

ПРОГРАММА «BEAMW» ДЛЯ РАСЧЕТА БАЛКИ НА ПРОЧНОСТЬ И ЖЕСТКОСТЬ

Программа «**BeamW**» вычисляет внутренние усилия (изгибающие моменты, поперечные силы) и перемещения (прогибы, углы поворота) в статически определимой балке. Для расчета используется метод начальных параметров.

Исходные данные для программы:

- длина балки;
- координаты опорных сечений;
- количество сосредоточенных сил, моментов, равномерно распределенных нагрузок, дополнительных сечений;
- величины сосредоточенных сил, моментов, равномерно распределенных нагрузок (в начале и в конце участка приложения);
- координаты точек приложения сил, моментов, начала и конца действия распределенных нагрузок, дополнительных сечений.

Начало координат принято на левом конце балки. Положительные направления нагрузок и координатных осей показаны на рис. 1.

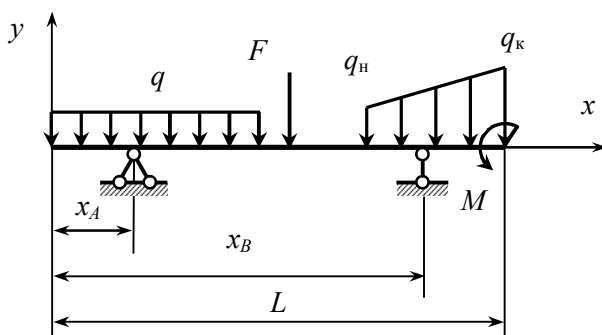


Рис. 1. Система координат, направления нагрузок для программы «BeamW»

Для консольной балки (рис. 2) координаты левой и правой опоры задаются нулевыми (заделка находится слева) или равными длине балки (заделка справа).

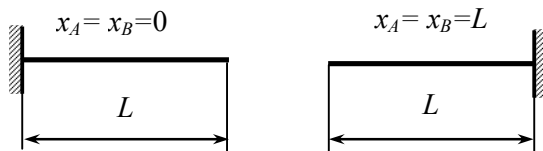


Рис. 2. Задание исходной информации для консольной балки

По исходным данным программа автоматически разделит балку на участки и назначит расчетные сечения в начале и в конце каждого участка.

Контрольные величины:

- опорные реакции;
- изгибающие моменты и поперечные силы в двух выбранных сечениях;
- прогиб и угол поворота в одном сечении.

При выборе контрольных сечений следует учитывать следующие требования:

- контрольное сечение нельзя назначить в начале (конце) балки или в опорном сечении;
- контрольные сечения для проверки внутренних усилий не должны совпадать друг с другом.

Если в контрольном сечении приложена сосредоточенная сила (момент) и на соответствующей эпюре будет скачок, то программа сделает запрос «сечение расположено слева от силы (момента) ?».

Точность вычисления контрольных величин:

- для опорных реакций 1 %;
- для внутренних усилий, прогибов и углов поворота 3 %.

При желании можно проверить правильность определения начальных параметров: прогиба и угла поворота в начале координат (точность 1 %), результаты этой проверки не влияют на вывод эпюр.

Значения опорных реакций, эпюры внутренних усилий, перемещений будут выведены в окне программы, если соответствующие контрольные величины найдены правильно.

Пример 1. Исходные данные для расчета балки, показаны на рис. 3. Назначаем одно дополнительное сечение на расстоянии $x = 3,0$ м от начала балки.

