



СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА. Часть I

СТАТИЧЕСКИ ОПРЕДЕЛИМЫЕ СИСТЕМЫ

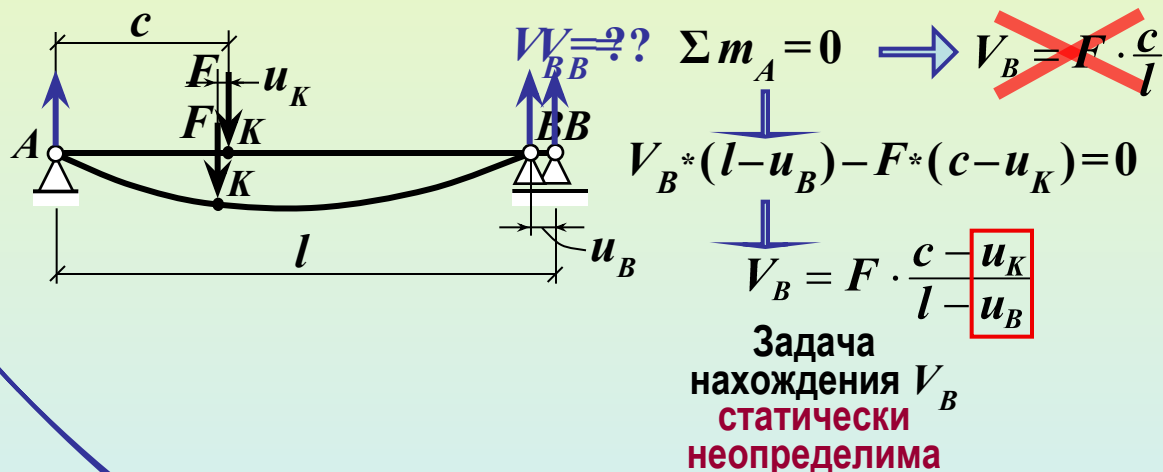
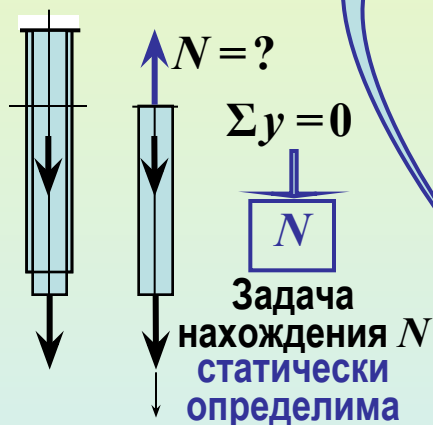
**СТАТИЧЕСКИ ОПРЕДЕЛИМЫЕ СИСТЕМЫ
(СВОЙСТВА, КЛАССИФИКАЦИЯ).**

**МНОГОПРОЛЁТНЫЕ
СТАТИЧЕСКИ ОПРЕДЕЛИМЫЕ БАЛКИ**

Статически определимой называется система, в которой для нахождения всех силовых факторов (реакций внешних и внутренних связей и внутренних усилий) достаточно одних лишь уравнений равновесия.

Условия статической определимости системы:

1. Кинематическое условие: $W=0$ – **отсутствие лишних связей** (необходимое, но недостаточное).
2. Требование к расчётной модели – **отсутствие перемещений в уравнениях равновесия** системы в целом и её частей (возможность расчёта по недеформированной схеме).



Свойство статической определимости **системы** условно отождествляется со статической определимостью **задачи** расчёта при соответствующей её формулировке.

Если $u_B \ll l$ и $u_K \ll c$, то $V_B \approx F \cdot \frac{c}{l}$ (расчёт по недеформированной схеме)
задача условно статически определима

РЕЗЮМЕ О СТАТИЧЕСКОЙ ОПРЕДЕЛИМОСТИ

В строгом смысле, свойством статической определимости (или неопределимости) обладает **не сама система, а задача ее расчёта**, сформулированная с использованием тех или иных гипотез и предпосылок.

Но формально понятие «статическая определимость» можно отнести к системе **без лишних связей** в случае, когда в записанных для неё уравнениях равновесия отсутствуют перемещения в множителях при силовых факторах.

Это имеет место в так называемых **расчётах по недеформированной схеме системы**, когда в уравнениях статики не учитываются малые в сравнении с габаритами системы изменения её геометрии (координат точек) в результате деформации элементов.

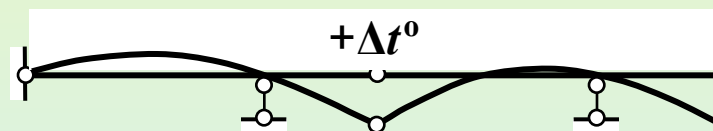
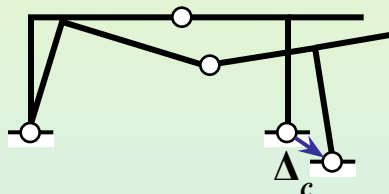
Общие свойства статически определимых систем (СОС)

1. Все силовые факторы в статически определимой системе могут быть найдены с помощью *одних лишь уравнений равновесия*, без использования геометрических и физических зависимостей.

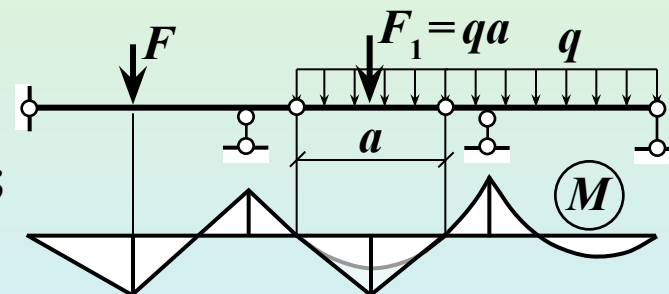
2. Усилия в статически определимой системе зависят от её *геометрии и структуры* (расположения и типов связей), а также от приложенной *нагрузки*, и *не зависят от жесткостных свойств элементов* (дисков) системы.

3. Статически определимая система *может быть составной – содержащей главные и второстепенные части*; в этом случае её расчёт рационально выполняется, начиная с самой второстепенной части и заканчивая главными частями.

4. *Смещения связей и изменения температуры не вызывают никаких усилий* в статически определимой системе (СОС нечувствительны в силовом отношении к кинематическим и температурным воздействиям); при этом перемещения в СОС от указанных воздействий возникают.



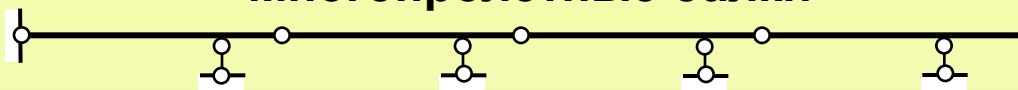
5. Статически эквивалентные преобразования нагрузки в пределах некоторого диска СОС вызывают изменения усилий только в этом диске; за его пределами все силовые факторы остаются неизменными.



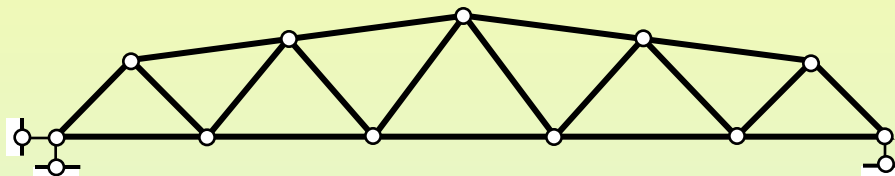
6. Статически определимые системы обладают большей деформативностью и меньшей «живучестью» в сравнении с подобными им системами с лишними связями (статически неопределимыми).

ОСНОВНЫЕ ТИПЫ СТАТИЧЕСКИ ОПРЕДЕЛИМЫХ СИСТЕМ

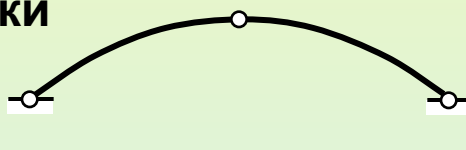
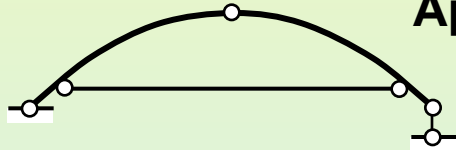
Многопролётные балки



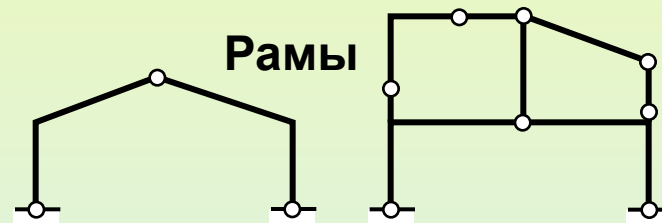
Фермы



Арки

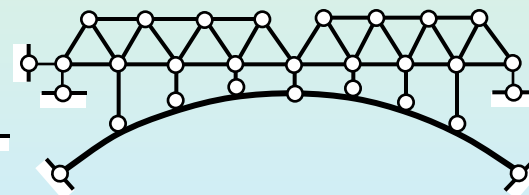
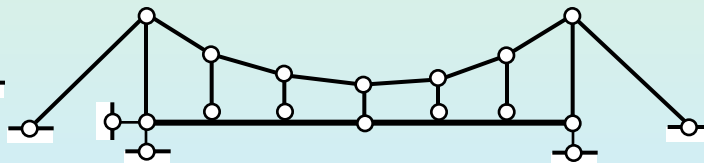
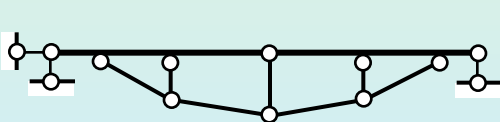


Рамы



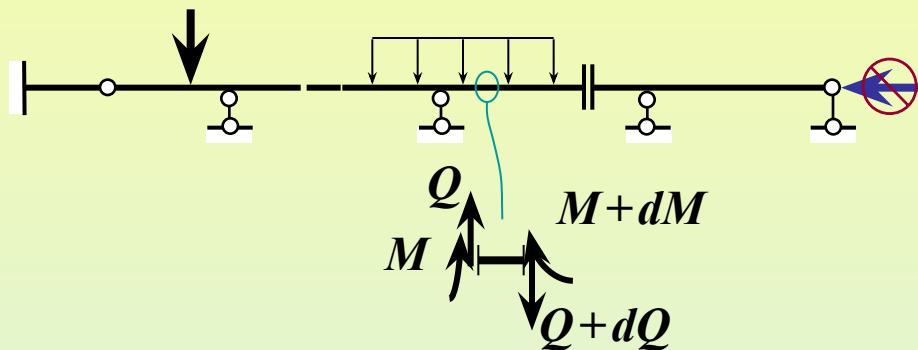
Трёхшарнирные системы

Комбинированные системы



**МНОГОПРОЛЁТНЫЕ
СТАТИЧЕСКИ
ОПРЕДЕЛИМЫЕ
БАЛКИ**

Многопролётная балка – это геометрически неизменяемая система, состоящая из прямолинейных стержней – одного или нескольких, шарнирно или жёстко соединённых друг с другом по концам и расположенных так, что их продольные оси образуют единую прямую, с внешними связями (опорами) более чем в двух точках; предназначена для работы на изгиб.



