мы знаем алгоритм, знаем правила грамматики. Но сказать, даже зная конечную цель, что неверно в формуле процесса — например, 2.16.1 $ЛТТ'ПВ \cdot ПВТЛ \cdot ФПВП' \cdot В'Ф$ (14), — невозможно и прокрутив кубик, так как конечная цель не достигается. А уж для того, чтобы определить, где ошибка, надо обратиться к разработчику или самому заново разработать алгоритм. Правда, в нашем конкретном случае легко можно заметить, что неверно записана заключительная операция: фасадную грань следует повернуть не вправо, а влево. Труднее «отладить» процесс 2.15.1 $ПТЛВ \cdot ЛВТ'П' \cdot Ф'Л'В'Л \cdot ВФ$ (14). Проверка на кубике дает «сбой», но «обратный ход» приводит к началу. Следовательно, ошибка не в исполнении, а в записи. Зная, что процесс 2.16 зеркален по отношению к 2.15, зрительной проверкой восстанавливаем пропущенный штрих у первого В. Программа «отлажена».

Таким образом, мы разобрали здесь пример поиска ошибок при записи формул процессов. Надо думать, что искать и исправлять собственные ошибки при игре с кубиком приходилось каждому, кто пользуется записью разрабатываемых алгоритмов, и освоить методику поиска места сбоя в программе не помешает никому.

В этом номере дается окончание серии «5» операций с угловыми кубиками верхнего слоя. Алгоритм 5.14.2 прислал М. Егоров (г. Куйбышев), в его разработках алгоритмов есть и другие примеры для серий «5» и «6», но все они более длинные, чем приведенные здесь.

Процесс 5. 2.1 и некоторые другие 16-ходовки этой серии представляют собой сочетание двух 8-ходовых подпроцессов, каждый из которых является самостоятельным процессом серии «6» — «циклическая перестановка трех угловых кубиков верхнего слоя» (для картинок, совпадающих с напе-

чатанными или отличающихся от них поворотом O_B, O'_B или O^2_B). О чем идет речь, вы поймете, проделав обратный процесс — 5.2.1. обр. и зарисовав результаты составляющих его двух подпроцессов. Транспонируем процесс 5.2.1:

$$5.2.1. \text{ зерк. обр. } ВТ'ВФ \cdot ВТВФ' \cdot П'Ф'Л'Ф \cdot П'Ф'Л'Ф \quad (16).$$

Каково действие процесса, обратного прямому и прямому зеркальному?

Попробуйте ответить па эти вопросы и провести анализ других формул, приведенных процессов серии «5» и «6».

Задание, как всегда, — поиск более коротких и изящных алгоритмов. В шестой серии дана циклическая перестановка трех угловых кубиков. Последовательность формул такова, что каждая пара алгоритмов взаимно обратна. Пару здесь составляют, например, 6.1.1 и 6.2.1, 6.7.1 и 6.8.1 и т. д.

Возможны и транспозиции. Так формула 6.2.2 получена зеркальным отображением процесса 6.1.1 и последующим поворотом O_B . 16-ходовый процесс 6.1.4 дан в качестве примера «сложения» процессов. Он составлен из двух 8 ходовых процессов той же серии: 6.8.1. и 6.18.2. Попробуйте разобраться в том, как два процесса, каждый из которых переставляет 3 кубика против часовой стрелки с вращением двух из них, приводят к чистому, без разворотов, перемещению трех кубиков по часовой стрелке?

Впишите найденные вами транспозиции в свой каталог.

Напечатанные в предыдущем номере формулы прислали С. Ушаков и С. Погосян (4.1.4), В. Мельников (4.1.3), В. Пчелинцев (5.1.3).

Очень красивый симметричный алгоритм для попарной перестановки бортовых кубиков с вращением всех четырех разработали В. Жиров и А. Медведев (г. Москва), В. Колесников (г. Душанбе), А. Лазарев (г. Лиепая).

1.6.4 $Ф^2 C_n \cdot Ф^2 C_n \cdot В \cdot C_n^2 Ф^2 \cdot C_n Ф^2 В'$ (10). К тому же этот процесс на 4 хода короче напечатанных ранее.

Найдены также более короткие алгоритмы решений опубликованных ситуаций серии «2», и вы можете вписать их в соответствующий раздел каталога.

$$+ \begin{array}{c} \text{[кубик]} \\ + \end{array} \quad 2.3.3. ПВП' \cdot C'_\phi \cdot ПВ'П' \cdot C_\phi \quad (8)$$

$$+ \begin{array}{c} \text{[кубик]} \\ + \end{array} \quad 2.4.3. Л'В'Л \cdot C_\phi \cdot Л'ВЛ \cdot C'_\phi \quad (8)$$

$$+ \begin{array}{c} \text{[кубик]} \\ + \end{array} \quad 2.9.3. C_\phi \cdot Л'В'Л \cdot C'_\phi \cdot Л'ВЛ \quad (8)$$

$$+ \begin{array}{c} \text{[кубик]} \\ + \end{array} \quad 2.10.3. C'_\phi \cdot ПВП' \cdot C_\phi \cdot ПВ'П' \quad (8)$$

Попробуйте зарисовать сравнительные варианты простых процессов (например, 6.4.1, 6.4.2, 6.4.3), рисуя последовательные положения куба после каждого хода как бы появляющимися на экране дисплея в цветном изометрическом изображении. Напомним, что ходом считается одинарный или двойной поворот грани или всего куба, зафиксированный в формуле.

СОСТАВЛЯЕМ КАТАЛОГ ВРАЩЕНИЙ КУБИКА

В этом номере дается окончание 6-й серии процессов, приводящих в порядок верхнюю грань, если требуется циклическая перестановка трех угловых кубиков с их вращением (6.9 — 6.20). Напомним, что в этой серии каждая пара изображенных ситуаций (нечетная-четная) может быть решена взаимно обратными процессами, что и зафиксировано в формулах.

Ситуации, конечно, не заканчиваются картинками 6.19 и 6.20, возможны и другие сочетания двух мезонов с тройной циклической перестановкой. Дополните ими свой каталог.

Многие читатели предварили публикацию 6-й серии — и прислали формулы 8-, 9- и 10-ходовых процессов, по структуре аналогичных публикуемым.

А. Б. Симон (г. Свердловск) и Г. И. Ярковой (г. Тольятти) прислали почти полный набор процессов серии 6, в которых в качестве структурной составляющей присутствуют последовательность операций из четырех поворотов, повторенных дважды. Например, 6.1.6. $T^2(L^2HT^2H)^2T^2$ (10).

$$6.3.3. \Phi^2(LT^2LF)^2 \quad (9)$$

$$6.7.3. (\Pi H L^2 H)^2 \Pi^2 \quad (9)$$

$$6.9.2. T(HL^2HT^2)^2T \quad (10)$$

$$6.11.3. \Pi(V^2LH^2L)^2\Pi' \quad (10)$$

Эти процессы могут быть занесены в каталог, несмотря на то, что каждый из них на одну операцию длиннее кратчайшего.

В машинной программе повторение какой-либо достаточно длинной группы операций может быть закодировано короче.

Ситуации, показанные на картинках серий «7» и «8», решаются прямыми, обратными и зеркальными процессами. Иначе говоря, результат не изменится, если вместо первоначальной формулы взять обратную, зеркальную, зеркальную к обратной и обратную к зеркальной. Проверьте. И в связи с этим вопрос: каким процессом можно решить ситуацию для картинок 7.5 и 7.6, где два угловых кубика надо повернуть в обратном направлении с 7.3 и 7.4, если ни обратный, ни зеркальный процесс не меняют знака разворота их. И вообще: возможна ли такая ситуация?

Ситуация возможна хотя бы потому, что мы сначала можем построить мезон по формуле 3.2.1. Повернуть куб операцией O_v и выполнить процесс 7.1.1.

Решить ее можно в обратном порядке, то есть $T^2V^2 \cdot LV^2F \cdot VF^2L' \cdot FVF \cdot V1FV^2 \cdot O_v^2 \cdot \Pi(\Pi F^2H^2F\Pi' \cdot V^2)^2\Pi'$. Итого 29 поворотов. Конечно, это слишком много. Но есть ли путь короче?

Не удалось найти коротких процессов и для ситуации 8.4. Алгоритм 8.1.1. прислал Г. Г. Ошков (Москва).

Теперь несколько ответов на вопросы читателей, которые, на наш взгляд, могут быть интересны многим.

А. П. Мельников (г. Пермь) спрашивает, зачем нужно было вводить операцию С — поворот среднего слоя: она ведь в принципе невыполнима одним человеком — кто будет держать крайние ломтики, чтобы повернуть средний? А делать так, как делаем — два вперед, один назад — длинно и тоже неудобно: кубик часто заедает. «Пусть мне назовут способ, — пишет тов. Мельников, — повернуть средний пояс в один поворот. Я не знаю такого способа». Отчего же. Есть такой способ, при этом средний слой вращается без запинок, сам по себе, так же, как и все остальные. Этот способ — общее с микроЭВМ, с персональным компьютером, например с «Агатом», БК-0010 или им подобным, которыми в скором времени будут оснащаться наши школы и которые поступят в розничную продажу.

