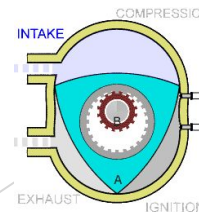
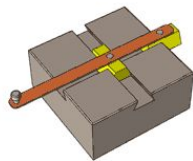
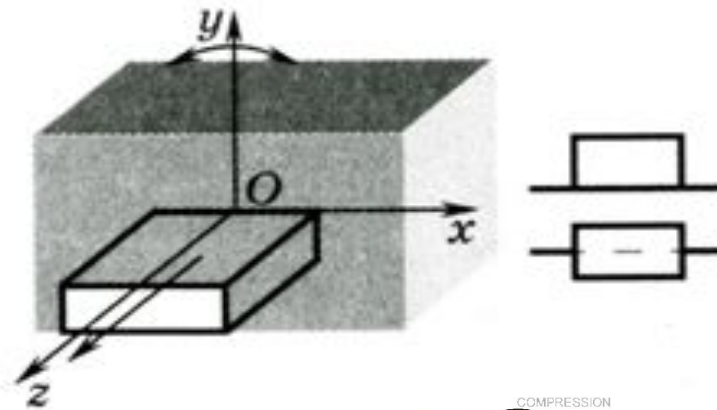
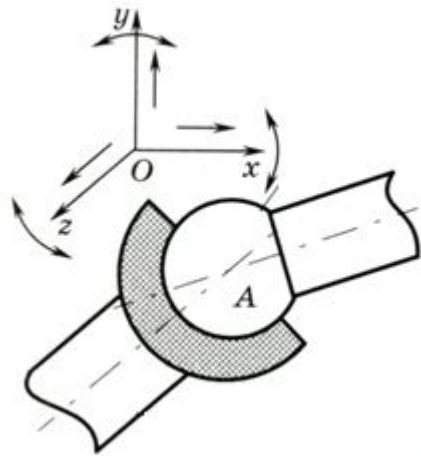


## Основные понятия и определения теории механизмов и машин



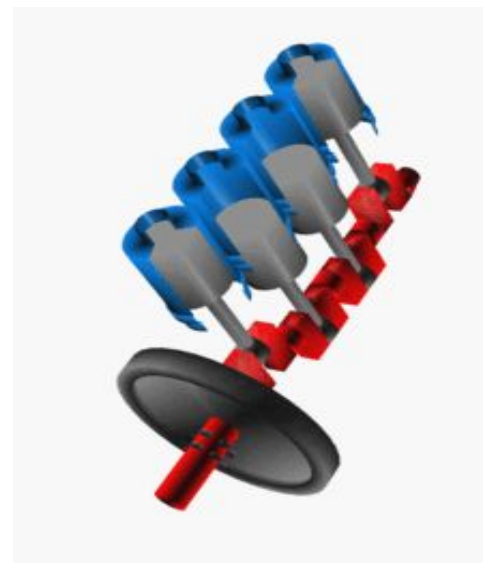
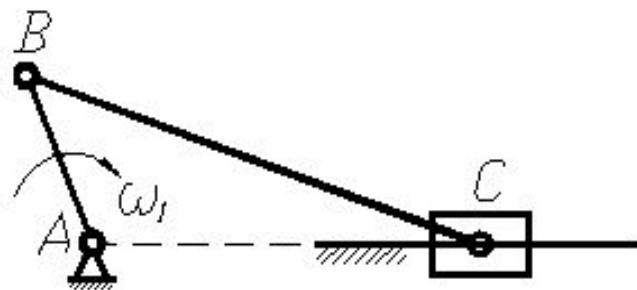
## Цель и задачи курса

**Теория механизмов и машин** - научная дисциплина (или раздел науки), которая изучает строение (структуру), кинематику и динамику механизмов в связи с их анализом и синтезом. (И.И.Артоболевский)

**Цель ТММ** - анализ и синтез типовых механизмов и их систем.

**Типовыми механизмами** будем называть простые механизмы, имеющие при различном функциональном назначении широкое применение в машинах, для которых разработаны типовые методы и алгоритмы синтеза и анализа.

Рассмотрим в качестве примера кривошипно-ползунный механизм. Этот механизм широко применяется в различных машинах: двигателях внутреннего сгорания, поршневых компрессорах и насосах, станках, ковочных машинах и прессах.



*Рисунок 1*

В каждом варианте функционального назначения при проектировании необходимо учитывать специфические требования к механизму.

Однако математические зависимости, описывающие структуру, геометрию, кинематику и динамику механизма при всех различных применениях будут практически одинаковыми.

Главное или основное отличие ТММ от учебных дисциплин изучающих методы проектирования специальных машин в том, что ТММ основное внимание уделяет изучению методов синтеза и анализа, общих для данного вида механизма, независящих от его конкретного функционального назначения.

Специальные дисциплины изучают проектирование только механизмов данного конкретного назначения, уделяя основное внимание специфическим требованиям. При этом широко используются и общие методы синтеза и анализа, которые изучаются в курсе ТММ.

## Краткая историческая справка

Как самостоятельная научная дисциплина ТММ, подобно другим прикладным разделам науки, возникла в результате промышленной революции начало которой относится к 30-м годам XVIII века.

В истории развития ТММ можно условно выделить четыре периода:

*1-й период до начала XIX века* - период эмпирического машиностроения в течение которого изобретается большое количество простых машин и механизмов: подъемники, мельницы, камнедробилки, ткацкие и токарные станки, паровые машины (Леонардо да Винчи, Вейст, Ползунов, Уатт).

## Одновременно закладываются и основы теории:

- теорема об изменении кинетической энергии;
- “золотое правило механики”;
- законы трения;
- понятие о передаточном отношении;
- основы геометрической теории циклоидального и эвольвентного зацепления : (Карно, Кулон, Амонтон, Кадано Дж., Ремер, Эйлер).

*2-й период от начала до середины XIX века* - период начала развития ТММ .

В это время разрабатываются такие разделы:

-кинематическая геометрия механизмов (Савари, Шаль, Оливье);

-кинетостатика (Кариолис);

-расчёт маховика (Понселе);

-классификация механизмов по функции преобразования движения (Монж, Лану) и другие разделы.

-пишутся первые научные монографии по механике машин (Виллис, Бориньи);

-читаются первые курсы лекций по ТММ и издаются первые учебники (Бетанкур, Чижов, Вейсбах).

*3-й период от второй половины XIX века до начала XX века* - период фундаментального развития ТММ.

За этот период разработаны:

- основы структурной теории (Чебышев, Грюблер, Со-мов, Малышев);
- основы теории регулирования машин (Вышнеградский);
- основы теории гидродинамической смазки (Грюблер),
- основы аналитической теории зацепления (Оливье, Гохман);
- основы графоаналитической динамики (Виттенбауэр, Мерцалов);
- структурная классификация и структурный анализ (Ассур);
- метод планов скоростей и ускорений (Мор, Манке),
- правило проворачиваемости механизма (Грасгоф) и многие другие разделы ТММ.



