

# Кинематический анализ сооружений

Автор: Зубенко А.В.

## Кинематический анализ

- *Кинематический анализ – это исследование расчётной схемы сооружения (системы), выполняемое до начала расчёта с целью определения кинематического качества:*
  - *геометрической изменяемости системы (ГИС),*
  - *геометрической неизменяемости системы (ГНС),*
  - *мгновенной изменяемости системы (МИС),*
- а в случае геометрической неизменяемости системы – также для выявления её статической определимости или неопределимости.*

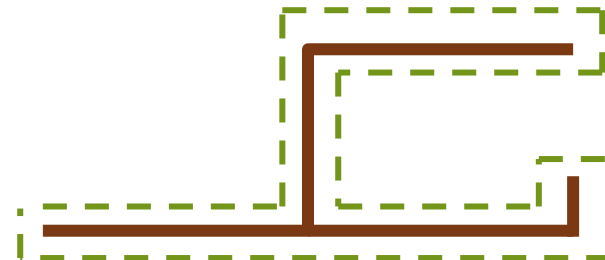
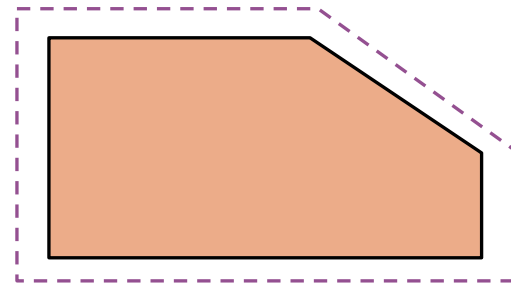
■ *Базовыми понятиями кинематического анализа являются:*

■ *диск*

■ *связь*

■ *степень свободы.*

К простому диску относят геометрически неизменяемую плоскую односвязную фигуру, т.е. такую фигуру все границы которой можно обойти вдоль одной непрерывной линии не пересекая контуры фигуры



**Связи:**

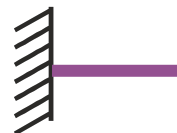
шарнирно-подвижная опора



шарнирно-неподвижная опора



защемляющая опора или заделка



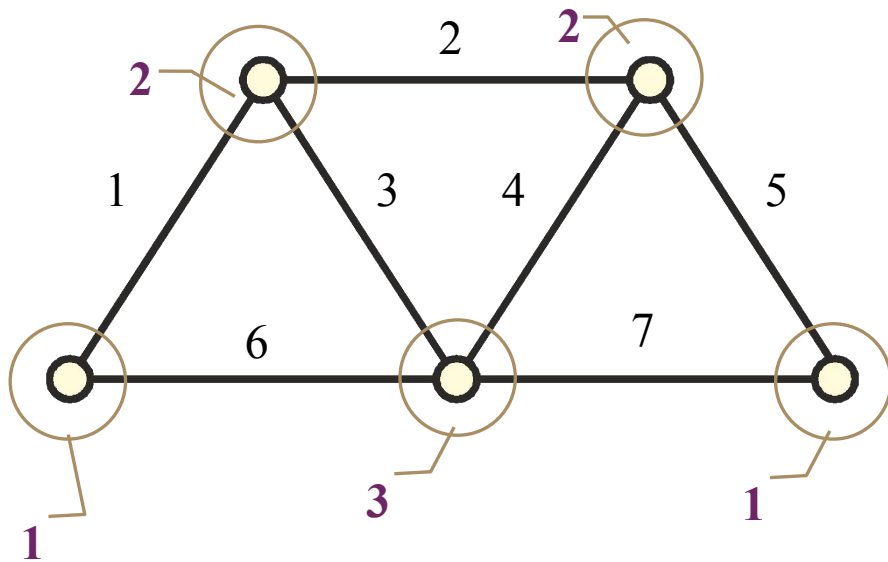
# Изменяемость системы характеризуется ее степенью свободы.

Степенью свободы **W**,  
называется количество независимых  
параметров, которые в любой момент времени  
определяют положение системы на плоскости  
или в пространстве.

Степень свободы находим по формуле  
Пафнутия Львовича Чебышева

$$W = 3D - 2Ш_0 - C_{оп}$$

- 1.  $W > 0$  - система подвижная, т.е. геометрически изменяемая;
- 2.  $W = 0$  - система геометрически неизменяема и статически определима.
- 3.  $W < 0$  - система геометрически неизменяема и статически неопределима.



Определим число степеней свободы.

