

---

**ТЕМА  
УРОКА:  
«ОБЩИЕ  
СВЕДЕНИЯ О  
ЗУБЧАТЫХ  
ПЕРЕДАЧАХ»**





## Цели урока:

- изучить устройство, принцип работы , классификацию и сравнительную оценку зубчатых передач;
- изучить основные характеристики зубчатого зацепления;
- изучить теорию зубчатого зацепления;
- установить основные параметры эвольвентных колес.

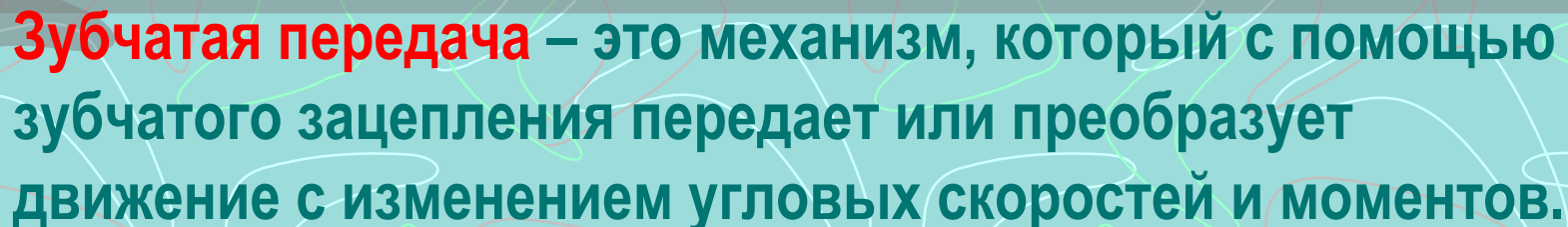


# **Перечень вопросов:**

- 1. Классификация зубчатых передач.**
- 2. Достоинства и недостатки зубчатых передач.**
- 3. Основная теорема зацепления.**
- 4. Основные параметры эвольвентных колес.**

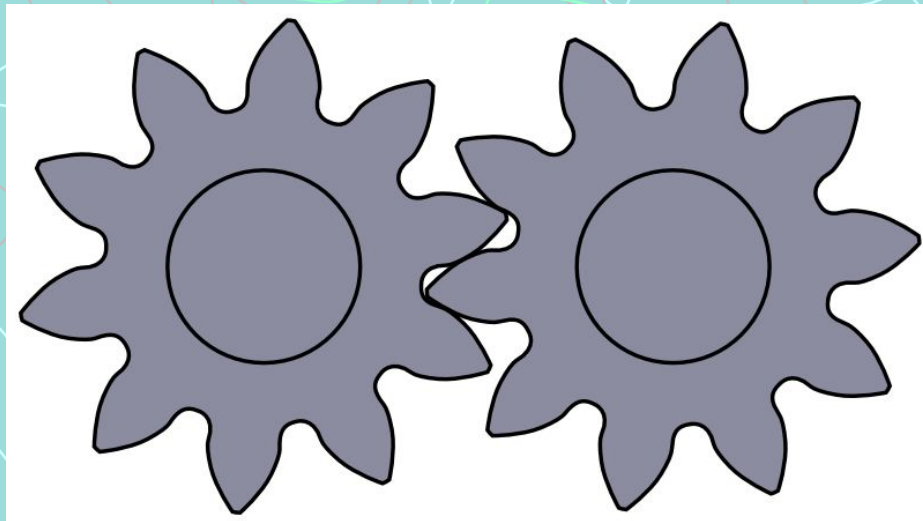


# Классификация зубчатых передач



**Зубчатая передача** – это механизм, который с помощью зубчатого зацепления передает или преобразует движение с изменением угловых скоростей и моментов.

Зубчатая передача состоит из колес с зубьями, которые сцепляются между собой, образуя ряд последовательно работающих кулачковых механизмов.






*В зубчатой передаче движение передается с помощью зацепления пары зубчатых колес.*

Меньшее зубчатое колесо принято называть шестерней, а большее — колесом.

Термин зубчатое колесо относится как к шестерне, так и к колесу.



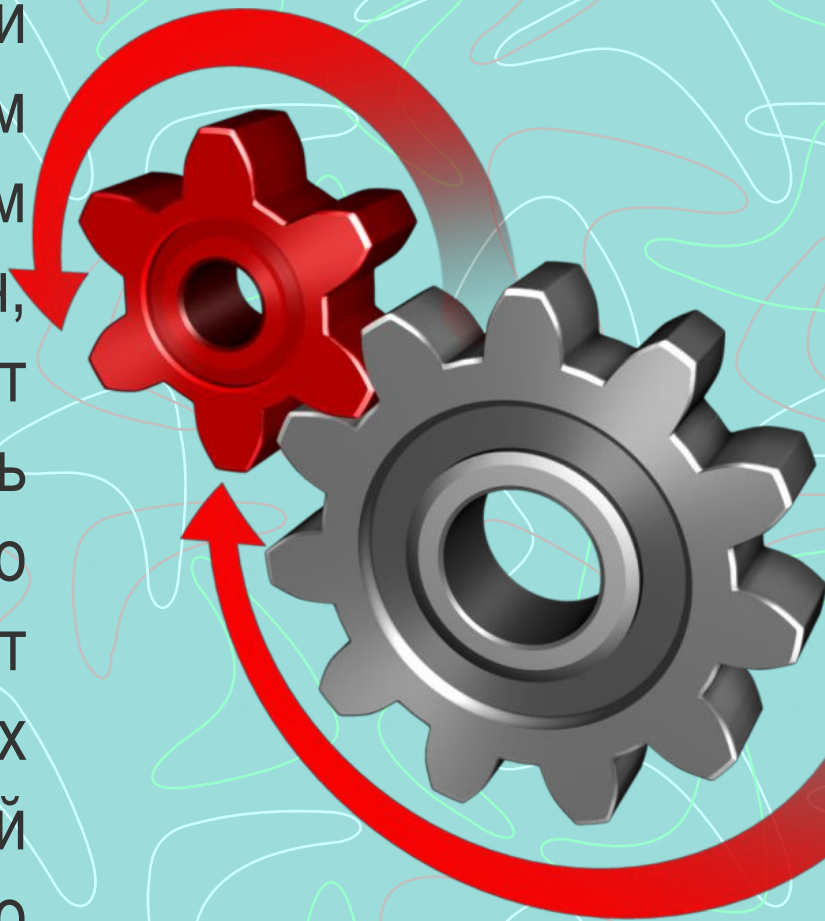


При написании расчетных формул и указании параметров передачи шестерне присваивают индекс 1, колесу – индекс 2, например:

$$d_1, d_2, n_1, n_2$$

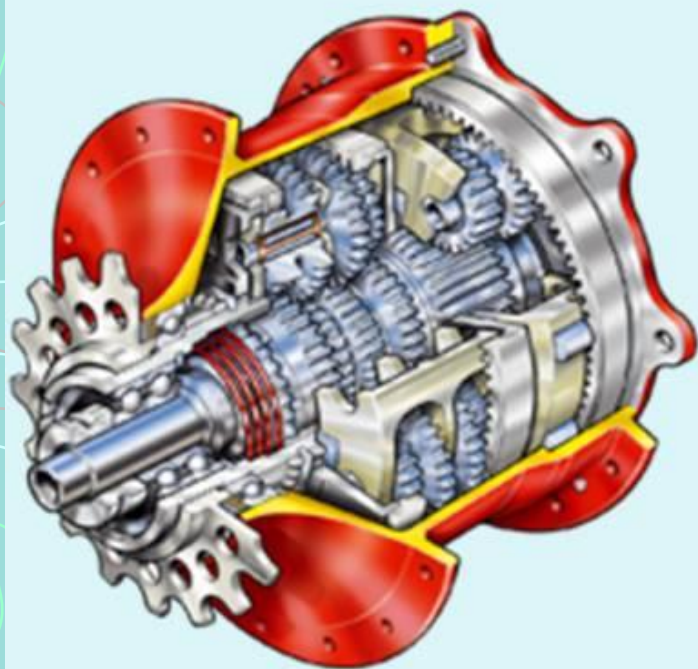
$$a_w = k_a (u + 1) \sqrt[3]{\frac{T_2 \cdot 10^3 \cdot K_{H\beta}}{[\sigma_H]^2 \cdot u^2 \cdot \Psi_{ba}}}$$

Зубчатые передачи являются самым распространенным видом механических передач, поскольку они могут надежно передавать мощности от долей до десятков тысяч киловатт при окружных скоростях до 275 м/с. По этой причине они широко применяются во всех отраслях машиностроения и приборостроения.





- Коробка передач транспортных средств



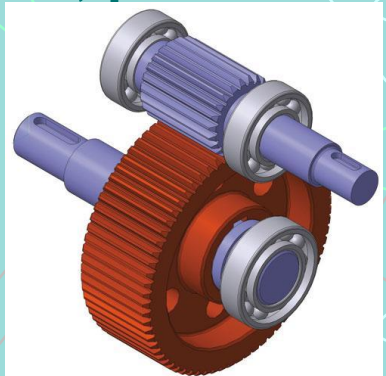
- Часовой механизм



В зависимости от взаимного расположения осей, на которых размещены зубчатые колеса, различают

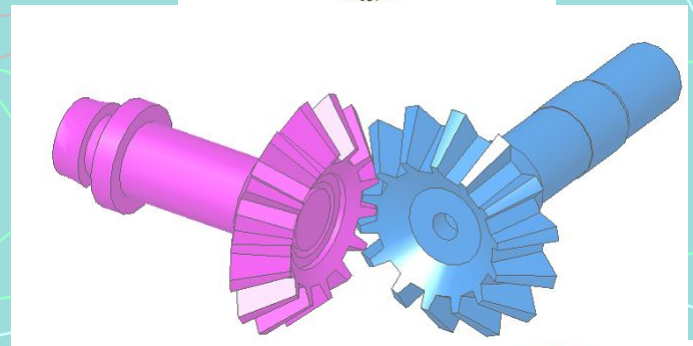
*с*  
**параллель-  
ными  
осями**

**цилиндрически  
е**



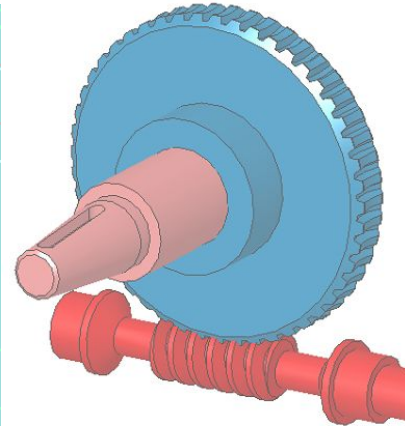
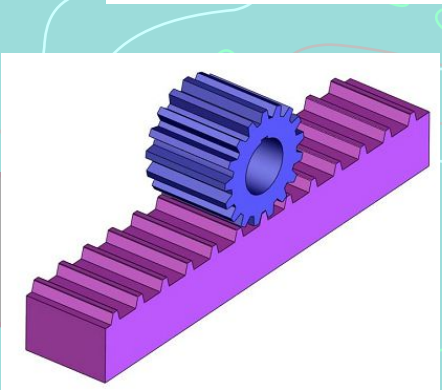
*с пересе-  
кающимися  
осями*

