

Практическое занятие 5

Тема 4. Плоские статически определимые фермы.

Классификация ферм, Аналитические методы расчета ферм.

Цель: научиться определять линии влияния в простых балках

Знать: основные положения строительной механики; расчетные методы строительной механики; методы, расчета устойчивости и динамики сооружений, методики разработки расчетных схем, методики разработки статистического и кинематического анализа.

Уметь: самостоятельно осваивать отдельные теоретические положения строительной механики; применять теоретические положения к традиционным и новым техническим решениям конструкций и конструктивных систем; определять с необходимыми точностью и надежностью, прочность строительных конструкций, зданий и инженерных сооружений; определять с необходимыми точностью и надежностью жесткость строительных конструкций, зданий и инженерных сооружений; определять с необходимыми точностью и надежностью устойчивость отдельных строительных конструкций, зданий и инженерных сооружений.

Владеть: основными положениями и расчетными методами строительной механики; методами расчета устойчивости; методами расчета динамики сооружений; методами расчета строительных конструкций; способностью определять различные виды нагрузок.

Актуальность темы объясняется основными принципами определения внутренних факторов ферм.

Теоретическая часть:

Подвижной нагрузкой называется вертикальная нагрузка, которая может перемещаться в пределах сооружения. Подобная нагрузка создается, например, движущимся по мосту транспортом или перемещающимися по подкрановым путям мостовыми кранами. При этом усилия, возникающие в сооружении, будут зависеть от положения нагрузки. Будем считать, что нагрузка перемещается по сооружению с небольшими ускорениями, поэтому динамическими эффектами, возникающими при этом, можно пренебречь.

Задача расчета сооружений на подвижную нагрузку состоит в определении внутренних усилий в ее сечениях при любом ее положении. В частности, важно найти *невыгоднейшее* или *опасное положение нагрузки*, т. е. такое положение, при котором усилие в данном элементе конструкции достигает максимального по модулю значения. По усилиям, возникающим при опасном положении нагрузки, и выполняется подбор сечения стержней в системе.

Поскольку фермы часто используются в пролетных строениях мостов, в качестве несущих конструкций эскалаторов в метро, как стрелы подъемных кранов, то их часто приходится рассчитывать на действие подвижной нагрузки.

Расчет стержневых систем на подвижную нагрузку выполняется при помощи линий влияния. *Линией влияния* (л. в.) называется график, показывающий закон изменения какого-либо фактора в одном заданном сечении сооружения при движении безразмерного груза $P = 1$ по всей системе.

Линии влияния в простых балках.

Рассмотрим простую балку на двух опорах, перекрывающую пролет l (рисунок 1.18, а). Построим линии влияния опорных реакций V_A , V_B и изгибающего момента M_c в сечении в центре балки.

Пусть единичная подвижная сила $P = 1$ приложена на расстоянии z от левой опоры. Она вызовет в опорах и вертикальные реакции. Определим их из уравнений статики:

$$\sum M_B = 0, V_A \cdot l - P(l - z) = 0;$$

$$\sum M_A = 0, -V_B \cdot l + P \cdot z = 0,$$

отсюда

$$V_A = \frac{l - z}{l}; V_B = \frac{z}{l}.$$

Строим линии влияния балочных опорных реакций V_A и V_B (рисунок 1.18, б, в). Положительные ординаты откладываем вверх.

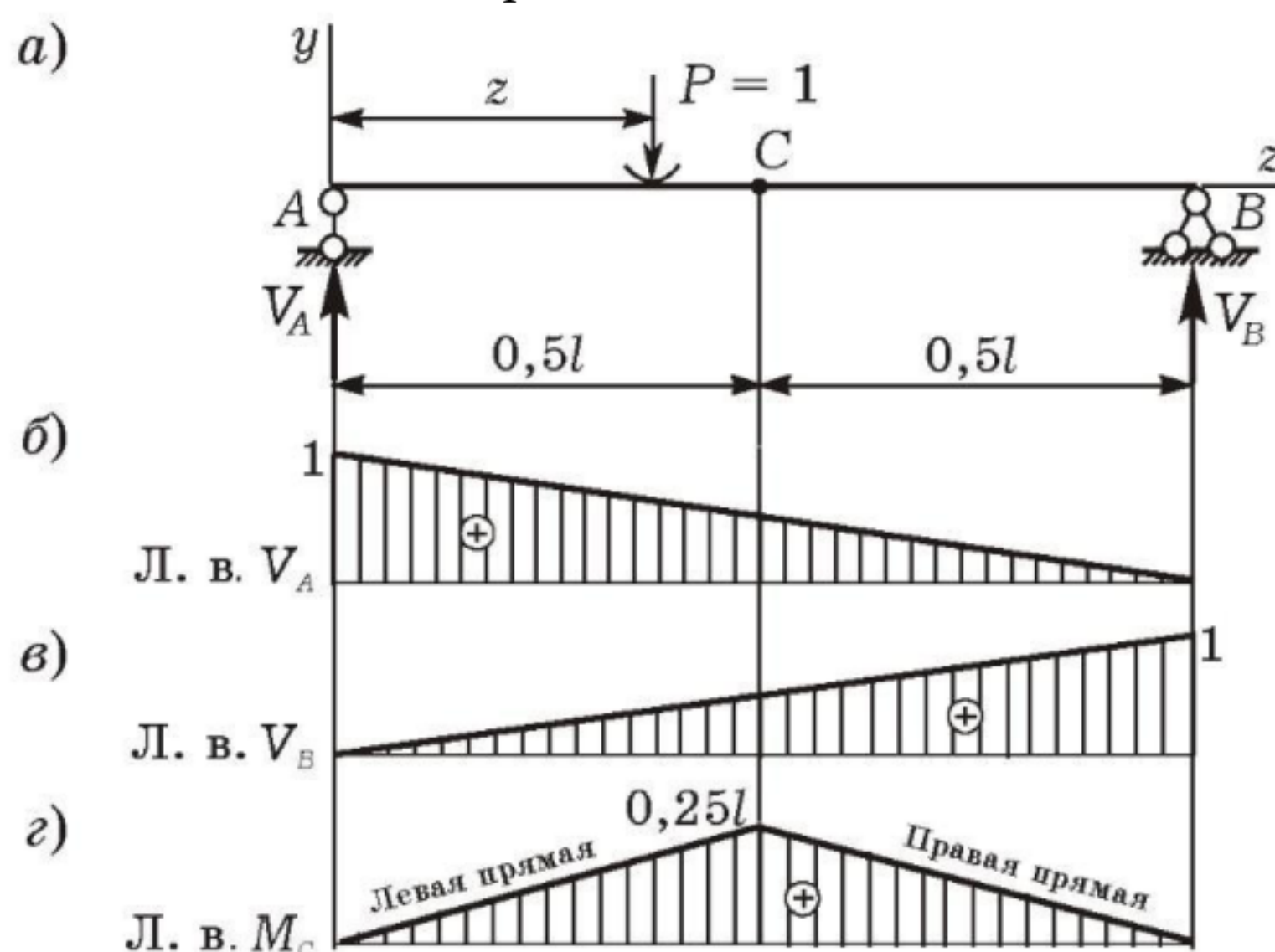


Рисунок 1.18

При перемещении груза от левой опоры к правой величина опорной реакции V_A уменьшается от единицы до нуля по линейному закону.

Для построения линии влияния изгибающего момента M_C необходимо рассмотреть два случая, когда груз находится левее и правее рассматриваемого сечения C . Результаты удобнее вести в табличной форме (таблица 1.1).

Изгибающий момент в середине пролета балки равен нулю при нахождении груза на опорах (рисунок 1.18, г) и достигает максимального значения, когда положение единичной силы совпадает с рассматриваемым сечением (при $z = 0,5 \cdot l$: $M_C = 0,25 \cdot l$).

Существует разница между эпюрой и линией влияния. При построении эпюры, определяются внутренние усилия в различных сечениях балки при неподвижной нагрузке, а при построении линии влияния определяется усилие в каком-то одном сечении при разных положениях единичной силы, действующей на систему.

Таблица 1

Груз $P = 1$ левее т. C ($z \leq l/2$)	Груз $P = 1$ правее т. C ($z \geq l/2$)
$M_C^{\text{прав}} = 0; -M_C + V_B \cdot 0,5 \cdot l = 0;$ $M_C = V_B \cdot 0,5 \cdot l = 0,5l$ (уравнение левой прямой) $M_C _{x=0} = 0; M_C _{x=0,5l} = 0,25l.$	$M_C^{\text{лев}} = 0; M_C - V_A \cdot 0,5 \cdot l = 0;$ $M_C = V_A \cdot 0,5 \cdot l = 0,5(l - z)$ (уравнение правой прямой) $M_C _{x=0,5l} = 0,25l; M_C _{x=l} = 0.$

Линии влияния при узловой передаче нагрузки.

В ферме нагрузка передается на узлы посредством вспомогательных конструкций, например через настил и систему продольных и поперечных балок (рисунок 1.19).

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

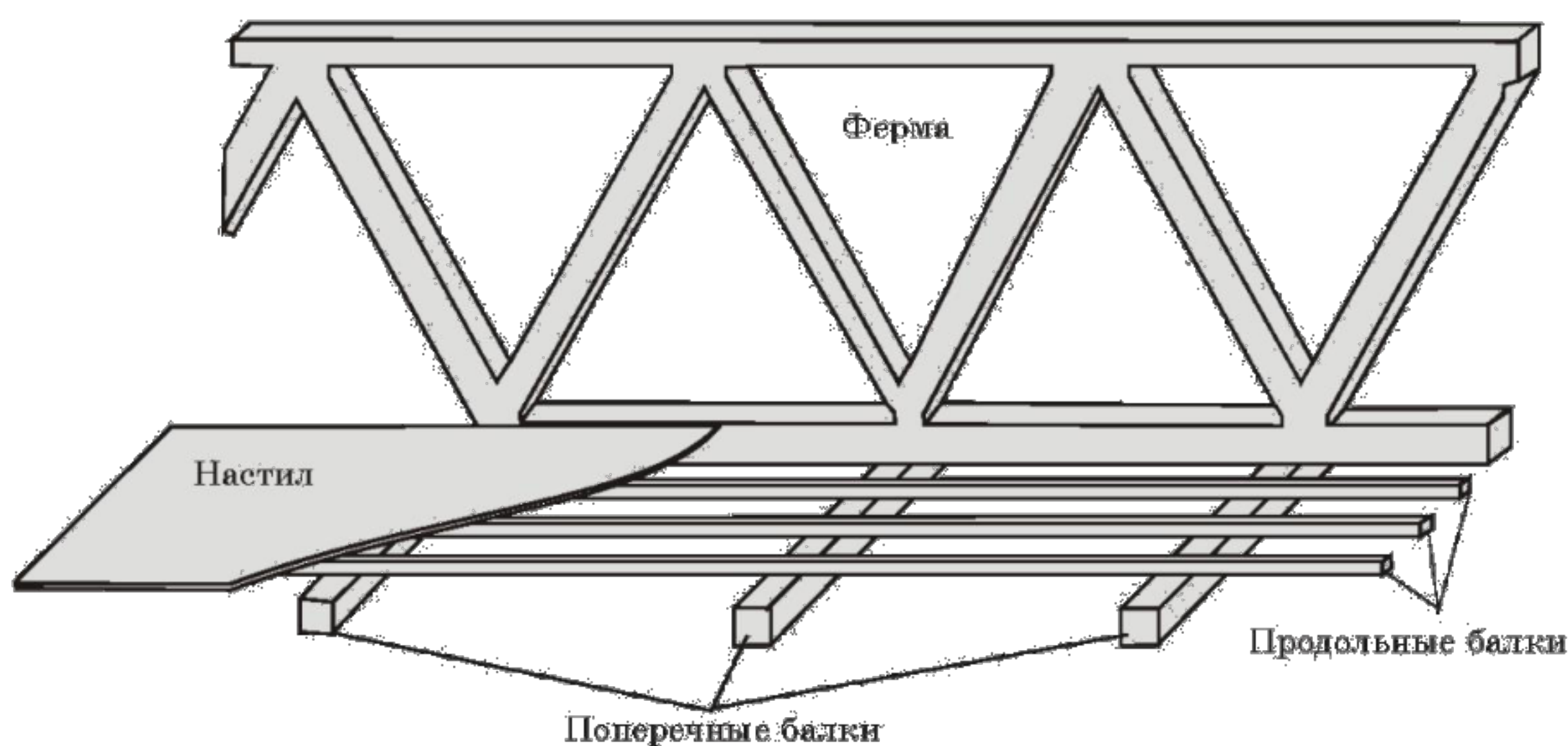


Рисунок 1.19

Пояс, по которому передвигается подвижная нагрузка, называется *грузовым*.

