

SCAD Soft



SCAD
Structure 



Декор
Расчет элементов деревянных
конструкций

Руководство пользователя

УДК 737.30

Авторский коллектив

Криксунов Э.З., Перельмутер М.А., Скорук Л.Н., Фурсов В.В.

ДЕКОР. Расчет элементов деревянных конструкций.

РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ. Версия 1.1.

В руководстве приводятся описание функциональных возможностей программы **ДЕКОР**, технологии ее использования и рекомендации по применению.

Программа предназначена для специалистов-проектировщиков, обладающих минимальными навыками работы с компьютером.

SCAD Soft, 2006 ©

Содержание

1.	Введение.....	4
1.1	Оценка конструктивного решения.....	4
1.2	Главное окно.....	5
1.3	Меню.....	6
1.4	Настройки.....	6
1.5	Работа с таблицами.....	8
2.	Информационные режимы.....	10
2.1	Предельные прогибы и деформации.....	10
2.2	Плотности.....	10
2.3	Сортамент древесины.....	10
2.4	Расчетные сопротивления.....	11
2.5	Древесина.....	11
2.6	Предельные гибкости.....	12
3.	Расчет.....	13
3.1	Общие операции.....	13
3.1.1	Конструирование поперечных сечений.....	13
3.1.2	Характеристики древесины.....	14
3.1.3	Коэффициенты условий работы.....	14
3.1.4	Формирование отчета.....	15
3.2	Геометрические характеристики.....	15
3.3	Расчетные длины.....	16
3.4	Сопротивление соединений.....	16
3.5	Сопротивление сечений.....	18
3.5.1	Ограничения реализации.....	20
3.6	Неразрезные прогоны.....	21
3.6.1	Расчет.....	23
3.6.2	Ограничения реализации.....	24
3.7	Консольно-балочные прогоны.....	24
3.7.1	Ограничения реализации.....	24
3.8	Балки.....	24
3.8.1	Ограничения реализации.....	26
3.9	Стойки.....	26
3.9.1	Ограничения реализации.....	28
3.10	Фермы.....	28
3.11	Элемент фермы.....	32
4.	ПРИЛОЖЕНИЕ.....	33
4.1	Калькулятор для расчета по формулам.....	33
4.2	Калькулятор для преобразования единиц измерения.....	34

1. Введение

Программа **ДЕКОР** предназначена для выполнения расчетов и проверок элементов и соединений деревянных конструкций на соответствие требованиям СНиП II-25-80 “Деревянные конструкции”. Кроме того, в программе предусмотрена возможность получения справочных данных, часто используемых при проектировании деревянных конструкций.

Реализованные в программе принципы управления, подготовки данных и документирования результатов расчета полностью совпадают с аналогичными режимами проектно-аналитических программ, входящих в состав системы **SCAD Office®**. Программы используют известную технику работы с многостраничными окнами. Активизация страницы происходит при нажатии на ее закладку, также есть возможность использовать меню.

1.1 Оценка конструктивного решения

Любой набор нормативных требований может быть представлен в форме списка неравенств вида

$$F_j(S,R) \leq 1, \quad (j = 1, \dots, n),$$

где F_j — функция основных переменных, реализующая j -ю проверку; S — обобщенные нагрузки (нагрузочные эффекты); R — обобщенные сопротивления.

Ориентируясь на значения функций F_j , можно ввести понятие **коэффициента использования ограничения** (K), и критерий проверки представить в виде

$$\max_j K_j \leq 1,$$

включающем все необходимые проверки. Само значение K_j при этом определяет для элемента (узла, соединения, сечения и т.п.) имеющийся запас прочности, устойчивости или другого нормируемого параметра качества. Если требование норм выполняется с запасом, то коэффициент K_j равен относительной величине исчерпания нормативного требования (например, $K_j = 0,7$ соответствует 30%-му запасу). При невыполнении требований норм значение $K_j > 1$ свидетельствует о нарушении того или иного требования, т.е. характеризует степень перегрузки. Таким образом, K_j есть левая часть расчетного неравенства, представленного в приведенной выше форме (рис. 1).

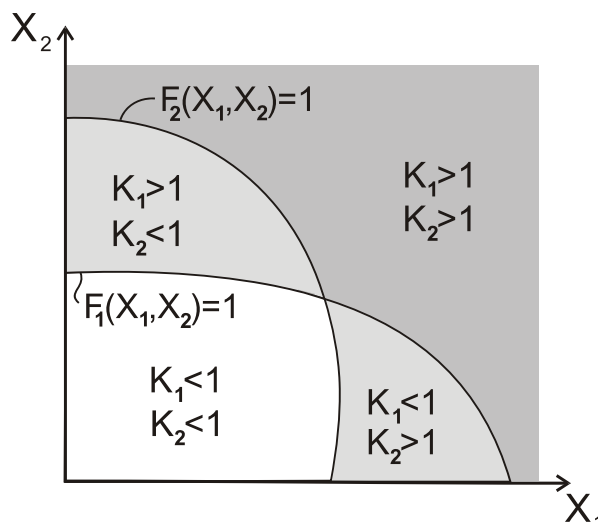


Рис. 1. Геометрическая иллюстрация области проверок в случае двух переменных

Все полученные в результате проверок значения коэффициентов K_j доступны для анализа в диалоговом окне **Диаграмма факторов** (рис. 2) или же в полном отчете о проведенной проверке. В рабочих диалоговых окнах выводится значение K_{\max} — максимального (т.е. наиболее опасного) из обнаруженных значений K_j и указывается тип проверки (например, прочность, устойчивость), при которой этот максимум реализовался.