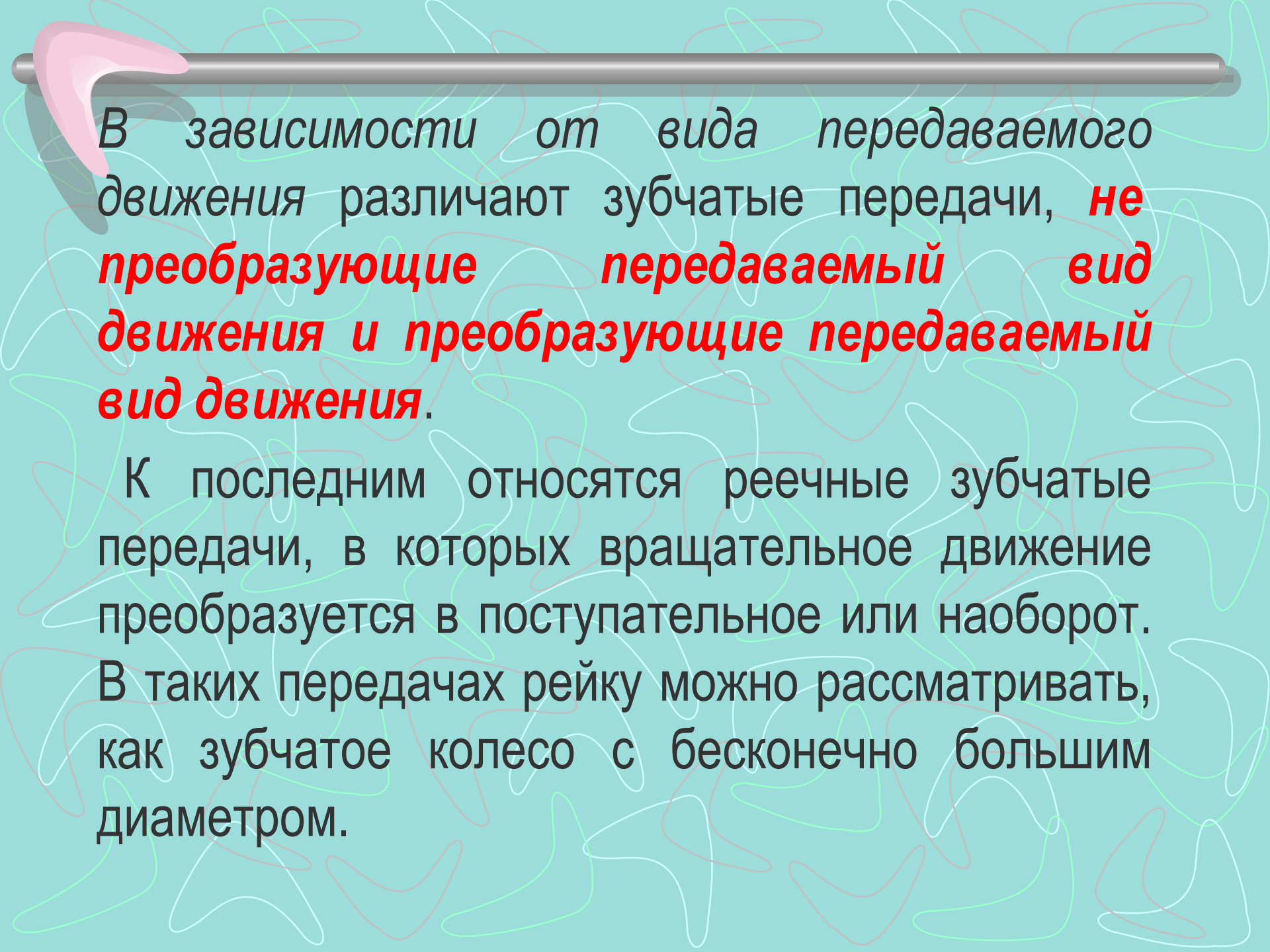
**конические**



**с перекре-  
щающимися  
осями**

**винтовые,  
червячные**

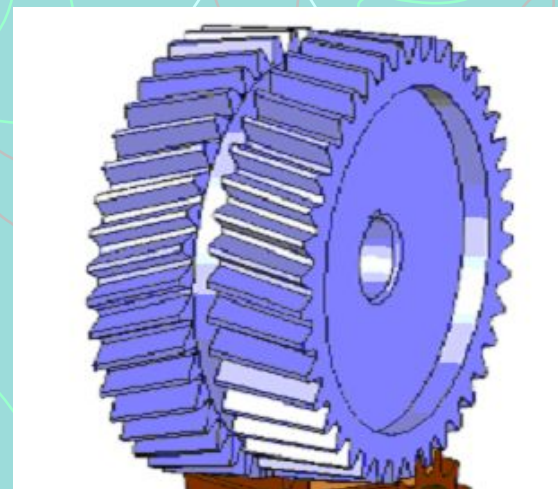
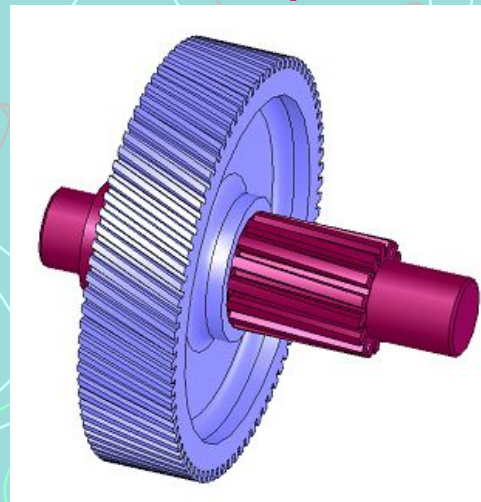
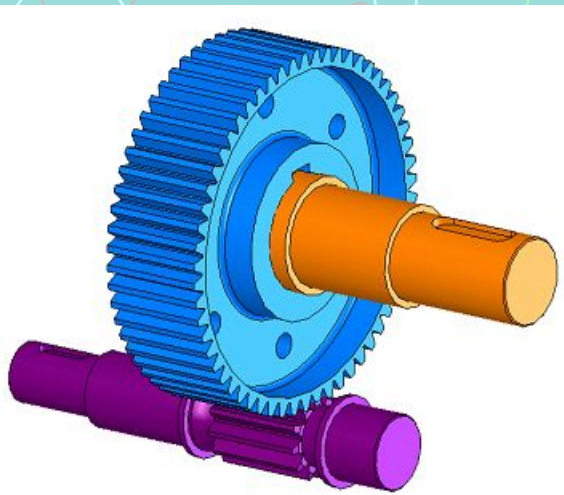




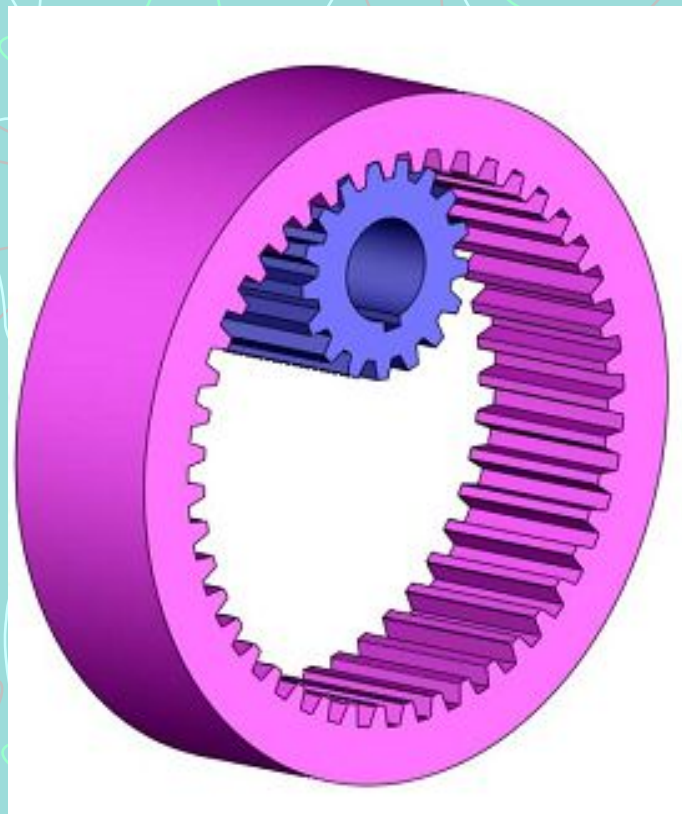
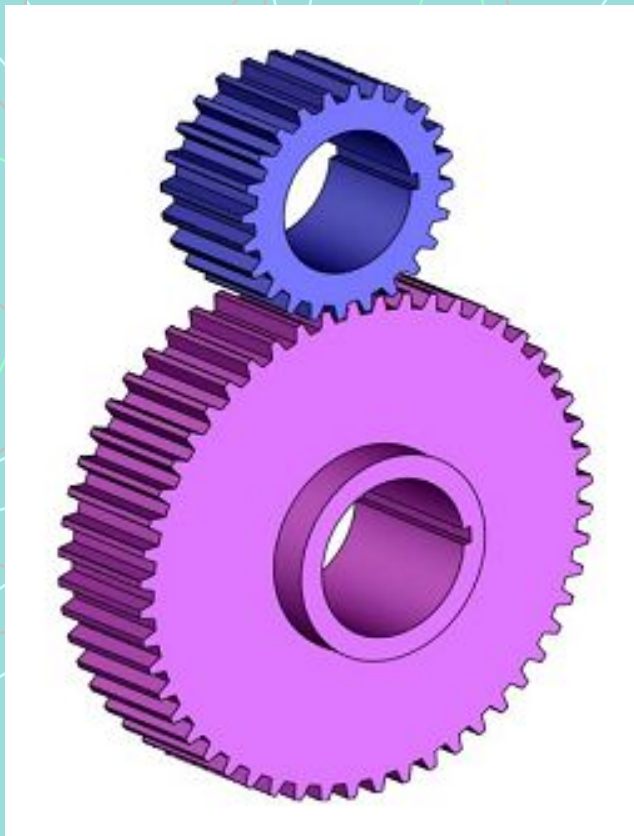
В зависимости от вида передаваемого движения различают зубчатые передачи, **не преобразующие передаваемый вид движения и преобразующие передаваемый вид движения.**

