

Нестеров Владимир Николаевич, Нестеров Иван Владимирович, Арзамасцев Виталий Николаевич  
**КОМПЬЮТЕРНЫЙ АНАЛИЗ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ФЕРМЫ**

Адрес статьи: [www.gramota.net/materials/1/2012/1/15.html](http://www.gramota.net/materials/1/2012/1/15.html)

Статья опубликована в авторской редакции и отражает точку зрения автора(ов) по рассматриваемому вопросу.

Источник

**Альманах современной науки и образования**

Тамбов: Грамота, 2012. № 1 (56). С. 67-70. ISSN 1993-5552.

Адрес журнала: [www.gramota.net/editions/1.html](http://www.gramota.net/editions/1.html)

Содержание данного номера журнала: [www.gramota.net/materials/1/2012/1/](http://www.gramota.net/materials/1/2012/1/)

**© Издательство "Грамота"**

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: [www.gramota.net](http://www.gramota.net)

Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: [almanac@gramota.net](mailto:almanac@gramota.net)

УДК 624.072.2

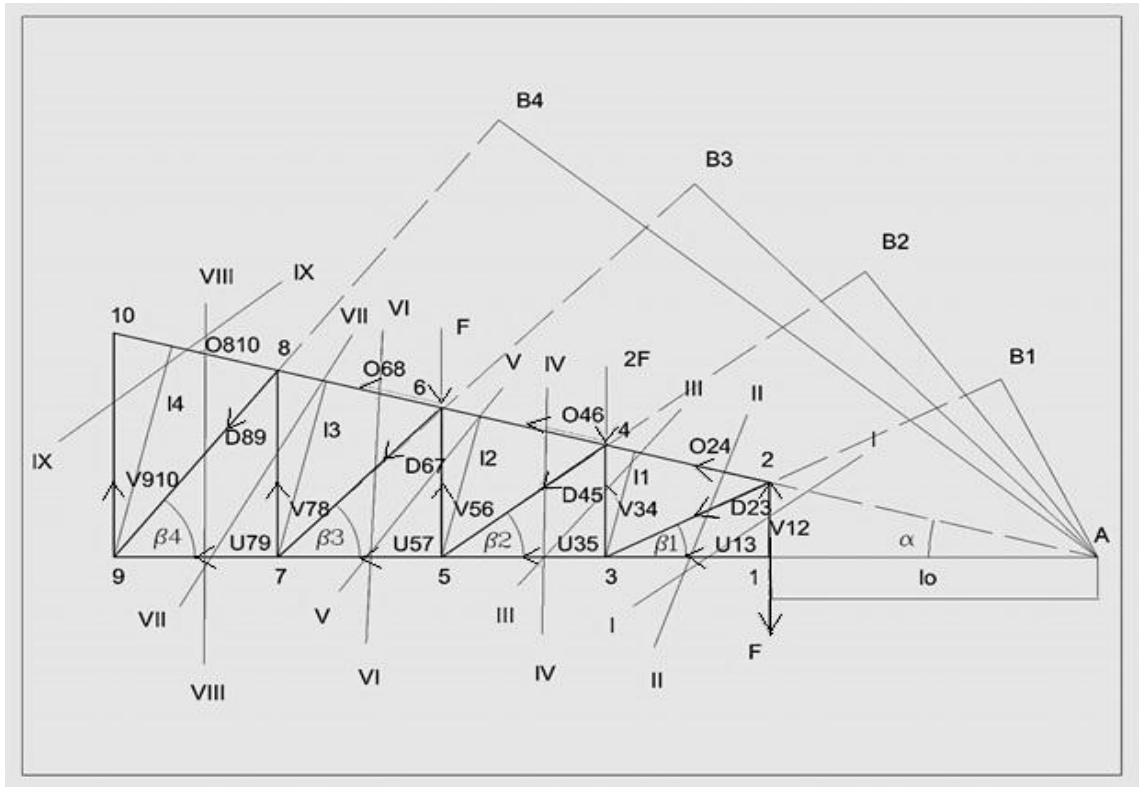
Владимир Николаевич Нестеров, Иван Владимирович Нестеров, Виталий Николаевич Арзамасцев  
Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

КОМПЬЮТЕРНЫЙ АНАЛИЗ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ФЕРМЫ<sup>©</sup>

Фермой называется жесткая конструкция из прямолинейных стержней, соединённых на концах шарнирами. Фермы широко используются в современном строительстве, в основном для перекрытия больших пролётов: мосты, стропильные системы промышленных зданий, спортивные сооружения и т.д.

