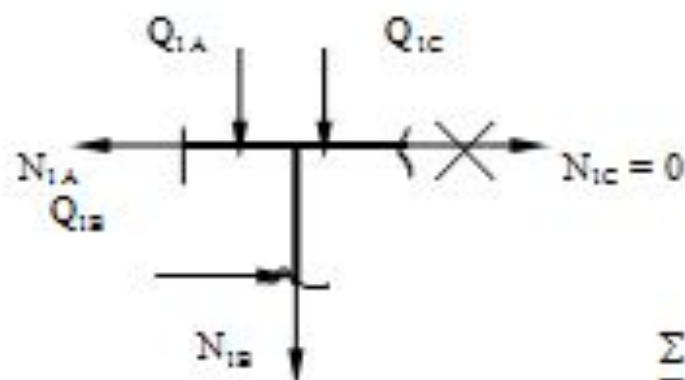
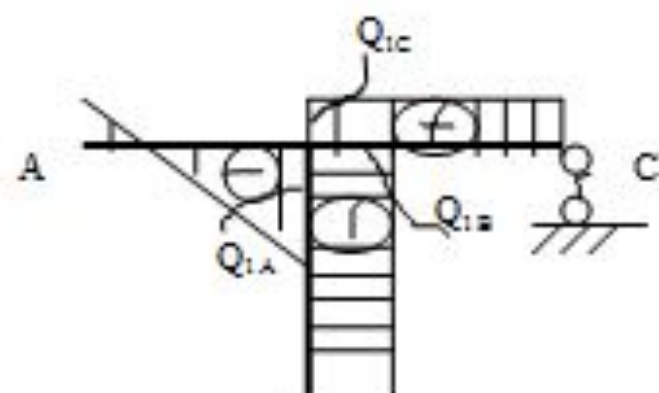


Эпюру продольных сил строят по эпюре Q способом вырезания узлов. Начинать надо с того узла, в котором неизвестны продольные усилия не более чем в двух элементах. К вырезанному узлу прикладывают внешние сосредоточенные силы (если таковые имеются), а к разрезанным элементам поперечные силы. Положительные поперечные силы прикладывают к элементу так, чтобы они вращали узел по часовой стрелке, отрицательные - против. Неизвестные продольные усилия направляют от узла, известные - в зависимости от знака усилия.



$$\begin{aligned} \sum X = 0 &\Rightarrow N_{1A}; \\ \sum Y = 0 &\Rightarrow N_{1B}. \end{aligned}$$

Ординаты эпюры продольных сил можно откладывать в любую сторону, но обязательно ставить знаки.