Цветное изображение кубика на экране дисплея подчиняется вашей воле: повороты, развороты — любая операция, записанная в формуле процесса, осуществляется нажатием определенной клавиши на клавиатуре. А чтобы вернуть кубик в исходное состояние, дается только один условный сигнал: «отбой». Это ли не мечта любителей составлять пасьянсы? Вспомним, сколько лишней работы приходится проделывать для того, чтобы вернуть куб в собранное состояние, без чего невозможно приступить к новой фигуре.

Игру с кубиком на машине «Агат» по программе, разработанной, как сказал ее автор, за один свободный вечер и записанной на стандартный маленький магнитный диск, мне показали в одном из московских институтов.

Подобная установка (естественно, с другой программой) действовала и на юбилейной Венгерской выставке 1985 года в Москве, неизменно привлекая внимание посетителей.

Надо думать, что в скором времени новую программу, записанную на магнитный диск, можно будет купить в магазине, как теперь мы покупаем кассеты с музыкальной программой для магнитофона.

Что же касается заедания кубика, то есть способ уменьшить частоту его возникновения: надо натереть плоскости скольжения обыкновенным мылом — это будет смазка. Кроме того, не следует торопиться и поворачивать перекошенный, «недовернутый» кубик.

И. Константинов.





6. Циклическая перестановка трех угловых кубиков верхней грани.

- | | | |
|------|--|--|
| 6.9 | | 6.9.1. $\Phi^2\Phi' \cdot \Pi^2\Phi^2 \cdot \Phi\Pi\Phi^2$ (9) |
| 6.10 | | 6.10.1. $\Phi^2\Pi\Phi' \cdot \Phi^2\Phi\Pi \cdot \Phi\Phi^2\Phi$ (9) |
| 6.11 | | 6.11.1. $\text{Л}\Phi^2\text{Л}\Pi^2 \cdot \text{Л}\Phi^2\text{Л}\Pi^2 \cdot \text{Л}^2$ (9) |
| 6.11 | | 6.11.2. $\text{П}\Gamma\Pi\text{Т}\text{В}^2 \cdot \Gamma\Pi\text{Т}\text{В}^2\Pi'$ (10) |
| 6.12 | | 6.12.1. $\text{Л}^2 \cdot \text{Т}^2\text{Л}'\Phi^2\text{Л}' \cdot \text{Т}^2\text{Л}'\Phi^2\text{Л}'$ (9) |
| 6.12 | | 6.12.2. $\text{П}\text{В}^2\text{Т}'\Pi\text{Т}' \cdot \text{В}^2\text{Т}'\Pi\text{Т}'$ (10) |
| 6.13 | | 6.13.1. $\Phi^2\text{Л}\Pi\text{Л}' \cdot \text{В}^2\text{Л}\Pi\text{Л}'\Phi$ (10) |
| 6.14 | | 6.13.2. $\text{Т}^2\text{Л}^2\Pi\Pi^2 \cdot \text{Т}'\text{Л}^2\Pi\Pi^2 \cdot \text{Т}$ (9) |
| 6.14 | | 6.14.1. $\Phi'\text{Л}\Pi\text{Л}'\text{В}^2 \cdot \text{Л}\Pi\text{Л}'\text{В}^2\Phi$ (10) |
| 6.15 | | 6.14.2. $\text{Т}'\Pi^2\text{Т}'\text{Л}^2\text{Т}' \cdot \Pi^2\text{Т}'\text{Л}^2\text{Т}'$ (9) |
| 6.16 | | 6.15.1. $\Pi^2\Pi\Pi'\text{В}^2 \cdot \Pi\Pi'\text{В}^2\Pi'$ (9) |
| 6.16 | | 6.16.1. $\Pi \cdot \text{В}^2\Pi\Pi'\text{В}^2\Pi\Pi^2$ (9) |
| 6.17 | | 6.17.1. $\Phi\text{Л}'\text{Т}\text{Л} \cdot \Phi\text{Л}\text{Т}'\text{Л}$ (8) |
| 6.18 | | 6.17.2. $\Pi\Pi'\Phi \cdot \Pi\text{Т}'\Pi\Phi'$ (8) |
| 6.18 | | 6.18.1. $\text{Л}\text{Т}\text{Л}'\Phi' \cdot \text{Л}\text{Т}'\text{Л}\Phi$ (8) |
| 6.19 | | 6.18.2. $\Phi\Pi\Pi'\Phi' \cdot \Phi\Pi\Pi'$ (8) |
| 6.20 | | 6.19.1. $\text{Т}\text{Л}\text{Т}'\Pi\text{Л}'\text{Т}'\Pi^2 \cdot \Phi\Pi\text{Т}'\Pi\Phi'\Pi\text{Т}$ (15) |
| 6.20 | | 6.20.1. $\text{Т}'\Pi'\Phi\Pi\Pi'\Phi' \cdot \Pi^2\text{Т}\text{Л}'\Pi'\text{Т}\text{Л}'\text{Т}'$ (15) |













7. Парно-перпендикулярная перестановка двух угловых и двух противоположных бортовых кубиков верхней грани.

- | | | |
|-----|--|---|
| 7.1 | | 7.1.1. $\text{Т}'\text{В}'\text{Т} \cdot \text{Л}\text{В}'\Phi \cdot \text{В}\Phi^2\text{Л}' \cdot \Phi\text{В}\Phi \cdot \text{В}'\Phi\text{В}^2$ (15) |
| 7.2 | | 7.2.1. $\text{Л}\text{В}'\text{Л}' \cdot \text{Т}'\text{В}\text{Т} \cdot \text{Л}\Phi'\text{Л}' \cdot \Phi\text{Л}^2\text{В}$ (12) |
| 7.3 | | 7.3.1. $\Phi\text{В}^2\Phi \cdot \text{В}\Phi'\text{Л}\Pi \cdot \Phi\Pi\text{Л}^2 \cdot \text{В}\text{Л}\Phi'$ (13) |
| 7.4 | | 7.4.1. $\text{Т}\text{В}^2\text{Л}' \cdot \text{В}\text{Л}'\text{В}^2\Pi \cdot \text{В}'\text{Л}\text{В} \cdot \Pi\text{Л}'\text{Т}'$ (13) |
| 7.5 | | 7.5.1. $[3.1] \cdot \text{O}_\text{в}^2 \cdot [7.1]$ (29) |
| 7.6 | | 7.6.1. $[7.2] \cdot \text{O}_\text{в}^2 \cdot [3.1]$ (26) |

8. Попарно параллельная перестановка двух угловых и двух противоположащих бортовых кубиков верхней грани.















- 8.1  8.1.1. $C_{\phi}^2 H C_{\pi}^2 T^2 H L^2 H T^2 P^2 H \Phi^2 H P^2 V C_{\pi}^2 H C_{\phi}^2 \Phi$ (17)
- 8.2  8.2.1. $L T^2 V T \cdot V T^2 V^2 T \cdot V T L T' \cdot V^2 T^2 V^2 T$ (16)
- 8.3  8.3.1. $L \Phi L' \cdot V P V' \cdot L V^2 P' \cdot V P V^2 \cdot P' \Phi' L'$ (15)
- 8.4  8.4.1. $[8.2] \cdot O_{\pi}^2 \cdot [3.2]$ (29)

9. Попарная перестановка двух угловых и двух прилежащих бортовых кубиков верхней грани.

- 9.1  9.1.1. $L V \Phi \cdot P V P' \cdot \Phi^2 L \Phi L^2 \cdot V$ (11)
- 9.2  9.2.1. $P V \Phi' \cdot L V' L \cdot \Phi^2 P' \Phi' P^2 \cdot V'$ (11) Зеркальный к 9.1.1.
- 9.3  9.3.1. $L T \cdot V L V' L' \cdot T^2 V' \cdot T L T' L^2 \cdot V' L' V' L'$ (16)
- 9.4  9.4.1. $P T' \cdot V' P' V P \cdot T^2 V \cdot T^2 P T P^2 \cdot V P V' P$ (16) Зеркальный к 9.3.1.
- 9.5  9.5.1. $L V' P \cdot V P' L' \cdot V^2 \cdot P V P' \cdot V^2$ (11)
- 9.6  9.6.1. $P V L' \cdot V L P \cdot V' \cdot L V' L \cdot V^2$ (11) Зеркальный к 9.5.1.
- 9.7  9.7.1. $P T P H \cdot L' H L H^2 \cdot T H T H' \cdot P^2$ (13)
- 9.8  9.8.1. $L T' L' H' \cdot P H T H^2 \cdot T' H' T H \cdot L^2$ (13) Зеркальный к 9.7.1.
- 9.9  9.9.1. $P^2 T P T \cdot V \Phi V \Phi \cdot V^2 \cdot P V P' V' \cdot P^2$ (14)
- 9.10  9.10.1. $L^2 T L T' \cdot V \Phi V \Phi' \cdot V^2 \cdot L' V' L V \cdot L^2$ (14) Зеркальный к 9.9.1.
- 9.11  9.11.1. $P L^2 \Phi P \cdot \Phi^2 L' \Phi P' \cdot \Phi' P L \Phi^2 \cdot L^2$ (13)
- 9.12  9.12.1. $L P^2 \Phi L \Phi^2 P \Phi' L \Phi L P' \Phi^2 \cdot P^2$ (13) Зеркальный к 9.11.1
- 9.13  9.13.1. $T P T' P' \cdot T^2 \cdot V T' V T \cdot L V' L'$ (12)
- 9.14  9.14.1. $T L T L \cdot T^2 \cdot V T V T' \cdot P' V P$ (12) Зеркальный к 9.13.1.
- 9.15  9.15.1. $\Phi^2 P V P^2 \cdot \Phi P \Phi' \cdot V L \Phi L' \cdot V^2 \Phi^2$ (13)
- 9.16  9.16.1. $\Phi^2 L' V' L^2 \cdot \Phi' L' \Phi \cdot V P' \Phi' P \cdot V^2 \Phi^2$ (13) Зеркальный к 9.15.1.

