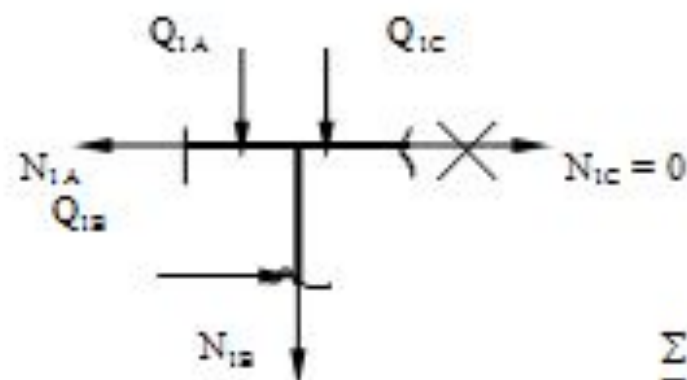
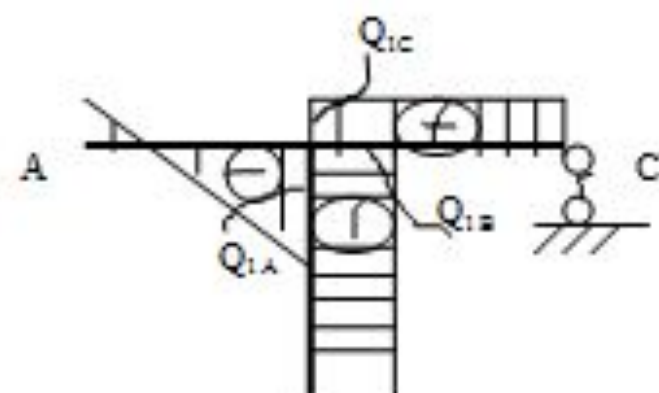


Эпюру продольных сил строят по эпюре  $Q$  способом вырезания узлов. Начинать надо с того узла, в котором неизвестны продольные усилия не более чем в двух элементах. К вырезанному узлу прикладывают внешние сосредоточенные силы (если таковые имеются), а к разрезанным элементам поперечные силы. Положительные 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.