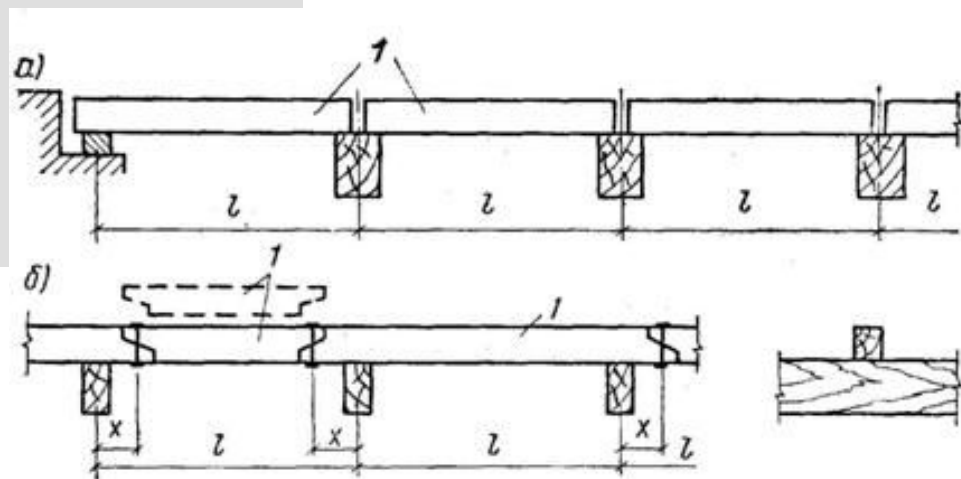
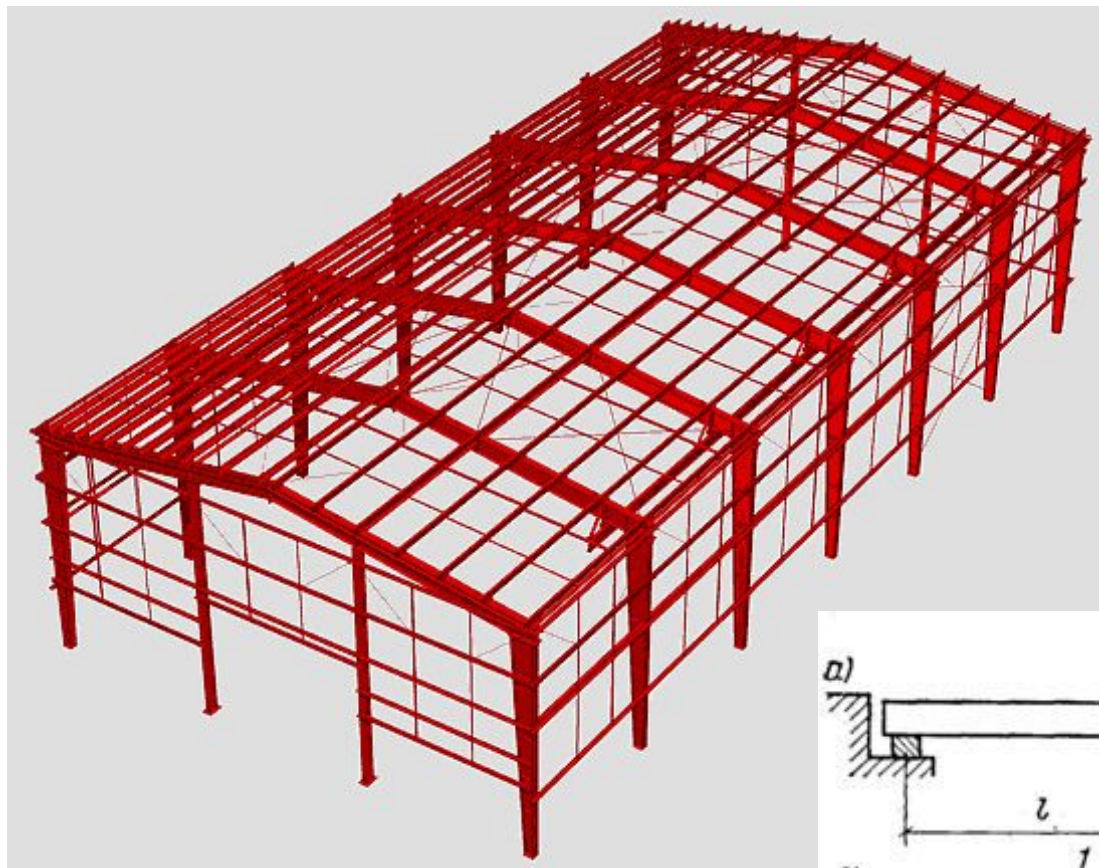
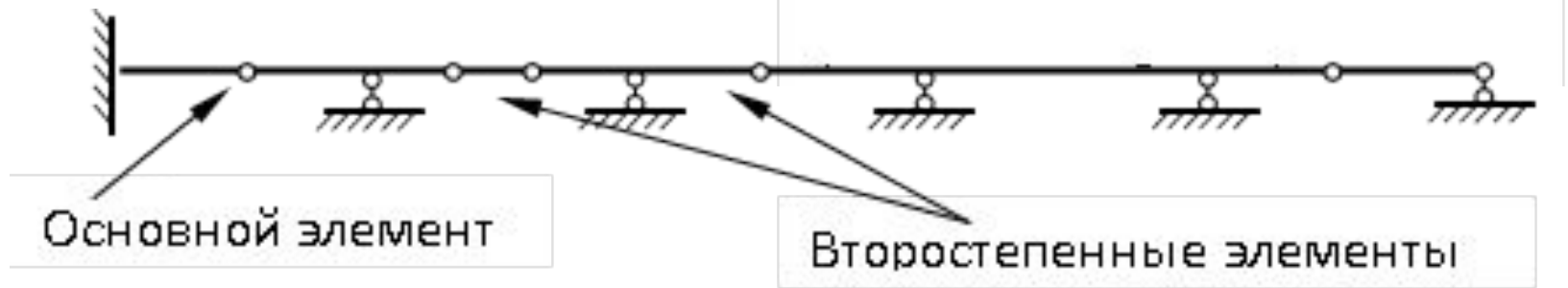
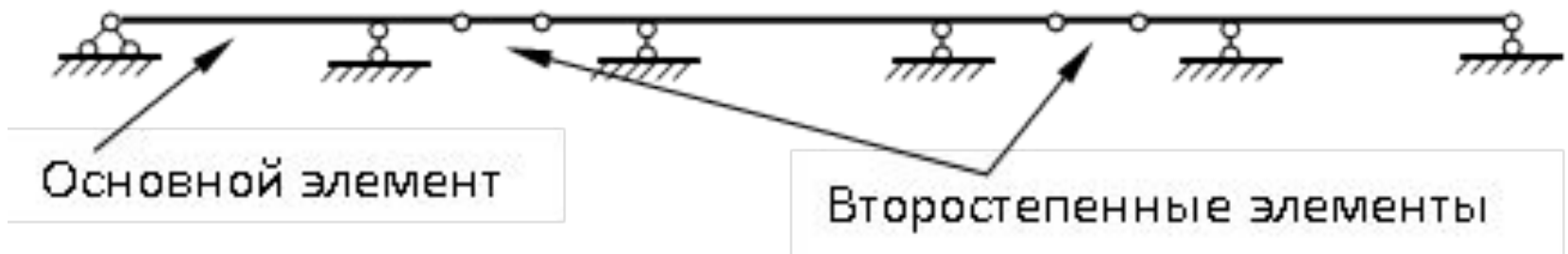
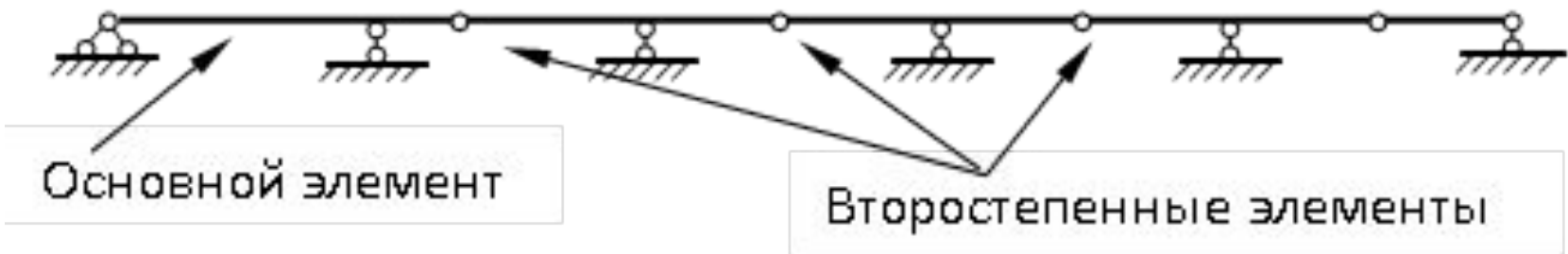
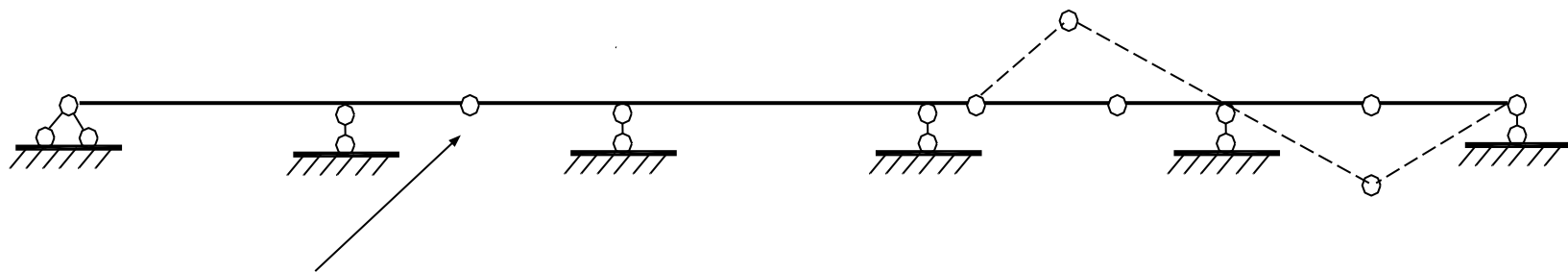
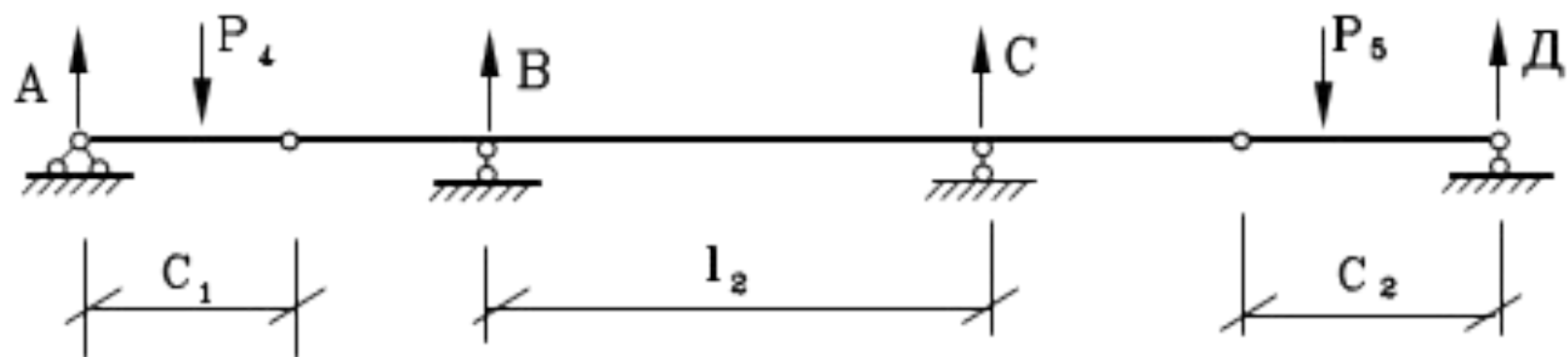
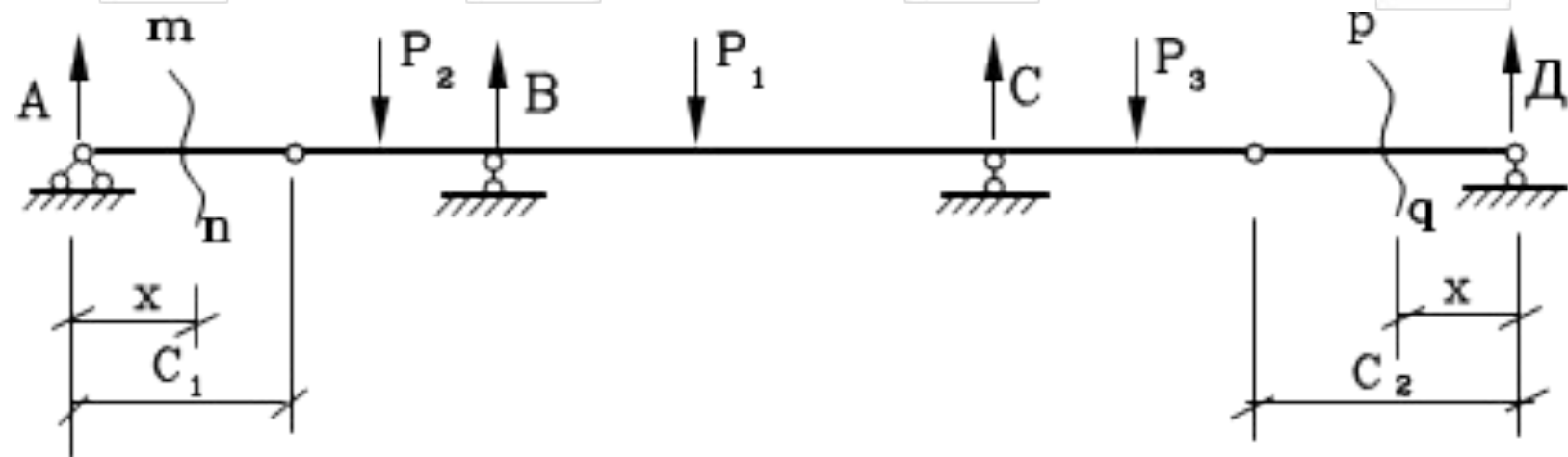
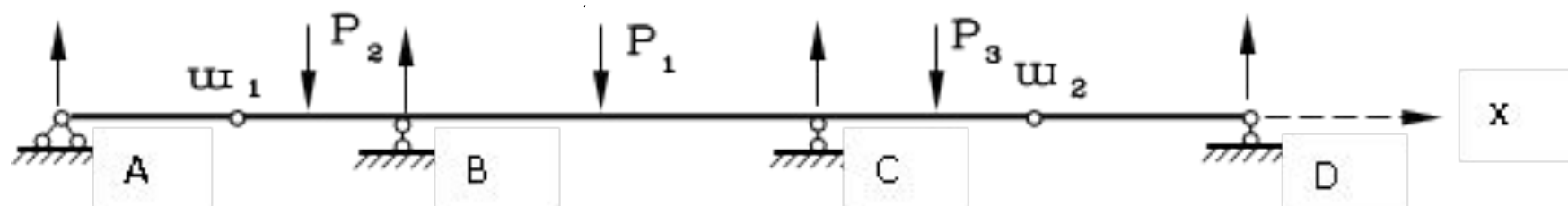
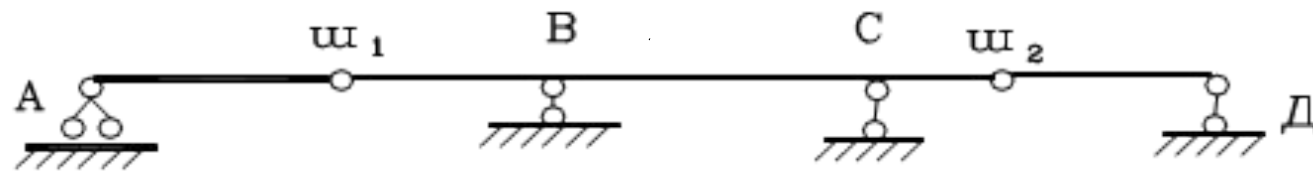