Для построения линий влияния в стержнях ферм применяют те же приемы, что и при определении усилий в них от действия неподвижной нагрузки (способ сечений, способ вырезания узлов). Необходимо только ввести координату единичной силы на грузовом поясе и проанализировать зависимость величины усилия в стержне от положения груза.

Линии влияния усилий в панелях верхнего и нижнего поясов фермы строятся, как правило, с помощью уравнений равновесия моментов. На протяжении рассеченной панели, по которой движется груз, проводится передаточная прямая, соединяющая проекции узлов фермы на линии влияния.

При построении линий влияния следует различать два вида сечений: *междуопорное* и *консольное*. Междуопорное сечение разделяет ферму на две части, в каждой из которых находится одна из опор. Консольное сечение также делит ферму на две части, причем одна из них свободна от опорных реакций. Способ построения линии влияния зависит от вида сечения.

Порядок построения линий влияния продольных сил в стержнях **междуопорной** части:

- 1) строят линии влияния опорных реакций;
- 2) проводят сечение не более чем через три стержня, в том числе и рассматриваемый;
- 3) составляют уравнения $\sum Y = 0$ или $\sum M = 0$ правой части фермы, когда груз $P = 1$ слева от сечения, и левой части, когда груз справа от сечения. При этом в уравнение должны входить только искомая продольная сила и одна из опорных реакций;
- 4) под узлами рассеченного стержня грузового пояса строят передаточную прямую, слева от передаточной прямой проводят левую прямую, справа - правую.

Порядок построения линий влияния продольных сил в стержнях **консоли**:

- 1) проводят сечение не более чем через три стержня, в том числе и рассматриваемый;
- 2) составляют уравнения $\sum Y = 0$ или $\sum M = 0$, когда груз $P = 1$ слева и справа от сечения, всегда рассматривая равновесие отсеченной консоли. Если используют уравнение моментов, то координату z груза отсчитывают от моментной точки;
- 3) под узлами рассеченного стержня грузового пояса строят передаточную прямую, слева от передаточной проводят левую прямую, справа - правую.

В качестве примера построения линий влияния опорных реакций и усилий в стержнях фермы рассмотрим ферму, изображенную на рисунке 1.20, а. Опорные реакции в балочной ферме совпадают с опорными реакциями соответствующей простой балки. Значит,

и линии влияния опорных реакций в ферме будут такие же, как в балке. На рисунке 1.20, б показаны линии влияния V_A и V_B .

Рассечем ферму сечением $I-I$ и поочередно рассмотрим равновесие ее левой и правой частей (рисунок 1.21).

Усилие в стержне 1-2 определяем из уравнения моментов относительно узла 3, где пересекаются оси двух других стержней. Продольную силу в стержне 3-4 получим, составляя уравнения равновесия моментов относительно точки 2. Проецируя силы на вертикальную ось y , получим продольное усилие в стержне 3-2. Все усилии выражаются через реакции опор, и линии влияния будут подобны линиям влияния соответствующих опорных реакций. Результаты сведем в таблицу 1.2.

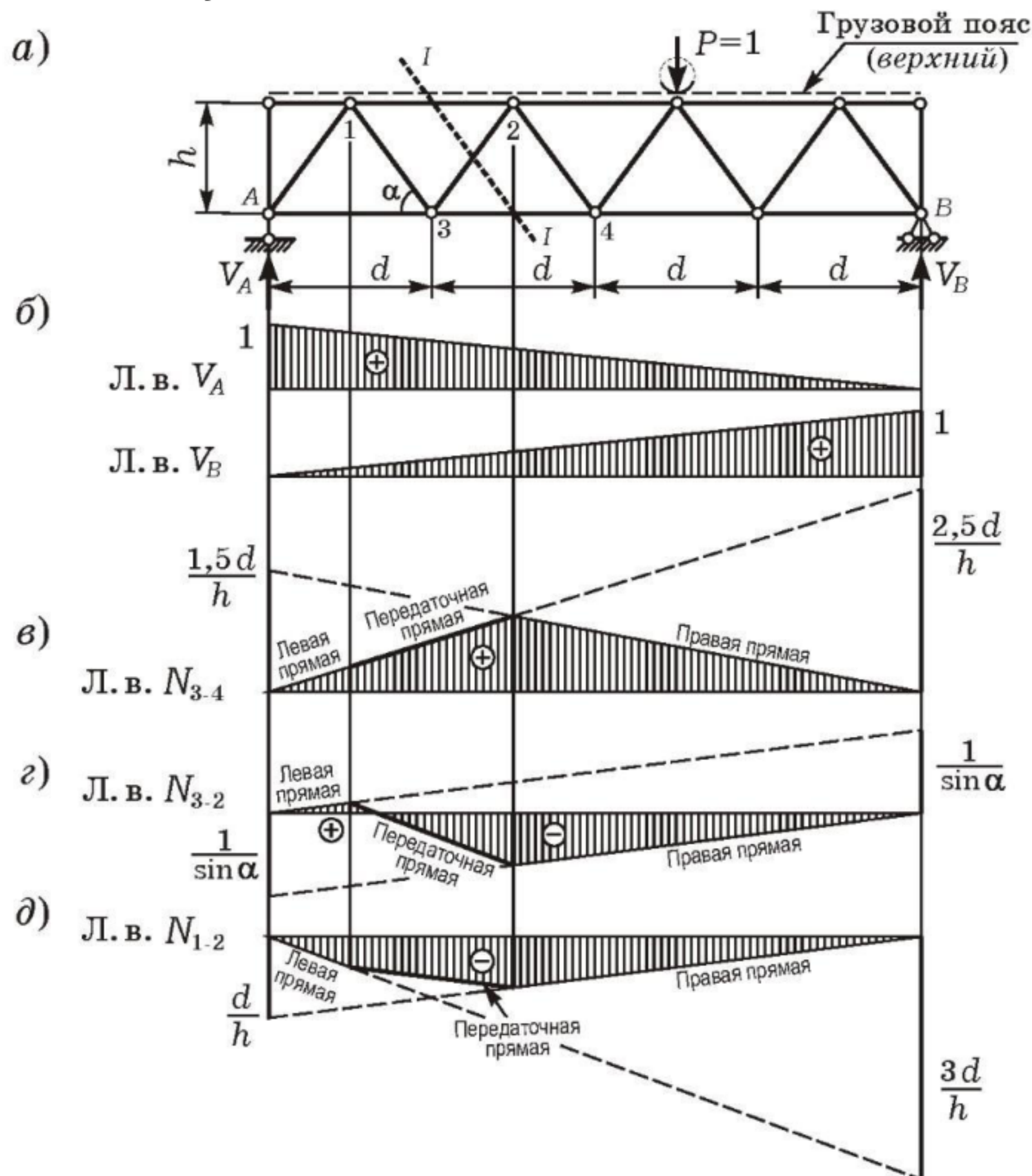


Рисунок 1.20

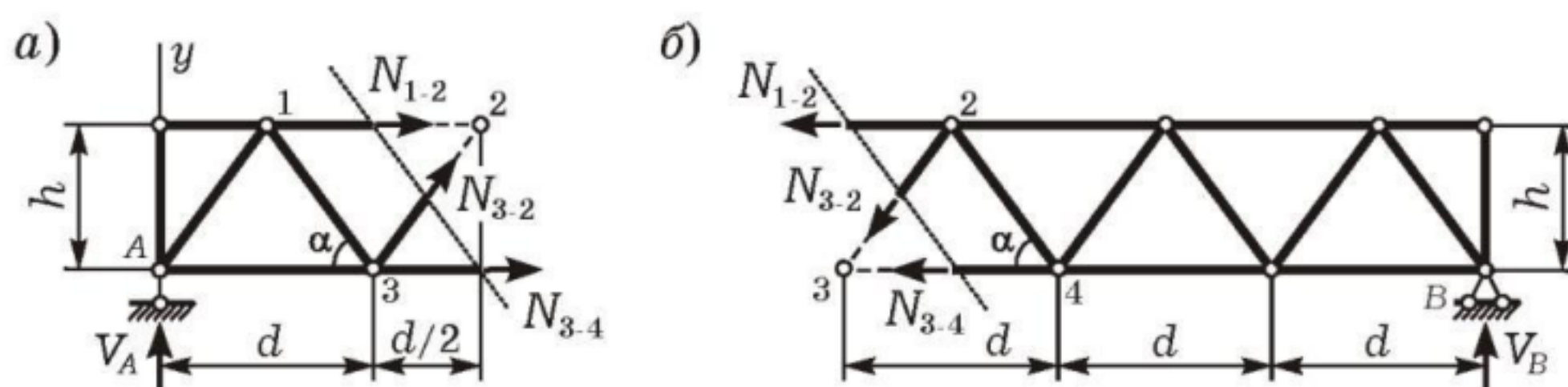


Рисунок 1.21

В общем случае, чтобы построить линии влияния, необходимо учитывать

Таблица 2

Груз $P = 1$ левее сечения $I-I$	Груз $P = 1$ правее сечения $I-I$
$\sum M_2^{\text{прав}} = 0; V_B \cdot 2,5d - N_{3-4}h = 0;$ $N_{3-4} = \frac{2,5d}{h} V_B$ (уравнение левой прямой)	$\sum M_2^{\text{лев}} = 0; -V_A \cdot 1,5d + N_{3-4}h = 0;$ $N_{3-4} = \frac{1,5d}{h} V_A$ (уравнение правой прямой)
$\sum Y^{\text{прав}} = 0; V_B - N_{2-3} \sin \alpha = 0;$ $N_{2-3} = \frac{1}{\sin \alpha} V_B$ (уравнение левой прямой)	$\sum Y^{\text{лев}} = 0; V_A + N_{2-3} \sin \alpha = 0;$ $N_{2-3} = -\frac{1}{\sin \alpha} V_A$ (уравнение правой прямой)
$\sum M_3^{\text{прав}} = 0; V_B \cdot 3d + N_{1-2}h = 0;$ $N_{1-2} = -\frac{3d}{h} V_B$ (уравнение левой прямой)	$\sum M_3^{\text{лев}} = 0; -V_A \cdot d - N_{1-2}h = 0;$ $N_{1-2} = -\frac{d}{h} V_A$ (уравнение правой прямой)

Предположим, что грузовым является верхний пояс. Рассмотрим построение линии влияния. Для этого, согласно таблице 1.2, отложим над левой опорой величину $\frac{1,5d}{h}$ и построим скорректированную линию влияния опорной реакции V_A (штриховая линия на рисунке 1.20, в). Над правой опорой вверх отложим отрезок $\frac{2,5d}{h}$ и построим левую ветвь линии влияния N_{3-4} .

