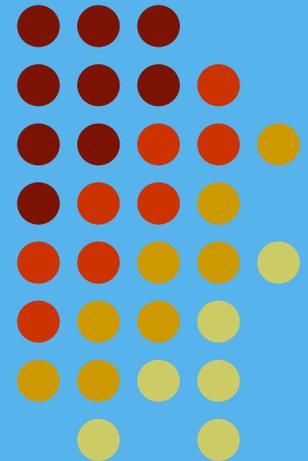


# Теория механизмов и машин

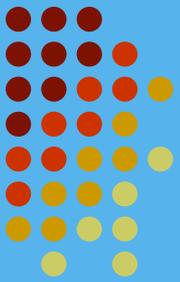
## Лекция 1

Основные понятия и определения.  
Структурный анализ механизмов.

Лектор: ассистент каф. 202  
Светличный Сергей Петрович  
ауд. 246 м.к



# Основные разделы курса



**ТММ**

**Анализ механизмов**

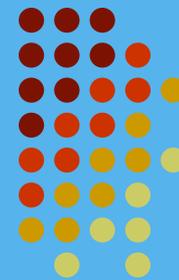
**Синтез механизмов**

**Структурный анализ**

**Кинематический  
анализ**

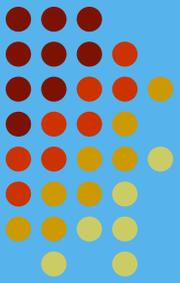
**Динамический анализ**

# Цели и задачи курса ТММ

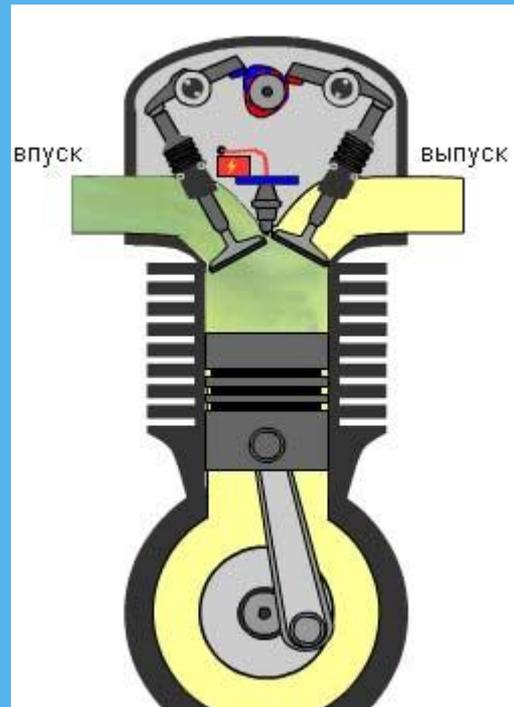


- **Теория механизмов и машин** – научная дисциплина (раздел науки), которая изучает строение (структуру), кинематику и динамику механизмов в связи с их анализом и синтезом.
- **Цель ТММ** – анализ и синтез типовых механизмов и их систем.
- **Анализ** – процесс разделения механизма/машины на отдельные элементы и изучение свойств и поведения отдельных элементов.
- **Синтез** – проектирование механизмов/машин с заданными структурными, кинематическими и динамическими свойствами для осуществления требуемых движений.
- **Задачи ТММ** – разработка общих методов исследования структуры, геометрии, кинематики и динамики типовых механизмов и их систем.

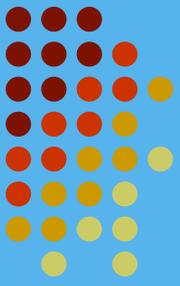
# Основные понятия и определения



- 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.

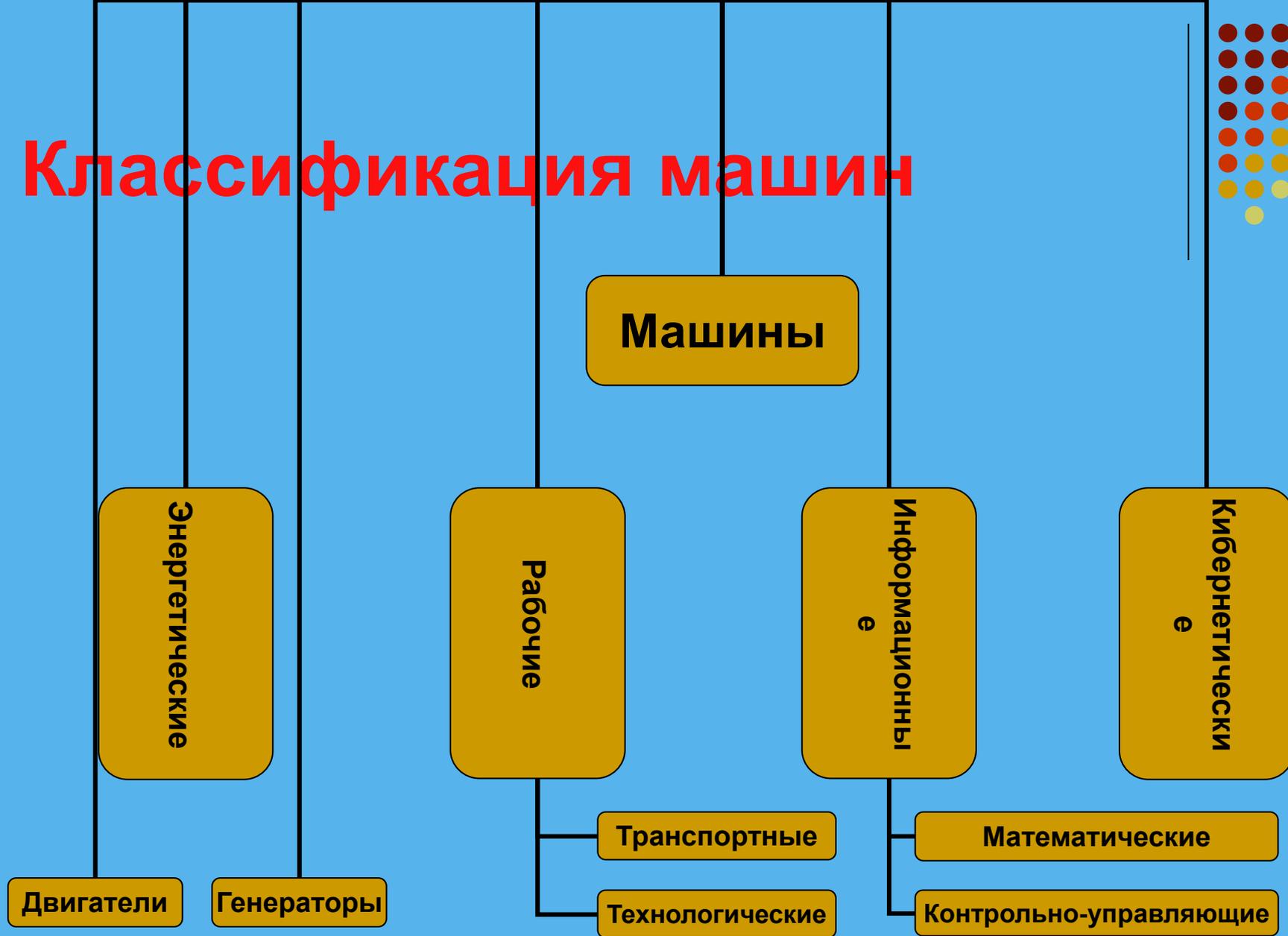
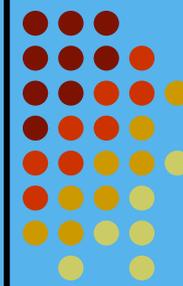