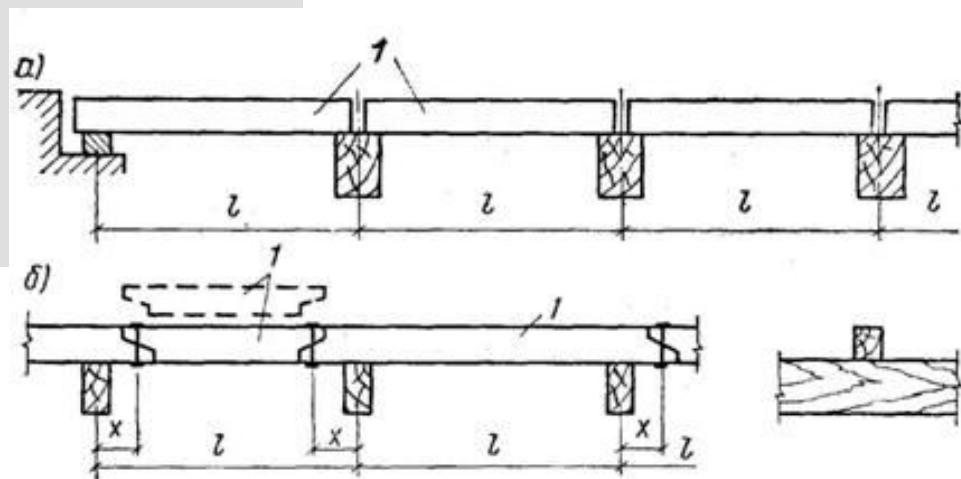
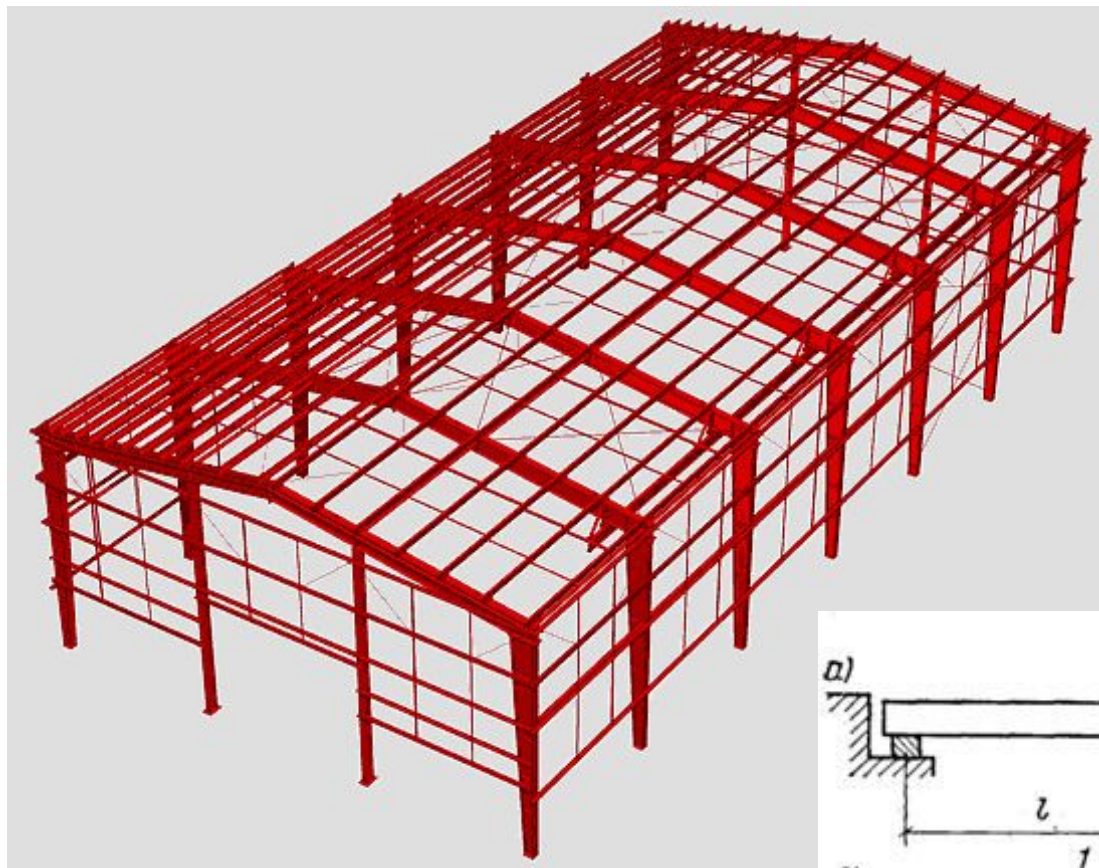
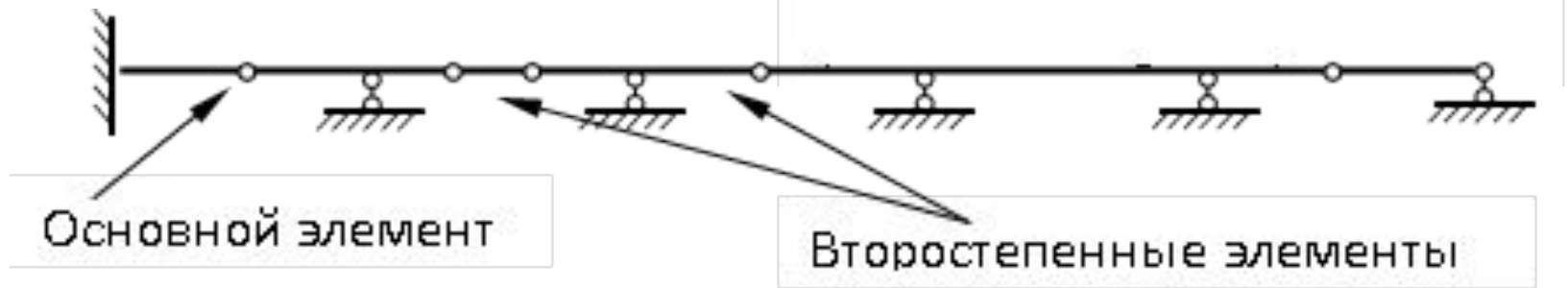
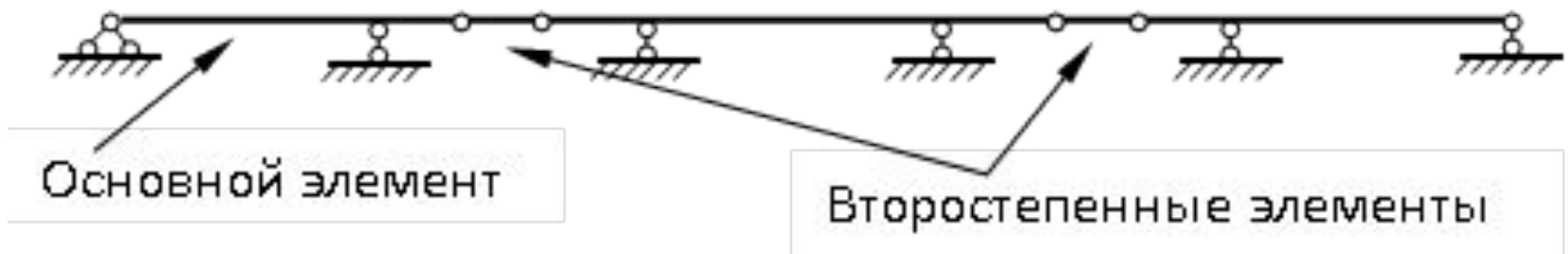
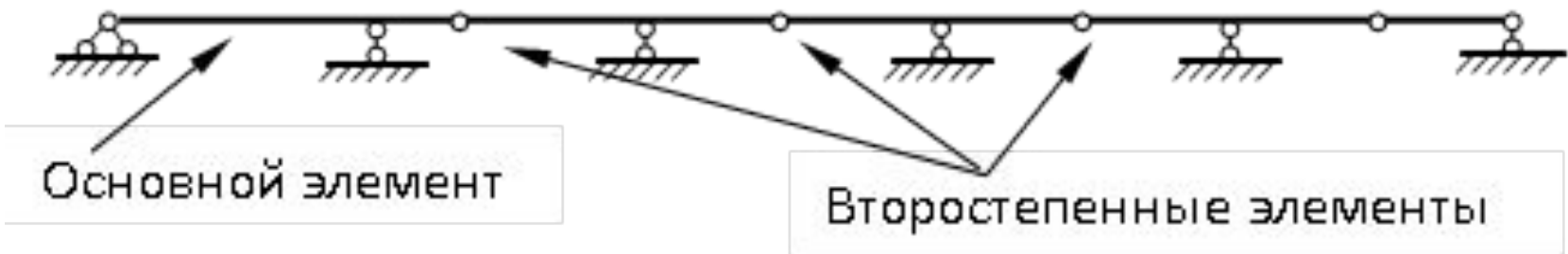
