

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие сведения
 - Введение
 - Особые благодарности
 - Возможности и ограничения
 - Точность и достоверность расчёта
 - Конвертер величин
 - Поля ввода числовых значений
2. Регистрация
 - Пробный период
 - Регистрация
 - Как купить
 - Лицензия
3. Общие элементы интерфейса
 - Главное меню
 - Панель расчётной схемы
 - Сообщения программы
 - Строка состояния
 - Горячие клавиши
4. Ввод исходных данных
 - Опции и параметры
 - Название задачи
 - Настройки программы
 - Геометрия балки
 - Длина балки, условия закрепления
 - Промежуточные опоры
 - Промежуточные шарниры
 - Нагрузки
 - Коэффициент условий работы, собственный вес
 - Установка нагрузок
 - Таблица нагрузок
 - Сечение
 - Прогиб, модуль упругости
 - Марки стали

- Выбор сортамента
- Текущий сортамент

5. Результаты расчёта

- Расчётная схема
- Окно вывода результата расчёта
- Эпюры
 - Прогибов
 - Углов поворота
 - Изгибающих моментов
 - Перерезывающих сил
 - Нормальных напряжений
 - Касательных напряжений
 - Результирующих напряжений

6. Теория

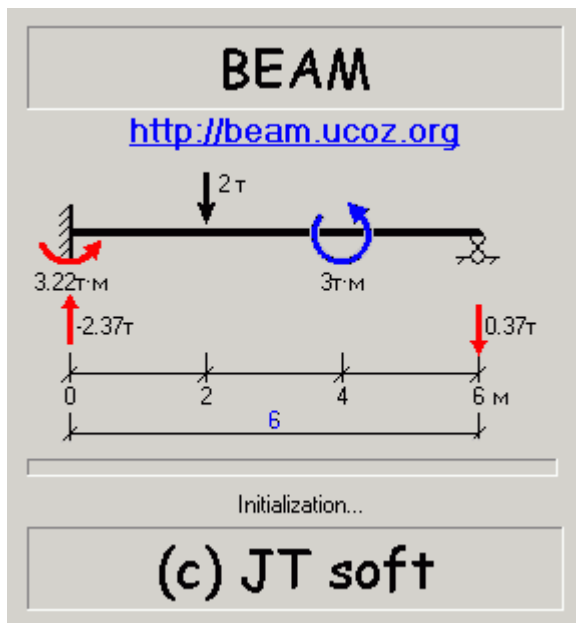
- Исходные постулаты расчёта
- Начальные параметры и неизвестные реакции опор
- Построение эпюр
- Подбор сечения

7. Форматы файлов

- Инициализации
- Исходных данных
- Сортаментов
- Подсказок

ВВЕДЕНИЕ

О ПРОГРАММЕ



Программа предназначена для расчёта разрезных многопролётных статически неопределимых балок, построения эпюр прогибов, углов поворота, изгибающих моментов, поперечных сил и напряжений, возникающих в балке от приложенных внешних нагрузок. Программа производит проверку и подбор сечения стальных балок, описанных в сортаментах металлопроката.

Результаты расчёта можно экспортировать в формат HTML и MS Word.

Программа отличается от аналогичных продуктов оригинальным интерфейсом, удобством работы, компактным размером, гибкой расширяемостью, полнотой справочной системы и высокой стабильностью.

Если Вы обнаружите какие-либо недочеты, ошибки, неточности в программе или у вас возникнет желание высказать свои предложения

по её улучшению - пишите на
johntokarev@mail.ru

Поддержка
зарегистрированных
пользователей осуществляется
по [электронной почте](#).

С уважением,
Токарев Евгений, JT

Условия распространения:
[trialware](#)

Версия программы: **2.2.6**
сборка 2

Дата: **1.09.2019г.**

Страничка программы:
beamclc.ru

Зеркало: beamcalc.ru

ОСОБЫЕ БЛАГОДАРНОСТИ

Выражаю огромную благодарность моему преподавателю Строительной механики и Сопротивления материалов, декану строительного факультета Восточно-Казахстанского Государственного Технического Университета Айвазяну Сергею Суреновичу за привитую им любовь к этому сложному и интересному предмету.

Хочу особо поблагодарить доцента кафедры прикладной математики господина Иглина Сергея Петровича. Алгоритм расчета был взят с его довольно познавательного [сайта](#). Без этого алгоритма я бы не приступил к работе над этой программой и её бы просто не было.

Огромная благодарность проекту [Lazarus](#) за великолепную IDE к freepascal.

Также хочу поблагодарить всех, кто участвовал в тестировании программы и прислал свои замечания.

ВОЗМОЖНОСТИ И ОГРАНИЧЕНИЯ ПРОГРАММЫ

ВОЗМОЖНОСТИ

- Статический расчёт многопролётных разрезных статически неопределимых балок на нагрузки, действующие в вертикальной плоскости. Нагрузками могут являться: сосредоточенная сила F , изгибающий момент M , равномерно и неравномерно распределённая нагрузка Q а также собственный вес балки;
- Подбор сечения балки из сортаментов проката или проверка пользовательского сечения. Расширение существующих сортаментов и добавление новых;
- Построение эпюр: прогибов, углов поворота сечений, изгибающих моментов, перерезывающих сил, нормальных и касательных напряжений с нахождением максимальных и минимальных значений эпюр и их привязок;
- Экспорт результатов расчета в формат HTML (.htm) и MS Word (.doc);
- Поддержка множества единиц измерения для нагрузок и расстояний;
- Поддержка двух языков – Русского и Английского (США).

ОГРАНИЧЕНИЯ

- Максимально допустимая длина балки – 10 километров;
- Количество промежуточных опор и шарниров - не ограничено;
- Количество сосредоточенных сил, изгибающих моментов, распределенных нагрузок – в [зарегистрированной версии](#) не ограничено, в ознакомительной – одна сила, один момент и одна распределенная нагрузка;
- Максимальное значение нагрузки – $1 \cdot 10^6$ кН (кН*м, кН/м);
- Количество значащих цифр при выводе на экран монитора: минимум 0, максимум 4 знака;
- Ширина рисунков для сохранения в формате HTML или MS Word: минимум 300, максимум 10000 точек;
- Качество компрессии рисунков: минимум 50%, максимум 100%;
- Модуль упругости материала E: минимум 1, максимум 10000000 МПа;
- [Расчётное сопротивление стали \$R_y\$](#) : минимум 10, максимум 1000 МПа;
- Коэффициент условий работы γ_s : минимум 0,1, максимум 1,5;
- Максимальное значение прогиба – $1,0 \cdot 10^{15}$ мм. Прогиб выше этого значения программа считает недопустимым;
- Расчётное значение прогиба: минимум 1/10000, максимум 1/10 от максимального пролёта балки.

Других ограничений нет.

ЧЕГО ВЫ НЕ НАЙДЁТЕ В ЭТОЙ ПРОГРАММЕ

- Отсутствует такое понятие, как «Загрузка».
Соответственно, нет сочетаний нагрузок, расчёт ведётся только на одно сочетание - основное;
- Отсутствует изменение сечения балки по длине, составное сечение, нагрузка, приложенная под углом;
- Схема работы материала при расчете балки, принятая в программе – упругая стадия. Действует закон Гука - то есть не учитывается пластичность и текучесть материала и все остальное, что связано с этими понятиями. Отсюда следует, что можно задать балку на 2-х опорах с пролётом в 1 км, загрузить её и получить прогиб балки в несколько сотен метров, чего на практике не бывает (хотя эпюры M и Q будут построены верно);
- Отсутствуют встроенные языки программирования и скрипты;
- Отсутствует многооконность;
- Отсутствует возможность печати из самой программы.
Печатаем из Word'a или Explorer'a;
- Нет пре- и пост- процессоров, всё считается на лету, соответственно, нет такой кнопки, как «Расчёт» и «Обновить»;

...и ещё много чего нет в этой программе, что в достаточном количестве разбросано по аналогичному строительному софту...

ТОЧНОСТЬ И ДОСТОВЕРНОСТЬ РАСЧЁТА

Метод расчёта, реализованный в программе – составление и решение **дифференциального уравнения изогнутой оси балки**. Никаких уравнений Трёх моментов, Методов конечных элементов, сложения и перемножения эпюр и прочего к сожалению не присутствует.

Программа откомпилирована с опциями **Range check** и **Overflow check**. Переполнений и выходов за границы массивов не наблюдалось, а если такое и случиться – вы увидите окно об ошибке, о которой незамедлительно прошу сообщить автору программы.

Внутренний формат вычисления силовых факторов (прогибов, углов поворота, моментов и перерезывающих сил) – **Extended**.

Программа **НЕ** имеет сертификатов Госстроя, ВНИИЖБ, ЦНИПСК им. «Мельникова» и прочих регалий.

Всё же, учитывая тот факт, что применение данной программы весьма и весьма серьёзно и ответственно – расчёт несущих конструкций на прочность довольно сильно влияет на безопасную жизнедеятельность человека под или над этими конструкциями, программа была проверена на нескольких сотнях расчётах балок, выполненных вручную – результаты построения эпюр моментов M и перерезывающих сил Q - 100%.

Эпюры прогибов строятся в зависимости от текущего сечения (пользовательского или из сортамента), так как в **уравнении изогнутой оси** общий множитель - EJx . Поэтому при выборе другого элемента сортамента меняются эпюры прогибов и **углов поворота** (при этом эпюры M и Q – неизменны, как им и положено быть).

Если же вы нагрузите балку значительными нагрузками, а сечение выберете маленькое – программа все равно построит эпюры прогибов и углов поворота, так как она «знает» только упругую стадию работы материала, хотя на самом деле прогибов больше $1/30 \dots 1/50$ пролёта балки не бывает – обычно

в этом случае происходит либо разрушение конструкции, либо стадия работы материала уже не упругая!

Поэтому введён расчётный параметр – относительный прогиб, равный отношению прогиба к длине наибольшего пролёта балки, по которому также производится [подбор и проверка сечения](#).

И, напоследок, задумайтесь над тем, что написано ниже и используйте результаты расчета с пристрастием:



*Программа написана **ЧАСТНЫМ** лицом, её применение производится вами **НА СВОЙ СТРАХ И РИСК**, автор **НИКАКОЙ** ответственности за возможные последствия применения своей программы **НЕ НЕСЁТ**.*

КОНВЕРТЕР ВЕЛИЧИН

Конвертер величин

Режим: Степень длины: Точность:

Значение: = Результат:

12 N/mm²
=
1223659,5 kg/m²

ОПИСАНИЕ

В программу встроен небольшой конвертер (калькулятор) всех величин, которые в ней используются. С его помощью легко можно перевести величину из одной размерности в другую.

ПОРЯДОК РАБОТЫ

1. Определить один из четырех режимов работы конвертера:
 - Сила (F);
 - Длина (L);
 - Длина в степени n (L^n) – например, J_x – момент инерции;
 - Отношение Силы к Длине (F/L) - например, Q - поперечная сила;
 - Произведение Силы на Длину ($F \cdot L$) - например, M - изгибающий момент.
2. Задать степень длины (необходимо для таких единиц, как например, модуль упругости E - МПа = Н/м², или момент инерции J – см⁴) – если это режим Длины;
3. Установить необходимое числовое значение переводимой величины;
4. Выбрать единицы измерения переводимой величины и результата;
5. При необходимости установить необходимое количество значащих цифр;

После установки всех этих параметров в рамке будет показана переводимая и полученная величина.



При клике левой кнопкой мыши в области рамки её содержимое копируется в буфер обмена

ДОСТУПНЫЕ ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ

Для усилий:

- Ньютоны;
- Килограммы;
- Килоньютоны;
- Тонны;
- Фунты;

Для расстояний:

- Миллиметры;
- Сантиметры;
- Дециметры;
- Метры;
- Дюймы;
- Футы;
- Ярды;



Единицы измерения можно менять в любое время на свитке «[Настройки и параметры](#)». При этом будут пересчитаны значения всех установленных нагрузок и координаты промежуточных опор. Нужно помнить, что при неоднократном переводе величин из одних в другие и обратно немного теряется точность, например: $10\text{Н}\cdot\text{м}$ - $> 1019716.212978\text{кг}\cdot\text{мм}$ - $> 10.0000000001\text{Н}\cdot\text{м}$

ПОЛЯ ВВОДА ЧИСЛОВЫХ ЗНАЧЕНИЙ

6,44694812E017 				
	BACK	CE	C	
7	8	9	/	sqrt
4	5	6	*	%
1	2	3	-	1/x
0	+/-	.	+	=

ОПИСАНИЕ

Во всех полях ввода числовых значений работает калькулятор. Можно как ввести числовое значение, так и напечатать $2 + 3 =$, в поле появится результат вычислений - **5**. Также можно вызвать окно калькулятора, нажав на «v» (Стрелку вниз).

ПОДДЕРЖИВАЕМЫЕ ОПЕРАЦИИ

- Сложение;
- Вычитание;
- Деление;
- Умножение;
- Корень квадратный;
- Проценты;
- Инвертирование;
- Изменение знака.

ГОРЯЧИЕ КЛАВИШИ

- **R** – корень;
- **S** – смена знака;
- **B** – стереть последний введенный символ;
- **L** – CE (сброс команды);
- **C**, **Esc** – сброс;
- **X** – $1/x$ (инвертирование);
- **%** – процент;
- **+, -, *, /** – операции; **=** – результат

ШРИФТ

Во всех окнах ввода числовых значений используется шрифт **DIGITS.TTF**. Файл шрифта устанавливается вместе с программой – во время установки он копируется в папку «Шрифты (Fonts)» директории, где установлена Windows.




