

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Владимирский государственный университет
Кафедра сопротивления материалов

РАСЧЕТ МНОГОПРОЛЕТНОЙ СТАТИЧЕСКИ ОПРЕДЕЛИМОЙ БАЛКИ

*Методические указания
к выполнению расчетно-проектировочной работы
по строительной механике*

Составители
В.М. КИСЛОВ
И.А. ЧЕРНОУСОВА

Владимир 2005

УДК 624.04
ББК 38.112
Р24

Рецензент
Кандидат технических наук, профессор
Владимирского государственного университета
В.Ю. Щуко

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Владимирского государственного университета

Расчет многопролетной статически определимой балки : метод.
Р24 указания к выполнению расчетно-проектировочной работы по
строительной механике / сост. : В. М. Кислов, И. А. Черноусова ;
Владим. гос. ун-т. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2005. – 24 с.

Содержат варианты заданий к расчетно-проектировочной работе по строительной механике и примеры ее выполнения по теме «Расчет многопролетной статически определимой балки», что способствует усвоению основных теоретических положений и методики расчета разрезных балок.

Предназначены для студентов строительных специальностей всех форм обучения.

Табл. 4. Ил. 17. Библиогр.: 3 назв.

УДК 624.04
ББК 38.112

ВВЕДЕНИЕ

При изучении курса строительной механики наибольшие затруднения для студентов обычно связаны с выполнением расчетно-проектировочных заданий. Именно эта часть практического курса в немалой степени способствует развитию инженерного мышления, приобретению необходимых навыков расчета конструкций.

Цель настоящих методических указаний – помочь студентам овладеть методами расчета многопролетных статически определимых (разрезных) балок. Здесь рассматривается построение эпюр внутренних силовых факторов, а также вычисление усилий в разрезных балках при помощи линий влияния.

Методические указания включают задание и примеры выполнения расчетно-проектировочной работы, соответствующие программе курса строительной механики.

РАСЧЕТ МНОГОПРОЛЕТНОЙ СТАТИЧЕСКИ ОПРЕДЕЛИМОЙ БАЛКИ

З а д а н и е

Для балки (рис. 1) с данными для расчета (табл. 1), выбранными в соответствии с вариантом, требуется:

1. Построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов.
2. Построить линии влияния момента и поперечной силы для сечений 1, 2, 3 и линии влияния опорных реакций, возникающих во второй и третьей опорах, если считать слева.
3. Загрузить построенные линии влияния заданной нагрузкой и найденные результаты сравнить с теми, что получились при построении эпюр.

Данные для расчета взять из табл. 1.

Таблица 1

№ п/п	l_1 м	l_2 м	l_3 м	l_4 м	F_1 кН	F_2 кН	F_3 кН	F_4 кН	F_5 кН	q_1 кН/м	q_2 кН/м	q_3 кН/м	q_4 кН/м	q_5 кН/м
1	4	4	6	8	5	6	-	-	4	-	-	1	2	-
2	6	4	8	4	5	-	6	-	4	-	1	-	2	-
3	8	4	6	4	5	-	-	6	4	-	1	2	-	-
4	4	6	8	4	-	5	6	-	-	1	-	-	2	3
5	6	6	8	4	-	5	-	6	-	1	-	2	-	3
6	8	6	6	4	-	-	5	7	-	1	2	-	-	3
7	4	8	8	6	6	4	-	-	2	-	-	2	1	1
8	6	8	6	4	6	-	4	-	2	-	2	-	1	1
9	8	8	6	4	6	-	-	4	2	-	1	2	-	1
10	4	4	8	6	-	6	4	-	-	2	-	-	1	2
11	6	4	6	8	-	6	-	5	-	1	-	2	-	2
12	8	4	8	6	-	-	5	7	-	1	2	-	-	2
13	4	6	6	8	4	6	-	-	4	-	-	1	2	3
14	6	6	8	4	4	-	7	-	2	-	1	-	2	1
15	8	6	6	4	4	-	-	6	2	-	2	1	-	1
16	4	8	8	4	-	4	5	-	2	2	-	-	1	2
17	6	8	6	8	-	4	-	7	-	1	-	2	-	1
18	8	8	4	6	-	-	4	5	-	2	1	-	-	2
19	4	4	8	8	7	-	4	-	4	-	1	-	2	1
20	6	4	6	4	7	-	-	4	3	-	1	2	-	1

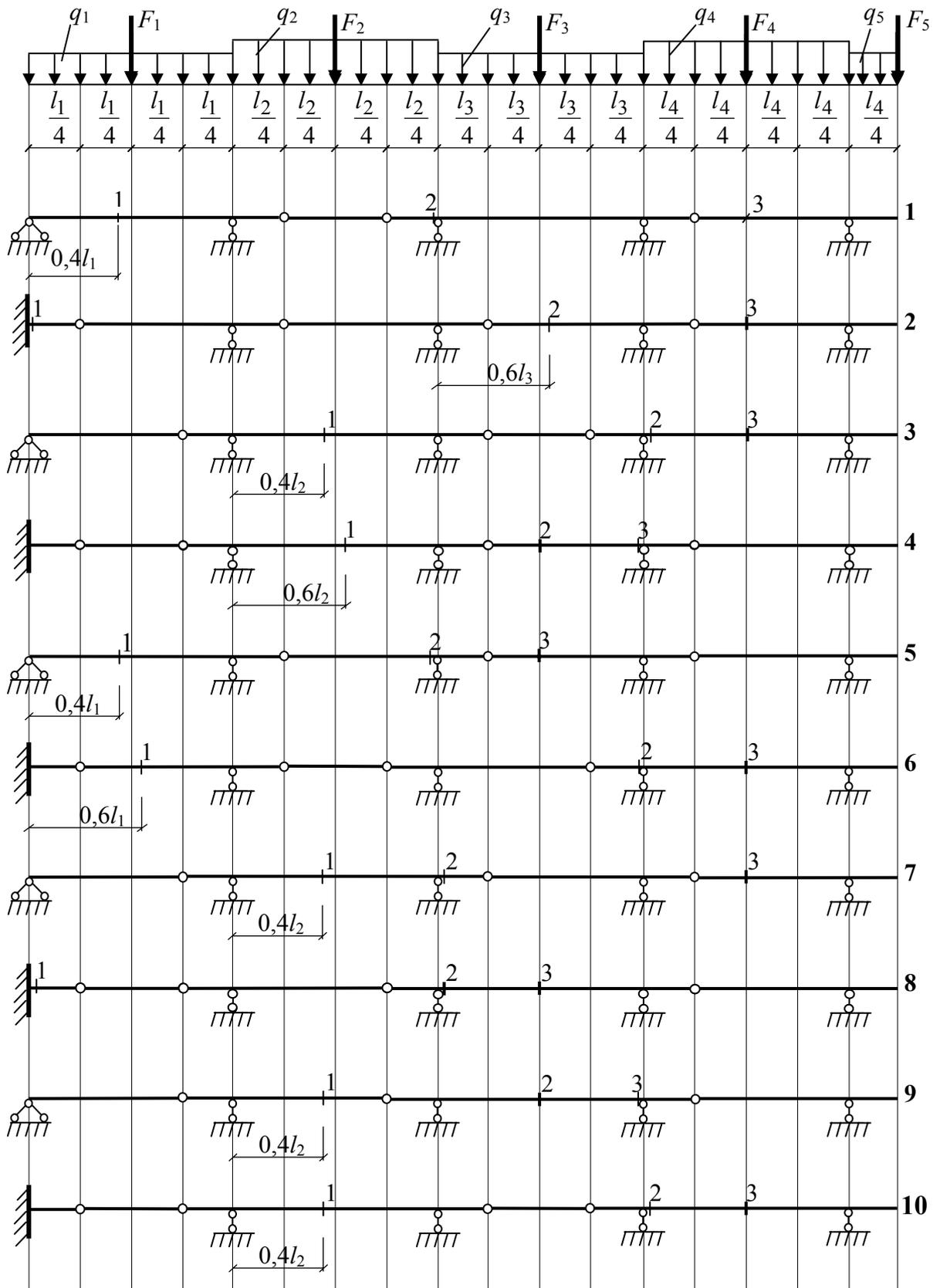
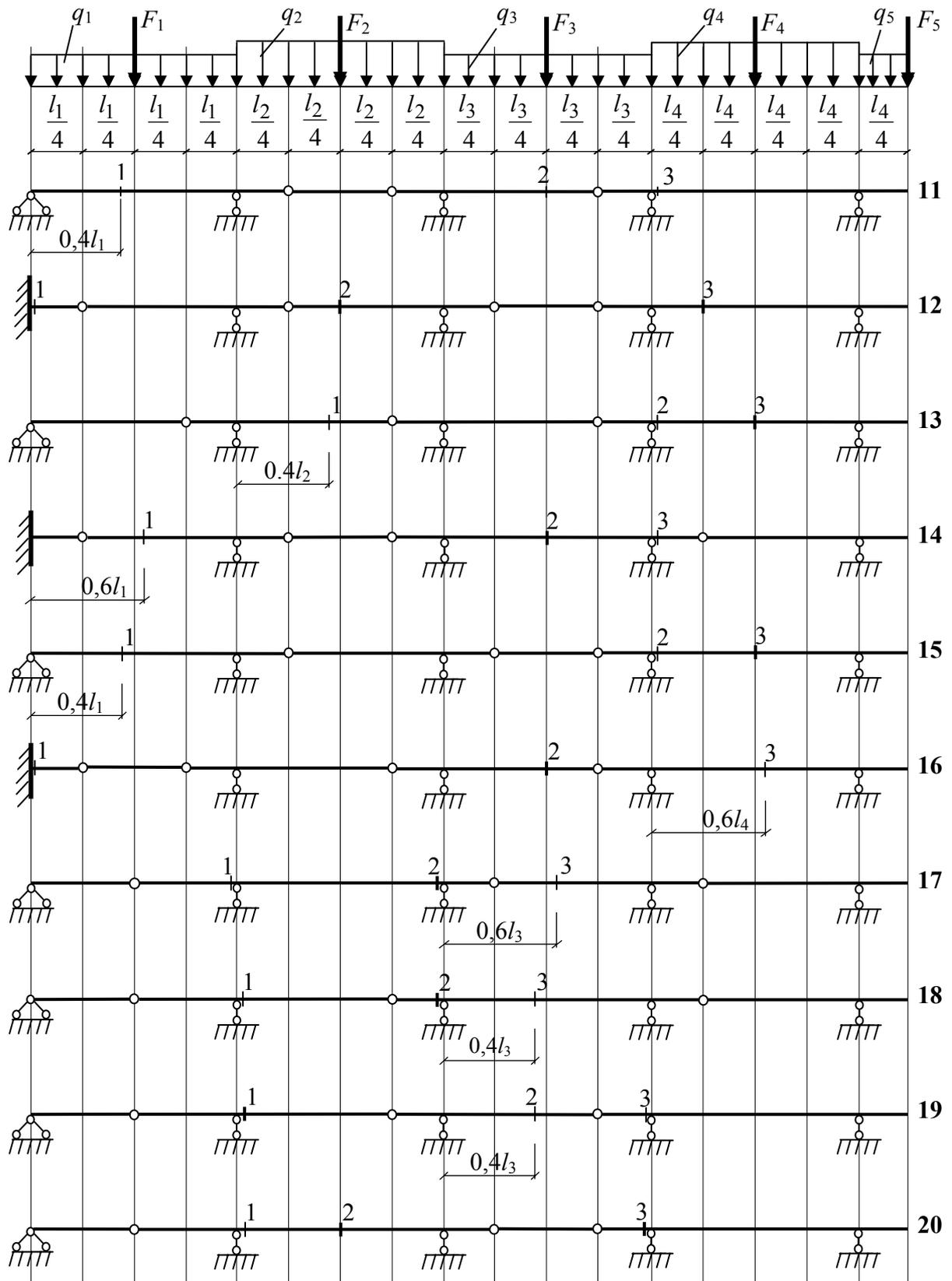