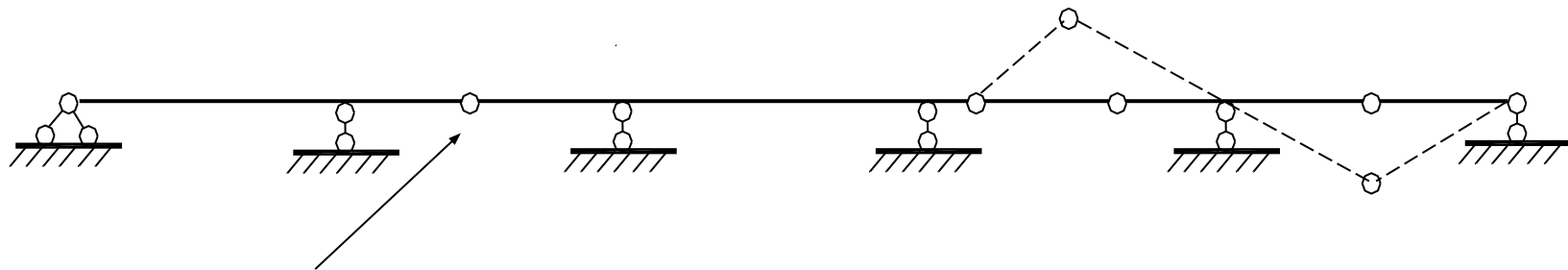
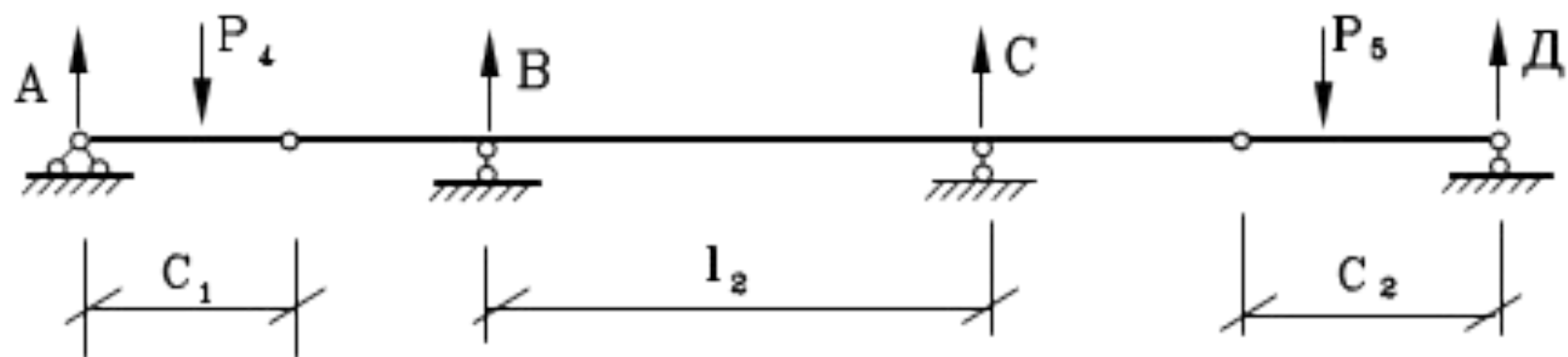
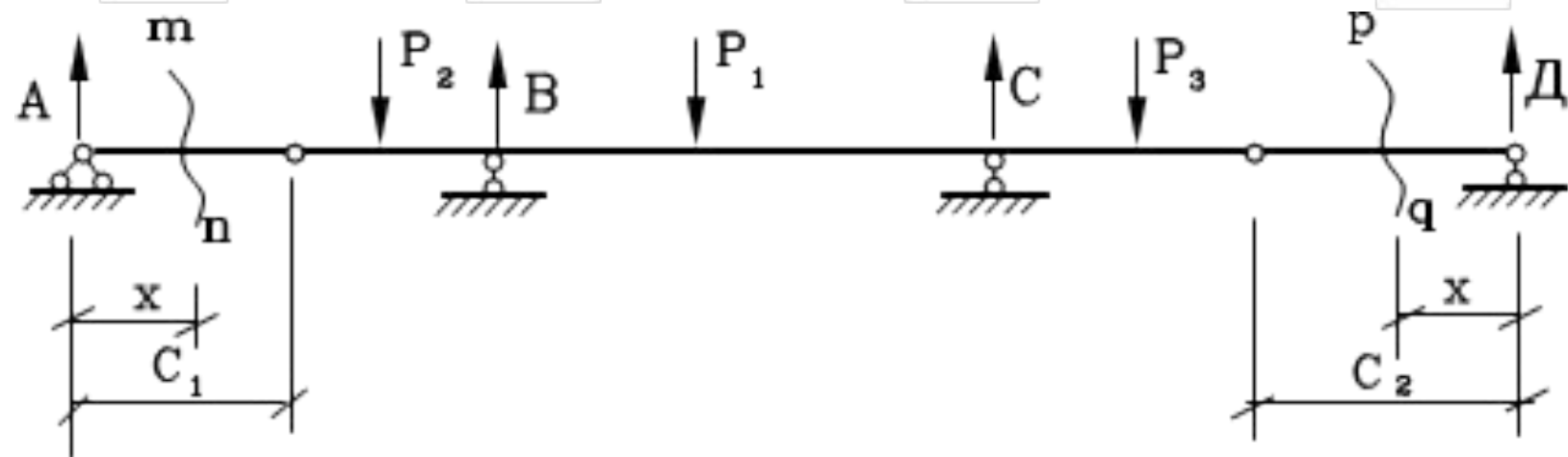
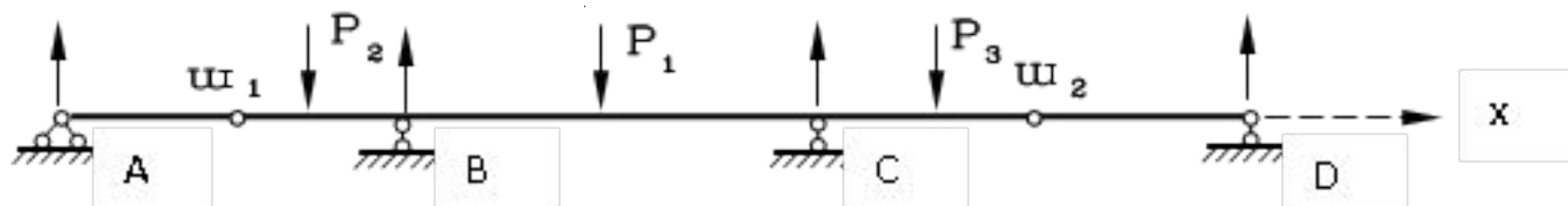
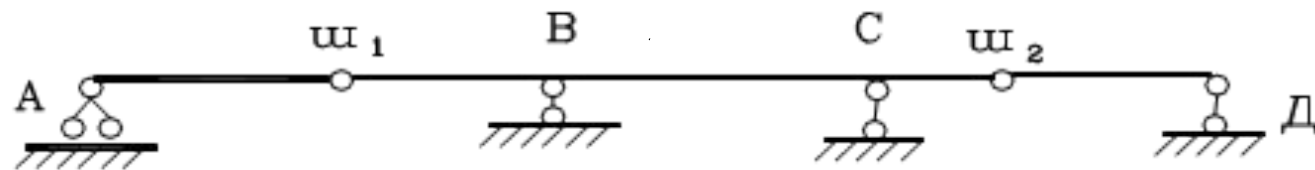