Проверка	Коэффициент	Статус
Гибкость верхнего пояса в плоскости фермы	0.006	Зеленый
Гибкость верхнего пояса из плоскости фермы	0.006	Зеленый
Прочность верхнего пояса при действии сжимающей продольной силы	1.317	Красный
Устойчивость верхнего пояса в плоскости фермы при действии продольной силы	1.317	Красный
Устойчивость верхнего пояса из плоскости фермы при действии продольной силы	1.317	Красный
Гибкость нижнего пояса в плоскости фермы	0.017	Зеленый
Гибкость нижнего пояса из плоскости фермы	0.023	Зеленый
Прочность нижнего пояса при действии растягивающей продольной силы	1.369	Красный
Гибкость раскосов в плоскости фермы	0.005	Зеленый
Гибкость раскосов из плоскости фермы	0.005	Зеленый
Прочность раскосов при действии сжимающей продольной силы	0.596	Зеленый
Устойчивость раскосов в плоскости	0.596	Зеленый

Рис. 2. Пример Диаграммы факторов

Данные, приведенные в диаграмме факторов, позволяют проектировщику принять правильное решение о типе необходимой модификации конструкции. Например, вряд ли имеет смысл увеличение расчетного сопротивления, если критической оказалась проверка устойчивости.

1.2 Главное окно

При обращении к программе первым на экране появляется главное окно с картой входов в режимы программы (рис. 3), с кнопками выбора норм проектирования, настройки программы.

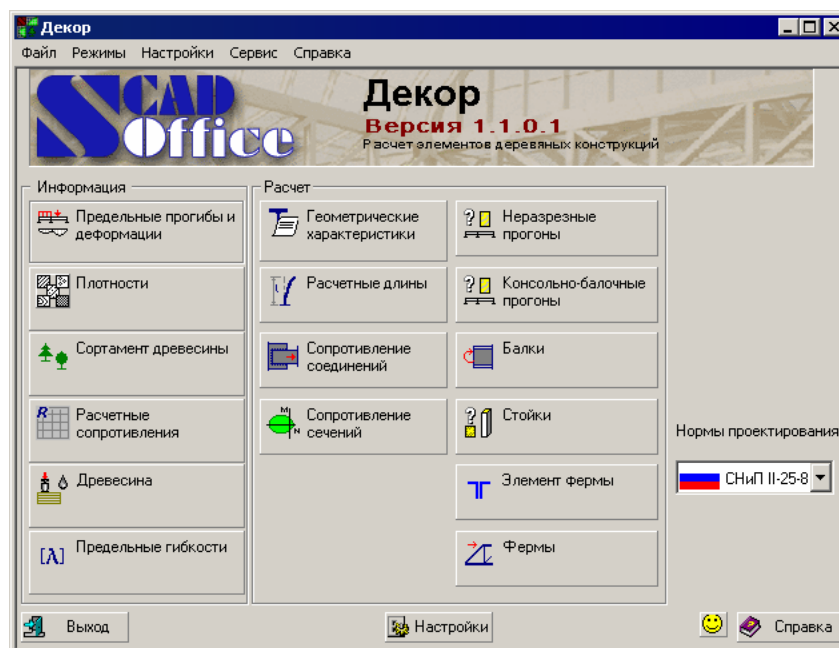


Рис. 3. Главное окно

Нормы проектирования выбираются из одноименного списка. Информация об установленных нормах выводится в нижнем левом углу окна активного режима. В первой версии программы реализован только расчет по СНиП II-25-80.

Режимы вызываются нажатием специальной кнопки и могут быть отнесены к справочным (группа **Информация**) или расчетным (группа **Расчет**).

Справочные режимы представлены следующим набором:

Предельные прогибы и деформации — просмотр предельных значений прогибов элементов деревянных конструкций и предельных значений деформаций соединений, приведенных в таблицах 15, 16 СНиП II-25-80;

Плотности — представлена информация о плотности древесины, приведенная в приложении 3 СНиП II-25-80;

Сортамент древесины — представлена информация о размерах пиломатериалов хвойных пород согласно ГОСТ 24454-80;

Расчетные сопротивления — для выбранного пользователем вида напряженно-деформированного состояния вычисляется расчетное сопротивление;

Древесина — приводятся данные о максимальной допустимой влажности древесины а также типах и марках клеев;

Предельные гибкости — приводится информация о предельных гибкостях элементов конструкций.

В разделе **Расчет** выполняются следующие операции:

Геометрические характеристики — вычисления геометрических характеристик поперечного сечения;

Расчетные длины — реализованы рекомендации п. 4.21 СНиП II-25-80 по определению расчетных длин;

Сопротивление соединений — для соединений на врубках и соединений на цилиндрических нагелях определяются коэффициенты использования ограничений;

Сопротивление сечений — определяются коэффициенты использования ограничений для любого из предусмотренных программой типов поперечных сечений при действии произвольных усилий, кроме того, строятся кривые взаимодействия для любых допустимых комбинаций пар усилий;

Неразрезные прогоны — проверка конструкции неразрезных прогонов по предельным состояниям первой и второй групп;

Консольно-балочные прогоны — проверка конструкции консольно-балочных прогонов под действием равномерно распределенных нагрузок по предельным состояниям первой и второй групп;

Балки — проверка конструкции однопролетных балок с различными условиями опирания по предельным состояниям первой и второй групп;

Стойки — в этом режиме выполняется проверка конструкции стоек и колонн;

Элемент фермы — в этом режиме выполняется проверка конструкции отдельного элемента фермы;

Фермы — в этом режиме для конструктивных схем, наиболее часто используемых на практике, реализуются все необходимые проверки элементов ферм на прочность и устойчивость. При этом работа начинается с определения расчетных значений усилий от задаваемых вертикальных внешних нагрузок.

При обращении к любому из указанных режимов появляется многостраничное диалоговое окно, в котором выполняются операции ввода данных и анализа результатов.