Рис. 1



Окончание рис. 1

Указания к расчету разрезной балки

Прежде чем приступить к решению задачи, необходимо подсчитать число степеней свободы системы:

$$W = 3d - 2ш - c_{оп},$$

здесь d – число дисков (стержней), $ш$ – число простых шарниров, $c_{оп}$ – число опорных связей.

Если степень свободы системы равна нулю, необходимо составить схему взаимодействия простых балок между собой (поэтажную схему). При оформлении работы эту схему следует расположить непосредственно под схемой заданной балки. При построении поэтажной схемы нужно вначале выделить главные (основные) балки, что легко делается мысленным удалением соединительных шарниров. Те балки, которые окажутся способными самостоятельно нести нагрузку (защемленные или имеющие две наземные опоры), будут главными. Остальные балки являются второстепенными. Второстепенные балки опираются на землю и другие балки. В поэтажной схеме одну из опор второстепенных балок необходимо сделать шарнирно-неподвижной.

После построения поэтажной схемы заданную балку можно рассматривать как ряд простых балок. Особенность задачи заключается в том, что для расчета нижележащей балки необходимо знать силу, с которой вышележащая балка действует на нижележащую. Эта сила равна по величине реакции, возникающей на верхней балке, но направлена противоположно. Действует эта сила на нижнюю балку в точке соединения ее с верхней.

Каждая простая балка вычерчивается для расчета отдельно, а эпюры M и Q переносятся на общие оси под поэтажной схемой. При построении эпюр необходимо найти значения Q и M в сечениях 1,2,3 и проставить ординаты на графиках.

Перейдем к построению линий влияния. Линией влияния какого-либо усилия называется график изменения этого усилия в зависимости от положения груза $F = 1$, движущегося по сооружению. Для построения линий влияния следует вычертить еще раз поэтажную схему. Обычно линии влияния строятся в два этапа. На первом этапе строится линия влияния усилия в пределах той отдельной балки, к которой относится исследуемое сечение (или опора). На рис. 2 изображена балка на двух опорах с консолями и построены линии влияния реакций, а также линии влияния усилий для различных вариантов сечений. На втором этапе добавляется продолжение линии влияния, обусловленное взаимодействием отдельных балок при движении по ним единичного груза.

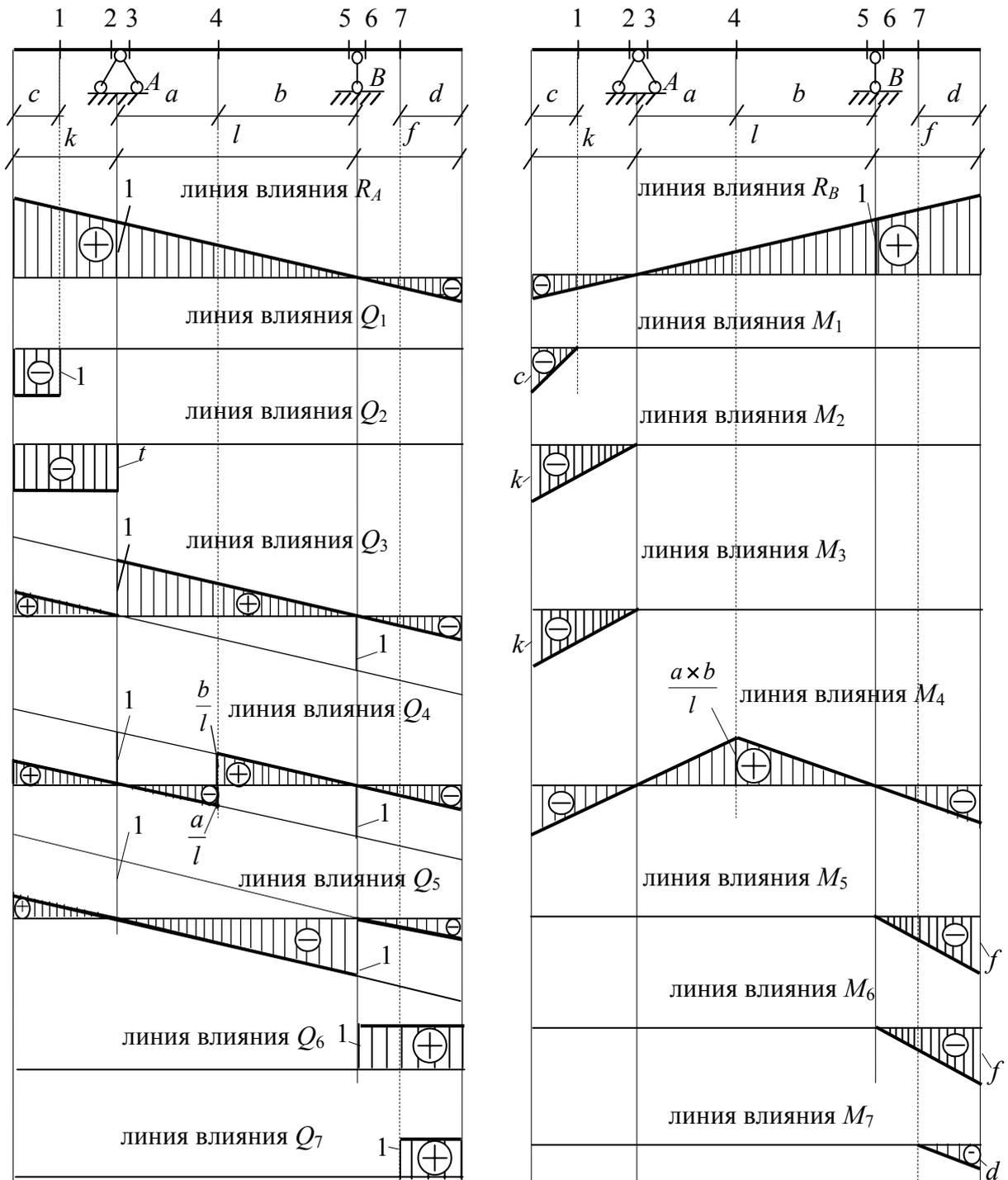


Рис. 2

Груз не оказывает влияния на усилия в балках, расположенных выше той, где он находится, и действует через соединительные шарниры только на нижележащие балки. Если груз попадает в опору, то и воспринимается только этой опорой. Он не оказывает воздействия ни на какие

усилия, кроме реакции этой опоры. Таким образом, линии влияния имеют ненулевые значения только на вышележащих этажах. Под шарнирами график будет иметь перелом, а под опорами на линии влияния значения графиков будут равны нулю.