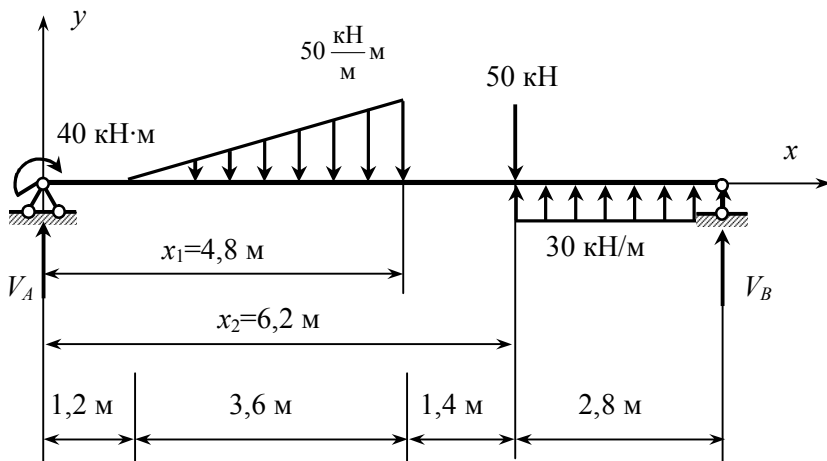


Рис. 3. Балка для расчета на прочность и жесткость (пример 1)

Длина балки $L = 9,0$ м; координата левой опоры $x_A = 0,0$ м; правой опоры $x_B = 9,0$ м; количество сосредоточенных сил – 1; моментов – 1; распределенных нагрузок – 2; дополнительных сечений – 1.

Для сосредоточенной силы $F_1 = 50,0$ кН; $x_F = 6,2$ м; для сосредоточенного момента $M_1 = -40,0$ кНм (направлен по часовой стрелке); $x_M = 0,0$ м.

Для треугольной нагрузки $q_{1н} = 0,0 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$; $q_{1к} = 50,0 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$; $x_{1н} = 1,2$ м; $x_{1к} = 4,8$ м. Для равномерно-распределенной нагрузки $q_{2н} = q_{2к} = -30,0 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$ (направлена снизу вверх); $x_{2н} = 6,2$ м; $x_{2к} = 9,0$ м. Для дополнительного сечения $x = 3,0$ м.

Назначаем два контрольных сечения.

Контрольное сечение № 1 находится на расстоянии $x_1 = 4,8$ м от начала балки.

Контрольное сечение № 2 находится на расстоянии $x_2 = 6,2$ м от начала балки (справа от сосредоточенной силы).

По результатам ручного расчета определяем контрольные величины.

Опорные реакции: $V_A = 52,0$ кН; $V_B = 3,96$ кН.

Изгибающий момент и поперечная сила для контрольного сечения № 1:

$$M_z(4,8) = 181,8 \text{ кН} \cdot \text{м}; \quad Q_y(4,8) = -38,0 \text{ кН}.$$

Для контрольного сечения № 2:

$$M_z(6,2) = 128,7 \text{ кН} \cdot \text{м}; \quad Q_y(6,2) = -88,0 \text{ кН}.$$

Прогиб и угол поворота в контрольном сечении № 1:

$$EJ_z v(4,8) = -1474,0; \quad EJ_z \varphi(4,8) = 105,99.$$

Начальные параметры: $EJ_z v_0 = 0,0$; $EJ_z \varphi_0 = -588,4$.

Окно программы при задании исходных данных показано на рис. 4.

Построенные программой эпюры прогибов и углов поворота показаны на рис 5.