1.3 Меню

Настройка программы, вызов необходимого режима работы а также сервисных операций могут быть выполнены через меню. Меню включает пять разделов: **Файл, Режимы, Настройки, Сервис, Справка**.

В разделе **Файл** выполняются:

Меню — переход из любого режима работы программы в главное окно;

Выход — завершение работы программы.

Из раздела **Режимы** можно вызвать любой из реализованных в программе справочных или расчетных режимов (дублируются одноименные кнопки главного окна).

Из раздела **Настройки** вызывается диалоговое окно **Настройки приложения**, в котором выполняется назначение параметров управления программой (дублируется одноименная кнопка главного окна).

В разделе **Сервис** предусмотрен вызов стандартного калькулятора среды Windows, формульный калькулятор и калькулятор для преобразования единиц измерений.

Раздела **Справка** содержит справочную информацию по управлению программой **ДЕКОР**, правила пользования справочной средой системы Windows, а также сведения о программе (номер версии и дата последней модификации).

Описание сервисных и справочных операций приводится в приложении.

1.4 Настройки

Окно **Настройки приложения** (рис. 4) вызывается из меню **Настройки** или одноименной кнопкой, расположенной внизу **Главного окна**, и содержит три страницы — **Единицы измерения, Отчет и языки, Визуализация**.

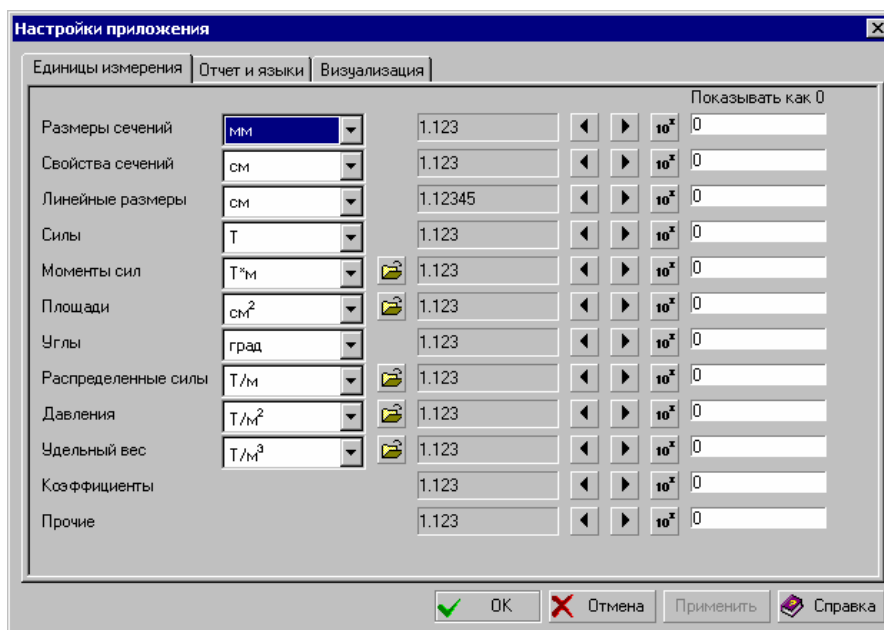




Рис. 4. Страница Единицы измерения диалогового окна Настройки приложения

На странице **Единицы измерения** выполняется назначение единиц, которые будут использоваться при вводе исходных данных и анализе результатов расчета. Единицы измерения можно изменить на любом шаге работы с программой. Для назначения простых единиц измерения, например линейных размеров или сил, используются выпадающие списки. В тех случаях, когда единицы составные, в выпадающих списках отображаются текущие единицы, а назначение выполняется в диалоговых окнах **Настройки единиц измерения** (рис. 5). Окна вызываются нажатием кнопки  , расположенной справа от выпадающего списка.

Для задания единиц следует выбрать в выпадающих списках окна наименования нужных единиц измерения и выйти из окна нажатием кнопки **ОК**.

Окно **Отчет и языки** (стр. 6) используется для назначения языка интерфейса пользователя, формы представления отчета, формата отчетного документа и т.п., и включает следующие элементы настройки:

 **Просмотр/редактирование** — автоматический вызов программы просмотра отчета, ассоциированной с расширением заданным форматом;



Печать — печать отчета без его отображения на экране;



Тип отчета — в выпадающем списке предлагается выбрать формат файла отчетного документа. Предусмотрено формирование RTF-файла в двух форматах — Word 7 (Word Pad) или Word 97 и выше, DOC-файла, а также файлов в форматах HTML и PDF. Для просмотра/печати отчетов в формате PDF необходимо установить программу типа Adobe Acrobat Reader (программа является бесплатной и может быть загружена с сайта <http://www.adobe.com>);

группы **Бумага**, **Отступы** и **Ориентация** используются для настройки формата отчета;

в группе **Колонтитулы** указывается ссылка на файл в формате RTF, в котором записаны колонтитулы к отчету. Этот файл может быть подготовлен пользователем.