# Основные понятия и определения

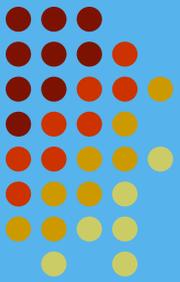


- **Машина** – устройство, выполняющее механические движения для преобразования энергии, материалов и информации с целью замены или облегчения физического и умственного труда человека.
- **Машинным агрегатом** называется техническая система, состоящая из одной или нескольких соединенных последовательно или параллельно машин и предназначенная для выполнения каких-либо требуемых функций.
- **Механизмом** называется система тел, предназначенная для преобразования одного вида движения в другое или для совершения определенного вида движения.

# Классификация машин



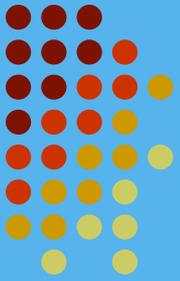
# Классификация машин



- Энергетические машины - преобразующие энергию одного вида в энергию другого вида.
- Двигатели – машины, преобразующие любой вид энергии в механическую (например, электродвигатели, двигатели внутреннего сгорания и т.д.).

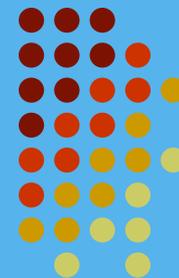


# Основные понятия и определения



- Генераторы – машины, преобразующие механическую энергию в энергию другого вида (электрогенератор, бензогенератор, газогенератор и т. д.).



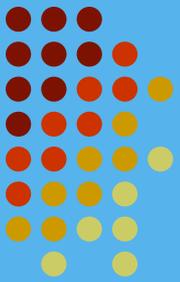


# Классификация машин

- **Рабочие машины** – машины, использующие механическую энергию для совершения работы по перемещению и преобразованию материалов.
- **Транспортные машины** – машины, использующие механическую энергию для изменения положения объекта (его координат).

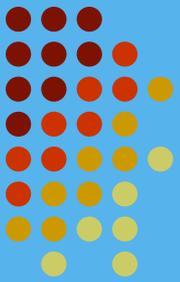


# Классификация машин



- Технологические машины – машины, использующие механическую энергию для преобразования формы, свойств, размеров и состояния объекта.



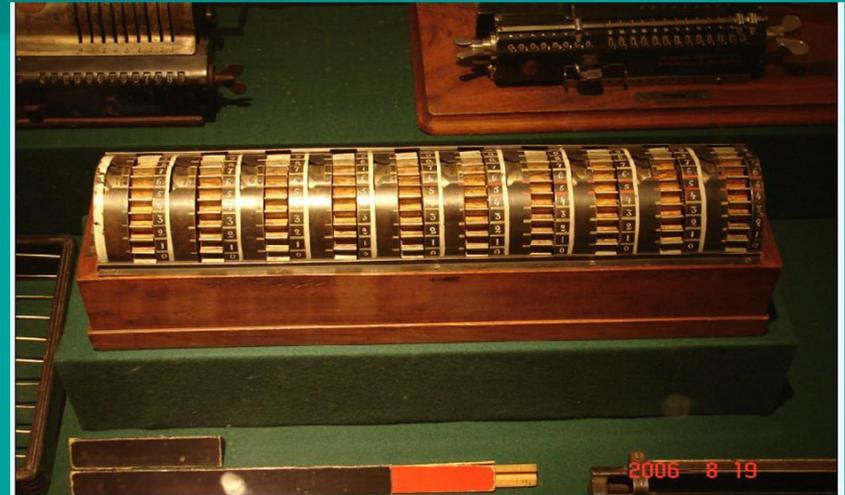


# Классификация машин

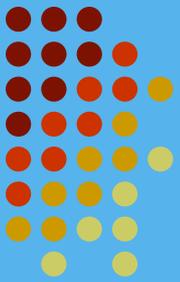
- Математические машины – машины, преобразующие входную информацию в математическую модель исследуемого объекта.