(Продолжение следует)

СОСТАВЛЯЕМ КАТАЛОГ ВРАЩЕНИЙ КУБИКА

- 10.1  10. Диагональная попарно-перекрестная перестановка двух угловых и двух противоположащих бортовых кубиков верхней грани.
- 10.2  10.1.1. $\Phi V^2 \Pi \Phi^2 \cdot \Pi \Phi \Pi \Phi^2 \cdot \Lambda \Phi \Pi \Phi \cdot \Lambda V^r \Phi'$ (15)
- 10.3  10.2.1. $\Phi V^2 \Lambda \Phi^2 \cdot \Lambda \Phi \Lambda \Phi^2 \cdot \Pi \Phi \Lambda \Phi' \cdot \Pi V^r \Phi$ (1.5) Зеркальный к 10.1.1.
- 10.4  10.3.1. $\Phi \Lambda \Phi \Lambda' \cdot V^2 \Lambda^2 \Pi \Lambda V^2 \Lambda \Pi \Lambda^2 \cdot \Gamma \Lambda V \Lambda V^r \Gamma V'$ (19)
- 10.5  10.4.1. $\Phi \Pi \Phi' \Pi \cdot V^2 \Pi^2 \Lambda \Lambda V^2 \Pi \Pi \Pi^2 \cdot \Gamma \Pi V' \Pi V \Gamma V$ (19) Зеркальный к 10.3.1.
- 10.6  10.5.1. $\Phi V' \Phi \Pi \cdot \Gamma V \Gamma \Pi' \cdot \Phi V \Phi^2 \cdot \Lambda \Phi \Lambda^2 \cdot V \Lambda V'$ (17)
- 10.7  10.6.1. $\Phi V \Phi \Lambda' \cdot \Gamma V^r \Gamma \Lambda \cdot \Phi V' \Phi^2 \cdot \Pi \Phi \Pi^2 \cdot V \Pi V$ (17) Зеркальный к 10.5.1.
- 10.8  10.7.1. $\Phi \Pi V \Pi' \cdot \Phi \Lambda \Phi \Lambda' \cdot \Phi^2 V' \Phi V$ (12)
- 10.8.1. $\Phi \Lambda V \Lambda' \cdot \Phi \Pi \Phi \Pi \cdot \Phi^2 V \Phi V'$ (12) Зеркальный к 10.7.1
11. Диагональная попарно-параллельная перестановка двух угловых и двух бортовых кубиков верхней грани.
- 11.1.1. $\Pi V \Pi V' \cdot \Gamma \Pi \Gamma \Pi' \cdot T^2 \cdot \Pi T \Pi T \Pi$ (14)
- 11.1.2. $\Pi T \Pi T \Pi \cdot T^2 \cdot \Pi \Gamma \Pi T \cdot V \Pi V \Pi$ (14) Обратный к 11.1.1.
- 11.2  11.2.1. $\Lambda V \Lambda V' \cdot \Lambda V^2 \Lambda' \cdot \Gamma V^2 \cdot \Gamma V^r \Gamma V' \cdot \Lambda V \Lambda V' \cdot \Gamma V$ (19)
- 11.3  11.2.2. $V \Gamma \cdot V \Lambda V \Lambda' \cdot V \Gamma V \Gamma' \cdot V^2 \Gamma' \cdot \Lambda V^2 \Lambda' \cdot V \Lambda V \Lambda'$ (19) Обратный к 11.2.1
- 11.4  11.3.1. $\Phi \Lambda T \Lambda' \cdot \Gamma \Lambda^2 V \Lambda' \cdot V \Lambda \Phi V'$ (12)
- 11.4.1. $\Pi V \Gamma V' \cdot \Gamma \Pi' \cdot \Phi V \Phi V' \cdot \Phi V^2 \Phi V$ (14)
- 11.5  11.3.2. $V \Phi \Lambda V' \cdot \Lambda V \Lambda^2 T \cdot \Lambda T \Lambda \Phi$ (12) Обратный к 11.3.1.
- 11.5.1. $\Gamma V \Pi^2 V \Pi V' \cdot \Pi^2 \cdot \Pi V \Pi \Pi \Gamma$ (13)
12. Диагональная попарно-перпендикулярная перестановка двух угловых и двух бортовых кубиков верхней грани.
- 12.1.1. $\Pi \Phi V \Pi' \cdot \Phi^2 \cdot \Lambda \Pi \Lambda \Pi \cdot \Lambda^2 \Phi^2 \cdot \Pi \Phi \Pi$ (14)
- 12.1.2. $\Pi \Phi V \Gamma' \cdot V \Phi \Gamma V^2 \cdot \Gamma V \Gamma' \cdot V^2 \Phi^2 \Pi$ (14)
- 12.2  12.2.1. $\Phi \Pi V \Pi' \cdot \Phi^2 \Lambda \Phi \Lambda^2 \cdot V \Lambda V'$ (11)
- 12.3  12.2.2. $V \Lambda V' \cdot \Pi \Lambda V^2 \cdot \Lambda V \Lambda' \cdot V^2 \Pi$ (11)
- 12.3.1. $V \Pi \Phi^2 \Lambda \cdot \Pi \Lambda \Pi \Lambda^2 \cdot \Phi^2 \Pi$ (10)
- 12.3.2. $V \Pi' \cdot \Phi^2 \Lambda \Phi \Lambda^2 \cdot V \Lambda V' \cdot \Phi \Pi$ (11)
- 12.3.3. $V^r \Gamma V \Phi' \cdot \Gamma V^2 \cdot \Gamma V \Gamma' \cdot V^2 \Phi$ (11)

$$12.4 \quad \begin{array}{l} \text{+} \\ \text{X} \\ \text{-} \end{array} \quad 12.4.1 \quad \text{ЛВФВ}' \cdot \text{ФЛ}^2 \text{В}' \text{Л}^2 \cdot \text{ФЛ}' \cdot \text{Ф}^2 \text{В}' \text{ФВ} \quad (14)$$

$$12.5 \quad \begin{array}{l} \text{+} \\ \text{X} \\ \text{-} \end{array} \quad 12.5.1 \quad \text{Т'В}' \text{П}' \text{В}' \cdot \text{ПТ}^2 \text{ВТ}^2 \cdot \text{ПТ} \cdot \text{П}^2 \text{ВПВ}' \quad (14)$$

«Два года я пытался увеличить скорость сборки кубика, но достигнув своего предела, равного полутора минутам и поломав несколько кубиков, принял решение — собирать кубик не «на скорость», а «на меньшее количество ходов», — пишет читатель Л. П. Солодовников из Таллина. Единственный путь для этого — создание, поиск новых, экономичных алгоритмов».

Этой цели и служит наш КВК.

На каждую серию алгоритмов приходит немало писем-откликов, и среди них такие, в которых содержатся описания процессов, на 1-2 хода короче опубликованных первоначально.

А надо сказать, что задача эта не из легких: формулы в КВК, как вы знаете из самой первой публикации, приводятся с учетом ранее достигнутого, и наши читатели, таким образом, соревнуются с признанными авторитетами.