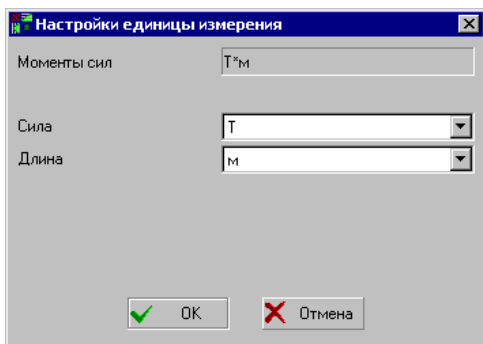


Рис. 5. Диалоговое окно **Настройки единицы измерения**

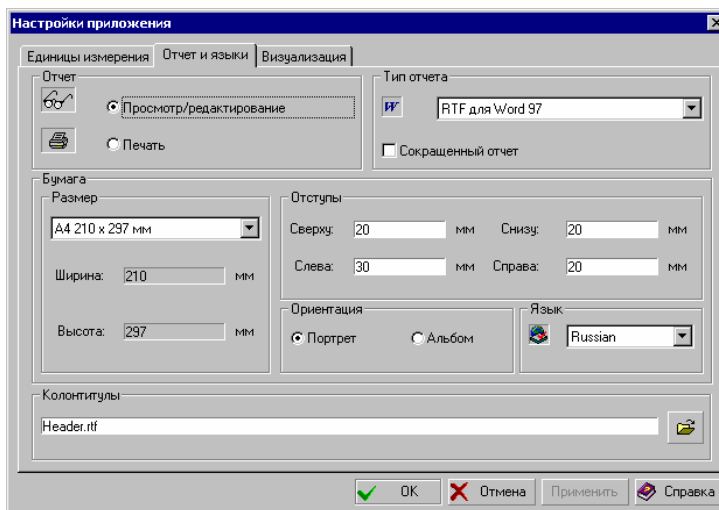


Рис. 6. Страница **Отчет и языки** диалогового окна **Настройки приложения**

На странице **Визуализация** выполняется назначение шрифта текстовых сообщений на экране и в отчете. Двойной щелчок левой кнопкой мыши на строке с отображением текущего шрифта приводит к появлению стандартного диалогового окна **Шрифт (Font)**, в котором и выполняются необходимые установки.

1.5 Работа с таблицами

В большинстве случаев исходные данные в программе задаются в табличном виде (рис. 7). Общие правила ввода данных в таблицы следующие:

- данные в таблицу вводятся в виде десятичных чисел; вид разделителя между целой и дробной частью числа (запятая или точка) зависит от настроек среды Windows;
- в тех случаях, когда количество строк в таблице назначается пользователем, рядом с таблицей установлены кнопки **Добавить** и **Удалить**; первая из них позволяет ввести новую строку после отмеченной строки, а вторая — удалить отмеченную строку или строки;
- чтобы отметить одну или несколько подряд идущих строк, следует установить курсор на номер первой из них, нажать левую кнопку мыши и, не отпуская ее, провести курсором по номерам отмечаемых строк;
- переход между ячейками таблицы выполняется нажатием клавиши **Tab** (Табуляция) на клавиатуре.

Поскольку новые строки вводятся после отмеченной, то при необходимости ввести строку перед первой строкой в таблице следует выполнить следующие действия:

- отметить первую строку таблицы и нажатием кнопки **Добавить** ввести новую строку после нее;
- отметить первую строку таблицы и нажать одновременно кнопки клавиатуры **Ctrl+Insert**, после чего содержимое первой строки будет скопировано в **Clipboard** (буфер обмена);
- отметить вторую (новую) строку таблицы и одновременно нажать кнопки клавиатуры **Shift+Insert**, после чего содержимое буфера обмена будет записано в ячейки второй строки, и первую строку таблицы можно будет заполнить необходимыми данными.

Перечисленные выше действия можно использовать и для копирования одной или нескольких отмеченных строк таблицы.

Декор - Сопротивление сечений

Файл Режимы Настройки Сервис Справка

Расчетная длина в плоскости XaZ Кривые взаимодействия

Общие параметры Усилия Расчетная длина в плоскости XaY

Сечение

Изменить силовую плоскость

Усилия получены из расчета по деформированной схеме

	N		M _y		Q _z		M _z		Q _y	
	T	T ^м	T	T ^м	T	T ^м	T	T ^м	T	T ^м
1	-87.638	-620.814	89.631	0	0	0	0	0	0	0
2	-50.553	-379.837	36.933	0	0	0	0	0	0	0
3	-87.1	-576.627	87.119	0	0	0	0	0	0	0
4	-50.399	-361.55	36.213	0	0	0	0	0	0	0
5	-86.562	-533.696	84.606	0	0	0	0	0	0	0
6	-50.245	-343.624	35.494	0	0	0	0	0	0	0

Знаки усилий

+ Добавить X Удалить

Меню Выхислить Справка

Отчет

Рис. 7. Пример таблицы с усилиями

2. Информационные режимы

Информационные режимы включают данные, приведенные в СНиП. Все значения в таблицах приведены в тех же единицах измерения, что и в СНиП, и не зависят от единиц настройки программы.

2.1 Предельные прогибы и деформации

В этом режиме (рис. 8) приводятся данные о предельных значениях прогибов элементов деревянных конструкций и предельных значениях деформаций соединений, приведенных в таблицах 15, 16 СНиП II-25-80.