Определение усилий по линиям влияния от заданной нагрузки называется загрузением линии влияния. Загружение линий влияния проводится по формуле

$$T = \sum F_i y_i + \sum q_j \omega_j + \sum M_k \operatorname{tg} \alpha_k.$$

Здесь под T подразумевается любое усилие (Q , M или R);

F_i , q_j , M_k – нагрузка, приложенная к балке, причем сила F_i и распределенная нагрузка q_j считаются положительными, если направлены вниз, а момент M_k считается положительным, если действует против часовой стрелки;

y_i – ордината линии влияния под соответствующей силой. Эта ордината берется со знаком линии влияния;

ω_j – площадь линии влияния, лежащая под равномерно распределенной нагрузкой. Этой площади приписывается знак линии влияния;

α_k – угол наклона к оси x ветви линии влияния, которая расположена под соответствующим моментом. Угол α_k считается положительным, если ближайший поворот этой ветви до оси x надо делать против часовой стрелки.

Сравнение результатов, полученных для указанных усилий при построении эпюр и при загрузении линий влияния, необходимо свести в табл. 2:

Таблица 2

Искомое усилие	R_I	R_{II}	Q_1	M_1	Q_2	M_2	Q_3	M_3
найденное при построении эпюр								
найденное при загрузении линий влияния								
$\Delta(\%)$ – расхождение результатов								

Заполняя эту таблицу, необходимо помнить о том, что, если заданное сечение находится в точке приложения силы или момента, соответствующее усилие в этом сечении будет иметь два значения – левое и правое, и определять нужно оба значения.

Расхождение результатов, полученных при вычислении усилий во время построения эпюр и при загрузении линий влияния, оценивается в процентах:

$$\Delta(\%) = \left| \frac{T_{\text{ЭП}} - T_{\text{Л.В.}}}{T_{\text{ЭП}}} \right| 100\% \leq 1\%.$$

При оформлении расчетной работы следует обязательно показывать определение реакций опор и их проверки в каждой простой балке.

Пример 1

Для балки, показанной на рис. 3, требуется:

- построить эпюры поперечных сил (Q) и изгибающих моментов (M);
- построить линии влияния внутренних силовых факторов, возникающих в сечении 1, и линию влияния реакции во второй опоре;
- по построенным линиям влияния определить усилия от внешней нагрузки;
- сравнить результаты, которые были получены при построении эпюр и при загрузении линий влияния.

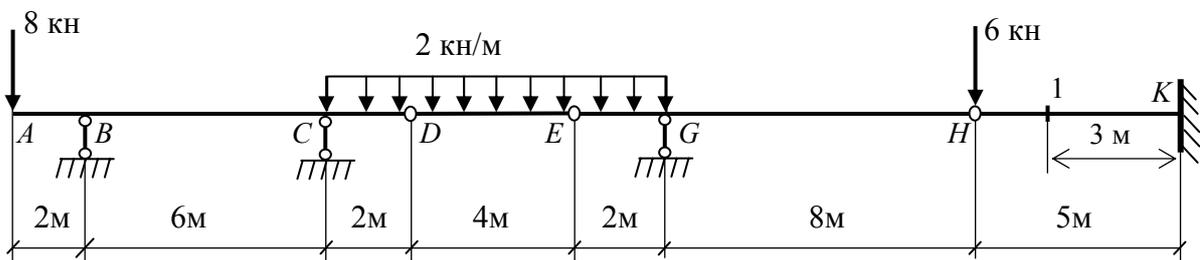


Рис. 3

Определим число степеней свободы системы:

$$W = 3d - 2ш - c_{\text{оп}} = 3 \cdot 4 - 2 \cdot 3 - 6 = 0.$$

Покажем поэтажную схему (рис. 4). Балками, имеющими три связи с землей и способными самостоятельно нести нагрузку, являются две балки $ABCD$ и HK . Эти балки являются главными. Здесь следует отметить, что горизонтальной связью для балки $ABCD$ служит стержень DE , поэтому в точке C при построении поэтажной схемы вместо подвижной опоры покажем неподвижную. Балка EGH опирается на землю (опора G) и на балку HK в соединительном шарнире H . При построении поэтажной схемы этот шарнир мы заменим шарнирно-неподвижной опорой. Балка DE

опирается в шарнирах D и E на балки $ABCD$ и EGH . В шарнирах D и E покажем шарнирные опоры.

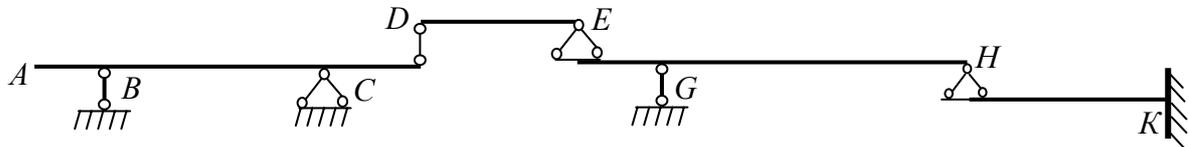


Рис. 4

Начнем построение эпюр поперечных сил (Q) и изгибающих моментов (M) с верхней балки (DE). Ее мы будем рассчитывать только на собственную нагрузку. Далее в любом порядке можно рассматривать или балку $ABCD$ или балку EGH . Строить эпюры на балке HK можно только после расчета балки EGH . Нижележащие балки рассчитываем на собственную нагрузку и реакцию, перенесенную с вышележащей балки в виде силы, равной по величине этой реакции, но противоположно направленной.

Рассчитаем балку DE (рис. 5).

Определим реакции опор. За счет симметрии этой балки реакции опор будут равны между собой: $R_D = R_E = \frac{ql}{2} = \frac{2 \times 4}{2} = 4 \text{ кН}$.

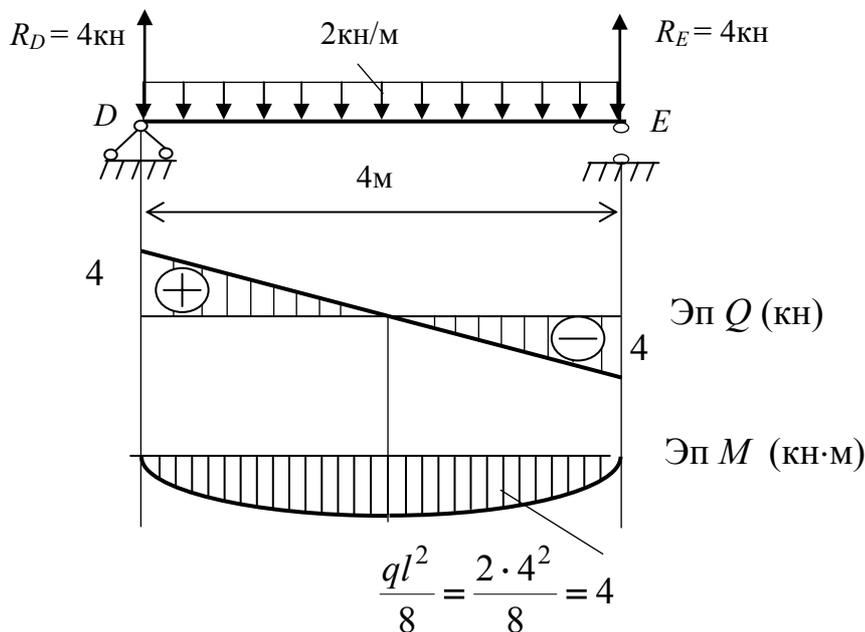


Рис. 5

Рассчитаем балку $ABCD$ (рис. 6).

На эту балку действует собственная нагрузка и сила взаимодействия между балками DE и $ABCD$. Эта сила равна реакции R_D балки DE

и направлена в противоположную сторону. Таким образом, на балку $ABCD$ в точке D вниз действует сила, равная четырем килоньютонам.

