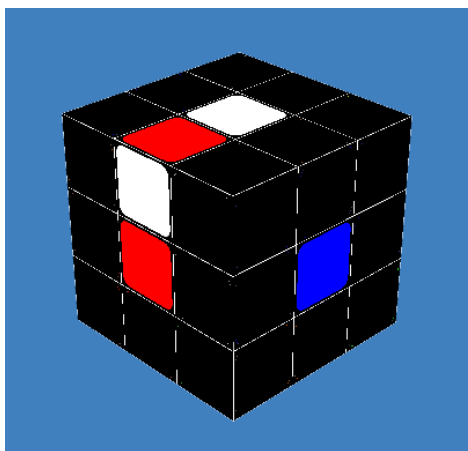


Объяснение ограничения поворотов первой фазы

Вопрос 1: почему, ограничив повороты на 90 градусов U и D, теряется возможность вернуть ребро на исходную позицию, при этом правильно его перевернув?

Утверждение: ориентация грани «ХОРОШАЯ», когда можно вернуть её на место и перевернуть, как в исходном кубике, не используя поворотов U и D, а иначе — «ПЛОХАЯ».

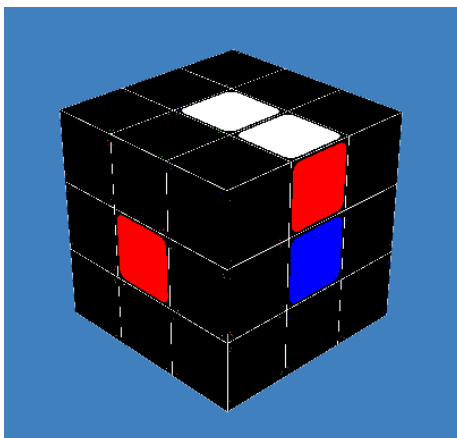
Рассмотрим случайный кубик и ребро *UF* на нём (ребро с красным и белым цветом):



Screenshot 1

Как видно на рисунке, сейчас ребро стоит именно там, где оно должно стоять в собранном кубике, но оно перевернуто. Допустим, мы *запретили* делать повороты на 90 градусов U и D (далее все рассуждения приведены с учётом этого), тогда как можно перевернуть ребро UF?

1. Можно сделать поворот F, а затем поворот R и получить следующее состояние кубика (см. скриншот 2). Сейчас ребро перевернуто верно, но вернуть его на место нет возможности, так как запрещены повороты U и D.



Screenshot 2

2. Перемещая ребро UF на грани F, нельзя никак исправить поворот ребра.

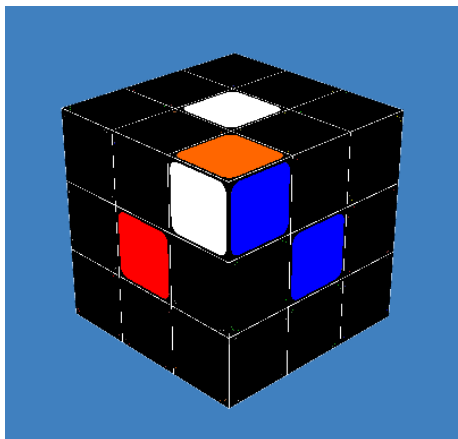
Глобально, какие выводы можно сделать:

1. Когда ребро UF принадлежит грани U и грани R, его можно правильно перевернуть, но расположить — нет. **Итого, если ребро UF перемещается в передней или задней грани (F или B) — его можно расположить на своём месте, но нельзя правильно перевернуть.**
2. Когда ребро UF принадлежит грани U и грани F (оно стоит на своём месте, но перевёрнуто — цвет ребра UF на верхней грани (U) — красный, а на передней грани (F) — белый) — его можно поставить на своё место, но правильно перевернуть уже не получится. **Итого, если ребро UF перемещается в боковых гранях L или R — оно правильно перевёрнуто, но поставить его на своё место невозможно.**

Аналогичные рассуждения можно привести для каждого ребра на кубике Рубика.

