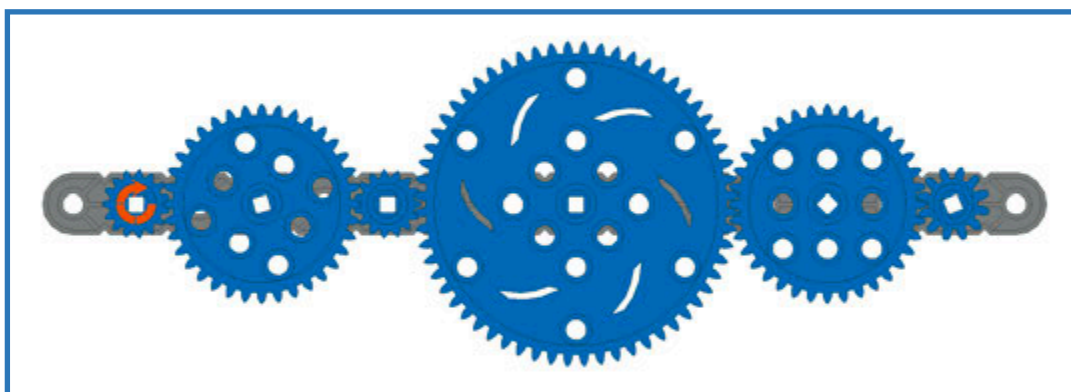


ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ ЗУБЧАТЫЕ ПЕРЕДАЧИ. РЕДУКТОР И МУЛЬТИПЛИКАТОР

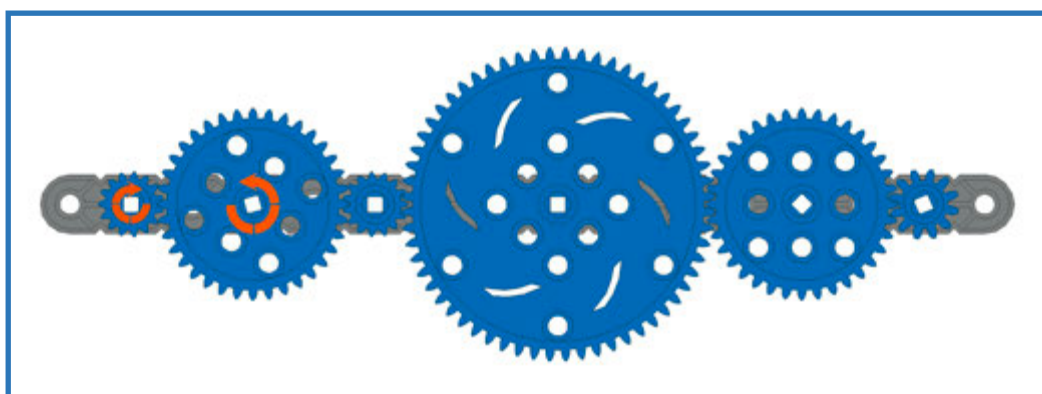
На прошлом занятии мы начали разбирать первый составной механизм - зубчатую передачу, которая, как мы имели возможность убедиться, предназначена для модернизации и передачи вращательного движения. В состав рассмотренной нами зубчатой передачи входило 2 зубчатых колеса: 1 ведущее и 1 ведомое. Но как быть, если колес больше? Давайте разберемся.