Определим реакции опор балки $ABCD$:

$$\begin{aligned} \sum M_B = 0 & \quad 8 \cdot 2 + R_C \cdot 6 - 2 \cdot 2 \cdot 7 - 4 \cdot 8 = 0 & \quad R_C = 7,33 \text{ кН} \\ \sum M_C = 0 & \quad 8 \cdot 8 - R_B \cdot 6 - 2 \cdot 2 \cdot 1 - 4 \cdot 2 = 0 & \quad R_B = 8,67 \text{ кН} \end{aligned}$$

Проверка правильности определения реакций:

$$\sum Y = 0 \quad -8 + 8,67 + 7,33 - 2 \cdot 2 - 4 = 0 \quad - \text{ проверка выполняется.}$$

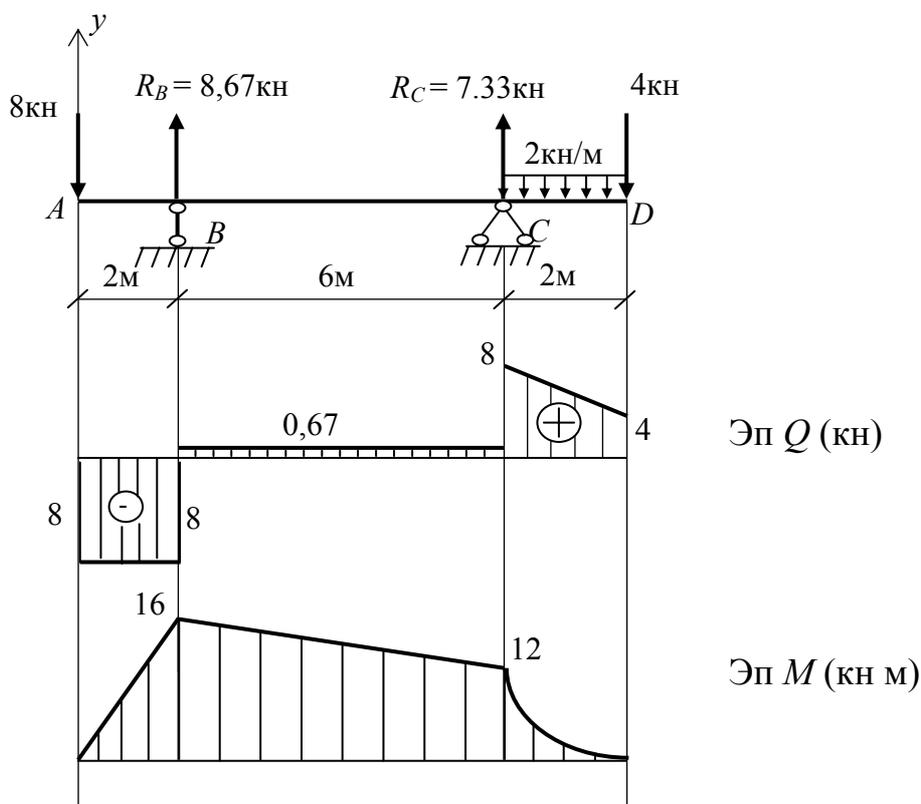


Рис. 6

Рассчитаем балку EGH (рис. 7).

На эту балку, кроме собственной нагрузки, действует в точке E сила, равная реакции R_E балки DE и направленная в противоположную сторону. Эта сила равна 4 кН.

Определим реакции опор:

$$\begin{aligned} \sum M_G = 0 & \quad 4 \cdot 2 + 2 \cdot 2 \cdot 1 - 6 \cdot 8 + R_H \cdot 8 = 0 & \quad R_H = 4,5 \text{ кН} \\ \sum M_H = 0 & \quad 4 \cdot 10 + 2 \cdot 2 \cdot 9 - R_G \cdot 8 = 0 & \quad R_G = 9,5 \text{ кН} \end{aligned}$$

Проверка правильности определения реакций:
 $\sum Y = 0 \quad -4 - 2 \cdot 2 + 9,5 - 6 + 4,5 = 0$ – проверка выполняется.

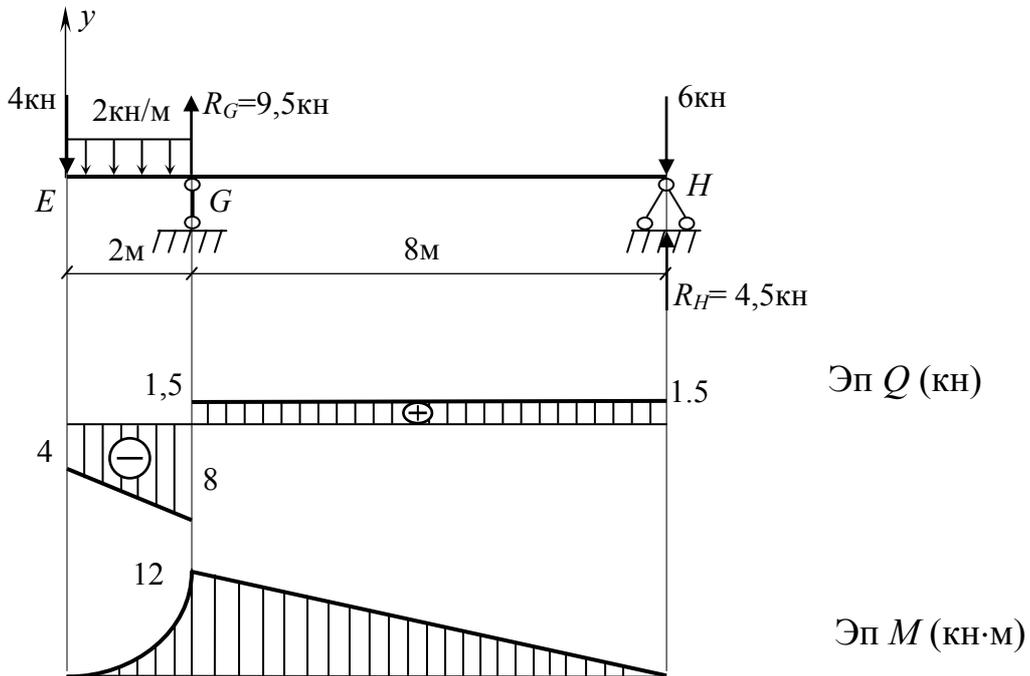


Рис. 7

Рассчитаем балку HK (рис. 8).

На эту балку в точке H действует сила, равная реакции R_H балки EGH , направленная в противоположную сторону. Величина этой силы равна 4,5 кН.

Реакции опор:

$$\sum Y = 0:$$

$$-4,5 + R_K = 0$$

$$R_K = 4,5 \text{ кН}$$

$$\sum M_K = 0: -M_K + 4,5 \cdot 5 = 0$$

$$M_K = 22,5 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

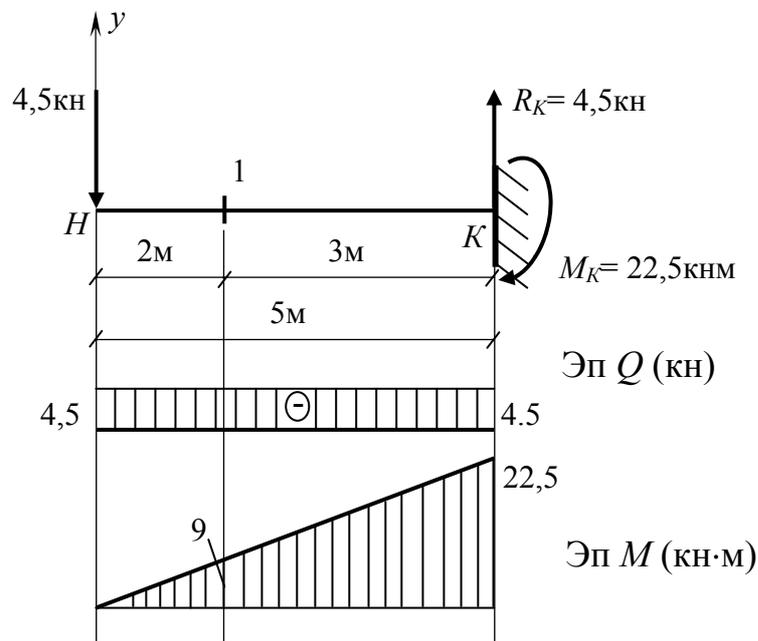


Рис. 8

Сведем эпюры Q и M простых балок на общие оси (рис. 9).