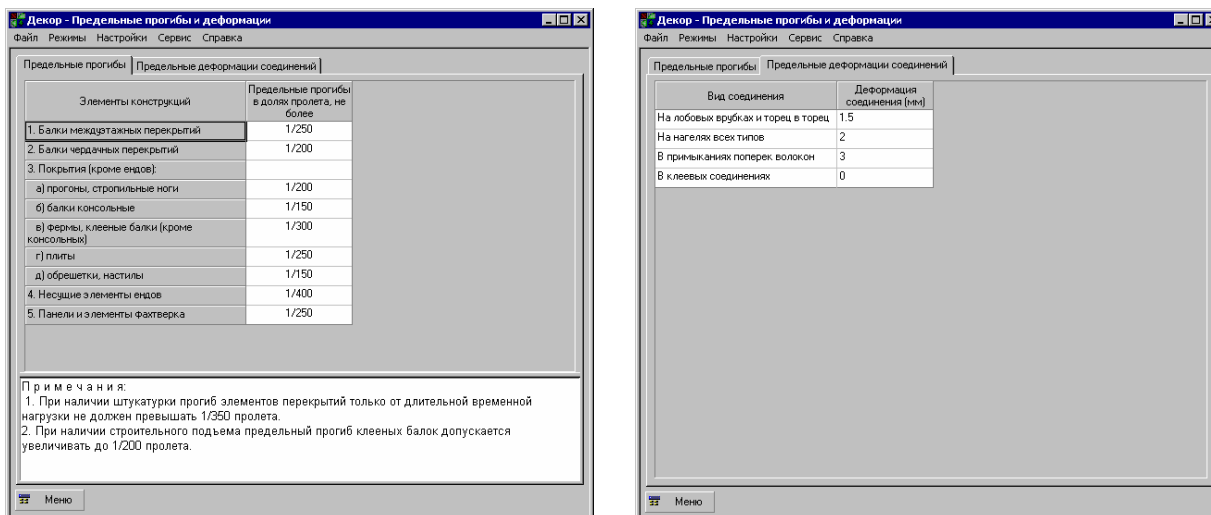


Рис. 8. Диалоговые окна режима Предельные прогибы и деформации

2.2 Плотности

Информация в этом режиме (рис. 9) включает данные о плотности древесины, приведенные в приложении 3 СНиП II-25-80.

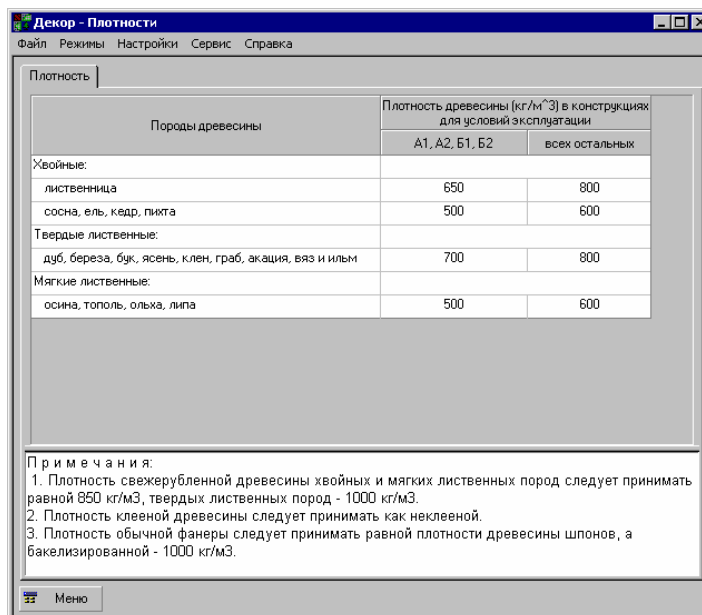


Рис. 9. Диалоговое окно Плотности

2.3 Сортамент древесины

В данном режиме представлена информация о размерах обрезных и необрезных пиломатериалов хвойных пород согласно ГОСТ 24454-80 [2] (рис. 10). Кроме того, на странице Пиломатериалы для КДК (рис. 11) имеется возможность задать размеры пиломатериалов до острожки и получить размеры после острожки согласно ГОСТ 7307-75* [3].

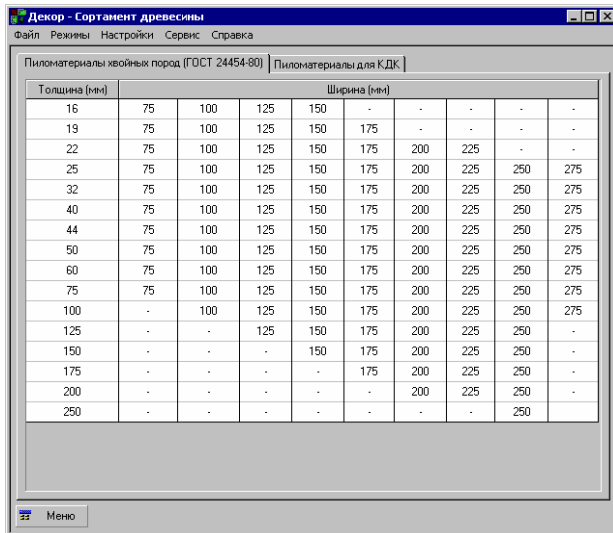


Рис. 10. Диалоговое окно Сортамент древесины. Страница Пиломатериалы хвойных пород

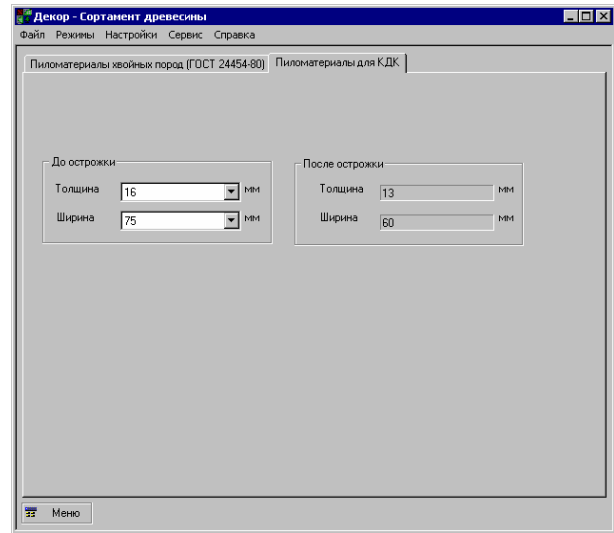


Рис. 11. Диалоговое окно Сортамент древесины. Страница Пиломатериалы для КДК

2.4 Расчетные сопротивления

Для определения расчетного сопротивления элемента согласно п.п. 3.1, 3.2 СНиП II-25-80 следует в одноименном диалоговом окне (рис. 12) выбрать из соответствующих списков следующие данные:

- вид напряженно-деформированного состояния;
- характеристики элемента;
- порода древесины;
- сорт древесины.