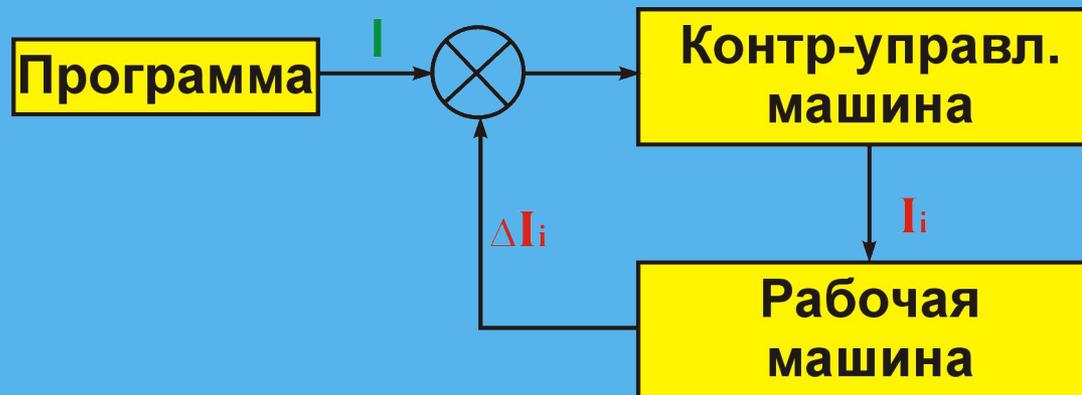
Арифмометр Чебышёва



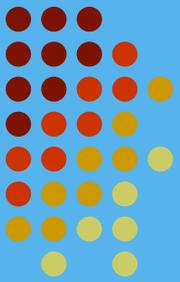
# Классификация машин



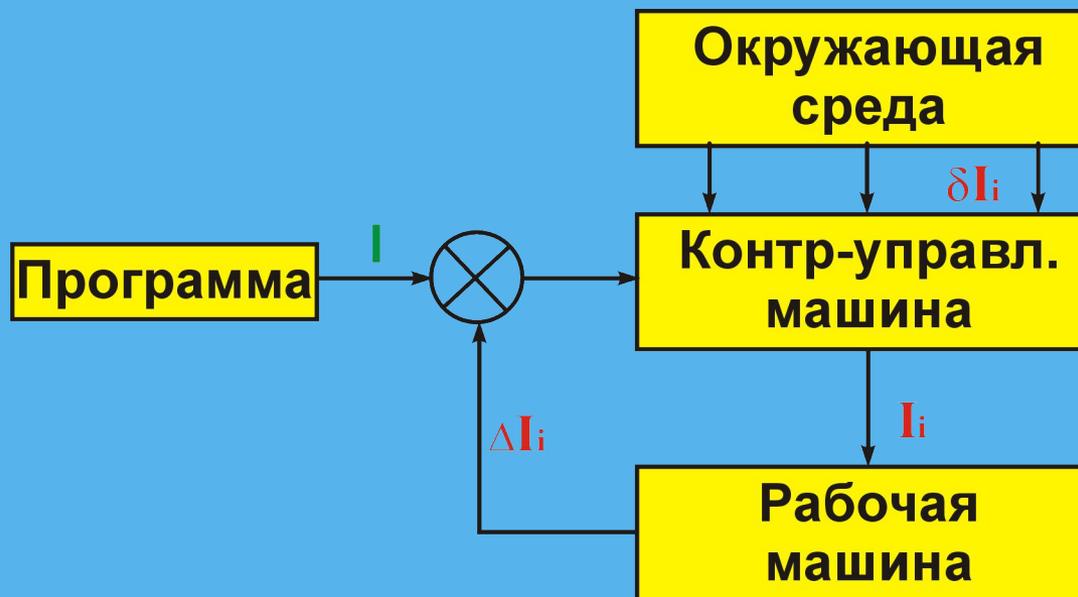
- Контрольно-управляющие машины – машины, преобразующие входную информацию (программу) в сигналы управления рабочей или энергетической машиной.



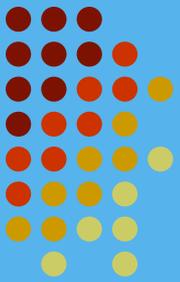
# Классификация машин



- **Кибернетические машины** - 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).



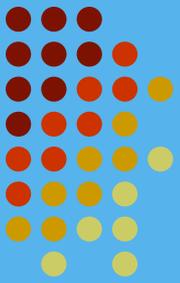
# Классификация механизмов



- По функциональному назначению (механизмы двигателей, передаточные, исполнительные, управляющие, регулирующие, подающие, транспортирующие, и т.д.)
- По конструктивным признакам:
  - **Рычажные**;
  - **зубчатые**;
  - кулачковые;
  - фрикционные;
  - винтовые и т.д.



# Основные понятия и определения



- **Звено** механизма – деталь или совокупность деталей, между которыми отсутствует относительное движение.



**Жесткое звено**

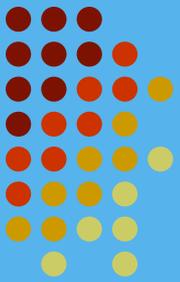


**Гибкое звено**



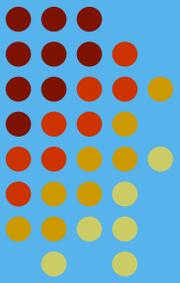
**Упругое звено**

# Основные понятия и определения



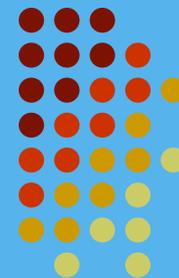
- Подвижное соединение соприкасающихся звеньев называют кинематической парой. Например, кисть и предплечье, дверь и дверная коробка.
- Звенья, соединенные кинематическими парами, образуют кинематическую цепь.
- Исходя из этого, **механизм** – это кинематическая цепь с одним неподвижным звеном, в которой при заданном движении одного или нескольких звеньев его подвижные звенья совершают определенное движение. Таким образом, любой механизм – кинематическая цепь, но не любая цепь – механизм. Механизм должен совершать наперед заданное закономерное движение, вытекающее из задач, для которых создан механизм.