*4-й период от начала XX века до настоящего времени* - период интенсивного развития всех направлений ТММ как в России, так и за рубежом.

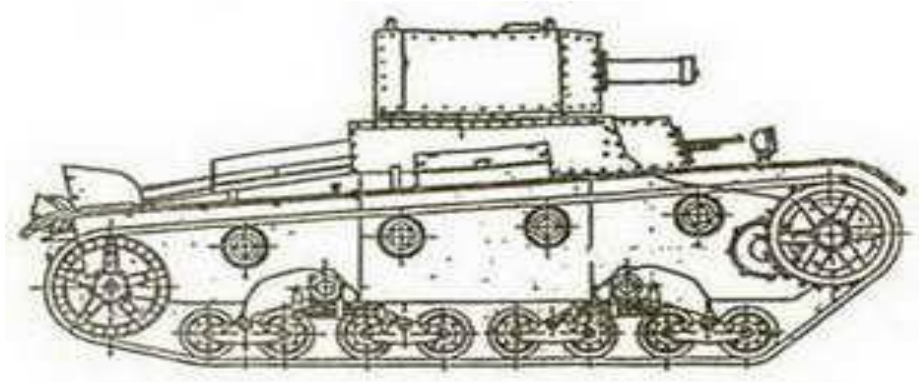
Среди русских ученых необходимо отметить обобщающие работы Артоболевского И.И., Левитского Н.И., Фролова К.В.; в области структуры механизмов - работы Малышева, Решетова Л.Н., Озола О.Г.; по кинематике механизмов - работы Колчина Н.И., Смирнова Л.П., Зиновьева В.А.; по геометрии зубчатых передач - работы Литвина Ф.Л., Кетова Х.Ф., Гавриленко В.А., Новикова М.Л.; по динамике машин и механизмов - Горячкин В.П., Кожевников С.Н., Коловский М.З. и др. Данное перечисление не охватывает и малой доли работ выдающихся ученых, внесших существенный вклад в развитие ТММ в этот период. Из зарубежных ученых необходимо отметить работы Альта Х., Бегельзака Г., Бейера Р., Крауса Р., Кросли Ф. и многих других.

# Основные разделы курса ТММ

- структура механизмов и машин;
- геометрия механизмов и их элементов;
- кинематика механизмов;
- динамика машин и механизмов.

# Машины и их классификация

Машина – техническое устройство, выполняющее преобразование энергии, материалов и информации с целью облегчения физического и умственного труда человека, повышения его качества и производительности.



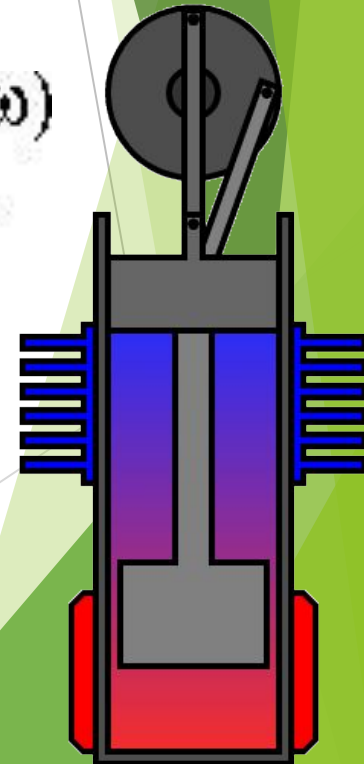
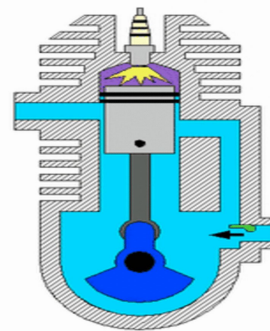
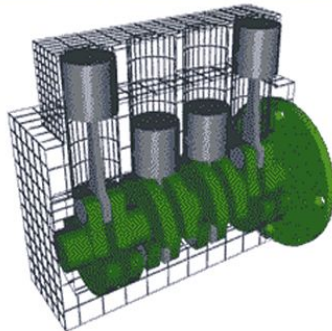
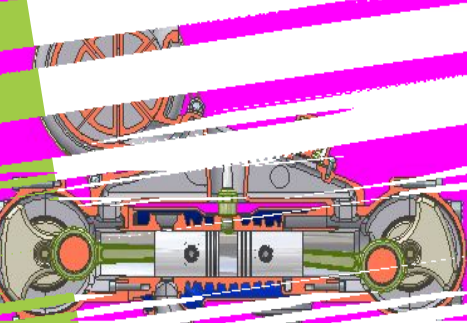
Существуют следующие *виды машин*:

**1. Энергетические машины** - преобразующие энергию одного вида в энергию другого вида. Эти машины бывают двух разновидностей:

**а) Двигатели** (рис.1.2), которые преобразуют любой вид энергии в механическую (например, электродвигатели преобразуют электрическую энергию, двигатели внутреннего сгорания преобразуют энергию расширения газов при сгорании в цилиндре).