Кинематический анализ

а) количественный анализ:

$$W = 3D - 2H - C_0 \leq 0$$

б) структурный анализ –
правила расположения связей:

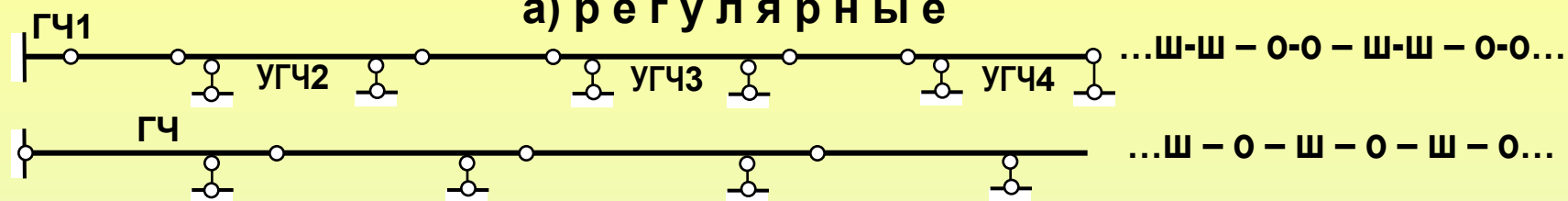
- в пролёте не может быть более двух шарниров (в том числе более одного поступательного);
- суммарное число шарниров в двух смежных пролётах – не более трёх (шарниры – цилиндрические или поперечные поступательные).

Для статически определимой многопролётной балки (МСОБ):

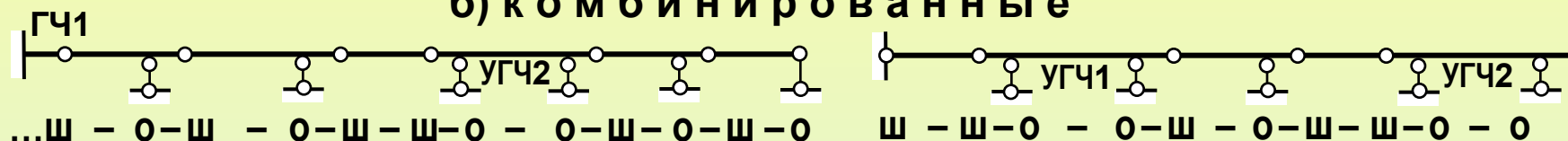
$$W = 0 \Rightarrow C_0 = 3D - 2H \text{ – необходимое число опорных связей.}$$

Основные структурные схемы многопролётных СО балок

а) регулярные



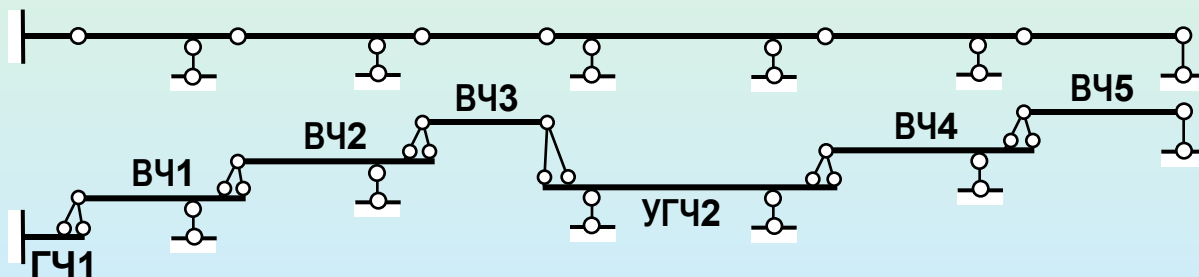
б) комбинированные



Признаки главных частей МСОБ:

- 1) основной – наличие трёх связей с «землёй» (безусловно главная часть);
- 2) дополнительный – наличие двух параллельных связей, перпендикулярных к оси балки (условно главная часть).

Рабочая схема балки – вспомогательная расчётная схема, на которой части балки (диски) изображаются на разных уровнях: главные части – на самом нижнем уровне, второстепенные части – выше (тем выше, чем более второстепенной является часть); на самом верхнем уровне располагается самая второстепенная часть.

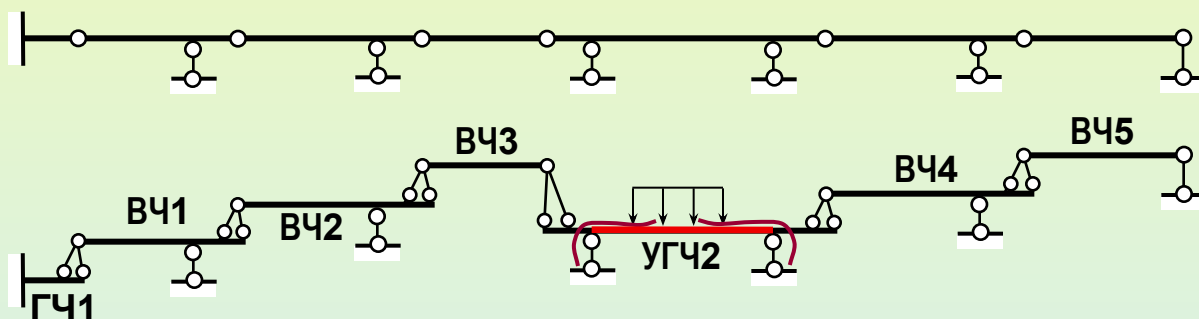


Особенности работы МСОБ под нагрузками

- 1) нагрузка, приложенная к **главной части**, вызывает усилия (изгибающие моменты и поперечные силы) только в *загруженной главной части*; *остальные части балки не работают* (M и Q в них равны 0);
- 2) при загрузке некоторой **второстепенной части** усилия M и Q возникают в последовательности (цепи) частей, начинающейся с загруженной части и заканчивающейся ближайшими главными частями.

Мнемоническое правило:

«силовые потоки» растекаются по рабочей схеме балки только в направлении **сверху вниз** от точек приложения нагрузок.

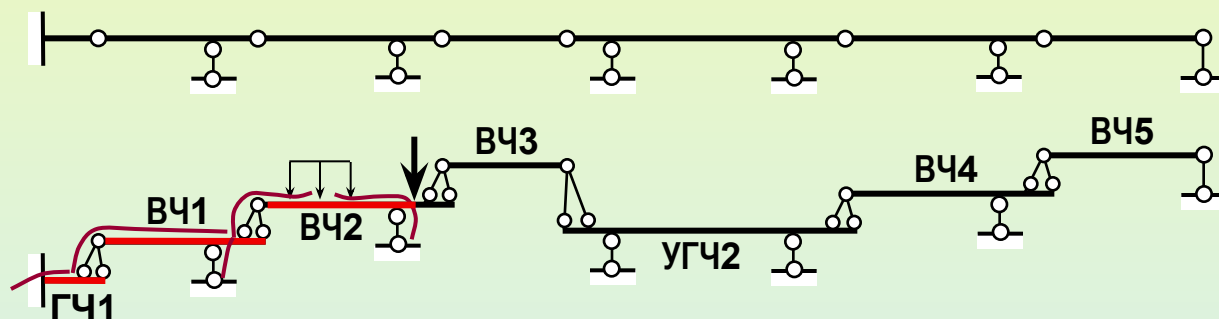


Особенности работы МСОБ под нагрузками

- 1) нагрузка, приложенная к **главной части**, вызывает усилия (изгибающие моменты и поперечные силы) только в *загруженной главной части*; *остальные части балки не работают* (M и Q в них равны 0);
- 2) при загрузке некоторой **второстепенной части** усилия M и Q возникают в последовательности (цепи) частей, начинающейся с загруженной части и заканчивающейся ближайшими главными частями.

Мнемоническое правило:

«силовые потоки» растекаются по рабочей схеме балки только в направлении **сверху вниз** от точек приложения нагрузок.

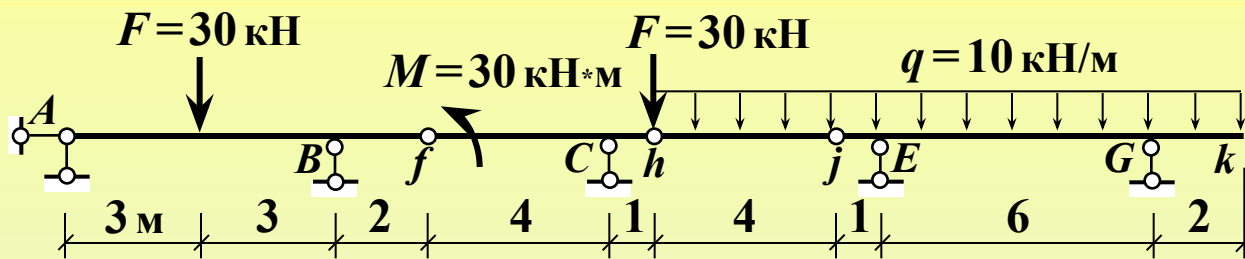


Последовательность расчёта многопролётной СО балки –
в направлении **сверху вниз** по рабочей схеме –
начиная с самой второстепенной части и заканчивая главными частями.

Для рассматриваемой балки:

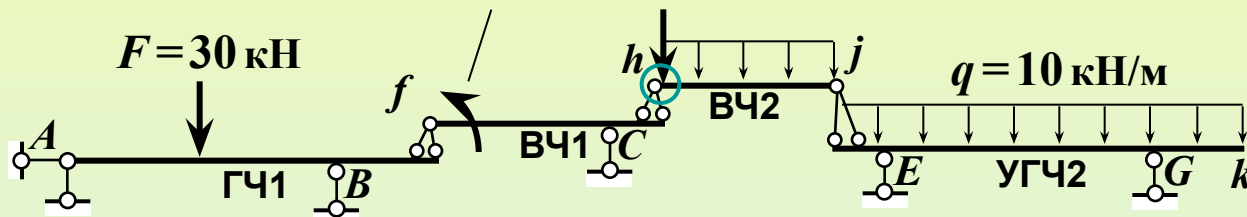
$\text{ВЧ3} \Rightarrow \text{ВЧ2} \Rightarrow \text{ВЧ1} \Rightarrow \text{ГЧ1}; \quad \text{ВЧ5} \Rightarrow \text{ВЧ4} \Rightarrow \text{УГЧ2}$

Расчёт МСОБ на действие неподвижной (постоянной) нагрузки – пример



Рабочая схема балки

$M=30 \text{ кН*м}$ $F=30 \text{ кН}$



Кинематический анализ:

а) $W=3D-2H-C=3*4-2*3-6=0$ – система может быть геометрически неизменяемой

б) структурный анализ:
«земля» + ABf = ГНС₁
(3 связи 1-го типа)