# Основные понятия и определения



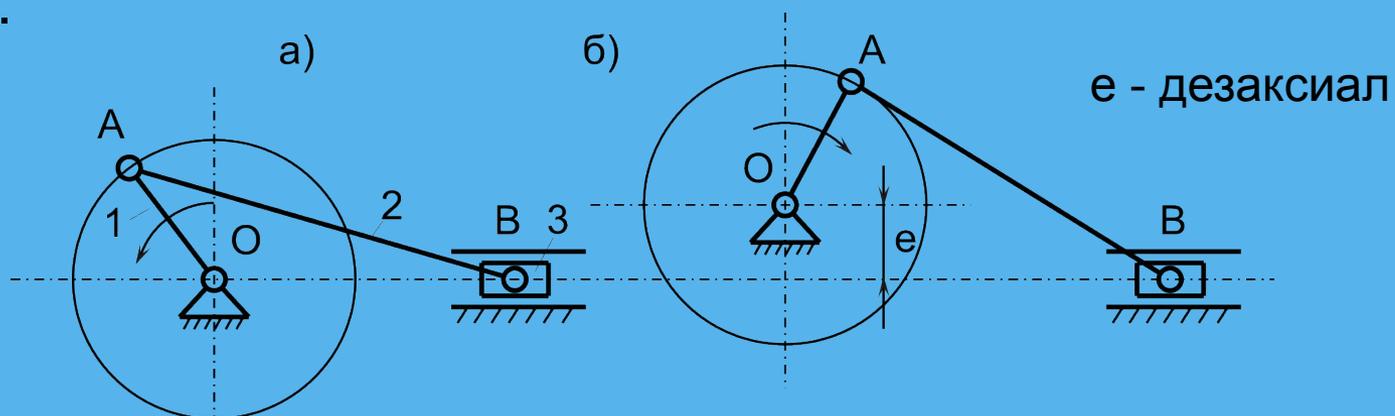
- Неподвижное звено называют стойкой.
- Входные звенья - звенья, которым сообщается заданное движение и соответствующие силовые факторы (силы или моменты).
- Выходные звенья - те, на которых получают требуемое движение и силы.

# Виды рычажных механизмов



- **Кривошипно-ползунный механизм**

Он непрерывное вращательное движение входного звена 1 преобразует в возвратно – поступательное движение выходного звена 3 .

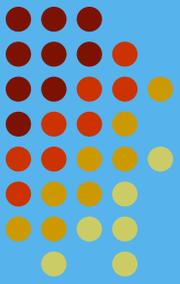


а) центральный КПМ

б) дезаксиальный или  
внеосный КПМ

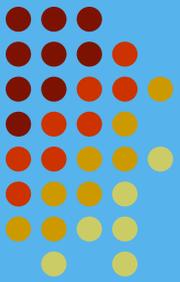
1 – кривошип; 2 – шатун; 3 - ползун

# Кривошипно-ползунный механизм



- **Дезаксиал** - расстояние “е” от оси вращения кривошипа до оси поступательной кинематической пары.
- **Кривошипом** называют звено рычажного механизма, способное совершать полный оборот.
- **Шатун** – звено рычажного механизма, совершающее сложное, плоско-параллельное движение.

# Четырёхзвенный механизм

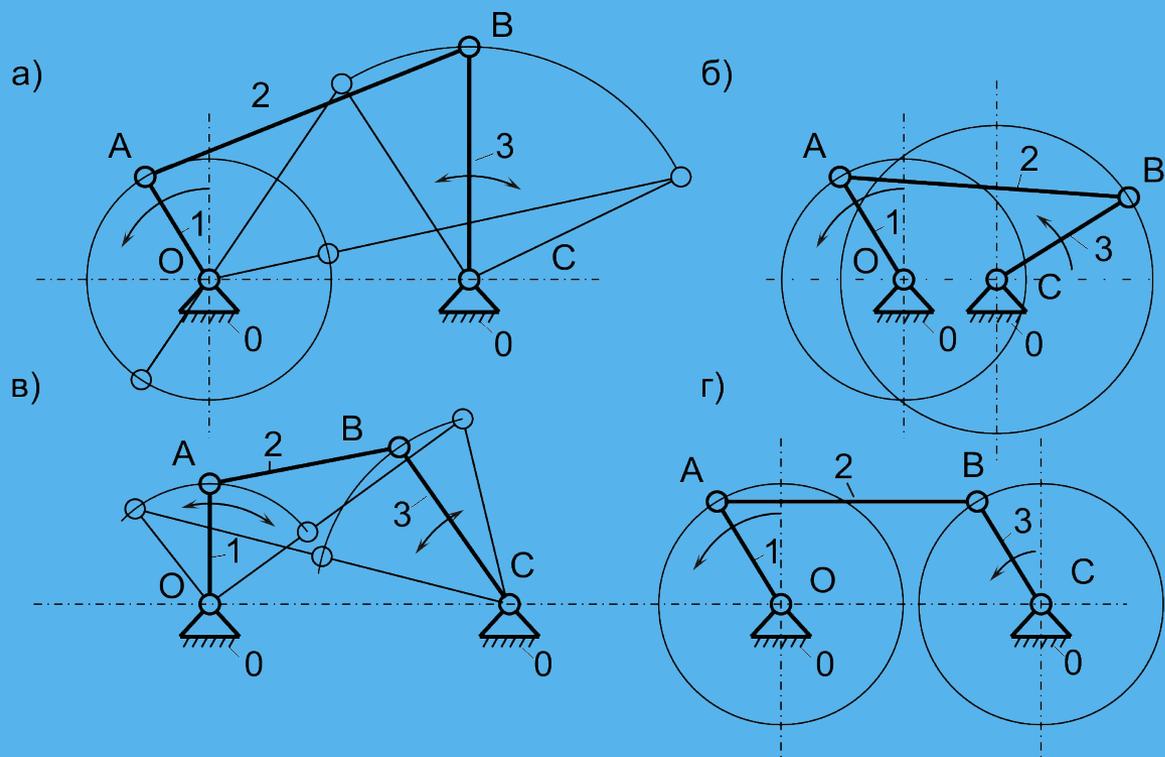
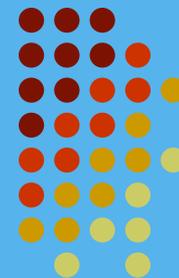


- Четырёхзвенный механизм, называемый шарнирным четырёхзвенником, служит для преобразования одного вида вращательного движения в другое.