*Если вам не нравится этот шрифт, он не читается или для вас неудобен, удалите файл шрифта **DIGITS.TTF** из папки «Шрифты (Fonts)» в директории, где установлена Windows. В этом случае для всех полей ввода будет использован шрифт семейства **Arial**.*



*То, что во всех полях ввода присутствует «Калькулятор» есть как свои плюсы, так и «минусы»)). Для установки отрицательного значения нагрузки необходимо сначала набрать числовое значение, а затем нажать клавишу «**S**» (или «**s**», «**BI**», «**Ы**») – от слова **Sign** (знак, англ.), так как символ «-» (минус) используется в качестве операции «Вычитание». Второй способ задания отрицательных значений, это набрать на клавиатуре в поле ввода: «**0 - 20 Enter**», в результате получится «**-20**».*

ПРОБНЫЙ ПЕРИОД

Ознакомительный период

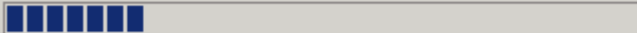
 **Незарегистрированная версия!**

Программа будет работать еще несколько дней без ограничения функциональности.

По окончании ознакомительного срока, если Вы не зарегистрируете программу, функциональность программы будет ограничена: только одна сосредоточенная сила, изгибающий момент и распределенная нагрузка могут быть установлены на балку, а также не будет работать экспорт результатов в HTML и MS Word.

Подробнее о том, как купить и зарегистрировать программу, можно узнать, нажав на кнопку "О регистрации"

Осталось дней: 1



Для продолжения нажмите кнопку 2

ОПИСАНИЕ

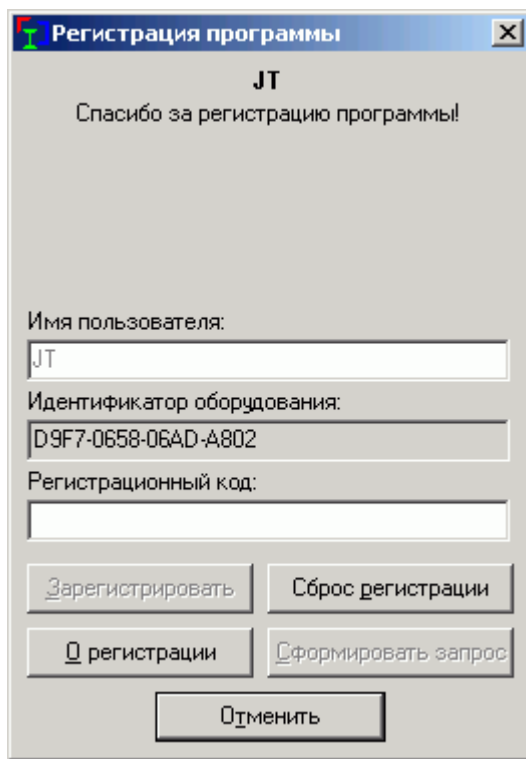
Данная программа относится к типу **trialware**.

Это значит, что в течение 5 дней после установки на компьютер программа работает без каких-либо ограничений функциональности. За это время вы можете ознакомиться со всеми её возможностями, после чего у вас есть выбор - либо поддержать разработку программы и получить ключ, либо отказаться от её использования (либо переустановить Windows и поставить программу заново, тем самым получив еще 5 дней полной работоспособности).

При каждом следующем запуске в течение этих 5 дней будет показываться окно с информацией о количестве дней, оставшихся до окончания пробного периода.

По окончании пробного периода, если вы не [зарегистрируете](#) программу, её функциональность будет ограничена: в расчёте сможет принять участие только одна сосредоточенная сила, изгибающий момент и поперечная сила (не включая собственный вес балки), а также не будет работать экспорт в формат HTML и Word.

РЕГИСТРАЦИЯ



Регистрация программы

JT
Спасибо за регистрацию программы!

Имя пользователя:

Идентификатор оборудования:

Регистрационный код:

ОПИСАНИЕ

Окно ввода регистрационных данных. Для регистрации программы необходимо заполнить поля «Имя пользователя» и «Регистрационный код».

С **24.04.2009** регистрационный код можно получить после [оплаты](#) регистрации.

ПОРЯДОК РЕГИСТРАЦИИ

1. Связаться с автором программы [электронной почтой](#) (или [по ICQ](#)).

В заголовке письма (поле Subject) укажите: «Регистрация программы Veam (№ версии)»

В теле письма **обязательно** должна присутствовать следующая информация:

- [Версия](#) программы (в том числе и номер сборки);
- Имя пользователя (Вы придумываете его себе сами, или переписываете из своего паспорта);
- [Идентификатор оборудования](#);
- [Способ оплаты](#);
- И **необязательно**: ваши вопросы, пожелания, предложения и обоснованная критика.

Это легко можно сделать, нажав на кнопку **«Сформировать запрос»** в окне **«Регистрация»**. Программа сгенерирует письмо в почтовой программе, установленной по умолчанию, и вам останется лишь отправить его, немного отредактировав.

2. [Оплатить](#) регистрацию программы

После выполнения этой процедуры вы получите по электронной почте код регистрации.

Регистрация привязывается к оборудованию компьютера, на котором установлена программа. Поэтому, зарегистрировав программу на рабочем компьютере, её не получится зарегистрировать на домашнем, так как регистрационный параметр [«Идентификатор оборудования»](#) уникален для каждого компьютера, и регистрационный код с рабочей машины уже не будет работать на домашней. В этом случае вам придется [купить](#) еще один регистрационный код.



Меня часто спрашивают: «А что будет, если я



переустановлю Windows или поменяю процессор или жесткий диск с памятью? Регистрационные данные сохранятся?» Отвечаю – регистрационные данные изменятся, и понадобится новый ключ. Вы можете попробовать связаться со мной и попросить еще один ключ, и по своему усмотрению я либо отдам его бесплатно, либо нет.

СПОСОБЫ ПРИОБРЕТЕНИЯ ПРОГРАММЫ

ОПИСАНИЕ

Стоимость регистрации с **1.09.19г.** составляет **200р.** за одну и более копий. Стоимость программы зависит от числа приобретаемых копий.

После оплаты регистрации вы получаете:

- Снятие ограничений trialware-версии;
- Поддержку от автора – оперативные ответы на вопросы, не освещённые в справочной системе, исправление найденных ошибок.

ПОРЯДОК ОПЛАТЫ

Оплатить [регистрацию](#) можно несколькими способами. Выберите тот, который удобнее для вас:

1. Через платежную систему [Яндекс-Деньги](#)



Номер кошелька: **4100142401806**

2. **Форма на сайте** - если у Вас нет кошелька Яндекс-Деньги, то вы можете перевести деньги на мой Яндекс-кошелек с вашей банковской карты Visa с помощью [формы оплаты](#), расположенной в нижней части страницы с программой.

Порядок оплаты



Порядок оплаты подробно описан в файле помощи (раздел "Регистрация"), прилагаемом к данной программе. Файл помощи доступен для скачивания ниже в разделе "Вложения".

Оплатить регистрацию можно через платёжную систему [WebMoney](#), платёжный терминал, принимающий Webmoney, почтовым или банковским переводом, или при помощи формы ниже через систему [Яндекс.Деньги](#), или картой Visa или MasterCard.

Назначение перевода
Ключ к программе Веат на один компьютер

Комментарий

Имя пользователя и Идентификатор оборудования (смотрите справку к программе)

Сумма
  

Не забудьте в поле "Комментарий" вписать Имя пользователя и [Идентификатор оборудования](#), чтобы я смог выслать вам ключ.

Ну а если вы совсем не хотите знать, что такое Яндекс-Деньги, существуют и другие варианты получения регистрационного кода. Обращайтесь к автору программы по **электронной почте** или **icq** (см. окно «[О Программе](#)»).

ЛИЦЕНЗИОННОЕ СОГЛАШЕНИЕ

**ПРОГРАММА ВЕАМ. ВСЕ ПРАВА ЗАЩИЩЕНЫ ЗАКОНОМ.
ВНИМАНИЕ! ВАЖНО: ТЩАТЕЛЬНО ПРОЧИТАЙТЕ
НИЖЕСЛЕДУЮЩЕЕ СОГЛАШЕНИЕ. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
ПРОГРАММЫ "ВЕАМ", ОБЕСПЕЧЕННОЕ ЭТИМ
СОГЛАШЕНИЕМ ПОДРАЗУМЕВАЕТ ПРИНЯТИЕ ВАМИ ЭТИХ
УСЛОВИЙ. ЕСЛИ ВЫ НЕ СОГЛАШАЕТЕСЬ НА УСЛОВИЯ
ЭТОГО СОГЛАШЕНИЯ, НЕ УСТАНОВЛИВАЙТЕ И НЕ
ИСПОЛЬЗУЙТЕ ДАННУЮ ПРОГРАММУ. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
ПОЛЬЗОВАТЕЛЕМ ПРОГРАММЫ "ВЕАМ" ОБУСЛОВЛЕНО
СОГЛАСИЕМ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ С УСЛОВИЯМИ ЭТОГО
СОГЛАШЕНИЯ.**

1. ПРЕДМЕТ СОГЛАШЕНИЯ.

Настоящее соглашение заключается между производителем прилагаемого программного продукта - Токаревым Евгением (далее - Производитель) и Вами - конечным пользователем продукта. Соглашение определяет отношения между Производителем и Вами, возникающие в процессе использования продукта.

2. ПРЕДОСТАВЛЕНИЕ ЛИЦЕНЗИИ.

Программа "ВЕАМ" распространяется по принципу TRIALWARE. Это означает, что вы можете свободно использовать данную версию "ВЕАМ" в течение ознакомительного периода при условии соблюдения условий данного соглашения. По истечении ознакомительного периода вы должны либо зарегистрировать программу, либо пользоваться ограниченными возможностями программы.

3. АВТОРСКОЕ ПРАВО.

Программа "ВЕАМ" защищена в соответствии с законом об авторском праве. Вы подтверждаете, что авторское право и полные права монопольного использования на

"BEAM" остаются исключительными правами её владельца – Токарева Евгения.

4. ОБРАТНОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ.

Вы соглашаетесь, что не будете декомпилировать, транслировать, изменять или дизассемблировать "BEAM" полностью или частично.

5. НЕСАНКЦИОНИРОВАННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ.

Вы не можете использовать, копировать, арендовать, сдавать в аренду, продавать, изменять, декомпилировать, дизассемблировать, иначе перепроектировать программу "BEAM" за исключением условий, предусмотренных в этом соглашении. Любое такое несанкционированное использование приводит к непосредственному и автоматическому прекращению действия этой лицензии.

Изменение или добавление пользователем сортаментов, прилагаемых с программой "BEAM" не является несанкционированным использованием или перепроектированием программы. Все изменения, вносимые пользователем, вносятся им на свой страх и риск.

6. ОТКАЗ ОТ ГАРАНТИЙ.

Настоящим соглашением Токарев Евгений отказывается от предоставления каких-либо гарантий по отношению к программе "BEAM", которая предоставляется "как есть", без какой-либо гарантии, явной или подразумеваемой, включая все без исключения подразумеваемые гарантии безвредности, товарности или пригодности для какой-либо определенной цели. Вы принимаете на себя весь риск, связанный с использованием или качеством работы "BEAM".

7. ОТКАЗ ОТ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ЗА УЩЕРБ.

Ни при каких обстоятельствах Токарев Евгений не несёт никакой ответственности за любой ущерб (включая все без исключения случаи потери прибыли, остановки производства, потери данных или сведений,

представляющих коммерческую ценность, а также любые другие потери или повреждения, влекущие за собой материальный ущерб), связанный с использованием или невозможностью использования программы "BEAM ", даже если Токарев Евгений уведомлял о возможности такого ущерба или требований.

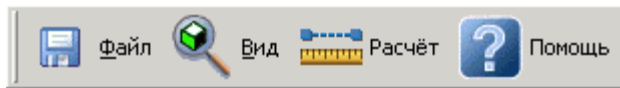
8. ЗАРЕЗЕРВИРОВАННЫЕ ПРАВА.

Все права, не предоставленные здесь специально, оставляет за собой автор программы.

Автор оставляет за собой право отменить действие данной лицензии для любой из следующих версий программы.

(с) 2001-2019

ГЛАВНОЕ МЕНЮ

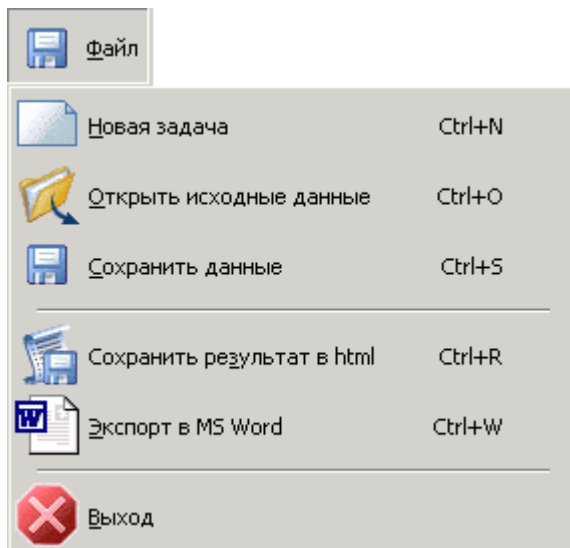


ОПИСАНИЕ

Главное меню состоит из четырех основных разделов:

- **Файл** – операции с файлами;
- **Вид** – управление отображением вывода;
- **Расчёт** – установка некоторых параметров, используемых при расчёте балки, **конвертер величин**;
- **Помощь** – вызов справки, регистрация программы;

МЕНЮ ФАЙЛ



ОПИСАНИЕ

В этом разделе меню содержатся команды работы с файлами.

НОВАЯ ЗАДАЧА

Создание новой задачи. Необходимо задать общую длину балки. При этом очищаются таблицы [нагрузок](#), [промежуточных опор](#) и [промежуточных шарниров](#), а также устанавливаются новые граничные условия по краям балки – шарнирные опоры (см. также кнопку [Новая длина](#))

ОТКРЫТЬ ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Открыть ранее сохранённые [данные](#).