Проецируем узлы 1 и 2 на линии влияния и полученные точки соединяем прямой линией. Таким образом, линия влияния усилия N_{3-4} состоит из 3 участков: левее точки 1 справедливы уравнения для левой прямой, правее точки 2 справедливы уравнения для правой прямой, в пределах рассеченной грузовой панели 1-2 располагается передаточная прямая.

Аналогично строятся линии влияния усилий N_{2-3} и N_{1-2} (рисунок 1.20, г, д).

Рассмотрим движение нагрузки $P = 1$ по нижнему поясу (рисунок 1.22, а). Линии влияния опорных реакций будут такими же, как на рисунке 1.20, б, т. к. они не зависят от того, какой пояс грузовой.

Уравнение левой прямой справедливо левее точки 3, а уравнение правой прямой - правее точки 4. Проецируем эти узлы на линии влияния и соединяем полученные точки между собой передаточной прямой. Линии влияния для усилий в стержнях показаны на рисунке 1.22, в, г, д.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

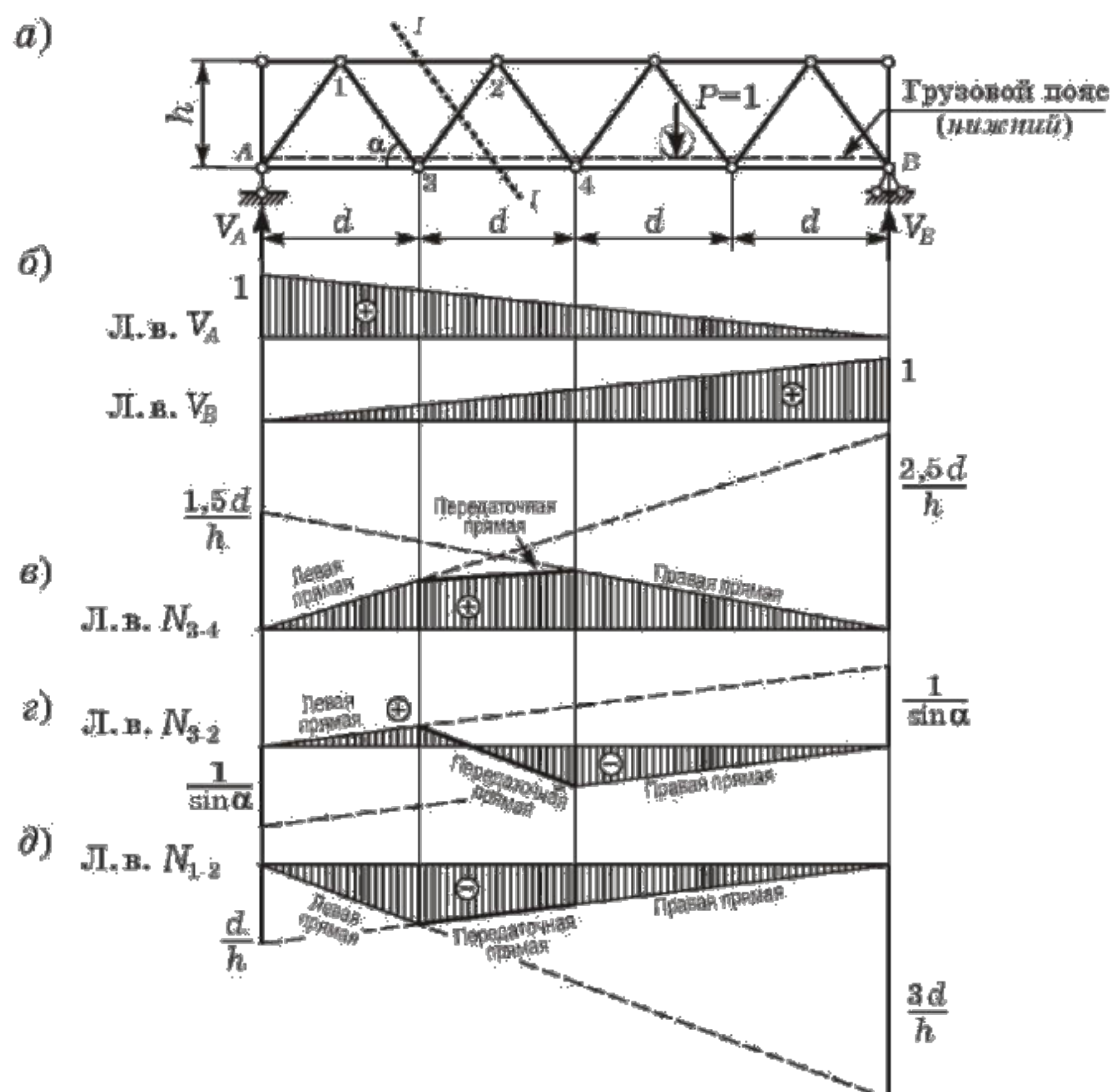


Рисунок 1.22

Вопросы:

1. Определение ферм.
2. Виды Ферм.
3. Построение линии влияния M .
4. Построение линии влияния Q .
5. Построение линии влияния опор.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Практическое занятие 6

Тема 4. Плоские статически определимые фермы.

Метод двух или нескольких сечений, Метод замкнутых сечений, Метод замены стержней.

Цель: научиться рассчитывать фермы на подвижную нагрузку

Знать: основные положения строительной механики; расчетные методы строительной механики; методы, расчета устойчивости и динамики сооружений, методики разработки расчетных схем, методики разработки статистического и кинематического анализа.

Уметь: самостоятельно осваивать отдельные теоретические положения строительной механики; применять теоретические положения к традиционным и новым техническим решениям конструкций и конструктивных систем; определять с необходимыми точностью и надежностью, прочность строительных конструкций, зданий и инженерных сооружений; определять с необходимыми точностью и надежностью жесткость строительных конструкций, зданий и инженерных сооружений; определять с необходимыми точностью и надежностью устойчивость отдельных строительных конструкций, зданий и инженерных сооружений.

Владеть: основными положениями и расчетными методами строительной механики; методами расчета устойчивости; методами расчета динамики сооружений; методами расчета строительных конструкций; способностью определять различные виды нагрузок.

Актуальность темы объясняется основными принципами определения внутренних факторов ферм.

Теоретическая часть:

Определение усилий по линиям влияния

С помощью линий влияния можно определить усилия в стержнях фермы при действии неподвижной нагрузки.

Загружение сосредоточенными силами.

Пусть по грузовому поясу движется груз весом P . Тогда усилие в стержне

$$N = Py,$$

где y — ордината линии влияния под точкой приложения силы P .

Действительно, N — усилие, возникающее в стержне от действия приложенной в данной точке единичной силы. В силу линейности задачи, при увеличении нагрузки в P раз, усилие в стержне тоже возрастет во столько же раз.

Если грузовой пояс фермы загружен несколькими сосредоточенными силами (рисунок 1.23), то на основании принципа суперпозиции усилие в стержне будет определяться по формуле

$$N = P_1 y_1 + P_2 y_2 + \dots + P_n y_n = \sum_{i=1}^n P_i y_i$$

где y — ордината линии влияния под силой P , (см. рисунок 1.23), взятая со своим знаком. При этом для нагрузок, направленных вниз, произведение берется со знаком, совпадающим со знаком ординаты линии влияния.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

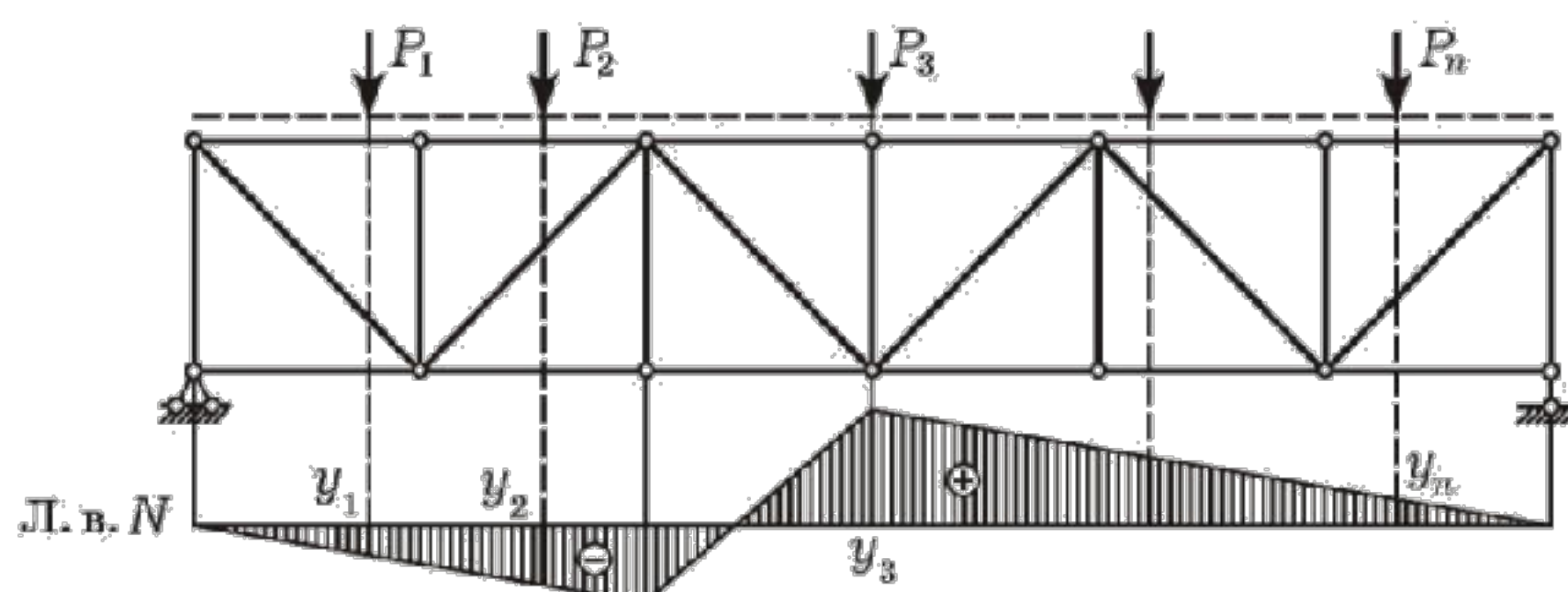


Рисунок 1.23

Загружение распределенной нагрузкой.

Пусть на участке длиной L грузового пояса действует равномерно распределенная нагрузка интенсивностью q .

Во избежание недоразумений подчеркнем, что здесь, как ранее, так и далее, считается, что нагрузка приложена к вспомогательным конструкциям, а с них - передается на узлы фермы. В этом случае усилие в стержне фермы определяется по формуле

$$N = q\omega,$$

где ω – площадь, ограниченная линией влияния под зоной действия нагрузки q .