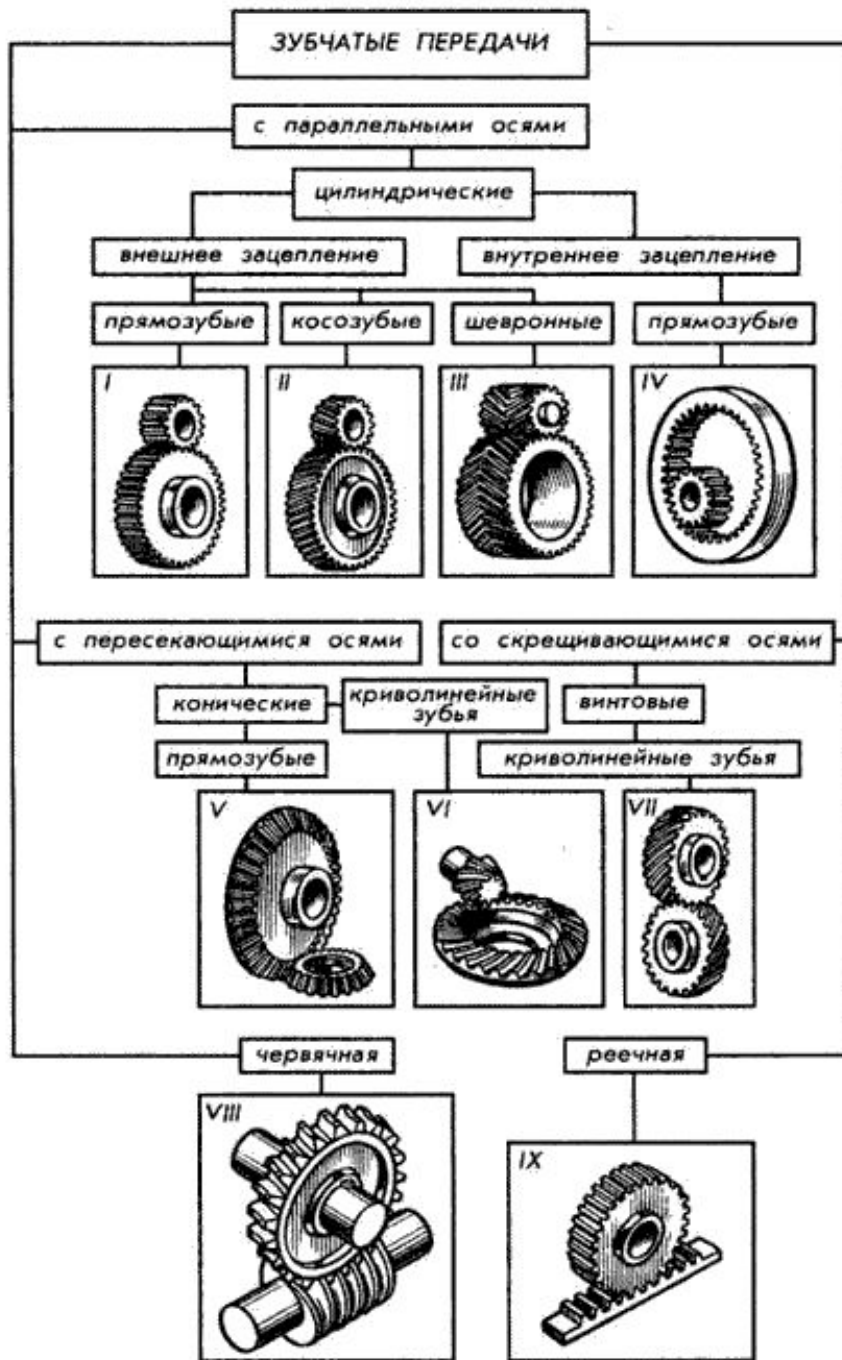
К последним относятся реечные зубчатые передачи, в которых вращательное движение преобразуется в поступательное или наоборот. В таких передачах рейку можно рассматривать, как зубчатое колесо с бесконечно большим диаметром.

В зависимости от расположения зубьев на ободке колес различают передачи **прямозубые**, **косозубые**, **шевронные** и с **круговыми (спиральными) зубьями**.



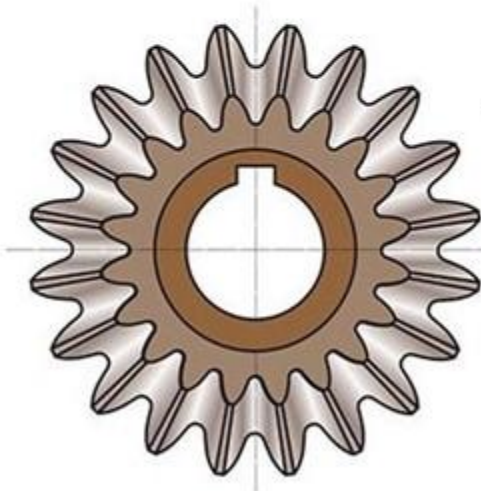
В зависимости от взаимного положения зубчатых колес передачи бывают с **внешним** и **внутренним** зацеплением.



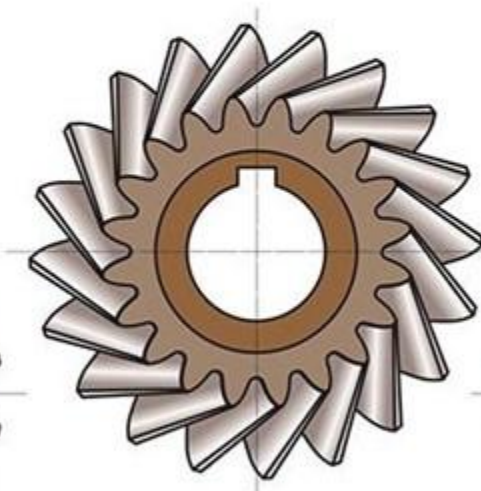


# Виды конических зубчатых колес

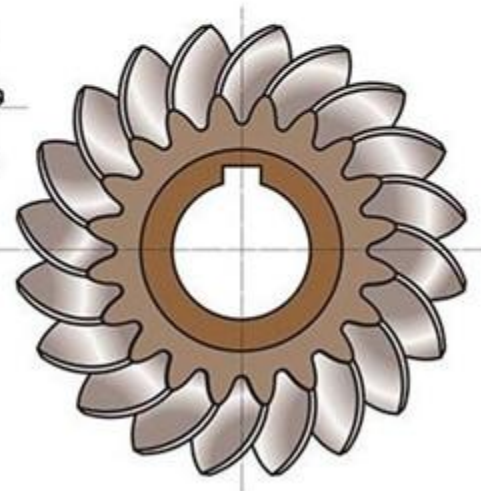
С прямыми  
зубьями



С тангенциальными  
зубьями



С круговыми  
зубьями



# 2. Достоинства и недостатки зубчатых передач.







# Достоинства:

- Высокая надежность работы в широком диапазоне нагрузок и скоростей;
- Малые габариты;
- Большой ресурс;
- Высокий КПД;
- Сравнительно малые нагрузки на валы и подшипники;
- Постоянство передаточного числа;
- Простота обслуживания.



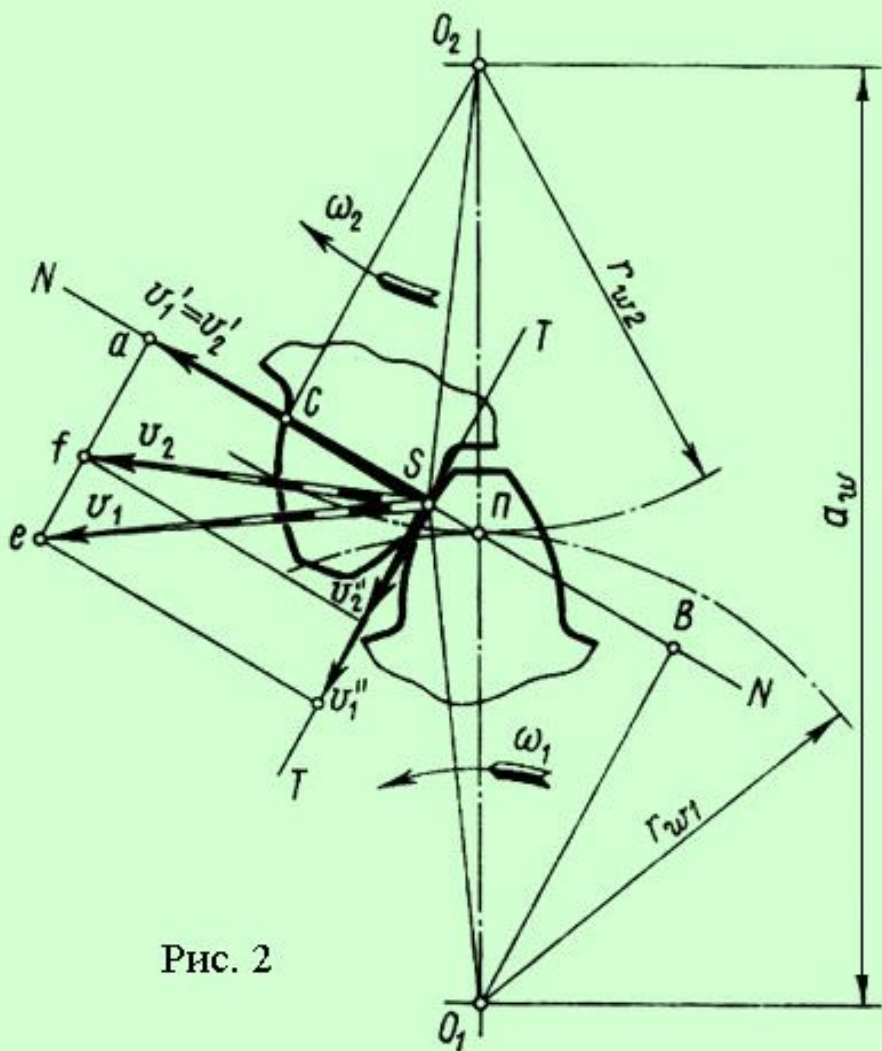
# Недостатки:

- Относительно **высокие требования к точности** изготовления и монтажа;
- **Шум** при больших скоростях, обусловленный неточностями изготовления профиля и шага зубьев;
- **Высокая жесткость**, не дающая возможность компенсировать динамические нагрузки, что часто приводит к разрушению передачи или элементов конструкции;
- **Невозможность** бесступенчатого регулирования передаточного числа.

