



Министерство сельского хозяйства РФ  
ФГОУ ВПО «Самарская государственная  
сельскохозяйственная академия»

Кафедра «Механика и инженерная графика»

**Н.П. Крючин, С.В. Вдовкин, О.Ю. Мелентьева**

# Плоские рамы и рамные системы

Методические указания для выполнения  
расчётно-графических работ  
по сопротивлению материалов

для студентов, обучающихся по направлению  
110800 «Агроинженерия»

Кинель  
РИЦ СГСХА  
2011

УДК 539.417  
К-85

***Крючин Н.П.***

К-85 Плоские рамы и рамные системы: методические указания для выполнения расчётно-графических работ по сопротивлению материалов / Н.П. Крючин, С.В. Вдовкин, О.Ю. Мелентьева. – Кинель, РИЦ СГСХА, 2011. – 52 с.

Методические указания содержат краткие теоретические положения по изучаемому разделу и примеры решения типовых задач.

Предназначено для студентов инженерного факультета, обучающихся по направлению 110300.62 «Агроинженерия»

© Самарская ГСХА, 2011  
© Крючин Н.П., Вдовкин С.В., Мелентьева О.Ю., 2011

## Предисловие

*Сопротивление материалов* – наука о методах расчета на прочность, жесткость и устойчивость элементов инженерных конструкций. Методами сопротивления материалов ведутся практические расчеты многих современных конструкций и сооружений.

Сопротивление материалов базируется на знаниях, получаемых студентами из математического анализа, физики, теоретической механики, материаловедения. Знания и навыки, получаемые при изучении данной дисциплины, используются в расчётах на прочность, жёсткость и устойчивость систем и конструкций, рассматриваемых в специальных дисциплинах и при дипломном проектировании.

Рассматриваемые в методических указаниях примеры расчёта плоских рам и рамных систем могут использоваться студентами при выполнении расчётно-графической работы №3 «Раскрытие статической неопределимости систем методом сил».

## Плоские рамы и рамные системы

Рамой называется система, состоящая из стержней, соединенных жесткими узлами. Ось рамы представляет собой ломаную линию. Плоской рамой называют такую конструкцию, у которой все стержни и нагрузки лежали в одной плоскости.

Для расчета рамной системы на прочность необходимо определить усилия в ее элементах. В сечении любого элемента плоской рамы могут возникать нормальная сила  $N$ , поперечная сила  $Q$  и изгибающий момент  $M$ , которые отображаются на эпюрах  $N$ ,  $Q$ ,  $M$ .

Правила построения эпюр такие же, что и при плоском изгибе. Эпюры строятся последовательно для каждого стержня рамы. Обычно пользуются скользящей системой координат. Например, ось  $z$  совпадает с осью того стержня, который в данный момент рассматривается. Не всегда необходимо записывать в общем виде выражения  $N$ ,  $Q$  и  $M$  в произвольных сечениях. Большей частью можно ограничиться вычислением усилий в характерных точках (узлах и местах экстремума).

Рассмотрим примеры.

Построить эпюры  $N$ ,  $Q$ ,  $M$  для рамы, изображённой на рисунке.

**Пример 1.** Дано:  $F = 2 \text{ кН}$ ,  $q = 3 \text{ кН/м}$ ,

$$l_1 = 2 \text{ м}, l_2 = 1 \text{ м}, l_3 = 3 \text{ м} \text{ (рис. 1).}$$

Строим эпюры  $N$ ,  $Q$ ,  $M$  по участкам рамы.

$$0 \leq z_1 \leq l_1$$

$$N_{z_1} = 0; Q_{z_1} = -q \cdot z_1; Q_{z_1=0} = 0; Q_{z_1=2} = -3 \cdot 2 = -6 \text{ кН}$$

$$M_{z_1} = -q \cdot \frac{z_1^2}{2}; M_{z_1=0} = 0; M_{z_1=2} = -3 \cdot \frac{2^2}{2} = -6 \text{ кНм}$$

$$0 \leq z_2 \leq l_2$$

$$N_{z_2} = 0; Q_{z_2} = F; Q_{z_2} = F = 2 \text{ кН} = \text{const};$$

$$M_{z_2} = F \cdot z_2; M_{z_2=0} = 0; M_{z_2=1} = -2 \cdot 1 = -2 \text{ кНм}$$