В этом номере наряду с предлагаемыми алгоритмами 10, 11 и 12 серий, завершающими возможные ситуации для верхней грани, приводятся найденные читателями более экономные формулы процессов предыдущих серий. Внесите их в соответствующие места своего каталога.

$$1.11.2. \quad \text{V}^2 \text{C}'_{\text{н}} \cdot \text{V}' \text{C}'_{\text{н}} \text{В} \cdot \text{Ф}^2 \cdot \text{V}' \text{C}'_{\text{н}} \cdot \text{V}' \text{C}'_{\text{н}} \cdot \text{Ф}^2 \quad (11)$$

$$1.12.2. \quad (\text{C}'_{\text{ф}} \text{V}' \text{C}'_{\text{ф}} \text{В}' \text{П}')^2 \quad (10)$$

$$1.12.3. \quad (\text{Ф}^2 \text{V}' \text{C}'_{\text{н}} \text{В}' \text{C}'_{\text{н}})^2 \quad (10)$$

$$2.7.3. \quad \text{V}' \text{C}'_{\text{ф}} \cdot \text{V}' \text{C}'_{\text{ф}} \cdot \text{V}' \text{C}'_{\text{ф}} \cdot \text{V}' \text{C}'_{\text{ф}} \cdot \text{V}' \text{C}'_{\text{ф}} \quad (10)$$

$$2.8.3. \quad \text{V}' \text{C}'_{\text{ф}} \cdot \text{V}' \text{C}'_{\text{ф}} \cdot \text{V}' \text{C}'_{\text{ф}} \cdot \text{V}' \text{C}'_{\text{ф}} \cdot \text{V}' \text{C}'_{\text{ф}} \cdot \text{V}' \text{C}'_{\text{ф}} \quad (10) \quad \text{Зеркальный к 2.7.3.}$$

$$2.13.2. \quad \text{C}'_{\text{н}} \text{В}' \cdot \text{C}'_{\text{н}} \text{В}'^2 \cdot \text{C}'_{\text{н}} \text{В}' \cdot \text{C}'_{\text{н}} \text{В}' \cdot \text{C}'_{\text{н}} \text{В}'^2 \cdot \text{C}'_{\text{н}} \text{В}' \cdot \text{C}'_{\text{н}} \quad (13)$$

$$2.14.2. \quad \text{C}'_{\text{н}} \text{В}' \cdot \text{C}'_{\text{н}} \text{В}'^2 \cdot \text{C}'_{\text{н}} \text{В}' \cdot \text{C}'_{\text{н}} \text{В}' \cdot \text{C}'_{\text{н}} \text{В}'^2 \cdot \text{C}'_{\text{н}} \text{В}' \cdot \text{C}'_{\text{н}} \quad (13) \quad \text{Зеркальный к 2.13.2}$$

$$2.15.2. \quad \text{V}' \text{C}'_{\text{ф}} \text{В}'^2 \text{C}'_{\text{ф}} \text{В}' \cdot \text{П}^2 \cdot \text{V}' \text{C}'_{\text{ф}} \text{В}' \text{C}'_{\text{ф}} \text{В}'^2 \text{П}^2 \quad (12)$$

$$2.16.2. \quad \text{V}' \text{C}'_{\text{ф}} \text{В}'^2 \text{C}'_{\text{ф}} \text{В}' \cdot \text{Л}^2 \cdot \text{V}' \text{C}'_{\text{ф}} \text{В}' \text{C}'_{\text{ф}} \text{В}'^2 \text{Л}^2 \quad (12) \quad \text{Зеркальный к 2.15.2.}$$

$$3.6.4. \quad \text{П}' \text{В}' \text{П}' \text{В}'^2 \text{Т}' \text{Н}'^2 \cdot \text{Ф}' \text{Л}' \text{Ф}' \cdot \text{Н}'^2 \cdot \text{Ф}' \text{П}' \text{Ф}' \text{П}' \cdot \text{Т}'^2 \text{П}' \quad (16)$$

$$4.1.6. \quad \text{Ф}' \text{C}'_{\text{н}} \text{Т}'^2 \cdot \text{Н}' \cdot \text{Ф}' \text{C}'_{\text{н}} \text{Т}'^2 \cdot \text{В}' \quad (8)$$

$$4.2.2. \quad \text{Ф}' \text{В}'^2 \cdot (\text{Ф}' \text{В}' \text{Ф}')^2 \cdot \text{Ф}' \text{В}' \text{Ф}' \quad (15)$$

$$4.3.2. \quad \text{П}' \text{Л}' \cdot \text{В}' \text{Л}' \text{Т}' \cdot \text{П}' \text{Ф}' \text{Л}' \cdot \text{В}' \text{Л}' \quad (12)$$

$$4.5.2. \quad \text{Т}' \text{Л}' \text{Т}' \cdot \text{П}' \text{Т}' \text{Л}' \cdot \text{П}' \text{Ф}' \text{П}' \cdot \text{Т}' \text{П}' \text{Ф}' \quad (12)$$

$$4.6.2. \quad \text{Т}' \text{П}' \text{Т}' \cdot \text{Л}' \text{Т}' \text{П}' \cdot \text{Л}' \text{Ф}' \text{Л}' \cdot \text{Т}' \text{Л}' \text{Ф}' \quad (12) \quad \text{Зеркальный к 4.5.2.}$$

$$4.7.2. \quad \text{Ф}' \text{Л}' \text{Н}'^2 \text{Л}' \text{Ф}' \cdot \text{В}' \cdot \text{Ф}' \text{Л}' \text{Н}'^2 \text{Л}' \text{Ф}' \cdot \text{В}' \quad (12)$$

$$4.7.3. \quad \text{П}' \text{Ф}' \text{Н}'^2 \text{Ф}' \text{П}' \cdot \text{В}' \cdot \text{П}' \text{Ф}' \text{Н}'^2 \text{Ф}' \text{П}' \cdot \text{В}' \quad (12)$$

$$4.8.2. \quad \text{П}' \text{Л}' \text{Н}' \text{Л}' \cdot \text{Н}' \text{П}' \text{В}' \text{П}'^2 \cdot \text{Н}' \text{Л}' \text{Н}' \text{Л}' \cdot \text{П}'^2 \text{В}' \quad (14)$$

$$5.1.4. \quad \text{П}' \text{В}' \text{Л}' \cdot \text{Н}'^2 \cdot \text{Л}' \text{В}' \text{П}' \cdot \text{Л}' \text{В}' \text{П}' \cdot \text{Н}'^2 \cdot \text{П}' \text{В}' \text{Л}' \quad (14)$$

$$5.3.2. \quad \text{Л}' \text{Ф}' \text{Н}' \text{Ф}' \cdot (\text{C}'_{\text{н}} \text{В}' \cdot \text{C}'_{\text{н}} \text{В}'^2)^2 \cdot \text{Ф}' \text{Н}' \text{Ф}' \text{Л}' \quad (16)$$

$$5.15.2. \quad \text{Л}' \text{Т}' \text{Л}' \text{Ф}' \cdot \text{Л}' \text{Т}' \text{Л}' \text{Ф}' \cdot \text{Т}' \text{П}' \text{Ф}' \text{П}' \cdot \text{Т}' \text{П}' \text{Ф}' \text{П}' \quad (16)$$

$$5.15.2. \quad \text{Л}' \text{Т}' \text{Л}' \text{Ф}' \cdot \text{Л}' \text{Т}' \text{Л}' \text{Ф}' \cdot \text{Т}' \text{П}' \text{Ф}' \text{П}' \cdot \text{Т}' \text{П}' \text{Ф}' \text{П}' \quad (16)$$

$$7.1.2. \quad \text{Т}'^2 \text{Н}' \text{П}'^2 \text{Н}' \cdot \text{Т}'^2 \text{Л}'^2 \cdot \text{Н}' \text{Ф}'^2 \text{Н}' \text{Л}'^2 \cdot \text{В}' \quad (11)$$

$$9.1.2. \quad \text{Л}'^2 \text{Ф}' \text{В}' \text{Ф}' \text{Л}'^2 \cdot \text{Т}' \text{Н}' \text{Т}' \text{Н}' \text{Т}'^2 \quad (10)$$

$$9.2.2. \quad \text{П}'^2 \text{Ф}' \text{В}' \text{Ф}' \text{П}'^2 \cdot \text{Т}' \text{Н}' \text{Т}' \text{Н}' \text{Т}'^2 \quad (10)$$

Процессы 1.11.2, 1.12.4, 2.7.3 и 2.8.3 прислал А. Симон (г. Свердловск). 1.12.3 — В. Колесников (г. Душанбе), процесс построен аналогично 1.12.4. Напомним, что 1.13.3 будет зеркальным к нему.

Взаимно зеркальные процессы 2.13.2 и 2.14.2 на 3 хода короче приведенных ранее И используют вращение только двух слоев. Их прислал Г. Ярковой (г. Тольятти). Формулу 2.15.2 (она на 2 хода короче опубликованной) дал Е. Ивашкин (г. Зеленоград). Алгоритм 3.6.4, экономящий 2 хода, нашел О. Степанов (г. Ленинград). Процесс 4.1.6 — такой же короткий и не менее изящный, чем алгоритм 4.1.1 Р. Уолкера.

А. Кравченко (г. Ворошиловград) прислал более короткие алгоритмы 4.2.2, где, кстати, задействованы только две грани, 4.8.2 и 5.1.4, а также взаимно зеркальные процессы 4.5.2 и 4.6.2, которые не короче опубликованных, но не содержат двойных поворотов. Одинаковые по структуре алгоритмы 4.7.2 и 4.7.3 прислали А. Лазарев (г. Лиенпая), О. Степанов (г. Москва) и В. Жиров (г. Москва). Формулы 5.3.2 (на 2 хода меньше) и 5.15.2 нашел Л. Толстых (г. Тамбов). Процесс 7.1.2 на 4 хода более короткий, чем 7.1.1, прислал Г. Ошков (г. Москва), он же нашел алгоритмы 9.1.2 и 9.2.2.