# 3. Основная теорема зацепления.



## Основная теорема зацепления.



Профили зубьев колес должны быть сопряженными, т. е. заданному профилю зуба одного колеса должен соответствовать вполне определенный профиль зуба другого колеса. Чтобы выяснить, какова должна быть форма профиля зубьев пары колес, чтобы зацепление обеспечивало требуемое постоянство передаточного отношения, рассмотрим два зуба  $C$  и  $D$ , принадлежащих шестерне и колесу передачи и соприкасающихся в точке  $S$  (см. рисунок 2).


$$u = \omega_1 / \omega_2 = r \cdot \omega_2 / r \cdot \omega_1 = \text{const}$$

Это соотношение выражает основную теорему зацепления, которая может быть сформулирована следующим образом:

**Для обеспечения постоянного передаточного числа зубчатых колес профили их зубьев должны быть очерчены по кривым, у которых общая нормаль  $NN$ , проведенная через точку касания профилей, делит расстояние между центрами  $O_1O_2$  на части, обратно пропорциональные угловым скоростям.**

# 4. Основные параметры эвольвентных колес.



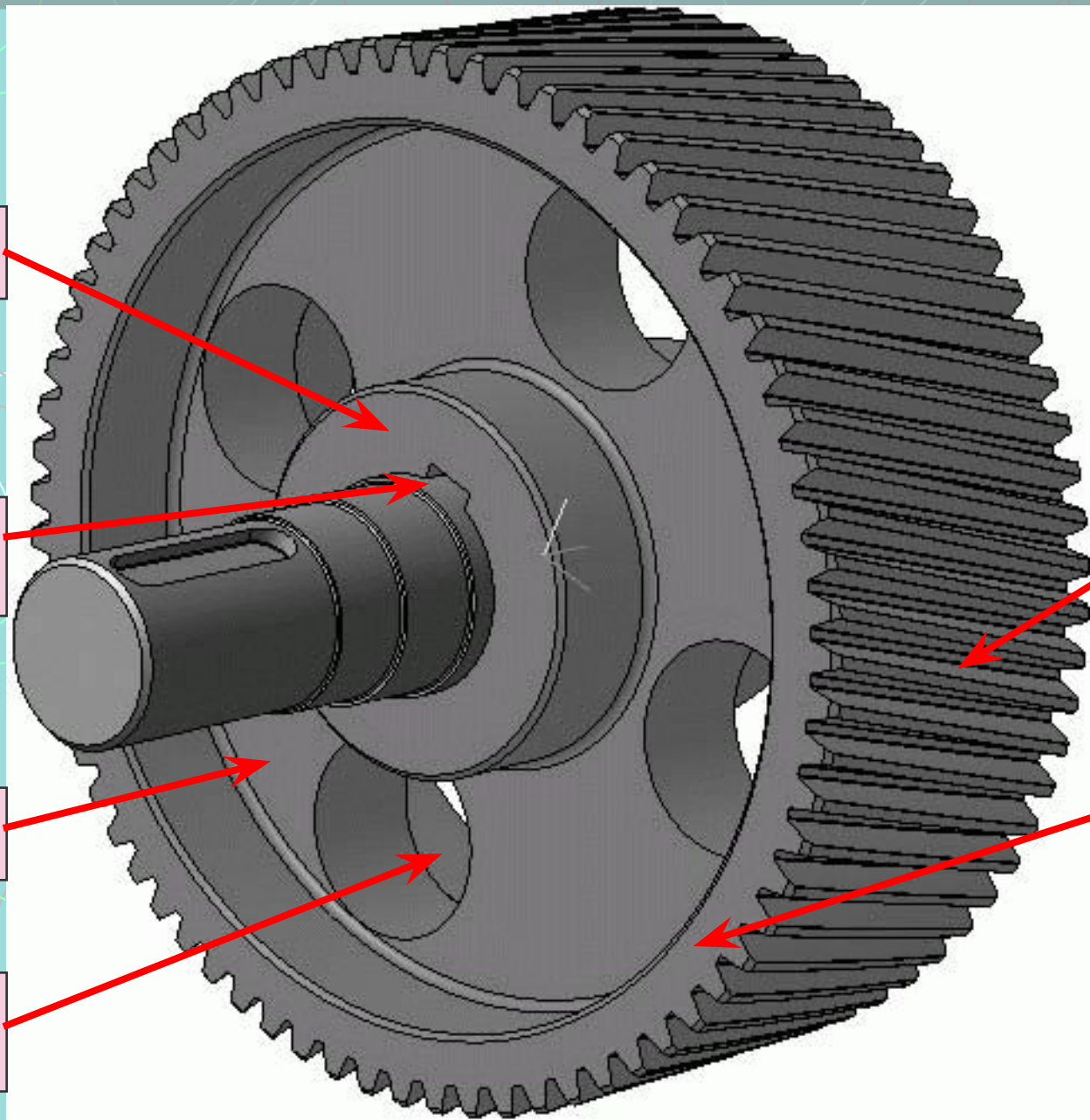


ступиц  
а

шпоночны  
й  
паз

диск

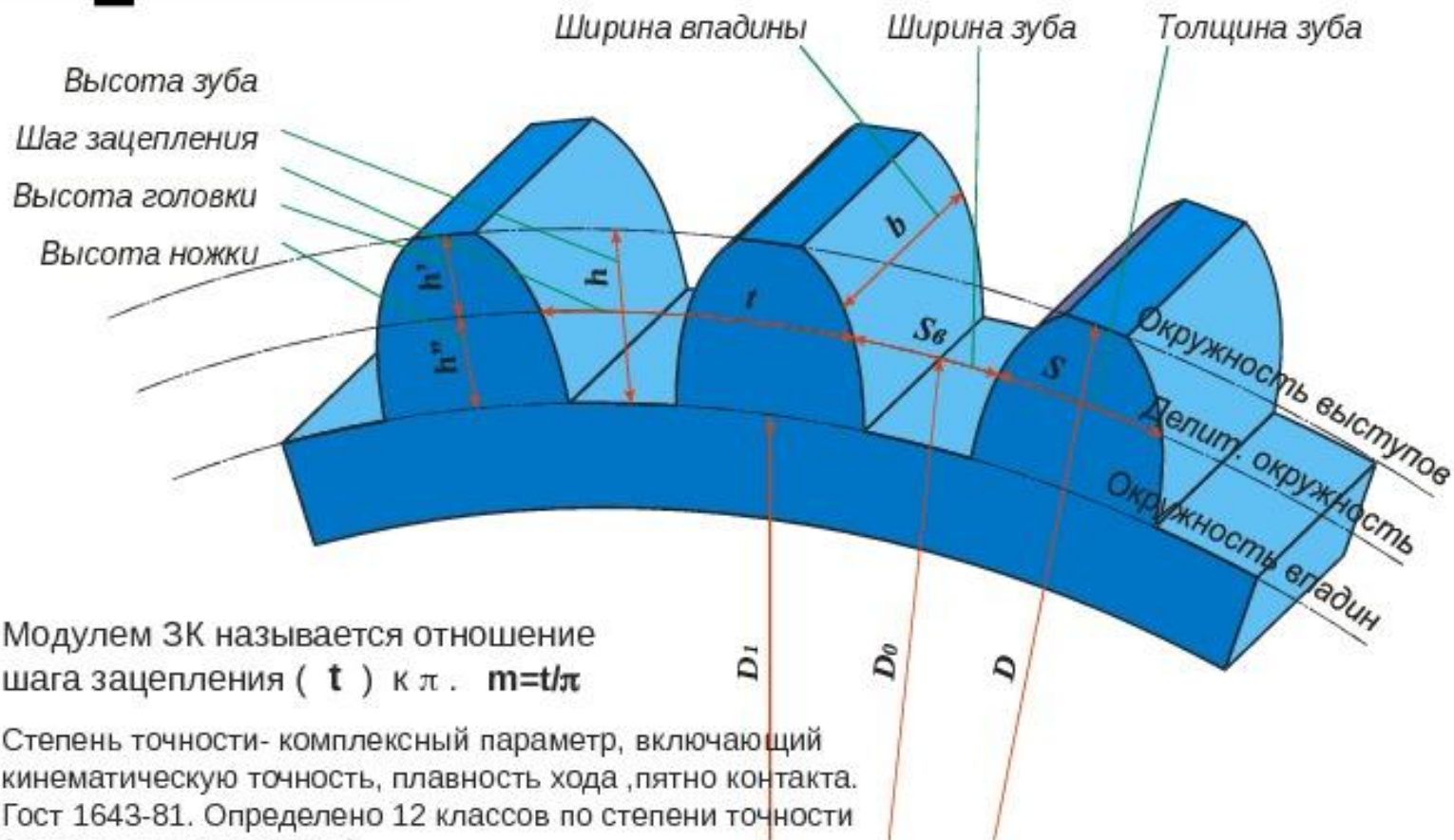
отверстия  
в диске



венец

обод

## Элементы зубчатого колеса и его характеристики



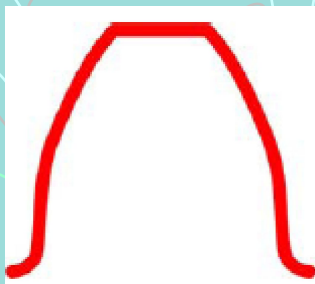
Модулем ЗК называется отношение шага зацепления ( $t$ ) к  $\pi$ .  $m = t/\pi$