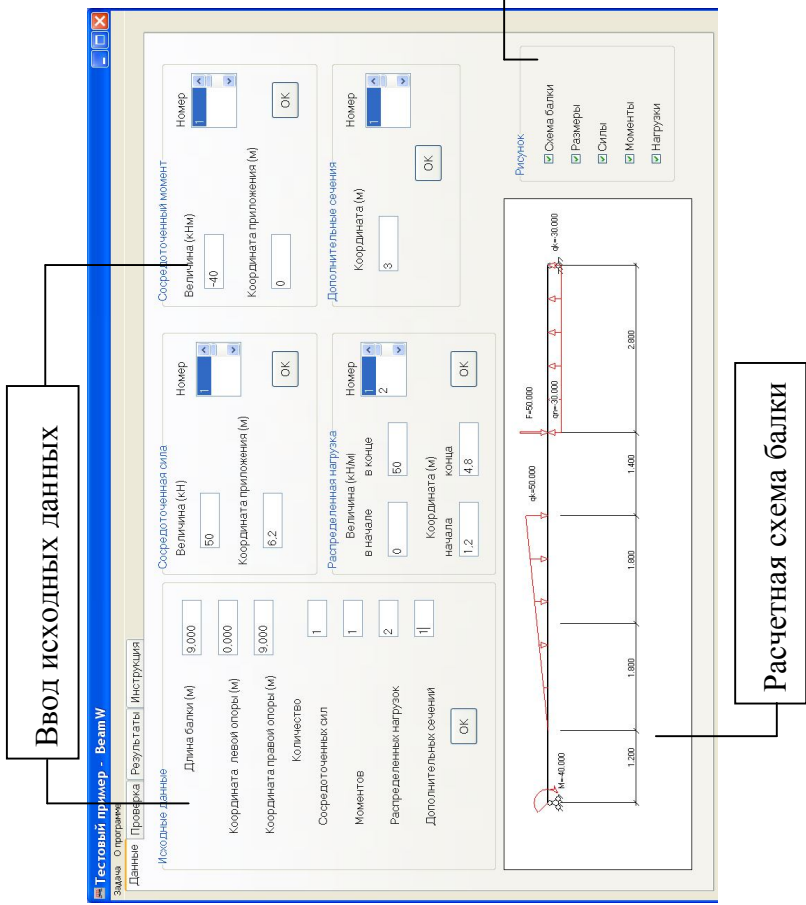
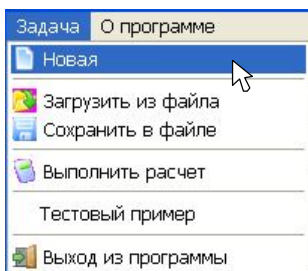


Рис. 4. Окно программы «BeamW» на этапе ввода исходных данных

Порядок работы с программой следующий.

1. Создаем новую задачу



2. Задаем информацию о задаче

The screenshot shows the 'Исходные данные' (Initial data) dialog box. It contains the following fields and values:

Параметр	Значение
Длина балки (м)	9,000
Координата левой опоры (м)	0,000
Координата правой опоры (м)	9,000
Количество Сосредоточенных сил	1
Моментов	1
Распределенных нагрузок	2
Дополнительных сечений	1

An 'OK' button is at the bottom right, with a mouse cursor clicking it.

3. Вводим исходные данные

The screenshot shows the 'Сосредоточенная сила' (Concentrated force) dialog box. It contains the following fields and values:

Параметр	Значение
Величина (кН)	50
Координата приложения (м)	6,2

A 'Номер' (Number) dropdown menu is set to 1. An 'OK' button is at the bottom right, with a mouse cursor clicking it.

The screenshot shows the 'Сосредоточенный момент' (Concentrated moment) dialog box. It contains the following fields and values:

Параметр	Значение
Величина (кНм)	-40
Координата приложения (м)	0

A 'Номер' (Number) dropdown menu is set to 1. An 'OK' button is at the bottom right, with a mouse cursor clicking it.

The screenshot shows the 'Распределенная нагрузка' (Distributed load) dialog box. It contains the following fields and values:

Параметр	Значение
Величина (кН/м) в начале	0
Величина (кН/м) в конце	50
Координата (м) начала	1,2
Координата (м) конца	4,8

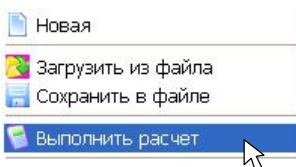
A 'Номер' (Number) dropdown menu is set to 2. An 'OK' button is at the bottom right, with a mouse cursor clicking it.

The screenshot shows the 'Дополнительные сечения' (Additional sections) dialog box. It contains the following fields and values:

Параметр	Значение
Координата (м)	3

A 'Номер' (Number) dropdown menu is set to 1. An 'OK' button is at the bottom right, with a mouse cursor clicking it.