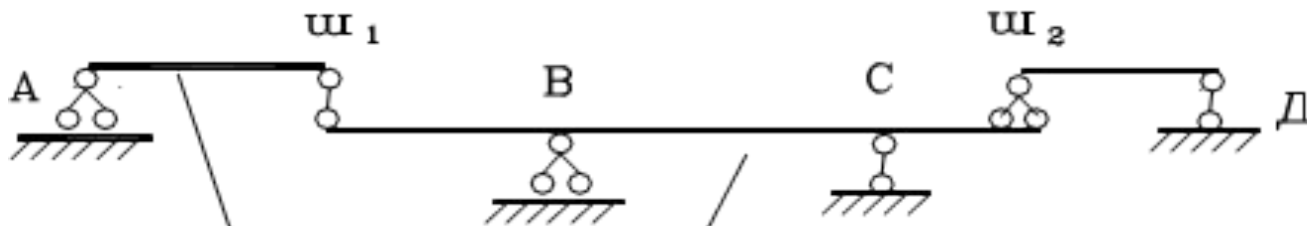
Рис. 4. Схема и конструкция прогонов:
 а - разрезного; б - консольно-балочного; 1 - прогон







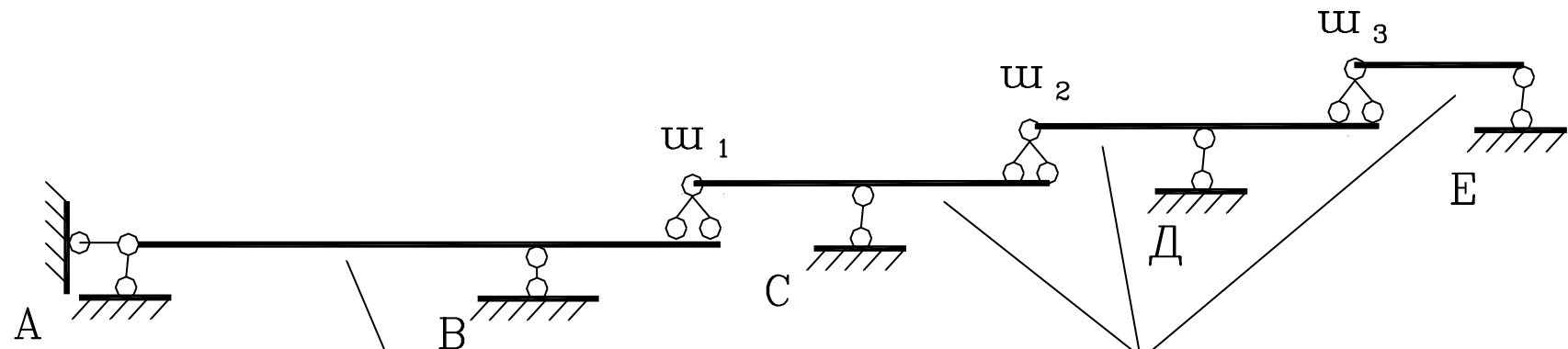
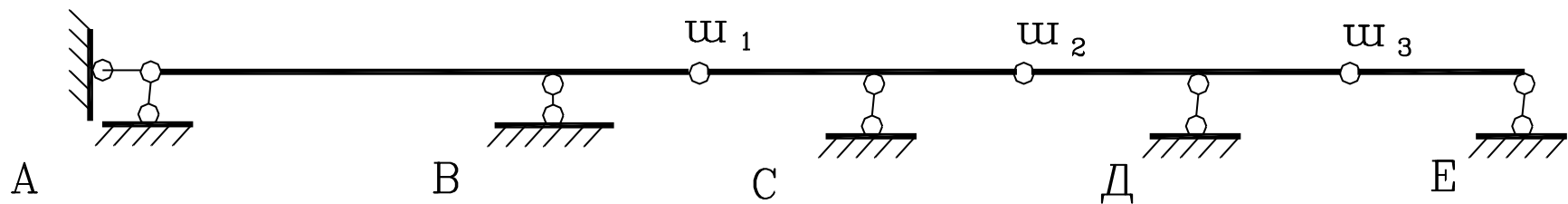
Действительная схема