Рис. 4. Схема и конструкция прогонов:  
а - разрезного; б - консольно-балочного; 1 - прогон







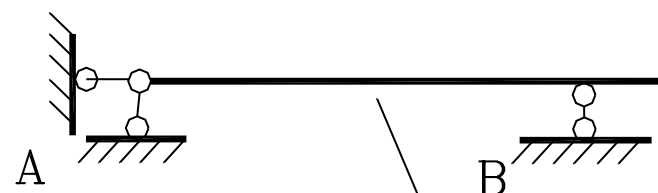
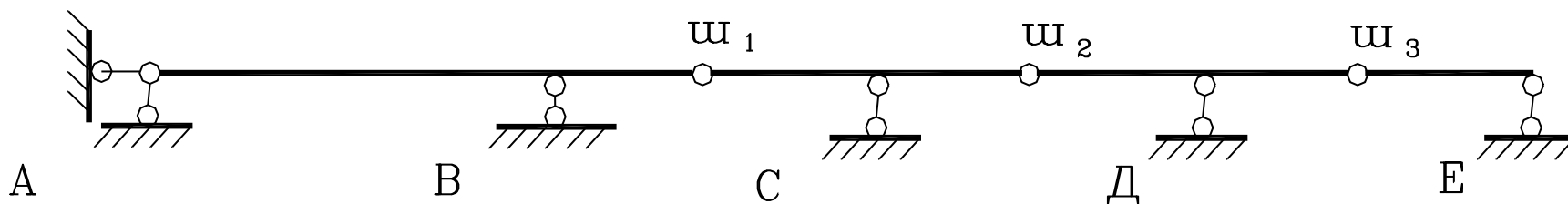
Действительная  
схема



Поэтажная  
схема

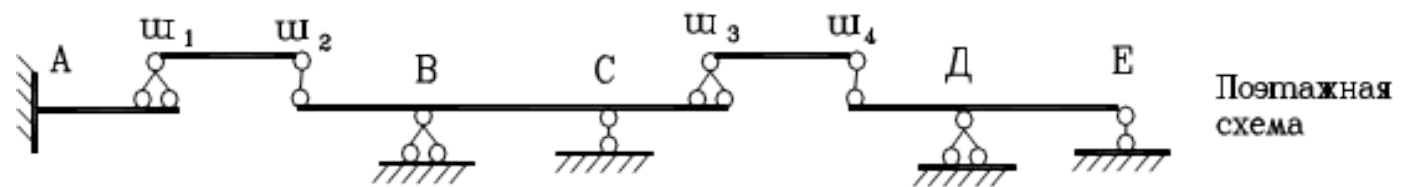
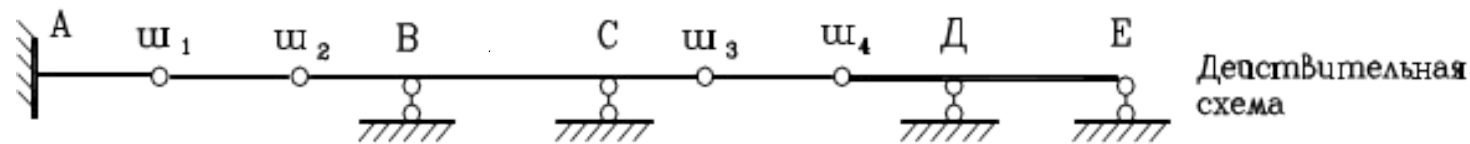
Второстепенный  
элемент

Основной элемент



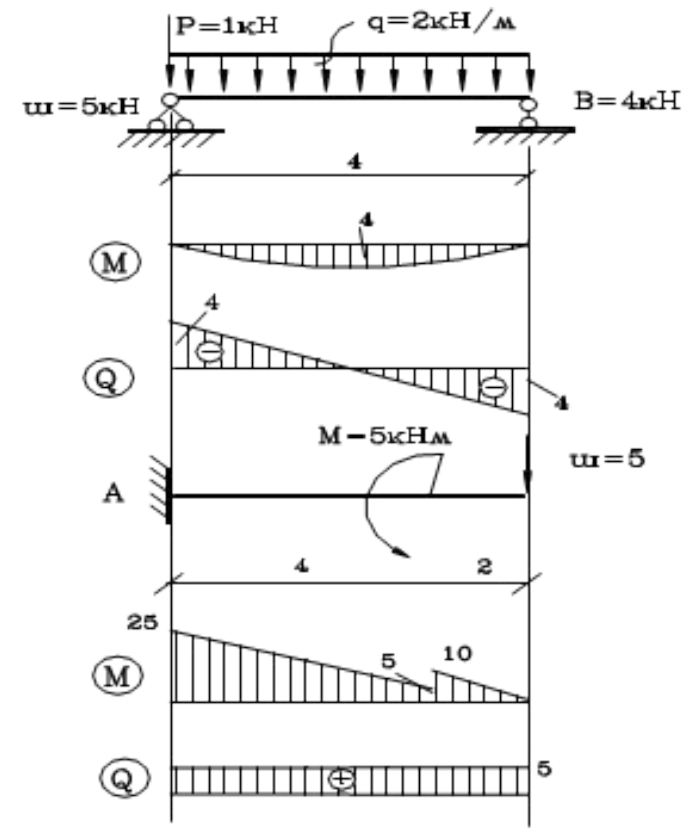
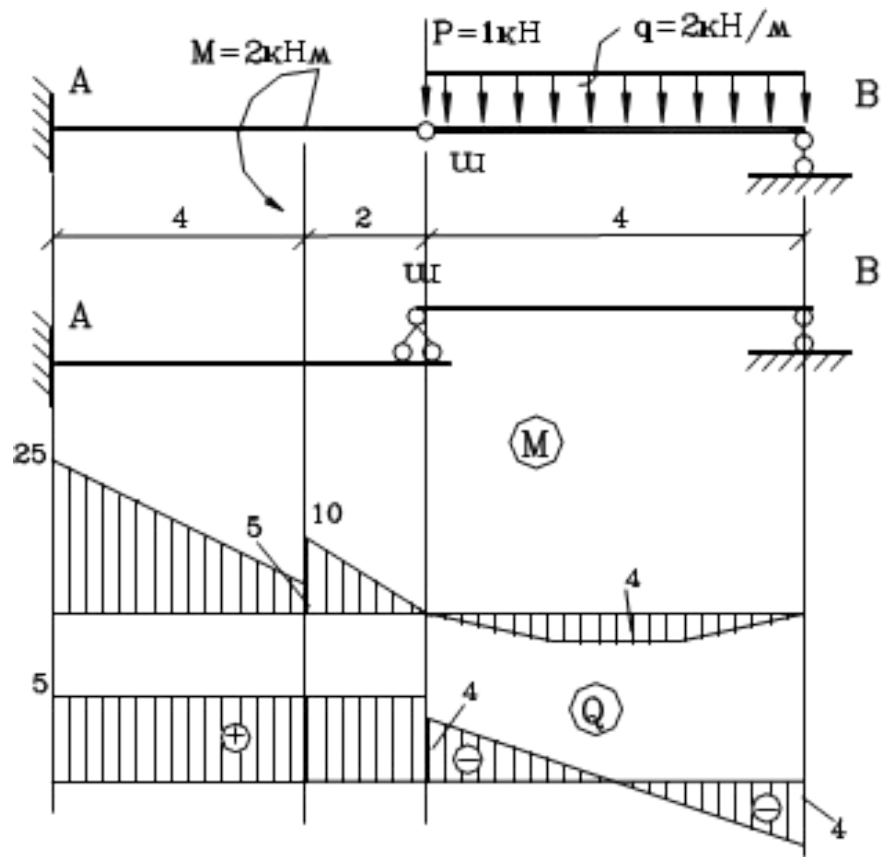
Основной элемент