Степень точности- комплексный параметр, включающий кинематическую точность, плавность хода ,пятно контакта. Гост 1643-81. Определено 12 классов по степени точности ( 1-мах точность 12-min)

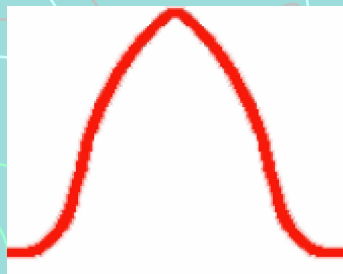




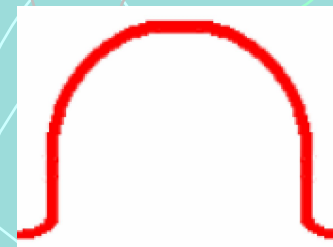
# Профили зубчатых колес



эвольвентный  
Новикова



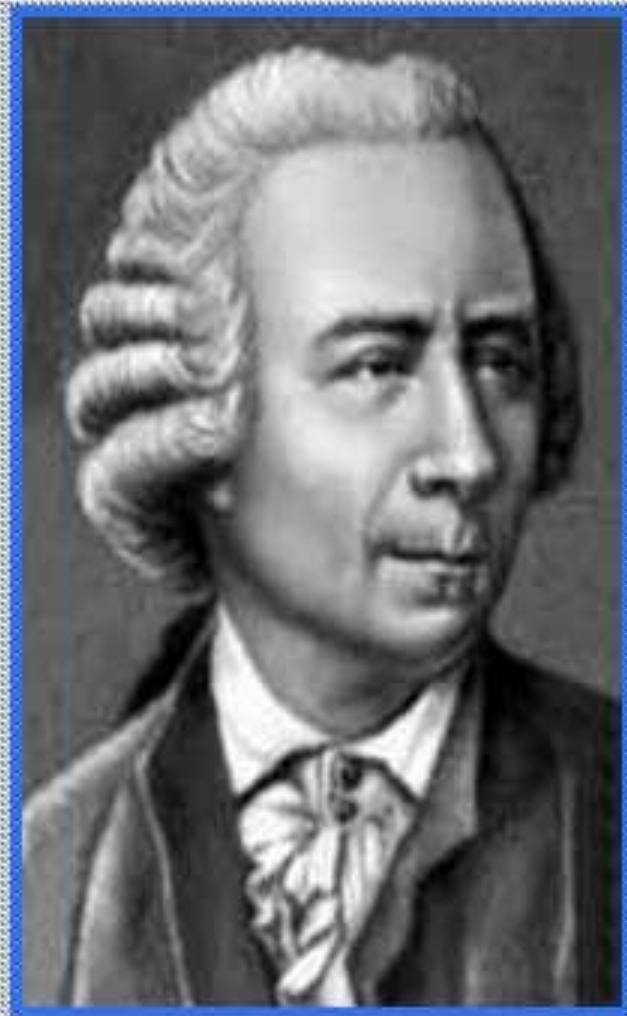
циклоидальный

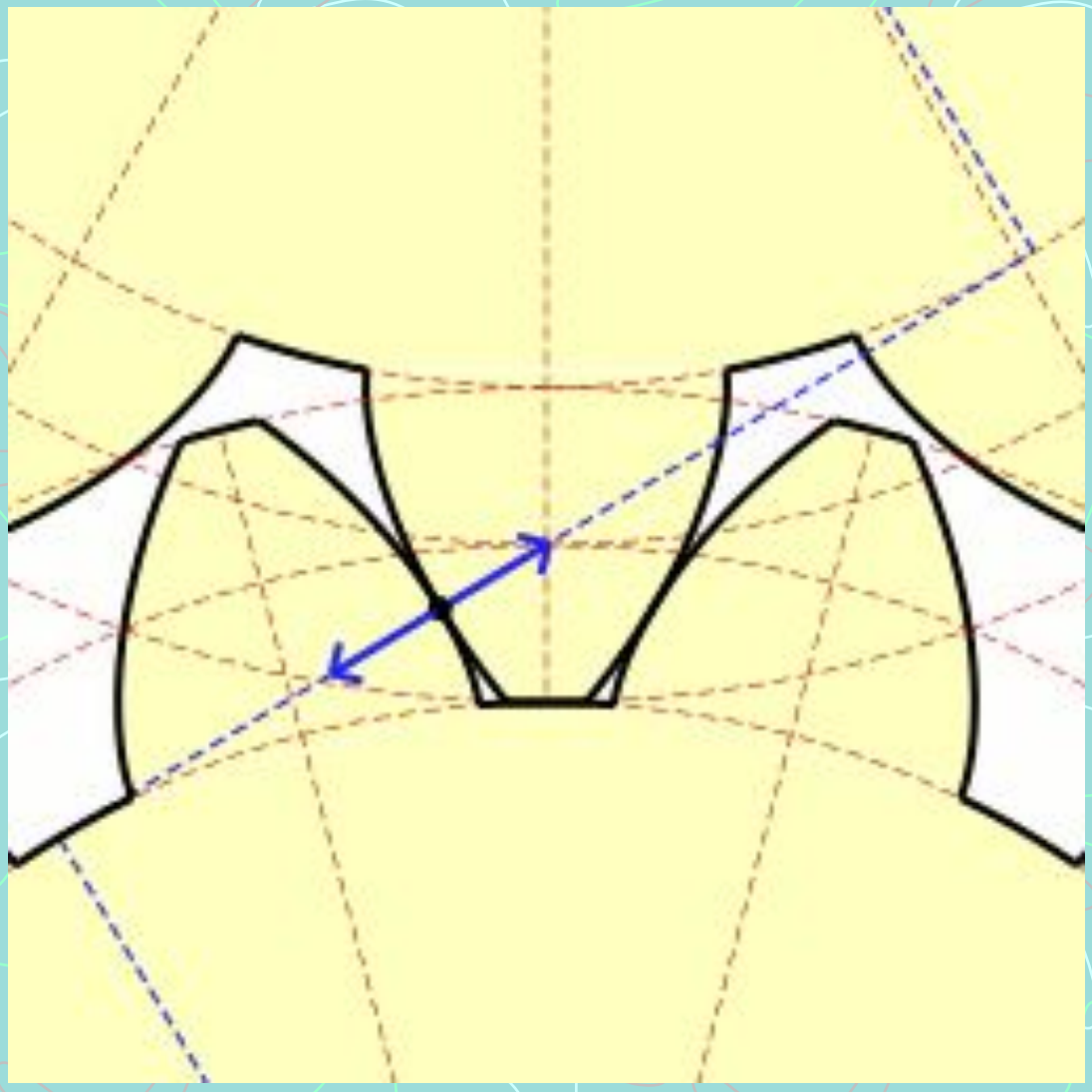
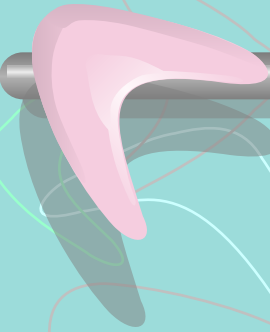
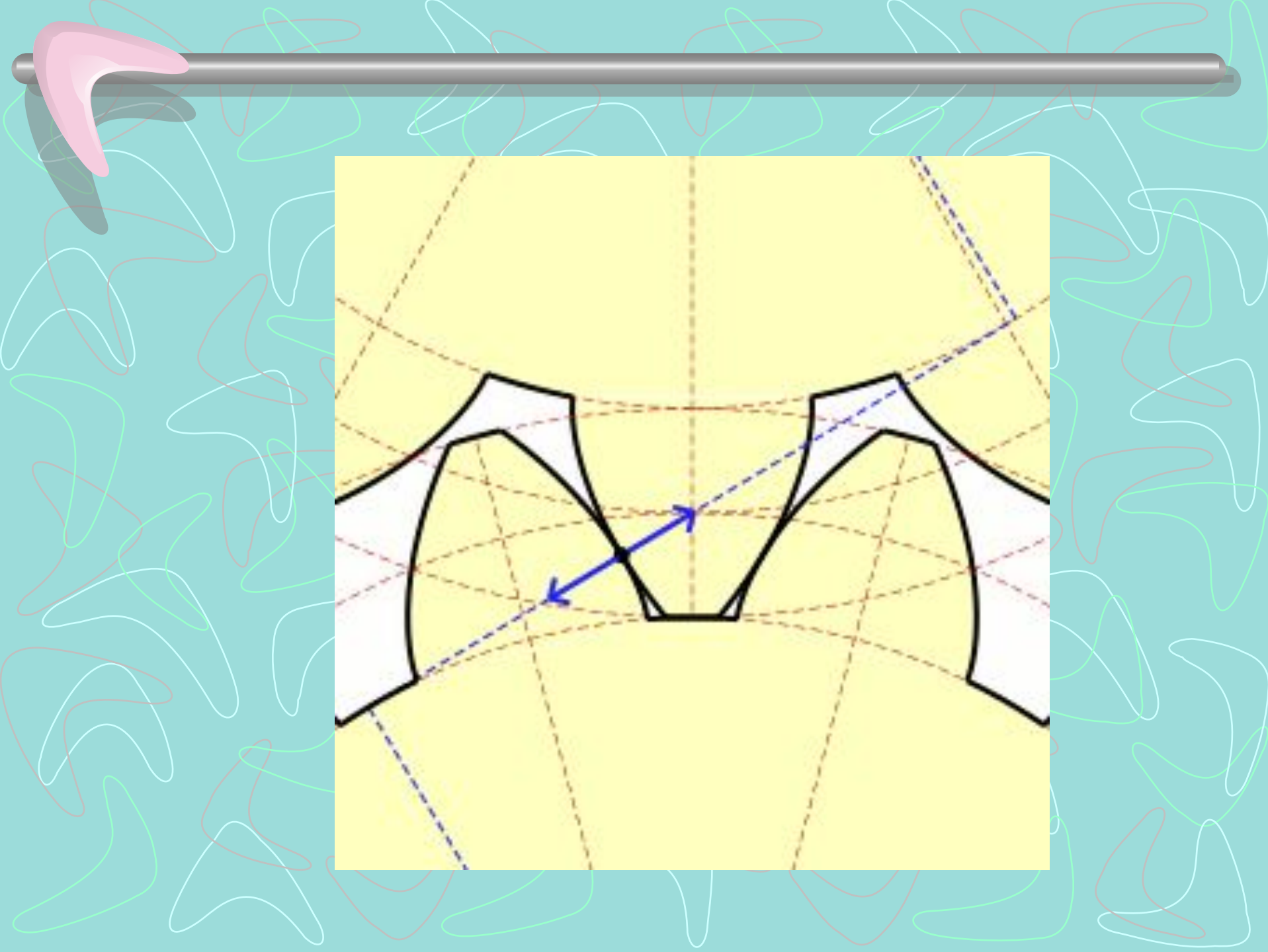