В механизме, показанном на рис.1.6,а, выходное звено 3 совершает качательное движение. Такой механизм называют кривошипно-коромысловым.

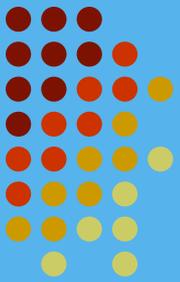
В зависимости от соотношения линейных размеров звеньев механизм может быть двухкривошипным (б) когда звенья 1 и 3 могут совершают полный оборот, или двухкоромысловым (в), если звенья 1 и 3 совершают только качательные движения. Частным случаем двухкривошипного шарнирного четырёхзвенника является шарнирный параллелограмм (г), в котором законы движения входного (1) и выходного (3) звеньев полностью совпадают.

# Четырёхзвенный механизм



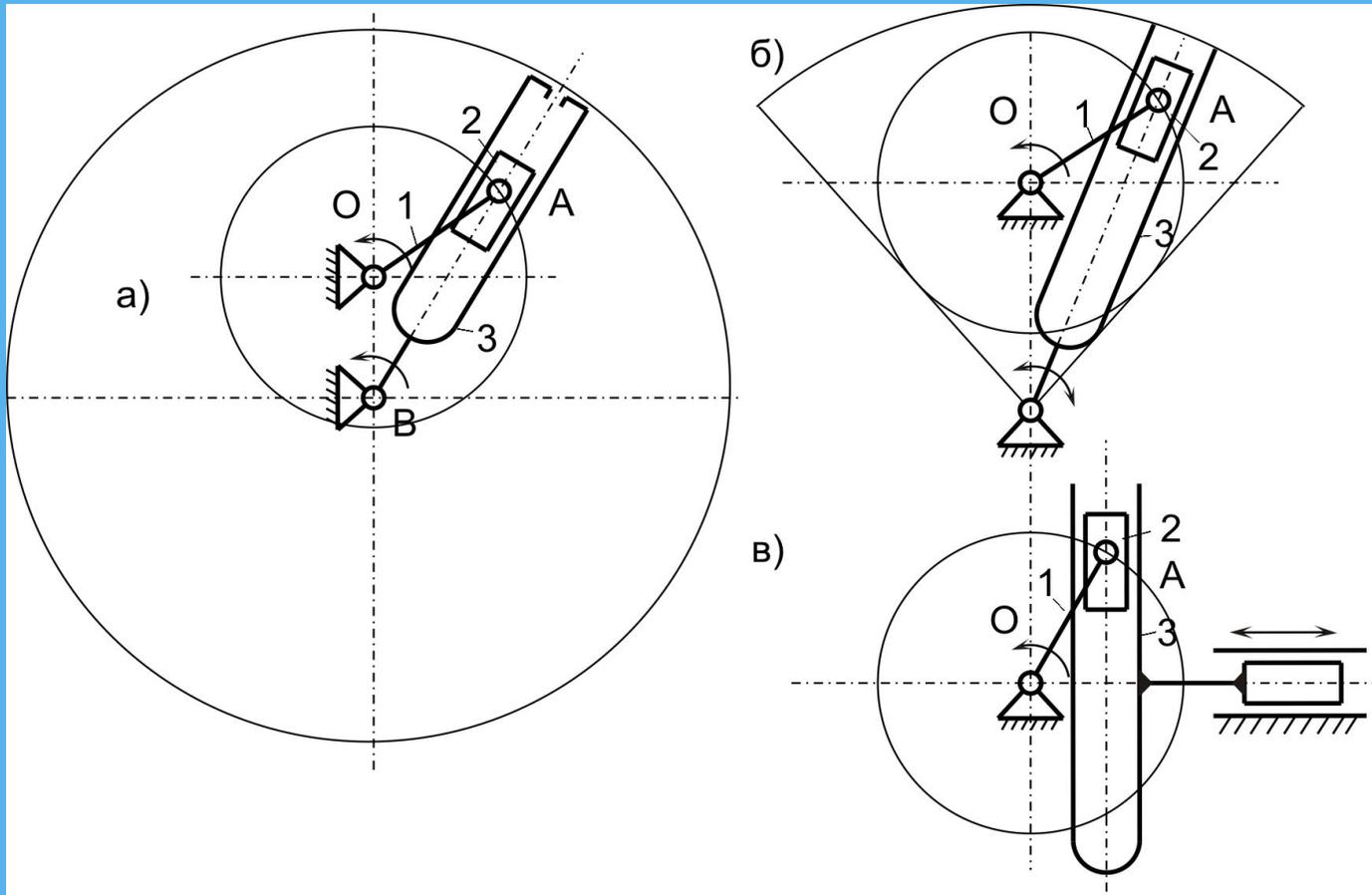
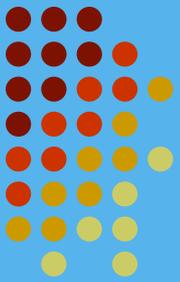
**Коромысло** – звено механизма, участвующее в образовании двух вращательных КП 5-го класса и совершающее возвратно-вращательное Движение относительно оси неподвижного шарнира.

# Кулисный механизм

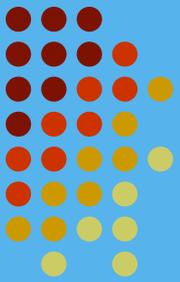


- Кулисные механизмы преобразуют вращательное движение кривошипа 1 в различные виды движения кулисы 3: во вращательное (а), в возвратно-вращательное (б) или в возвратно-поступательное (в).
- Кулисой называют подвижное звено 3, выполняющее роль направляющей для ползуна 2, называемого кулисным камнем и совершающего относительно кулисы поступательное движение.