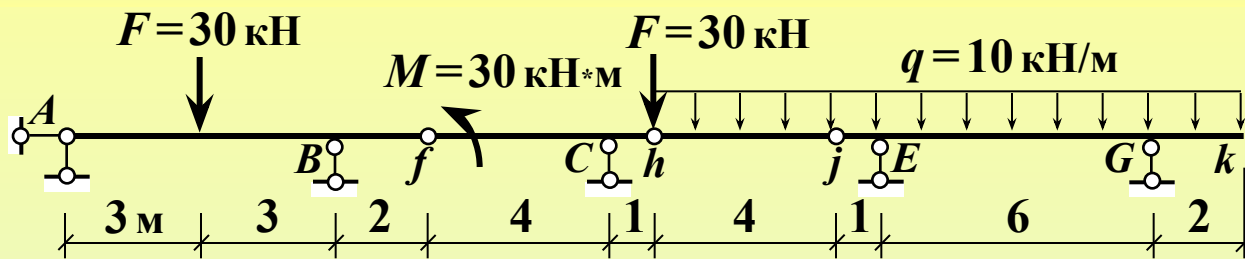
ГНС₁ + fCh = ГНС₂
(шарнир и связь 1-го типа)

ГНС₂ + $jEGk$ = ГНС
(3 связи 1-го типа, hj – связь)

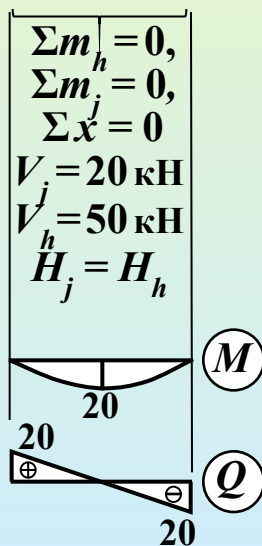
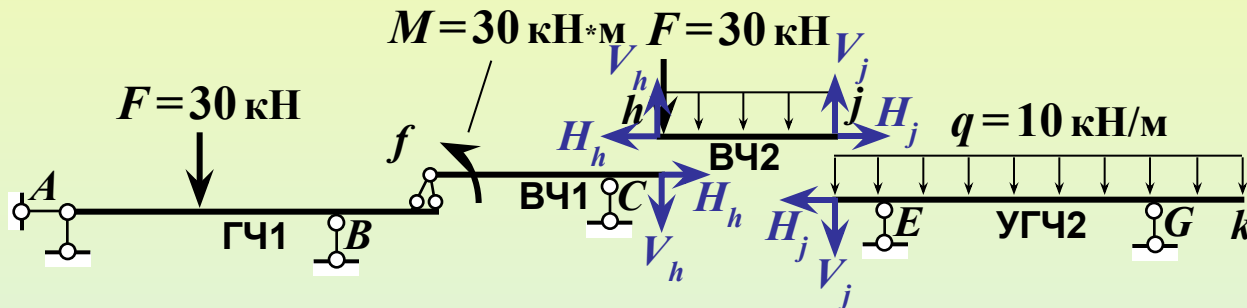
Последовательность расчёта:

ВЧ2 — ВЧ1 — ГЧ1, УГЧ2

Расчёт МСОБ на действие неподвижной (постоянной) нагрузки – пример



Рабочая схема балки



Кинематический анализ:

а) $W = 3D - 2H - C = 3 \cdot 4 - 2 \cdot 3 - 6 = 0$ – система может быть геометрически неизменяемой

б) структурный анализ: «земля» + $ABf = \text{ГНС}_1$ (3 связи 1-го типа)

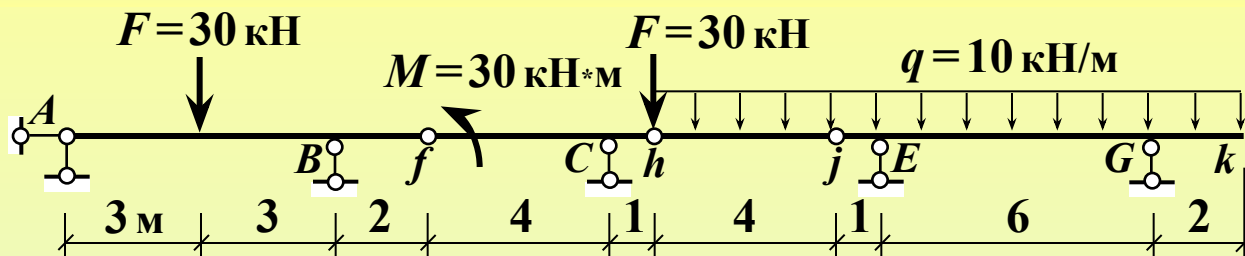
$\text{ГНС}_1 + fCh = \text{ГНС}_2$ (шарнир и связь 1-го типа)

$\text{ГНС}_2 + jEGk = \text{ГНС}$ (3 связи 1-го типа, hj – связь)

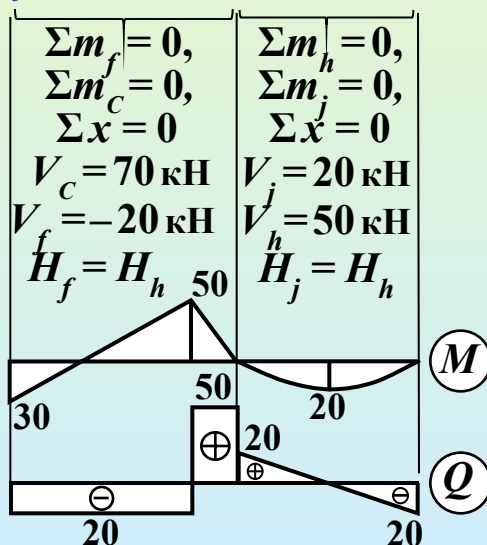
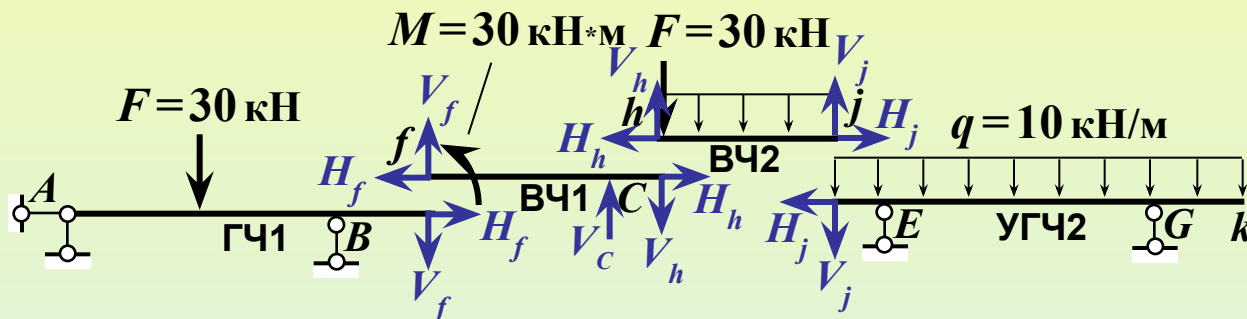
Последовательность расчёта:

$\text{ВЧ2} \rightarrow \text{ВЧ1} \rightarrow \text{ГЧ1, УГЧ2}$

Расчёт МСОБ на действие неподвижной (постоянной) нагрузки – пример



Рабочая схема балки



Кинематический анализ:

а) $W = 3D - 2H - C = 3 \cdot 4 - 2 \cdot 3 - 6 = 0$ – система может быть геометрически неизменяемой

б) структурный анализ: «земля» + $ABf = \text{ГНС}_1$ (3 связи 1-го типа)

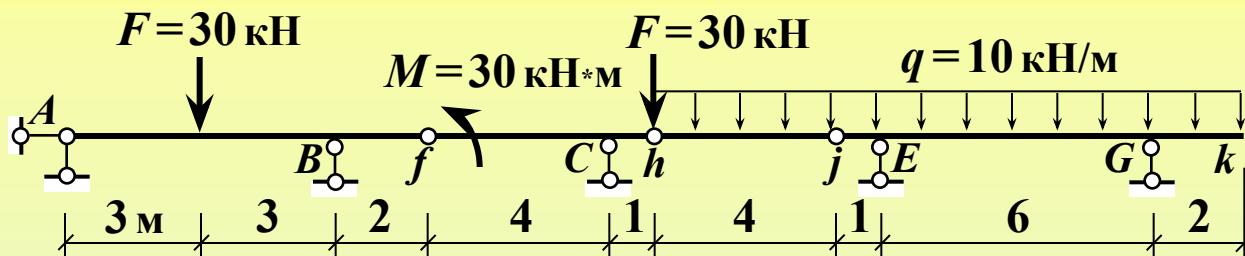
$\text{ГНС}_1 + fCh = \text{ГНС}_2$ (шарнир и связь 1-го типа)

$\text{ГНС}_2 + jEGk = \text{ГНС}$ (3 связи 1-го типа, hj – связь)

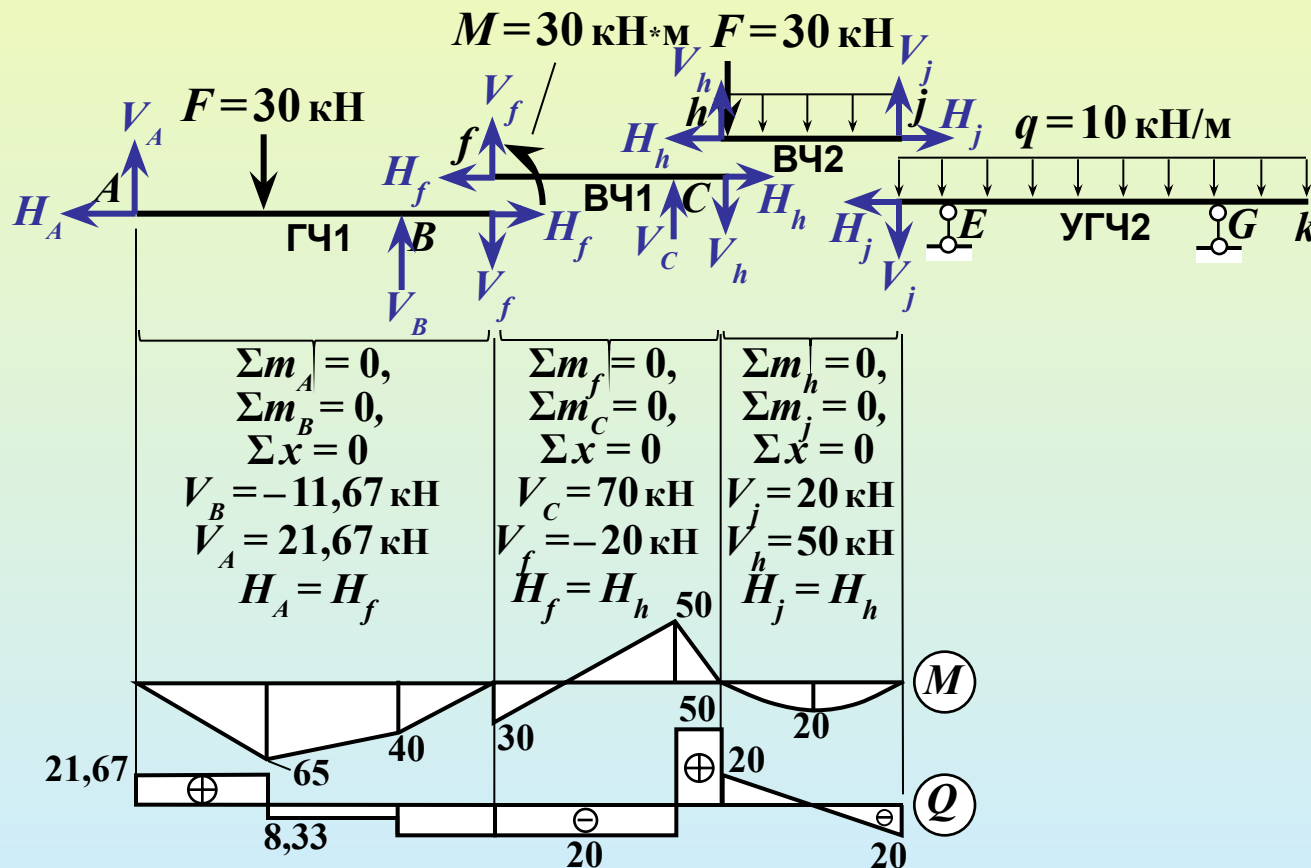
Последовательность расчёта:

ВЧ2 \rightarrow ВЧ1 \rightarrow ГЧ1, УГЧ2

Расчёт МСОБ на действие неподвижной (постоянной) нагрузки – пример



Рабочая схема балки



Кинематический анализ:

а) $W = 3D - 2H - C = 3 \cdot 4 - 2 \cdot 3 - 6 = 0$ – система может быть геометрически неизменяемой

б) структурный анализ: «земля» + $ABf = \text{ГНС}_1$ (3 связи 1-го типа)

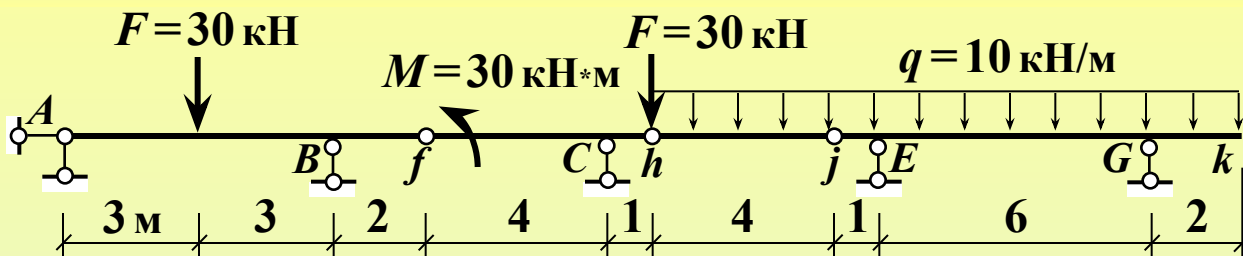
$\text{ГНС}_1 + fCh = \text{ГНС}_2$ (шарнир и связь 1-го типа)

$\text{ГНС}_2 + jEGk = \text{ГНС}$ (3 связи 1-го типа, hj – связь)

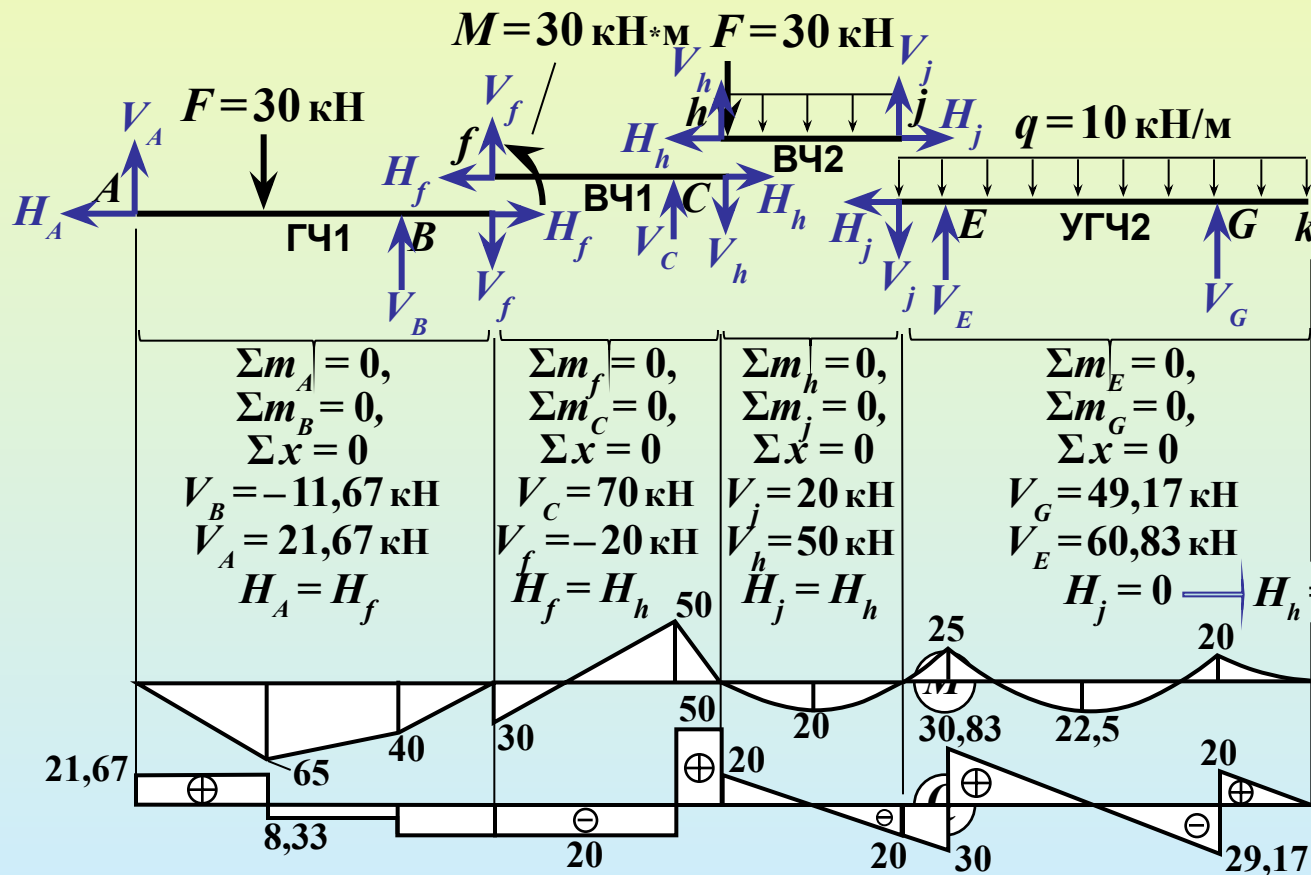
Последовательность расчёта:

$\text{ВЧ2} \rightarrow \text{ВЧ1} \rightarrow \text{ГЧ1, УГЧ2}$

Расчёт МСОБ на действие неподвижной (постоянной) нагрузки – пример



Рабочая схема балки



Кинематический анализ:

а) $W = 3D - 2H - C = 3 \cdot 4 - 2 \cdot 3 - 6 = 0$ – система может быть геометрически неизменяемой

б) структурный анализ: «земля» + $ABf = \text{ГНС}_1$ (3 связи 1-го типа)

$\text{ГНС}_1 + fCh = \text{ГНС}_2$ (шарнир и связь 1-го типа)

$\text{ГНС}_2 + jEGk = \text{ГНС}$ (3 связи 1-го типа, hj – связь)

Последовательность расчёта:

$BЧ2 \rightarrow BЧ1 \rightarrow ГЧ1, УГЧ2$

$H_j = 0 \rightarrow H_h = H_f = H_A = 0 \rightarrow N = 0$

Проверка результатов расчёта:

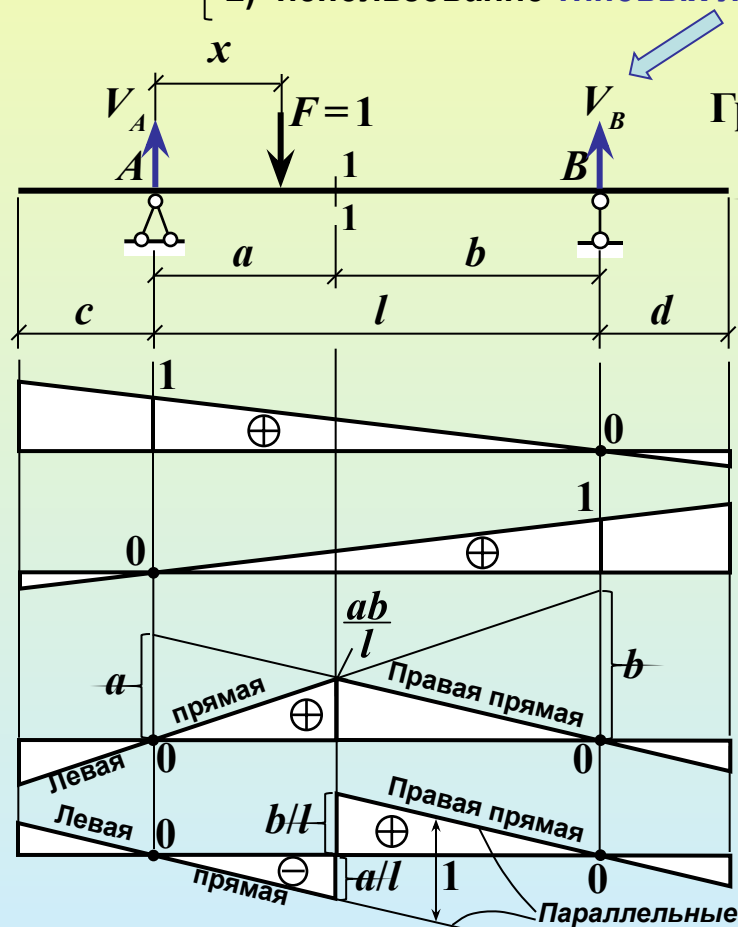
$\Sigma m_c = 0,$
 $\Sigma y = 0$

(для всей балки)

Расчёт МСОБ на временные (подвижные) нагрузки с помощью линий влияния

Построение линий влияния опорных реакций и внутренних усилий в МСОБ статическим методом

- Варианты:
- 1) полное решение – выявление линейных выражений $S(x)$ по характерным участкам расположения единичного груза $F=1$; границы участков – границы дисков (элементов балки) + сечение с определяемым усилием $S(x)$;
 - 2) использование **типовых линий влияния** для однопролётной балки.