*Существует еще два способа открыть файл данных:
перетаскиванием файла данных при помощи мыши из*



*Проводника, либо щелкнуть мышью по файлу данных –
запустится программа BEAM, которая загрузит файл
данных.*

СОХРАНИТЬ ДАННЫЕ

Сохранить исходные данные.

Программой запоминается место последнего расположения файла данных.

СОХРАНИТЬ РЕЗУЛЬТАТ В HTML

Экспортировать результат в файл формата html. Открыть его можно с помощью программы Internet Explorer. Сохраняется сам файл, и в папке, имеющей то же имя – рисунки эпюр в формате jpg.



Пути для файлов исходных данных и результатов сохраняются программой. Шаблон для имени файла предлагается программой следующим образом: «Балка день-месяц-год»

ЭКСПОРТ В WORD

В программе нет поддержки печати результатов расчёта. Для этого служит Экспорт результата в текстовый процессор MS Word, из которого уже можно распечатать результаты. При этом MS Word должен быть установлен на данном компьютере.



Ширина сохраняемых рисунков, цветные или ч/б и их качество предварительно устанавливается в свитке «Настройки программы» .

Высота расчётной схемы балки вычисляется динамически в зависимости от количества приложенных распределенных нагрузок.

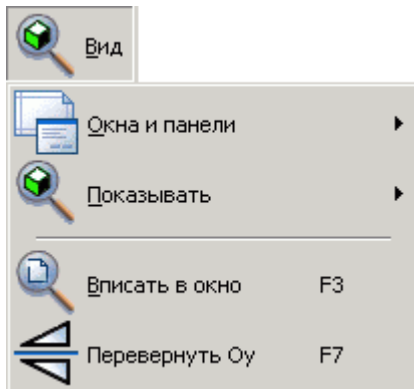
Высота эпюр равна половине их ширины.

ВЫХОД

Закончить работу с программой.

Если открытые данные были изменены, программа выдаст запрос на сохранение, в противном случае просто закроется.

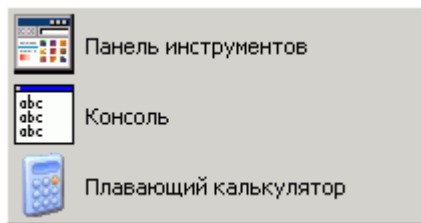
МЕНЮ ВИД



ОПИСАНИЕ







Управляет опциями отображения графики на эпюрах и расчетной схеме, а также отображением панелей программы

ОКНА И ПАНЕЛИ



Показать/скрыть соответствующую панель инструментов.

ПОКАЗЫВАТЬ

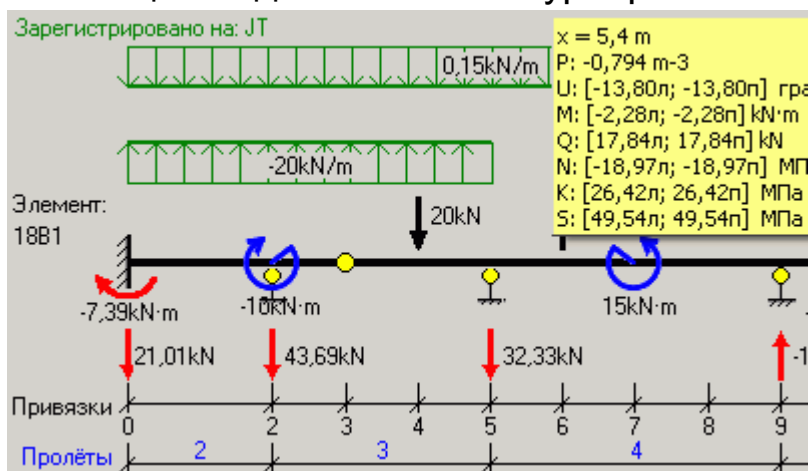
	Сосредоточенные силы	Ctrl+F
	Крутящие моменты	Ctrl+M
	Распределённые нагрузки	Ctrl+Q
	Штриховку в эпюрах	Ctrl+U
	Коротко/Целиком	
	Значения эпюр в подсказке	

Первые три пункта - включение/выключение отображения соответствующих нагрузок на расчетной схеме. Сами нагрузки из расчёта **НЕ** исключаются, а просто скрываются.

Штриховку в эпюрах – включение/выключение штриховки эпюр (*введено для ускорения вывода результата на экран и экономии чернил при печати*)

Коротко/Целиком - В зависимости от того, нажата она или нет, в текстовом окне результата расчёта содержится полный или короткий отчет. Также при сохранении в формат [HTML](#) или экспорте в [MS Word](#) учитывается состояние этой кнопки (*введено для ускорения пересчёта балки при изменении нагрузок на нее*).

Значения эпюр в подсказке – включение/выключение всплывающей подсказки возле курсора мыши



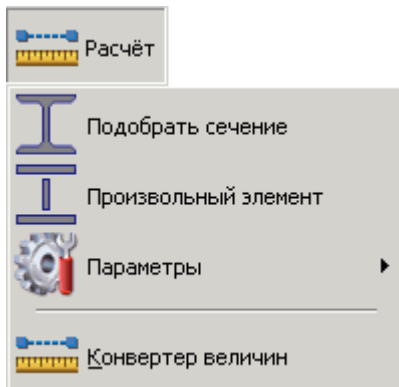
ВПИСАТЬ В ОКНО (F3)

Масштабирует расчетную схему балки и все эпюры так, чтобы они заняли 100% каждая в своих окнах просмотра. По вертикали расчетная схема не масштабируется.

ПЕРЕВЕРНУТЬ ОУ (F7)

Изменить направление оси Y (переключение знака у вертикальной оси). Все нагрузки (кроме собственного веса) меняют направление на противоположное.

МЕНЮ РАСЧЁТ



ОПИСАНИЕ

Дублирует кнопки, разбросанные по различным вкладкам интерфейса программы.

Сам расчёт балки производится программой «на лету».

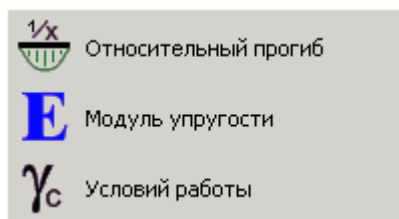
ПОДОБРАТЬ СЕЧЕНИЕ

В текущем сортаменте производится поиск первого удовлетворяющего условиям прочности профиля и в окно «[Результатов](#)» выводится информация о расчете с этим профилем. В статусной строке загорается [зеленый индикатор](#)

ПРОИЗВОЛЬНЫЙ СОРТАМЕНТ

Окно, в котором можно задать произвольные характеристики сечения, отсутствующего в загруженных сортаментах.

ПАРАМЕТРЫ



Относительный прогиб – установить значение относительного прогиба.

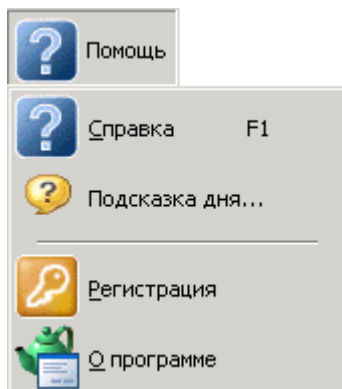
Модуль упругости - установить значение модуля упругости материала.

Условий работы - установить значение коэффициента условий работы (см. СНиП II-23-81* табл.6*).

КОНВЕРТЕР ВЕЛИЧИН

Вызов окна [Конвертер величин.](#)

МЕНЮ ПОМОЩЬ



СПРАВКА

Вызов этого документа.

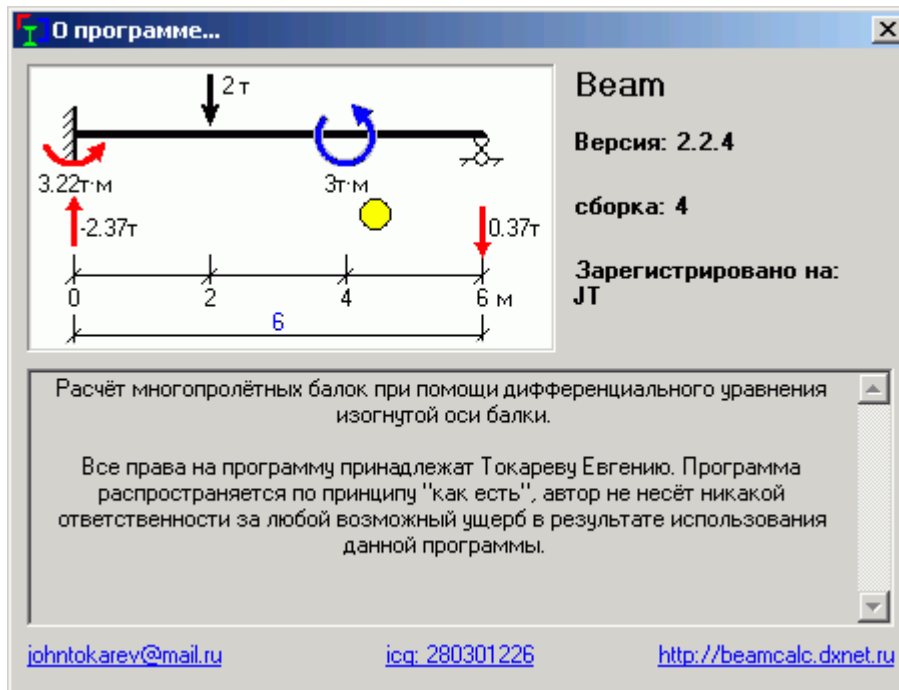
ПОДСКАЗКА ДНЯ

Небольшое окно с подсказками на все случаи жизни. Их, кстати, можно редактировать, изменяя файл **Beam.hnt**.

РЕГИСТРАЦИЯ

Вызов окна «[Регистрация программы](#)».

О ПРОГРАММЕ



Окно «О программе» с указанием версии программы, порядкового номера сборки, краткого описания и координат автора.

ПАНЕЛЬ РАСЧЁТНОЙ СХЕМЫ



ОПИСАНИЕ

На панели расположены четыре кнопки:

- Изменить знак вертикальной оси;
- Вывод всплывающей подсказки под курсором, содержащей значения эпюр;
- Вписать расчетную схему балки в окно;
- Показать все эпюры в отдельном плавающем окне.

см. также [меню Вид](#)

СООБЩЕНИЯ ПРОГРАММЫ

```
Консоль
[13:53:11] - Reading INI-file...
[13:53:11] - OK. INI-file read.
[13:53:11] - Параметры установлены

[13:53:11] - Чтение сортаментов из каталога ..\Sortament\...
[13:53:11] - Выделил память для 22 сортамента(ов)...
[13:53:11] - Выделил память на 7 элемента(ов) для сортамента: "Балки двуглавые для армировки шахтных стволов (С) по ГОСТ 19425-74"
[13:53:11] - Выделил память на 5 элемента(ов) для сортамента: "Балки двуглавые для монорельсов по ГОСТ 19425-74"
[13:53:11] - Выделил память на 16 элемента(ов) для сортамента: "Двутавры колонные (К) по СТО АСЧМ 20-93"
[13:53:11] - Выделил память на 30 элемента(ов) для сортамента: "Двутавры нормальные (Б) по СТО АСЧМ 20-93"
[13:53:11] - Выделил память на 13 элемента(ов) для сортамента: "Двутавры по Р40-93 по СТО АСЧМ 20-93"
[13:53:11] - Выделил память на 8 элемента(ов) для сортамента: "Двутавры специальные по СТО АСЧМ 20-93"
[13:53:11] - Выделил память на 30 элемента(ов) для сортамента: "Двутавры широкополочные (Ш) по СТО АСЧМ 20-93"
[13:53:11] - Выделил память на 10 элемента(ов) для сортамента: "Двутавры дополнительной серии (Д) по ГОСТ 26020-83"
[13:53:11] - Выделил память на 18 элемента(ов) для сортамента: "Двутавры колонные (К) по ГОСТ 26020-83"
[13:53:11] - Выделил память на 37 элемента(ов) для сортамента: "Двутавры нормальные (Б) по ГОСТ 26020-83"
[13:53:11] - Выделил память на 17 элемента(ов) для сортамента: "Двутавры стальные горячекатаные по ГОСТ 8239-89"
[13:53:11] - Выделил память на 26 элемента(ов) для сортамента: "Двутавры широкополочные (Ш) по ГОСТ 26020-83"
[13:53:11] - Выделил память на 96 элемента(ов) для сортамента: "Трубы стальные квадратные по ГОСТ 8639-82"
[13:53:11] - Выделил память на 18 элемента(ов) для сортамента: "Швеллеры с параллельными гранями полок по ГОСТ 8240-89"
[13:53:11] - Выделил память на 18 элемента(ов) для сортамента: "Швеллеры с уклоном полок по ГОСТ 8240-89"
[13:53:11] - Выделил память на 172 элемента(ов) для сортамента: "Швеллеры гнутые равнополочные по ГОСТ 8278-83 из сталей С235-С245"
[13:53:11] - Выделил память на 134 элемента(ов) для сортамента: "Швеллеры гнутые равнополочные по ГОСТ 8278-83 из сталей С255-С275"
[13:53:11] - Выделил память на 4 элемента(ов) для сортамента: "Швеллеры для автомобильной промышленности (С) по ГОСТ 19425-74"
[13:53:11] - Выделил память на 84 элемента(ов) для сортамента: "Трубы прямоугольные по ГОСТ 12336-66"
[13:53:11] - Выделил память на 35 элемента(ов) для сортамента: "Труба обсадная по ГОСТ 632-80"
[13:53:11] - Выделил память на 16 элемента(ов) для сортамента: "Прокат круглый горячекат ГОСТ 2590-88"
[13:53:11] - Выделил память на 37 элемента(ов) для сортамента: "Уголки ст горячекат равнопол ГОСТ 8509-93"
[13:53:11] - Сортаменты загружены

[14:00:40] - Файл данных "E:\Beam 2.2\Setup\test.beam" успешно прочитан.
```

ОПИСАНИЕ

Окно для вывода служебных сообщений программы и сообщений об ошибках.