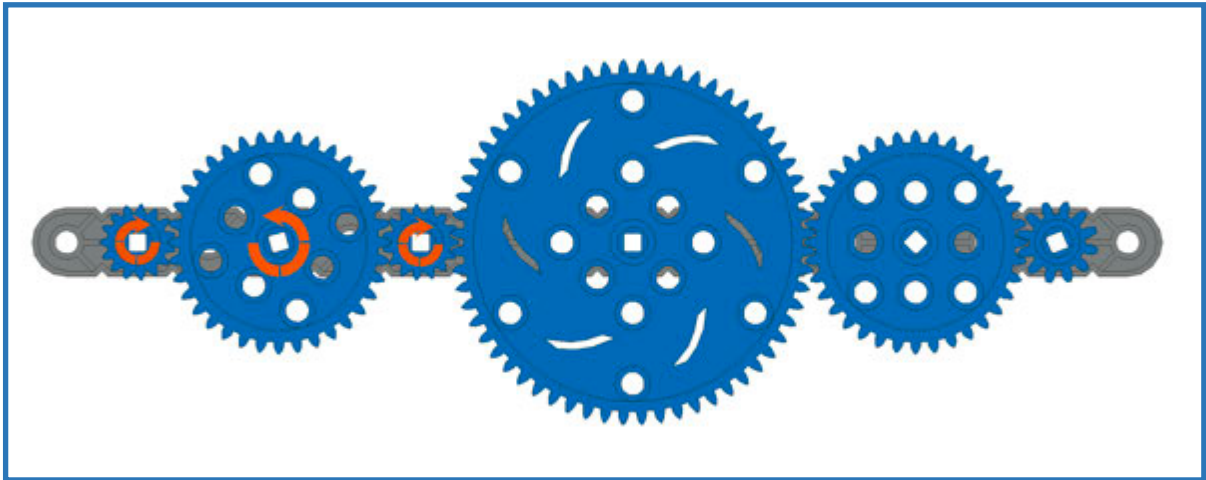
На рисунке выше изображена зубчатая передача, состоящая из 6 зубчатых колес: 1 ведущего (крайнее левое) и 5 ведомых.

Как будут вращаться колеса, если ведущее колесо будет вращаться по часовой стрелке?

Очевидно, что ведущее и первое ведомое колеса будут вращаться в разные стороны.



Второе ведомое колесо будет вращаться в сторону, противоположную стороне вращения первого ведомого колеса. Третье - в противоположную сторону от второго, четвертое - от третьего и т.д. Получается, что второе ведомое колесо (как и четвертое, и шестое) вращается с ведущим колесом в одну сторону!

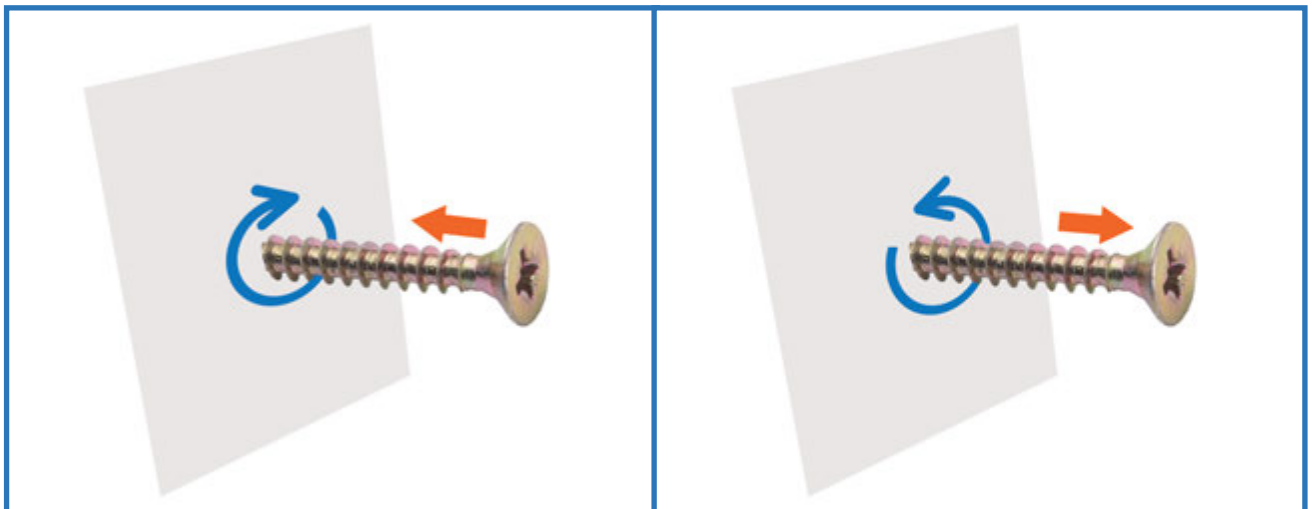


Следовательно, если в зубчатой передаче пронумеровать все колеса, начиная с ведущего, то все четные колеса будут вращаться в одну и ту же сторону, а все нечетные - в другую.