Линии влияния опорных реакций

Груз $F=1$ – в произвольной точке балки ($-c \leq x \leq l+d$):

$$\begin{cases} \sum m_A = 0, & \Rightarrow V_B = x/l; & \text{при } x=0: V_A = 1; V_B = 0; \\ \sum m_B = 0 & \Rightarrow V_A = 1 - x/l; & \text{при } x=l: V_A = 0; V_B = 1. \end{cases}$$

Линии влияния M_1 и Q_1 в межопорном сечении 1-1

а) груз $F=1$ слева от сечения ($-c \leq x < a$):

$$\begin{cases} \sum m_1^{\text{прав}} = 0, & \Rightarrow M_1 = V_B \cdot b = (b/l) \cdot x \\ \sum y^{\text{прав}} = 0 & \Rightarrow Q_1 = -V_B = -x/l \end{cases}$$

← уравнения левых прямых

при $x=0$: $M_1 = 0$; $Q_1 = 0$;

при $x=a-0$: $M_1 = ab/l$; $Q_1 = -a/l$

б) груз $F=1$ справа от сечения ($a < x \leq l+d$):

$$\begin{cases} \sum m_1^{\text{лев}} = 0, & \Rightarrow M_1 = V_A \cdot a = a - (a/l) \cdot x \\ \sum y^{\text{лев}} = 0 & \Rightarrow Q_1 = V_A = 1 - x/l \end{cases}$$

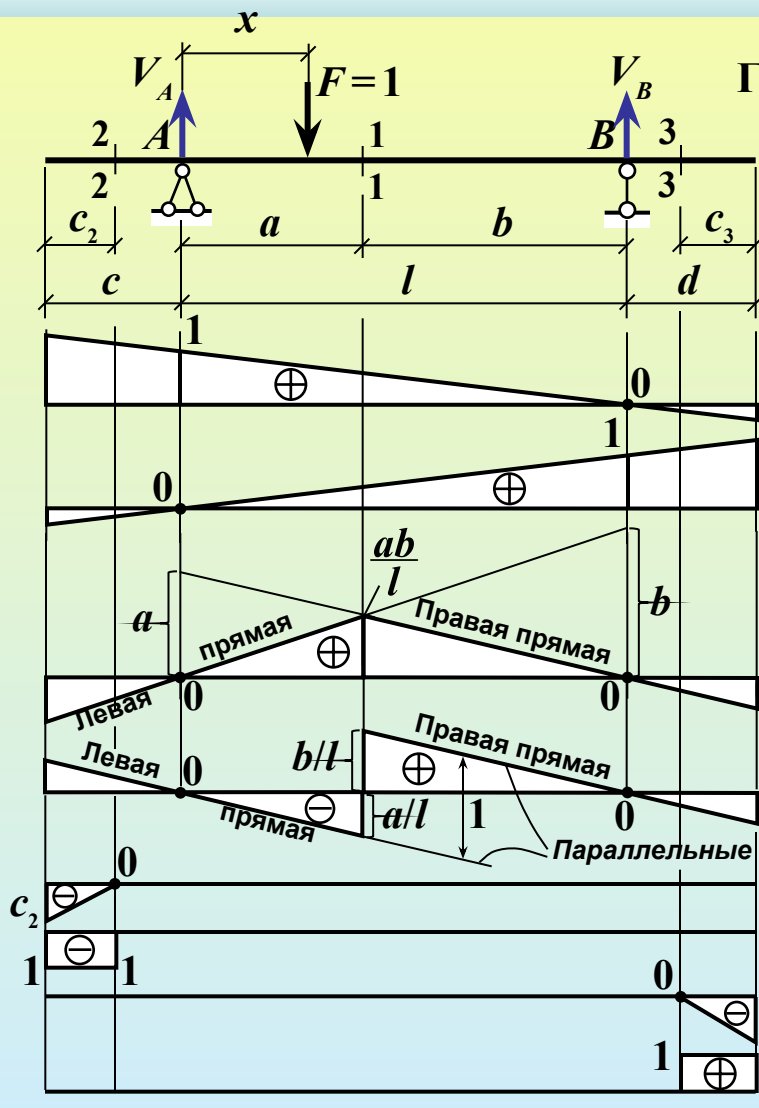
← уравнения правых прямых

при $x=a+0$: $M_1 = ab/l$; $Q_1 = b/l$;

при $x=l$: $M_1 = 0$; $Q_1 = 0$.

Расчёт МСОБ на временные (подвижные) нагрузки с помощью линий влияния

Построение линий влияния опорных реакций и внутренних усилий в МСОБ статическим методом



Линии влияния опорных реакций

Груз $F=1$ – в произвольной точке балки ($-c \leq x \leq l+d$):

$$\begin{cases} \sum m_A = 0, & \rightarrow V_B = x/l; & \text{при } x=0: V_A = 1; V_B = 0; \\ \sum m_B = 0 & \rightarrow V_A = 1 - x/l; & \text{при } x=l: V_A = 0; V_B = 1. \end{cases}$$

Линии влияния M_1 и Q_1 в межопорном сечении 1-1

а) груз $F=1$ слева от сечения ($-c \leq x < a$):

$$\begin{aligned} \text{Л.В. } V_A & \begin{cases} \sum m_1^{\text{прав}} = 0, & \rightarrow M_1 = V_B \cdot b = (b/l) \cdot x \\ \sum y^{\text{прав}} = 0 & \rightarrow Q_1 = -V_B = -x/l \end{cases} \quad \leftarrow \begin{array}{l} \text{уравнения} \\ \text{левых} \\ \text{прямых} \end{array} \\ \text{Л.В. } V_B & \begin{cases} \text{при } x=0: M_1 = 0; Q_1 = 0; \\ \text{при } x=a-0: M_1 = ab/l; Q_1 = -a/l \end{cases} \end{aligned}$$

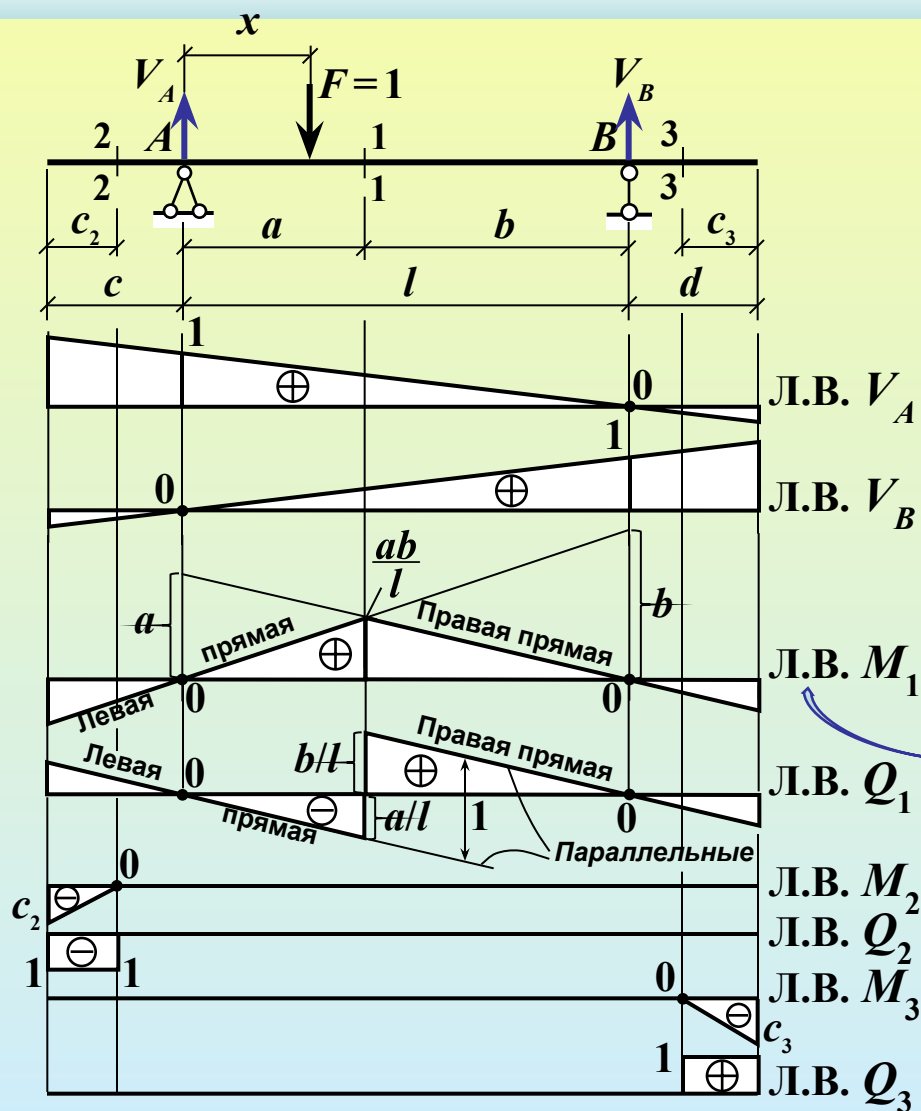
б) груз $F=1$ справа от сечения ($a < x \leq l+d$):

$$\begin{aligned} \text{Л.В. } M_1 & \begin{cases} \sum m_1^{\text{лев}} = 0, & \rightarrow M_1 = V_A \cdot a = a - (a/l) \cdot x \\ \sum y^{\text{лев}} = 0 & \rightarrow Q_1 = V_A = 1 - x/l \end{cases} \quad \leftarrow \begin{array}{l} \text{уравнения} \\ \text{правых} \\ \text{прямых} \end{array} \\ \text{Л.В. } Q_1 & \begin{cases} \text{при } x=a+0: M_1 = ab/l; Q_1 = b/l; \\ \text{при } x=l: M_1 = 0; Q_1 = 0. \end{cases} \end{aligned}$$

Линии влияния M и Q в сечениях 2-2 и 3-3 на левой и правой консолях балки

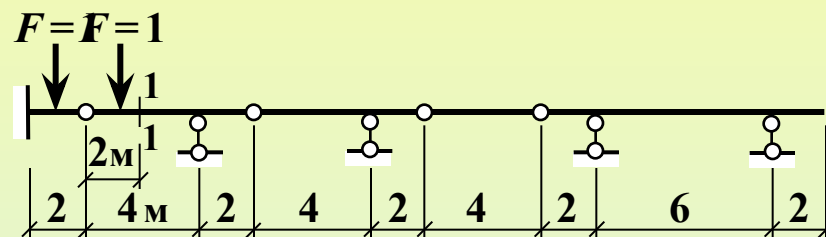
Расчёт МСОБ на временные (подвижные) нагрузки с помощью линий влияния

Построение линий влияния опорных реакций и внутренних усилий в МСОБ статическим методом