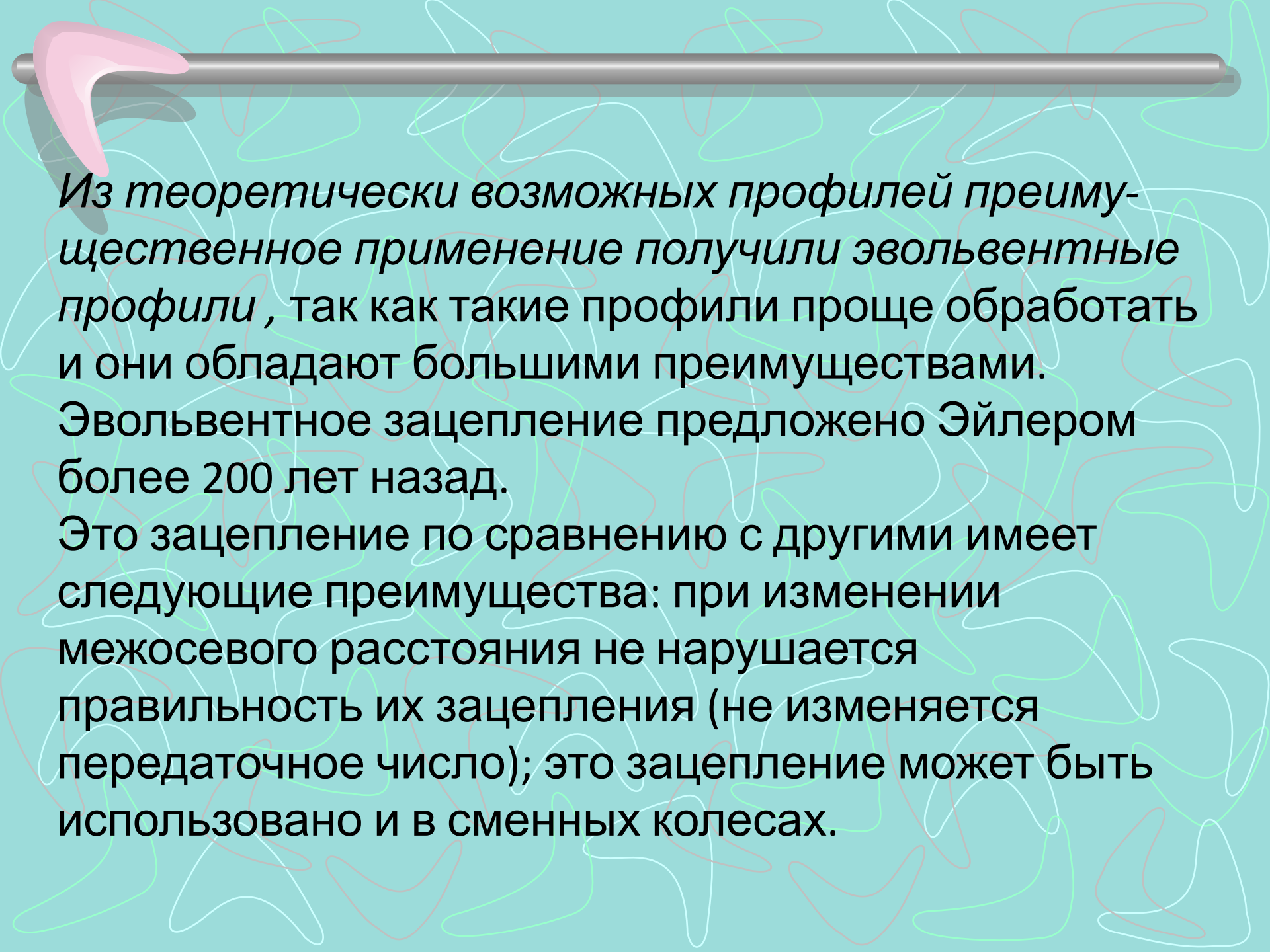
зацепление

## 2. Эвольвентный профиль

Выдающийся математик и механик **Л. Эйлер** (1707–1783), швейцарец по происхождению, тридцать лет жил и работал в России, **профессор**, а затем действительный член Петербургской академии наук, занимался вопросами практической механики, исследовал, в частности, различные профили зубьев зубчатых колес и **пришел к выводу**, что наиболее перспективный **профиль** — **эвольвентный**.





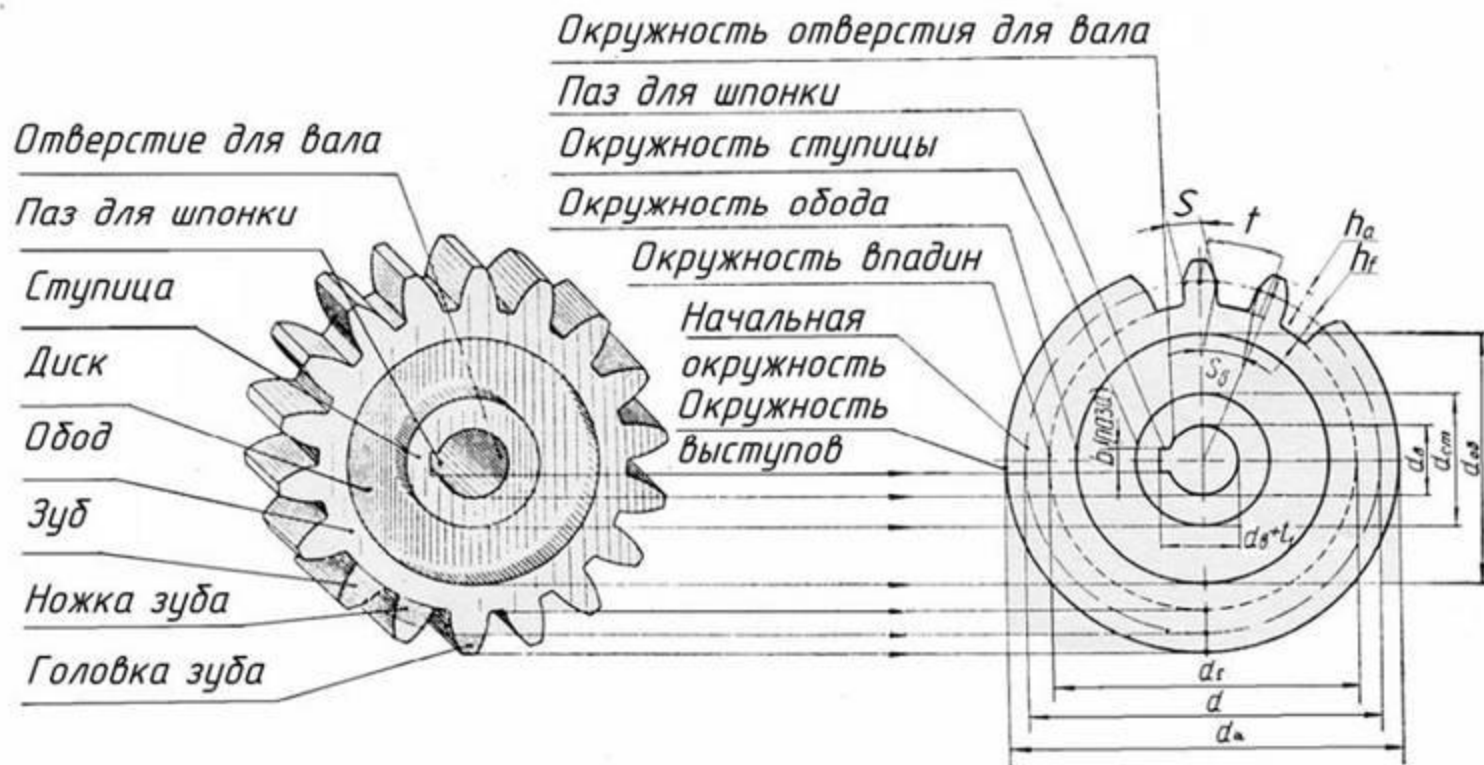


*Из теоретически возможных профилей преимущественное применение получили эвольвентные профили*, так как такие профили проще обработать и они обладают большими преимуществами.