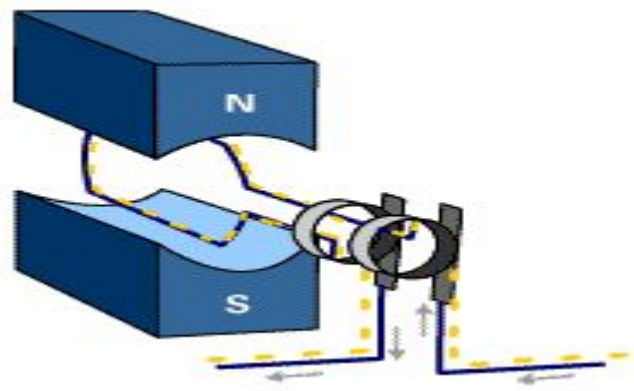
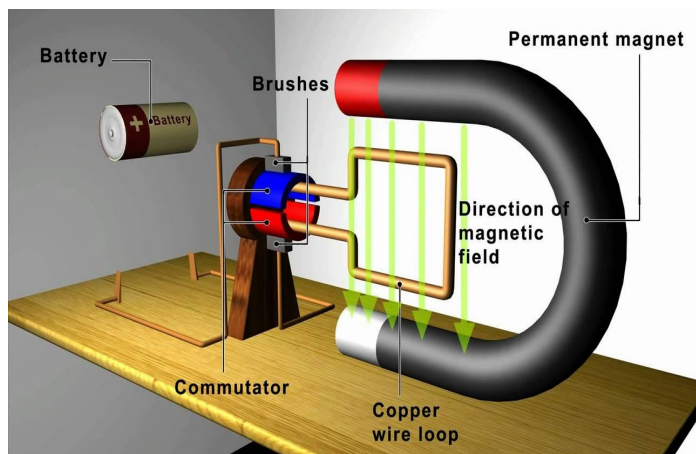
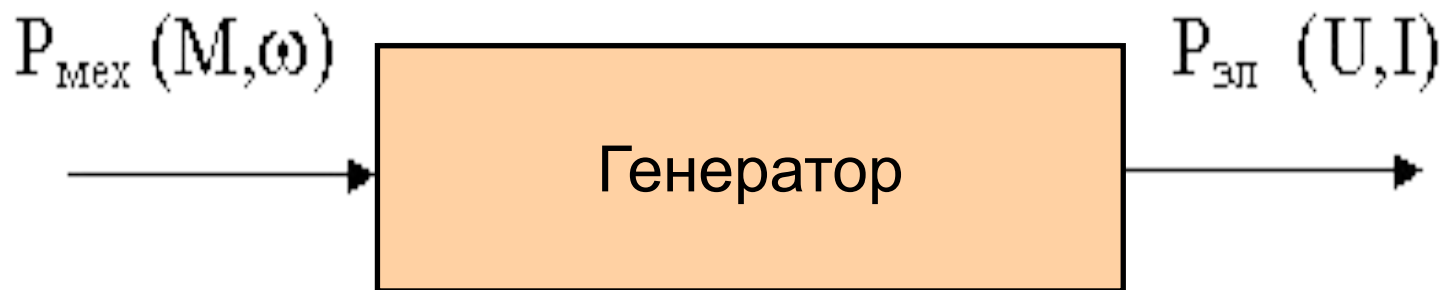
HowStuffWorks - Motores de carros



www.hsw.com.br

Рисунок 1.2

**б) Генераторы** (рис.1.3), которые преобразуют механическую энергию в энергию другого вида (например, электрогенератор преобразует механическую энергию паровой или гидравлической турбины в электрическую).



*Рисунок 1.3*

**2. Рабочие машины** - машины использующие механическую энергию для совершения работы по перемещению и преобразованию материалов.

Эти машины тоже имеют *две разновидности*:

**а) Транспортные машины**, которые используют механическую энергию для изменения положения объекта (его координат) (рис.1.4).



Рисунок 1.4

б) Технологические машины, использующие механическую энергию для преобразования формы, свойств и состояния объекта (рис.1.5).



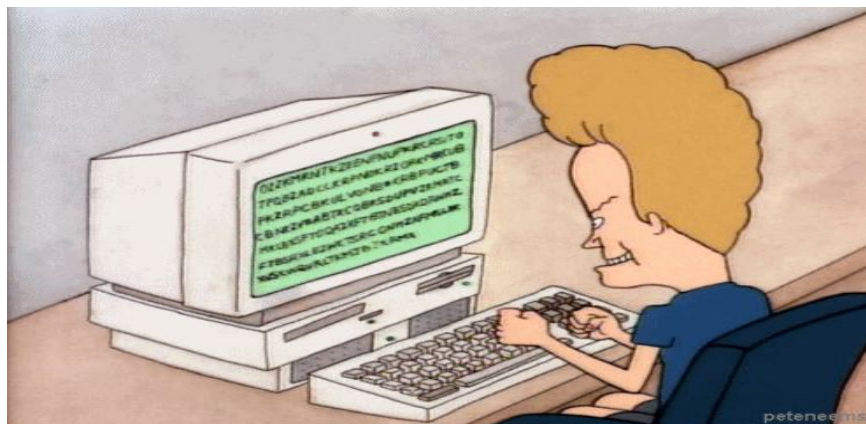
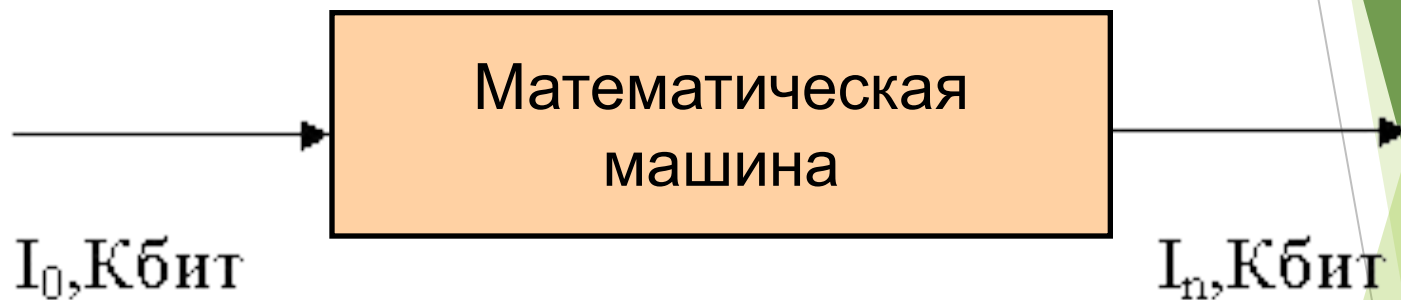
*Рисунок 1.5*



**3. Информационные машины** - машины, предназначенные для обработки и преобразования информации.

Они подразделяются на:

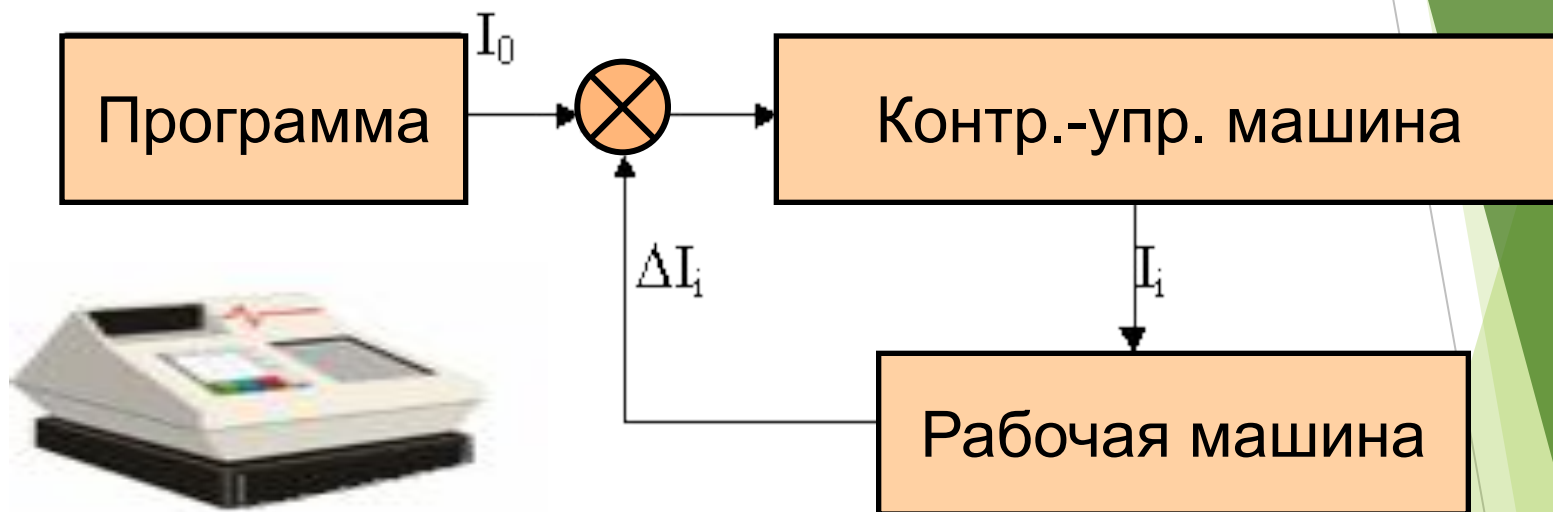
**а) Математические машины** (рис.1.6), преобразующие входную информацию в математическую модель исследуемого объекта.