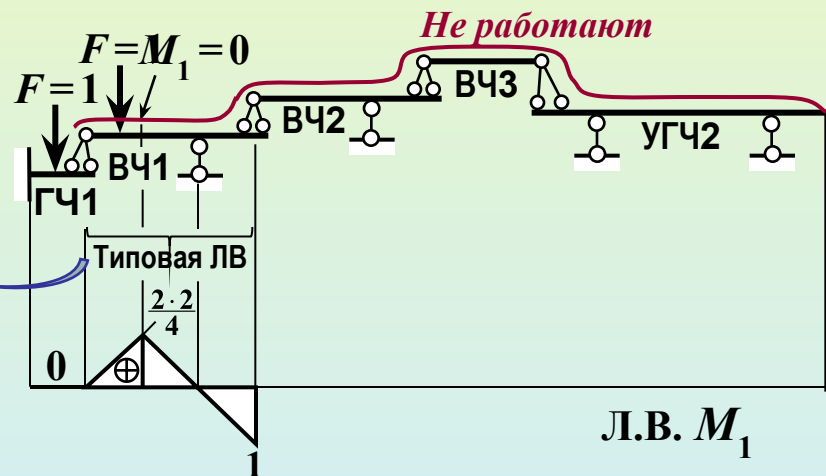


Пример

Построить линию влияния M_1

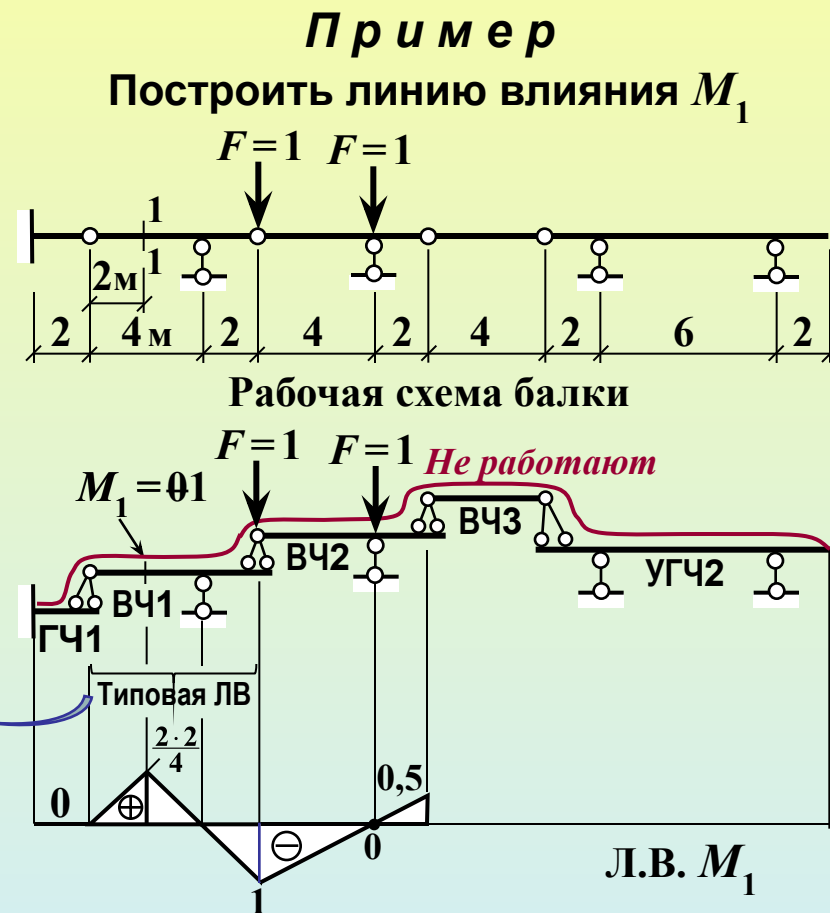
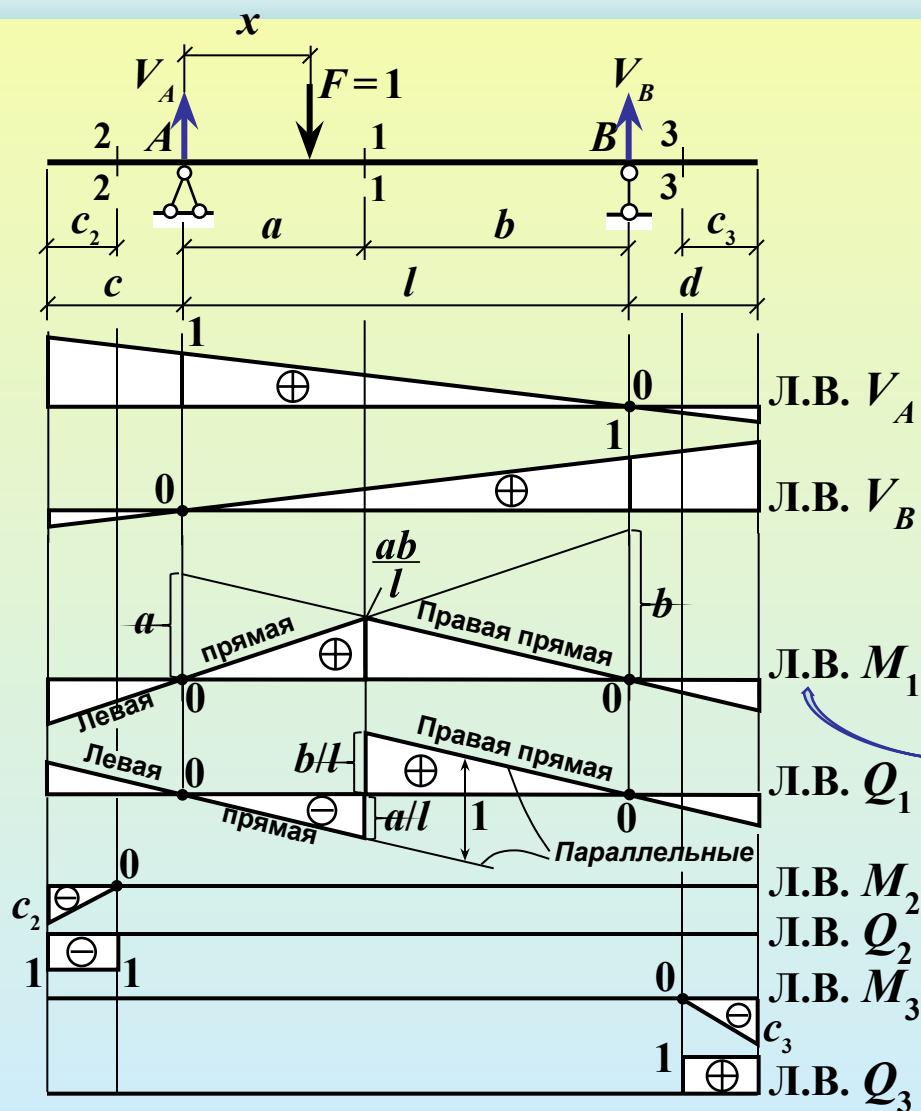


Рабочая схема балки



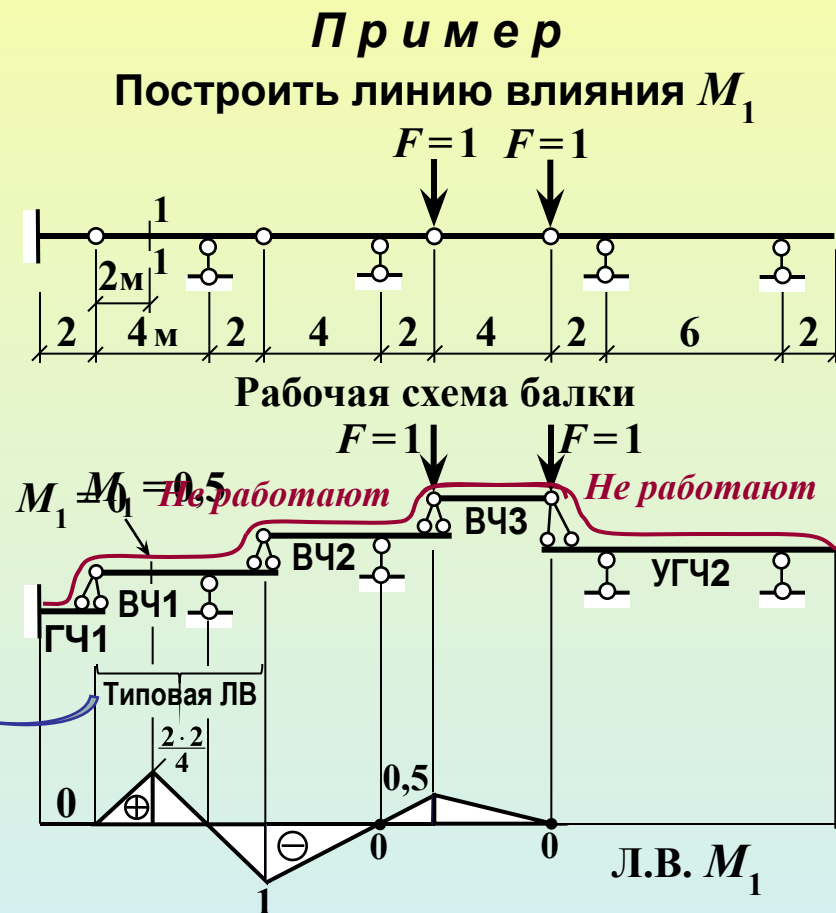
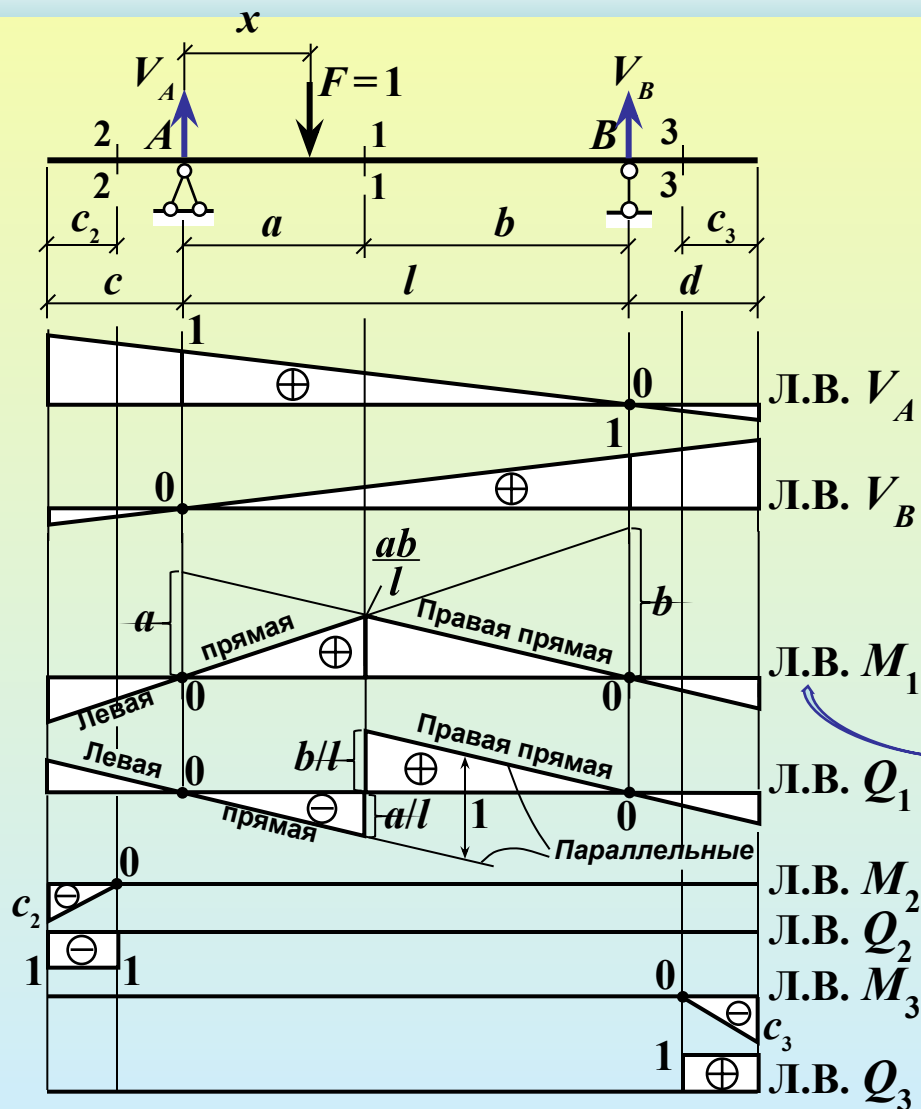
Расчёт МСОБ на временные (подвижные) нагрузки с помощью линий влияния

Построение линий влияния опорных реакций и внутренних усилий в МСОБ статическим методом



