

● ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ

Тренировка геометрического воображения и умения мыслить логически

ФЛЕКСАГОНЫ

Проблемы флексологии (науки о построении и всяческих закономерностях флексагонов), конечно, не занимают в созвездии наук столь серьезного положения, как можно было бы подумать, основываясь лишь на одном только многозначительно научно звучащем названии этой дисциплины.

Тем не менее многие читатели отдадут ей значительную долю своего свободного времени, предназначенного, как известно, в том числе и для самосовершенствования, самообразования и пр.

И это не случайно. Флексология — одна из немногих наук, которыми можно заниматься как в одиночку и делать открытия подобно Леонардо, так и коллективами, не скрываясь даже за псевдонимами подобно Н. Бурбаки. Плодотворным занятиям этой наукой не являются помехой ни молодость, ни преклонно-пенсионный возраст.

С легкой руки проф. Я. А. Смородинского, познакомившего нас с тригексафлексагоном (см. «Наука и жизнь» № 1, 1970 г.), редакционная почта по этой проблеме в подавляющем большинстве своем носит веселый, ироничный характер, включая критику и самокритику. Весьма отраднo, что среди писем не было ни одного, в котором кто-нибудь жаловался бы на бесцельно убитое время, хотя мысли о его исчезновении встречались.

«Посылаю вам флексагон, изготовленный мною по вашему чертежу. В нем шесть разных плоскостей и две недели — это совершенно точно. Надеюсь, что обнаружить все шесть плоскостей в их 72 модификациях как лево-, так и правосторонних для вас не составит никакого труда, но вот куда девались две недели отпуска, я очень хотел бы узнать?» — пишет читатель В. Петров из д/о «Сосновый бор».

«Пришел к выводу, совершенно однозначно: флексагон сокращает время в пути по крайней мере на одну треть.

К. Семенов. Верхоянск — Сочи».

Название «флексагон», если вы помните, происходит от соединения английского слова с греческим: «флекс» — по-английски «гнуть», «сгибать», «складывать», «гония» — по-гречески «угол»; значит, «флексагон» можно перевести как «гнущийся, гибкий (много)угольник». А что получится, если расшифровать слово «флексология»? Не «наука о гнутье», не «гнущаяся» или «гибкая» наука, а «наука о флексагонах». Более раннее название этой науки «флексагония» признано неудачным из-за того, что некоторые стали понимать ее не как флексагония, что правильно, а как флексагония, что совершенно неправильно, потому что эта наука молодая и о какой-либо агонии говорить еще рано.

Для образования названий того или иного флексагона применяется заимствованная из органической химии международная система, в основу которой, как известно, положены принципы теории химического строения А. М. Бутлерова. Пользуясь этой системой, любой химик в два счета напишет не только формулу, но и нарисует структурную схему вещества с самым замысловатым названием, будь то 2, 5, 8, 11-Тетраокситридекан или 4, 5, 6, 7, 8, 9-Гексагидро-1 Н-циклопентациклооктен.

Человек, незнакомый с флексологией, легко может спутать дотриаконтагектесафлексагон с дотриаконтагектатетрафлекс а г оном, хотя это, как вы понимаете, совершенно различные вещи, и даже внешне они выглядят различно.

(см. рис. справа)

Между тем все очень легко для понимания. Впереди — числительное, обозначающее, сколько плоскостей имеет данный флексагон. На втором месте — числительное, определяющее форму флексагона, и в заключение — известное уже слово, обозначающее, что все это гнется и складывается (иногда самым непростимым образом, и тогда речь идет об аномальных флексагонах, которые заслуживают специальной главы).

Для справок приводим примеры приставок, образуемых из корней греческих числительных, применяемых (и некоторых латинских) для обозначений ациклических соединений по правилам номенклатуры органических соединений Международного союза чистой и прикладной химии IUPAC 1957.