Действительно, выделим в зоне действия нагрузки q участок бесконечно малой длиной dz (рисунок 1.24). Элементарная равнодействующая сила, действующая на ферму, с этого участка составляет

$$dF = q \cdot dz,$$

а усилие, возникающее от ее действия в стержне,

$$dN = dF \cdot y(z) = q \cdot dz \cdot y(z).$$

Для того чтобы найти усилие в стержне от действия всей нагрузки, необходимо проинтегрировать dN по длине:

$$N = \int_L dN = \int_L qy(z)dz = q \int_L y(z)dz = q\omega.$$

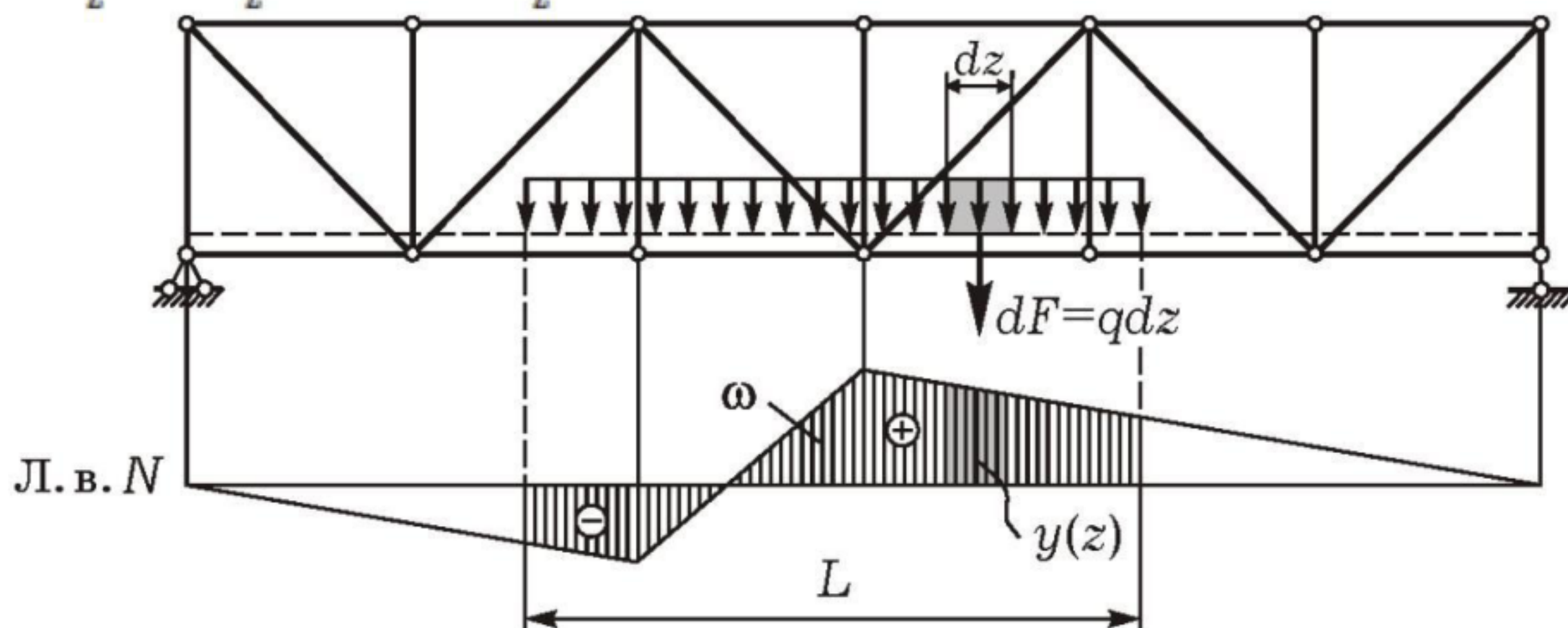


Рисунок 1.24

Площадь необходимо определять с учетом знака, т. е. часть площади ω снизу от горизонтальной оси берется со знаком минус.

Примеры расчетов ферм на подвижную нагрузку

ПРИМЕР. Для фермы, показанной на рисунке 2.10, требуется построить линии влияния опорных реакций в стержнях 2-3, 2-8, 7-8, 3-8, 8-9. Груз движется по верхнему поясу.

Линии влияния опорных реакций в ферме будут такими же, как в балке (рисунок 2.10, б).

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Рассечем ферму сечением $I-I$ и поочередно рассмотрим равновесие ее левой и правой частей (таблица 2.1).

Усилия в стержне 3-2 определяем из уравнения моментов относительно узла 8, где пересекаются оси двух других стержней. Продольную силу в стержне 8-7 получим, составляя уравнения равновесия моментов относительно точки 2. Спроецировав силы на вертикальную ось v , определим продольное усилие в стержне 8-2.

Все усилия выражаются через реакции опор, и линии влияния соответствующих ветвей (правой и левой прямых) будут подобны линиям влияния соответствующих опорных реакций.

Левую прямую проводим левее узла 2, правую прямую – правее узла 3. На линии влияния проецируем узлы 2, 3 и соединяем переходной прямой. Из подобия вычисляем характерные координаты линий влияния.

Проведем сечение $II-II$ (таблица 2.2).

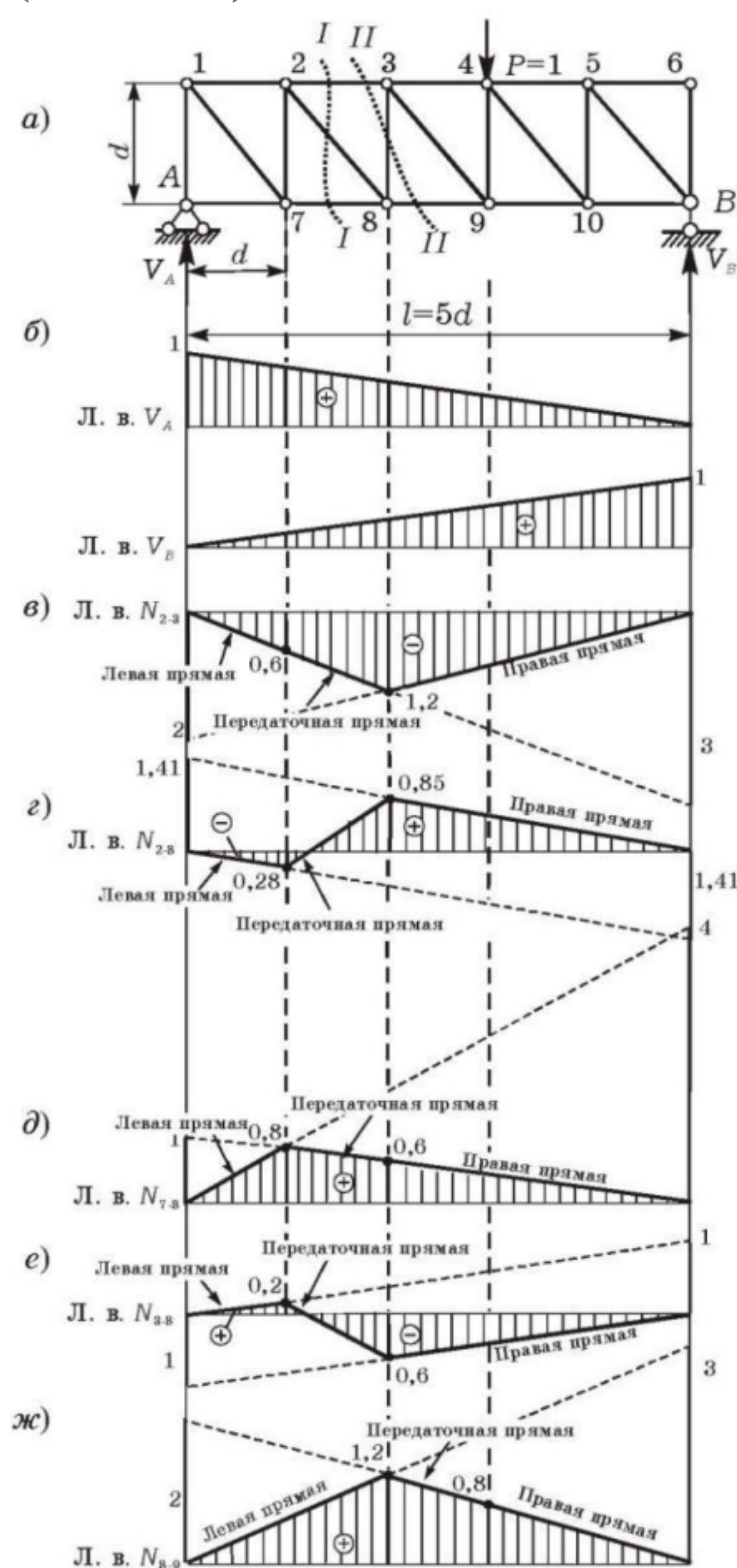


Рисунок 2.10

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Таблица 2,1

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Груз $P = 1$ левее сечения $I-I$ (левее узла 2)	Груз $P = 1$ правее сечения $I-I$ (правее узла 3)
$\sum M_8^{\text{прав}} = 0; N_{3-2}d + V_B \cdot 3d = 0;$ $N_{3-2} = -3V_B$ уравнение левой прямой	$\sum M_8^{\text{лев}} = 0; -N_{2-3}d - V_A \cdot 2d = 0;$ $N_{2-3} = -2V_A$ уравнение правой прямой
$\sum M_2^{\text{прав}} = 0; -N_{8-7}d + V_B \cdot 4d = 0;$ $N_{8-7} = 4V_B$ уравнение левой прямой	$\sum M_2^{\text{лев}} = 0; N_{7-8}d - V_A \cdot d = 0;$ $N_{7-8} = V_A$ уравнение правой прямой
$\sum Y^{\text{прав}} = 0; N_{8-2} \sin \alpha + V_B = 0;$ $N_{8-2} = -\frac{V_B}{\sin \alpha} = -\frac{V_B}{0,707} = -1,41 \cdot V_B$ уравнение левой прямой	$\sum Y^{\text{лев}} = 0; -N_{2-8} \sin \alpha + V_A = 0;$ $N_{2-8} = \frac{V_A}{\sin \alpha} = \frac{V_A}{0,707} = 1,41 \cdot V_A$ уравнение правой прямой

Таблица 2,2

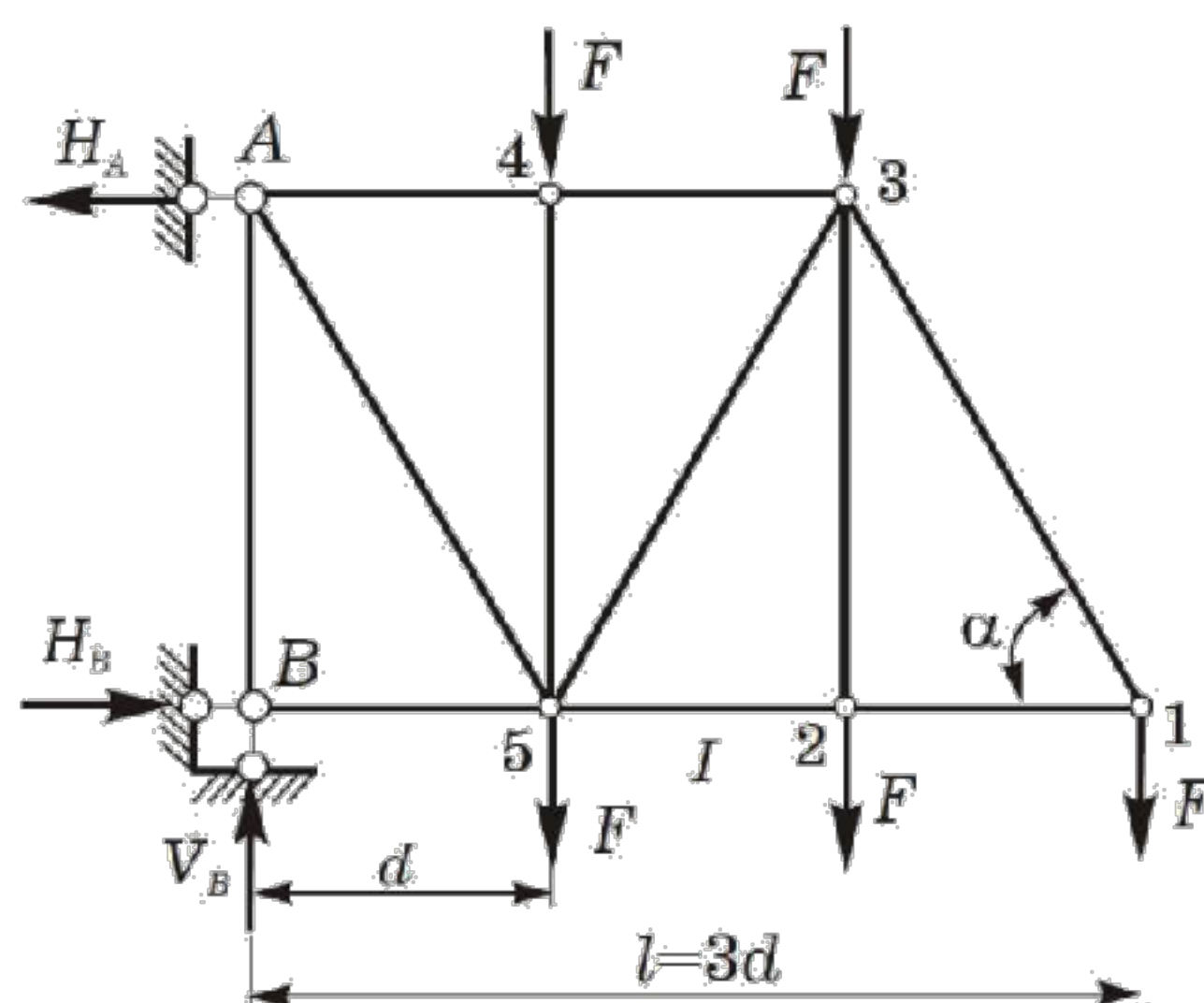
Груз $P = 1$ левее сечения $II-II$	Груз $P = 1$ правее сечения $II-II$
$\sum M_3^{\text{прав}} = 0; -N_{9-8}d + V_B \cdot 3d = 0;$ $N_{9-8} = 3V_B$ (уравнение левой прямой)	$\sum M_3^{\text{лев}} = 0; N_{9-8}d - V_A \cdot 2d = 0;$ $N_{9-8} = 2V_B$ (уравнение правой прямой)
$\sum Y^{\text{прав}} = 0; -N_{3-8} + V_B = 0;$ $N_{3-8} = V_B$ (уравнение левой прямой)	$\sum Y^{\text{лев}} = 0; N_{3-8} + V_A = 0;$ $N_{3-8} = -V_A$ (уравнение правой прямой)