**Рисунок 1.6**

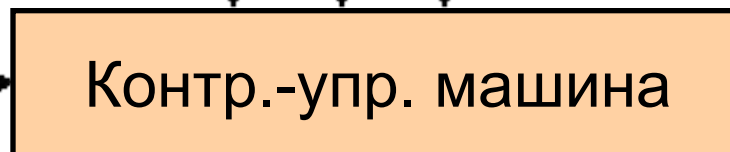
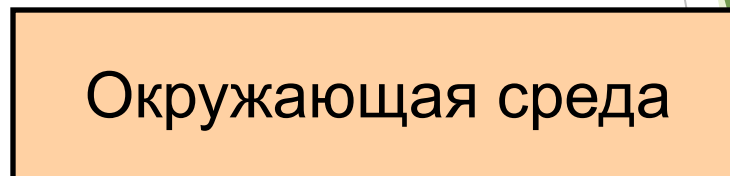


**б) Контрольно-управляющие машины** (рис.1.7), преобразующие входную информацию (программу) в сигналы управления рабочей или энергетической машиной.



*Рисунок 1.7*

4. Кибернетические машины (рис.1.8) - машины управляющие рабочими или энергетическими машинами, которые способны изменять программу своих действий в зависимости от состояния окружающей среды (т.е. машины обладающие элементами искусственного интеллекта).



*Рисунок 1.8*

# Понятие о машинном агрегате

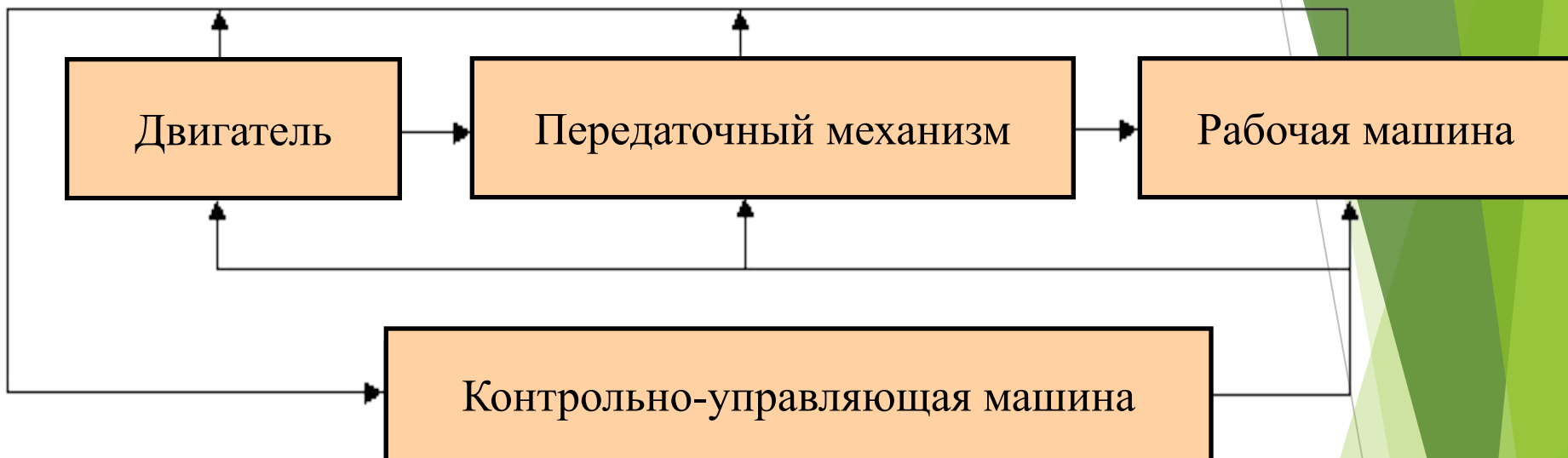
Машинным агрегатом называется техническая система, состоящая из одной или нескольких соединенных последовательно или параллельно машин и предназначенная для выполнения каких-либо требуемых функций.

Обычно в состав машинного агрегата входят: *двигатель, передаточный механизм и рабочая или энергетическая машина.*

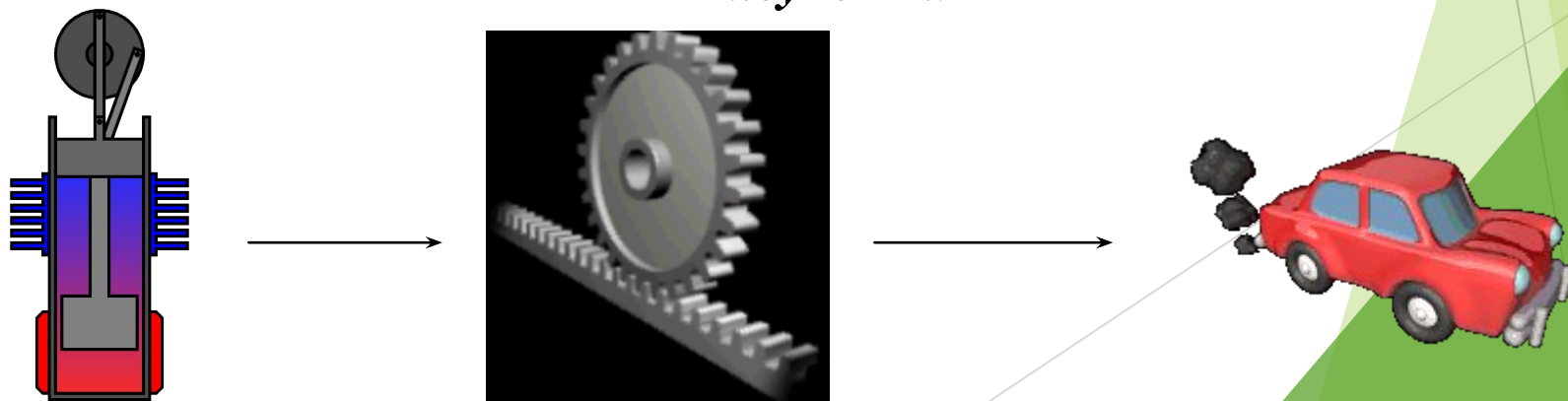
В настоящее время в состав машинного агрегата часто включается контрольно-управляющая или кибернетическая машина.