Жирным шрифтом выделяются важные сообщения.

Красным жирным шрифтом – сообщения об ошибках.





При помощи правой кнопки мыши можно получить доступ к содержимому окна.

СТРОКА СОСТОЯНИЯ

● Усилия в [кН] Расстояния в [м] L = 10 м E = 206000 МПа P = L / 250 м R_y = 230 МПа γ_c = 0,80 ● Строка для вывода под //

ОПИСАНИЕ

На статусной строке состояния программы отображается следующая информация (слева направо):

- Индикатор удовлетворения текущего сечения условию прочности (зеленый  – если удовлетворяет и красный  – если нет);
- Текущие единицы измерения усилий;
- Текущие единицы измерения расстояний;
- Текущая длина балки;
- Текущий Модуль упругости E;
- Текущие расчетное отношение прогиба;
- Текущее расчетное сопротивление стали R_y ;
- Текущий коэффициент условий работы γ_c ;
- Развёрнутая подсказка об элементах интерфейса программы.

ГОРЯЧИЕ КЛАВИШИ

В программе имеются следующие горячие клавиши:

В ОСНОВНОМ ОКНЕ

F1	вызов справки
F2	развернуть эпюры на весь экран
F3	вписать эпюры в окно
F4	циклическое переключение вкладок ввода исходных данных
F5	циклическое переключение вкладок эпюр и результата
F6	показать вкладку с результатом расчёта
F7	перевернуть ось OY
CTRL+N	новая задача
CTRL+O	открыть исходные данные
CTRL+S	сохранить данные
CTRL+R	экспорт в HTML
CTRL+W	экспорт в Word
CTRL+F	циклическое переключение отображения на расчетной схеме сосредоточенных сил F
CTRL+M	то же, крутящих моментов M
CTRL+Q	то же, распределенных нагрузок Q
CTRL+U	то же, штриховки эпюр

В ТАБЛИЦАХ НАГРУЗОК И ОПОР

CTRL+ D удалить выделенный элемент из таблицы

CTRL+ E редактировать выделенный элемент

CTRL+ A очистить таблицу

НАЗВАНИЕ ЗАДАЧИ

— Название задачи	
Проект	<input type="text" value="Мой проект"/>
Объект	<input type="text" value="Мой объект"/>
Конструкция	<input type="text" value="Моя конструкция"/>
<input type="button" value="✓ Применить"/>	

ОПИСАНИЕ

Свиток для установки параметров, описывающих рассчитываемую балку.

ПАРАМЕТРЫ

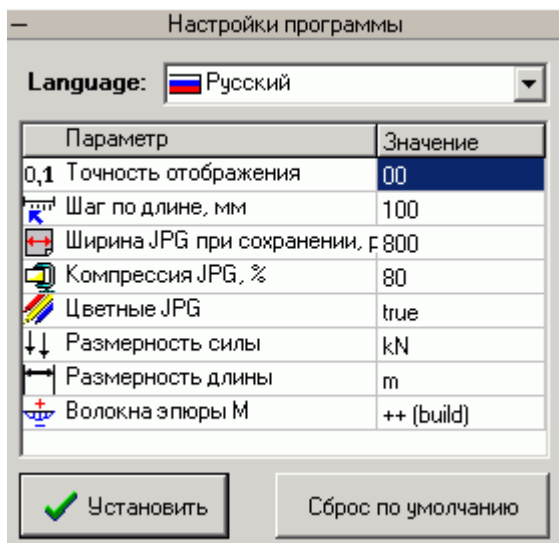
- Проект – название проекта;
- Объект – название объекта;
- Конструкция – название, марка или назначение конструкции.

Для установки параметра измените его значение и нажмите на кнопку «Применить». При этом в окне [Результатов](#) изменится описание балки.



Длина текста для каждого параметра не более 100 символов

НАСТРОЙКИ ПРОГРАММЫ



ОПИСАНИЕ

Свиток предназначен для установки общих параметров программы.

ИНДИКАТОР ЯЗЫКА (LANGUAGE)

Язык интерфейса программы можно менять «на лету». За это отвечает файл **Beam.lcf**, расположенный в папке с программой. Поддерживается два языка – Русский (основной язык, на котором написана программа) и Английский (США) - *сделан при помощи программы автоматического перевода текстов Prompt, так что сильно прошу не критиковать)))*

Для перевода на другие языки обращайтесь к автору программы за инструментами.

ПАРАМЕТРЫ

- Точность отображения - количество цифр после запятой. Влияет на весь вывод численных значений (расчётная схема балки, эпюры, окно результатов расчёта);
- Шаг по длине - шаг по длине балки для отображения значений эпюр. С этим шагом отображаются значения эпюр во **всплывающей подсказке** при прохождении над эпюрами или расчетной схемой курсора мыши;
- Ширина JPG при сохранении - ширина рисунков в пикселях при сохранении в формат HTML или MS Word – чем больше, тем качественнее и резче рисунки эпюр и расчетной схемы и соответственно больше размер самих файлов рисунков;
- Компрессия JPG - качество компрессии рисунков. Оптимально 75%;
- Цветные JPG – расчётная схема и эпюры выводятся в MS Word и в HTML в цвете или нет;
- **Размерность силы**;
- **Размерность длины**;
- Волокна эпюры M – волокна эпюры моментов M, по которым строится эпюра. Параметр принимает два значения: растянуты (как у строителей) и сжаты (как у механиков). Влияет только на вывод эпюры M.



Граничные условия параметров смотри раздел «Возможности и ограничения»



Все параметры запоминаются при выходе из программы в **файле с расширением INI**. Если при запуске программы происходит какой-либо сбой – удалите этот файл, программа заново его создаст.







Для того, чтобы программа могла сохранять свои параметры в INI-файле, устанавливайте её только в ту папку, к которой под вашей учётной записью есть полный доступ (в системах WinNT/2000/XP и прочих).

ДЛИНА БАЛКИ, УСЛОВИЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ

— Длина балки, условия закрепления

Слева Справа

 шарнирная опора   шарнирная опора 

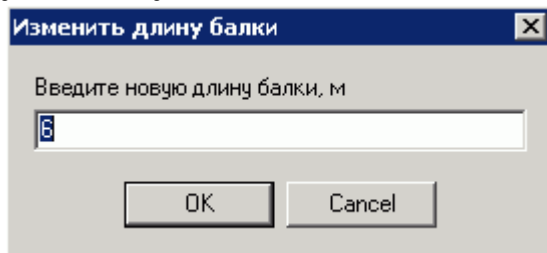
ОПИСАНИЕ

Свиток для изменения длины балки и условий закрепления краёв.

ДЛИНА БАЛКИ

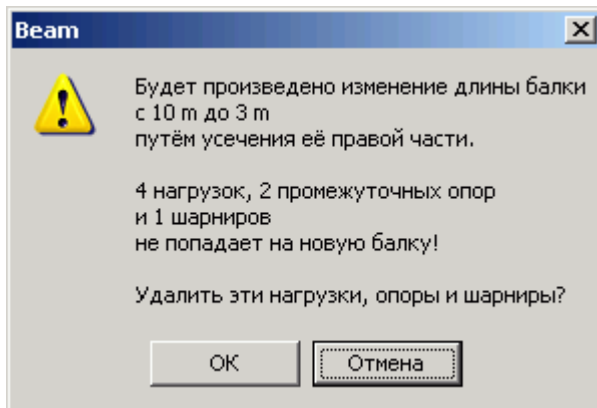
На этой кнопке отображается текущая длина балки в выбранных единицах измерения.

Для изменения длины балки нажмите на кнопку и задайте новую длину.



Если новая длина больше, чем старая, то балка просто изменит длину (увеличится).

Если новая длина меньше, чем старая и на удаленной части имеются опоры или нагрузки, то будет задан вопрос пользователю.






УСЛОВИЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ

Каждый из краёв балки может иметь одно из условий закрепления:

- Жесткая заделка – возникают опорная реакция и момент;
- Шарнирная опора – возникает опорная реакция;
- Свободный край – никаких реакций не возникает.

ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ ОПОРЫ

— Промежуточные опоры

Координаты промежуточных опор, m

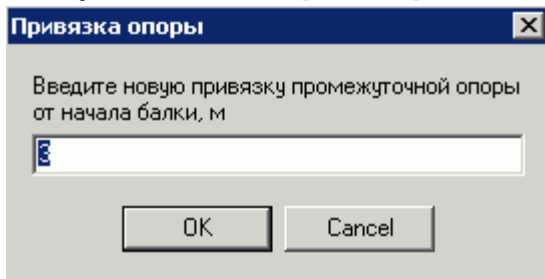
ОПИСАНИЕ

Свиток для управления промежуточными опорами (их координатами)

ПОРЯДОК РАБОТЫ

1. Введите координату промежуточной опоры в текущих **единицах измерения**;
2. Нажмите на кнопку «Установить опору».



Если нет ошибок при вводе, будет установлена промежуточная опора и произведён перерасчёт балки.



Для редактирования списка опор – правая кнопка мыши или двойной щелчок мышью на списке опор.

ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ ШАРНИРЫ

— Промежуточные шарниры

Координаты промежуточных шарниров, m

--

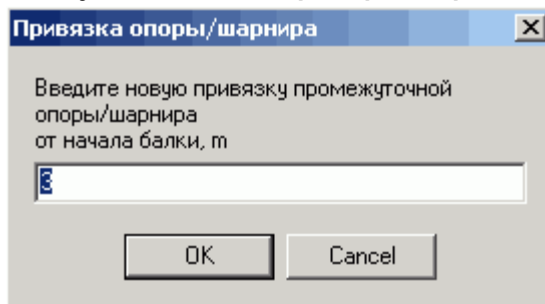
ОПИСАНИЕ

Свиток для управления промежуточными шарнирами (их координатами)

ПОРЯДОК РАБОТЫ

1. Введите координату промежуточного шарнира в текущих **единицах измерения** ;
2. Нажмите на кнопку «Установить шарнир».

Если нет ошибок при вводе, будет установлена промежуточный шарнир и произведён перерасчёт балки.



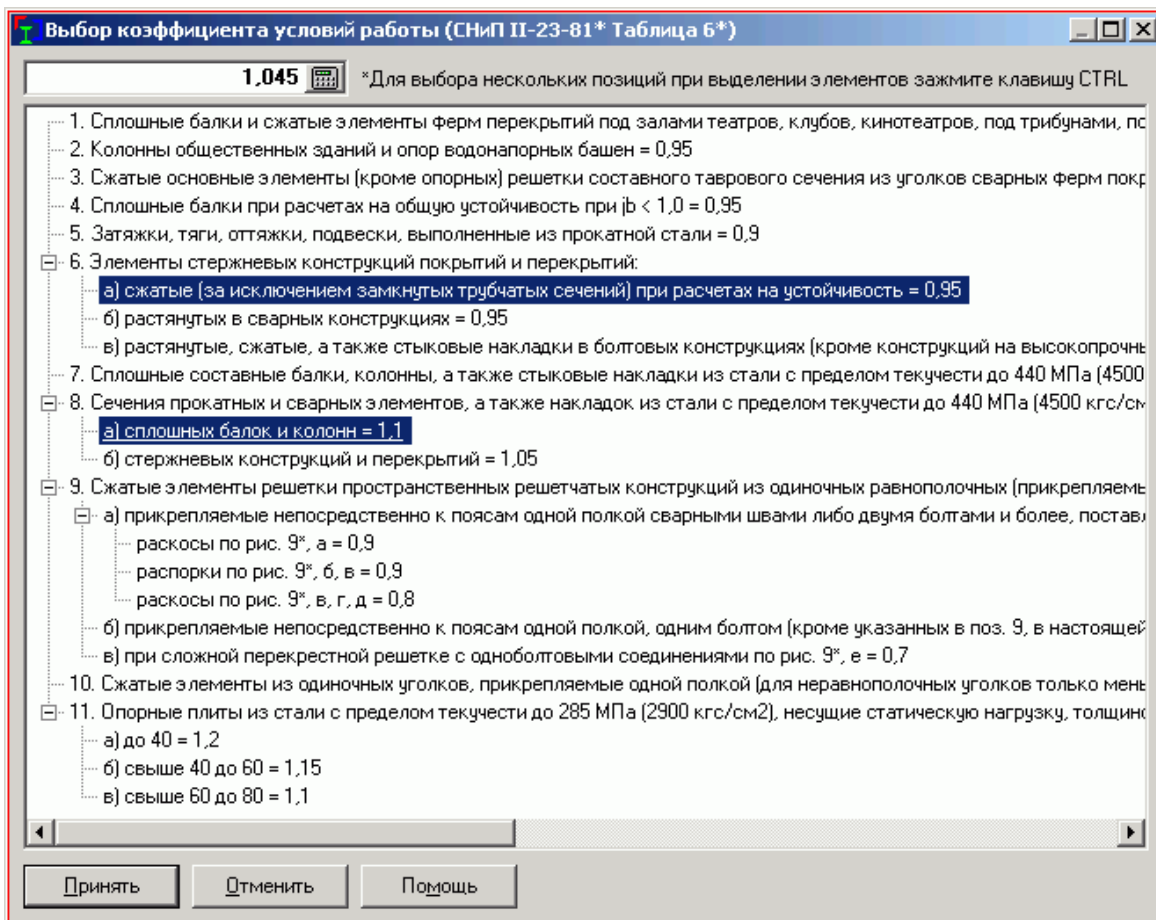
Для редактирования списка опор – правая кнопка мыши или двойной щелчок мышью на списке шарниров.

КОЭФФИЦИЕНТ УСЛОВИЙ РАБОТЫ, СОБСТВЕННЫЙ ВЕС

— К-т условий работы, Собственный вес

$\gamma_c = 0,80$ Учитывать собственный вес балки

КНОПКА «КОЭФФИЦИЕНТ УСЛОВИЙ РАБОТЫ»



Устанавливается к-т условий работы (см. СНиП II-23-81* табл.6*).