Поэтажная схема

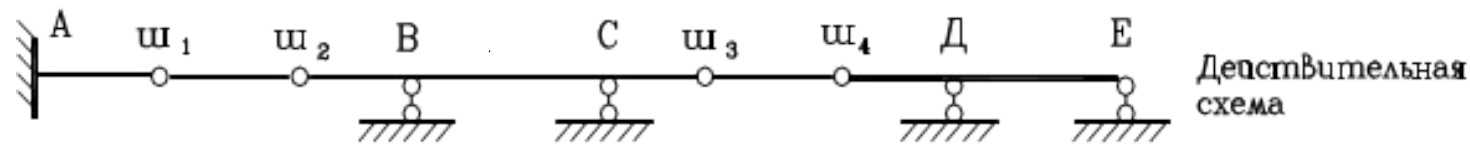
Второстепенный элемент

Основной элемент

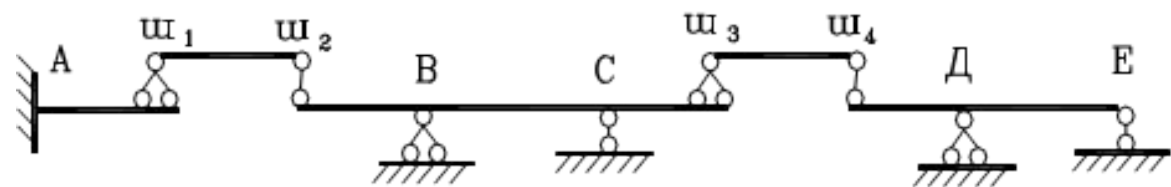


Основной элемент

Второстепенные элементы



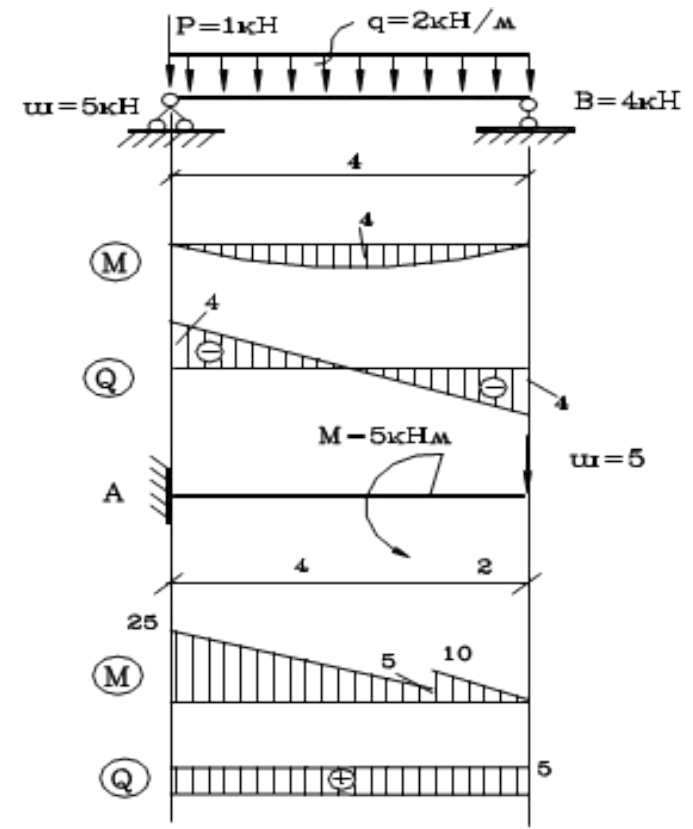
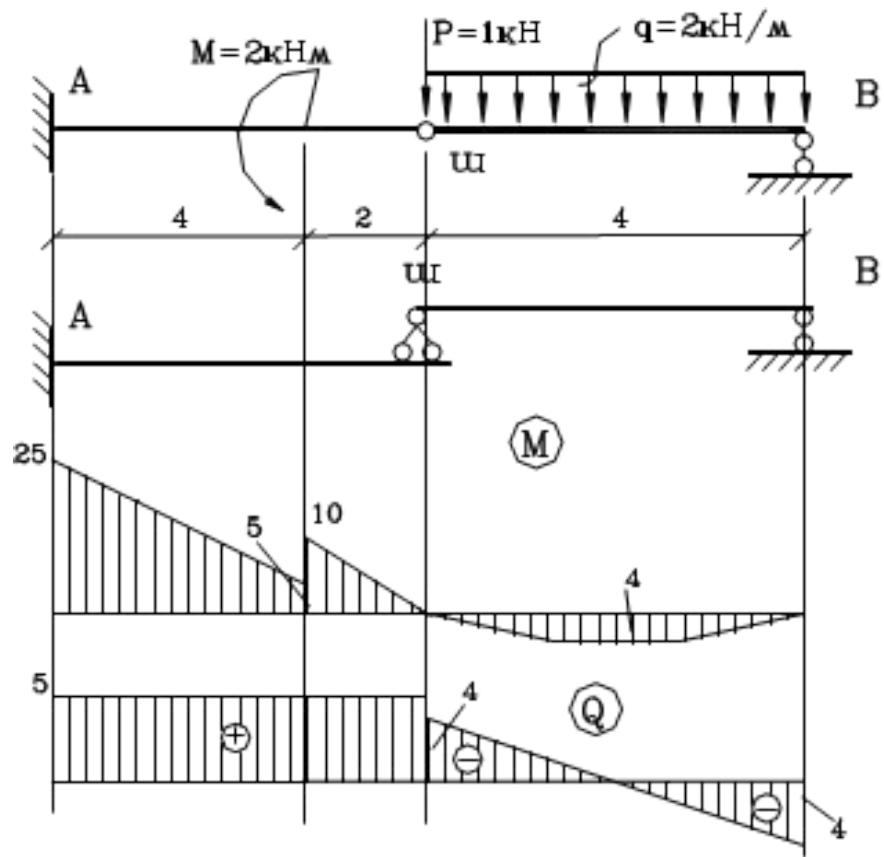
Действительная схема