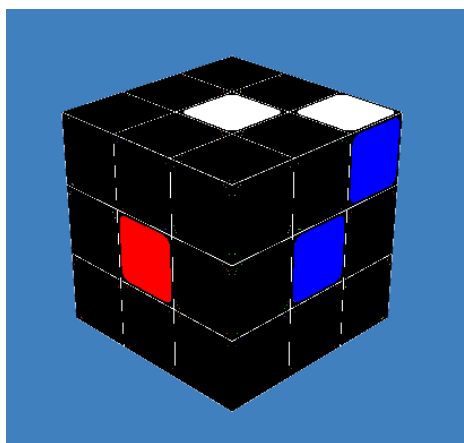
Вопрос 2: почему при ограничении поворотов на 90 градусов граней U и D, всё ещё сохраняется возможность вернуть на своё место и правильно перевернуть каждый из углов?

Рассмотрим угловой элемент RUB (который сейчас находится на позиции RUF) с синим, белым и оранжевым цветом. Далее повороты U и D на 90 градусов запрещены.

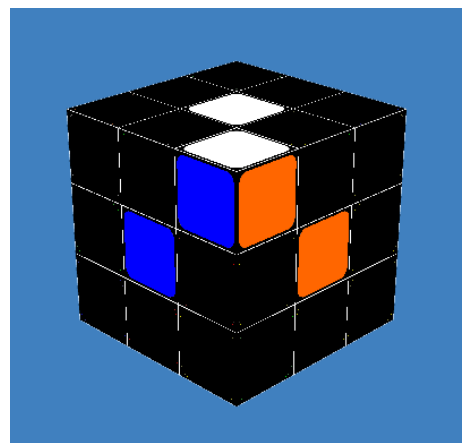


Screenshot 3

Для начала вернём его в исходное положение RUB с помощью поворота R (первый скриншот — вид кубика с прежнего ракурса, второй — вид кубика с нового ракурса):



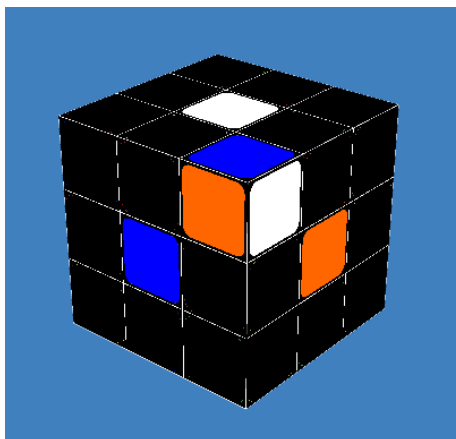
Screenshot 4: Текущее состояние с прежнего ракурса



Screenshot 5: Текущее состояние с нового ракурса

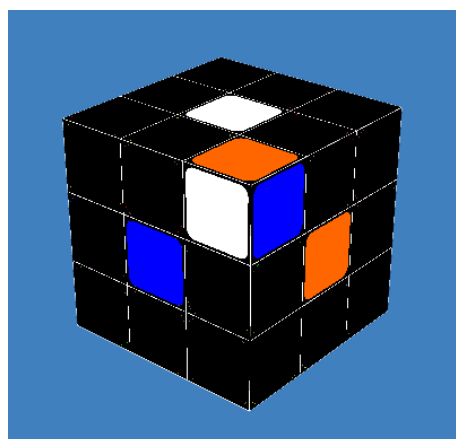
Как видно на скриншоте, угол сейчас перевернут правильным образом, но возможно ли этот же угол перевернуть и снова поставить в это положение?

Да, возможно, для этого необходимо применить комбинацию поворотов R и B:



Screenshot 6

Применив эту комбинацию поворотов ещё раз, ещё раз переворачиваем угол по часовой стрелке:



Screenshot 7

Таким образом можно по циклу менять поворот угла на его месте (но при этом остальные детали будут перемешиваться), не используя поворотов на 90 градусов граней U и D.