На этот к-т умножается R_y и R_s при подборе сечения балки. Может принимать значения от 0,1 до 1,5. Чем он сильнее отличается от 1 в меньшую сторону, тем меньше сопротивление стали, следовательно, тем больше запас по сечению.

Таким образом, этот коэффициент влияет **только** на подбор сечения балки.

Возможно выбирать несколько позиций одновременно. При этом они перемножаются. Для более точного выбора



коэффициентов обратитесь к первоисточнику (т.е. к СНиП), так как в некоторых случаях одновременное действие коэффициентов не допускается!

ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ «УЧИТЫВАТЬ СОБСТВЕННЫЙ ВЕС»

При включении переключателя балка по всей длине загружается собственным весом. Значение собственного веса принимается для текущего профиля.

УСТАНОВКА НАГРУЗОК

Нагрузки

Тип

F Q пост
 M Q трап

Значение, kN

--

Привязка, m

--

ОПИСАНИЕ

Свиток для установки нагрузок на балку.

ПОРЯДОК РАБОТЫ

1. Выберите тип устанавливаемой нагрузки;
2. Задайте значение нагрузки и привязку(ки) в текущих **единицах измерения**;
3. Нажмите на кнопку со стрелкой вправо (или клавишу ВВОД).

Если нет ошибок, нагрузка будет установлена на балку, перерисуются расчётная схема, все эпюры и будет произведён подбор сечения с учетом новой нагрузки.

ТИПЫ НАГРУЗОК

В программе используются следующие типы нагрузок:

- Сосредоточенная сила F – задаётся значение и привязка от начала балки до точки приложения;
- Крутящий момент M - задаётся значение и привязка от начала балки до точки приложения;
- Равномерно распределенная нагрузка $Q_{\text{пост}}$ - задаётся значение и две привязки: от начала балки до начала действия нагрузки и до её конца;
- Неравномерно распределенная нагрузка $Q_{\text{трап}}$ - задаётся два значения (на левом и правом краю) и две привязки: от начала балки до начала действия нагрузки и до её конца. Значения могут быть как одинакового, так и разных знаков.

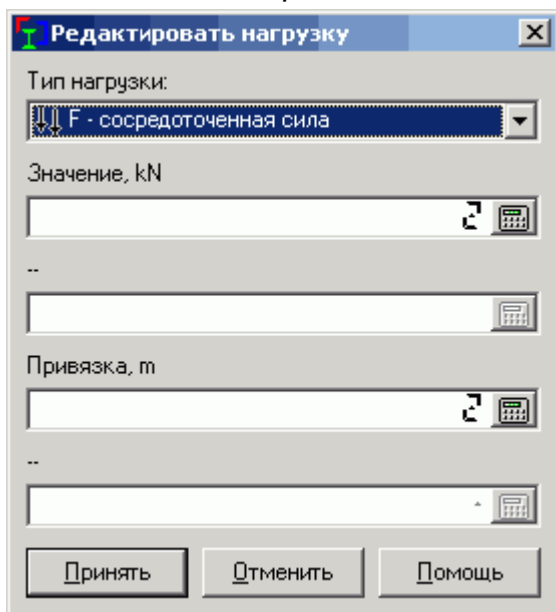
ТАБЛИЦА НАГРУЗОК

Приложенные на балку нагрузки		
Тип, значение	Прив. к началу	Прив. к концу
↓↓ 20	4	-
↻ 15	6	-
↓↓ -30	6	-
↻ -20	0	5
↻ 15 : 40	8	10
↻ -10	2	-

СПИСОК УСТАНОВЛЕННЫХ НАГРУЗОК

В таблице отображаются все нагрузки, установленные на балку. Каждый тип нагрузки имеет свою пиктограмму, значение(я) и привязки в выбранных единицах измерения.

Для сортировки нагрузок можно кликать мышью по заголовкам таблицы.

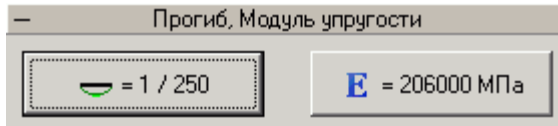


The image shows a dialog box titled "Редактировать нагрузку" (Edit load). It contains the following fields and controls:

- Тип нагрузки:** A dropdown menu showing "F - сосредоточенная сила" (F - concentrated force) with a small icon to the left.
- Значение, kN:** A text input field with a calculator icon on the right.
- Привязка, m:** A text input field with a calculator icon on the right.
- At the bottom, there are three buttons: "Принять" (Accept), "Отменить" (Cancel), and "Помощь" (Help).

Для редактирования нагрузки – правая кнопка мыши или двойной щелчок по нагрузке, в появившемся диалоговом окне можно отредактировать только значение нагрузки. Тип нагрузки начиная с версии 2.2.1.1 изменить уже нельзя.

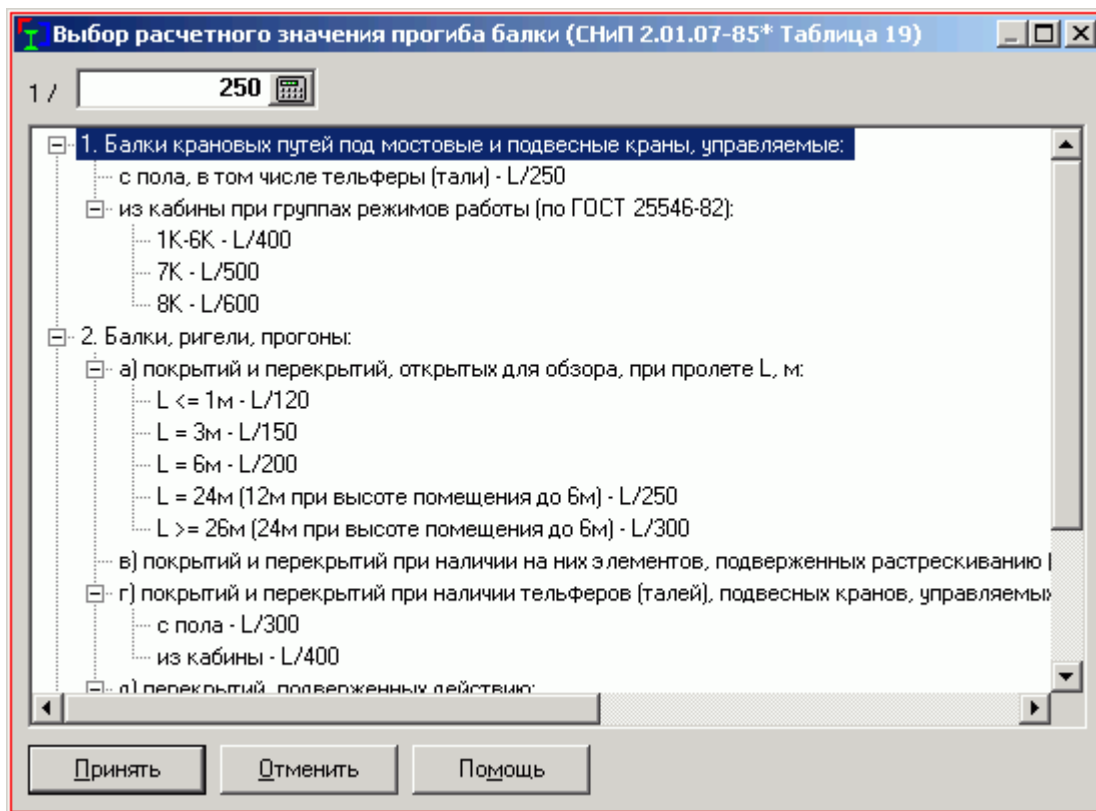
ПРОГИБ, МОДУЛЬ УПРУГОСТИ



ОПИСАНИЕ

На этом свитке отображаются кнопки выбора расчётного прогиба и модуля упругости материала E

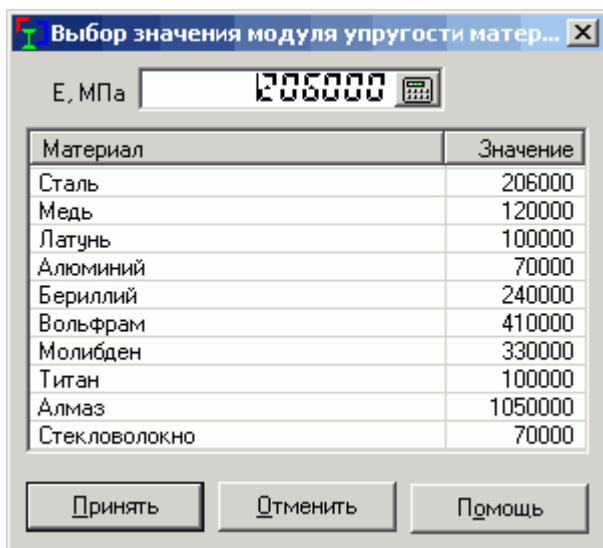
ИЗМЕНЕНИЕ РАСЧЕТНОГО ПРОГИБА



Расчётный прогиб – максимальное отношение прогиба балки в наибольшем пролёте к длине этого наибольшего пролёта. Важно не путать понятия **общая длина балки** и **наибольший пролёт** – это две большие разницы!

При подборе сечения одним из условий является то, что максимальный прогиб должен быть не более расчётного.

ИЗМЕНЕНИЕ МОДУЛЯ УПРУГОСТИ МАТЕРИАЛА



Материал	Значение
Сталь	206000
Медь	120000
Латунь	100000
Алюминий	70000
Бериллий	240000
Вольфрам	410000
Молибден	330000
Титан	100000
Алмаз	1050000
Стекловолокно	70000

Модуль упругости материала E , МПа – согласно Приложению 3 Таблицы 63 СНиП II-23-81* модуль упругости стали составляет 206000 МПа. Возможно задать собственный модуль упругости для материала, отличного от стали.

Также в программе имеется список предустановленных модулей упругости для различных материалов.

МАРКИ СТАЛИ

Сталь	
Марка стали	при:
<input type="text" value="С235"/>	t, мм -- R _y , МПа:
	2..20 230
R _y , МПа	20..40 220
<input type="text" value="0"/>	

ОПИСАНИЕ

Свиток выбора марки стали, расчётного сопротивления стали R_y

МАРКА СТАЛИ ИЛИ РАСЧЁТНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ R_y

В выпадающем списке перечислены марки сталей, которые «знает» программа (по ГОСТ 27772-88). При выборе стали из этого списка в окошке справа отображается таблица соответствия толщины стенки профиля и расчётного сопротивления стали R_y согласно таблице 51* СНиП II-23-81*.



При подборе сечения важно учитывать то обстоятельство, что профили, толщина стенки которых не попадает в диапазон толщин из таблицы 51*, **в подборе сечения не участвуют**.

Кнопкой «R_y» можно задать пользовательское значение расчётного сопротивления, при этом перестают действовать ограничения таблицы 51*.

ВЫБОР СОРТАМЕНТА

— Сортамент

Наименование
Балки двутавровые для армировки шахтных стл ▾

 Подобрать  Произвольный

Спаренное сечение

ОПИСАНИЕ

Свиток выбора элемента сортамента, подбора сечения

СОРТАМЕНТ

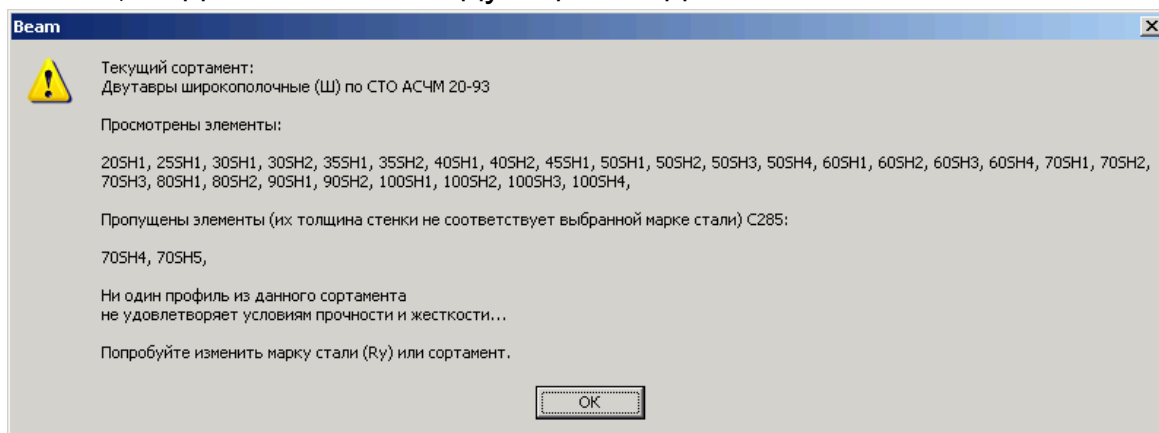
В выпадающем списке «Наименование» перечислены все [загруженные программой](#) сортаменты, которые можно использовать при подборе и проверке сечения.

При изменении списка «Наименование» меняется ниже расположенный список [«Текущий сортамент»](#). Расчёт на прочность и жесткость производится именно для этого сечения, по нему же строятся эпюры прогибов, углов поворота и прочие.

КНОПКА «ПОДОБРАТЬ (ЭЛЕМЕНТ)»

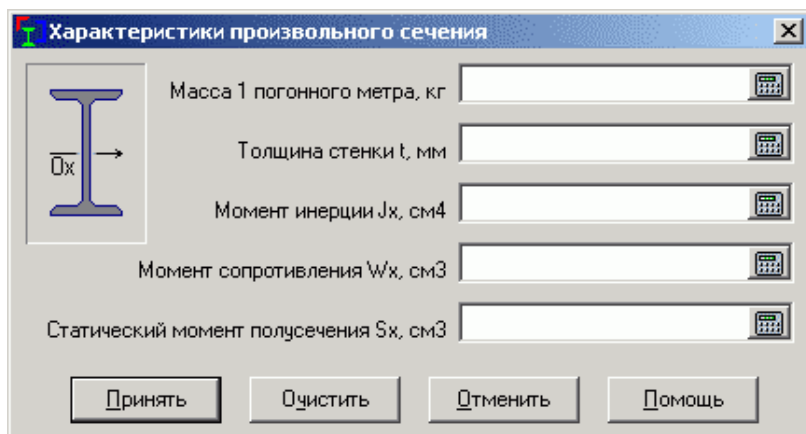
Производится подбор элемента из текущего сортамента. Сортамент начинает просматриваться с 1-го элемента. При нахождении первого, удовлетворяющего условиям прочности и жесткости, элемента расчёт останавливается и этот элемент становится текущим – он отображается в «Таблице элементов сортамента» и в выпадающем списке выбора элемента.