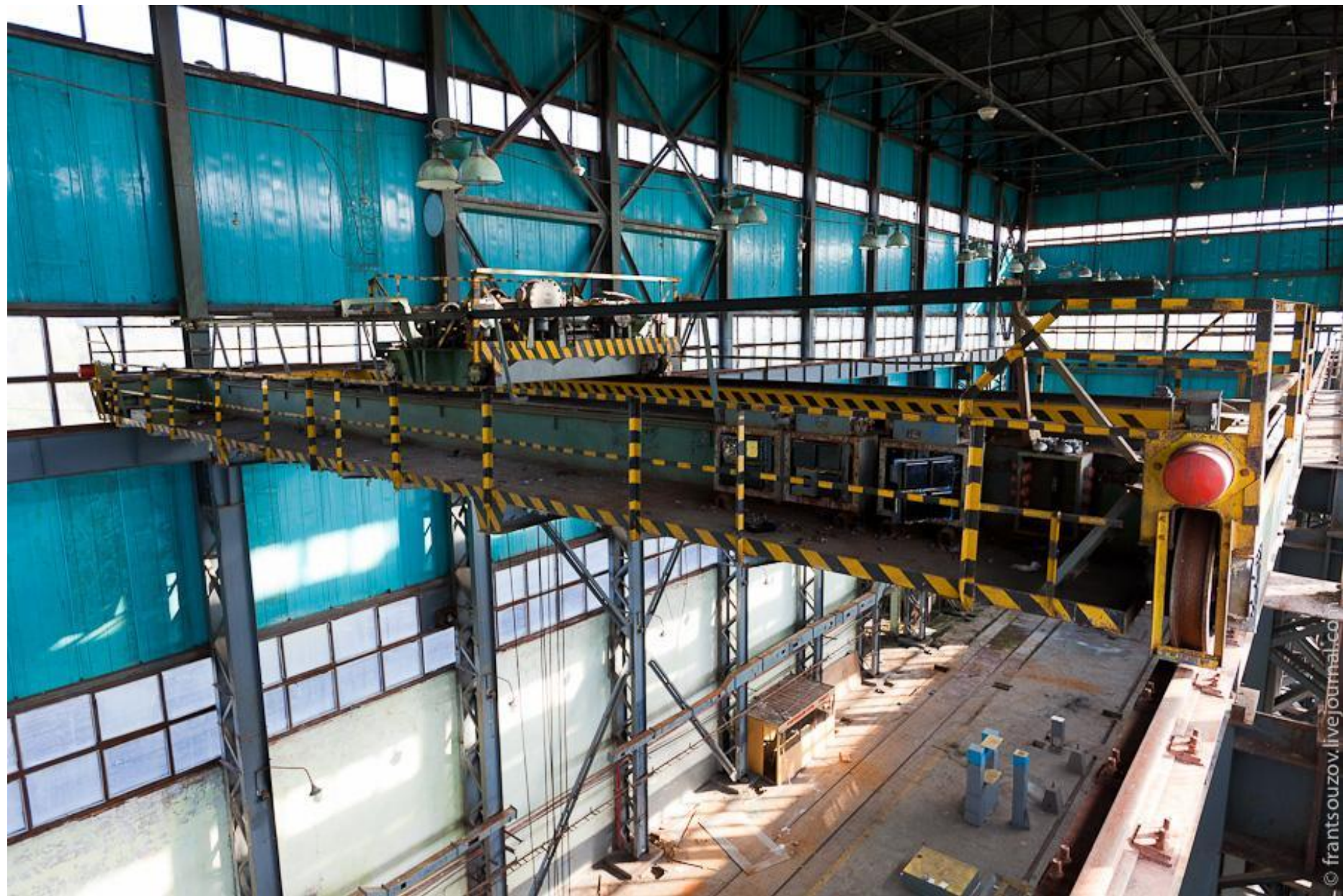


Первичная схема

Основные элементы

Второстепенный элемент









Общая теория линий влияния и ее применение к расчету статически определимых

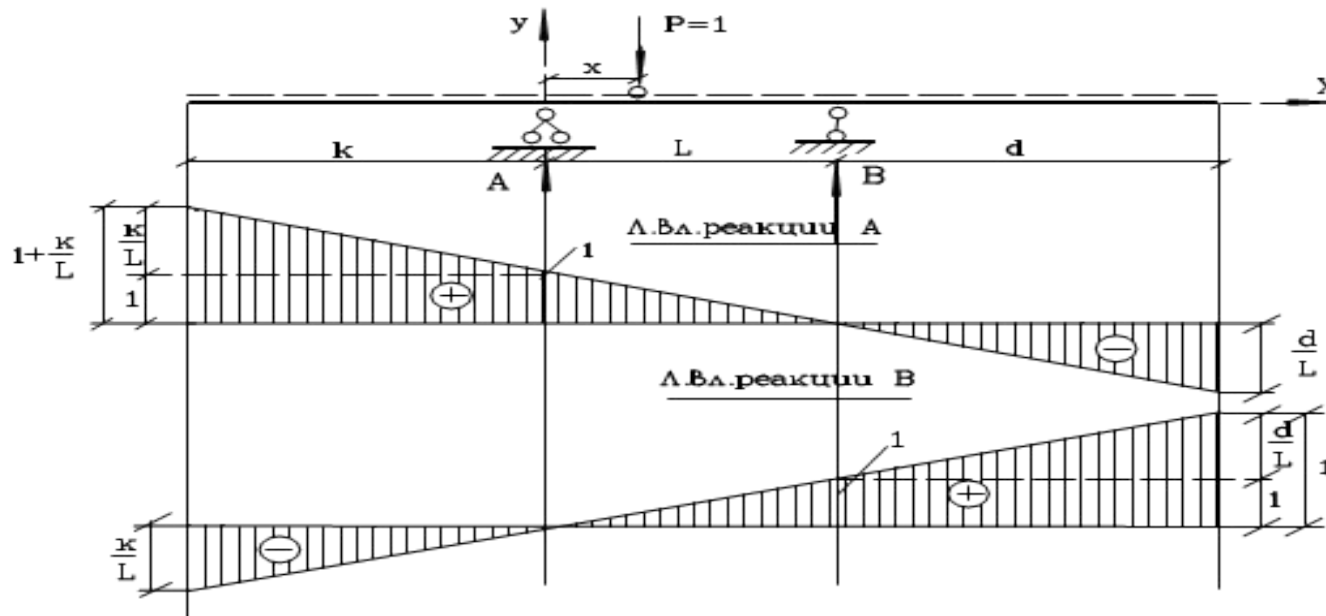
балок

Линией влияния называется график, показывающий изменение величины какого-либо усилия (M ; Q ; R ; N или др.) в строго зафиксированном месте сооружения при движении по нем груза $P=1$.

Линии влияния строятся двумя способами: статическим и кинематическим.

Сущность статического метода:

- а) подвижный груз $P=1$ устанавливается в произвольном месте на сооружении, например на расстоянии X от опоры;
- б) составляется уравнение, которое устанавливает зависимость между положением груза на сооружении и значением интересующей нас величины Z .
- в) выражая эту зависимость в графической форме, получаем интересующую нас линию влияния (л.в.). При этом уравнения составляются для каждого участка сооружения.