Передаточный механизм в машинном агрегате необходим для согласования механических характеристик двигателя с механическими характеристиками рабочей или энергетической машины.

# Схема машинного агрегата



*Рисунок 1.9*

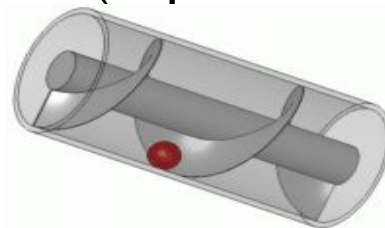
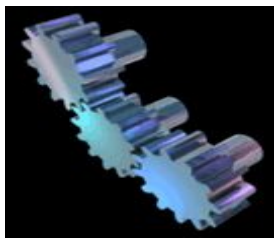


# Механизм и его элементы

В учебной литературе используются несколько определений механизма:

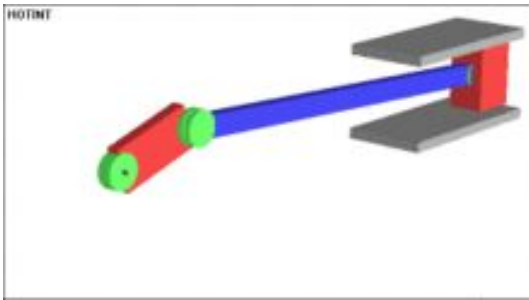
*Первое:* **Механизм** - система твердых тел, предназначенная для передачи и преобразования заданного движения одного или нескольких тел в требуемые движения других твердых тел (Левитский Н.И.).

*Второе:* **Механизм** - кинематическая цепь, в состав которой входит неподвижное звено (стойка) и число степеней свободы которой равно числу обобщенных координат, характеризующих положение цепи относительно стойки (Фролов К.В., 1987 г.).



*Третье:* **Механизм** - устройство для передачи и преобразования движений и энергий любого рода (Бейер Р.).

*Четвертое:* **Механизм** - система твердых тел, подвижно связанных путем соприкосновения и движущихся определенным, требуемым образом относительно одного из них, принятого за неподвижное (Фролов К.В., 1998г).



Недостатками этих определений являются:

- первое не отражает способности механизма преобразовывать не только движение, но и силы;
- второе не содержит указания выполняемой механизмом функции.

Оба определения входят в противоречия с определением технической системы.

Учитывая сказанное, дадим следующую формулировку понятия механизм:

**Механизм** - система, состоящая из звеньев и кинематических пар, образующих замкнутые или разомкнутые цепи, которая предназначена для передачи и преобразования перемещений входных звеньев и приложенных к ним сил в требуемые перемещения и силы на выходных звеньях.

В этих определениях:

**Звено** - твёрдое тело или система жестко связанных тел, входящих в состав механизма.

**Кинематическая цепь** - система звеньев, образующих между собой кинематические пары.

**Кинематическая пара** - подвижное соединение двух звеньев, допускающее их определенное относительное движение.

**Стойка** - звено, которое при исследовании механизма принимается за неподвижное.



**Число степеней свободы или подвижность механизма** - число независимых обобщенных координат однозначно определяющее положение всех его звеньев на плоскости или в пространстве.

**Входные звенья** - звенья, которым сообщается заданное движение и соответствующие силовые факторы (силы или моменты);

**Выходные звенья** - те, на которых получают требуемое движение и силы.

**Начальное звено** - звено, координата которого принята за обобщенную.

**Начальная кинематическая пара** - пара, относительно положение звеньев в которой принято за обобщенную координату.

# Классификация механизмов

Механизмы классифицируются по следующим признакам:

## **1. По области применения и функциональному назначению:**

- механизмы летательных аппаратов;
- механизмы станков;
- механизмы кузнечных машин и прессов;
- механизмы двигателей внутреннего сгорания;
- механизмы промышленных роботов (манипуляторы);
- механизмы компрессоров;
- механизмы насосов и т.д.

## 2. По виду передаточной функции на механизмы:

- с постоянной передаточной функцией;
- с переменной передаточной функцией;
- с нерегулируемой (синусные, тангенсные);
- с регулируемой;
- со ступенчатым регулированием (коробки передач).

### **3. По движению и расположению звеньев в пространстве:**

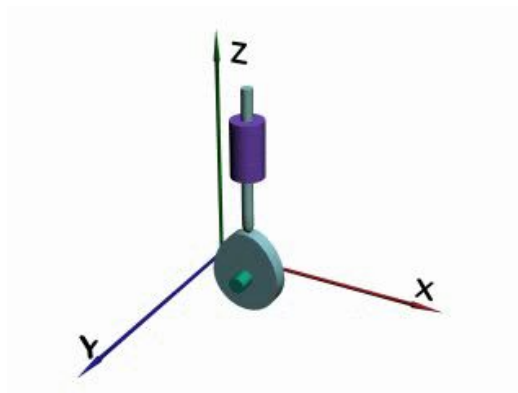
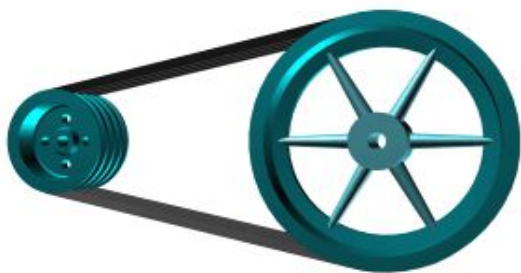
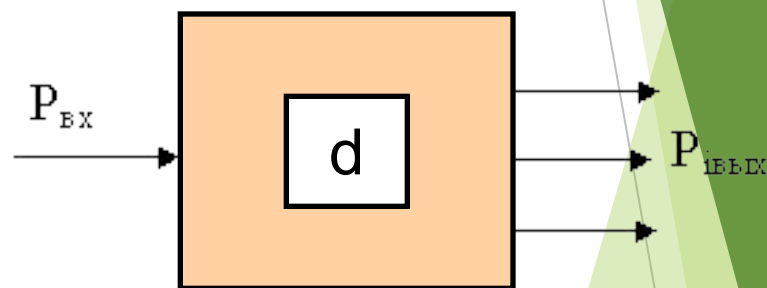
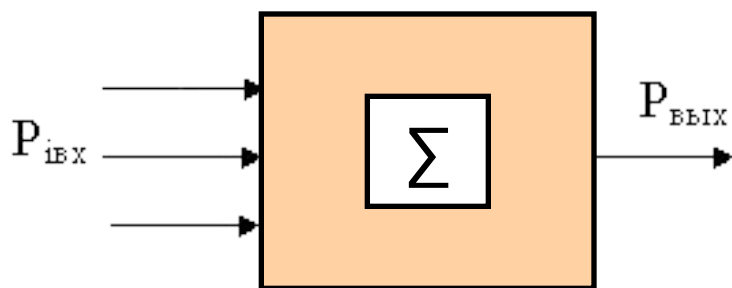
- а) пространственные;
- б) плоские;
- в) сферические.