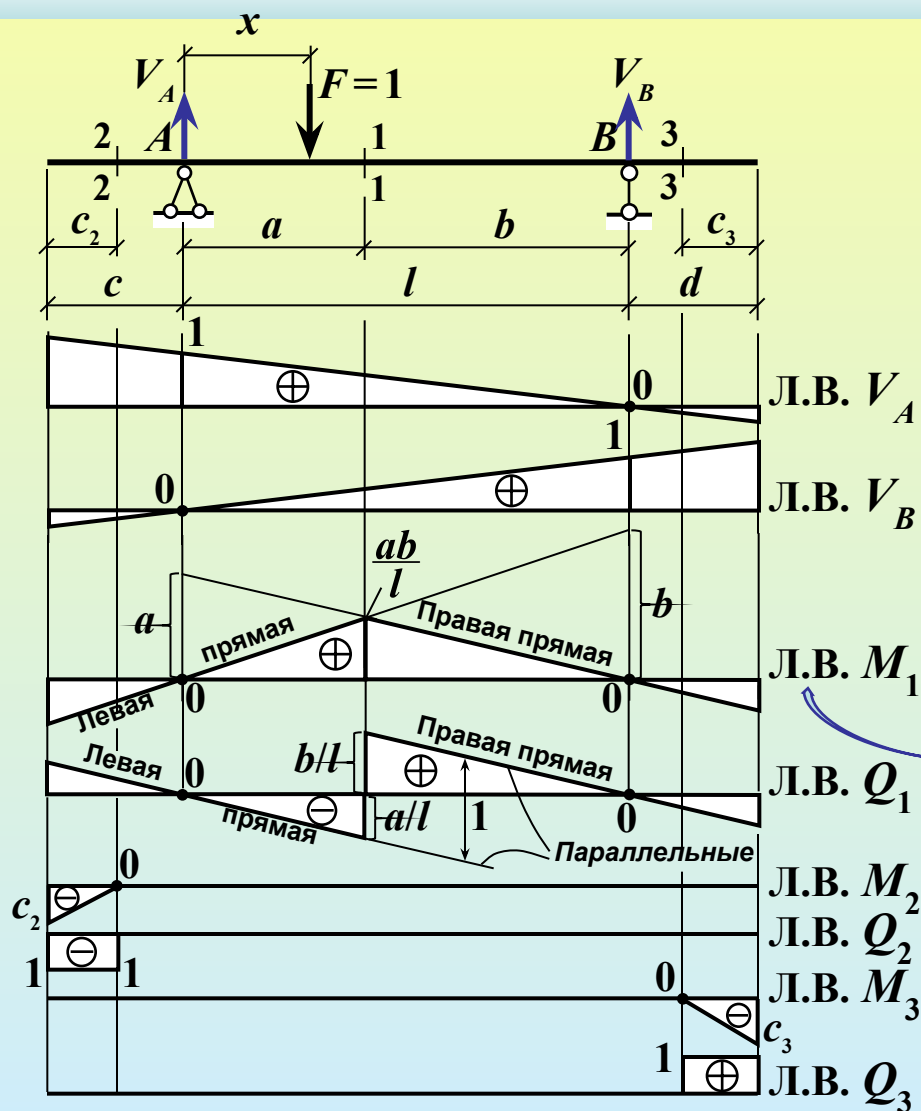
Расчёт МСОБ на временные (подвижные) нагрузки с помощью линий влияния

Построение линий влияния опорных реакций и внутренних усилий в МСОБ статическим методом



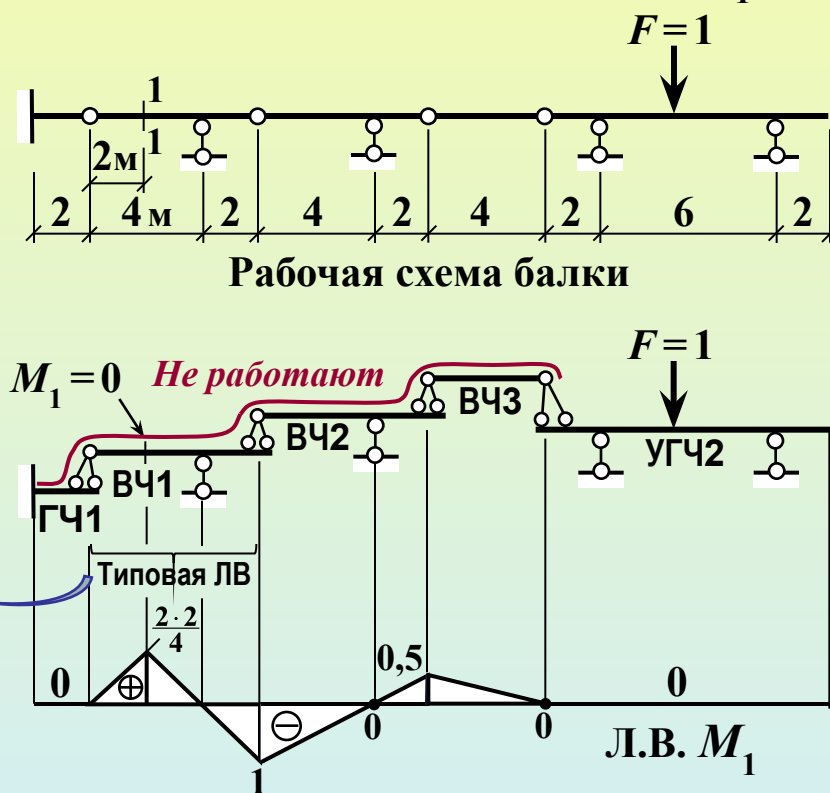
Расчёт МСОБ на временные (подвижные) нагрузки с помощью линий влияния

Построение линий влияния опорных реакций и внутренних усилий в МСОБ статическим методом



Пример

Построить линию влияния M_1



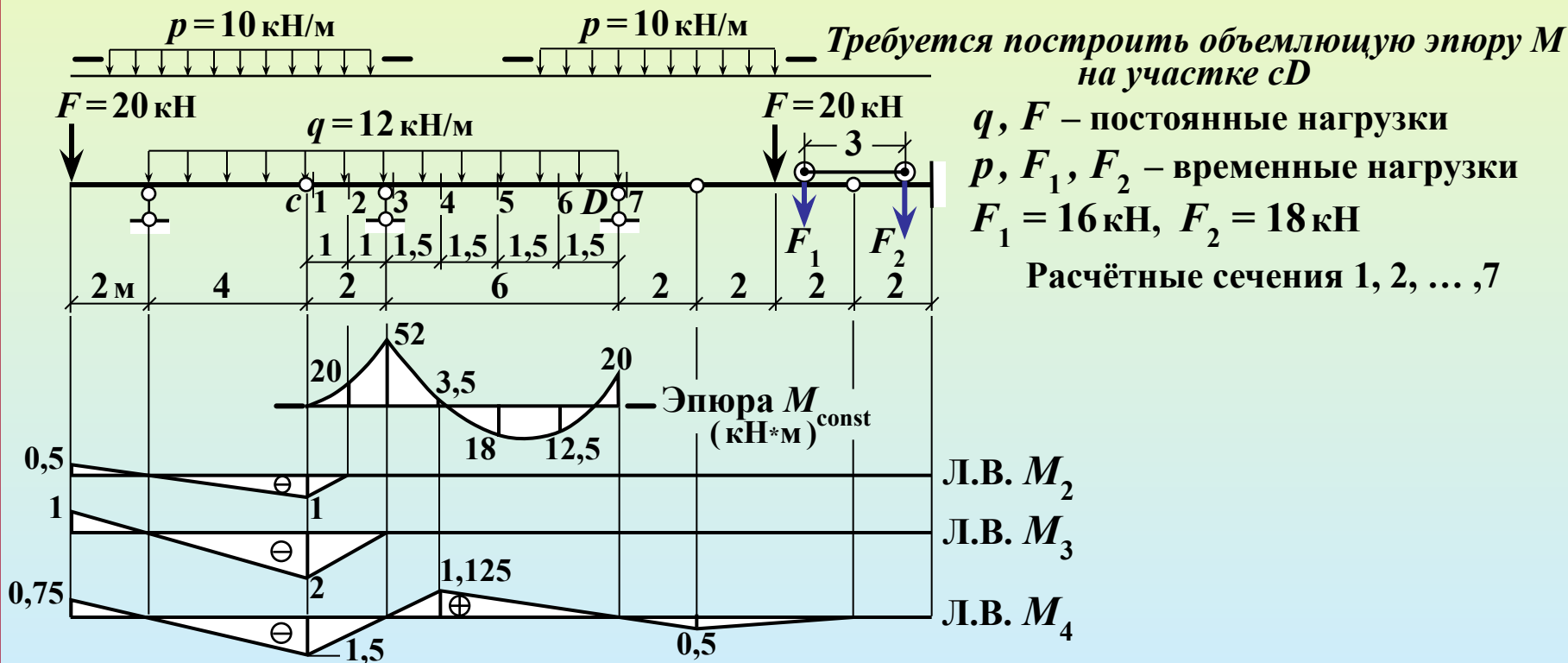
Расчёт МСОБ на временные (подвижные) нагрузки с помощью линий влияния

Построение линий влияния опорных реакций и внутренних усилий в МСОБ
кинематическим методом –

алгоритм и пример рассмотрены в теме
«Построение линий влияния силовых факторов кинематическим методом»

Расчётные усилия в МСОБ и их эпюры (объемлющие эпюры)

$$M_{\text{расч}} = \left[\begin{array}{l} M_{\text{max}} = M_{\text{const}} + \Sigma M_{\text{temp,max}} \\ M_{\text{min}} = M_{\text{const}} + \Sigma M_{\text{temp,min}} \end{array} \right] Q_{\text{соотв}} = \frac{dM_{\text{расч}}}{dx} \parallel Q_{\text{расч}} = \left[\begin{array}{l} Q_{\text{max}} = Q_{\text{const}} + \Sigma Q_{\text{temp,max}} \\ Q_{\text{min}} = Q_{\text{const}} + \Sigma Q_{\text{temp,min}} \end{array} \right] M_{\text{соотв}}$$