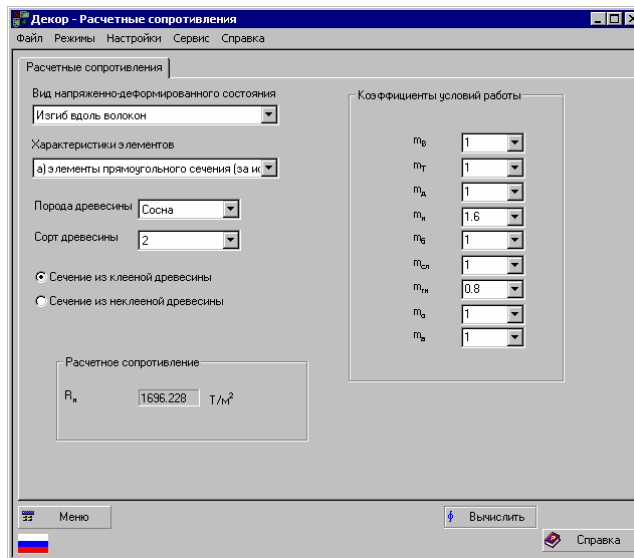


Рис. 12. Диалоговое окно Расчетные сопротивления

С помощью маркеров указать вид сечения (клееное или неклееное), а также назначить коэффициенты условий работы (m_a , m_T , m_d , ...) путем выбора их значений из списков или вводом в окна списков значений, отличных от рекомендованных нормами (в списках приведены все значения, перечисленные в соответствующих таблицах СНиП).

Значение расчетного сопротивления будет выдано в одноименном поле после нажатия кнопки **Вычислить**.

2.5 Древесина

В этом режиме (рис. 13) приводятся данные о максимально допустимой влажности древесины согласно таблице 1 СНиП II-25-80. Влажность определяется в зависимости от заданных условий эксплуатации конструкции. Для клееной древесины приведены также типы и марки требуемых клеев (согласно 2 СНиП II-25-80).

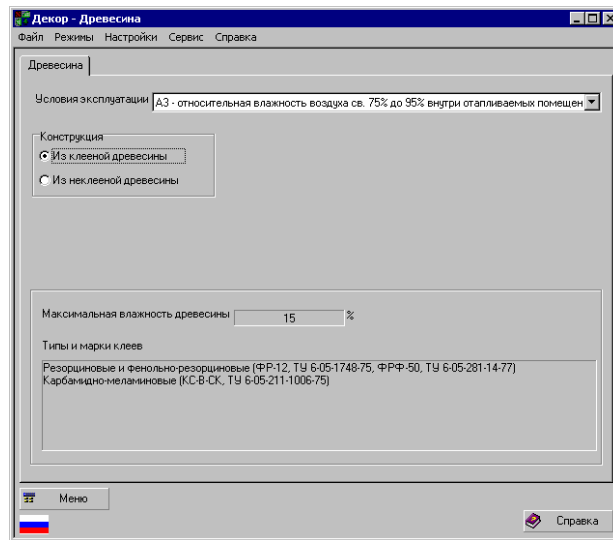


Рис. 13. Диалоговое окно Древесина

2.6 Предельные гибкости

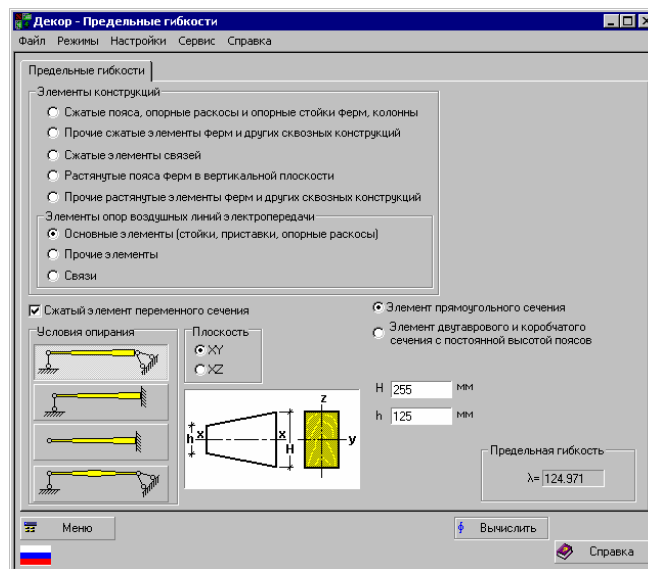


Рис. 14. Диалоговое окно Предельные гибкости

Предельная гибкость определяется для различного вида элементов конструкций на основе данных таблицы 14 СНиП II-25-80. Диалоговое окно (рис. 14) включает две группы маркеров, определяющих вид элементов (в отдельную группу выделены элементы опор воздушных линий электропередач); группу маркеров выбора плоскости сечения; маркеры для задания формы сечения (прямоугольное, двутавровое или коробчатое).

Если активен маркер *Сжатый элемент переменного сечения*, то необходимо с помощью кнопок назначить условия опирания. Значение предельной гибкости появляется в одноименном поле после нажатия кнопки **Вычислить** (соответствует таблице 1 СНиП и таблице 1 приложения 4 СНиП II-25-80).

3. Расчет

3.1 Общие операции

Большинство расчетных режимов включает ряд общих элементов управления. К ним относятся группы элементов управления, используемых при задании поперечных сечений, характеристик древесины, коэффициентов условий работы и т.п. Ниже приведено описание таких групп.

3.1.1 Конструирование поперечных сечений

В программе **Декор** предусмотрен анализ элементов деревянных конструкций с сечениями одного из трех типов — прямоугольного, двутаврового и круглого. Выбор нужной формы сечения и задание его размеров выполняется в группе **Сечение** (рис. 15).