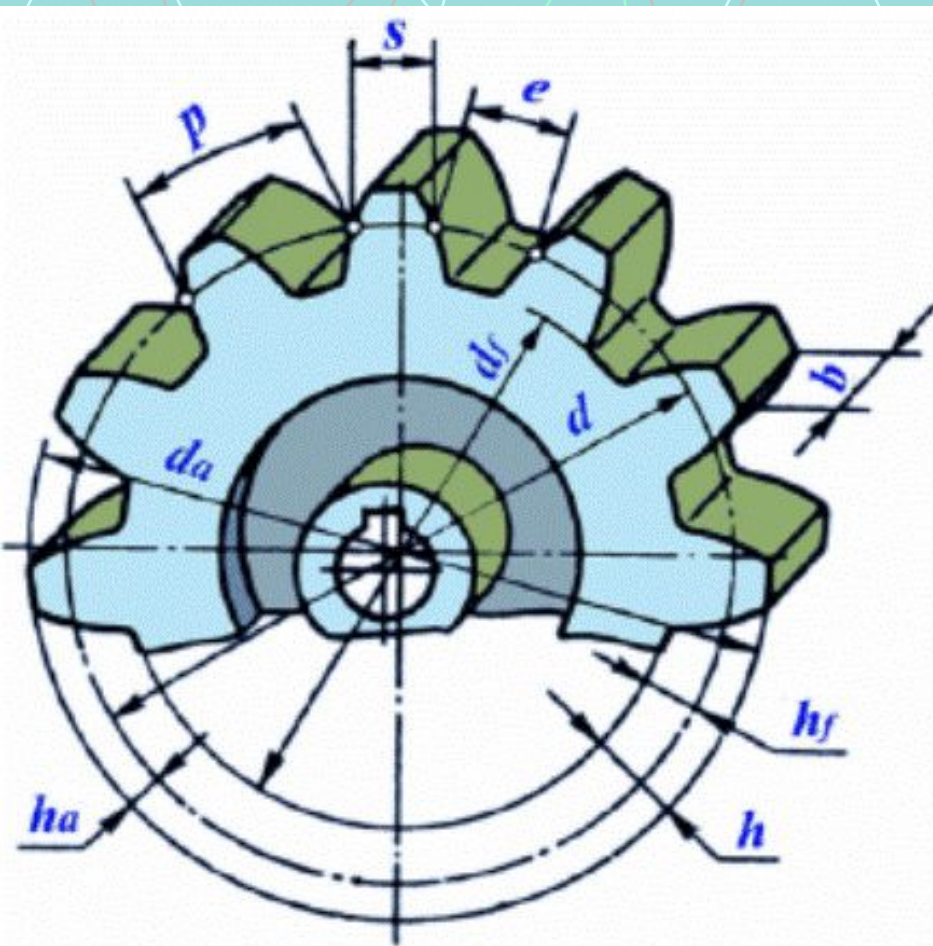
Эвольвентное зацепление предложено Эйлером более 200 лет назад.

Это зацепление по сравнению с другими имеет следующие преимущества: при изменении межосевого расстояния не нарушается правильность их зацепления (не изменяется передаточное число); это зацепление может быть использовано и в сменных колесах.

# Условные изображения элементов зубчатого колеса



# Основные параметры зубчатых колес:

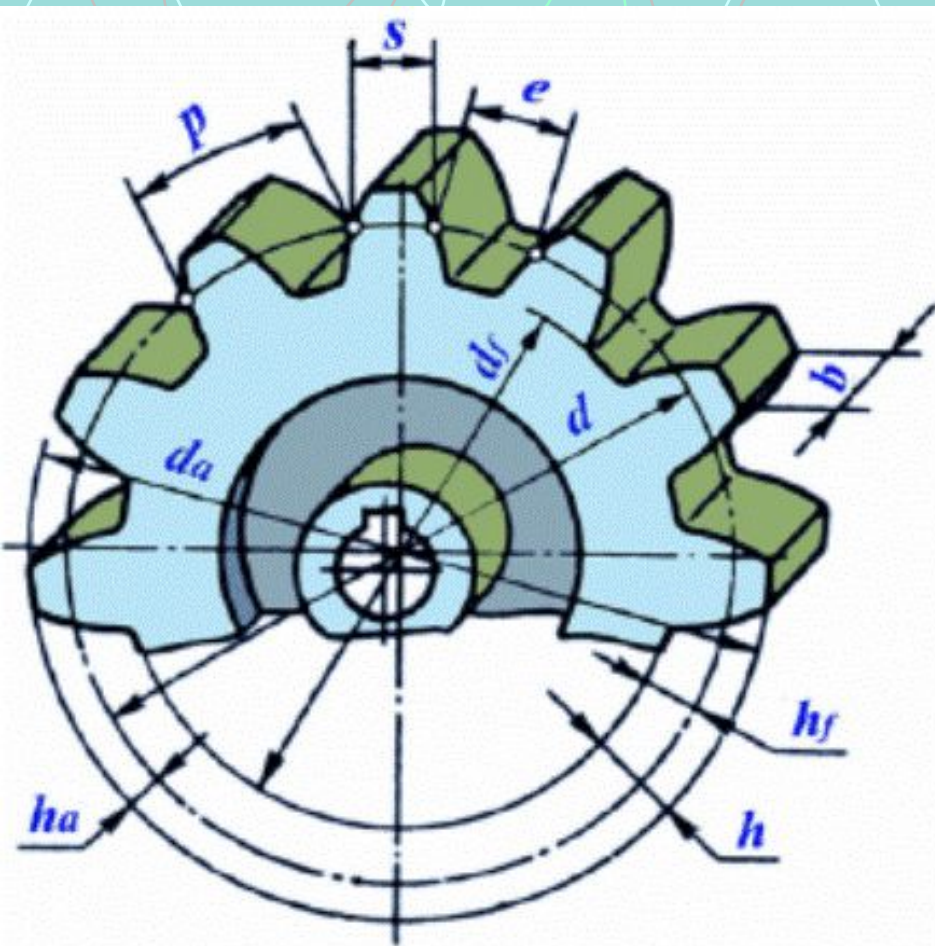


1. **Делительными окружностями** пары зубчатых колес называются соприкасающиеся окружности, катящиеся одна по другой без скольжения.

Эти окружности, находясь в зацеплении (в передаче), являются сопряженными.

На чертежах диаметр делительной окружности обозначают буквой **d**.

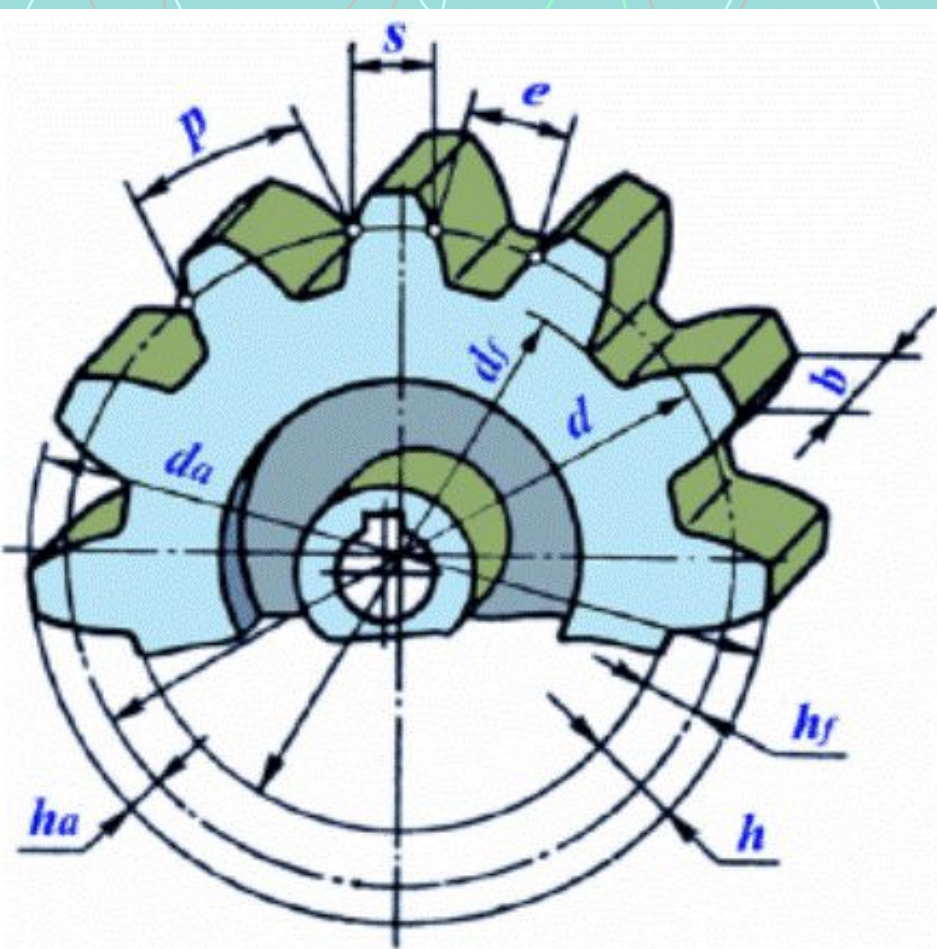
# Основные параметры зубчатых колес:



2. Диаметр окружности вершин зубьев  $d_a$  — диаметр окружности, ограничивающей вершины головок зубьев.

3. Диаметр окружности впадин зубьев  $d_f$  — диаметр окружности, проходящей через основания впадин зубьев.

# Основные параметры зубчатых колес:



**4. Высота делительной головки**

**зуба  $h_a$**  — расстояние между делительной окружностью колеса и окружностью вершин зубьев.

**5. Высота делительной ножки зуба**

**$h_f$**  — расстояние между делительной окружностью колеса и окружностью впадин.

**6. Высота зуба  $h$**  — расстояние между окружностями вершин зубьев и впадин цилиндрического зубчатого колеса

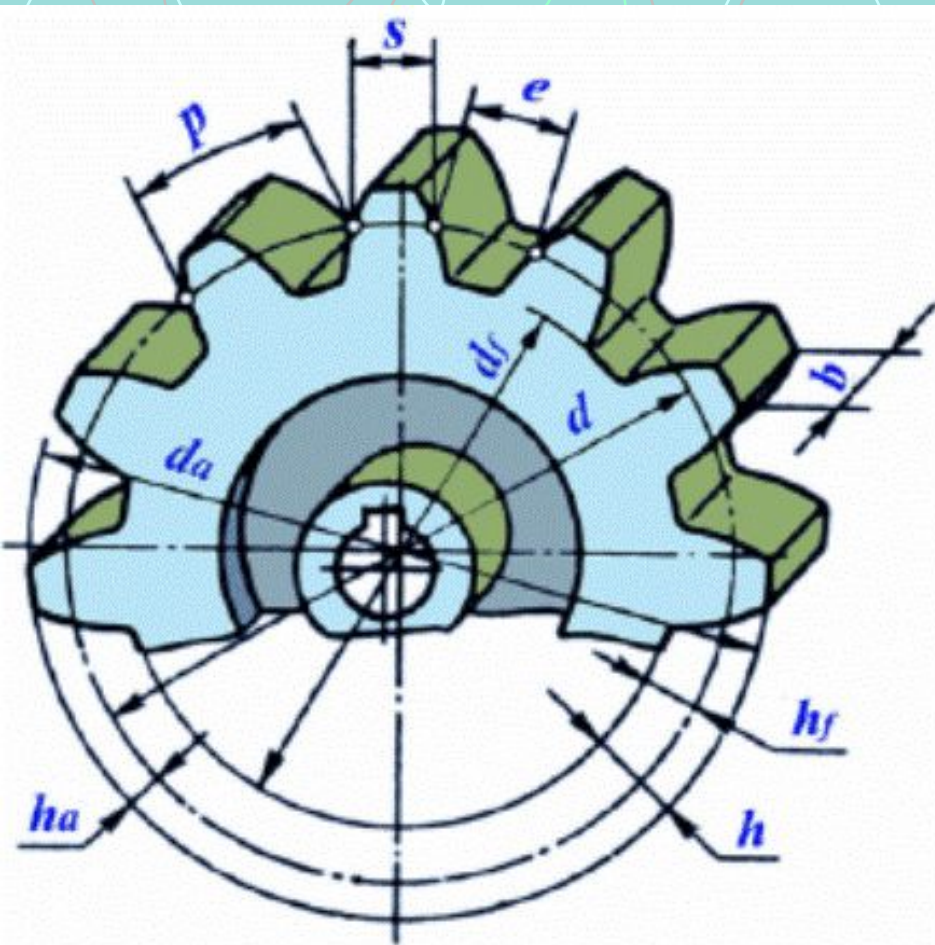
$$h = h_a + h_f$$



# Основные параметры зубчатых колес:

## 7. . . Окружной шаг зубьев $P_t$

— расстояние (мм) между одноименными профильными поверхностями соседних зубьев. Шаг зубьев, как нетрудно представить, равен делительной окружности, разделенной на число зубьев  $z$ .