Усилие в стержне 3-8 находим из уравнения проекций всех сил на вертикальную ось. Приняв за моментную точку узел 3, определим усилие в стержне 9-8. Так как грузовым поясом является верхний, то правую прямую проводим правее узла 3, левую – левее узла 2. Проекции узлов на линию влияния соединяем переходной прямой.

Заметим, что усилие в стержне 3-8 зависит от положения грузового пояса. Передаточная прямая в этом случае распространяется в пределах рассеченной панели

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

ПРИМЕР 2.2. Линия влияния усилия в стержне 3-8



требуется: а) построить линии влияния в стержнях 3-4, 3-5, 2-5; б) при помощи линий влияния определить значения N_{3-4} , N_{2-5} , N_{3-5} от действия узловых сосредоточенных нагрузок ($F = 450 \text{ кН}$) (рисунок 2.11). Груз движется по нижнему поясу.

Построение линий влияния в стержнях консольных ферм имеет некоторые особенности.

Для построения линии влияния усилия в стержне 3-4, изображенной на рисунке 2.11, а, рассмотрим равновесие части консоли справа от сечения I-I, полагая, что на ней находится груз $P = 1$. Систему координат свяжем с узлом 2, ось z направим вверх, x - вправо. Составим уравнения равновесия правой части фермы. Результаты вычислений сведем в таблицу 2.3.

Таблица 2,3

Груз $P = 1$ левее сечения I-I (левее узла 5)	Груз $P = 1$ правее сечения I-I (правее узла 2)
$\sum M_5^{\text{прав}} = 0;$ $N_{3-4} = 0.$ (уравнение левой прямой)	$\sum M_5^{\text{прав}} = 0; N_{3-4} \cdot d - P(z + d) = 0;$ $N_{3-4} = \frac{P(z + d)}{d} = \frac{z}{d} + 1$ (уравнение правой прямой) $N_{3-4} _{x=0} = 1; N_{3-4} _{x=d} = 2.$
$\sum M_3^{\text{прав}} = 0;$ $N_{2-5} = 0.$ (уравнение левой прямой)	$\sum M_3^{\text{прав}} = 0; -N_{2-5} \cdot d - Pz = 0;$ $N_{2-5} = -\frac{Pz}{d} = -\frac{z}{d}$ (уравнение правой прямой) $N_{2-5} _{x=0} = 0; N_{2-5} _{x=d} = -1.$
$\sum Y^{\text{прав}} = 0; -N_{3-5} \sin \alpha = 0;$ $N_{3-5} = 0$ (уравнение левой прямой)	$\sum Y^{\text{лев}} = 0; -N_{3-5} \sin \alpha - P = 0;$ $N_{3-5} = -\frac{P}{\sin \alpha} = -\frac{1}{\sin \alpha} = -1,155$ (уравнение правой прямой)

При нахождении груза левее узла 5 правая часть фермы будет не нагруженной, поэтому рассеченные стержни станут нулевыми.

Спроецируем узлы 2 и 5 на линии влияния. Полученные таким образом точки соединим передаточной прямой. Линии влияния показаны на рисунке 2.11, б.

Используя полученные линии влияния, вычислим усилия в стержнях от заданной нагрузки. Для этого движим груз $P = 1$ по линии влияния под ней (с учетом знака) и полученные произведения сложим.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

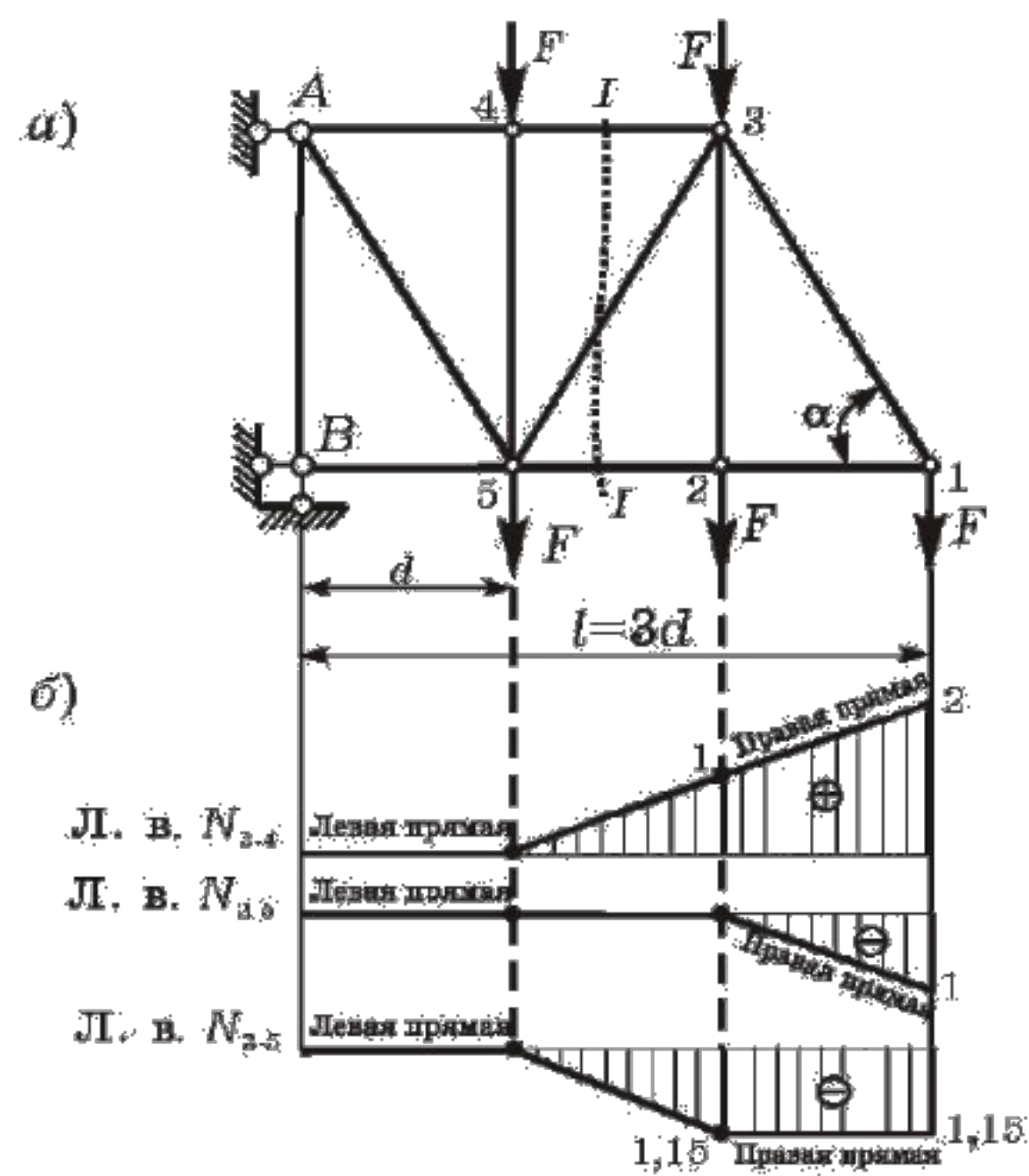


Рисунок 2.11

$$N_{2-5} = F \cdot (-1) = -450 \text{ кН};$$

$$N_{3-4} = F \cdot 1 + F \cdot 1 + F \cdot 2 = 4F = 4 \cdot 450 = 1800 \text{ кН};$$

$$N_{3-5} = -F \cdot 1,155 - F \cdot 1,155 - F \cdot 1,155 = -3,465F = -3,465 \cdot 450 = -1559 \text{ кН}.$$

Вопросы:

1. Понятие линии влияния.
2. Построение линии влияния опор.
3. Построение линии влияния M .
4. Построение линии влияния Q .
5. Отличия линии влияния от эпюр.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Практическое занятие 7

Тема 5. Построение линий влияния усилий в стержнях ферм.

Понятие грузового пояса, Построение линии влияния опорных реакций.

Цель: научиться рассчитывать трехшарнирные арки.

Знать: основные положения строительной механики; расчетные методы строительной механики; методы, расчета устойчивости и динамики сооружений, методики разработки расчетных схем, методики разработки статистического и кинематического анализа.

Уметь: самостоятельно осваивать отдельные теоретические положения строительной механики; применять теоретические положения к традиционным и новым техническим решениям конструкций и конструктивных систем; определять с необходимыми точностью и надежностью, прочность строительных конструкций, зданий и инженерных сооружений; определять с необходимыми точностью и надежностью жесткость строительных конструкций, зданий и инженерных сооружений; определять с необходимыми точностью и надежностью устойчивость отдельных строительных конструкций, зданий и инженерных сооружений.

Владеть: основными положениями и расчетными методами строительной механики; методами расчета устойчивости; методами расчета динамики сооружений; методами расчета строительных конструкций; способностью определять различные виды нагрузок.

Актуальность темы объясняется основными принципами определения внутренних факторов трехшарнирных арок и рам.

Теоретическая часть:

Расчет трехшарнирной арки.

Требуется определить изгибающий момент M , поперечную силу Q и продольную силу N в сечении K арки (рис 3.3), пролетом $l = 30$ м, очерченной по параболе $y = \frac{4f}{l^2}x(l-x)$.