Второстепенные элементы



Основные элементы

Второстепенный элемент











# Общая теория линий влияния и ее применение к расчету статически определимых

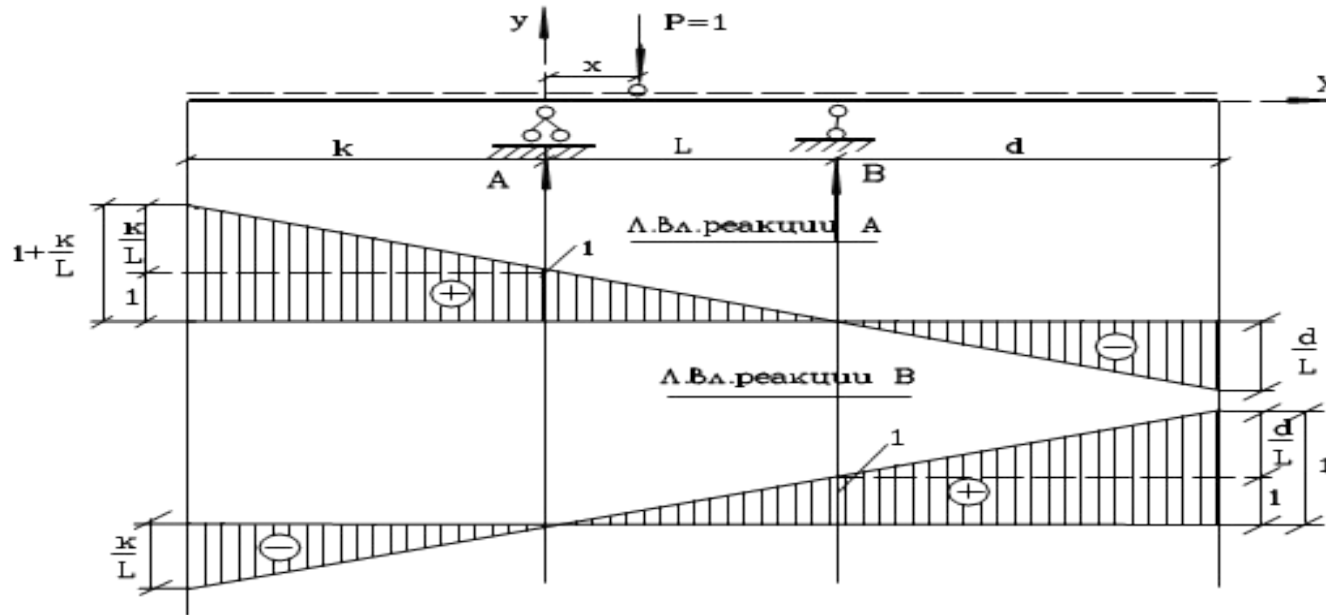
балок

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.