### **4. По изменяемости структуры механизма на механизмы:**

- а) с неизменяемой структурой;
- б) с изменяемой структурой.

## 5. По числу подвижностей механизма:

- с одной подвижностью  $W=1$ ;
- с несколькими подвижностями  $W>1$ ;
- суммирующие (интегральные);
- разделяющие (дифференциальные).



## **6. По виду кинематических пар (КП):**

- с низшими КП (все КП механизма низшие);
- с высшими КП (хотя бы одна КП высшая);
- шарнирные (все КП механизма вращательные - шарниры).

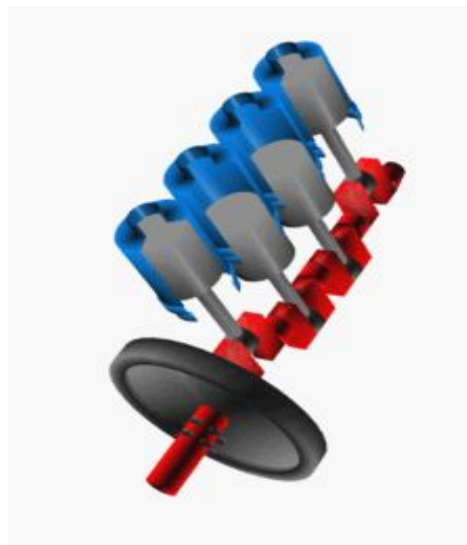
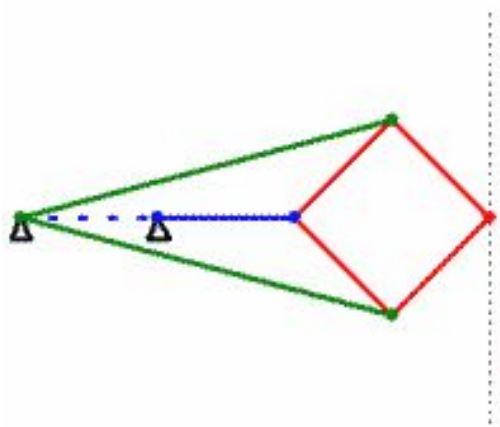
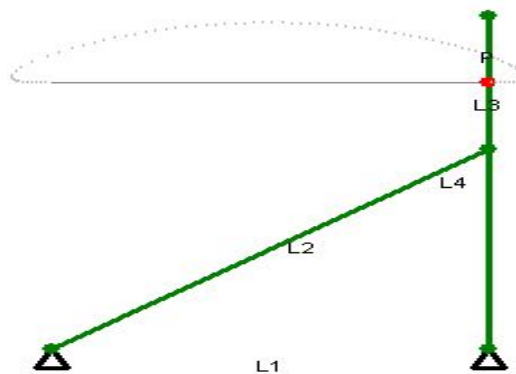
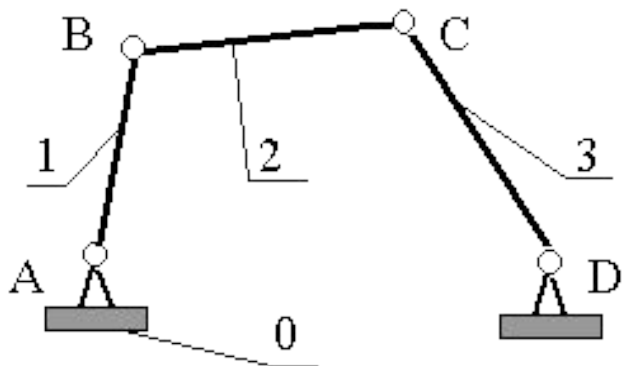
## **7. По способу передачи и преобразования потока энергии:**

- фрикционные (сцепления);
- зацеплением;
- волновые (создание волновой деформации);
- импульсные.

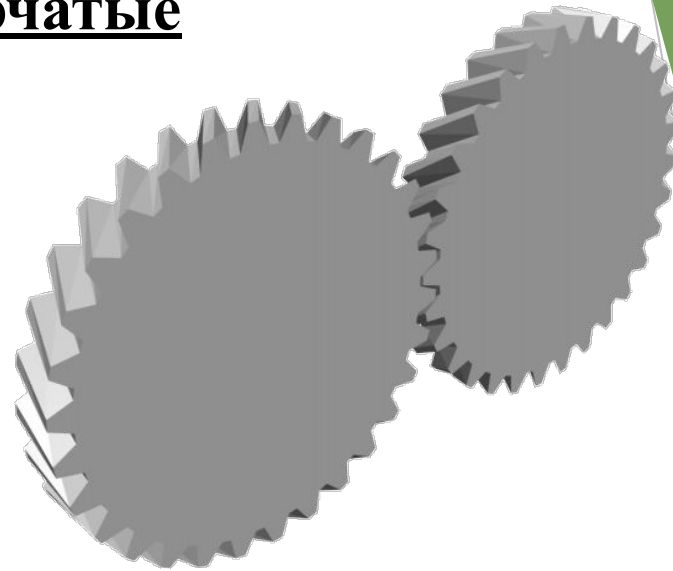
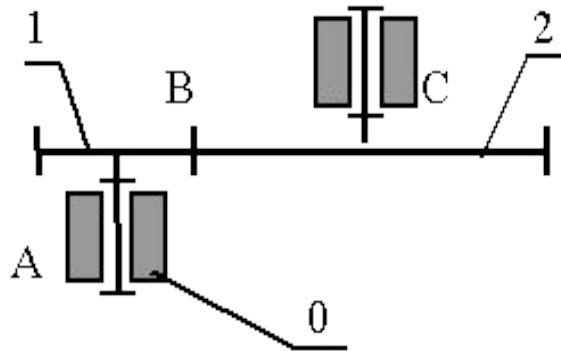
# 8. По форме, конструктивному исполнению и движению звеньев:

## звеньев:

### а) Рычажные

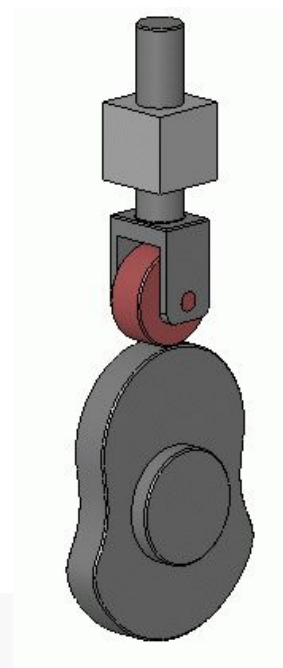
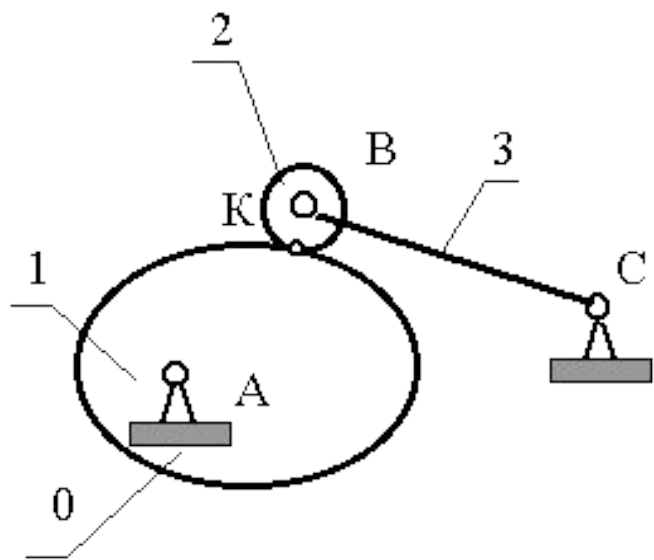


## б) Зубчатые

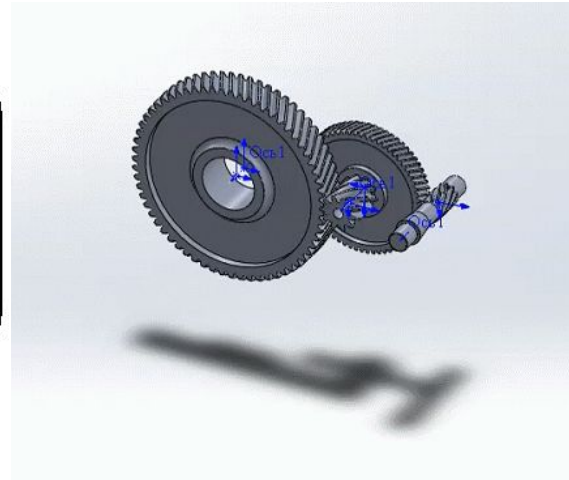
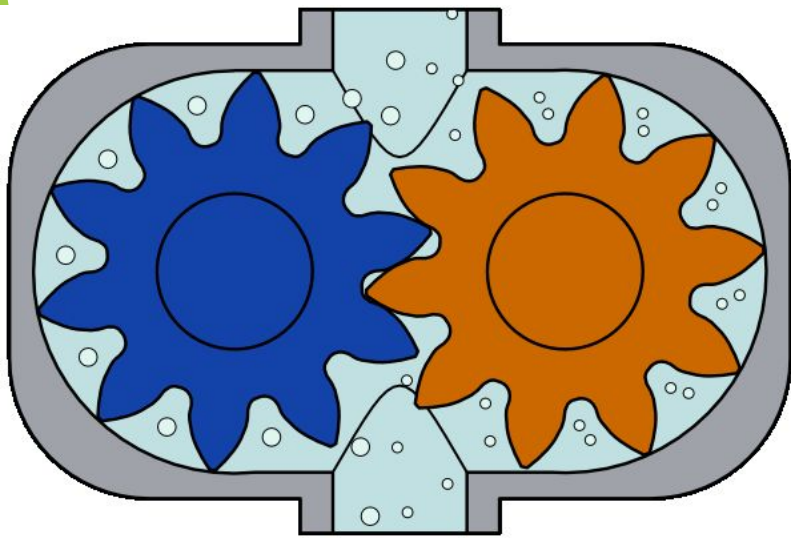
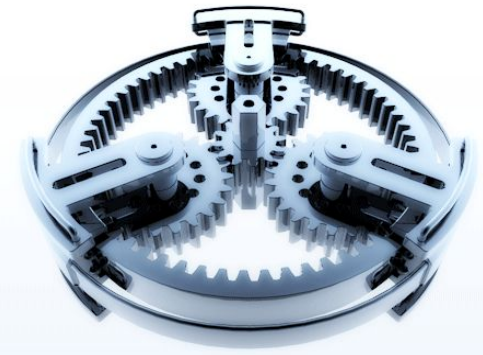
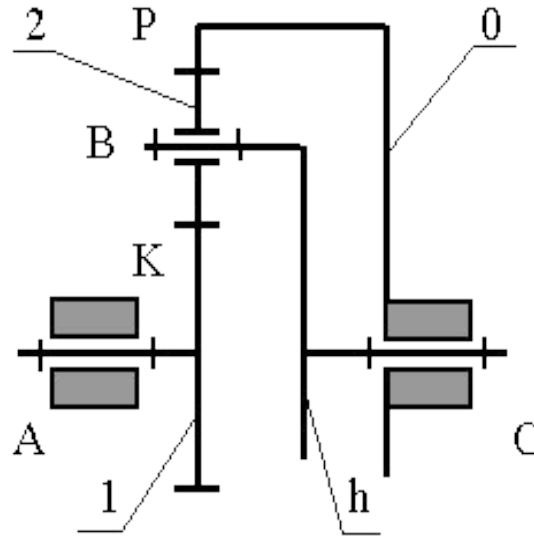
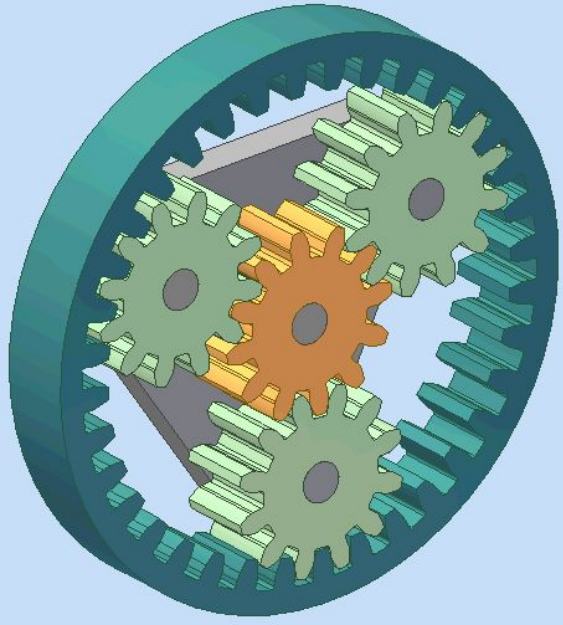