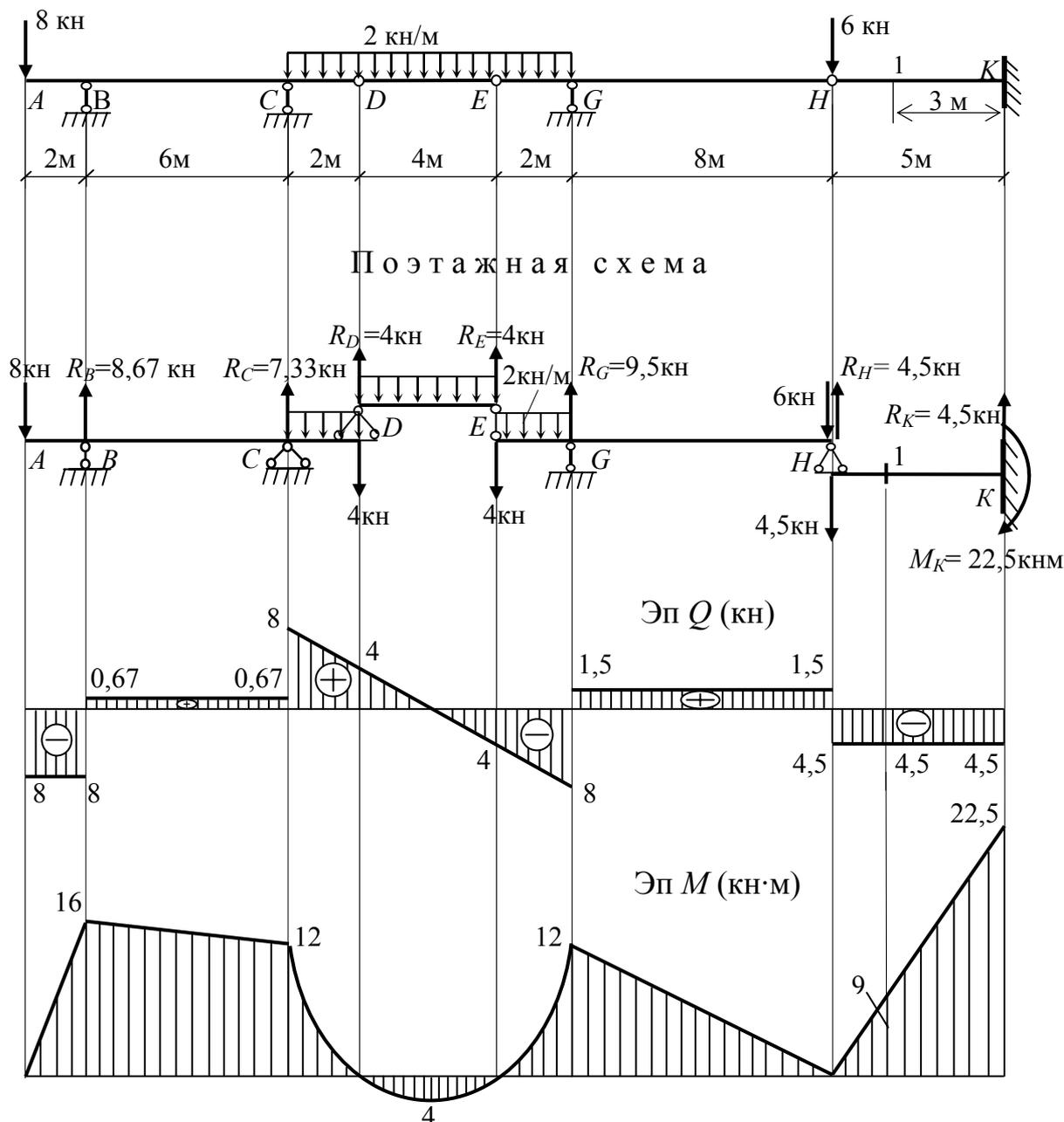


Рис. 9

Для построения линий влияния вычертим балку и поэтажную схему без нагрузки. Нагрузка нам понадобится для загрузки линий влияния. Ее покажем на отдельной оси выше заданной балки.

Построим линию влияния реакции, возникающей во второй опоре, т.е. линию влияния R_C (л.в. R_C). Начнем с балки $ABCD$. (Воспользуемся графиками, приведенными на рис. 2). Эта часть линии влияния реакции R_C показана на рис. 10 отрезком $A' - D'$. При движении груза $F = 1$ по

балке DE она своей реакцией в точке D передает нагрузку на балку $ABCD$. Тогда все усилия в балке $ABCD$, в том числе и R_C , будут зависеть от реакции R_D . Следовательно, линия влияния R_C повторит линию влияния R_D балки DE с некоторым коэффициентом пропорциональности. Величина этого коэффициента должна быть такова, чтобы совместить линию влияния R_C балки $ABCD$ и линию влияния R_D балки DE в точке D' . Когда груз $F = 1$ движется по балкам EGH и HK , нагрузка на главную балку $ABCD$ не передается и, следовательно, на этих участках линия влияния R_C будет равна нулю. Окончательная л.в. R_C показана на рис. 10.

Построим линию влияния поперечной силы, возникающей в сечении 1 (л.в. Q_1). Начнем с балки HK , которой принадлежит это сечение. Балка HK – левая консоль. На рис. 2 этот случай соответствует сечению 1. Эта часть линии влияния Q_1 на рис. 10 показана отрезком $H' - 1'$. При движении груза $F = 1$ по балке EGH нагрузка на балку HK передается посредством опорной реакции R_H балки EGH . Следовательно, поперечная сила в сечении 1 будет зависеть от величины этой реакции, т.е. линия влияния Q_1 повторит линию влияния R_H балки EGH с некоторым коэффициентом пропорциональности. Величина этого коэффициента такова, что линия влияния Q_1 балки HK и линия влияния R_H балки EGH совместятся в точке H' . При движении груза $F = 1$ по балке DE на балку EGH будет передаваться опорная реакция R_E балки DE , т.е. от ее величины будут зависеть все усилия в балке EGH , в том числе и реакция R_H . Тогда линия влияния R_H балки EGH повторит линию влияния R_E балки DE с некоторым коэффициентом пропорциональности. Этот коэффициент совместит в точке E' линию влияния R_H балки EGH . Величина поперечной силы в сечении 1 зависит от реакции R_H балки EGH . Рассуждая подобным образом, построим линию влияния Q_1 , которая показана на рис. 10 (л.в. Q_1).

Аналогично построим линию влияния изгибающего момента в сечении 1 (л.в. M_1), которая также показана на рис. 10.

Ординаты на границах участков линий влияния вычислим из подобия треугольников.

Определим усилия от нагрузки с помощью линий влияния

$$T = \sum F_i y_i + \sum q_j \omega_j + \sum M_k \operatorname{tg} \alpha_k ;$$

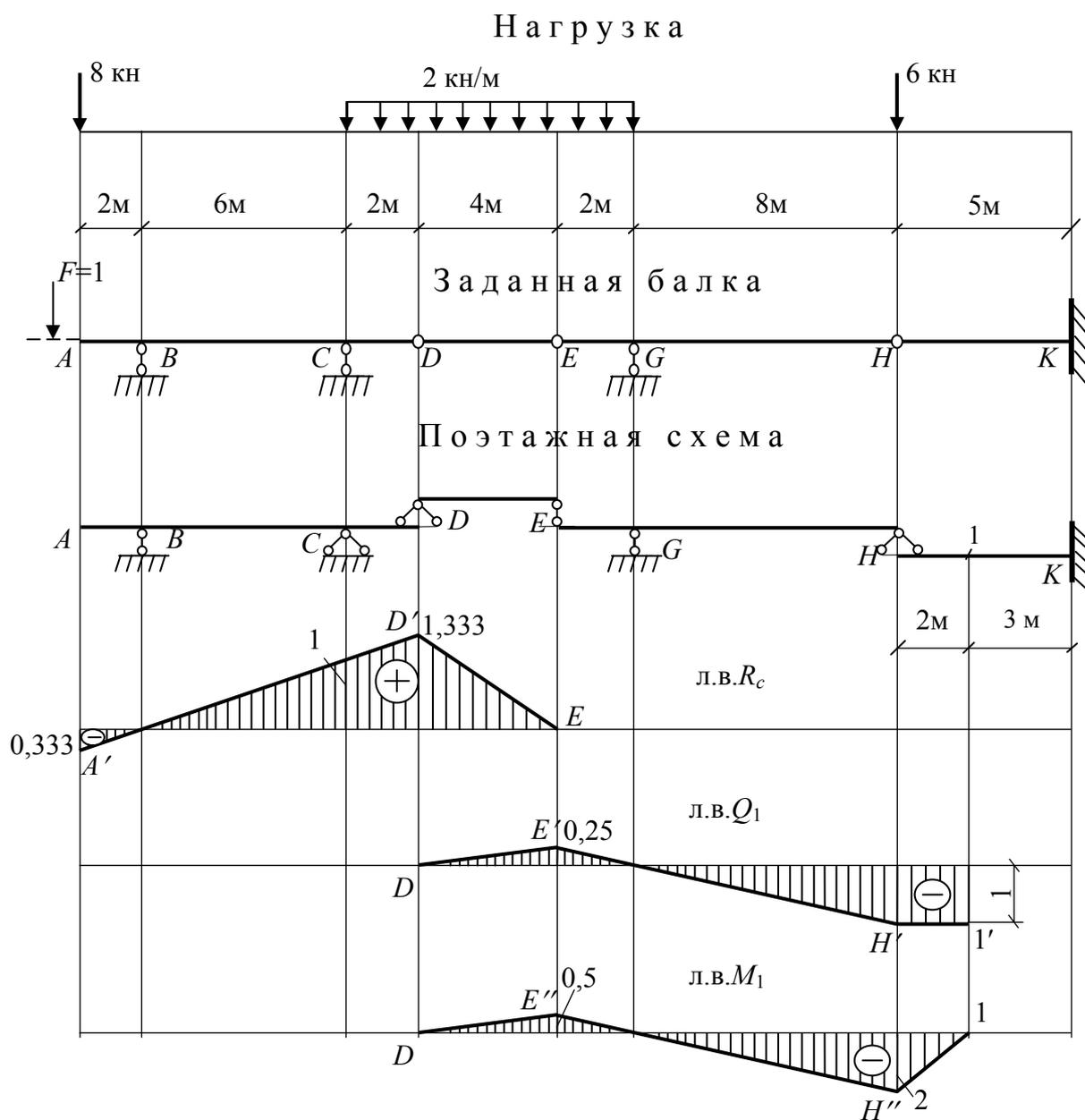
$$R_C = 8 \cdot (-0,333) + 2 \cdot \left[\frac{(1+1,333)}{2} \cdot 2 + \frac{1,333 \cdot 4}{2} \right] = 7,334 \text{ кН}$$