Если ни одно из сечений не удовлетворяет условиям прочности и жесткости, выдётся окно следующего вида:



и необходимо либо изменить сортамент, либо марку стали (или **Ry**), попробовать установить дополнительные опоры, уменьшить нагрузки и т.д.

КНОПКА «ПРОИЗВОЛЬНЫЙ (ЭЛЕМЕНТ)»



Характеристики произвольного сечения

Масса 1 погонного метра, кг

Толщина стенки t , мм

Момент инерции J_x , см⁴

Момент сопротивления W_x , см³

Статический момент полусечения S_x , см³

Принять Очистить Отменить Помощь

Если вы не нашли подходящий элемент из тех сортаментов, которые поставляются с программой, а **свой сортамент** делать лень, не беда – возможно задать любой произвольный элемент, описав его **характеристики** в диалоговом окне. И все же я рекомендую сделать свой файл сортаментов для наиболее часто используемых нестандартных сечений.

ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ «СПАРЕННОЕ СЕЧЕНИЕ»

Включает спаренное сечение - два выбранных элемента рядом.

ТЕКУЩИЙ СОРТАМЕНТ

Текущий сортament						
№	Элемент	q,кг/м	Jx,см4	Wx,см3	Sx,см3	tср ▲
20	45Б2	76	33453	1496,8	839,6	9
21	50Б1	72,5	36845	1497,9	853,5	8,6
22	50Б2	79,5	41872	1688,4	937,3	9
23	50Б3	89,7	47849	1914	1087,7	10
24	55Б1	89	55682	2050,9	1165,1	9,6
25	55Б2	97,9	62790	2295,8	1301,6	10
26	60Б1	96,6	68721	2306,1	1325,5	10
27	60Б2	105,5	77638	2587,9	1489,5	11
28	60Б3	120,4	88107	3005,5	1812,1	11

ОПИСАНИЕ

Таблица, содержащая текущий сортамент

ТАБЛИЦА ЭЛЕМЕНТОВ СОРТАМЕНТА

В таблице отображается текущий сортамент металлопроката:

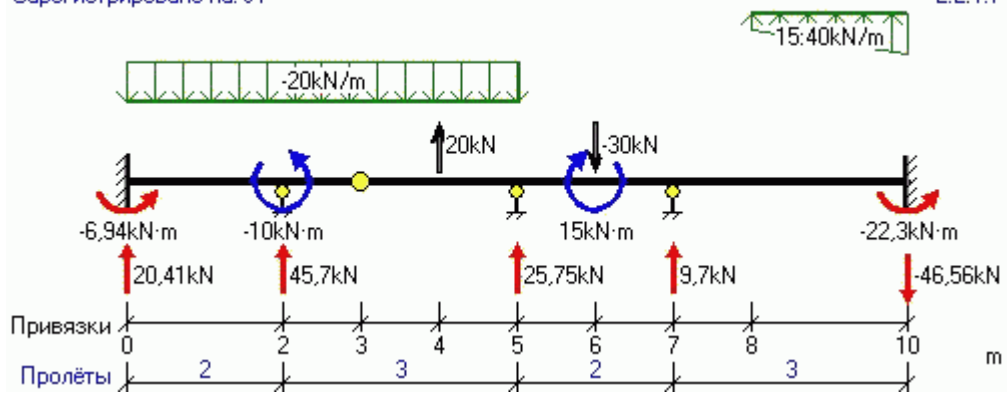
- № по порядку;
- Наименование элемента;
- Масса 1 погонного метра q , кг/м;
- Момент инерции относительно горизонтальной оси симметрии J_x , см⁴;
- Момент сопротивления относительно той же оси W_x , см³;
- Статический момент полусечения S_x , см³;
- Толщина стенки профиля $t_{ст}$, мм.

При выборе элемента он становится текущим.

РАСЧЁТНАЯ СХЕМА

Зарегистрировано на: JT

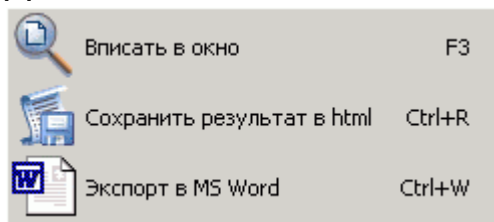
2.2.1.7



ОПИСАНИЕ

Отображает расчётную схему балки со всеми установленными нагрузками, размерами и реакциями опор.

Для вызова контекстного меню – правая кнопка мыши.




Для масштабирования расчётной схемы и эпюр по горизонтали используйте ползунок, расположенный над схемой.


Для размещения расчётной схемы целиком в окне просмотра используйте кнопку или элемент меню «Покажи всё», двойной щелчок мышью по схеме или контекстное меню.

Для распаивания окна с расчётной схемой на весь экран нажмите кнопку со стрелкой в левом углу. Повторное нажатие отменяет действие.

Для панорамирования схемы нажать среднюю кнопку мыши и тащить.

 Отображение нагрузок можно отключать из меню «Вид» или с панели инструментов, при этом отключенные нагрузки **не исключаются** из расчёта!

Опоры, шарниры, силы F и изгибающие моменты M можно перетаскивать при помощи мыши. При

 перетаскивании отображается подсказка о новой координате и смещении. Шаг устанавливается в свитке [Настройки программы](#).

ОКНО ВЫВОДА РЕЗУЛЬТАТА РАСЧЁТА

Сила Q | Нормальное напр. N | Касательное напр. K | Результирующее напр. S | Отчет

Расчёт выполнен: 28.09.2010 10:55:09

Проект: My project
Объект: My object
Конструкция: My construction

Характеристики элемента:
Сортамент: Двутавры нормальные (Б) по СТО АСЧМ 20-93
Элемент: 18Б1
Масса 1 м.п. = 15,40 kg
Момент инерции, $J_x = 1063,00 \text{ cm}^4$
Момент сопротивления, $W_x = 120,10 \text{ cm}^3$
Статический момент полусечения, $S_x = 67,70 \text{ cm}^3$
Марка стали - С235
Расчётное сопротивление стали, $R_y = 230 \text{ МПа}$
Расчётное сопротивление стали сдвигу, $R_s = 0,58 R_y = 133,40 \text{ МПа}$
Коэффициент условий работы $\gamma_c = 0,80$
Относительный прогиб - 1/250 пролёта
Модуль упругости, $E = 206000 \text{ МПа}$

Выделить всё
Копировать

Проверка условий прочности и жесткости:
Напряжения в балке:
нормальное = $M_{\max} / W_x = 125,50 < R_y \cdot \gamma_c = 230 \cdot 0,80 = 184,00 \text{ МПа}$ - условие выполняется (к-т запаса = 1,5)
касательное = $Q_{\max} S_x / (J_x \cdot t_{ст}) = 38,56 < R_s \cdot \gamma_c = 133,40 \cdot 0,80 = 106,72 \text{ МПа}$ - условие выполняется (к-т запаса = 2,8)
результирующее = $\sqrt{\text{нормальное}^2 + 3 \cdot \text{касательное}^2} = 140,94 < R_y \cdot \gamma_c = 230 \cdot 0,80 = 184,00 \text{ МПа}$ - условие выполняется (к-т запаса = 1,3)


Максимальный относительный прогиб = $1/1480$ ($\chi = 7,09 \text{ m}$) $< 1/250$ - условие выполняется (к-т запаса = 5,9)

Сечение элемента проходит по условиям прочности и жесткости.
Необходимо дополнительно проверить сечение на общую и местную устойчивость!
(п.п. 5.15 СНиП II-23-81*)

Конец расчёта...

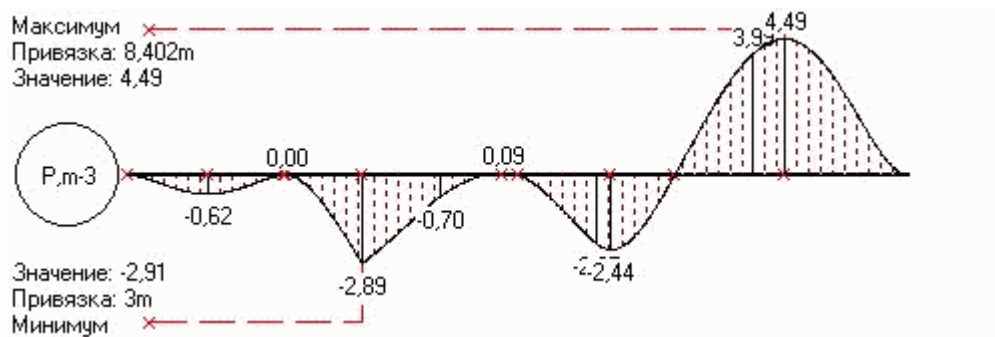
ОПИСАНИЕ

В это окно выводятся исходные данные и результаты расчёта балки – найденные реакции опор, максимальные и минимальные значения прогибов, углов поворота, моментов и перерезывающих сил, а также результаты проверки сечения балки.

Вывод может осуществляться как полный, так и сокращённый – режим отображения выбирается нажатием  на кнопку «Коротко/Целиком» на панели инструментов (сделано для увеличения быстродействия при расчёте).

При помощи правой кнопки мыши можно получить доступ к содержимому окна (Выделить всё / Скопировать).

ЭПЮРА ПРОГИБОВ



ОПИСАНИЕ

Эпюра действительных прогибов балки в текущих единицах измерения длины-3 (**в минус третьей степени**) с указанием максимального и минимального значения с привязкой от начала балки.

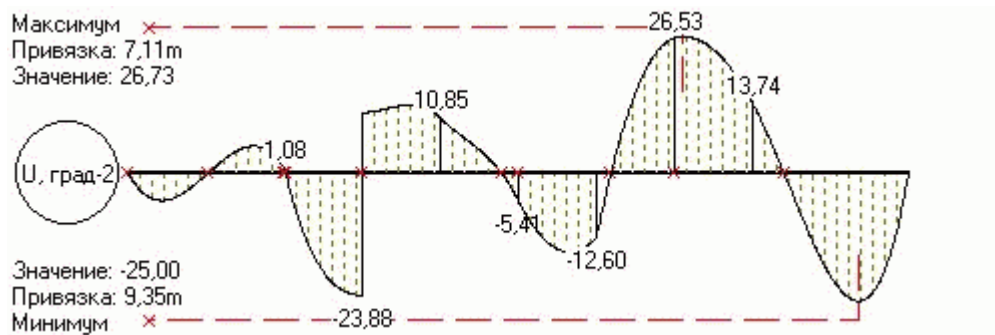


Отображение прогиба в минус третьей степени введено потому, что прогиб балки на несколько порядков меньше пролета балки.



см. Примечания к разделу [«Расчётная схема»](#).

ЭПЮРА УГЛОВ ПОВОРОТА



ОПИСАНИЕ

Эюра действительных углов поворота сечения балки в градусах-2 (**в минус второй степени**) с указанием максимального и минимального значения с привязкой от начала балки.

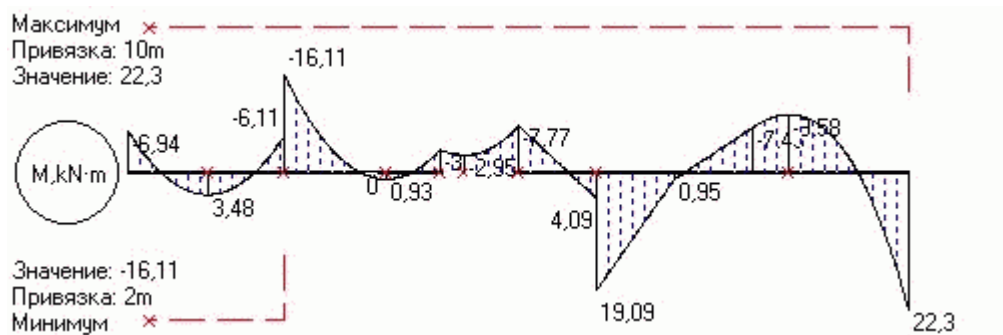


Отображение угла поворота в минус второй степени введено потому, что угол поворота сечения балки на самом деле очень мал.



см. Примечания к разделу [«Расчётная схема»](#).

ЭПЮРА ИЗГИБАЮЩИХ МОМЕНТОВ



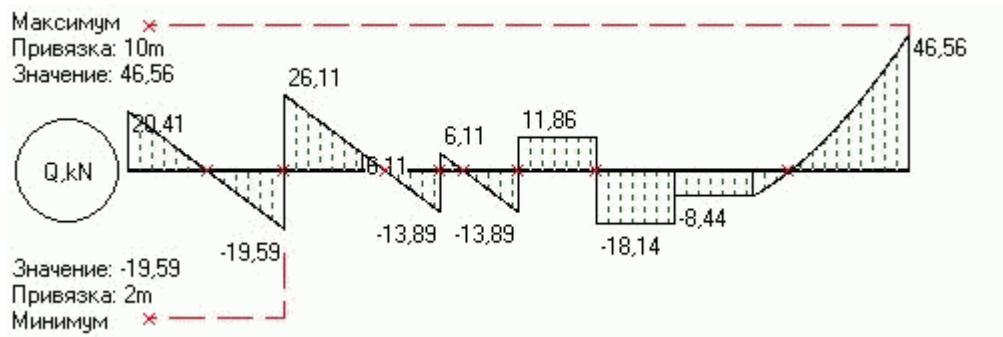
ОПИСАНИЕ

Эпюра изгибающих моментов с указанием максимального и минимального значения с привязкой от начала балки.