И. Константинов

СОСТАВЛЯЕМ КАТАЛОГ ВРАЩЕНИЙ КУБИКА

«Почему у меня,— спрашивает читатель из Новосибирска,— не происходит совпадения с рисунками? Беру кубик, вращаю его по вашим формулам, а получается все наоборот?»

Напоминаем, что процессы 1—12 серий в каталоге отвечают на вопрос: что надо сделать для того, чтобы собрать верхнюю грань, переставив и повернув кубики в соответствии со схематическим рисунком? Чтобы получить ситуацию, показанную на картинке, из собранного куба, следует проделать процесс, обратный указанному.

В предыдущем номере мы закончили публикацию алгоритмов для упорядочения последней грани кубика при послойном методе.

Все они были предназначены для завершения сборки куба наиболее коротким путем для той или иной ситуации, возникшей на последнем этапе.

Алгоритмы 13—16 серий могут быть полезны при других методах сборки, о которых упоминалось в журнале, а также при решении и составлении пасьянсов — наперед заданных симметричных узоров.

Все процессы даны «с точностью до поворота», то есть показано перемещение кубиков, но не учитывается их вращение. Что имеется в виду?

Например, в перестановке 14.1.—«Большой диагональный треугольник» (Б. Д. К.) — все процессы дают одинаковый результат — циклическую перестановку трех угловых кубиков, но при этом вращают их по-разному (см. рис.).

Формула 14.1.4. дает красивое расположение трех переставляемых угловых кубиков. Это уже пасьянс. На фасаде появляются цвета правой грани, вверху — фасадной, а справа — верхней. Цвет как бы перемещается по часовой стрелке. Обратный процесс дает три угла иной расцветки; цвет перемещается в обратную сторону, против часовой стрелки.

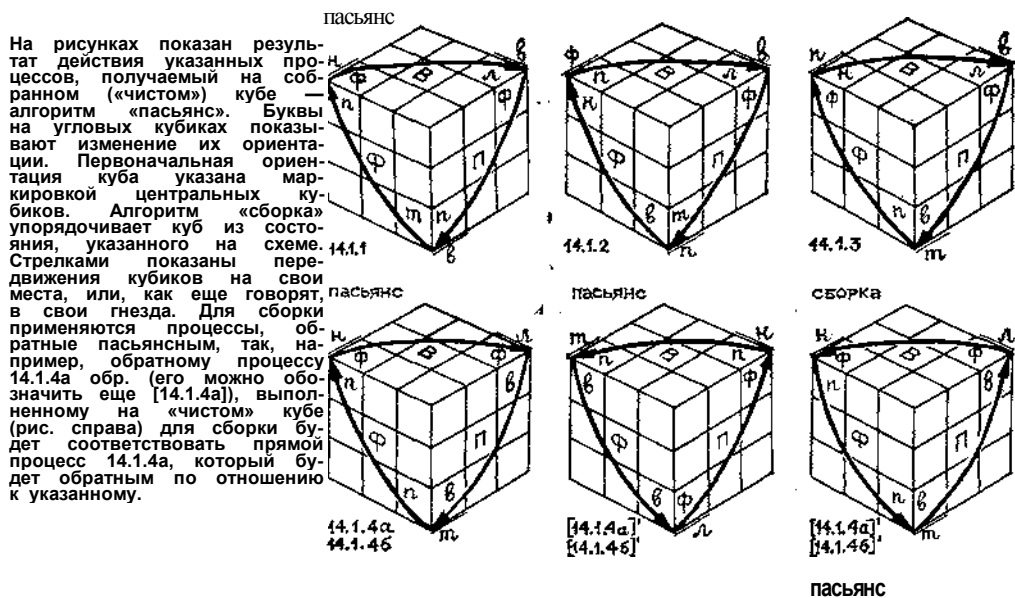
Поскольку процессы приводятся с точностью до поворота, то они не взаимозаменяемы. И если вы хотите вернуть куб в первоначальное состояние, то следует использовать только «свой» обратный процесс.

Процессы, помеченные литерами (а, б, в...), взаимозаменяемы. Иначе говоря, можно проделать прямой процесс 14.1.4а, получить пасьянс «Б. Д. К.» и вернуть куб в исходное состояние процессом 14.1.4б.

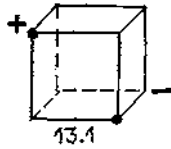
Отдельной серией (13) даны «чистые» повороты кубиков.

Можно было бы детализировать процессы и по поворотам — читатели в своих письмах учитывают это обстоятельство и предлагают различные упорядоченные системы обозначений поворотов, — но у нас на все не хватит ни времени, ни места на дополнительные рисунки. Детализацию вы можете проделать в своем экземпляре КВК. Однако, тем не менее, присылая в редакцию описания найденных вами процессов по опубликованным сериям, указывайте на своих рисунках не только результаты перемещения, но и схемы перемещений.

И. Константинов.

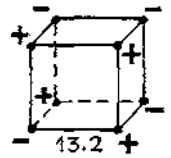


13—15. Некоторые операции с угловыми и бортовыми кубиками.



13.1

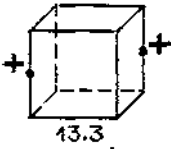
13. Вращение



13.2

13.1.1. $(\Gamma\Gamma^2\Gamma\Gamma^2\Gamma\Gamma^2\Gamma\Gamma^2\Gamma\Gamma^2)^2$ (12) Диагональный мезон.

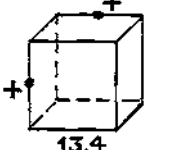
13.2.1. $(V^2L^2\Gamma\Gamma)^4$ (16) Четыре мезона.



13.3

13.3.1. $V^2H^2\Phi'L\Gamma\Gamma'\Phi'L' \cdot V^2H^2\Gamma\Gamma'\Gamma\Gamma'$ (14)

13.4.1. $L\Gamma^2\Gamma'\Phi'L'\Phi' \cdot \Gamma\Gamma^2L^2V'\Gamma$ (13)

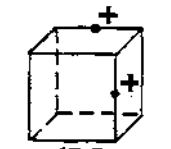


13.4

13.5.1. $\Gamma\Gamma^2L\Phi\Gamma\Gamma' \cdot \Gamma\Gamma^2V^2\Gamma^2V\Gamma'$ (13) Зерк. к 13.4.1.

13.6.1. $\Phi^2V^2\Gamma\Gamma\Phi^2 \cdot V'\Phi^2\Gamma\Gamma^2V^2(\Gamma^2L^2\Phi)^2$ (16)

13.7.1. $(\Gamma\Gamma\Phi\Gamma\Gamma)^2$ (12)



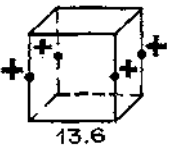
13.5

13.8.1. $C_n^2(\Gamma\Gamma\Phi\Gamma\Gamma)^2C_n^2$ (14)

13.8.2. $\Phi^2\Gamma^2(V\Gamma\Gamma\Gamma\Gamma)^2\Gamma^2\Phi^2$ (16)

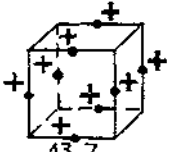
13.9.1. $(\Phi^2V^2\Phi \cdot V^2\Gamma^2H^2 \cdot \Gamma\Gamma\Gamma \cdot H^2 \cdot L\Phi\Gamma\Phi\Gamma^2\Phi \cdot O_n^2)^2$ (34)

Два тетраэдра с «+» и «-» в вершинах.



13.6

14. Циклические перестановки трех кубиков.

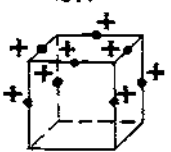


13.7

14.1.1. $\Gamma\Gamma\Gamma\Gamma^2 \cdot \Gamma\Gamma\Gamma\Gamma^2$ (8)

14.1.2. $\Gamma\Gamma' \cdot H^2\Phi\Gamma\Gamma' \cdot H^2\Phi\Gamma\Gamma'$ (10)

14.1.3. $\Phi^2\Gamma\Gamma\Gamma \cdot \Phi^2\Gamma\Gamma\Gamma$ (8)

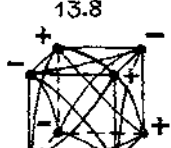


13.8

14.1.4a. $\Gamma\Gamma\Phi\Gamma^2 \cdot \Phi\Gamma\Phi\Gamma^2 \cdot \Phi\Gamma\Gamma$ (10) Пасьянс «БДТ».

14.1.4б. $\Gamma\Gamma' \cdot \Gamma\Gamma^2V'\Gamma\Gamma' \cdot \Gamma\Gamma^2V'\Gamma\Gamma' \cdot \Gamma\Gamma$ (10) То же.