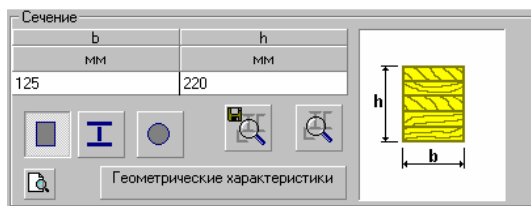




Рис. 15. Типы поперечных сечений

С помощью кнопки  осуществляется доступ к пользовательской базе поперечных сечений. Эта база создается в процессе работы с программой. Для записи в базу созданного сечения используется кнопка , нажатием которой вызывается диалоговое окно **Пользовательские сечения**. В этом окне задается имя сохраняемого сечения (рис. 16).

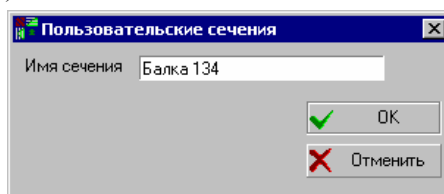




Рис. 16. Диалоговое окно **Пользовательские сечения**

Поскольку программа не контролирует уникальность применяемых имен, то за этим должен следить пользователь.

Геометрию заданного сечения можно проверить, воспользовавшись кнопкой **Предварительный просмотр** , нажатием которой вызывается одноименное диалоговое окно с эскизом сечения (рис. 17).

При обращении к базе сечений появляется диалоговое окно (рис. 18), включающее список всех сохраняемых в базе сечений. Сечения можно удалить из базы или переименовать (кнопки **Удалить** и **Переименовать**), просмотреть (**Предварительный просмотр** ) или загрузить в программу для последующего использования. В последнем случае следует отметить строку с наименованием интересующего сечения и нажать кнопку **Применить**.

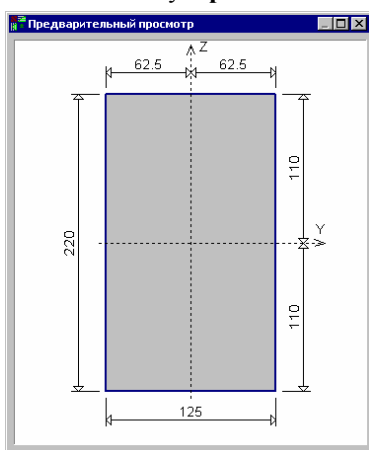


Рис. 17. Диалоговое окно **Предварительный просмотр**

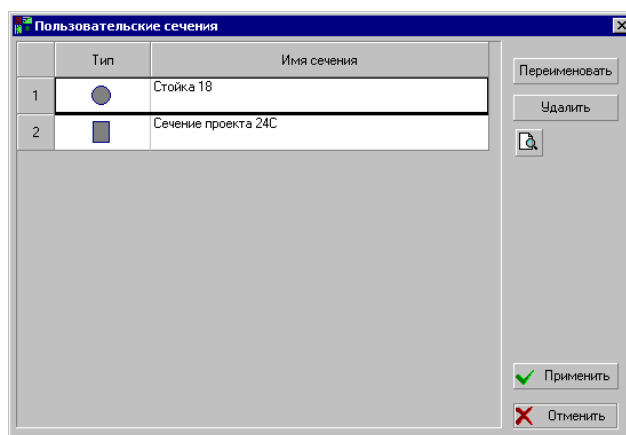


Рис. 18. Диалоговое окно с перечнем имеющихся в базе пользовательских сечений

Расположенная в группе **Сечение** кнопка **Геометрические характеристики** активизирует окно **Свойства сечения** (рис. 19), в котором находятся геометрические характеристики сечения (площадь, моменты инерции, ...) и эскиз сечения с его размерами и обозначением осей.

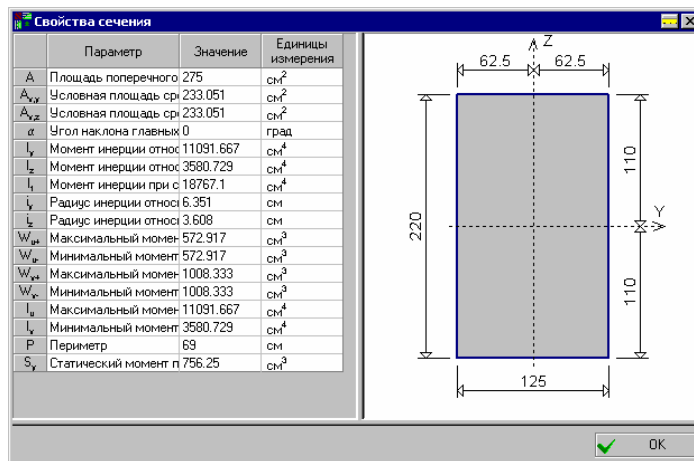


Рис. 19. Диалоговое окно **Свойства сечения**

3.1.2 Характеристики древесины

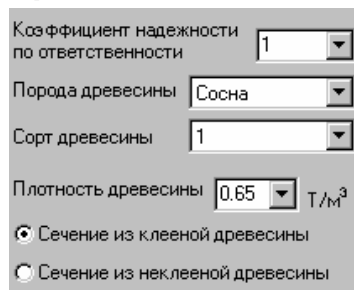


Рис. 20. Группа элементов управления, используемая для задания характеристик древесины

Характеристики древесины требуются во всех расчетных режимах. Для задания этой информации, как правило, используется стандартная группа элементов управления (рис. 20). Такие характеристики, как порода древесины (сосна, пихта, дуб, ...), сорт древесины и плотность выбираются из списков. Последний из указанных параметров необходим лишь в тех режимах (например, балки или прогоны), в которых предусмотрена возможность задания нагрузки от собственного веса. Кроме того, с помощью маркеров указывается, является ли сечение клееным.