см. *Примечания к разделу «Расчётная схема».*

ЭПЮРА ПЕРЕРЕЗЫВАЮЩИХ СИЛ



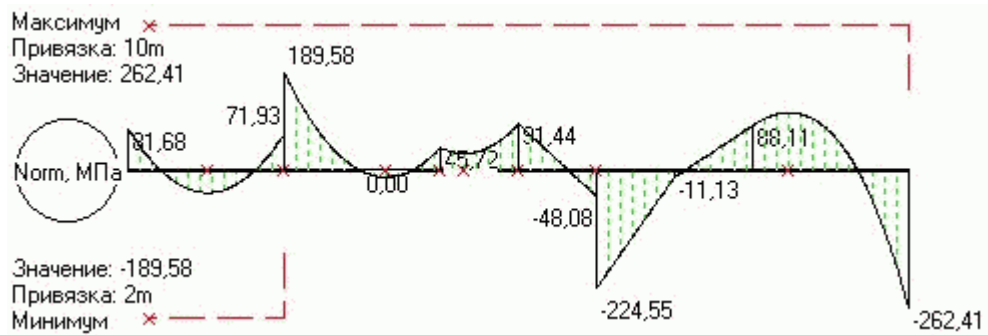
ОПИСАНИЕ

Эюра перерезывающих сил с указанием максимального и минимального значения с привязкой от начала балки.



см. Примечания к разделу «Расчётная схема».

ЭПЮРА НОРМАЛЬНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ



ОПИСАНИЕ

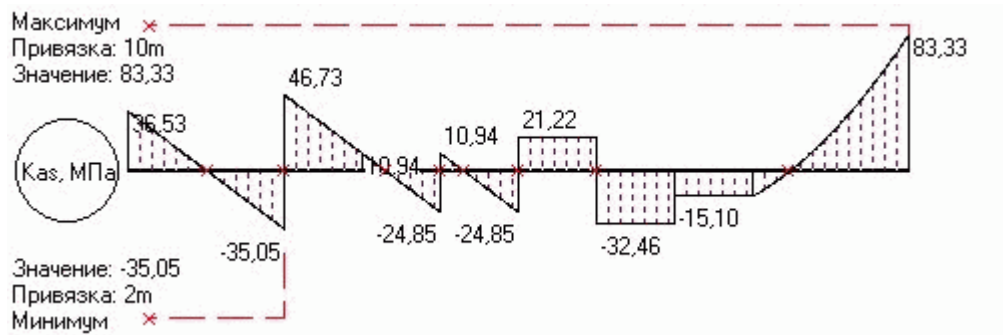
Эпюра нормальных напряжений в сечении с указанием максимального и минимального значения с привязкой от начала балки.

Эпюра строится по [формуле \(1\)](#)



см. Примечания к разделу «Расчётная схема».

ЭПЮРА КАСАТЕЛЬНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ



ОПИСАНИЕ

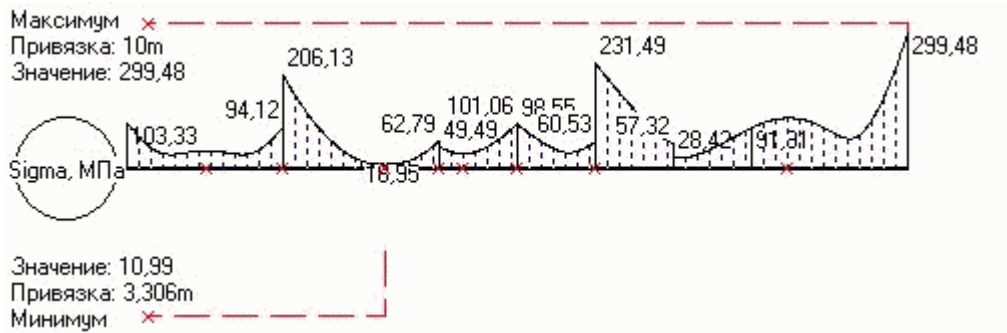
Эюра касательных напряжений в сечении с указанием максимального и минимального значения с привязкой от начала балки.

Эюра строится по [формуле \(2\)](#)



см. [Примечания к разделу «Расчётная схема».](#)

ЭПЮРА РЕЗУЛЬТИРУЮЩИХ НАПРЯЖЕНИЙ



ОПИСАНИЕ

Эпюра результирующих напряжений в сечении с указанием максимального и минимального значения с привязкой от начала балки.

Эпюра строится по [формуле \(3\)](#)



см. [Примечания к разделу «Расчётная схема».](#)

ИСХОДНЫЕ ПОСТУЛАТЫ РАСЧЁТА

ОПИСАНИЕ

Программа производит статический расчёт балки с любым количеством промежуточных опор и шарниров под действием произвольной системы изгибающих моментов, сосредоточенных сил и равномерно распределённых нагрузок, приложенных в вертикальной плоскости.

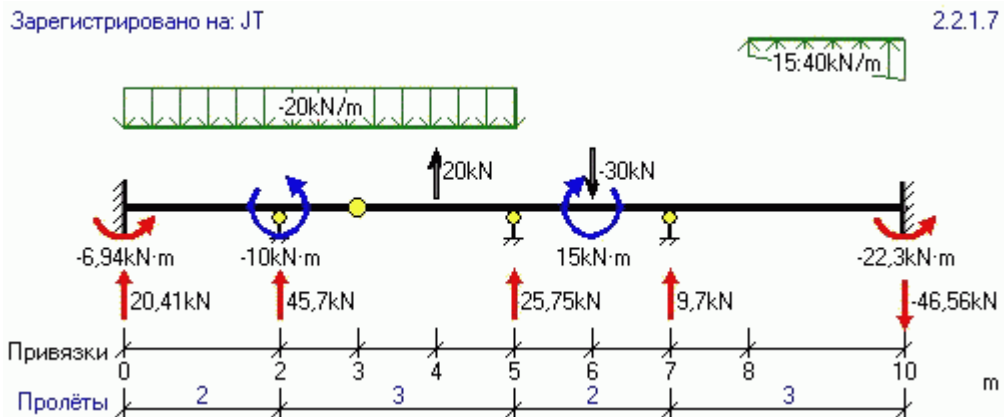


Рисунок 1. Геометрическая схема балки с установленными нагрузками

ГРАНИЧНЫЕ УСЛОВИЯ

Граничные условия на каждом краю могут быть:

- жёсткая заделка - угол поворота сечения равен нулю, возникают опорная реакция и момент;
- шарнир - вертикальное перемещение равно нулю, возникает опорная реакция;
- свободный край - никаких реакций не возникает, вертикальное перемещение и угол поворота сечения - по расчету.

Соответственно, если на левом и правом краю балки задан «свободный край», на ней должны быть установлены по крайней мере две промежуточные опоры для того, чтобы балка была геометрически неизменяемой.

СООТНОШЕНИЯ МЕЖДУ ПРОГИБОМ, УГЛОМ ПОВОРОТА СЕЧЕНИЯ И ЭПЮРАМИ M И Q

Из курса «Сопротивление материалов» известны очень интересные соотношения, а именно:

- угол поворота сечения U есть производная от вертикального перемещения w ;
- изгибающий момент в сечении M есть производная от угла поворота U , умноженного на EJx ;
- перерезывающая сила в сечении Q есть производная от изгибающего момента M ;
- распределённая нагрузка q есть производная от перерезывающей силы Q .

Таким образом, имеют место равенства:

- $U(z)=w'(z)$ (1)
- $M(z)=EJx \cdot U'(z)$ (2)
- $Q(z)=M'(z)$ (3)
- $q(z)=Q'(z)$ (4)

При построении эпюр будем руководствоваться формулами (1-4).

НАЧАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ И НЕИЗВЕСТНЫЕ РЕАКЦИИ ОПОР

Балка на Рис.1 является статически неопределимой: неизвестные реакции промежуточных опор и силовые факторы на концах балки не могут быть найдены из уравнений статики. Для решения задачи применён **метод начальных параметров**. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки при этом имеет вид:

$$EJ_x w(z) = EJ_x w_0 + EJ_x \theta_0 z + M_0 \frac{z^2}{2} + Q_0 \frac{z^3}{6} + \sum_{x_k < z} M_k \frac{(z-x_k)^2}{2} + \sum_{x_k < z} F_k \frac{(z-x_k)^3}{6} + \sum_{x_k^* < z} q_k \frac{(z-x_k^*)^4}{24} - \sum_{x_k^* < z} q_k \frac{(z-x_k^*)^4}{24} \quad (5)$$

где:

- $EJ_x w_0$ - прогиб в левом сечении (с точностью до множителя EJ_x);
- $EJ_x \theta_0$ - угол поворота левого сечения (также с точностью до множителя EJ_x);
- M_0 и Q_0 - изгибающий момент и перерезывающая сила в левом сечении.

Все эти параметры (они называются начальными) - неизвестны. В каждой из сумм суммирование проводится по всем силовым факторам, расположенным слева от текущего сечения. Во второй сумме (сосредоточенных усилий F_k) учитываются неизвестные реакции опор R_1, R_2, \dots . Таким образом, в уравнении (5) - $n+4$ неизвестных, где n - количество промежуточных опор. Если все эти неизвестные будут найдены, то будет возможно построить эпюру перемещений по формуле (5) и другие эпюры с помощью производных от (5), которые по (1-4) дают:

углы поворота:

$$EJ_x \theta(z) = EJ_x \theta_0 + M_0 z + Q_0 \frac{z^2}{2} + \sum_{x_k < z} M_k (z-x_k) + \sum_{x_k < z} F_k \frac{(z-x_k)^2}{2} + \sum_{x_k^* < z} q_k \frac{(z-x_k^*)^3}{6} - \sum_{x_k^* < z} q_k \frac{(z-x_k^*)^3}{6} \quad (6)$$

изгибающие моменты:

$$M(z) = M_0 + Q_0 z + \sum_{x_k < z} M_k + \sum_{x_k < z} F_k (z-x_k) + \sum_{x_k^* < z} q_k \frac{(z-x_k^*)^2}{2} - \sum_{x_k^* < z} q_k \frac{(z-x_k^*)^2}{2} \quad (7)$$

перерезывающие силы:

$$Q(z) = Q_0 + \sum_{x_k < z} F_k + \sum_{x_k^n < z} q_k(z - x_k^n) - \sum_{x_k^k < z} q_k(z - x_k^k) \quad (8)$$

Для нахождения этих $n+4$ неизвестных имеется столько же уравнений:

- под каждой опорой перемещение равно нулю - всего n уравнений вида (5) в тех точках, где расположены опоры;
- по 2 каких-либо параметра на каждом краю балки равны нулю - всего 4 уравнения.

В зависимости от вида граничных условий будут равны нулю:

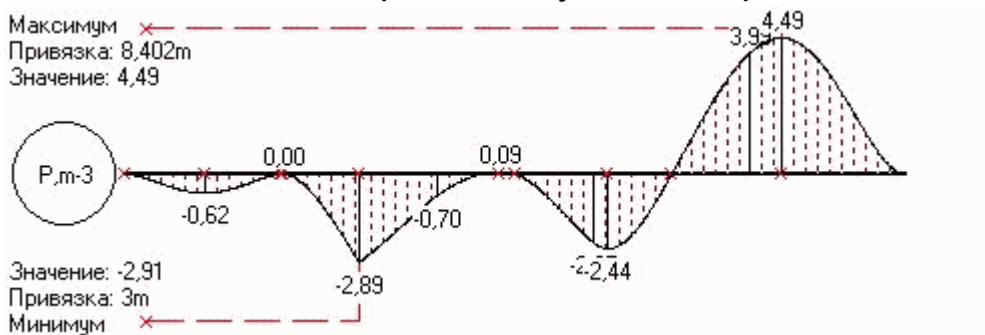
- в жёсткой заделке - перемещение и угол поворота;
- при шарнирном закреплении - перемещение и изгибающий момент;
- на свободном краю - изгибающий момент и перерезывающая сила.

Для примера, приведенного на Рис.1 составляется $n + 4 = 5 + 4 = 9$ уравнений с 9-ю неизвестными.

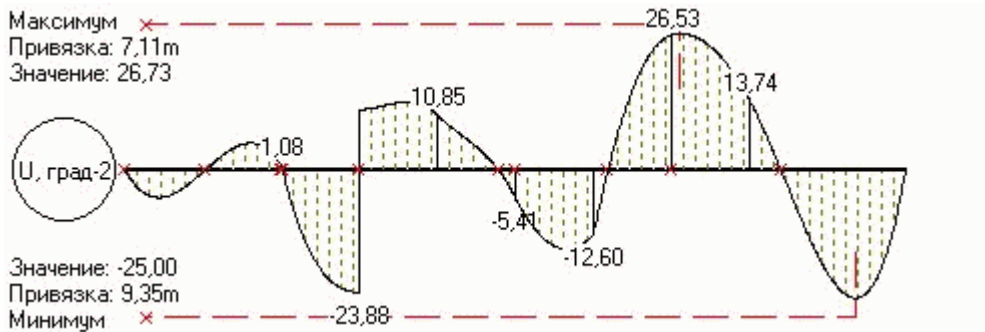
Программа составляет и решает эту систему уравнений методом Гаусса с выбором ведущего элемента по каждому столбцу.