$$\sum M_B = 0; \quad A l - P(l - X)$$

$$\text{отсюда } A = \frac{l - X}{l};$$

$$\text{при } X = 0; \quad A = \frac{l}{l} = 1;$$

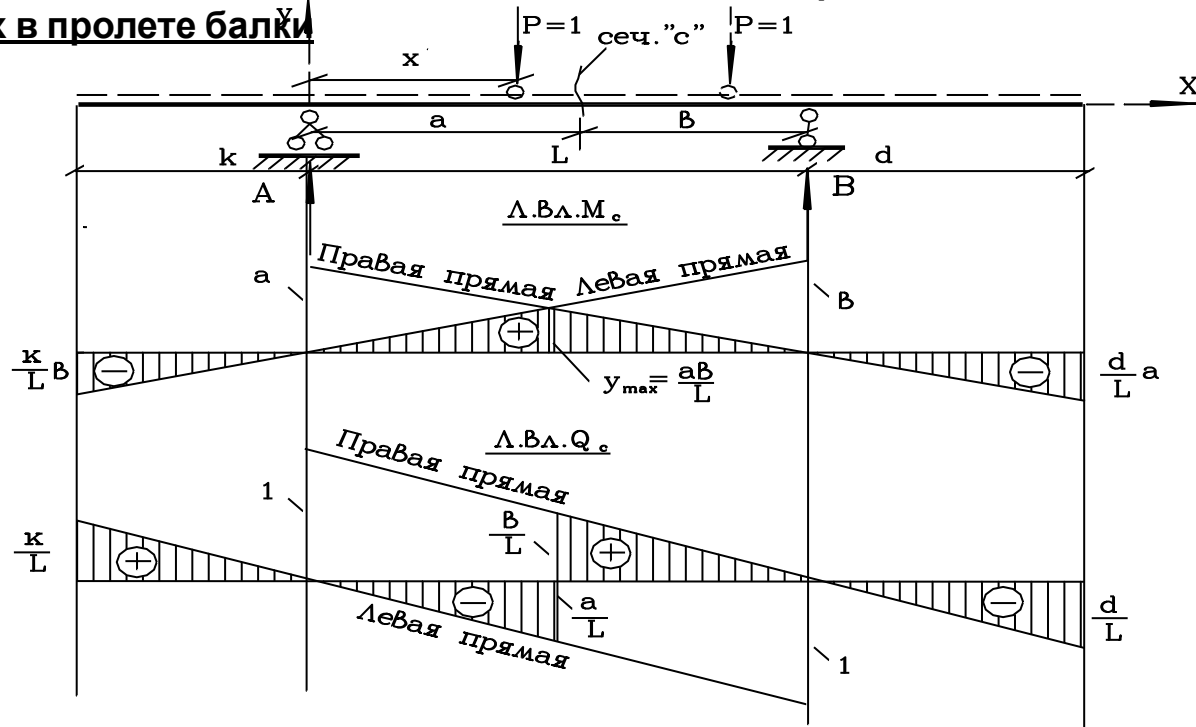
$$\text{при } X = l; \quad A = 0;$$

$$\sum M_A = 0; \quad P X - B l = 0;$$

$$\text{при } X = 0; \rightarrow B = 0;$$

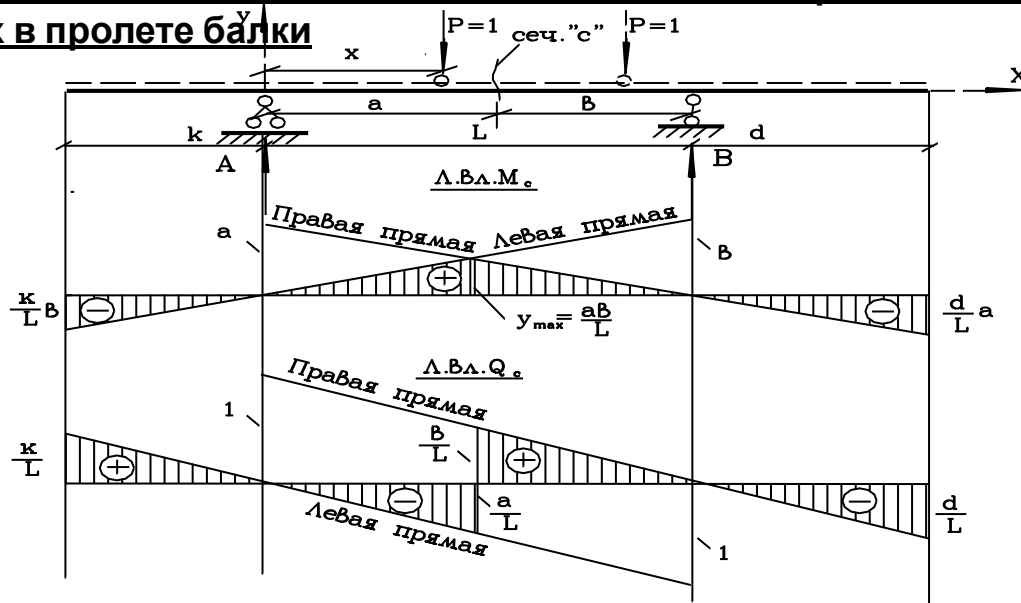
$$\text{при } X = l; \rightarrow B = \frac{l}{l} = 1$$

2. Построение линий влияния изгибающих моментов и поперечных сил для сечений расположенных в пролете балки



Груз $P=1$ находится левее сечения "С"	Груз $P=1$ находится правее сечения "С"
Определяем M_c от правых сил.	Определяем M_c от левых сил.
$M_c^{лев} = Bb = \frac{x}{l} b;$	$M_c^{пр} = Aa = \frac{l-x}{l} a;$
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> $M_c^{лев} = \frac{x}{l} b$ </div> -уравнение левой прямой $0 \leq x \leq a$	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> $M_c^{пр} = \frac{l-x}{l} a$ </div> -уравнение правой прямой $a \leq x \leq l$
Находим 2 точки прямой: $X=0: \rightarrow M_c^{лев}=0;$	Находим 2 точки прямой: $X=a; \rightarrow$
$X=a; \rightarrow M_c^{лев} = \frac{ab}{l}.$ Строим левую прямую	$M_c^{пр} = \frac{ab}{l}; X=l; \rightarrow M_c^{пр} = 0$
	Строим правую прямую

2. Построение линий влияния изгибающих моментов и поперечных сил для сечений расположенных в пролете балки



Сила $P=1$ левее сечения "С"

Определяем Q_c от правых сил

$$Q_c^{\text{лев}} = -B; \text{ или}$$

$$Q_c^{\text{лев}} = -\frac{x}{l} - \text{ур-е левой}$$

прямой

Строим прямую как линию влияния опорной реакции B (учитывая знак минус).

Сила $P=1$ правее сечения "С"

Определяем Q_c от левых

$$\text{сил}$$

$$Q_c^{\text{пр}} = A; \text{ или}$$

$$Q_c^{\text{пр}} = \frac{l-x}{l} - \text{ур-е правой}$$

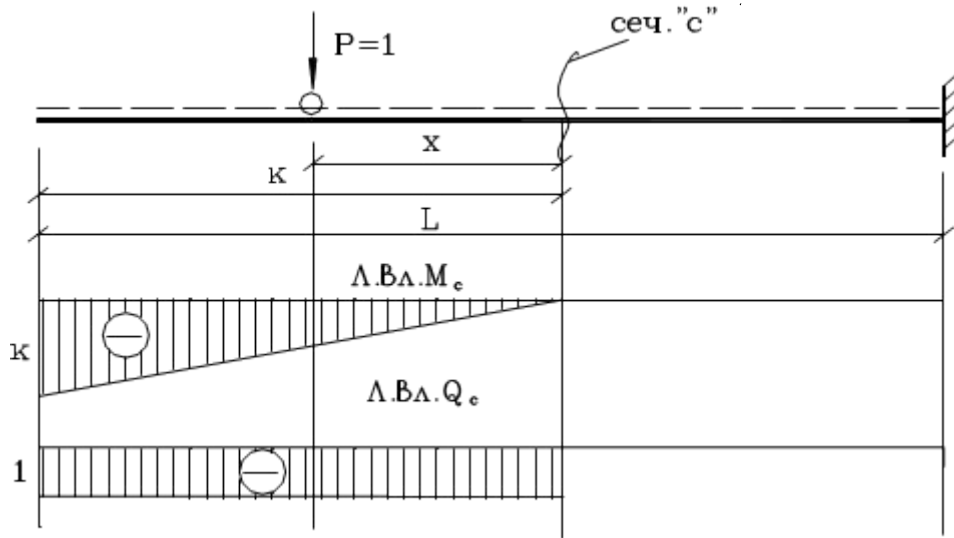
прямой

Строим прямую как линию влияния опорной реакции A .

Примечания.

1. Любая ордината линии влияния величины Z , для которой она построена, представляет собой величину Z когда груз $P=1$ находится на балке над этой ординатой.
2. Размерность ординат линий влияния:
 - а) реакций и Q - безразмерные;
 - б) изгибающего момента - см, м.
3. Правая и левая прямые линии влияния M пересекаются строго под сечением, а это значит, что прямая действительна только слева от сечения, а правая - справа от сечения.

3. Построение линий влияния для сечений "С" расположенных на консольных участках балки



!!! Особенность построения линий влияния состоит в том, что для получения M_c и Q_c независимо от расположения груза $P=1$ всегда рассматривают равновесие части балки между сечением и свободным концом консоли.