Механические свойства этих конструкций целесообразно исследовать с помощью компьютерного анализа.

Пример расчёта механических свойств фермы с помощью *MathCad*:



$$F := 17$$

Подобие  $\Delta A-9-10$  и  $\Delta A-1-2$

$$\frac{3}{1} = \frac{l_0 + 8}{l_0} \text{ solve} \rightarrow 4 \quad l_0 := 4$$

Сечение I-I  $\Sigma X=0 \quad \Sigma Y=0$

$$V_{12} := F \quad V_{12} = 17 \quad U_{13} := 0$$

Определение V. Моментная точка A.  $\Sigma M_A = 0$

Сечение III-III

$$V_{34} * (l_0 + 2) - F * l_0 = 0 \text{ solve} \quad V_{34} := \frac{34}{3} \quad V_{34} = 11.333$$

Сечение V-V

$$V_{56} * (l_0 + 4) - F * l_0 - 2 * F * (l_0 + 2) = 0 \text{ solve} \rightarrow 34 \quad V_{56} := 34 \quad V_{56} = 34$$

Сечение VII-VII

$$V_{78} * (l_0 + 6) - F * l_0 - 2 * F * (l_0 + 2) - F * (l_0 + 4) = 0 \text{ solve} \rightarrow \frac{204}{5} \quad V_{78} := \frac{204}{5} \quad V_{78} = 40.8$$

Сечение IX-IX

$$V_{910} * (l_0 + 8) - F * l_0 - 2 * F * (l_0 + 2) - F * (l_0 + 4) = 0 \text{ solve} \rightarrow 34 \quad V_{910} := 34 \quad V_{910} = 34$$

Определение U. Моментная точка узел.  $\Sigma M = 0$

$$\operatorname{tg} \alpha := \frac{1}{10} \quad \operatorname{tg} \alpha = 0.25$$

Сечение III-III Моментная точка узел 4

$$U_{35} * (10+2) * \operatorname{tg} \alpha + F * 2 = 0 \quad \text{solve} \rightarrow -\frac{68}{3} \quad U_{35} := -\frac{68}{3} \quad U_{35} = -22.667$$

Сечение V-V Моментная точка узел 6

$$U_{57} * (10+4) * \operatorname{tg} \alpha + F * 4 + 2F * 2 = 0 \quad \text{solve} \rightarrow -68 \quad U_{57} := -68 \quad U_{57} = -68$$

Сечение VII-VII Моментная точка узел 8

$$U_{79} * (10+6) * \operatorname{tg} \alpha + F * 6 + 2F * 4 + F * 2 = 0 \quad \text{solve} \rightarrow -\frac{544}{5} \quad U_{79} := -\frac{544}{5} \quad U_{79} = -108.8$$

Определение D. Моментная точка A.  $\Sigma M_A = 0$

Сечение II-II

$$\text{Из } \Delta 1-2-3 \quad \sin \beta := \frac{10 * \operatorname{tg} \alpha}{\sqrt{2^2 + (10 * \operatorname{tg} \alpha)^2}}$$

$$D_{23} * (10+2) * \sin \beta + F * 10 = 0 \quad \text{solve} \rightarrow -\frac{34 * \sqrt{5}}{3} \quad D_{23} := -\frac{34 * \sqrt{5}}{3} \quad D_{23} = -25.342$$