ПОСТРОЕНИЕ ЭПЮР

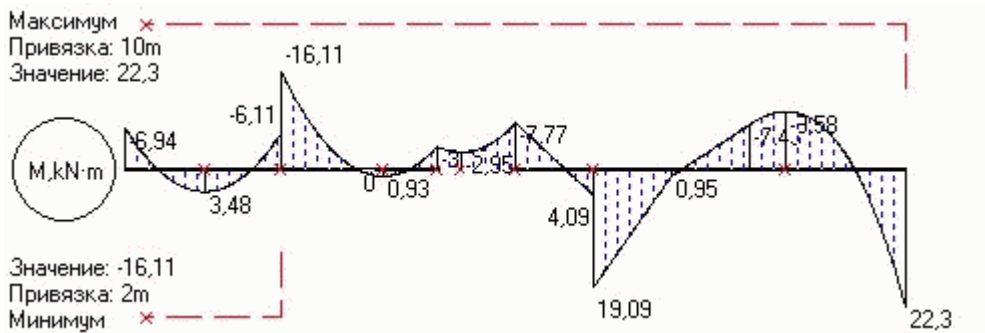
После того, как будет составлена и решена система уравнений, описанная в предыдущем разделе и вычислены все необходимые данные для формул (5-8), строятся эпюры перемещений, углов поворота, изгибающих моментов и перерезывающих сил, при этом множитель EJ вычисляется в зависимости от текущего элемента сортамента. Зависят же от этого множителя, как видно из уравнений (5-8) только перемещения, то есть прогибы и углы поворота.



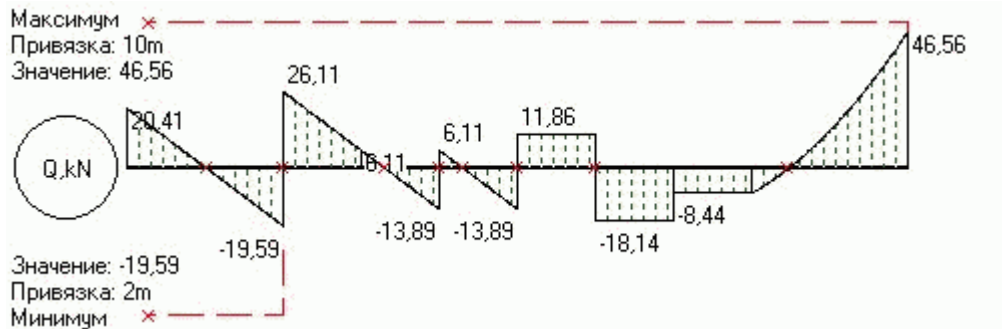
Эпюра прогибов



Эпюра углов поворота, градусы



Эпюра изгибающих моментов



Эпюра перерезывающих сил

Эпюры напряжений строятся в зависимости от текущего сечения по [формулам \(1-3\)](#)

ПОДБОР СЕЧЕНИЯ

Определяется максимальный (по модулю) изгибающий момент M_{\max} и сечение, в котором он достигается (опасное сечение).

Из соотношения:

$$\sigma = \frac{|M_{\max}|}{W_x} \leq R_y \cdot \gamma_c \quad (1)$$

определим минимально допустимый момент сопротивления сечения и построим **эпюру нормальных напряжений**.

После проверяется касательное напряжение и строится **эпюра касательных напряжений**. В каждом сечении оно подсчитывается по формуле Журавского:

$$\tau = \frac{|Q_{\max}| \cdot S_s}{J_x \cdot t_{cm}} \leq R_s \cdot \gamma_c = 0,58 \cdot R_y \cdot \gamma_c \quad (2)$$

По этим напряжениям строится **эпюра результирующих напряжений** согласно соотношения:

$$\sigma_{рез} = \sqrt{\sigma^2 + 3 \cdot \tau^2} \quad (3)$$

где:

- γ_c – коэффициент условий работы

Сечение балки подбирается исходя из условия, что сопротивление материала больше любого из вышеперечисленных напряжений.

Также в подборе сечения участвует вычисленный фактический **прогиб** балки.

INI-ФАЙЛ

ВВЕДЕНИЕ

В этом файле хранятся настройки программы. Для сброса настроек просто удалите этот файл (с расширением ini) из папки с программой. После следующего запуска программа создаст его автоматически.

ФОРМАТ ФАЙЛА INI:

```
//-----8><----- Начало файла инициализации -----8><-----  
Beam  
INI-file  
Do not modify!  
Руками не править!  
Nigcht fershteien!  
  
Version=2.2.6.1  
Left=-4  
Top=-4  
Width=1288  
Height=979  
fmt=%1.2f  
StepZShow=100  
BMPWidth=800  
JPGCompQ=80  
IsEpColor=true  
LastData=E:\Beam 2.2\Setup\  
LastResult=E:\Beam 2.2\  
edS.txt=kN  
edL.txt=m  
FSgn=-1  
gC=0,8  
Progib=250  
E=206000  
Lang=1049  
IsShowHint=false  
//-----8><----- Конец файла -----8><-----
```

ФАЙЛ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

ВВЕДЕНИЕ

В этом файле сохраняются исходные данные программы.

ФОРМАТ ФАЙЛА ИСХОДНЫХ ДАННЫХ:

Файл имеет расширение **.beam**.

Представляет из себя обычный текстовый файл, в котором построчно сохраняются следующие параметры:

- версия программы;
- описание расчёта - название проекта, объекта, конструкции;
- длина балки;
- модуль упругости материала;
- расчетный прогиб;
- направление оси Y;
- коэффициент надёжности по нагрузке;
- единицы измерения длины и силы;
- условия закрепления крайних опор;
- количество и координаты промежуточных опор;
- количество и координаты промежуточных шарниров;
- таблица нагрузок, приложенных на балку;
- с собственным весом?
- спаренное сечение?
- информация о выбранном профиле.

ПРИМЕР ФАЙЛА ДАННЫХ

```
//-----8><----- Начало файла данных -----8><-----  
//Do not manual modify!  
//Beam - 2.2.6.1  
My project  
My object  
My construction  
10000  
206000  
250  
-1  
0,80  
m  
kN  
0  
0  
2,5,9  
3  
6  
0  
20  
4,-  
1  
15  
7,-  
0  
-30  
6,-  
2  
-20  
0,5  
3  
15 : 40  
8,10  
1  
-10  
2,-  
TRUE  
FALSE  
Двутавры нормальные (Б) по СТО АСЧМ 20-93  
18B1  
15,4  
1063  
120,1
```

67,7

4,3

//-----8><----- Конец файла -----8><-----

ФОРМАТ ФАЙЛА СОРТАМЕНТА


ВВЕДЕНИЕ

В программе предустановленно 24 сортамента металлопроката. Файлы открываются и редактируются в любом текстовом редакторе, например, в Блокноте.

СПИСОК УСТАНОВЛЕННЫХ СОРТАМЕНТОВ

№ п/п	Наименование сортамента
1	Балки двутавровые для армировки шахтных стволов (С) по ГОСТ 19425-74
2	Балки двутавровые для монорельсов по ГОСТ 19425-74
3	Двутавры колонные (К) по СТО АСЧМ 20-93
4	Двутавры нормальный (Б) по СТО АСЧМ 20-93
5	Двутавры по Р40-93 (СТО АСЧМ 20-93)
6	Двутавры специальные по СТО АСЧМ 20-93
7	Двутавры широкополочные (Ш) по СТО АСЧМ 20-93
8	Двутавры дополнительной серии (Д) по ГОСТ 26020-83
9	Двутавры колонные (К) по ГОСТ 26020-83
10	Двутавры нормальные (Б) по ГОСТ 26020-83
11	Двутавры стальные горячекатаные по ГОСТ 8239-89
12	Двутавры широкополочные (Ш) по ГОСТ 26020-83
13	Трубы стальные квадратные по ГОСТ 8639-82
14	Швеллеры с параллельными гранями полок по ГОСТ 8240-89
15	Швеллеры с уклоном полок по ГОСТ 8240-89
16	Швеллеры гнутые равнополочные по ГОСТ 8278-83 из сталей С239-С245
17	Швеллеры гнутые равнополочные по ГОСТ 8278-83 из сталей С255-С275
18	Швеллеры для автомобильной промышленности (С) по ГОСТ 19425-74
19...22	Трубы стальные профильные по ГОСТ 8645-68 (плашмя и на ребро)
23	Профили стальные гнутые замкнутые сварные квадратные и прямоугольные для строительных конструкций. ГОСТ 30245-2003

24 Трубы стальные сварные для строительных конструкций. Технические условия ГОСТ Р 58064-2018

При правке существующих сортаментов или добавлении своих убедитесь, что после запуска программы  сортаменты успешно загрузились и в Окне сообщений программы нет сообщений об ошибках!

ТРЕБОВАНИЯ

Файлы сортамента должны находиться в папке с именем **Sortament**, расположенной в папке с программой. В противном случае программа их не сможет загрузить и использовать.

Имя файла - любое допустимое в операционной системе.

Расширение у файла сортамента должно быть `srt`.

ФОРМАТ ФАЙЛА

№ строки	Содержание
1	Русское наименование сортамента (не более 255 символов)
2	Английское наименование сортамента (не более 255 символов)
3	Количество элементов в сортаменте (целое число)
4	Служебная строка («Name»)
5	Служебная строка («q,kg/mJx,cm4Wx,cm3Sx,cm3tw,mm»)
6	Наименование 1-го элемента
7	Характеристики 1-го элемента (q,кг/м; Jx,см4; Wx,см3; Sx,см3; tст,мм)
...	... и так далее ...

где

- q – масса 1 погонного метра профиля, кг/м;
- Jx – момент инерции сечения относительно горизонтальной оси симметрии, см⁴;
- Wx – момент сопротивления относительно той же оси, см³;
- Sx – статический момент полусечения, см³ (статический момент – произведение площади сечения на координату её центра тяжести, определяющую расстояние между центром и осью);
- tст – толщина стенки профиля, мм.



Поля под номером 4 и 5 не используются – программа при загрузке сортамента их пропускает. Введены для облегчения заполнения или редактирования файлов сортаментов.

Разделитель между характеристиками элемента является символ табуляции.

Разделитель целой и дробной части числа – символ «.» (точка) – не зависимо от установленного в системе режима обработки десятичного разделителя (Decimal Separator).

Все характеристики элемента – числа с плавающей точкой.

ПРИМЕР ФАЙЛА СОРТАМЕНТА

Этот пример можно скопировать в текстовый документ, созданный в папке Sortament и имеющий расширение srt, и он будет использоваться программой наравне с другими сортаментами.

```
//-----8><----- Начало файла сортамента -8><-----  
Мои любимые балки по ТУ 12-34-56*  
My lovely beams TU 12-34-56*  
5  
Name  
q, kg/m   Jx, cm4   Wx, cm3   Sx, cm3   tw, mm  
Балка 1  
25.8     1760      196       113       7  
Балка 2  
38.3     4640      387       223       8.2  
Балка 3  
50.2     9500      633       364       9  
Балка 4  
57.9     15340     852       493       9.5  
Балка 5  
77.6     31900     1420      821       10.5  
//-----8><----- Конец файла -----8><-----
```

ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОФИЛЯ

Для уголков и многих других профилей такая характеристика профиля, как S_x (Статический момент полусечения), в сортаментах не приводится. И что делать?

Распишем подробнее, для чего программе нужно знать именно эти характеристики элементов:

- q – используется программой только для загрузки балки **собственным весом**. Таким образом, не зная этот параметр, можно ставить его равным «0», при этом собственным весом балку загрузить не удастся;
- J_x , S_x , $t_{ст}$ – используются в формуле вычисления **касательных напряжений**. Не зная S_x , ставьте его равным 1, при этом программа будет **неверно** определять касательные напряжения. Прогиб, угол поворота сечения, эпюры M и Q и нормальное напряжение (самое опасное) будут посчитаны верно. Если же вы вдобавок не знаете J_x или $t_{ст}$ – лучше вообще не вносить такой сортament;
- $t_{ст}$ – помимо вычисления касательных напряжений этот параметр используется при выборе программой расчётного сопротивления стали R_y в зависимости от марки стали (см. таблицу 51* СНиП II-23-81*);
- W_x – используется при вычислении **нормального напряжения** в балке.

ФАЙЛ ПОДСКАЗОК

ВВЕДЕНИЕ

В этом файле хранятся текстовые подсказки, вызываемые в меню "Помощь" - "Подсказка дня".

Файл имеет расширение **.hnt** и находится в одном каталоге с исполняемым файлом **Beam.exe**

ФОРМАТ ФАЙЛА ПОДСКАЗОК:

- 1 Комментарии
 - 2 NUMBER_TIPS - количество подсказок
 - 3 TCRU_N - Подсказка номер N (русский язык)
 - 4 TCEN_N - Подсказка номер N (английский язык)
 - 5 HR_N - ссылка на топик справки
- и так далее ...

Комментарии начинаются с символов "//".

ОБРАЗЕЦ ФАЙЛА ПОДСКАЗОК:

```
//-----8><----- Начало файла подсказок -----8><-----  
//Формат файла подсказок:  
//NUMBER_TIPS - количество подсказок в файле  
//Подсказки должны начинаться с нуля!  
//TCRU_N - Tip caption RU  
//TCEN_N - Tip caption EN  
//HR_N - Help Reference  
NUMBER_TIPS=1  
TCRU_0=Совет на русском языке  
TCEN_0=Tot zhe sovet, no na angliiskom  
HR_0=Contents  
//-----8><----- Конец файла -----8><-----
```


Расчётное сопротивление стали R_y – берется из таблицы 51* СНиП II-23-81* Стальные конструкции. Зависит от марки стали и толщины проката.

Проверка индексов элементов массива на выход за его границы

Проверка условия переполнения для арифметических операций

Тип данных – Extended;

Диапазон значений - $3.6 \times 10^{-4951} \dots 1.1 \times 10^{4932}$;

Значащих цифр - 20;

Размер в байтах – 10

Идентификатор оборудования вычисляется по серийному номеру логического диска C:\ и идентификатору процессора (так называемому CPUID).



В случае замены процессора или форматирования диска C:\ (или его физической замены) идентификатор оборудования изменится и старый ключ работать уже не будет.

Из этого следует, что не следует при переустановке Windows форматировать системный диск - тем самым изменяется серийный номер логического диска C:\