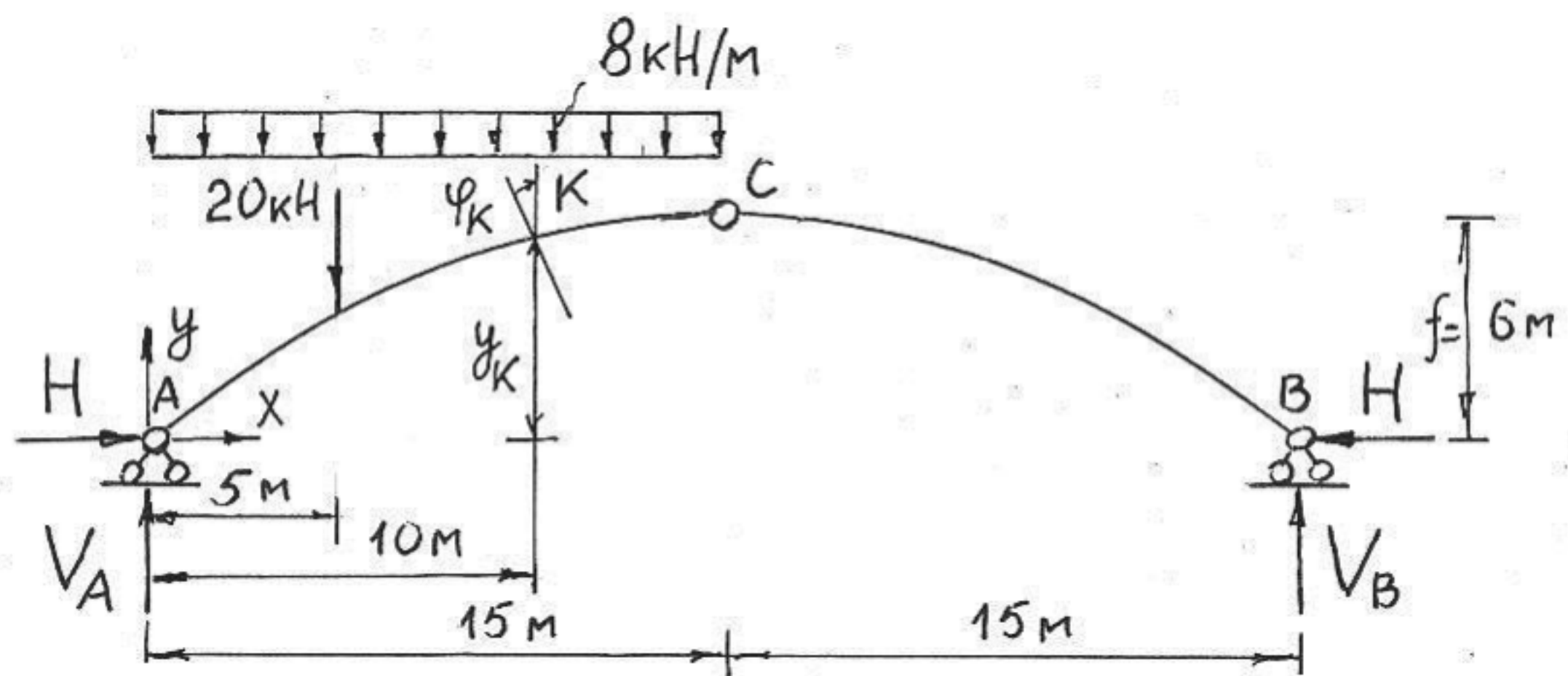


Рис.3.3

1. Определение опорных реакций.

Вертикальные составляющие опорных реакций V_A и V_B находим, составляя уравнения равновесия арки:

$$1) \sum M_A = 0, 20 \cdot 5 + 8 \cdot 15 \cdot 7,5 - V_B \cdot 30 = 0, V_B = 33,3 \text{ кН},$$

$$2) \sum M_B = 0, V_A \cdot 30 - 20 \cdot 25 - 8 \cdot 15 \cdot 22,5 = 0, V_A = 106,6 \text{ кН},$$

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Проверка $\sum y = 0,33,3 - 20 - 8 \cdot 15 + 106,6 = 0$.

Вычисляем распор на правой опоре, рассматривая равновесие правой половины арки (выбираем ту часть на которой меньше действующих сил).

$$2) \sum M_{\text{прав}} = 0, H \cdot 6 - 33,3 \cdot 15 = 0, H = 83,3 \text{ кН.}$$

Распоры на обеих опорах одинаковы, так как на арку действует только вертикальная нагрузка.

2. Вычисление балочных изгибающего момента и поперечной силы для сечения К.

$$M_K^0 = 106,6 \cdot 10 - 20 \cdot 5 - 8 \cdot 10 \cdot 5 = 666 \text{ кН} \cdot \text{м},$$

$$Q_K^0 = 106,6 - 20 - 8 \cdot 10 = 6,6 \text{ кН.}$$

3. Вычисление внутренних усилий в сечении К.

Вычислим вначале значения , и $y_K \sin \varphi$, необходимые для вычислений по формулам (3.6 – 3.8)

$$tg \varphi = \frac{dy}{dx} = \frac{4f}{l^2} x(l-x) = \left(\frac{4f}{l^2} (lx - x^2) \right)' = \frac{4f}{l^2} (l - 2x),$$

$$tg \varphi_K = \frac{4 \cdot 6}{30^2} (30 - 2 \cdot 10) = 0,2666.$$

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Согласно тригонометрическим тождествам:

$$\sin \varphi = \frac{\operatorname{tg} \varphi}{\sqrt{1 + (\operatorname{tg} \varphi)^2}};$$

$$\cos \varphi = \frac{1}{\sqrt{1 + (\operatorname{tg} \varphi)^2}}.$$

$$\sin \varphi_K = \frac{0,2666}{\sqrt{1 + 0,2666^2}} = 0,2576,$$

$$\cos \varphi_K = \frac{1}{\sqrt{1 + 0,2666^2}} = 0,9662.$$

$$y_K = \frac{4f}{l^2} x(l-x) = \frac{4 \cdot 6}{30^2} 10(30-10) = 5,33 \text{ м.}$$

$$M_K = M_K^0 - H \cdot y_K = 666 - 83,3 \cdot 5,33 = 222,0 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$Q_K = Q_K^0 \cos \varphi_K - H \sin \varphi_K = 6,6 \cdot 0,9662 - 83,3 \cdot 0,2576 = -15,08 \text{ кН.}$$

$$N_K = -(Q_K^0 \sin \varphi_K + H \cos \varphi_K) = -(6,6 \cdot 0,2576 + 83,3 \cdot 0,9662) = -82,18 \text{ кН.}$$

Вопросы:

1. Определение реакций опор арок.
2. Построение линии влияния опор.
3. Построение линии влияния M .
4. Построение линии влияния Q .

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Практическое занятие 8

Тема 5. Построение линий влияния усилий в стержнях ферм.

Построение линии влияния усилия.

Цель: научиться рассчитывать трехшарнирные рамы

Знать: основные положения строительной механики; расчетные методы строительной механики; методы, расчета устойчивости и динамики сооружений, методики разработки расчетных схем, методики разработки статистического и кинематического анализа.

Уметь: самостоятельно осваивать отдельные теоретические положения строительной механики; применять теоретические положения к традиционным и новым техническим решениям конструкций и конструктивных систем; определять с необходимыми точностью и надежностью, прочность строительных конструкций, зданий и инженерных сооружений; определять с необходимыми точностью и надежностью жесткость строительных конструкций, зданий и инженерных сооружений; определять с необходимыми точностью и надежностью устойчивость отдельных строительных конструкций, зданий и инженерных сооружений.

Владеть: основными положениями и расчетными методами строительной механики; методами расчета устойчивости; методами расчета динамики сооружений; методами расчета строительных конструкций; способностью определять различные виды нагрузок.

Актуальность темы объясняется основными принципами определения внутренних факторов трехшарнирных арок и рам.

Теоретическая часть:

Требуется найти изгибающий момент M , поперечную силу Q и продольную силу N в заданных сечениях трехшарнирной рамы 1, 2 и 3 (Рис.3.4).

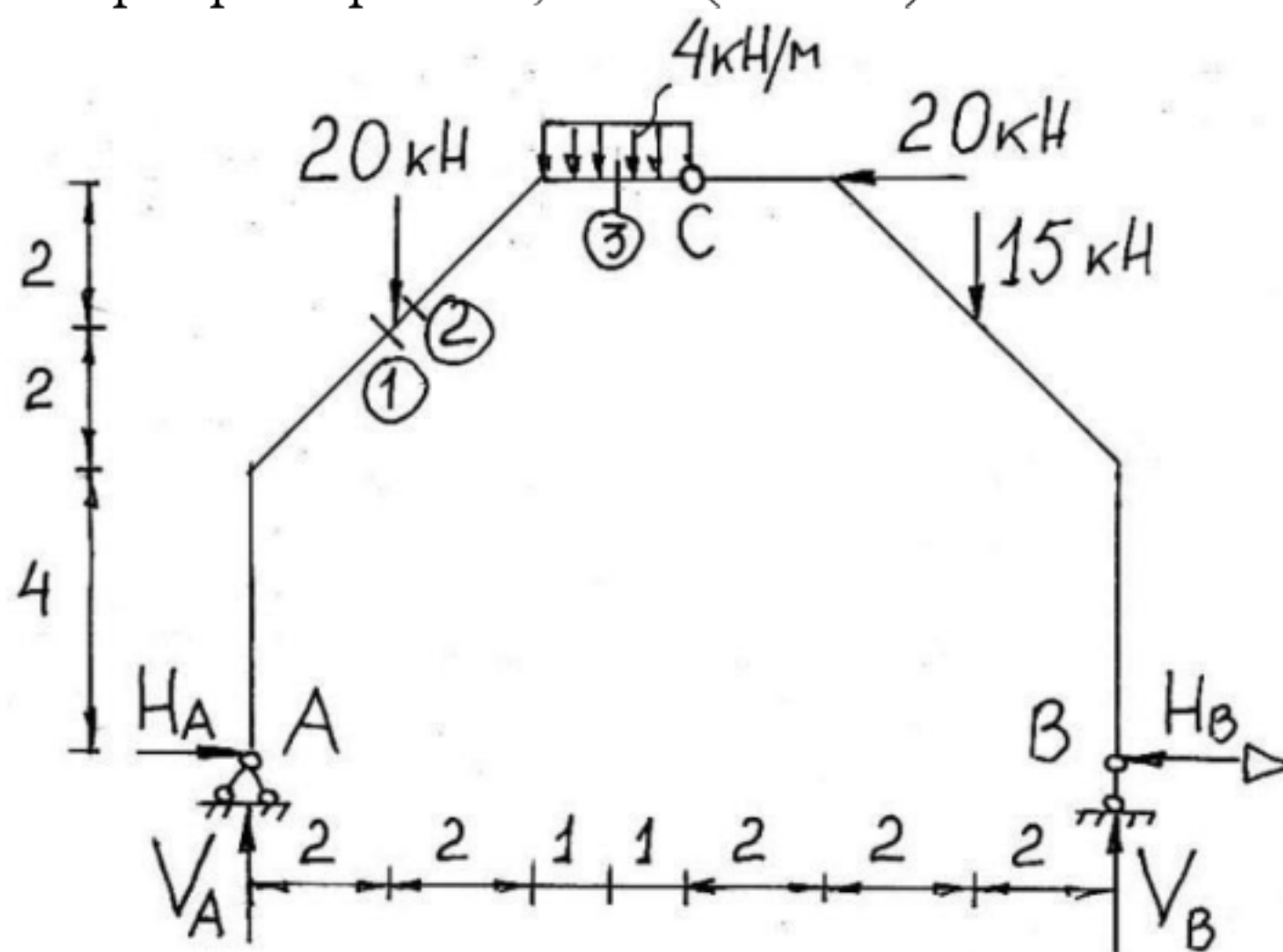


Рис.3.4

Вычисляют опорные реакции.

$$1) \sum M_A = 0;$$

$$20 \cdot 2 + 4 \cdot 2 \cdot 5 - 20 \cdot 8 + 15 \cdot 10 - V_B \cdot 12 = 0,$$

$$V_B = \frac{40 + 40 - 160 + 150}{12} = 5,83 \text{ кН.}$$

$$2) \sum M_B = 0;$$

$$V_A \cdot 12 - 20 \cdot 10 - 4 \cdot 2 \cdot 7 - 20 \cdot 8 - 15 \cdot 2 = 0,$$

$$200 + 56 + 160 + 30$$

Из равновесия правой половины рамы находим распор H_B

$$3) \sum M_r^{\text{прав}} = 0; 15 \cdot 4 - H_B \cdot 8 - 5,83 \cdot 6 = 0; H_B = -3,25 \text{ кН}.$$

Знак минус означает, что реакция H_B направлена в сторону, противоположную первоначально заданной. Удобно показать правильное направление полученного распора (показано стрелкой вправо) и знак минус в дальнейших расчетах не учитывать.