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

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

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

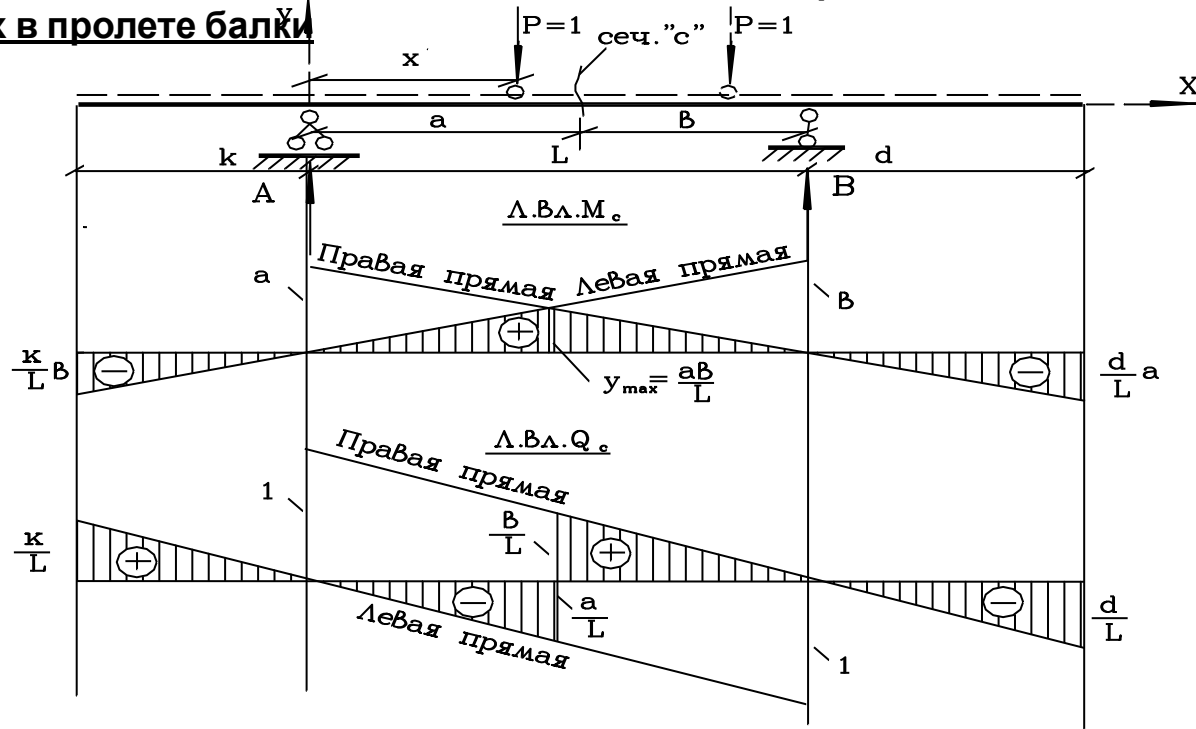
$$\text{при } X = l; \quad A = 0;$$

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

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

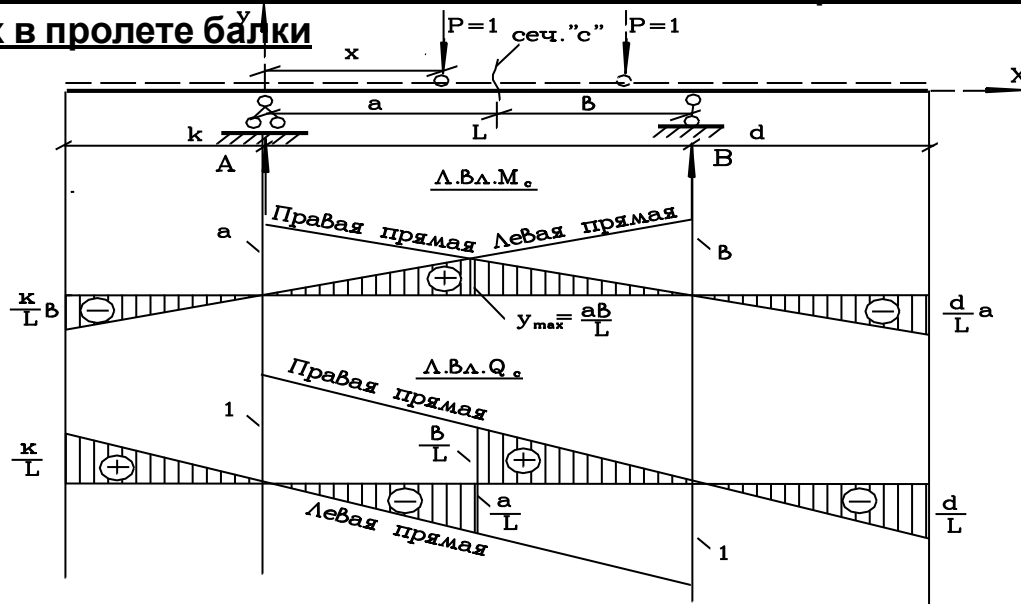
$$\text{при } X = l; \rightarrow B = \frac{l}{l} = 1$$

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

## 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 В (учитывая знак минус).

Сила  $P=1$  правее сечения "С"

Определяем  $Q_c$  от левых

сил

$$Q_c^{\text{пр}} = A; \text{ или}$$

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

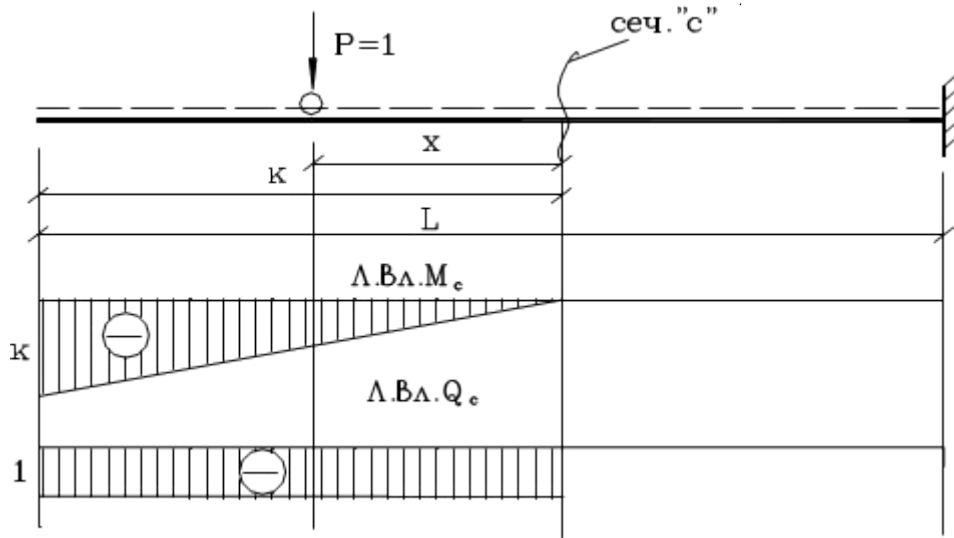
прямой

Строим прямую как линию влияния опорной реакции А.