- $1/2$ —геми-
- 1—моно-
- $1\frac{1}{2}$ —сескви-(лат.)
- 2—ди- или би-
- 3—три-
- 4—тетра-
- 5—пента-
- 6—гекса-
- 7—гепта-
- 8—окта-
- 9—эннеа- или нона- (лат.)
- 10—дека-
- 11—ундека-(гендека-)
- 12—додека-
- 13—тридека-
- 14—тетрадека-
- 15—пентадека-
- 16—гексадека-
- 17—гептадека-
- 18—октадека-
- 19—нонадека-
- 20—эйкоси-(эйкоса-)
- 21—генэйкоса-
- 22—докоса-
- 23—трикоса-
- 24—тетракоса-
- 25—пентакоса-
- 26—гексакоса-
- 27—гептакоса-
- 28—октакоса-
- 29—нонакоса-
- 30—триаконта-
- 31—гентриаконта-
- 40—тетрааконта-
- 41—гентетрааконта-
- 50—пентааконта-
- 60—гексааконта-
- 70—гептааконта-
- 80—октааконта-
- 90—эннеаконта-
- 100—гекта-
- 132—дотриаконтагекта-



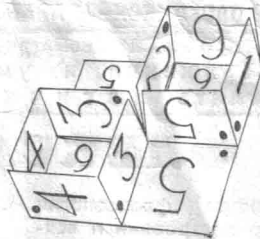
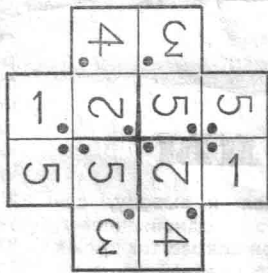
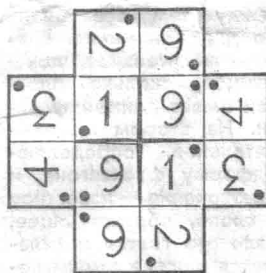


Рис. 1.

Рис. 2.

А теперь — новые разработки, которые, как мы надеемся, вызовут такой же интерес и отклики, как и предыдущие сообщения (см. «Наука и жизнь» №№ 1, 2, 3, 8, 1970 г., №№ 3, 4, 1972 г., № 7, 1975 г.).

24. Гексатетрафлексагон из крестообразной развертки. Этот флексагон отличается от всех предыдущих тем, что при его изготовлении вовсе не требуется клей. Делают его из оберточной неломкой бумаги. Сторону маленького квадрата удобно брать равной 3—5 сантиметрам. Развертка флексагона показана на рисунке 1. Нанесите цифры и метки (точки) в соответствии с рисунком. Слева — верхняя, справа — нижняя сторона развертки. В середине развертки сделайте крестообразную прорезь (по сплошной линии). Согните заготовку по линиям сгиба и вновь разогните, чтобы при складывании флексагона не возникало затруднений.

Как сложить флексагон? Подгибаем вниз единички (угол 1—2—3) так, чтобы получилась фигура, показанная на рис. 2. Далее продолжаем подгибать флексагон в том же направлении, выворачивая его так, чтобы четвертушки плоскостей, обозначенные одинаковыми цифрами, совместились: 5 с 5, 4 с 4, 3 с 3 и 6 с 6. Тогда на поверхности флексагона окажутся цифры 1 с одной стороны и 2 — с другой. Флексагон готов.

Возьмите его в руки так, чтобы сверху была плоскость 2 (рис. 3). Если вы теперь сложите флексагон домиком по вертикальной линии сгиба, а затем раскроете как книгу, то сверху окажется плоскость 3. Поверните флексагон на 90°, и он вновь может быть рас-

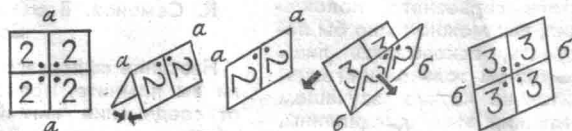


Рис. 3.