Из равновесия рамы в целом находят распор H_A .

$$4) \sum x = 0;$$

$$H_A - 20 + 3,25 = 0, H_A = 16,75 \text{ кН}.$$

Сечения 1 и 2 находятся в непосредственной близости от силы 20 кН слева и справа соответственно.

Значения изгибающего момента в этих сечениях одинаковы, так как сила 20 кН в вычислении этого момента не участвует. Проще всего вычислить этот момент, рассматривая левую часть арки относительно этих сечений.

$$M_1 = M_2 = 37,17 \cdot 2 - 16,75 \cdot 6 = -26,16 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Поперечные и продольные силы в сечениях 1 и 2 разные

Проектируя все силы слева от сечения на нормаль к оси рамы, получаем поперечную силу Q . (Проекцию всех левых сил, направленную вверх принято считать положительной).

Угол наклона оси в сечениях 1 и 2 равен 45° .

Проецируя все силы слева от сечения на ось рамы, получаем продольную силу.

(Проекцию всех левых сил, направленных в сторону сечения (сжатие) принято считать отрицательной)

$$Q_1 = V_A \cdot \cos 45 - H_A \cdot \cos 45 = 37,17 \cdot 0,707 - 16,75 \cdot 0,707 = 14,44 \text{ кН}.$$

$$Q_2 = V_A \cdot \cos 45 - H_A \cdot \cos 45 - 20 \cdot \cos 45 = 37,17 \cdot 0,707 - 16,75 \cdot 0,707 - 20 \cdot 0,707 = 0,30 \text{ кН}.$$

$$N_1 = -V_A \cdot \cos 45 - H_A \cdot \cos 45 = -37,17 \cdot 0,707 - 16,75 \cdot 0,707 = -28,58 \text{ кН}.$$

$$N_2 = -V_A \cdot \cos 45 - H_A \cdot \cos 45 - 20 \cdot \cos 45 = -37,17 \cdot 0,707 - 16,75 \cdot 0,707 + 20 \cdot 0,707 = -14,44 \text{ кН}.$$

В сечении 3 значения расчетных усилий определяется также

$$M_3 = V_A \cdot 5 - H_A \cdot 8 - 20 \cdot 3 - q \cdot 1 \cdot \frac{1}{2} = 37,17 \cdot 5 - 16,75 \cdot 8 - 20 \cdot 3 - 4 \cdot 1 \cdot 0,5 = 10,15 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

$$Q_3 = V_A = 37,17 - 20 - 4 \cdot 1 = 13,17 \text{ кН}.$$

$$N_3 = -H_A = -16,75 \text{ кН}.$$

Вопросы:

1. Определение реакций опор рам.
2. Построение линии влияния опор.
3. Построение линии влияния M .
4. Построение линии влияния Q .

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Практическое занятие 9

Тема 6. Расчет шпренгельных ферм.

Фермы с простой решеткой, Шпренгельные фермы.

Цель: Определение кривой давления.

Знать: основные положения строительной механики; расчетные методы строительной механики; методы, расчета устойчивости и динамики сооружений, методики разработки расчетных схем, методики разработки статистического и кинематического анализа.

Уметь: самостоятельно осваивать отдельные теоретические положения строительной механики; применять теоретические положения к традиционным и новым техническим решениям конструкций и конструктивных систем; определять с необходимыми точностью и надежностью, прочность строительных конструкций, зданий и инженерных сооружений; определять с необходимыми точностью и надежностью жесткость строительных конструкций, зданий и инженерных сооружений; определять с необходимыми точностью и надежностью устойчивость отдельных строительных конструкций, зданий и инженерных сооружений.

Владеть: основными положениями и расчетными методами строительной механики; методами расчета устойчивости; методами расчета динамики сооружений; методами расчета строительных конструкций; способностью определять различные виды нагрузок.

Актуальность темы объясняется основными принципами определения внутренних факторов трехшарнирных арок и рам.

Теоретическая часть:

Кривая давления. Рациональная ось арки

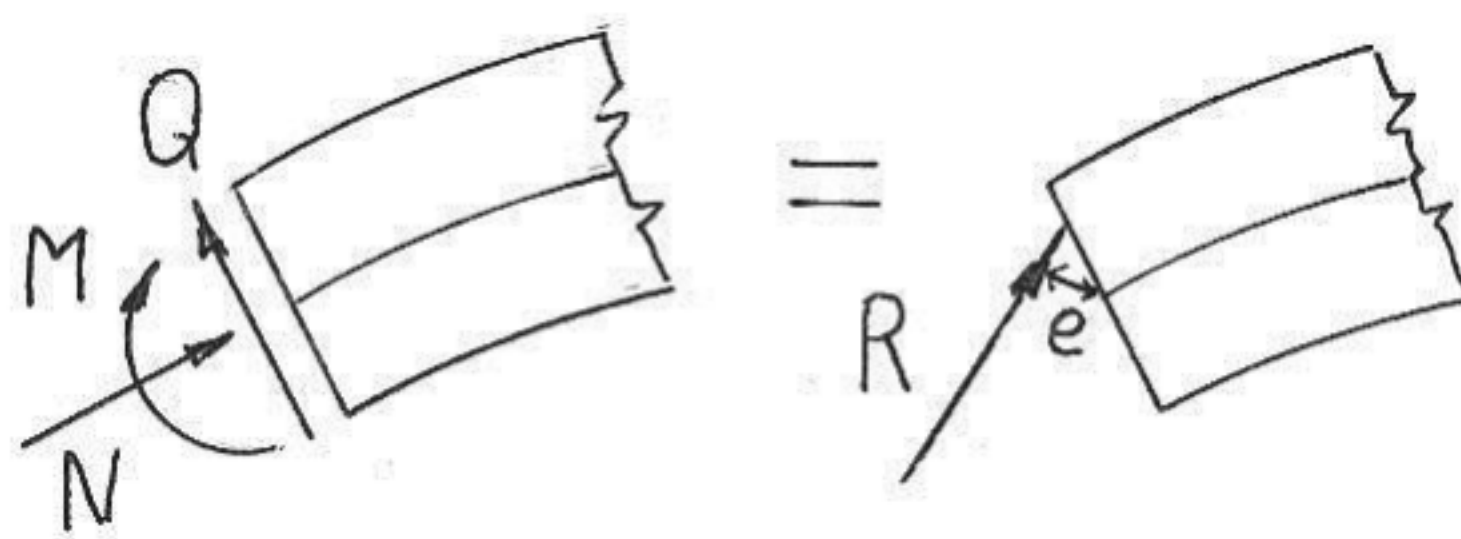


Рис.3.5

Три усилия в каждом сечении арки M , Q и N статически эквивалентны одной равнодействующей R , приложенной с эксцентриситетом e относительно оси арки (рис.3.5).

Направление и величина равнодействующей опорной реакции на любой из опор определяется как векторная сумма H и V (рис.3.6a)

$$R_A = H + V_A \text{ и } R_B = H + V_B \quad (9.3)$$

Далее величины и направления промежуточных равнодействующих можно определить из силового многоугольника (рис.3.6b)

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

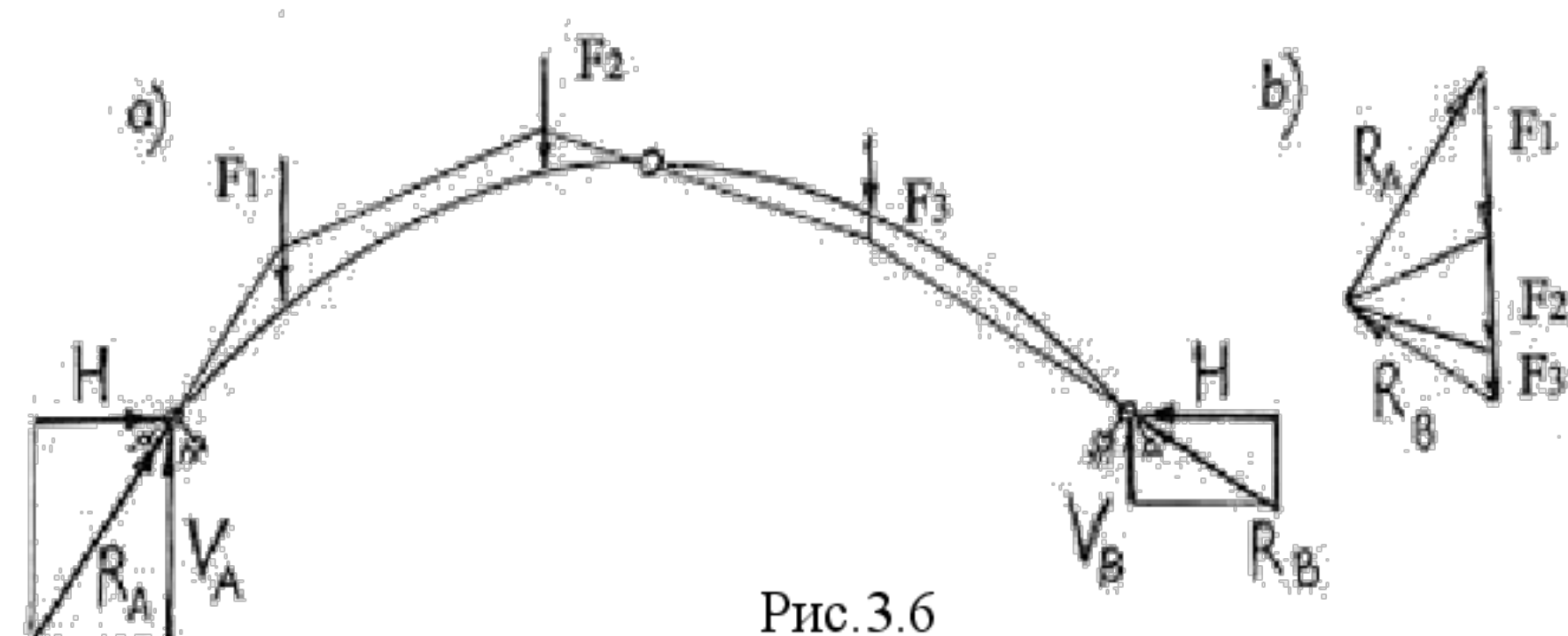


Рис.3.6

Линия, соединяющая точки приложения равнодействующих в сечениях арки называют **многоугольником давления**. При действии на арку распределенной нагрузки многоугольник давления превращается в **кривую давления**.

Очертание многоугольника (кривой) давления повторяет очертание эпюры изгибающих моментов: чем дальше уходит равнодействующая от оси арки, чем больше ее эксцентриситет, тем больше и изгибающий момент.