Сечение IV-IV

$$\text{Из } \Delta 3-4-5 \quad \sin \beta_2 := \frac{(10+2) * \operatorname{tg} \alpha}{\sqrt{2^2 + [(10+2) * \operatorname{tg} \alpha]^2}}$$

$$D_{45} * (10+4) * \sin \beta_2 + F * 10 + 2F * (10+2) = 0 \quad \text{solve} \rightarrow -\frac{170}{3} \quad D_{45} := -\frac{170}{3} \quad D_{45} = -56.667$$

Сечение VI-VI

$$\text{Из } \Delta 5-6-7 \quad \sin \beta_3 := \frac{(10+4) * \operatorname{tg} \alpha}{\sqrt{2^2 + [(10+4) * \operatorname{tg} \alpha]^2}}$$

$$D_{67} * (10+6) * \sin \beta_3 + F * 10 + 2F * (10+2) + F * (10+4) = 0 \quad \text{solve} \rightarrow -\frac{204 * \sqrt{2}}{5} \quad D_{67} := -\frac{204 * \sqrt{2}}{5}$$

$$D_{67} = -57.7$$

Сечение VIII-VIII

$$\text{Из } \Delta 7-8-9 \quad \sin \beta_4 := \frac{(10+6) * \operatorname{tg} \alpha}{\sqrt{2^2 + [(10+6) * \operatorname{tg} \alpha]^2}}$$

$$D_{89} * (10+8) * \sin \beta_4 + F * 10 + 2F * (10+2) + F * (10+4) = 0 \quad \text{solve} \rightarrow -\frac{34 * \sqrt{41}}{5} \quad D_{89} := -\frac{34 * \sqrt{41}}{5}$$

$$D_{89} = -43.541$$

Определение O. Моментная точка узел.  $\Sigma M = 0$

$$\sin \alpha := \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\sqrt{1 + \operatorname{tg} \alpha^2}}$$

Сечение II-II Моментная точка узел 3

$$I_1 := (10+2) * \sin \alpha$$

$$O_{24} * I_1 - F * 2 = 0 \quad \text{solve} \rightarrow \frac{17 * \sqrt{17}}{3} \quad O_{24} := \frac{17 * \sqrt{17}}{3} \quad O_{24} = 23.364$$

Сечение IV-IV Моментная точка узел 5

$$I_2 := (10+4) * \sin \alpha$$

$$O_{46} * I_2 - F * 4 - 2F * 2 = 0 \quad \text{solve} \rightarrow 17 * \sqrt{17} \quad O_{46} := 17 * \sqrt{17} \quad O_{46} = 70.093$$