### 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  $Q_c$ .

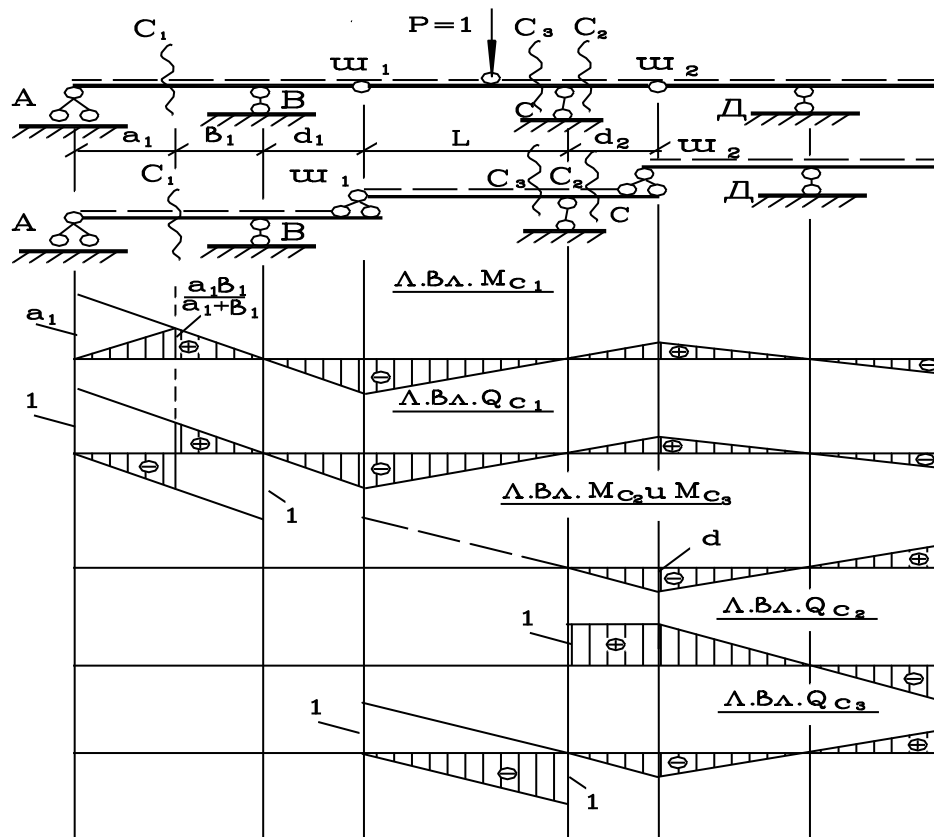
1). Груз  $P=1$  находится слева от сечения "С"

:  $Q_c^{\text{лев}} = -P = -1$  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



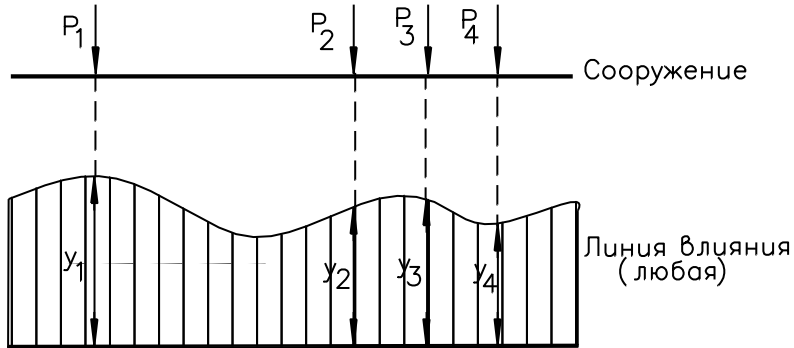
Перед построением линии влияния для шарнирно-консольных балок, необходимо построить поэтажную схему балки, а затем выполнить следующее:

- 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

СИП

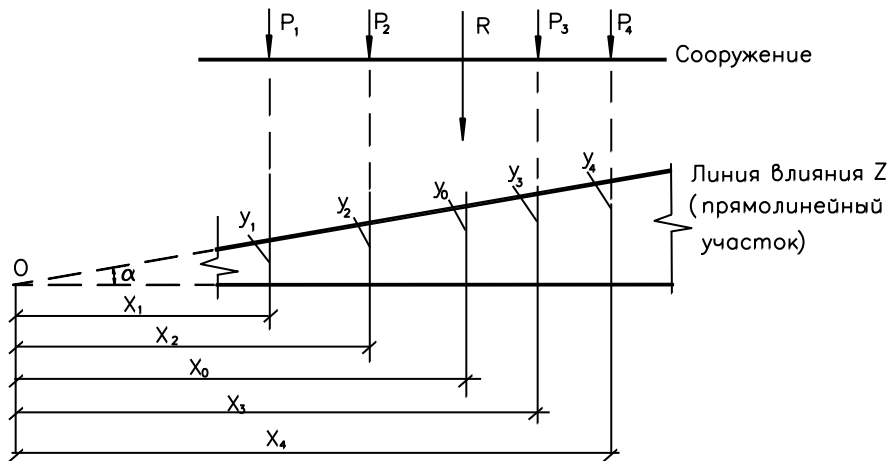


$$Z = P_1 y_1 + P_2 y_2 + P_3 y_3 + P_4 y_4 + \dots + P_n y_n;$$

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

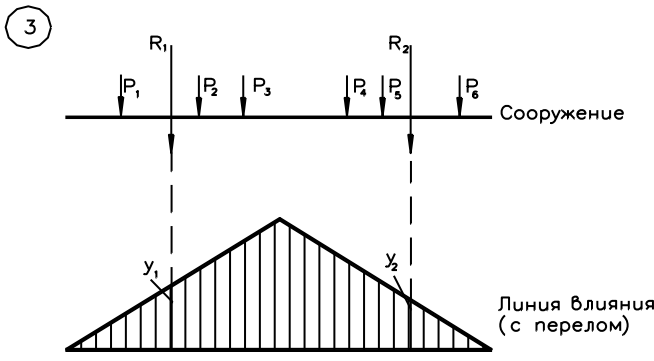
б) при действии на конструкцию системы сосредоточенных сил и, если линия влияния на этом участке имеет прямолинейный характер

