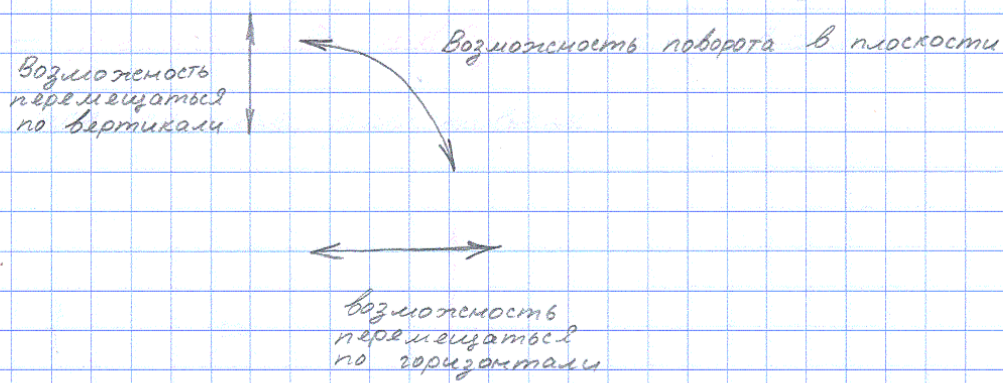


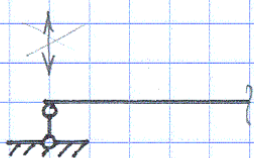
Статически неопределимые системы

Внешняя связь — любое ограничение, наложенное извне на перемещение сечения стержня по одной степени свободы.

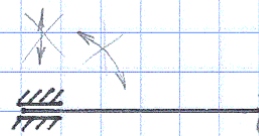
У поперечного сечения плоского стержня три степени свободы:



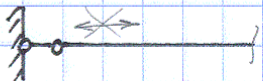
Примеры внешних связей для плоского стержня:



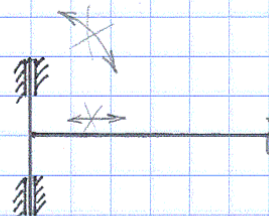
1 связь;



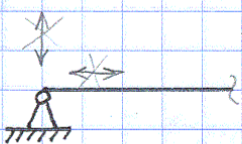
2 связи;



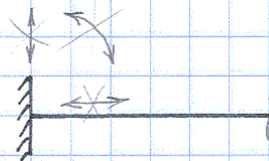
1 связь;



2 связи;



2 связи;



3 связи.

Внешние связи бывают и у рам и у балок.

Внутренняя связь - бывает только в рамах, имеющих замкнутый контур из стержней. Количество внутренних связей - это количество внутренних силовых факторов, которые нужно определить для того, чтобы "разомкнуть" контур и рассчитать его балансирующими уравнениями.

Связь (любую) можно заменить силой или моментом - **реакцией связи** - оказывающей на систему такое же самое действие:



Для плоской стержневой системы можно записать три уравнения равновесия. Если суммарное количество внешних и внутренних связей превышает 3, найти значения всех их реакций только из уравнений статического равновесия невозможно.

В этом случае следует написать дополнительные уравнения. Связи, реакции которых можно найти из одних только дополнительных уравнений так же называются **дополнительными**.

Количество дополнительных уравнений - **степень статической неопределенности системы**.

Раскрыть статическую неопределенность - значит заменить дополнительные связи их реакциями. Получившаяся статически определенная система называется **эквивалентной (э.с.)**.

Исходная конструкция без внешней нагрузки и без дополнительных связей называется **основной системой (о.с.)**.

Порядок решения задач изгиба статически неопределенных систем:

I. Вычислить степень статической неопределенности:

а) Определить количество внешних связей:

$$N_{\text{внеш. св.}} ;$$

б) Определить количество внутренних связей:

$$N_{\text{внутр. св.}} = 3 \cdot K ,$$

где

K - количество замкнутых контуров в системе;

в) Вычислить степень статической неопределенности (необходимое количество дополнительных уравнений):

$$n = N_{\text{внеш. св.}} + N_{\text{внутр. св.}} - 3 \quad \left[\begin{array}{l} \text{и плоско-} \\ \text{пространственной} \end{array} \right. \text{ для плоской} \\ \left. \text{системы} \right];$$

$$n = N_{\text{внеш. св.}} + N_{\text{внутр. св.}} - 6 \quad \left[\text{для пространственной} \right. \\ \left. \text{системы} \right].$$

II. Раскрыть статическую неопределенность:

- а) Перечислить возможные варианты основных систем (О.С.) и эквивалентных систем (Э.С.);
- б) Выбрать один из вариантов основной системы и соответствующий ей вариант эквивалентной системы;
- в) Записать систему дополнительных уравнений (канонических уравнений метода сил), всего n уравнений;
- г) Вычислить коэффициенты δ_{ij} в канонических уравнениях путём перемещения соответствующих i^{x} и j^{x} эпор;
- д) Решив систему канонических уравнений, найти реакции X_j дополнительных связей;
- е) Нарисовать эквивалентную систему.

III. Завершить решение задачи:

Из уравнений статического равновесия найти оставшиеся три реакции, составить силовую схему, построить суммарные эпюры Q_y^{Σ} и M_x^{Σ} и т.д.

IV. Проверить правильность решения:

Для этого можно использовать один из трёх способов:

- 1) Вычислить какое-либо перемещение или угол поворота, заведомо равные нулю;
- 2) Вычислить перемещение (поворот) какого-либо сегмента, используя для приложения единичной силы (момента) разные основные системы;
- 3) Решить задачу ещё раз, выбрав другую основную систему.