Сечение VI-VI Моментная точка узел 7

$$I_3 := (10+6) * \sin \alpha$$

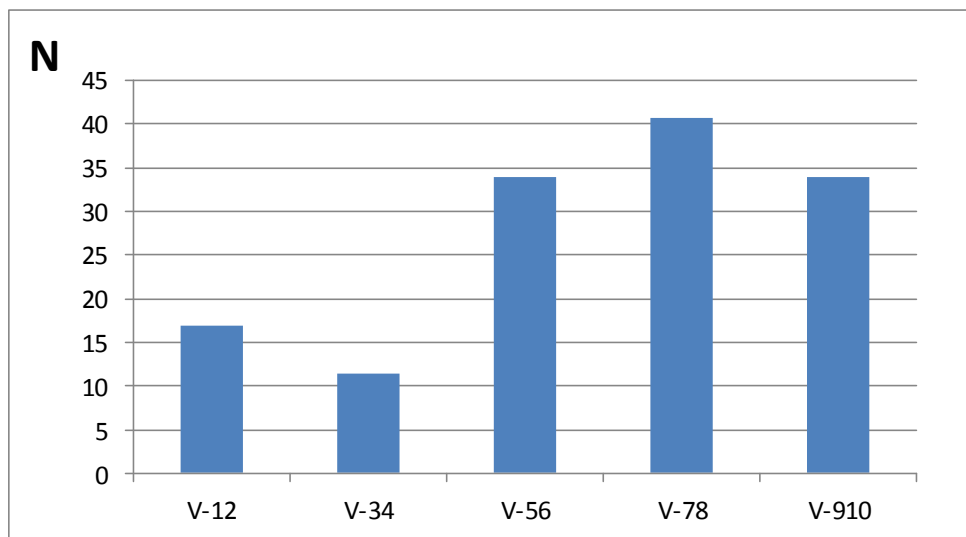
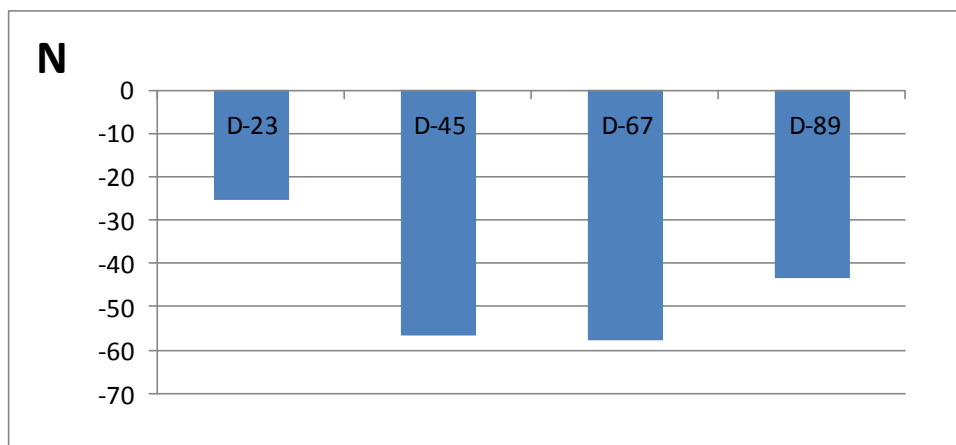
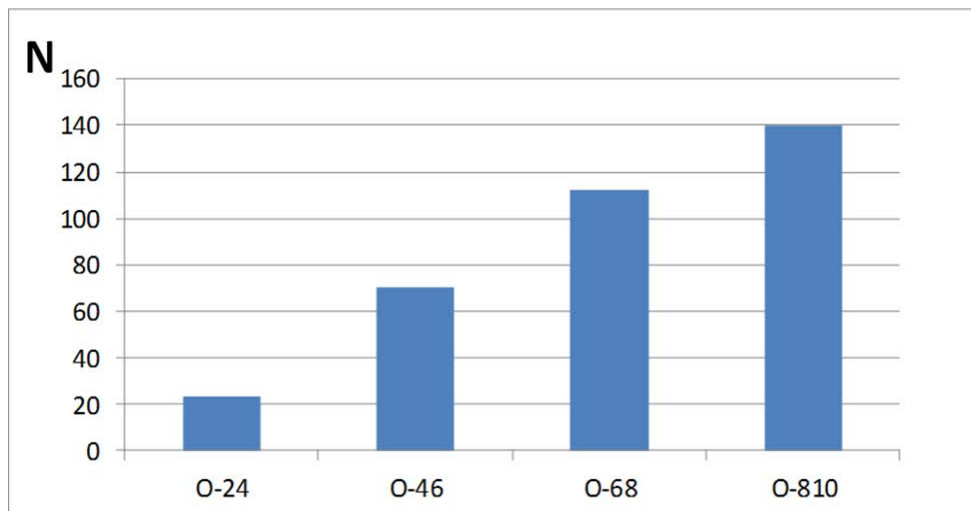
$$O_{68} * I_3 - F * 6 - 2F * 4 - F * 2 = 0 \quad \text{solve} \rightarrow \frac{136 * \sqrt{17}}{5} \quad O_{68} := \frac{136 * \sqrt{17}}{5} \quad O_{68} = 112.148$$