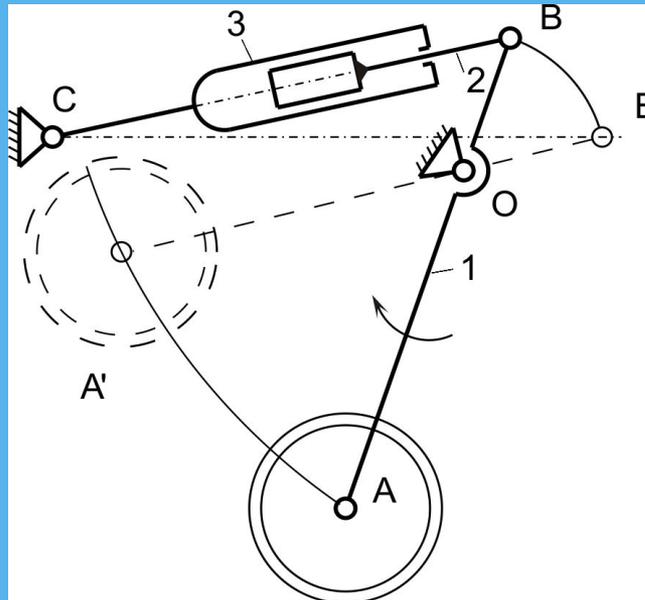
# Кулисный механизм



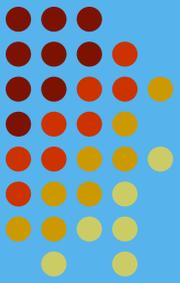
# Кулисный механизм



- В механизмах с гидро- и пневмоприводами, в том числе и в авиационных, широко используется разновидность кулисного механизма, в котором функции кулисы и камня выполняют гидроцилиндр 3 и поршень 2.



# Классификация КП



## Кинематические пары (КП)

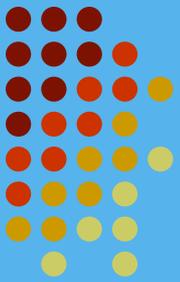
По виду независимого относительного движения

Числу накладываемых ограничений

Виду замыкания

Характеру соприкосновения звеньев

# Классификация КП

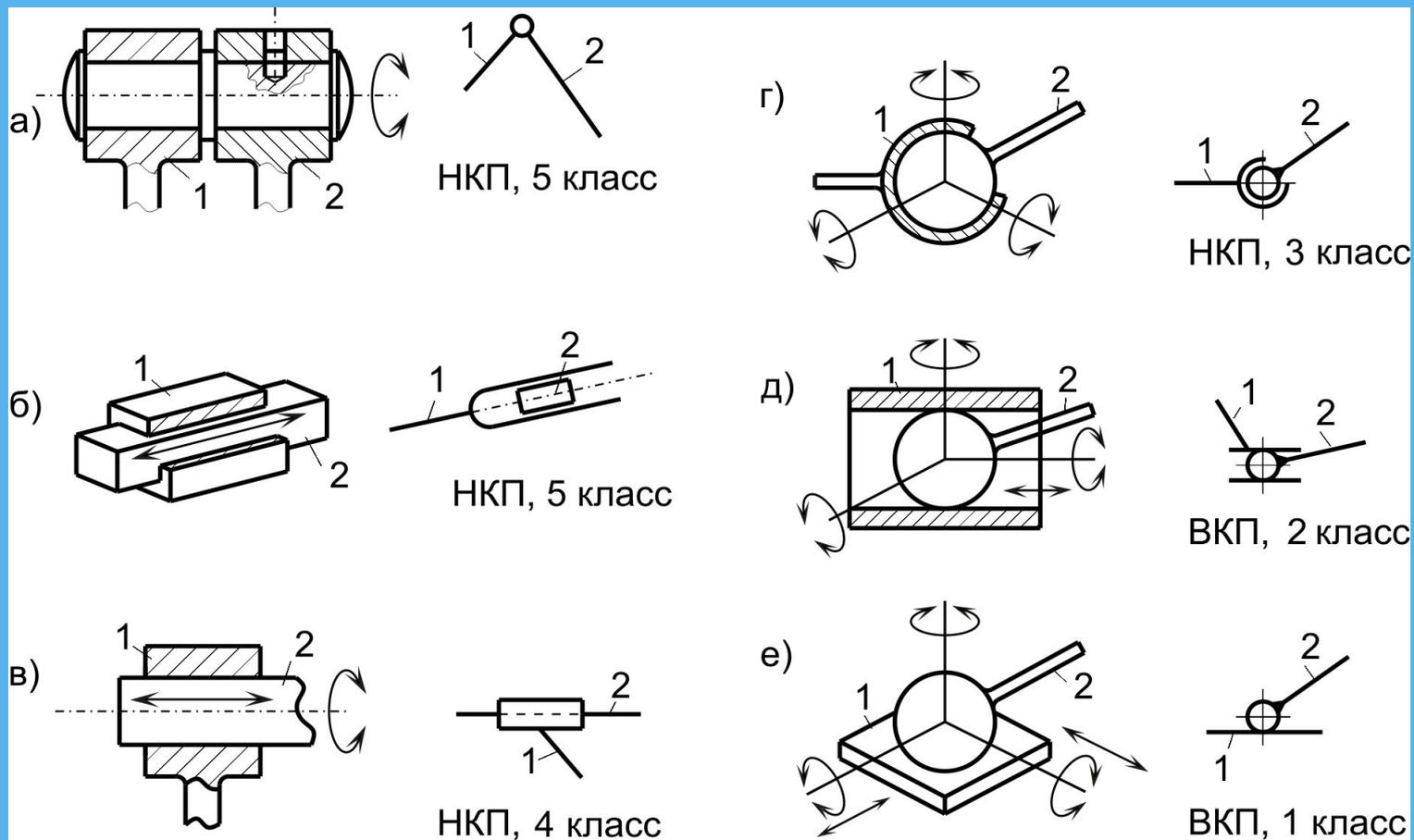
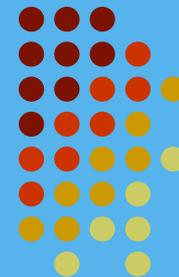