Построим линию влияния M_c :

1). Груз $P=1$ находится слева от сечения.

Составляем уравнение M_c :

$M_c^{\text{лев}} = -PX = -X$ уравнение левой прямой л.в.

2). Груз $P=1$ находится правее сечения

$M_c^{\text{пр}} = 0$; уравнение правой прямой л.в.

Для левой прямой строим график:

$$X = 0; \rightarrow M_c^{\text{лев}} = 0;$$

$$X = k; \rightarrow M_c^{\text{лев}} = -k$$

Построим линию влияния Q_c .

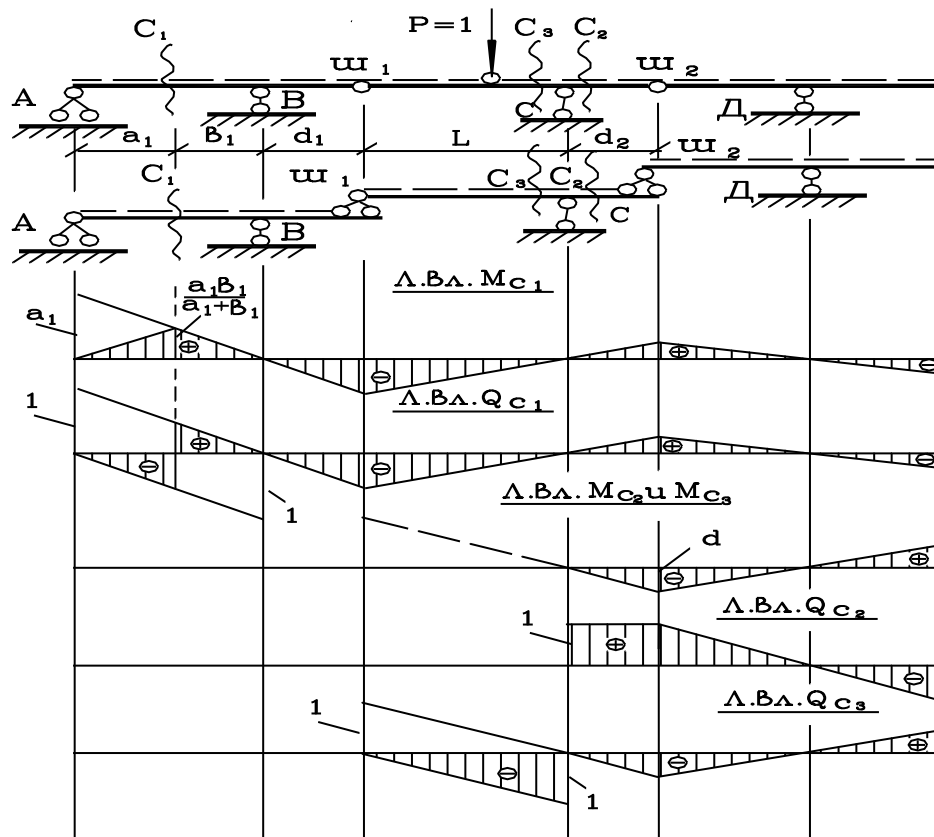
1). Груз $P=1$ находится слева от сечения "С"

: $Q_c^{\text{лев}} = -P = -1$ для всего левого участка.

2). Груз $P=1$ находится справа от сечения "С" :

$Q_c^{\text{пр}} = 0$ для правого участка балки

Построение линий влияния для шарнирно-консольных балок



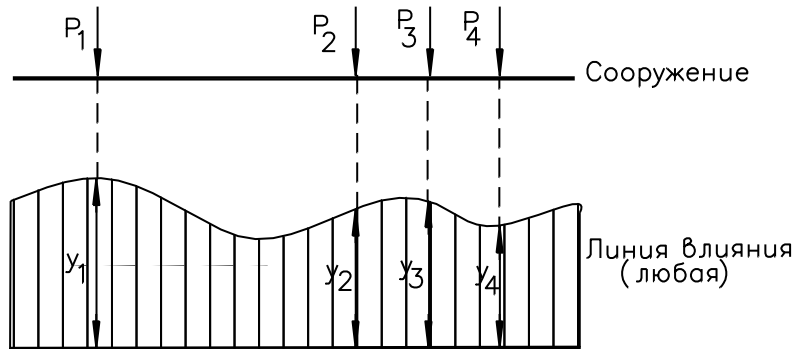
Перед построением линии влияния для шарнирно-консольных балок, необходимо построить поэтажную схему балки, а затем выполнить следующее:

- 1) если рассматриваемое сечение или опора располагается в пределах верхнего элемента поэтажной схемы, то линия влияния строится как для простой балки и располагается в пределах длины этого элемента. Нижерасположенные элементы не оказывают влияния на верхний элемент;
- 2) если рассматриваемое сечение или опора находится на одном из нижерасположенных элементов поэтажной схемы, то тогда поступают следующим образом:
 - а) вначале, как для простой балки, строят линию влияния в пределах элемента, которому принадлежит рассматриваемая опора или сечение;
 - б) затем эта линия влияния корректируется путем учета влияния вышерасположенных элементов, т.е. анализируется, как изменяется давление вышерасположенного элемента.

Определение усилий, от заданных нагрузок, по линиям влияния

а) при действии на конструкцию системы сосредоточенных сил

1

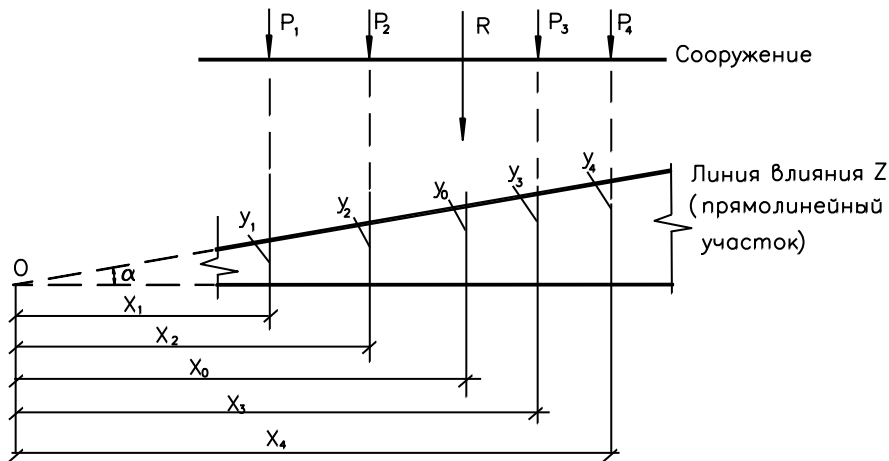


$$Z = P_1 y_1 + P_2 y_2 + P_3 y_3 + P_4 y_4 + \dots + P_n y_n$$

$$Z = \sum_{i=1}^n P_i y_i$$

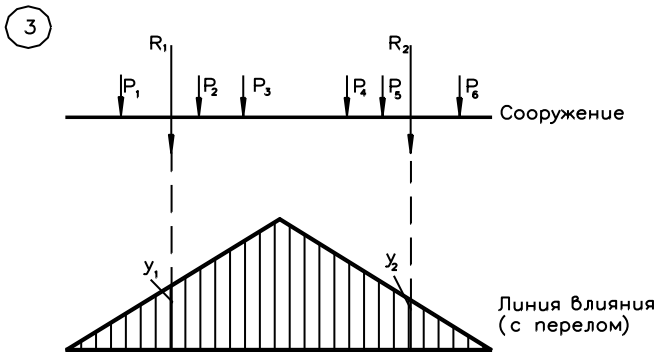
б) при действии на конструкцию системы сосредоточенных сил и, если линия влияния на этом участке имеет прямолинейный характер