Если ось арки совпадает с многоугольником давления, то в арке не возникают ни изгибающие моменты, ни поперечные силы. Такое очертание оси арки называют **рациональным**. В этом случае при действии вертикальной нагрузки арка оказывается сжатой во всех сечениях.

Выясним, какое очертание должна иметь арка при действии на нее равномерно распределенной нагрузки? (рис.3.7)

Очертание будет рациональным, если в каждом сечении изгибающий момент будет равен нулю, т.е.

$$M = M_0 - H \cdot y = 0$$

$$y = \frac{M^0}{H}. (10.3)$$

Следовательно, если арка будет иметь очертание, совпадающее с очертанием балочной эпюры изгибающих моментов от действующей на нее нагрузки, то оно будет рациональным.

Уравнение для вычисления изгибающего момента в балке под равномерно распределенной нагрузкой имеет вид квадратной параболы:

$$M^0 = V_A x - \frac{qx^2}{2} = \frac{ql}{2}x - \frac{qx^2}{2} = \frac{q}{2}x(l - x)$$

Вопросы:

1. Что называют многоугольником давления.
2. Какое очертание оси арки называют рациональным.
3. Построение линии влияния M .
4. Построение линии влияния Q .
5. Отличия линии влияния от эпюр.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ Основная литература:

1. Строительная механика и металлические конструкции машин : учебное пособие / В.А. Глотов, А.В. Зайцев, В.Ю. Игнатьев. - М. ; Берлин : Директ-Медиа, 2015. - 95 с. : ил., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-5266-4 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: [//biblioclub.ru/index.php?page=book&id=426940](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=426940) (30.10.2016).
2. Вероятностные методы строительной механики и теория надежности строительных конструкций : учебное пособие : 2-х частях / В.А. Пшеничкина, Г.В. Воронкова, С.С. Рекунов, А.А. Чураков ; Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет, Министерство образования и науки Российской Федерации. - Волгоград : Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет, 2015. - Ч. I. - 92 с. : ил., табл., схем. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-98276-733-2 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: [//biblioclub.ru/index.php?page=book&id=434827](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=434827) (30.10.2016).
3. Строительство и механика : краткий справочник / В.В. Леденев ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет». - Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. - 244 с. : ил., табл., схем. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-8265-1392-7 ; То же [Электронный ресурс].
URL:[//biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444650](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444650) (30.10.2016).

Дополнительная литература:

1. Нелинейная инкрементальная строительная механика / В.В. Петров.М. : Инфра-Инженерия, 2014. - 480 с. - ISBN 978-5-9729-0076-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: [//biblioclub.ru/index.php?page=book&id=234783](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=234783) (30.10.2016).
2. Строительная механика для архитекторов: учебник : в 2-х т. / Ю.Э. Сеницкий, А.К. Синельник ; Министерство образования и науки РФ, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Самарский государственный архитектурно-строительный университет». - Самара : Самарский государственный архитектурно-строительный университет, 2014. - Т. II. - 280 с. : ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-9585-0563-0 ; То же [Электронный ресурс]. -URL: [//biblioclub.ru/index.php?page=book&id=256149](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=256149) (30.10.2016).

Интернет-ресурсы:

1. Электронно-библиотечная система IPRbooks
2. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека on-line»
3. Электронно-библиотечная система Лань

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Пятигорский институт (филиал) СКФУ

Методические указания

по организации самостоятельной работы
по дисциплине «**Строительная механика**»
для студентов направления подготовки /

07.03.03 Дизайн архитектурной среды

Направленность (профиль) Проектирование городской среды

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Пятигорск, 2022

Содержание

Введение.....	7
1. Общая характеристика самостоятельной работы студента.....	8
2. План - график выполнения самостоятельной работы.....	9
3. Методические рекомендации по изучению теоретического материала.....	10
3.1. Вид самостоятельной работы: самостоятельное изучение литературы.....	10
3.2. Вид самостоятельной работы: подготовка к практическим работам.....	10
4. Методические указания.....	10
5. Методические указания к экзамену.....	11
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	11

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Введение

Методические указания и задания для выполнения самостоятельной работы студентами по дисциплине «Строительная механика» по направлению подготовки бакалавров: 07.03.03 Дизайн архитектурной среды.

Методическое пособие содержит весь необходимый материал для выполнения самостоятельной работы по дисциплине «Строительная механика»

В данном методическом пособии приведены темы и вопросы для самостоятельного изучения.

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

1. Обязательная характеристика самостоятельной работы студента

Самостоятельная работа – это вид учебной деятельности, выполняемый учащимся без непосредственного контакта с преподавателем или управляемый преподавателем опосредовано через специальные учебные материалы; неотъемлемое обязательное звено процесса обучения, предусматривающее прежде всего индивидуальную работу учащихся в соответствии с установкой преподавателя или учебника, программы обучения.

На современном этапе самостоятельную работу студента следует разделить на работу с бумажными источниками информации, т.е. учебниками, методическими пособиями, монографиями, журналами и т.д. и электронными источниками информации, т.е. доступ к электронным ресурсам через Интернет.

Сегодня самостоятельную работу студента невозможно представить без использования информационной сети – Интернет. Необходимость использования Интернета возникает не только при подготовке к практическим и семинарским занятиям, но, в большей степени, при написании различных исследовательских и творческих работ. Многие современные монографии, периодические журналы изданы только в электронном виде и с ними можно познакомиться только в Интернете.

Цели и задачи самостоятельной работы: формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых и неординарных решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ОПК-4 Способен применять методики определения технических параметров проектируемых объектов	ИД-1 _{ОПК-4} Выполняет сводный анализ исходных данных, данных задания на проектирование средовых объектов и комплексов, и их наполнения и данных задания на разработку проектной документации. Проводит поиск проектного решения в соответствии с особенностями проектируемого объекта архитектурной среды. Проводит расчёт технико-экономических показателей предлагаемого проектного решения.	Способен осуществлять комплексный предпроектный анализ, применять методики определения технических параметров проектируемых объектов и использовать современные информационные технологии
	ИД-2 _{ОПК-4} Применяет объемно-пространственные и технико-экономические требования к основным типам средовых	

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

проектируемого объекта и особенностями участка застройки, а также требования обеспечения безбарьерной среды жизнедеятельности. Основы проектирования конструктивных решений объектов архитектурной среды. Основы проектирования средовых составляющих архитектурно-дизайнерских объектов и комплексов, включая, освещение, микроклимат, акустику, в том числе с учетом потребностей маломобильных групп граждан и лиц с ОВЗ Основные строительные материалы, изделия и конструкции, облицовочные материалы, их технические, технологические, эстетические и эксплуатационные характеристики. Основные технологии производства строительных и монтажных работ. Методики проведения технико-экономических расчётов проектных решений.	
--	--

2. План - график выполнения самостоятельной работы

Коды реализуемых компетенций, индикатора(ов)	Вид деятельности студентов	Средства и технологии оценки	Объем часов, в том числе		
			СРС	Контактная работа с преподавателем	Всего
3 семестр					
ОПК-4 (ИД-1; ИД-2)	Самостоятельное изучение литературы по темам № 1-6	Собеседование	9,72	1,08	10,8
ОПК-4 (ИД-1; ИД-2)	Подготовка к практическим занятиям	Отчёт (устный)	2,43	0,27	2,7
Итого за 3 семестр			12,15	1,35	13,5
Итого			12,15	1,35	13,5

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

по изучению теоретического материала

3.1. Вид самостоятельной работы: самостоятельное изучение литературы

Изучать учебную дисциплину «Строительная механика» рекомендуется по темам, предварительно ознакомившись с содержанием каждой из них в программе дисциплины. При теоретическом изучении дисциплины студент должен пользоваться соответствующей литературой. Примерный перечень литературы приведен в рабочей программе

Для более полного освоения учебного материала студентам читаются лекции по важнейшим разделам и темам учебной дисциплины. На лекциях излагаются и детально рассматриваются наиболее важные вопросы, составляющие теоретический и практический фундамент дисциплины.

Итоговый продукт: конспект лекций

Средства и технологии оценки: Собеседование

Критерии оценивания: Оценка «отлично» выставляется студенту, если в полном объеме изучен курс данной дисциплины и выполнены практические задания

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если достаточно полно изучен курс данной дисциплины и выполнены практические задания

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, недостаточно если полно изучен курс данной дисциплины и выполнены практические задания

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если отсутствуют знания и практические навыки по данной дисциплине.

Темы для самостоятельного изучения:

1. Общие понятия и определения.
2. Линии влияния и их применение для расчета статически определимых балок.
3. Трехшарнирные арки и рамы.
4. Плоские статически определимые фермы.
5. Построение линий влияния усилий в стержнях ферм.
6. Расчет шпренгельных ферм.

3.2. Вид самостоятельной работы: подготовка к практическим работам

Итоговый продукт: отчет по практическому занятию

Средства и технологии оценки: защита отчета

Критерии оценивания: Оценка «отлично» выставляется студенту, если в полном объеме изучен курс данной дисциплины и выполнены практические задания

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если достаточно полно изучен курс данной дисциплины и выполнены практические задания

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, недостаточно, если полно изучен курс данной дисциплины и выполнены практические задания

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если отсутствуют знания и практические навыки по данной дисциплине

4. Методические указания

1. Методические указания для проведения практических работ по дисциплине «Строительная механика» студентами направления подготовки 07.03.03 Дизайн архитектурной среды.

5. Методические указания к экзамену

Процедура проведения экзамена осуществляется в соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования в СКФУ.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Для подготовки по билету отводиться
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

выдаются три вопроса (один вопрос для проверки навыков студента).
30 минут.

При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования справочными таблицами

При проверке практического задания, оцениваются:

знание параметра;

последовательность и рациональность выполнения.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ Основная литература:

4. Строительная механика и металлические конструкции машин : учебное пособие / В.А. Глотов, А.В. Зайцев, В.Ю. Игнатьев. - М. ; Берлин : Директ-Медиа, 2015. - 95 с. : ил., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-5266-4 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: [//biblioclub.ru/index.php?page=book&id=426940](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=426940) (30.10.2016).
5. Вероятностные методы строительной механики и теория надежности строительных конструкций : учебное пособие : 2-х частях / В.А. Пшеничкина, Г.В. Воронкова, С.С. Рекунов, А.А. Чураков ; Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет, Министерство образования и науки Российской Федерации. - Волгоград : Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет, 2015. - Ч. I. - 92 с. : ил., табл., схем. - Библиогр. в кн.. - ISBN 978-5-98276-733-2 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: [//biblioclub.ru/index.php?page=book&id=434827](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=434827) (30.10.2016).

6. Строительная механика : краткий справочник / В.В. Леденев ; Министерство

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Федерации, Федеральное государственное
и высшее профессионального образования
технический университет». - Тамбов : Издательство

ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. - 244 с. : ил., табл., схем. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-8265-1392-7 ; То же [Электронный ресурс].
URL://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444650 (30.10.2016).

Дополнительная литература:

3. Нелинейная инкрементальная строительная механика / В.В. Петров.М. : Инфра-Инженерия, 2014. - 480 с. - ISBN 978-5-9729-0076-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: //biblioclub.ru/index.php?page=book&id=234783 (30.10.2016).
4. Строительная механика для архитекторов: учебник : в 2-х т. / Ю.Э. Сеницкий, А.К. Синельник ; Министерство образования и науки РФ, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Самарский государственный архитектурно-строительный университет». - Самара : Самарский государственный архитектурно-строительный университет, 2014. - Т. II. - 280 с. : ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-9585-0563-0 ; То же [Электронный ресурс]. -URL: //biblioclub.ru/index.php?page=book&id=256149 (30.10.2016).

Интернет-ресурсы:

4. Электронно-библиотечная система IPRbooks
5. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека on-line»
6. Электронно-библиотечная система Лань

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022