Число дисков:

$$D=7$$

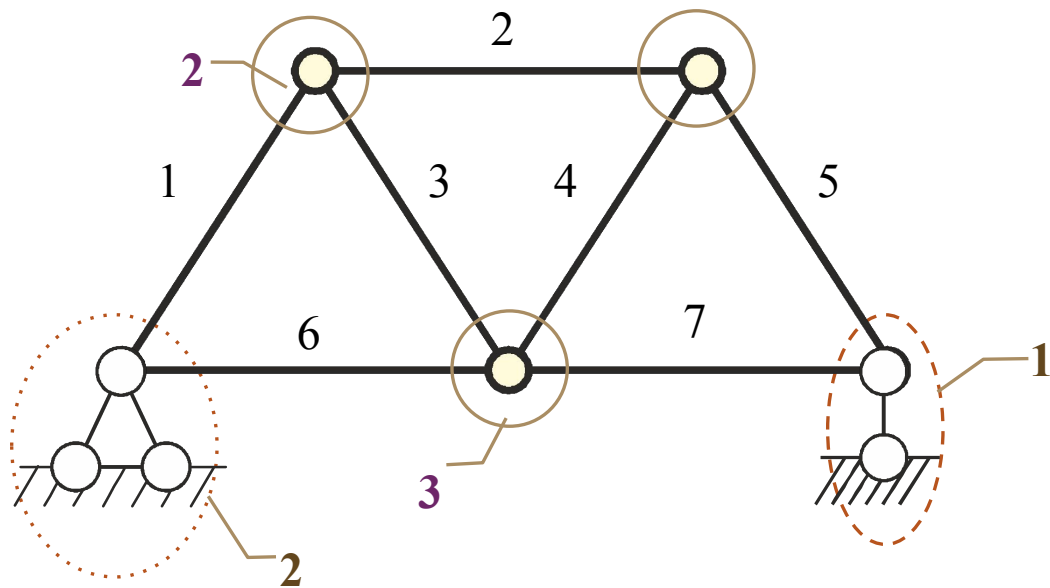
Число одиночных шарниров:

$$\text{Ш}_0=9$$

$$\begin{aligned}
 W &= 3D - 2\text{Ш}_0 - C_{\text{оп}} = \\
 &= 3 \cdot 7 - 2 \cdot 9 - 0 = 3
 \end{aligned}$$

■  $W > 0$  – система подвижная

Поскольку все возводимые конструкции должны быть неподвижными, поэтому необходимо прикрепить к основанию или земле с помощью опорных связей.



$$\begin{aligned}
 W &= 3D - 2\text{Ш}_0 - C_{\text{оп}} = \\
 &= 3 \cdot 7 - 2 \cdot 9 - 3 = 0
 \end{aligned}$$

- $W=0$  – система геометрически неизменяема и статически определима

каждый опорный стержень уменьшает степень свободы диска или системы дисков на 1 единицу

# Принципиальная схема кинематического анализа



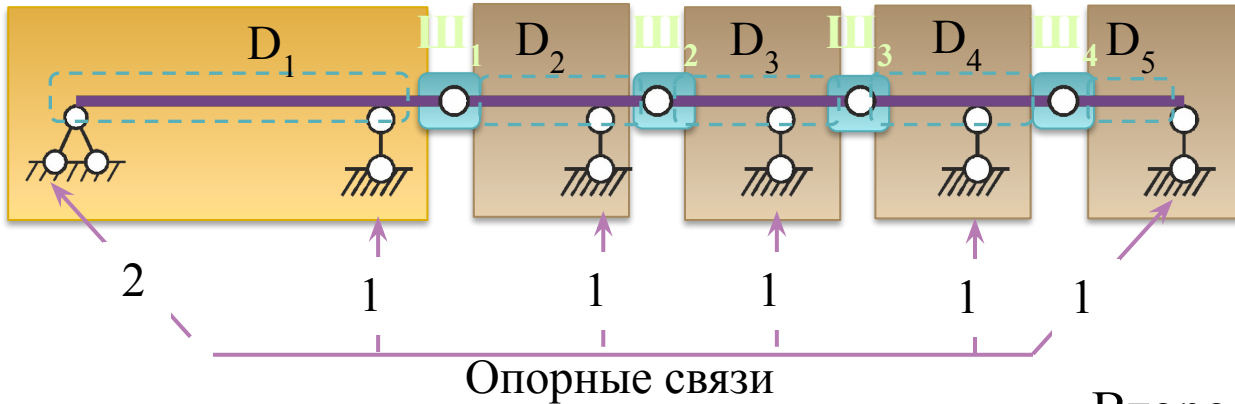


# СТАТИЧЕСКИ ОПРЕДЕЛИМЫЕ МНОГОПРОЛЕТНЫЕ БАЛКИ

Возможны следующие типы шарнирно-консольных балок:

Основной элемент

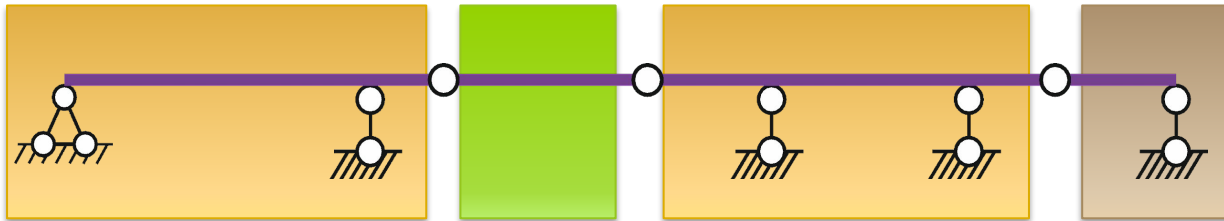
Второстепенные элементы



$$W = 3D - 2Ш_0 - C_{оп} = 3 \cdot 5 - 2 \cdot 4 - 7 = 0$$

Основной элемент

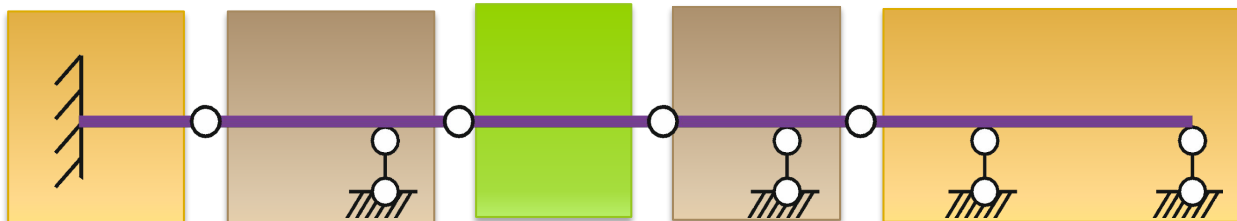
Второстепенный элемент



Подвесной элемент

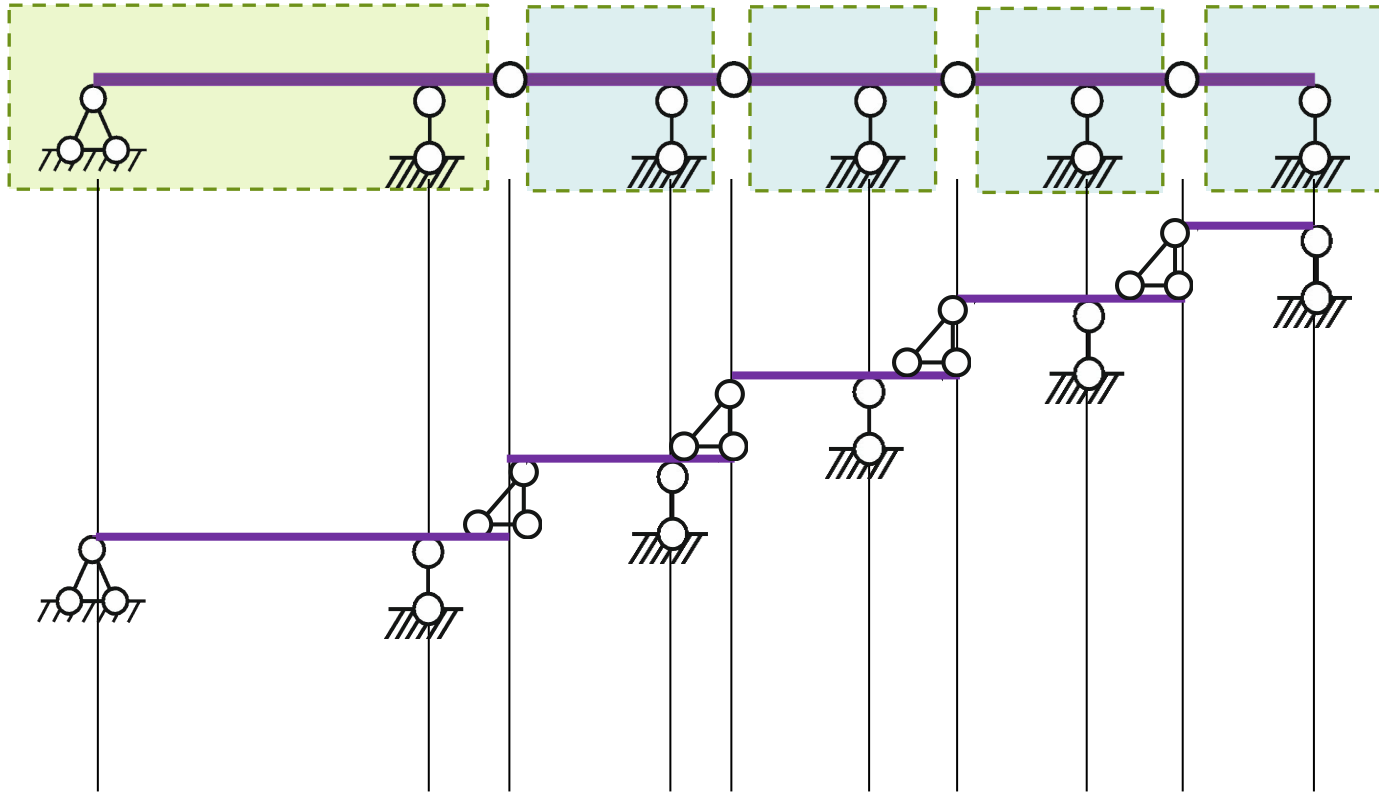
Основной элемент

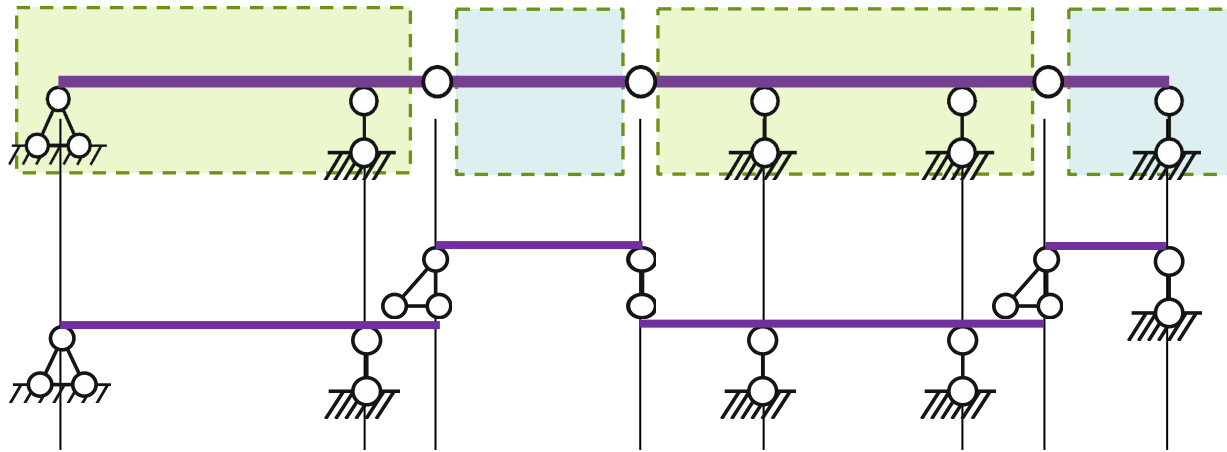
Смешанный тип балки