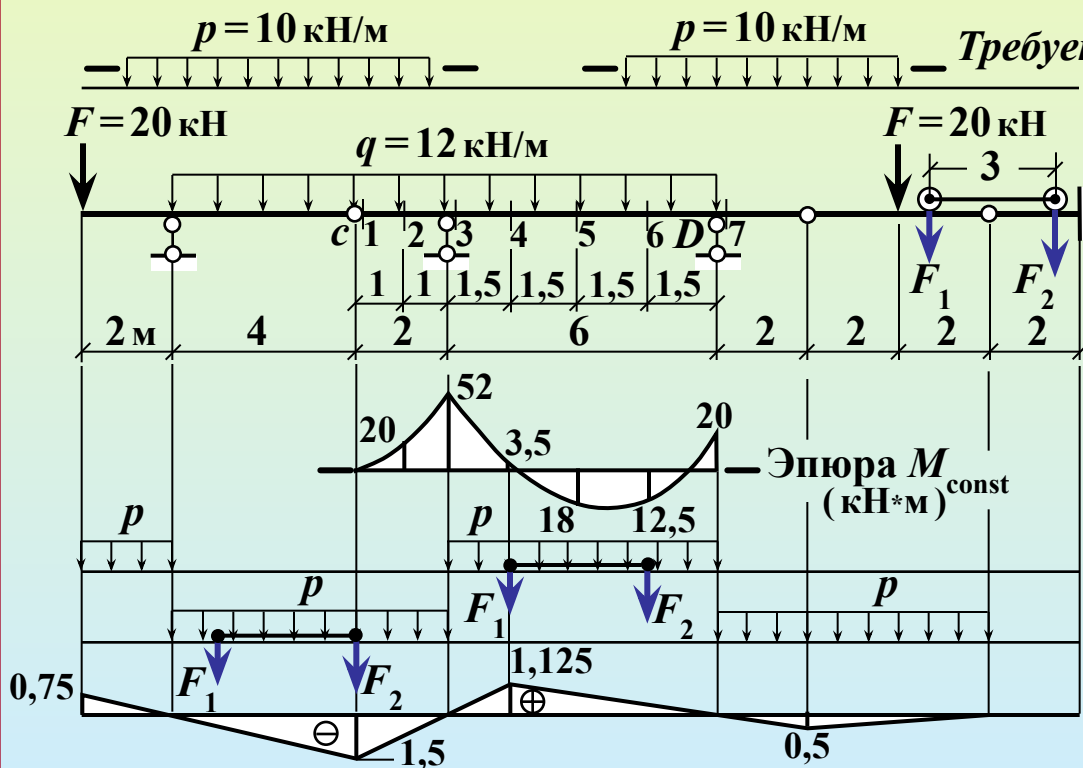
Расчёт МСОБ на временные (подвижные) нагрузки с помощью линий влияния

Построение линий влияния опорных реакций и внутренних усилий в МСОБ
кинематическим методом –

алгоритм и пример рассмотрены в теме
«Построение линий влияния силовых факторов кинематическим методом»

Расчётные усилия в МСОБ и их эпюры (объемлющие эпюры)

$$M_{\text{расч}} = \begin{cases} M_{\text{max}} = M_{\text{const}} + \Sigma M_{\text{temp,max}} \\ M_{\text{min}} = M_{\text{const}} + \Sigma M_{\text{temp,min}} \end{cases} \quad Q_{\text{соотв}} = \frac{dM_{\text{расч}}}{dx} \quad \left\| \quad Q_{\text{расч}} = \begin{cases} Q_{\text{max}} = Q_{\text{const}} + \Sigma Q_{\text{temp,max}} \\ Q_{\text{min}} = Q_{\text{const}} + \Sigma Q_{\text{temp,min}} \end{cases} M_{\text{соотв}}$$



Требуется построить объемлющую эпюру M на участке $сД$

q, F – постоянные нагрузки
 p, F_1, F_2 – временные нагрузки
 $F_1 = 16 \text{ кН}, F_2 = 18 \text{ кН}$

Расчётные сечения 1, 2, ..., 7

$$M_{4,\text{max}} = M_{4,\text{const}} + M_{4,\text{temp,max}} = -3,5 + 66 = 62,5 \text{ кН*м}$$

$$M_{4,\text{min}} = M_{4,\text{const}} + M_{4,\text{temp,min}} = -3,5 - 93 = -96,5 \text{ кН*м}$$

Загружение на $\max M_{4,\text{temp}}$ Аналогично $= 66 \text{ кН*м}$
Загружение на $\min M_{4,\text{temp}}$ $= M_{4,\text{temp,min}} = -93 \text{ кН*м}$
Л.В. M_4

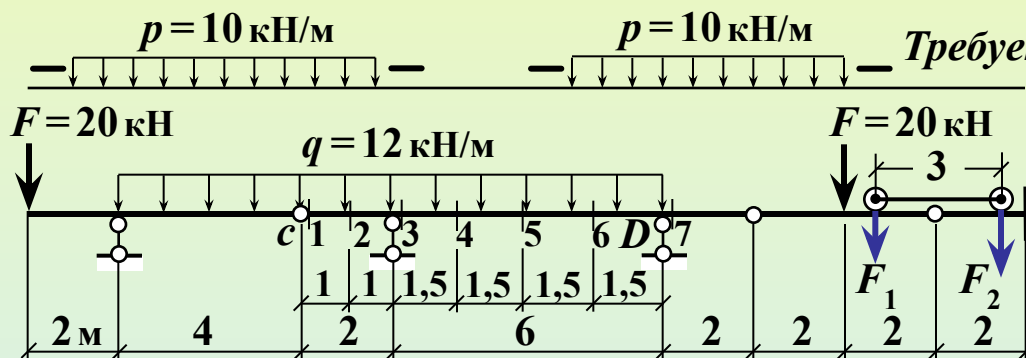
Расчёт МСОБ на временные (подвижные) нагрузки с помощью линий влияния

Построение линий влияния опорных реакций и внутренних усилий в МСОБ
кинематическим методом –

алгоритм и пример рассмотрены в теме
«Построение линий влияния силовых факторов кинематическим методом»

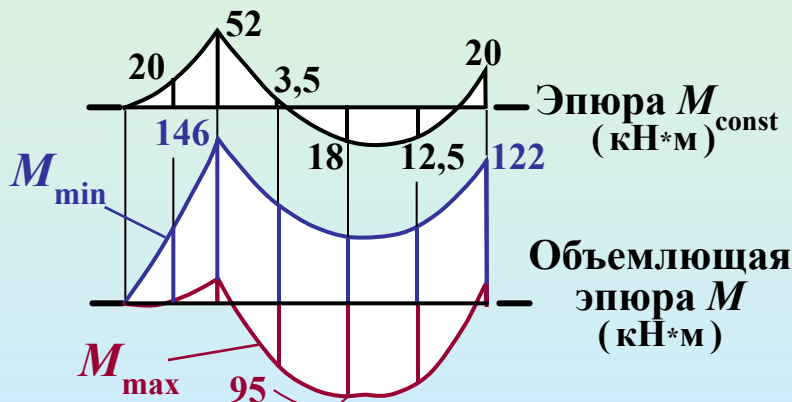
Расчётные усилия в МСОБ и их эпюры (объемлющие эпюры)

$$M_{\text{расч}} = \left[\begin{matrix} M_{\text{max}} = M_{\text{const}} + \Sigma M_{\text{temp,max}} \\ M_{\text{min}} = M_{\text{const}} + \Sigma M_{\text{temp,min}} \end{matrix} \right] Q_{\text{соотв}} = \frac{dM_{\text{расч}}}{dx} \parallel Q_{\text{расч}} = \left[\begin{matrix} Q_{\text{max}} = Q_{\text{const}} + \Sigma Q_{\text{temp,max}} \\ Q_{\text{min}} = Q_{\text{const}} + \Sigma Q_{\text{temp,min}} \end{matrix} \right] M_{\text{соотв}}$$



Требуется построить объемлющую эпюру M на участке $сД$

q, F – постоянные нагрузки
 p, F_1, F_2 – временные нагрузки
 $F_1 = 16 \text{ кН}, F_2 = 18 \text{ кН}$



№ сеч.	Изгибающие моменты, кН*м				
	M_{const}	От врем. нагр.		Расчётные	
		max	min	max	min
1	0	0	0	0	0
2	-20	14	-47	-6	-67
3	-52	28	-94	-24	-146
4	-3,5	66	-93	62,5	-96,5
5	18	77	-82	95	-64
6	12,5	62,5	-90,75	75	-78,25
7	-20	0	-102	-20	-122

Контрольные вопросы

(в скобках даны номера слайдов, на которых можно найти ответы на вопросы; для перехода к слайду с ответом можно сделать щелчок мышью по номеру в скобках); для возврата к контрольным вопросам сделать щелчок правой кнопкой мыши и выбрать «Перейти к слайду 25»)*

1. Какие системы называются статически определимыми? [\(2\)](#)
2. При выполнении каких условий система может рассматриваться как статически определимая? [\(2\)](#)
3. Может ли быть статически неопределимой задача определения усилий в системе без лишних связей? [\(2\)](#)
4. Является ли статически определимой система без лишних связей, рассчитываемая по деформированной схеме? [\(2, 3\)](#)
5. Какими общими свойствами обладают все статически определимые системы? [\(4\)](#)
6. Если в статически определимой системе изменить жёсткости некоторых элементов, то приведет ли это к изменению силовых факторов при той же нагрузке? [\(4\)](#)
7. Как статически определимая система реагирует на изменение температуры или смещения связей? Оценить статически и кинематически. [\(4\)](#) 7. Как статически определимая система реагирует на изменение температуры или смещения связей? Оценить статически и кинематически. (4)
8. Каковы основные типы статически определимых систем? [\(5\)](#)
9. Что такое многопролётная балка? [\(7\)](#)
10. Особенности кинематического анализа многопролётных балок. [\(7\)](#)
Правила расположения опор и шарниров в многопролётной статически определимой балке (МСОБ). [\(7\)](#)
11. Каковы основные структурные схемы МСОБ? [\(8\)](#)
12. По каким признакам определяются главные части МСОБ? [\(8\)](#)
13. Что такое рабочая схема многопролётной СО балки? [\(8\)](#)
14. Как располагаются на рабочей схеме главные и второстепенные части балки? [\(8\)](#)
15. Как работают части МСОБ при локальном нагружении
а) главной части? [\(9\)](#) а) главной части? (9) б) второстепенной части? [\(9\)](#)

* Только в режиме «Показ слайдов»

Контрольные вопросы

(в скобках даны номера слайдов, на которых можно найти ответы на вопросы; для перехода к слайду с ответом можно сделать щелчок мышью по номеру в скобках); для возврата к контрольным вопросам сделать щелчок правой кнопкой мыши и выбрать «Перейти к слайду 26»)*

16. Как с помощью рабочей схемы определяется рациональный порядок расчёта МСОБ? (10)
17. Могут ли реакции опор и усилия в главной части МСОБ быть определены раньше, чем в соседней с ней второстепенной части? [\(10\)](#)
18. Как выполняется проверка результатов расчёта МСОБ на заданную неподвижную нагрузку? [\(15\)](#)
19. Каковы возможные варианты построения статическим методом линий влияния силовых факторов в МСОБ? [\(16\)](#)
20. Вид и особенности типовых линий влияния опорных реакций однопролётной балки с консолями. [\(17\)](#)
21. Каковы типовые линии влияния изгибающих моментов и поперечных сил в сечениях однопролётной балки с консолями (общий вид, особенности, характерные ординаты)
а) в междопорном сечении? [\(16\)](#) а) в междопорном сечении? (16) б) в сечениях на левой и правой консолях? [\(16\)](#)
22. Как взаимно ориентированы левая и правая прямые типовой линии влияния поперечной силы в сечении балки? [\(16, 17\)](#)
23. Где расположен и чему равен скачок на типовой линии влияния поперечной силы в любом сечении балки? [\(16, 17\)](#)
24. Как можно использовать типовые линии влияния для построения линий влияния силовых факторов в многопролётной СО балке? [\(18–21\)](#)
25. Алгоритм построения линий влияния силовых факторов в МСОБ кинематическим методом. [\(22\)](#)
26. Какие расчётные и соответствующие им усилия определяются в общем случае в МСОБ? [\(22\)](#)
27. Изложить порядок построения объемлющей эпюры изгибающих моментов в МСОБ. [\(22–24\)](#)

*) Только в режиме «Показ слайдов»