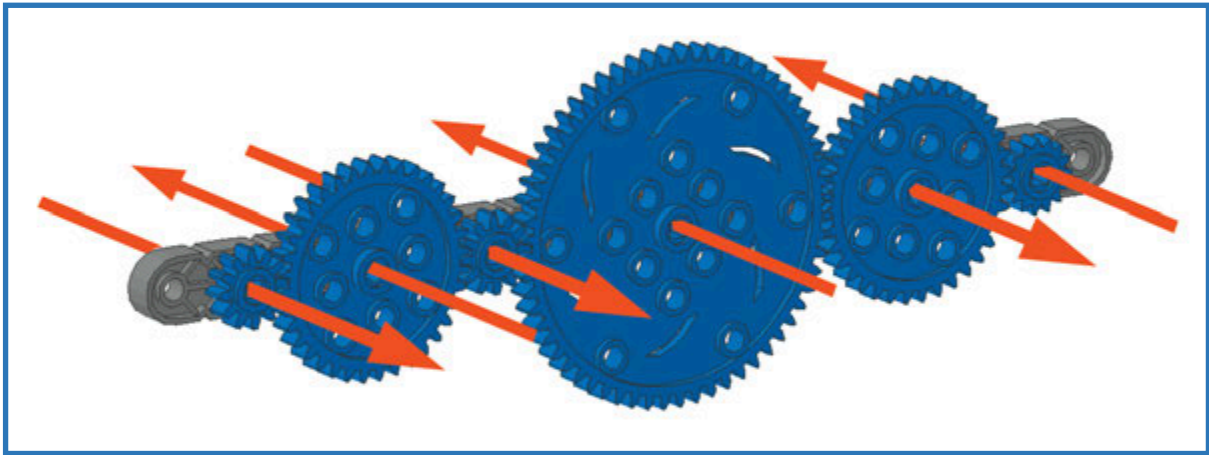
Для того чтобы удобнее было обсуждать любые механизмы, преобразующие вращательное движение, помимо передаточного отношения, о котором мы говорили на прошлом занятии, вводится такое понятие, как ось вращения.

Ось вращения - это направленный отрезок, вокруг которого осуществляется вращение.

Направление же оси вращения выбирается при помощи так называемого *правила буравчика*, или *правила винта*.



Посмотрите на рисунки выше. На них изображены шурупы с правой резьбой. При их вращении по часовой стрелке они закручиваются вглубь поверхности. Если же их вращать против часовой стрелки, то они будут выкручиваться из этой поверхности. Для того чтобы понять, куда направлена ось зубчатого колеса, нужно мысленно представить шуруп, который вращается в ту же сторону, что и само колесо, а направление его поступательного движения покажет направление оси вращения.



Обратите внимание на то, что у всех четных зубчатых колес оси вращения направлены в одну сторону, а у нечетных - в обратную.

Благодаря правилу буравчика легко убедиться в том, что первое и последнее колеса вращаются в разные стороны и оси их вращения направлены в разные стороны.

Но во сколько раз отличаются скорости вращения первого и последнего колеса?

Давайте рассчитаем! Передаточное отношение первого и второго зубчатого колеса:

$$i_{21} = \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{36}{12} = 3:1$$

То есть второе колесо вращается медленнее первого в три раза.

Далее скорости третьего и второго:

$$i_{32} = \frac{Z_3}{Z_2} = \frac{12}{36} = 1:3$$

Получается, третье колесо быстрее второго в три раза. А следовательно, первое и третье колеса вращаются с одной скоростью!

$$i_{31} = i_{21} * i_{32} = 1:1$$

Расчет для четвертого колеса относительно третьего дает нам значение:

$$i_{43} = \frac{Z_4}{Z_3} = \frac{60}{12} = 5:1$$

При этом

$$i_{41} = i_{31} * i_{43} = 5:1$$

Расчет для пятого колеса относительно четвертого:

$$i_{54} = \frac{Z_5}{Z_4} = \frac{36}{60} = 3:5$$

$$i_{51} = i_{41} * i_{54} = 1:3$$

Обратите внимание на закономерность: общее передаточное отношение зависит только от количества зубцов в крайних колесах! Например, в первом и пятом:

$$i_{51} = \frac{12}{36} = \frac{1}{3}$$

Таким образом, для того чтобы найти передаточное отношение между первым и шестым колесом в нашей цепи, необходимо разделить количество зубьев в шестом колесе на количество зубьев в первом:

$$i_{61} = \frac{12}{12} = 1$$

В этом случае все зубчатые колеса от 2 до 5 называются паразитными, так как они не меняют ни силу, ни скорость, а только направление вращения.