4. Производим расчет



5. Переходим на закладку «Проверка», вводим контрольные величины и проверяем результаты ручного расчета

6. Опорные реакции

Данные | Проверка | Результаты | Инструкц

Опорные реакции

V_a

V_b

8. Уточняем, где находится контрольное сечение

Сечение № 2 слева от силы?

7. Внутренние усилия

Внутренние усилия

Контрольное сечение № 1

x (м)

M_z (кНм)

Q_y (кН)

Контрольное сечение № 2

x (м)

M_z (кНм)

Q_y (кН)

9. Прогиб и угол поворота (при необходимости проверяем прогиб и угол поворота в начале балки)

Перемещения

Контрольное сечение

x (м)

$EJ_z v(x)$

$EJ_z F(x)$

Начальные параметры

$EJ_z v(0)$

$EJ_z F(0)$

10. Переходим на закладку «Результаты»

Настройка вида изображения

Выводим результаты расчета

Выбираем эпюру

Показать / убрать вершину параболы на эпюре моментов

Рисунки

Уменьшить Увеличить
Влево Вправо
Вниз Вверх
Расставить Сжать
Восстановить

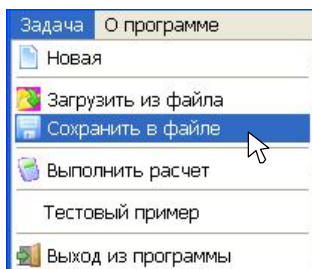
☒ Схема балки
☒ Размеры
☒ Подложить нагрузки
☒ Результаты расчета
Выбор эпюры:
☒ Поперечные силы
☐ Изгибающие моменты
☐ Профили
☐ Углы поворота

☐ Вершина параболы

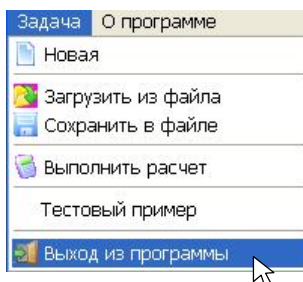
Реакция V_a 62.044
Реакция V_b 3.966

62.044 29.944 3.966 3.966 3.966

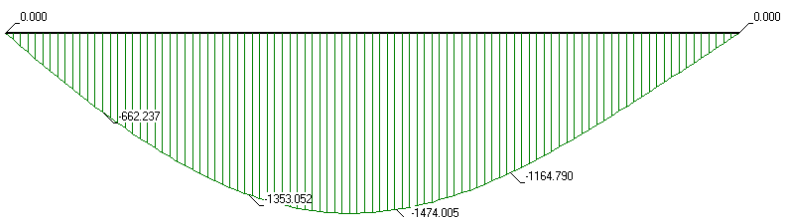
11. При необходимости
сохраняем данные
в файле



12. Завершаем работу



a



б

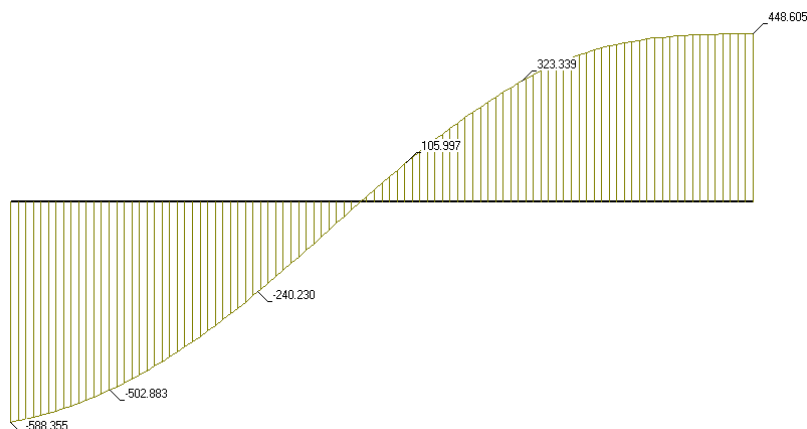


Рис. 5. Эпюры прогибов (*a*) и углов поворота (*б*), построенные программой «BeamW»