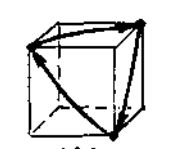
14.2.1. $\Gamma\Gamma\Gamma\Gamma\Gamma \cdot \Phi\Gamma\Gamma\Gamma\Gamma$ (10)



13.9

14.2.2. $\Gamma\Gamma^2H \cdot \Gamma C_n^2 \Gamma^2 C_n^2 \Gamma \cdot V^2H\Gamma\Gamma$ (11) Пасьянс «МБТ»

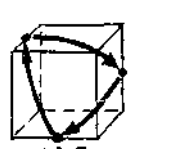
14.3.1. $\Phi' \cdot C_n^2\Gamma\Gamma^2\Gamma' \cdot C_n^2\Gamma\Gamma^2\Gamma' \cdot \Phi$ (10) Пасьянс «ББТ»



14.1



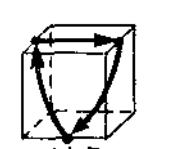
14.2



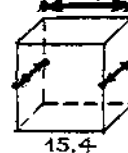
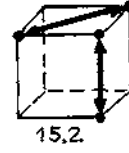
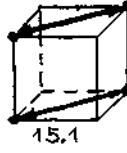
14.3



14.4



14.5



14.4.1. $\Pi^2 C_H \Pi^2 C_H$ (4)

14.5.1. $BC_H V^2 C_H V$ (5)

14.6.1. $\Phi' V' T' V^2 T' \cdot V \Pi V^2 \Pi' \Phi$ (10) Два больших треугольника.

14.7.1. $T H \Phi H^2 \Phi \cdot H' L' H^2 L T'$ (10) Зеркальный к 14.6.1.

инверсия $\Pi - L'; V - H'; \Phi - T'$

14.8.1. $T \cdot C_H L' H^2 L \cdot C_H L' H^2 L \cdot T'$ (10) Пасьянс «Большой бортовой треугольник.— («ББТ»).
Зеркальный к 14.3.1.

Инверсия $\Phi' - T; \Pi - L'; V - H'; C_H = C'_H = C_H$.

15. Попарная перестановка.

15.1.1. $\Phi^2 \cdot (C_H^2 \Pi C_H^2 \Pi^2)^2 \cdot \Phi^2$ (10)

15.2.1. $(\Phi \Pi' \Phi \Pi)^3$ (12)

15.3.1. $(V \Pi V \Pi')^3$ (12)

15.4.1. $(\Pi^2 C_H^2)^2$ (4) Пасьянс «2Н».

15.5.1. $(V^2 \Pi^2)^3$ (6)

15.6.1. $H^2 C_\Phi \cdot C_H H' \cdot C_H H^2 \cdot C_\Phi H$ (8)

15.7.1. $(C_H^2 C_H)^2$ (4) Пасьянс «4Н».

15.8.1. $\Phi' V' \Pi^2 V \Pi \cdot \Phi V \Phi^2 V' \Pi'$ (10)

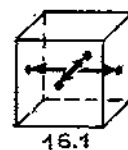
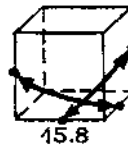
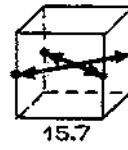
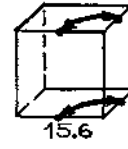
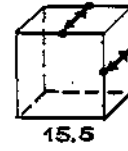
15.9.1. $V \Pi V \Pi'$ (4) Z-коммутатор

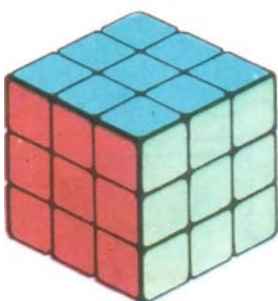
15.10.1. $\Phi \Pi' \Phi \Pi$ (4) Y-коммутатор

16. Перестановка центральных кубиков.

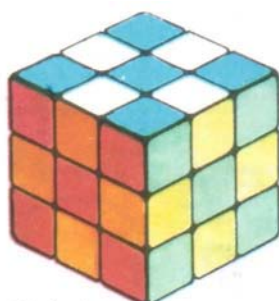
16.1.1. $C_H^2 C'_H C_H^2 C_H$ (4) Пасьянс «4 точки»

16.2.1. $C'_H C'_H C_H C_H$ (4) Пасьянс «6 точек».

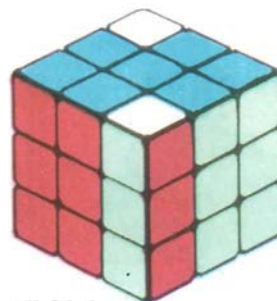




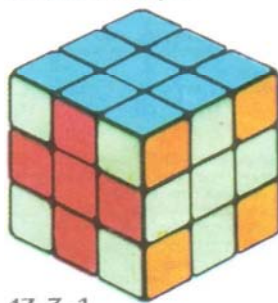
ОРИЕНТАЦИЯ



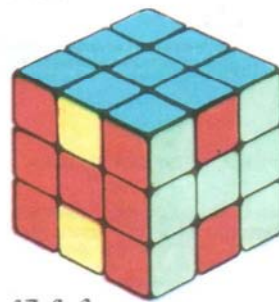
17.1.1



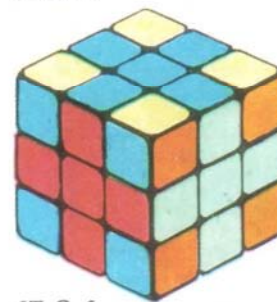
17.21.1



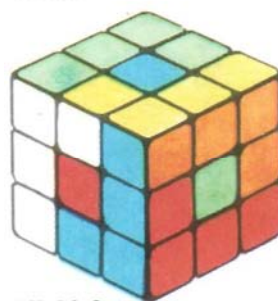
17.3.1



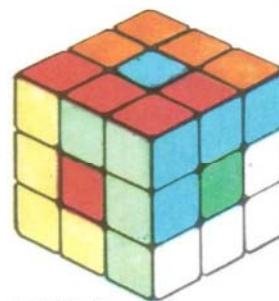
17.4.1



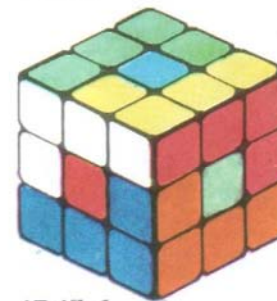
17.9.1



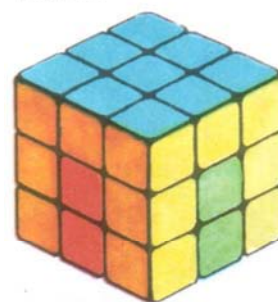
17.11.1



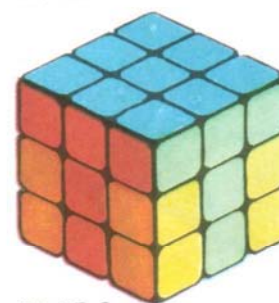
17.12.1



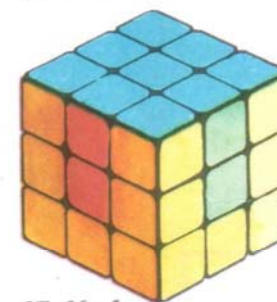
17.13.1



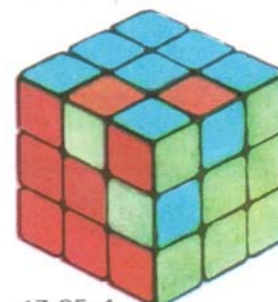
17.14.1



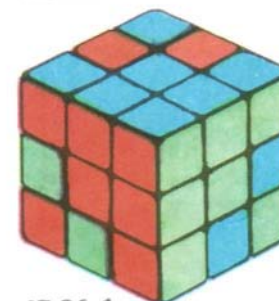
17.15.1



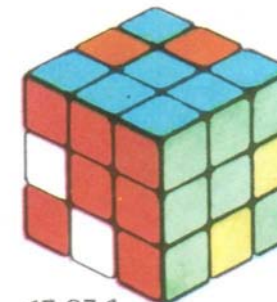
17.16.1



17.25.1



17.26.1



17.27.1

СОСТАВЛЯЕМ КАТАЛОГ ВРАЩЕНИЙ КУБИКА

Чтобы можно было сравнивать получившиеся узоры, необходимо четко условиться о начальной и конечной ориентации куба. Логичнее всего за начальное и конечное принять естественное положение куба — фасадная грань впереди, правая — справа, верхняя — сверху. Какого цвета при этом будет фасад, не играет роли, тем более что фабричный кубик может иметь различное сочетание цветов граней.

В журнале за первоначальную ориентацию выбрана расцветка: фасад — красный, справа — зеленый, сверху — синий (тыл — оранжевый, слева — желтый, внизу — белый). Конечная ориентация такая же. Напомним, что цвет грани определяется цветом ее центрального кубика. Об этом не следует забывать, когда в конце пасьянса в результате всех перемещений возникает затруднение с определением цвета грани.

В каталоге рядом с формулами нарисованы фигуры пасьянсов. Вы имеете возможность раскрасить их сообразно расцветке вашего кубика.

Интересно не только получить тот или иной узор, но и проследить, какой кубик при этом куда перемещается. Чем «Крест Кристмана» отличается от «Креста Пламмера», сколько может быть построено «ослиных мостиков»? Чем отличаются пасьянсы 4 «П» от 4 «У», 6 двойных «Г» от 6 двойных «L»?