- Ограничения на относительное движение звеньев называют условиями связи кинематической пары. Если на детали не накладывать связи, то каждая из них будет обладать шестью степенями свободы, т.е., в общем случае, может совершать шесть видов независимых движений (три поступательных и три вращательных).
- Кинематические пары делят на классы в зависимости от числа условий связи. Всего классов 5. Обозначаются римскими цифрами. Класс можно определить по формуле:

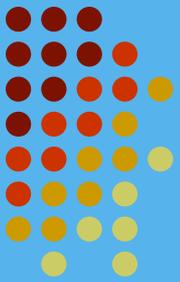
$$S = 6 - H \qquad 1 \leq S \leq 6$$

где  $H$  – число степеней свободы,

# Классификация КП



# Классификация КП

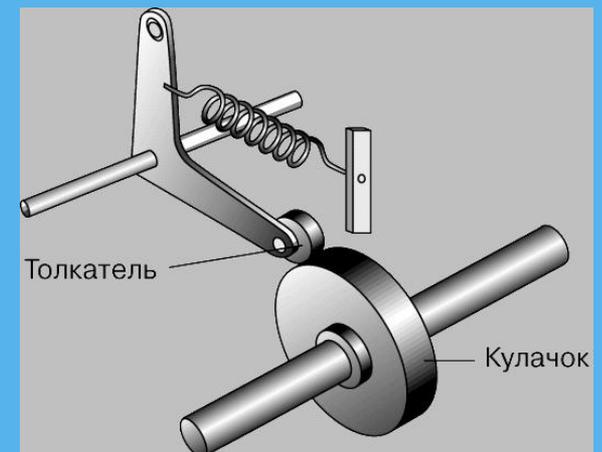


- По виду замыкания КП может быть геометрическое (а-д) и силовое(е)

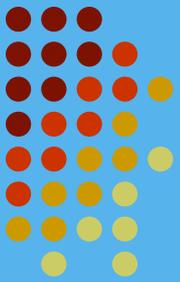
**Геометрическое замыкание** – это такой вид замыкания, при котором контакт между звеньями обеспечивается за счет геометрии звеньев.



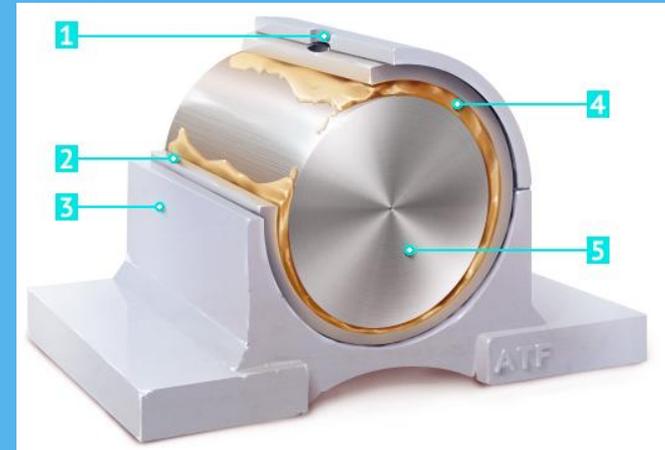
**Силовое замыкание** это такой вид замыкания, при котором контакт между звеньями обеспечивается за счет сил тяжести или упругости.



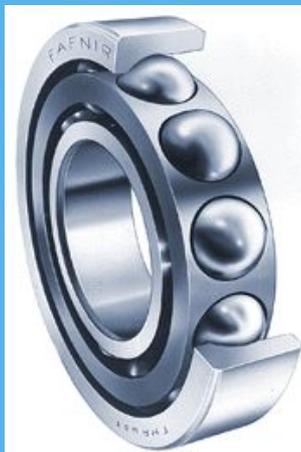
# Классификация КП



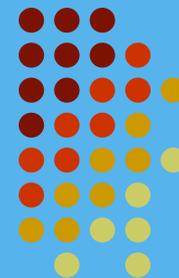
- В низших кинематических парах (НКП) звенья соприкасаются по некоторым поверхностям.



- в высших кинематических парах (ВКП) – по линии или в точке.

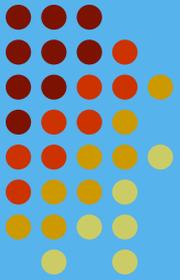


# Кинематические цепи



- Если точки звеньев, входящих в состав КЦ, могут перемещаться в одной и той же плоскости или в параллельных плоскостях, то кинематическая цепь называется плоской.
- В пространственных КЦ точки звеньев описывают пространственные кривые или плоские кривые, расположенные в непараллельных плоскостях.

# Классификация КЦ



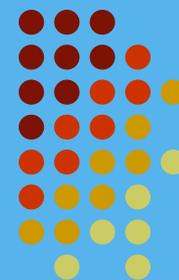
КЦ

Простые

Сложные

Открытые

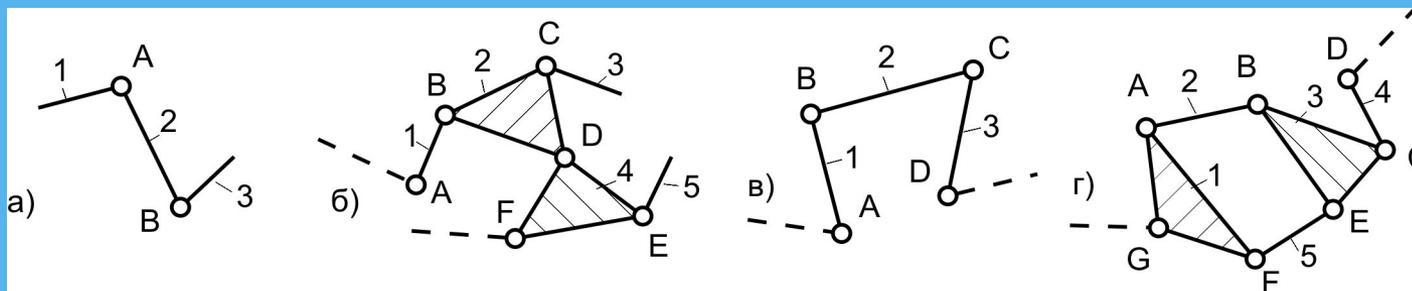
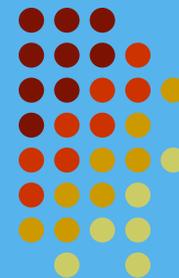
Замкнуты  
е