$$0 \leq z_3 \leq l_3$$

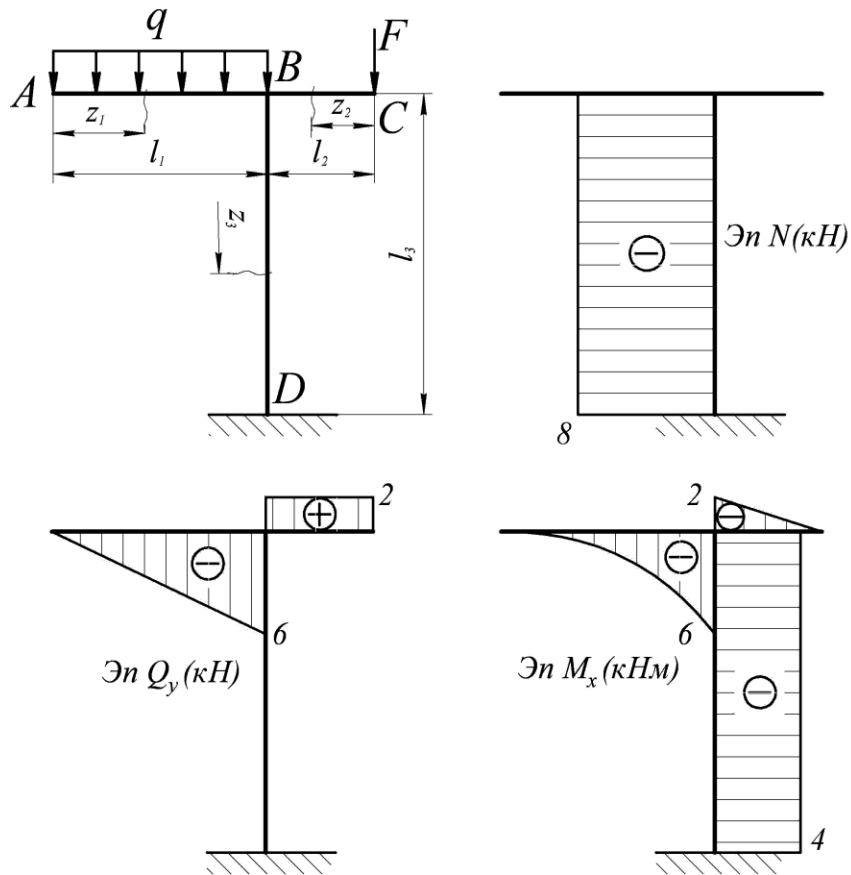


Рис. 1

**Пример 2.** Дано:  $q = 4 \text{ кН/м}$ ,  $F = 8 \text{ кН}$ ,  
 $l = 2 \text{ м}$ ,  $h = 4 \text{ м}$ ,  $h_1 = 1 \text{ м}$  (рис. 2)  
 Строим эпюры  $N$ ,  $Q$ ,  $M$  по участкам рамы.

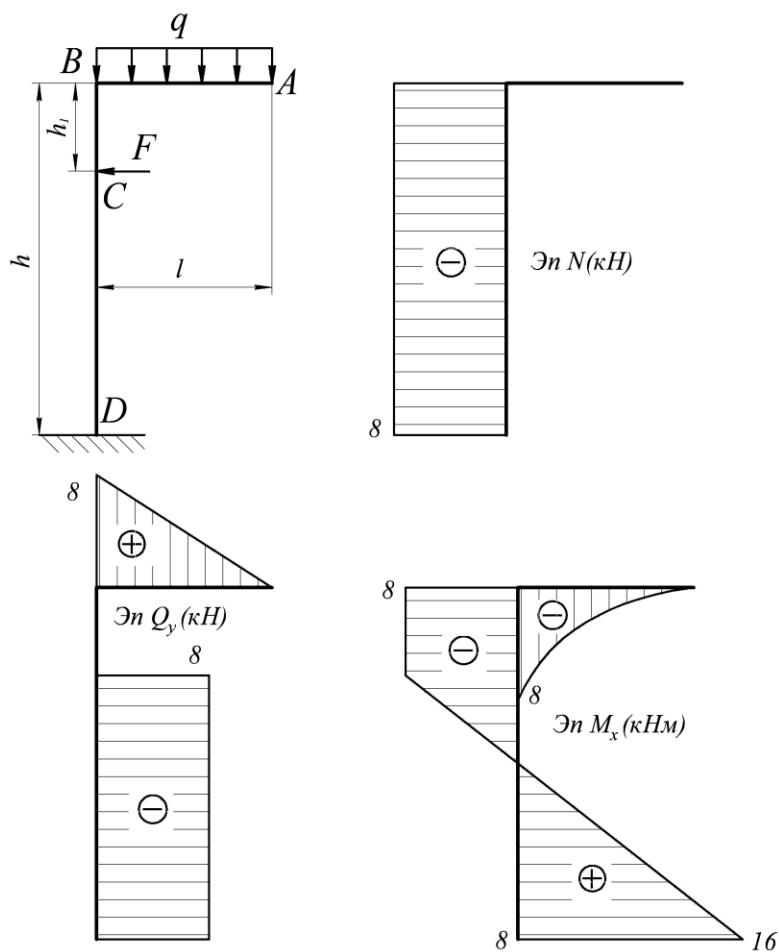


Рис. 2

Участок **AB**

$$N_A = N_B = 0; Q_A = 0; Q_B = q \cdot l = 4 \cdot 2 = 8 \text{ кН};$$

$$M_A = 0; M_B = -q \cdot \frac{l^2}{2} = -4 \cdot \frac{2^2}{2} = -8 \text{ кНм}.$$

Участок **BC**

$$N_B = N_c = -q \cdot l = -4 \cdot 2 = -8 \text{ кН}; Q_B = Q_c = 0$$