2



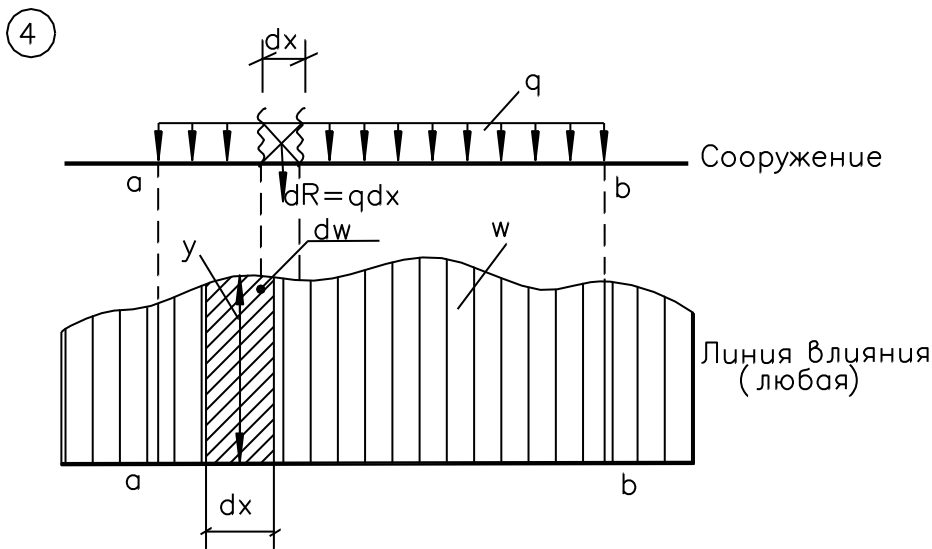
$$Z = P_1 y_1 + P_2 y_2 + P_3 y_3 + P_4 y_4 = R y_0$$

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.

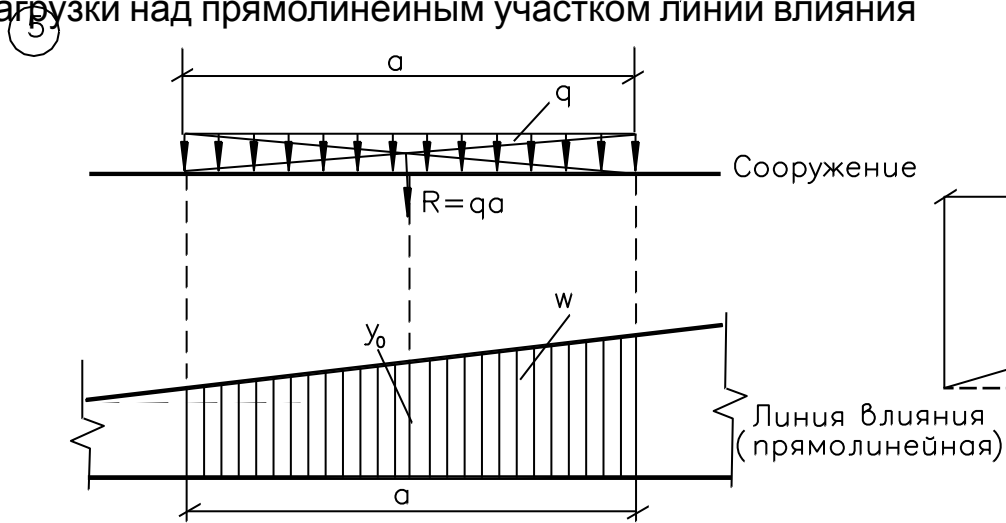
$$Z = \int_a^b q dw = q \int_a^b dw,$$

$$Z = q w$$



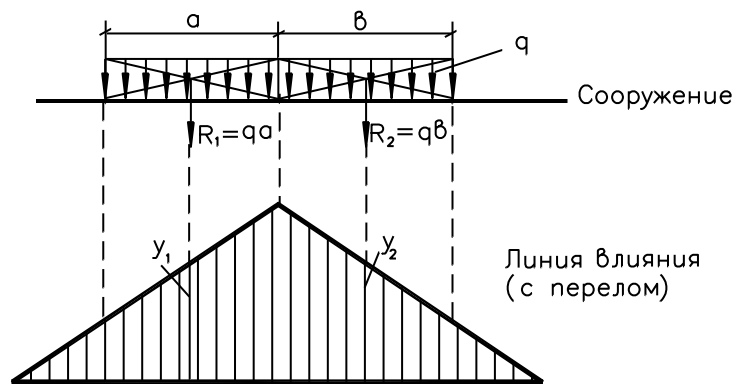
д) при действии на конструкцию равномерно распределенной изгибающего

нагрузки над прямолинейным участком линии влияния



$$Z = Ry_0$$

6

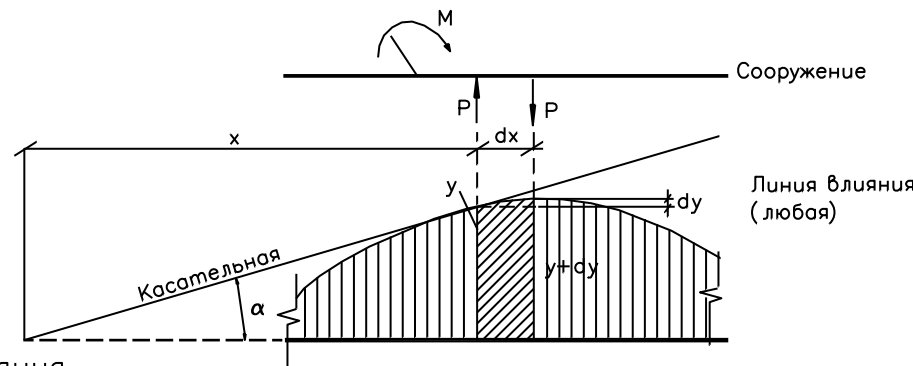


$$Z = R_1 y_1 + R_2 y_2 = qa y_1 + qb y_2;$$

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

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.