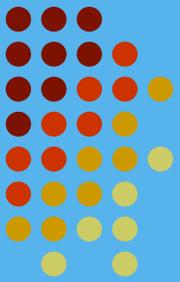
# Классификация КЦ

- В простой КЦ каждое из звеньев входит в состав не более двух КП.
- В сложной КЦ есть одно или несколько звеньев, участвующих в образовании трёх и более КП.
- К открытым относят КЦ, в которых есть звенья, участвующие в образовании лишь одной КП.
- В замкнутых КЦ каждое из звеньев входит в состав не менее двух КП.

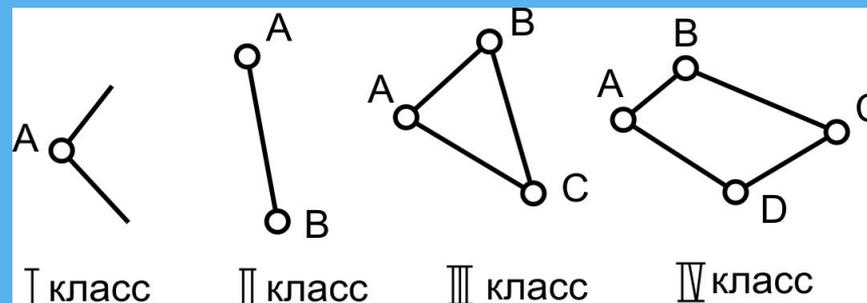
# Классификация КЦ



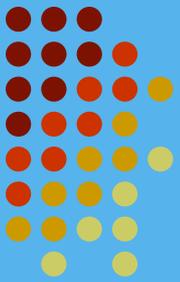
# Характеристики КЦ



- **Класс кинематической цепи** является её основной характеристикой. Класс КЦ определяется наивысшим классом замкнутого контура в её структурной схеме. Под замкнутым контуром понимается некоторый многоугольник, сторонами которого являются одно или несколько звеньев, а в его вершинах расположены кинематические пары 5-го класса (вращательные или поступательные).
- **Класс контура определяется** количеством кинематических пар в вершинах замкнутого контура.

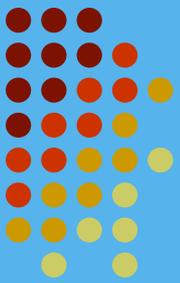


# Характеристики КЦ



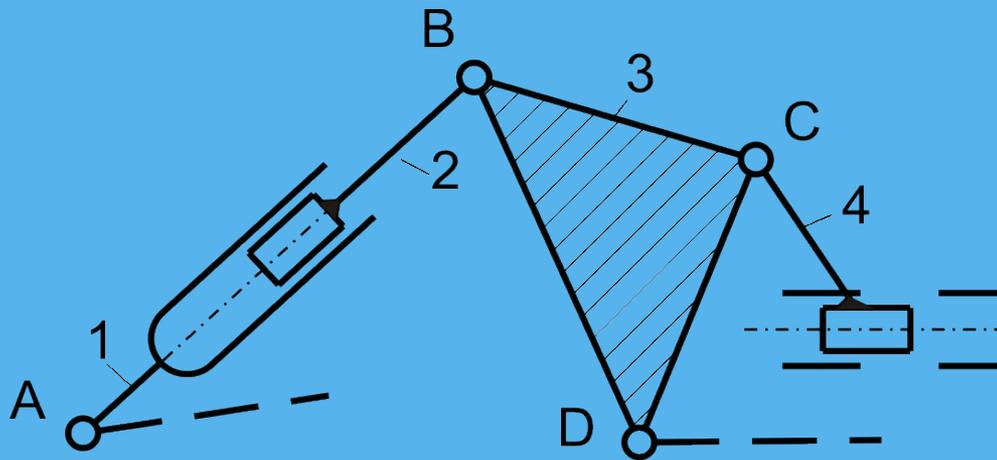
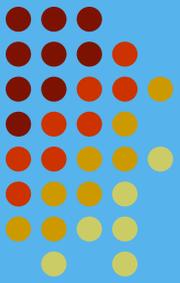
- В сложных КЦ, класс которых выше III-го, довольно часто можно обнаружить несколько замкнутых контуров различного класса, но содержащих одни и те же звенья. Класс таких КЦ определяется не количеством КП, а **количеством звеньев**, входящих в состав замкнутого контура.
- **Вид кинематической цепи.**  
**КЦ первого вида** – это такие КЦ, в состав которых входят только вращательные КП 5-го класса.  
**КЦ второго вида** – кинематические цепи, содержащие хотя бы одну поступательную КП 5-го класса.

# Структурная формула строения КЦ



- Структурная формула строения КЦ – это условная запись структуры кинематической цепи в символьной форме, содержащая полную информацию о её составе, классе, виде и порядке.
- В структурной формуле строения класс КЦ указывается римской цифрой с нижним числовым индексом, соответствующим виду КЦ, после чего в круглых скобках перечисляются (через тире) номера звеньев, входящих в состав данной КЦ. Номера тех звеньев КЦ, которые участвуют в образовании её внешних КП, в формуле строения снабжают снизу вертикальными рисками, общее число которых соответствует порядку кинематической цепи. Т.е. количество внешних связей КЦ определяет её порядок.

# Структурная формула строения КЦ



$$\text{III}_2 (1 - 2 - 3 - 4)$$

|                    |                    |