# Основные параметры зубчатых колес:

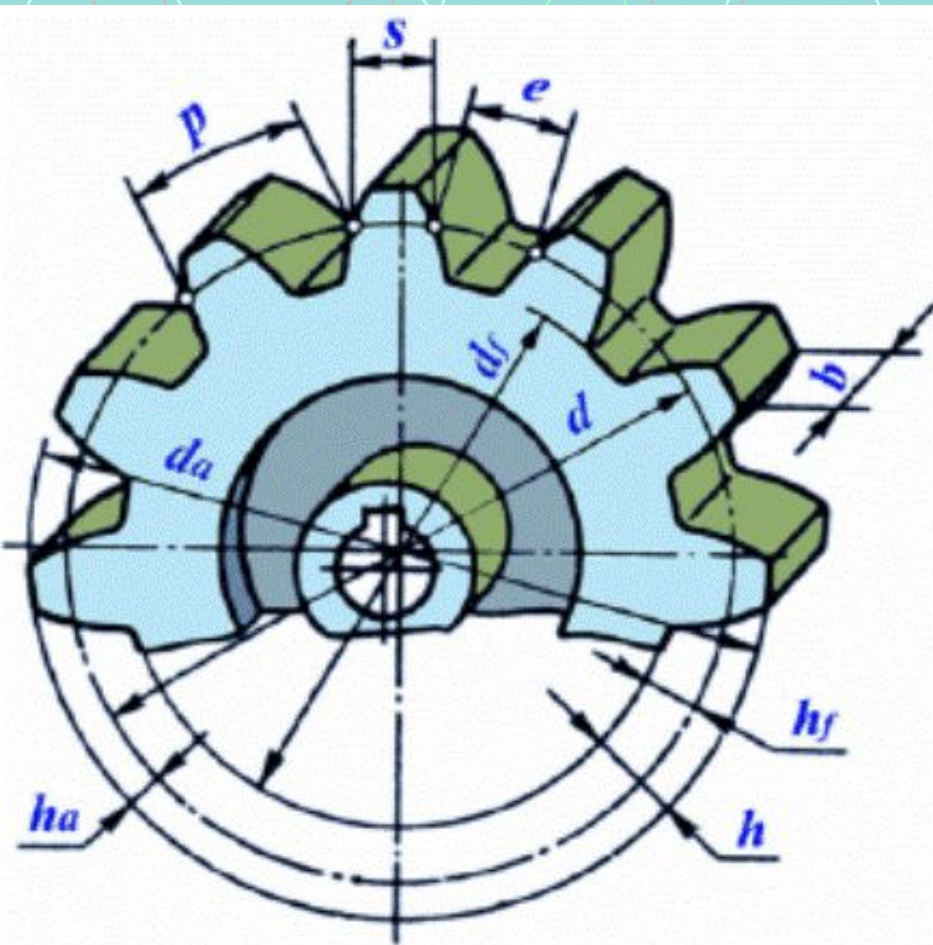
## 8. Модулем зубьев $m$

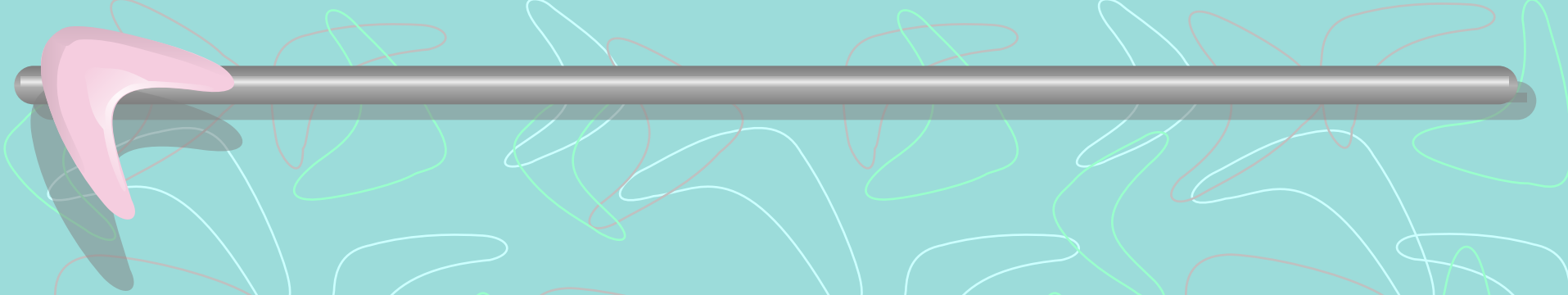
называется часть диаметра делительной окружности, приходящаяся на один зуб.

Модуль является основной характеристикой размеров зубьев. Для пары зацепляющихся-ся колес модуль должен быть одинаковым.

$$m = d/z$$

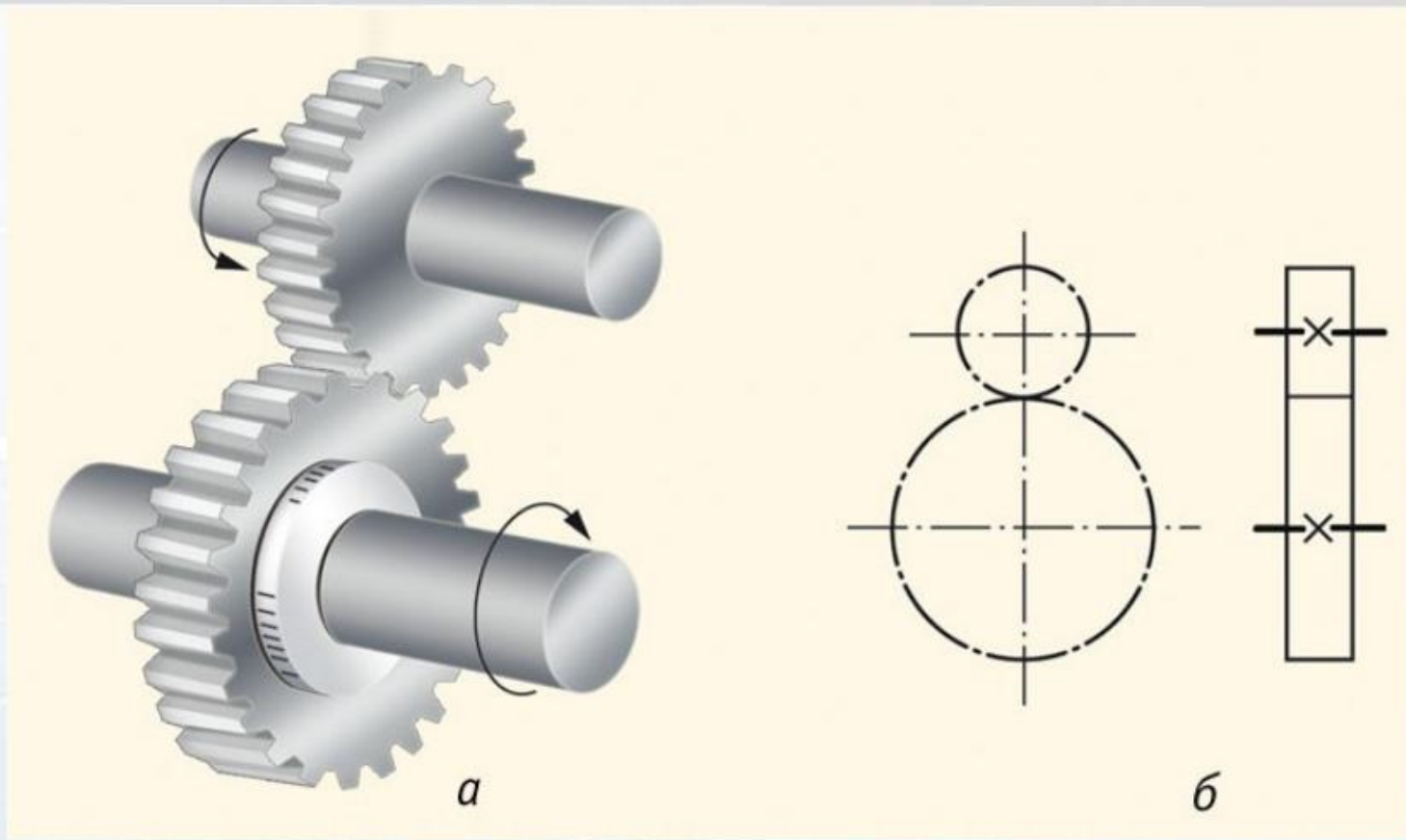
Значение модулей для всех передач — величина стандартизированная.





При конструировании механизма конструктор рассчитывает величину модуля для зубчатой передачи и, округлив, подбирает модуль по таблице стандартизированных величин. Затем он определяет величины остальных геометрических элементов зубчатого колеса.

## Условные изображения механизмов на кинематических схемах



Цилиндрическая зубчатая передача: а — наглядное изображение; б — изображение на кинематической схеме



**Спасибо за внимание.**

**Урок окончен!**