Понятно, что, если необходимо передать вращательное движение на большое расстояние, можно воспользоваться множеством паразитных передач. Однако следует помнить, что такой способ не будет эффективным, поскольку между любыми трущимися поверхностями возникают силы трения, а следовательно, возрастают и тепловые потери.

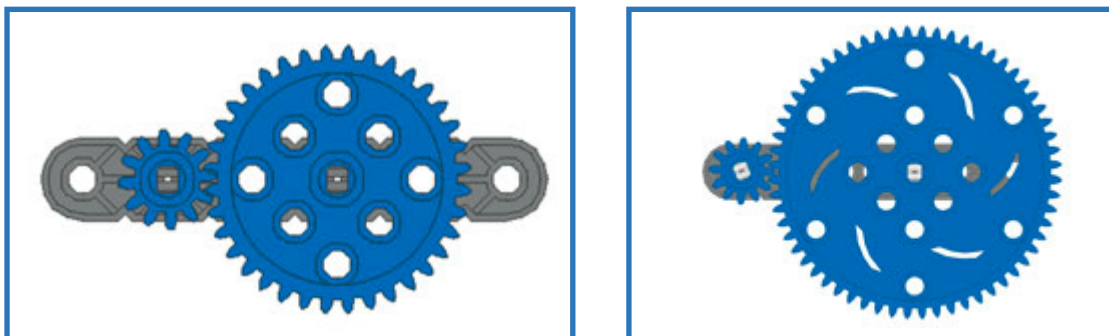
Для этого разложим на множители число 15: $15=3 \times 5$.

Что делать, если необходимо получить передаточное отношение 1:15, а у нас в распоряжении находятся только колеса с количеством зубьев 12, 36, 60?

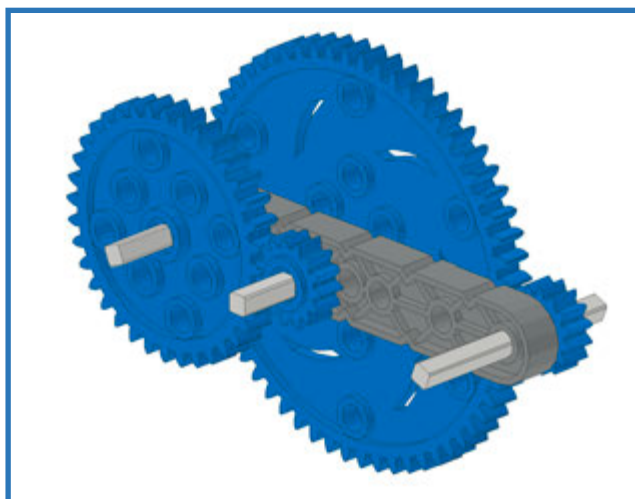
Создавать передачи с отношением 1:3 и 1:5 мы уже умеем. Осталось соединить эти два решения, но сделать это необходимо так, чтобы не возникло паразитных передач.

В передаче 1:3 вторая ось вращается быстрее первой в 3 раза (ведущее колесо

имеет 36 зубьев, ведомое - 12), в передаче 1:5 - в 5 (у ведущего колеса 60 зубьев, у ведомого - 12).



Как соединить между собой две передачи так, чтобы получилась зубчатая передача с отношением 1:15? Необходимо поместить ведомое колесо первой зубчатой передачи (1:3) и ведущее колесо второй зубчатой передачи (1:5) на одну ось. При этом ведущее колесо на 36 зубьев будет разгонять первое ведомое колесо в 3 раза, но, поскольку ось вращения у него одна с колесом на 60 зубьев, большое колесо увеличит скорость вращения своего ведомого еще в 3 раза.



Таким образом, имея три вида колес: с 12, 36 и 60 зубьями - мы можем создавать любые передаточные отношения, кратные 3 и 5.

Зубчатая передача, состоящая из серии минимум 4 зубчатых колес (важно! не паразитных), понижающая скорость, называется редуктором (от лат. reductor - отводящий назад, приводящий обратно). **Повышающая - мультипликатором** (от лат. multiplicare - множить, увеличивать). Рассмотренная нами выше зубчатая передача с отношением 1:15 - мультипликатор, поскольку повышает скорость вращения последнего колеса в 15 раз относительно ведущего.

Итак, зубчатая передача - это составное механическое устройство, преобразующее и передающее крутящий момент. Независимо от количества зубчатых колес, входящих в состав зубчатой передачи, все они действуют по одному принципу: увеличивают силу или скорость.