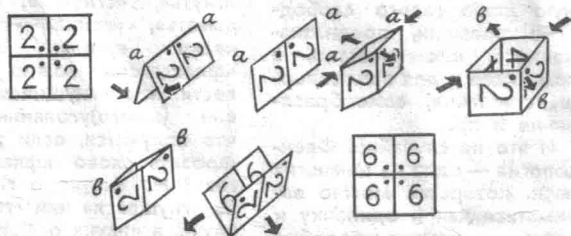


Рис. 4.

крыт. Появится плоскость 4, а после нее, если вновь раскрыть головоломку, — плоскость 1.

Таким образом, поворачивая всякий раз флекса-

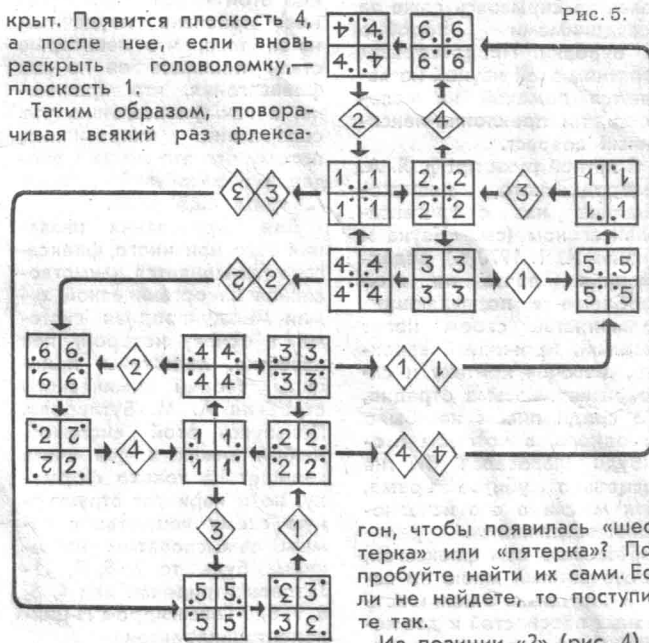


Рис. 5.

гон на 90° и раскрывая его, мы увидим последовательно его плоскости, помеченные цифрами 1, 2, 3, 4 и снова 1, 2 и т. д. с четырьмя точками в центре.

Где же плоскости 5 и 6? Они, конечно, где-то внутри. Как раскрыть флекса-

гон, чтобы появилась «шестерка» или «пятерка»? Попробуйте найти их сами. Если не найдете, то поступите так.

Из позиции «2» (рис. 4) с точками в центре соорудите «домик», согнув по aa , но не раскрывайте его до плоскости «3», а найдите внутри цифру «4», сделайте как бы кубик без дна и сплющите по bb . Если флексагон теперь раскрыть, то появится плоскость «6» с точками в центре.

Рис. 6.

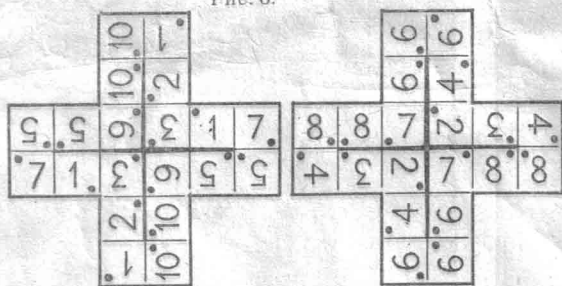


Рис. 7.

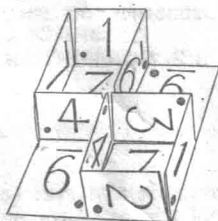
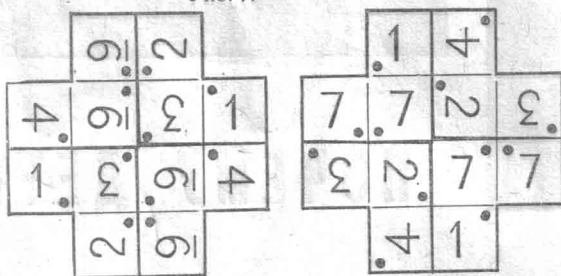


Рис. 8.