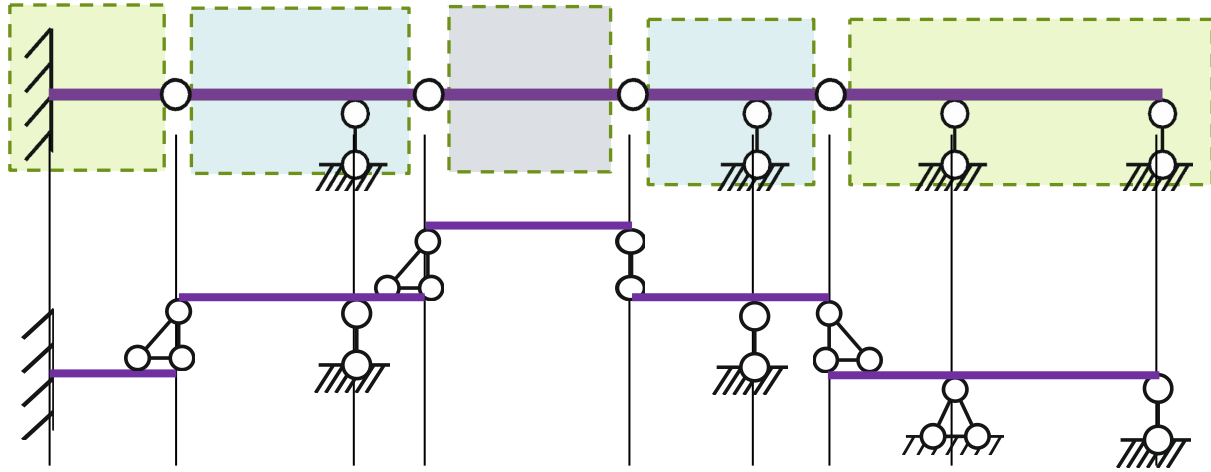


# ПОНЯТИЕ О ПОЭТАЖНОЙ СХЕМЕ

Поэтажной схемой называется условное изображение действительной шарнирно-консольной балки, которое показывает взаимодействие отдельных участков балки между собой. **При этом выделяют основные и второстепенные элементы.**







# РАСЧЕТ МНОГОПРОЛЕТНОЙ ШАРНИРНО- КОНСОЛЬНОЙ БАЛКИ