Для большинства процессов приводятся схемы перемещений кубиков в кубе. Они помогают разобраться в пространственной структуре фигуры того или иного пасьянса. Некоторые фигуры представлены на цветной вкладке. Она дополняет опубликованное ранее (см. IV стр. обложки журнала «Наука и жизнь» № 5, 1983 г.).

Включить в каталог все, что известно, все, что прислано читателями, не представляется возможным. Тем более что участники игры — конкурса «КВК» не ограничиваются присылкой придуманных формул.

Так, читатель Р. Н. Савченко (с. Лошковицы, Хмельницкая обл. УССР) провел интересное исследование построения крестов Кристмана и Пламмера, их взаимосвязь, связь с шахматными кубами 2-го, 3-го и 6-го порядков.

Инженер И. З. Атнабаев (п. Янаул, Башкирская АССР) сообщил, что, складывая пасьянсы, он увлекся изучением «кругоцветных» путешествий кубиков по кубу.

Известно: вернуть куб в исходное состояние (i) можно обратным процессом. А если продолжать идти вперед? Придешь ли туда, откуда вышел? Можно ли совершить кругосветное («кругоцветное») путешествие, многократно повторяя прямой процесс? Простые процессы позволяют сказать «да». В самом деле, поверните любую грань 4 раза, и снова она там, где была: $P^4 = i$. Так же $(C_n^2 C_n)^2 = 1$.

Не так сложно установить, что фигура «Ослиный мостик» — процесс $C_n^2 C_n^2 C_n^2$ повторенный дважды, — снова дает чистый куб $(C_n^2 C_n^2 C_n^2)^2 = i$. Говорят — «это процесс второго порядка», или «порядок p данного процесса равен 2» ($p = 2$).

А что будет, если взять процесс ПФН? Сколько раз придется повторить его, чтобы куб снова пришел в исходное положение?

Есть теоретически интересный процесс, найденный Д. Батлером ПВ²НТН' (5). Его порядок $p = 1260$. Чтобы вернуть куб в исходное положение обратным процессом, потребуются те же 5 ходов: НТНВ²П', а если идти вперед, то придется повторить процесс 1260 раз $(ПВ^2НТН')^{1260} = i$.

Число 1260 определяет максимально возможный для кубика Рубика порядок осуществимого в нем процесса.

Читатель И. З. Атнабаев вручную, без ЭВМ получил это число для процесса ПОВ — поворот одной грани и всего куба. Правда, можно считать, что этот процесс равнозначен процессу ППЛФ для четырех граней

$$(ПОВ)^{1260} = (ППЛФ)^{1260} = i$$

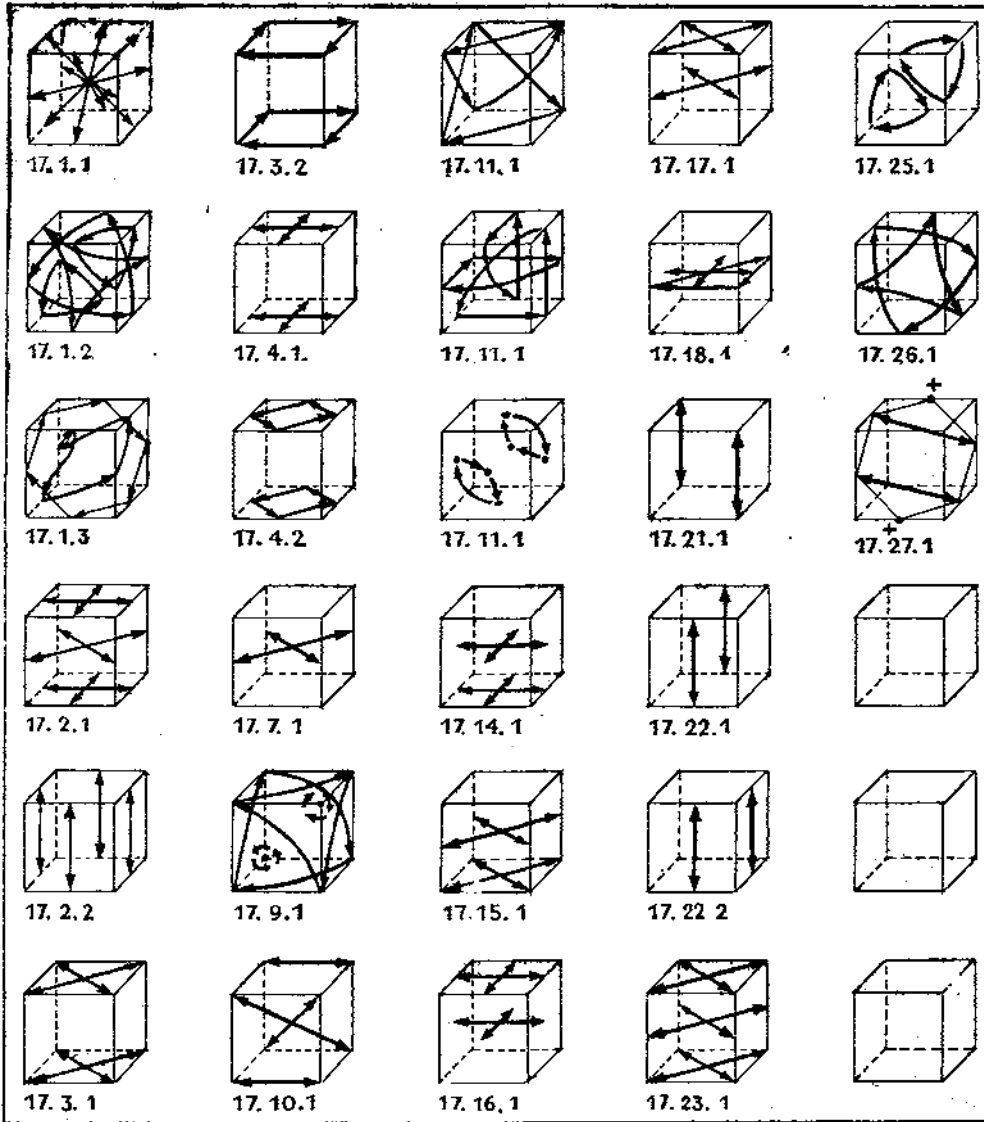
В своем сообщении И. Атнабаев привел немало примеров «кругоцветок»: $(ПФН)^{84} = i$, $(П^2Ф^2Н^2)^{12} = i$ и др.

Сообщение «Кварки в венгерском кубике» прислал В. Завгородний (г. Абай, Карагандинская обл.). Он показывает, как известные фигуры «шахматный кубик», «тяжелый мезон», «крест Пламмера», «рыбки» и др. можно получить из тройных конфигураций, построенных по прямым и обратным алгоритмам к рисункам 14.1, 14.2, 14.3, 14.8, 16.2 и 13.1 («кварк» — «антикварк»).

Инженер А. М. Розенталь (г. Рига) представил четкую программу сборки последней грани кубика, иллюстрированную разработанными им матрицами-табуляграммами, с анализом возможных расположений бортовых и угловых кубиков грани.

Ф. Кремзер (г. Фрунзе) прислал вырезку из газеты «Вечерний Фрунзе», где напечатана его заметка с более короткими, чем в журнале «Наука и жизнь» № 5 1983 года, алгоритмами сборки куба послойным методом.

В самом деле, используя накопленный опыт, можно теперь составить более рациональную общую программу поэтапной сборки для третьего — седьмого этапов по сравнению с той, что была напечатана в № 5, 1983 года. Можно представить себе, например, следующую стратегию сборки последней грани. Сначала, не обращая внимания на перемещения бортовых кубиков, установить и развернуть угловые кубики наиболее простыми и экономными процессами, выбранными из всех серий каталога. Затем установить на место (с одновременной ориентацией) бортовые кубики процессами, не затрагивающими угловых.