$$Q_1 = 6 \cdot (-1) + 2 \cdot \frac{0,25 \cdot 6}{2} = -4,5 \text{ кН} \quad M_1 = 6 \cdot (-2) + 2 \cdot \frac{0,5 \cdot 6}{2} = -9 \text{ кНм}$$

Результаты сведем в табл. 3.

Таблица 3

Искомое усилие	R_C	Q_1	M_1
найденное при построении эпюр	7,33 кН	- 4,5 кН	- 9 кН·м
найденное при загрузении линий влияния	7,334 кН	- 4,5 кН	- 9 кН·м
$\Delta(\%)$ – расхождение результатов	0,05%	0	0



Пример 2

Для балки, показанной на рис. 11, требуется:

- построить эпюры поперечных сил (Q) и изгибающих моментов (M);
- построить линии влияния внутренних силовых факторов, возникающих в сечении 1, и линию влияния реакции во второй опоре;
- по построенным линиям влияния определить усилия от внешней нагрузки;
- сравнить результаты, которые были получены при построении эпюр и при загрузении линий влияния.

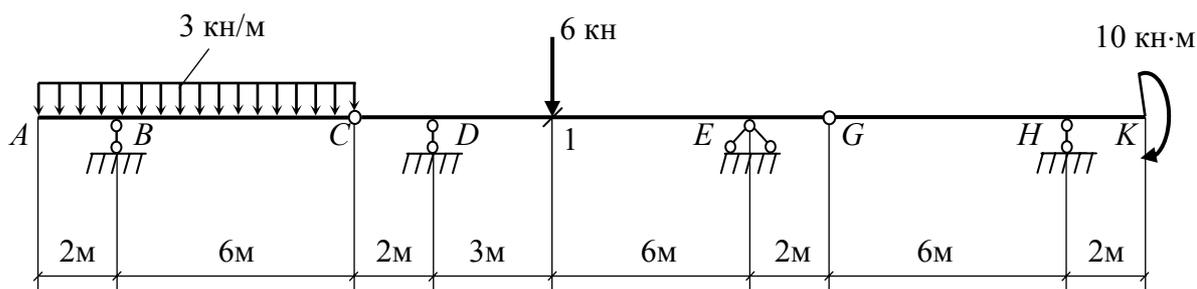


Рис. 11

Определим число степеней свободы системы.

$$W = 3d - 2ш - c_{оп} = 3 \cdot 3 - 2 \cdot 2 - 5 = 0.$$

Покажем поэтажную схему. Главной балкой здесь является балка $CDEG$. Второстепенные балки ABC и GHK опираются на землю в опорах соответственно B и H , а также на главную балку в соединительных шарнирах C и G . Эти шарниры в поэтажной схеме заменим шарнирно-неподвижными опорами (рис. 12).

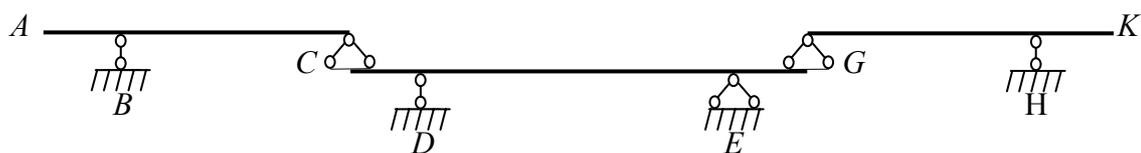


Рис. 12

Построение эпюр начинаем с любой из верхних балок.

Рассчитаем балку ABC (рис. 13).

Определим реакции опор:

$$\begin{aligned} \sum M_B = 0 & \quad R_C \cdot 6 - 3 \cdot 8 \cdot 2 = 0 & \quad R_C = 8 \text{ кН} \\ \sum M_C = 0 & \quad -R_B \cdot 6 + 3 \cdot 8 \cdot 4 = 0 & \quad R_B = 16 \text{ кН} \end{aligned}$$

Проверка правильности определения реакций:
 $\sum Y = 0 \quad 16 + 8 - 3 \cdot 8 = 0 \quad - \text{ проверка выполняется.}$

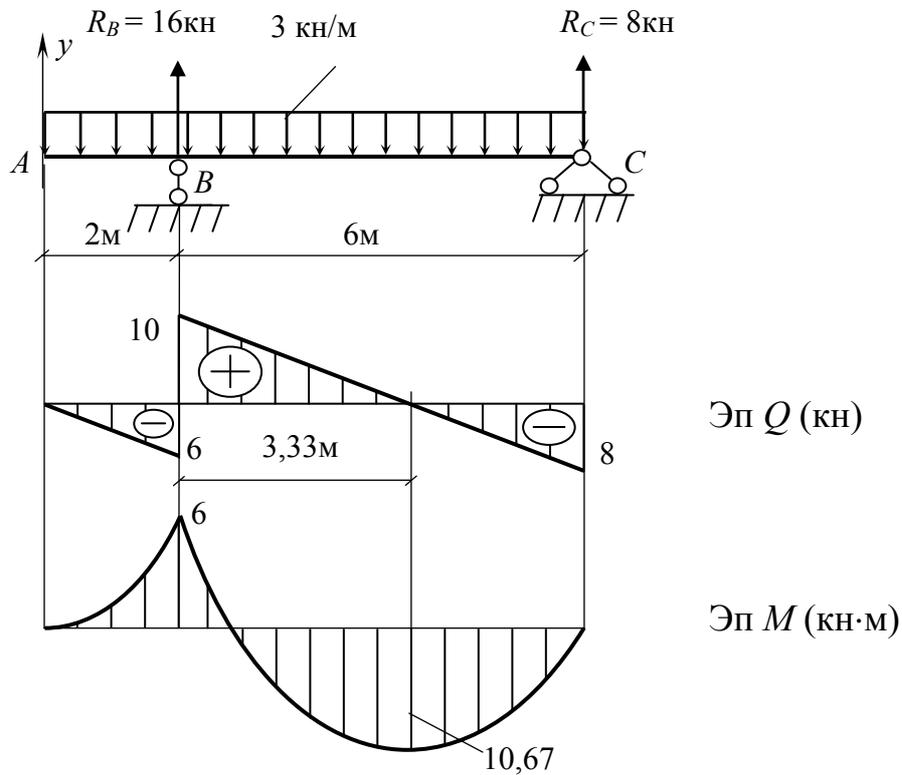


Рис. 13

Рассчитаем балку GHK (рис. 14).