Таким же приемом можно перевести флексагон из позиции «3» в позицию «5» с точками в центре.

25. Пути перехода можно изобразить графически. Отыскание схемы путей перевода флексагона из одной позиции в другую — занятие трудное, но увлекательное; выявить закономерности флексагона, построенного из той или иной развертки, не так-то просто.

Прежде всего должна быть разработана четкая программа действий, отступить от которой нельзя ни на шаг.

Например, программа для выявления закономерностей гексатетрафлексагона, описанного выше, может быть такой:

- а) Плоский перевод
 1. Складывание «домиком» по вертикальной линии сгиба.
 2. Раскрытие флексагона, как книжечки.
 3. Поворот на 90° по часовой стрелке.
 4. Повторение манипуляций 1—3 до завершения цикла.
- б) Объемный перевод
 1. Складывание «домиком» по вертикальной линии сгиба.
 2. Объемный перевод по двум линиям сгиба («шарнирный параллелограмм»).
 3. Раскрытие флексагона, как книжечки.
 4. Поворот на 90° по часовой стрелке.

Далее идет повторение манипуляций 1—3 плоского перевода или 1—4 объемного перевода.

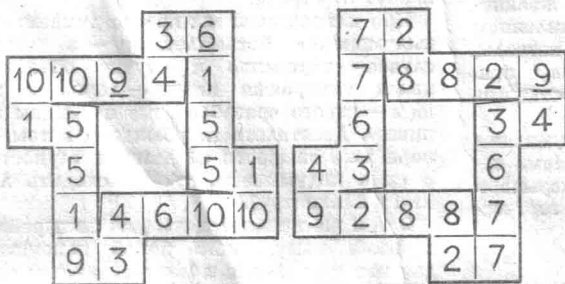


Рис. 9.

Составляя схему, не будем заглядывать вниз, будем смотреть только на ту плоскость, что вверх.

На схеме поэтому появляется условный значок двойного объемного перевода. Это значит, что после манипуляции «объемный перевод» флексагон раскрывается не как книжечка, а «домиком», а для того, чтобы он раскрылся, как условлено, книжечкой, его надо перевернуть на 180° .

По схеме можно легко отыскать любую плоскость флексагона, перевести его кратчайшим путем в любую из возможных позиций. Дополнительная маркировка точками позволяет заметить, что плоскости флексагона, помеченные одинаковыми цифрами, на самом деле различны: по 3 варианта с цифрами 1, 2, 3, 4 и по 2 с цифрами 5 и 6. А если бы вместо цифр на плоскостях флексагона был нарисован орнамент, то можно было бы насчитать 16 различных орнаментов.

26. Декатетрафлексагон. Этот флексагон можно раскрыть, как книжечку, по двум взаимоперпендикулярным линиям сгиба и переводить из одной плоскости в другую, как шарнирный параллелограмм.

Развертка похожа на предыдущую (рис. 6). Метод складывания — тоже.

Сначала подгибаем вниз углы, помеченные цифрами 1, 2, 3, получится «полуфабрикат» (рис. 7 слева). Перевернем заготовку на 180° (рис. 7 справа) и, подгибая вниз двойки, вывернем угол 2—3—4. Получится фигура, показанная на рис. 8. Совместив плоскости, помеченные одинаковыми цифрами, получим флексагон, поверхности которого будут помечены цифрами 2 и 3.

Сможете ли вы нарисовать полную схему перевода флексагона из одного положения в другое («диаграмму пути»), выявив все закономерности, и обнаружить все 10 его плоскостей?

27. Попробуйте сложить декатетрафлексагон из развертки, показанной на рис. 9. Какова будет «диаграмма пути» этого флексагона?