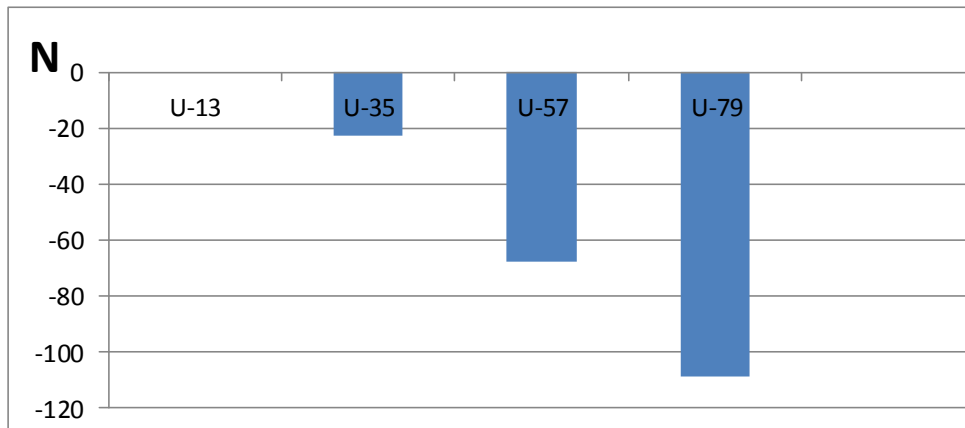
Сечение VIII-VIII Моментная точка узел 9

$$I_4 := (10+8) * \sin \alpha$$

$$O_{810} * I_4 - F * 8 - 2F * 6 - F * 4 = 0 \quad \text{solve} \rightarrow 34 * \sqrt{17} \quad O_{810} := 34 * \sqrt{17} \quad O_{810} = 140.186$$

Распределение нагрузки на участках верхнего пояса (вертикальная ось - усилие, горизонтальная ось - стержень)





$$X1 := \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \\ 2 \\ 2 \\ 3 \\ 3 \\ 4 \end{pmatrix} \quad N1 := \begin{pmatrix} 23.364 \\ 23.364 \\ 70.093 \\ 70.093 \\ 112.148 \\ 112.148 \\ 140.186 \\ 140.186 \end{pmatrix}$$

Из приведенного примера видно, что компьютерный анализ механических свойств фермы позволяет провести полный анализ с наименьшими затратами времени при этом естественная форма записи законов физики помогает яснее увидеть особенности механических свойств фермы.

#### Список литературы

1. Александров А. В., Потапов В. Д., Державин Б. П. Сопротивление материалов. М.: Высшая школа, 2003. 560 с.
2. Трофимова Т. И. Курс физики. М.: Академия, 2004. 560 с.
3. Яблонский А. А. Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике. М.: Высшая школа, 1985. 367 с.

УДК 624.072.23:004

*Владимир Николаевич Нестеров, Иван Владимирович Нестеров, Анна Андреевна Иванова*  
*Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет*

#### КОМПЬЮТЕРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МНОГОПРОЛЁТНОЙ БАЛКИ<sup>©</sup>

Многопролётная балка - горизонтальная балка с более чем двумя опорами. Такие конструкции используются в строительстве.

Типичным примером такой конструкции является многопролётный мост. Механические свойства подобных сложных конструкций целесообразно проводить с помощью компьютерного анализа. Приведём пример расчёта такой конструкции (Рис. 1).

При расчёте многопролётной балки необходимо учитывать взаимодействие отдельных элементов. Промежуточные шарниры заменяются на шарнирно-неподвижные опоры, соединяющие отдельные элементы балки. Расчёт начинается с определения опорных реакций. Во-первых следует определить последовательно реакции подвесных элементов АШ1; Ш1Ш2, а затем реакции опор основного элемента Ш2D. После определения опорных реакций переходят к построению эпюр изгибающих моментов М, поперечных сил Q. При определении значений внутренних усилий в балке используют следующие правила:

1. Поперечная сила Q положительна, когда на левом торце правой части балки она направлена снизу вверх, а на правом торце левой части - сверху вниз.
2. Изгибающий момент М положителен, когда на левом торце правой части балки он направлен по часовой стрелке, а на правом торце левой части - против часовой стрелки.