Определим реакции опор:

$$\begin{aligned} \sum M_G = 0 \quad R_H \cdot 6 - 10 = 0 \quad R_H = 1,67 \text{ кН} \\ \sum M_H = 0 \quad R_G \cdot 6 - 10 = 0 \quad R_G = 1,67 \text{ кН} \end{aligned}$$

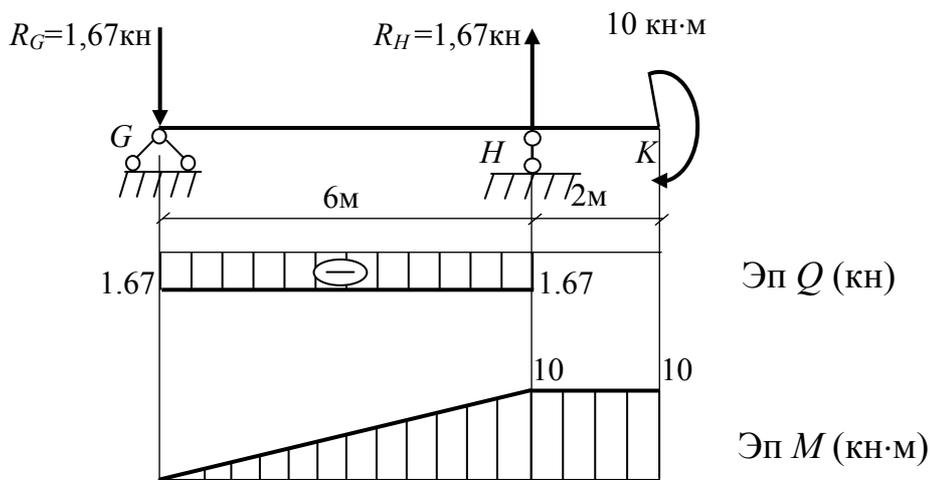


Рис. 14

Рассчитаем балку $CDEG$ (рис. 15).

Определим реакции опор:

$$\begin{aligned} \sum M_D = 0 & \quad -R_E \cdot 9 - 6 \cdot 3 + 8 \cdot 2 + 1,67 \cdot 11 = 0 & R_E = 1,82 \text{ кН} \\ \sum M_E = 0 & \quad -R_D \cdot 9 + 8 \cdot 11 + 6 \cdot 6 + 1,67 \cdot 2 = 0 & R_D = 14,15 \text{ кН} \end{aligned}$$

Проверка правильности определения реакций:

$$\sum Y = 0 \quad -8 + 14,15 - 6 - 1,82 + 1,67 = 0 \quad - \text{проверка выполняется.}$$

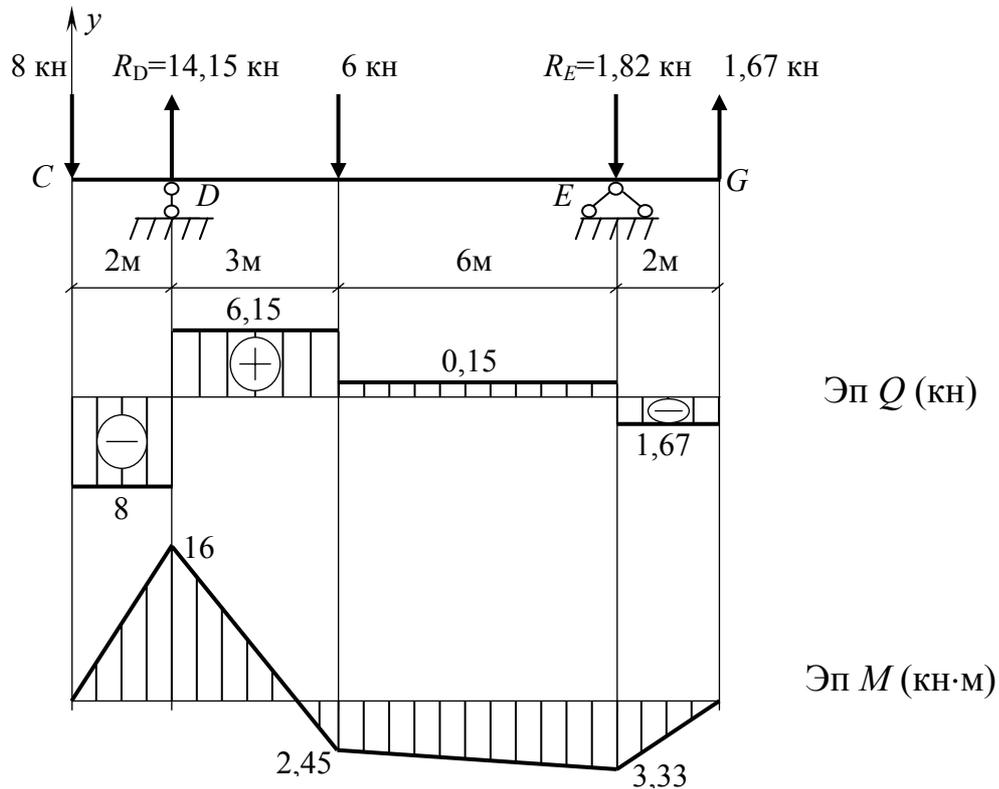


Рис. 15

Сведем эпюры Q и M простых балок на общие оси (рис. 16).

Для построения линий влияния вычертим балку и поэтажную схему без нагрузки (рис. 17). Нагрузку покажем на отдельной оси выше заданной балки. Начнем с построения линии влияния R_D (л.в. R_D). Реакция R_D возникает в балке $CDEG$. Для построения линии влияния этой реакции на указанной балке воспользуемся рис. 2. Линия влияния R_D на этом рисунке соответствует л.в. R_D балки $CDEG$. На рис. 17 эта часть линии влияния R_D показана отрезком $C'G'$. Далее, если рассуждать так же, как мы рассуждали при построении линий влияния в примере 1, очевидно, что график изменения реакции R_D нужно продолжить на вышележащие балки, т.е. на участки $G'HK$ и ABC . При попадании силы $F = 1$ в опору (B и H) любые

усилия в балках будут равны нулю, кроме реакции этой опоры. На линии влияния R_D в этих точках будут нулевые значения. На рис. 17 эти части линии влияния R_D показаны отрезками $A'C'$ и $G'K'$.

Построим линию влияния поперечной силы, возникающей в сечении 1 (л.в. Q_1). Начнем с балки, которой принадлежит это сечение, т.е с балки $CDEG$. На рис. 2 нашей линии влияния соответствует линия влияния Q_4 . На рис. 17 этот участок л.в. Q_1 обозначен отрезками $C'I'$ и $I'G'$. Далее продолжаем линию влияния Q_1 на вышележащие балки через нули в точках B и H . Эти части линии влияния Q_1 на рис. 17 обозначены отрезками AC и GK .