17. ПАСЬЯНСЫ НА КУБИКЕ

- 17.1.1. $C_n^2 C_n^2 C_n^2$ (3) Шахматный кубик 2-го порядка ($p=2$)
6 «X» - «Ослиный мостик».
- 17.1.2. $O_\Phi \cdot [17.3.2] \cdot O_\Phi \cdot [17.3.2] \cdot [16.2.1] \cdot O'_\Phi O'_\Phi$ (22) 6 «X», $p=3$
Шахматный кубик 3-го порядка.
- 17.1.3. $[17.1.2] \cdot [17.1.1]$ (25) 6 «X». Шахм. куб. 6-го порядка ($p=6$).
- 17.2.1. $\Pi^2 \Phi^2 C_n^2 \cdot T^2 J^2 C_n^2 \cdot O_\Phi^2$ (7) 4«X», $p=2$.
- 17.2.2. $B^2 \cdot C_n C_n^2 C_n C_n^2 \cdot B^2$ (6) 2 «X», $p=2$.
- 17.3.1. $C_n^2 C_n^2 H^2 \cdot C_n^2 C_n^2 B^2$ (6) 4 «+», $p=2$.
- 17.3.2. $B^2 C_n^2 B C_n^2 B^2 \cdot C_n^2 H^2 C_n^2$ (8) 4 «+», $p=4$
 $[17.3.2]^2 = [17.3.1]$
- 17.4.1a. $(C_n^2 C_n^2 B^2)^2$ (6) 4«H», $p=2$.
- 17.4.16. $(C_n^2 C_n^2 H^2)^2$ (6) 4«H», $p=2$.
- 17.4.2. $[17.3.2] \cdot B^2 H$ (10) $[17.4.2]^2 = [17.4.1]$ 4 «H», $p=4$.
- 17.5.1. $(C_n^2 H^2)^2$ (4) 2 «H», $p=2$.
- 17.6.1. $(C_n^2 \Pi^2)^2$ (4) 2 «I», $p=2$.
- 17.7.1. $(C_n^2 C_n)^2$ (4) 4 «I»
- 17.8.1. $H^2 C_n C_n^2 C_n B^2 \cdot O_\Phi^2$ (6) 6 «I»
- 17.9.1. $[17.3.2] \cdot O_\Phi \cdot [17.3.2] \cdot O'_\Phi$ (18) 6 «+», $p=3$. Крест Пламмера.
- 17.9.2. $O'_\Phi \cdot [17.3.2] \cdot O_\Phi [17.3.2]'$ (18). Тоже.
- 17.9.3. $[17.3.2] \cdot O'_\Phi \cdot [17.3.2] \cdot O_\Phi$ (18). Тоже.



17.1.1



17.4.2



17.9.4



17.16.1



17.25.2



17.1.2



17.5.1



17.10.1a



17.17.1



17.24.1



17.1.3



17.6.1



17.10.16



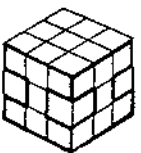
17.18.1



17.24.2



17.2.1



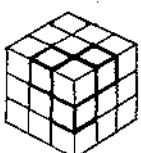
17.7.1



17.11.1



17.19.1



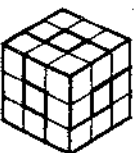
17.25.1



17.2.2



17.8.1



17.12.1



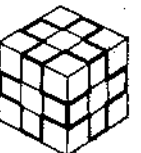
17.20.1



17.26.1



17.3.1



17.9.1



17.13.1



17.21.1



17.27.1



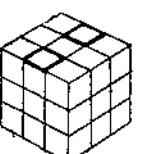
17.3.2



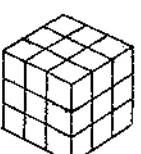
17.9.2



17.14.1



17.22.1



17.4.1



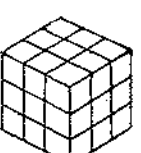
17.9.3



17.15.1



17.23.1



- 17.9.4. $O'_\phi \cdot [17.3.2]' \cdot O_\phi \cdot [17.3.2]'$ (18). Тоже.
- 17.10.1a $L \cdot [17.3.1] \cdot L'$ (8) 6 «+», $p = 2$. Крест Кристиана.
- 17.10.16. $\Pi' \cdot [17.3.1] \cdot \Pi$ (8)
- 17.10.2. $T \cdot [17.3.1] \cdot T'$ (8) 6 «+», $p = 2$.
- 17.11.1. $C_n^2 C_n^2 \phi (C_n \Pi^2 \cdot O_v)^4$ (14) 6 двойных «Г»
Ход $C_n \Pi^2$ выполняется: $(C_n \Pi) \cdot \Pi$, а обратный $(C_n \Pi)' \cdot \Pi'$.
- 1.7.12.1. $V^2 \Phi^2 \Pi^2 V^2 \cdot C'_n N' C_n^2 N^2 C_n^2 \Pi \cdot VT \Phi' \cdot C'_n \Phi^2 \cdot O_n^2$ (15) 6 двойных «L».
- 17.13.1. $\Pi^2 \Phi^2 \Pi^2 \cdot V^2 C_n^2 V^2 \cdot C'_\phi C_n C'_\phi C_n \cdot T^2 \cdot O'_n$ 4 дв. «Г» и 2 дв. «L».
- 17.14.1. $C_n^2 N' C_n^2 N^2 \cdot C_n^2 V' C_n^2 C_n \cdot O'_v$ (9) 4 «П».
- 17.13.2. $ЛП'ВН \cdot ЛПВ'Н \cdot Ф'Т'ВН'$ (12) 4 дв. «Г» и 2 дв. «L».
- 17.15.1. $C_n^2 V C_n^2 V^2 \cdot C_n^2 N C_n^2 C_n \cdot O'_v$ (9) 4 «U».
- 17.16.1. $[17.14.1] \cdot V^2$ (10) 4 «T».
- 17.17.1. $[17.15.1] \cdot N^2$ (10)
- 17.18.1. $(C_n \Pi^2)^2 \cdot O_v^2$ (5) Скобки
- 17.19.1. $\Phi' C'_n \Pi V^2 L' \cdot C_\phi \cdot ЛВ^2 \Pi' \Phi - O_v O'_n$ (12) 6 «П».
- 17.20.1. $C'_n \Pi^2 C_n \Pi^2 \cdot V^2 \Phi^2 \Pi^2 T^2 \Pi^2 N^2$ (10) 6 «Г».
- 17.21.1. $ФЛН^2 \cdot ПНЛ^2 \cdot Н'ПН^2 \cdot Л'ФЛ^2 \cdot \Phi^2$ (13) 2 столбика.
- 17.22.1. $(\Phi^2 C_n^2)^2$ (4) 2 столбика.
- 17.22.2. $(\Pi^2 \Phi^2)^3$ (6) 2 столбика.
- 17.23.1. $L^2 T^2 \cdot C_n^2 \cdot \Phi^2 \Pi^2 \cdot O_n^2$ (6) 4 «—».
- 17.23.2. $(\Phi^2 \Pi^2 T^2)^2$ (6) 4 «—».
- 17.23.3. $\Pi^2 N^2 \cdot C_n^2 \cdot V^2 \Pi^2 \cdot O_n^2$ (6) 2 столбика. 2 «—».
- 17.24.1. $[17.23.1] \cdot C_n \cdot O'_n$ (8) 6 «—».
- 17.24.2. $[17.23.2] \cdot C_\phi \cdot O_n$ (8) 6 «—».
- 17.25.1. $[14.2.2] \cdot O_v O_n \cdot [14.2.2]$ 2 малых треугольника.
- 17.26.1. $[14.3.1] \cdot [14.8.1] = \Phi'(C'_n \cdot \Pi V^2 \Pi' \cdot C_n \cdot \Pi V^2 \Pi') \Phi \cdot T(C'_n \cdot ЛН^2 Л \cdot C_n \cdot ЛН^2 Л) T'$ (20) 6-угольник 3-го порядка («Рыбки» $p = 3$).
- 17.27.1. $\Pi' \Phi^2 ВН \Pi^2 V' \cdot \Phi' ПН' \Phi C'_n \cdot \Phi' НП' \Phi Н' C_n \cdot \Phi^2 V^2 \Pi$ (20) 6-угольник 2-го порядка («Рыбки», $p = 2$).

Можно, наоборот, начать с бортовых и закончить угловыми кубиками.

Инженер А. Б. Симон (г. Свердловск), чьи алгоритмы уже печатались на страницах журнала, сообщает о таком применяемом им способе сборки последней (верхней) грани куба. На первом этапе поворотом верхней грани или с помощью шестиходовки $\Pi' \Phi' V' \Phi' В \Pi$ (6) он устанавливает на место в правильной ориентации один (любой) бортовой кубик. Если хоть один бортовой кубик уже «правильный» — этот этап не нужен. Учитывая это обстоятельство, пишет А. Б. Симон, следует стремиться собрать предыдущие два слоя куба так, чтобы один бортовой кубик в последнем слое оказался «правильным» — стал на место. После этого перегоняются на свои места остальные три бортовых кубика и один угловой. Для этого используются короткие 8—10-ходовые процессы, перемещающие, как правило, три бортовых и три угловых кубика одновременно. И, наконец, третий этап — установка и ориентация оставшихся трех угловых кубиков известными процес-

сами (серия 6 по КВК). На все уходит не более 26 ходов, а без первого этапа — всего 20 ходов. Таким образом, весь куб «вполне реально практически собрать максимум за 52 хода, делает вывод А. Б. Симон. По крайней мере проведенная им статистическая обработка результатов собственного опыта и вероятностные расчеты подтверждают этот вывод.

Л. Ф. Попов, инженер из Волгограда, предлагает такую стратегию:

1. Поместить угловые кубики в свои гнезда экономными «смешанными» процессами так, чтобы правильно ориентированным стал только один из них.

2. Поместить в свои гнезда бортовые кубики (процессами, не затрагивающими угловых) так, чтобы два и только два из них были ориентированы правильно.

3. Наконец, используя прямой или обратный алгоритм Д. Бенсона ($\Pi V \Pi^2 \cdot \Phi \Pi \Phi^2 \cdot V \Phi V^2$), поворачивающий сразу три угловых и два бортовых кубика, сориентировать кубики, уже стоящие в своих гнездах.

И. Константинов.