2



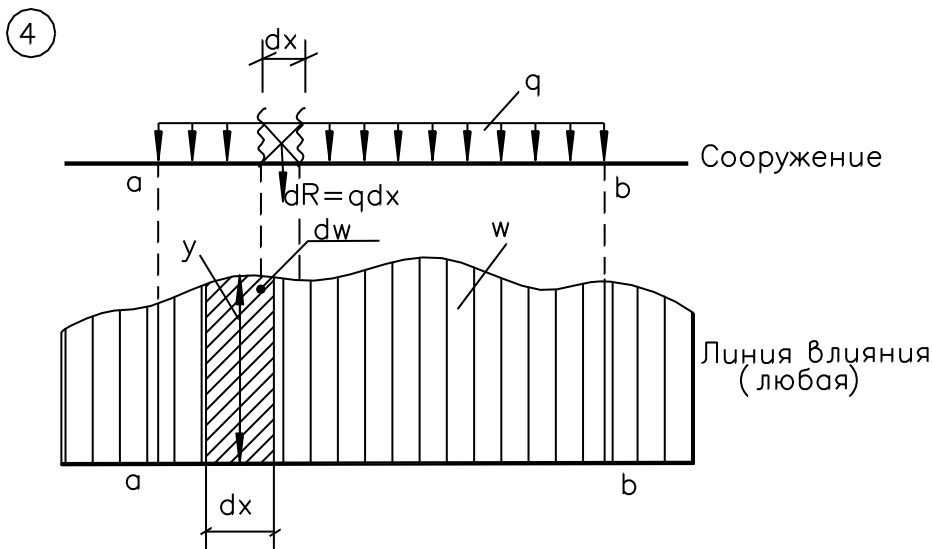
$$Z = P_1 y_1 + P_2 y_2 + P_3 y_3 + P_4 y_4 = R y_0$$

в) при действии на конструкцию системы сосредоточенных сил и наличии на прямолинейной линии влияния перелома



$$Z = \sum_{i=1}^n P_i y_i = R_1 y_1 + R_2 y_2;$$

г) при действии на конструкцию равномерно распределенной нагрузки



$$dz = q dx y,$$

но $y q dx = dw$ - площадь элементарного участка лин.вл.

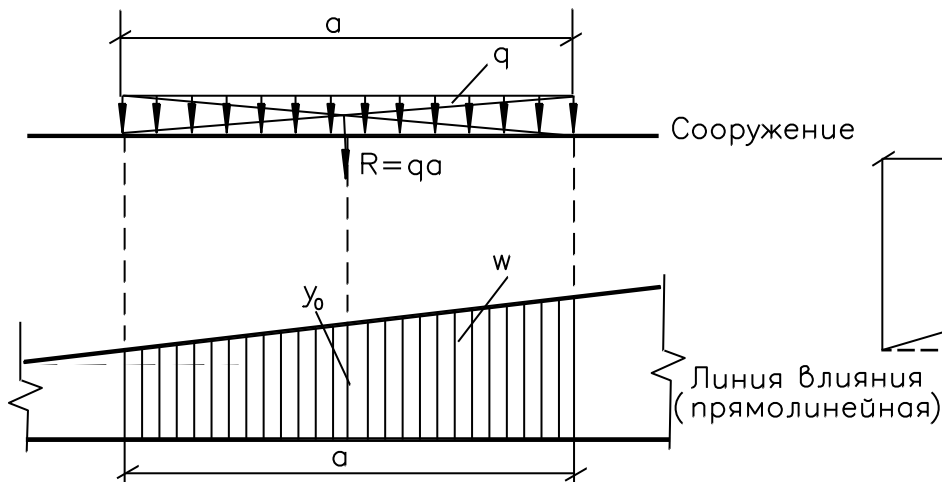
Тогда $dz = q dw$. Полное усилие равно сумме элементарных усилий на участке длиной ab , т.е.

$$Z = \int_a^b q dw = q \int_a^b dw,$$

$$Z = q w$$

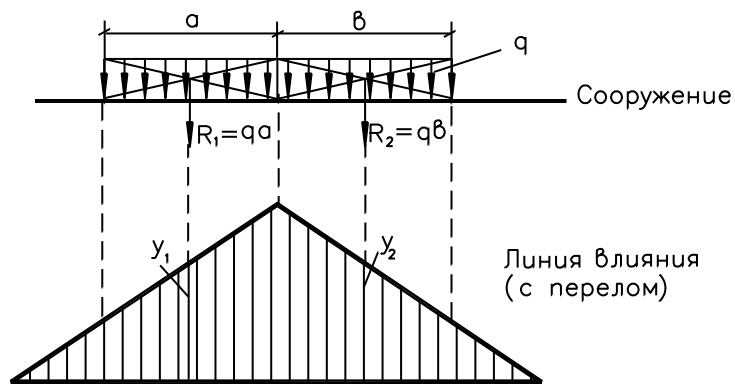
д) при действии на конструкцию равномерно распределенной изгибающего

нагрузки над прямолинейным участком линии влияния



$$Z = Ry_0$$

6

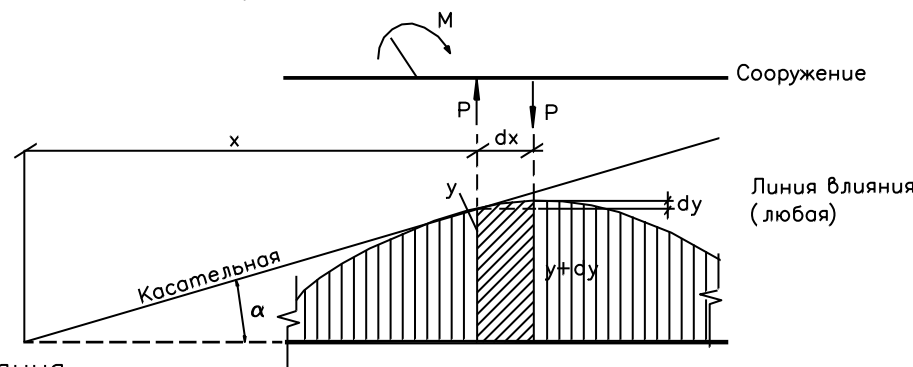


$$Z = R_1 y_1 + R_2 y_2 = qa y_1 + qb y_2;$$

$$Z = q(a y_1 + b y_2);$$

ж) при действии на конструкцию

сосредоточенного момента



$$Z = P(y + dy) - Py = Py + Pdy - Py;$$

$$Z = Pdy, \text{ но}$$

$$P = \frac{M}{dx};$$

$$Z = M \frac{dy}{dx} \quad \frac{dy}{dx} = tg\alpha$$

$$Z = M tg\alpha$$

е) при действии на конструкцию равномерно распределенной нагрузки над прямолинейным участком линии влияния, имеющим перелом

Особенность построения линии влияния при узловом характере передачи нагрузки

нагрузки

Узловой называется такая передача нагрузки, при которой независимо от расположения грузов давление на сооружение осуществляется всегда в одних и тех же точках.

Между двумя смежными узлами линии влияния представляет собой отрезок прямой. В этом случае последовательность построения линии влияния следующая:

а) строится линия влияния при непосредственном нагружении сооружения (главной балки), без учета передаточных узлов;

б) затем узлы передачи нагрузки сносят по вертикали на эту построенную линию влияния и найденные смежные точки пересечения вертикалей с л.в. соединяют отрезками прямых, которые называются передаточными прямыми.