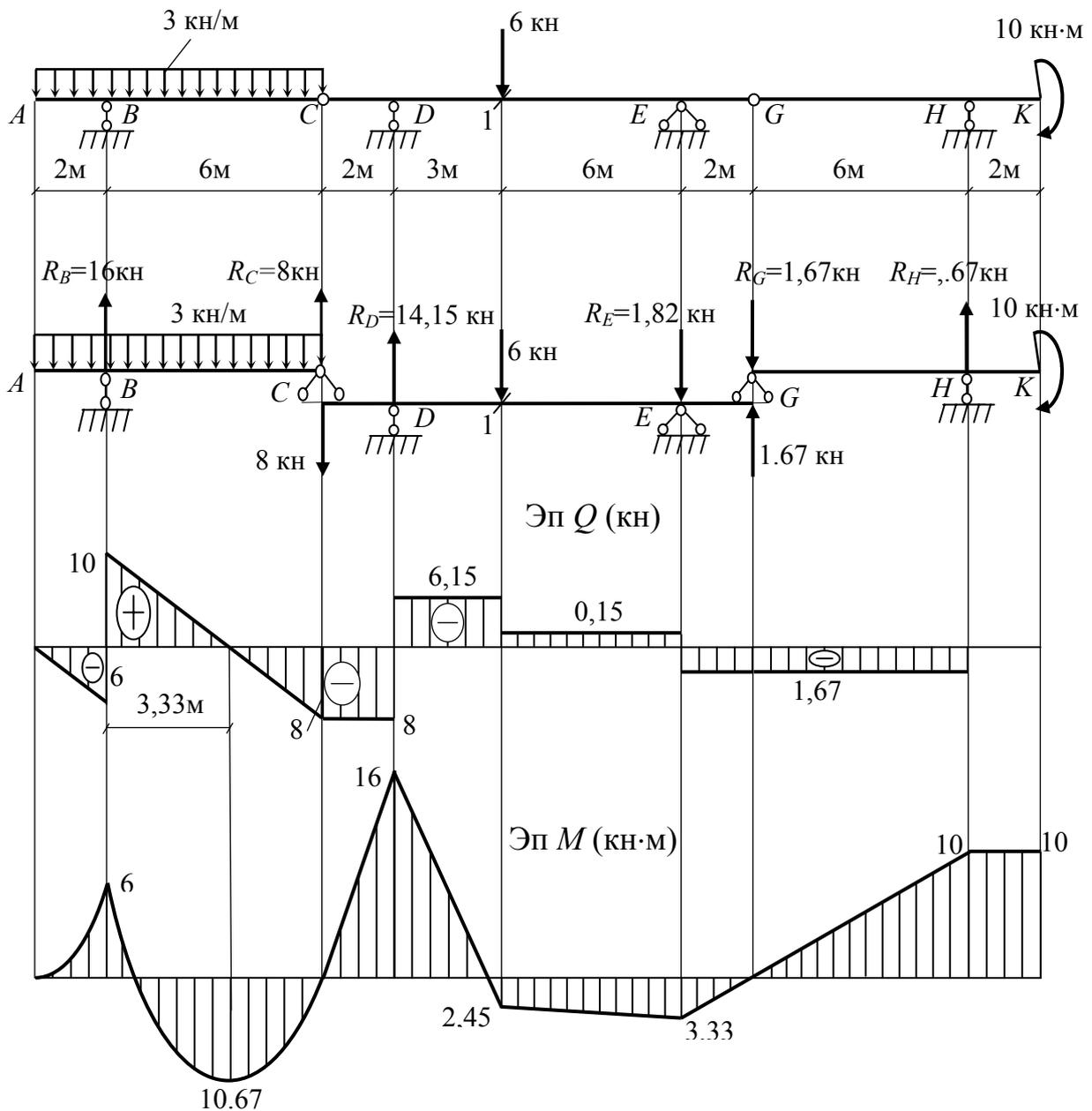


Рис. 16

Построим линию влияния изгибающего момента в сечении 1 (л.в. M_1). На рис. 2 линия влияния M_4 соответствует линии влияния M_1 балки $CDEG$. На рис. 17 эта часть линии влияния M_1 показана отрезками $C''1'''$ и $1'''G'''$. Отрезки, являющиеся продолжением линии влияния M_1 на вышележащие балки, обозначены на рис. 17 как $A'''C'''$ и $G'''H'''$.

Числовые значения на границах участков всех линий влияния найдем из подобия треугольников.

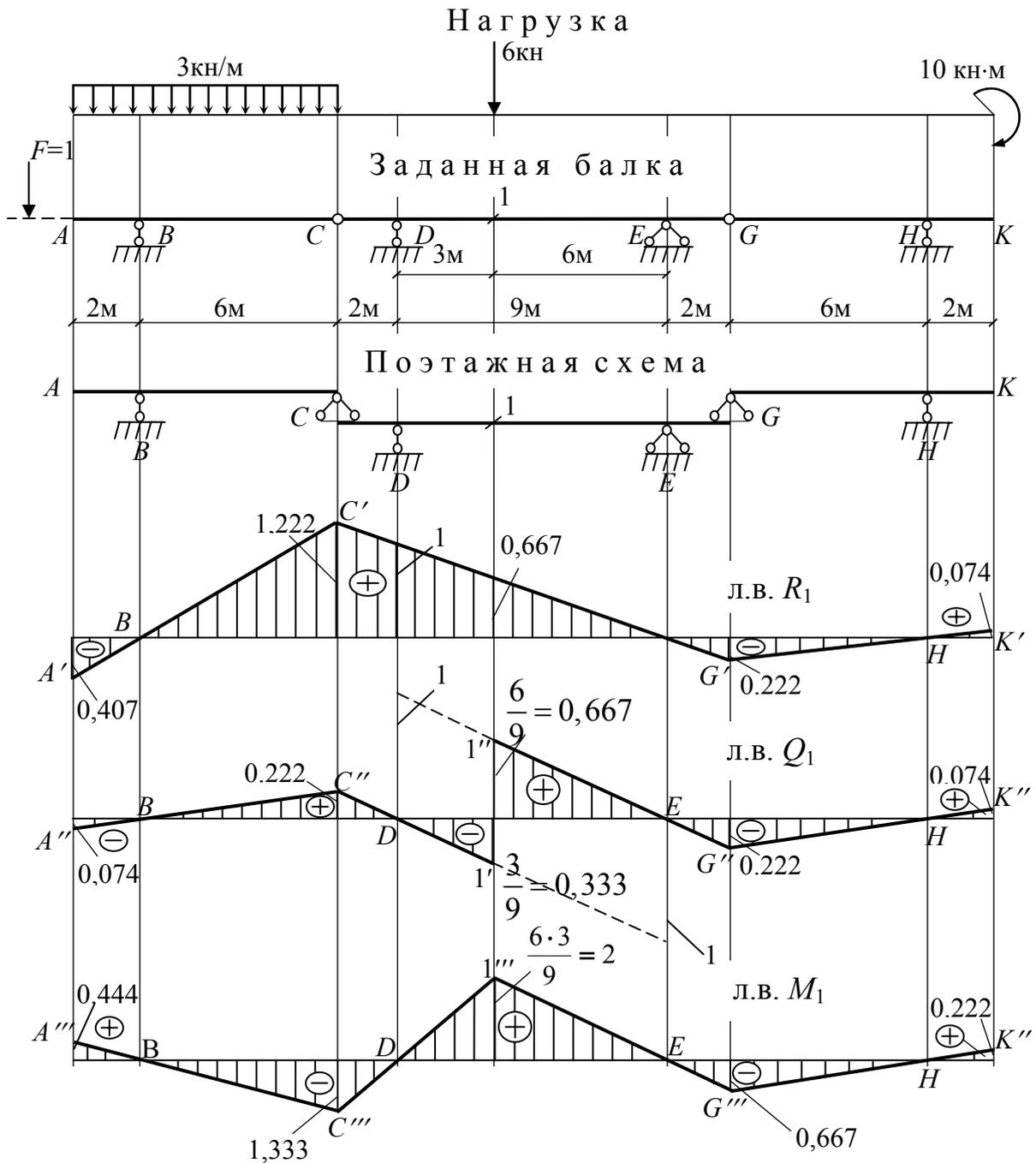


Рис. 17

Определим усилия от нагрузки с помощью линий влияния.

$$T = \sum F_i y_i + \sum q_j \omega_j + \sum M_k \operatorname{tg} \alpha_k ;$$

$$R_D = 6 \cdot 0,667 + 3 \cdot \left(-\frac{0,407 \cdot 2}{2} + \frac{1,222 \cdot 6}{2} \right) - 10 \cdot \left(-\frac{0,074}{2} \right) = 14,15 \text{ кН};$$

$$Q_1^{\text{лев}} = 6 \cdot 0,667 + 3 \cdot \left(-\frac{0,074 \cdot 2}{2} + \frac{0,222 \cdot 6}{2} \right) - 10 \cdot \left(-\frac{0,074}{2} \right) = 6,15 \text{ кН};$$

$$Q_1^{\text{пр}} = 6 \cdot (-0,333) + 3 \cdot \left(-\frac{0,074 \cdot 2}{2} + \frac{0,222 \cdot 6}{2} \right) - 10 \cdot \left(-\frac{0,074}{2} \right) = 0,15 \text{ кН};$$

$$M_1 = 6 \cdot 2 + 3 \cdot \left(\frac{0,444 \cdot 2}{2} - \frac{1,333 \cdot 6}{2} \right) - 10 \cdot \left(-\frac{0,222}{2} \right) = 2,445 \text{ кНм}$$

Результаты сведем в табл. 4.

Таблица 4

Искомое усилие	R_D	$Q_1^{\text{лев}} / Q_2^{\text{пр}}$	M_1
найденное при построении эпюр	14,15 кН	6,15 / 0,15	2,45 кН·м
найденное при загрузении линий влияния	14,15 кН	6,15 / 0,15	2,445 кН·м
$\Delta(\%)$ – расхождение результатов	0	0 / 0	0,2%

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Руководство к практическим занятиям по курсу строительной механики (статика стержневых систем) / Г. К. Клейн [и др.]; под ред. Г. К. Клейна. – М. : Высш. шк., 1980. – 384 с.

2. Дарков, А. В. Строительная механика / А. В. Дарков, Н. Н. Шапошников. – М. : Высш. шк., 1986. – 607 с.

3. Расчет статически определимых систем : метод. указания к РПР № 1 – 4 по строительной механике / сост. В. М. Кислов, И. А. Черноусова. – Владимир : ВПИ, 1992. – 48 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
РАСЧЕТ МНОГОПРОЛЕТНОЙ СТАТИЧЕСКИ	
ОПРЕДЕЛИМОЙ БАЛКИ.....	
Задание.....	4
Указания к расчету разрезной балки.....	7
Пример 1.....	10
Пример 2.....	17
Библиографический список.....	23

РАСЧЕТ МНОГОПРОЛЕТНОЙ СТАТИЧЕСКИ ОПРЕДЕЛИМОЙ БАЛКИ

Методические указания к выполнению расчетно-проектировочной работы
по строительной механике

Составители

КИСЛОВ Валентин Михайлович
ЧЕРНОУСОВА Ирина Асафовна

Ответственный за выпуск – зав. кафедрой доцент А. Ф. Ковалев

Редактор Е. В. Невская
Корректор Е.В. Афанасьева
Компьютерная верстка С.В. Павлухиной

ЛР № 020275. Подписано в печать 20.09.05.

Формат 60x84/16. Бумага для множит. техники. Гарнитура Таймс.
Печать на ризографе. Усл. печ. л. 1,39. Уч.-изд. л. 1,46. Тираж 250 экз.

Заказ

Издательство

Владимирского государственного университета.
600000, Владимир, ул. Горького, 87.