# В) ШТАБЧКОВЫЕ

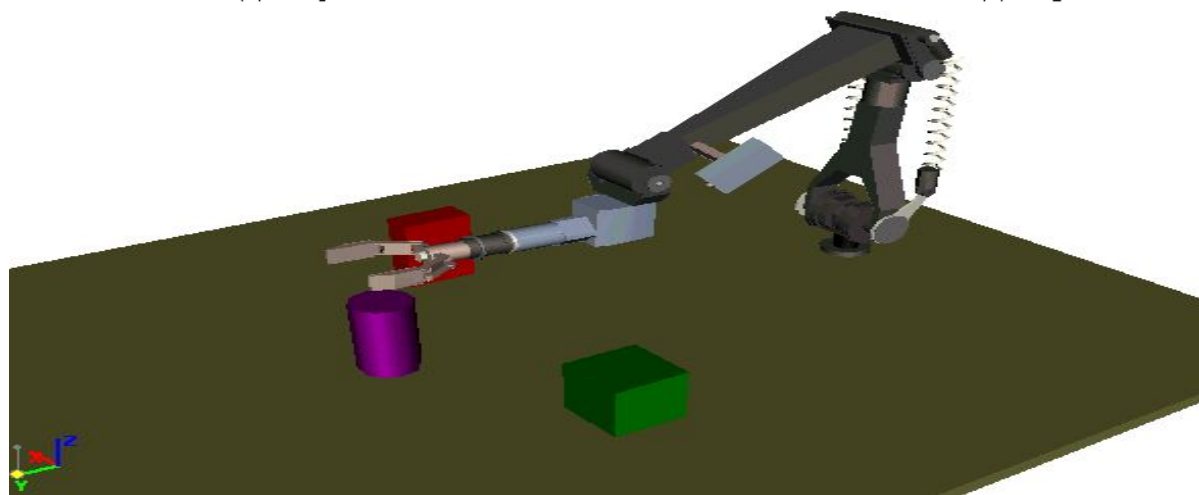
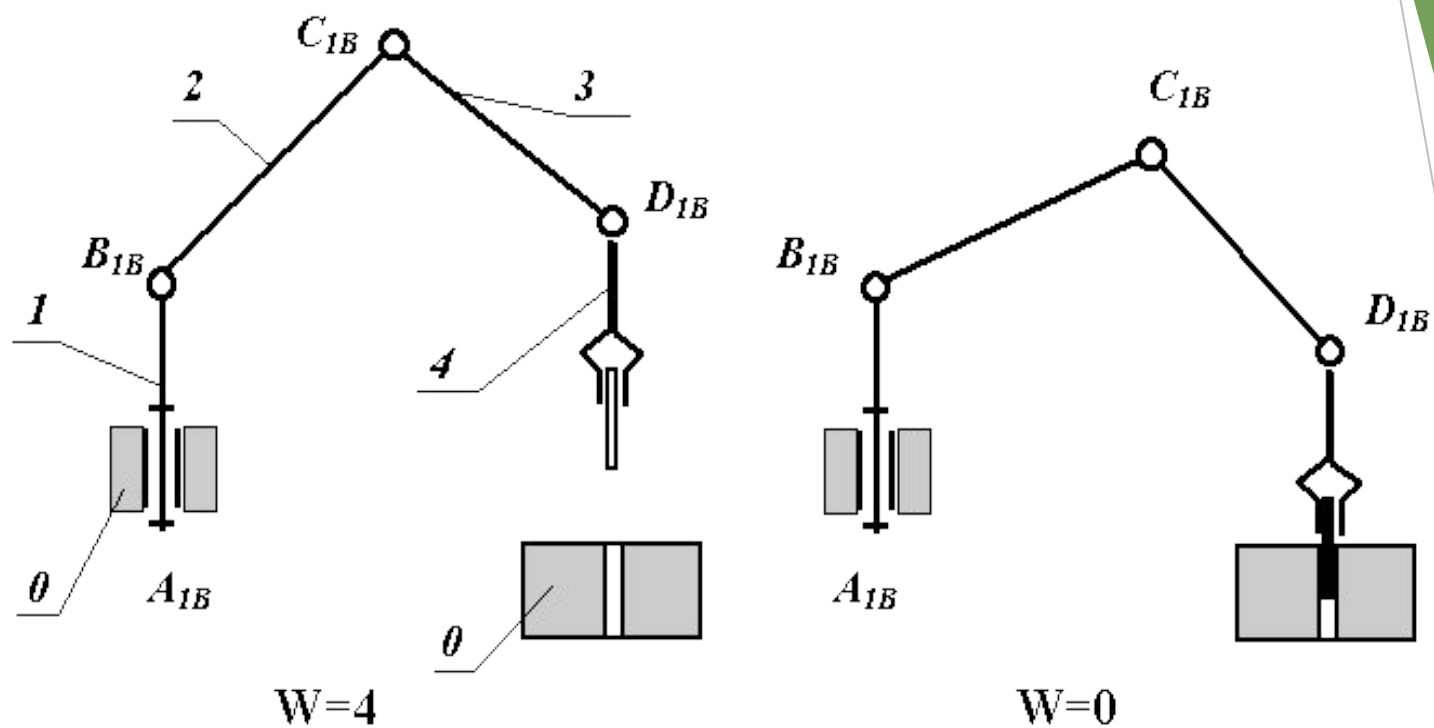


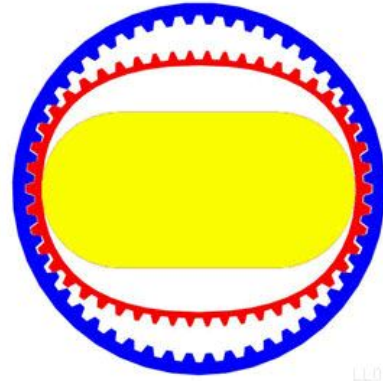
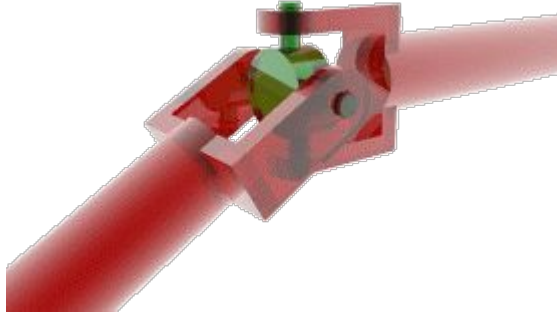
# г) Планетарные



CARTWASH.RU

## д) Манипуляторы





LL08