Чаще всего в этой группе расположен список для выбора или ввода коэффициента надежности по ответственности по ГОСТ 27751-88 [4].

3.1.3 Коэффициенты условий работы

Для расчета элемента конструкции или соединения требуется информация о коэффициентах условий работы (m_a , m_T , m_d , ...). Задание коэффициентов условий работы выполняется путем их выбора из списков (в списках приведены все значения, перечисленные в п. 3.2 и соответствующих таблицах СНиП II-25-80) или вводом нужного значения в поле списка (рис. 21).

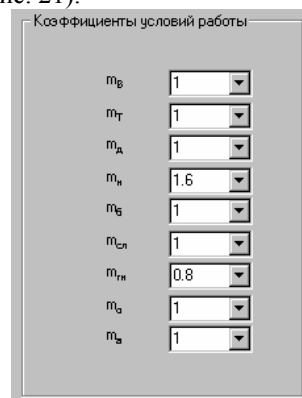


Рис. 21. Коэффициенты условий работы

В конкретных режимах (а иногда и в зависимости от состояния других элементов управления) некоторые коэффициенты могут “исчезать”. Например, для неклееных сечений не требуется коэффициент $m_{сл}$.

3.1.4 Формирование отчета

Все расчетные режимы работы имеют кнопку **Отчет**. Нажатие этой кнопки при отсутствии ошибок в исходных данных приводит к следующим действиям:

- выполнение всех расчетов;
- создание файла в формате RTF (Rich Text Format), который содержит перечень исходных данных и результаты расчета. В зависимости от установленной в окне **Параметры** опции (установлен режим **Полные сообщения** или **Короткие сообщения**) отчетный документ содержит (или не содержит) результаты некоторых промежуточных вычислений (например, информацию о геометрических характеристиках используемых сечений, значения отдельных (а не только максимального) коэффициентов использования несущей способности и т.д.);
- вызов Windows-приложения, которое ассоциировано с файлами типа RTF. В зависимости от установленных в окне **Параметры** | **Прочие** опций (**Просмотр/Редактирование** или **Печать**), это приложение активизируется для немедленной печати отчета или для его просмотра и (возможно) корректировки. В последнем случае получение твердой копии возлагается на пользователя (он может воспользоваться возможностью печати из приложения).

Замечание. Как правило, с расширением .RTF ассоциирована программа WordPad. Если на компьютере инсталлирован MS Word, то ассоциированной программой будет Word. Существуют различия в формате RTF-файлов, которые используются программами MS Word v.7 или WordPad и программой MS Word 97. В связи с этим в программе предоставлена возможность выбора формата RTF в режиме **Параметры** | **Прочие**.

3.2 Геометрические характеристики

В этом режиме вычисляются геометрические характеристики поперечных сечений по описанным выше правилам (см. раздел 3.1.1). Исходные данные вводятся на странице **Параметры сечения** (рис. 22). Результаты выдаются на странице **Геометрические характеристики** в форме, представленной на рис. 23.

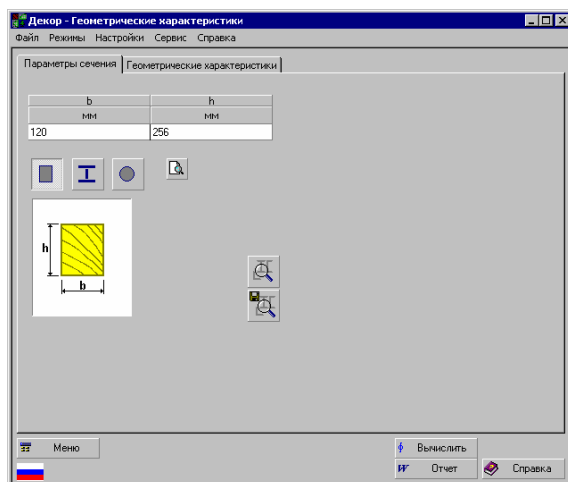


Рис. 22. Страница **Параметры сечения** режима **Геометрические характеристики**

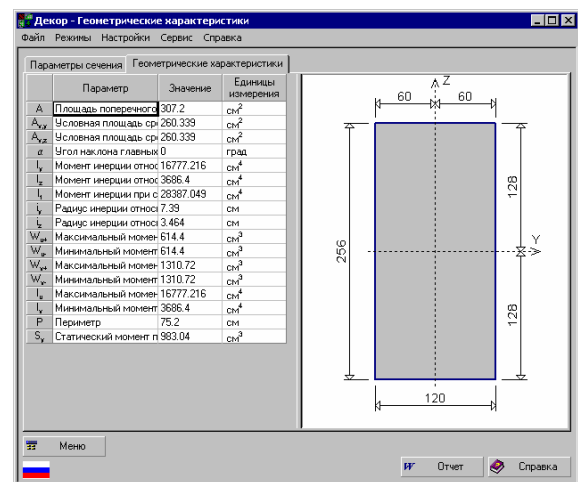


Рис. 23. Страница **Геометрические характеристики** режима **Геометрические характеристики**

3.3 Расчетные длины

В этом режиме реализованы рекомендации п. 4.21 СНиП II-25-80 по определению расчетных длин. После активации режима появляется страница **Вид конструкции** (рис. 24), где с помощью маркеров выбирается, для какого вида конструкции должна быть вычислена расчетная длина (реализованы два вида конструкций — *отдельно стоящие колонны и стойки* и *пересечение сжатого элемента с неработающим*). В зависимости от сделанного выбора меняется вид второй страницы режима (рис. 25, 26).

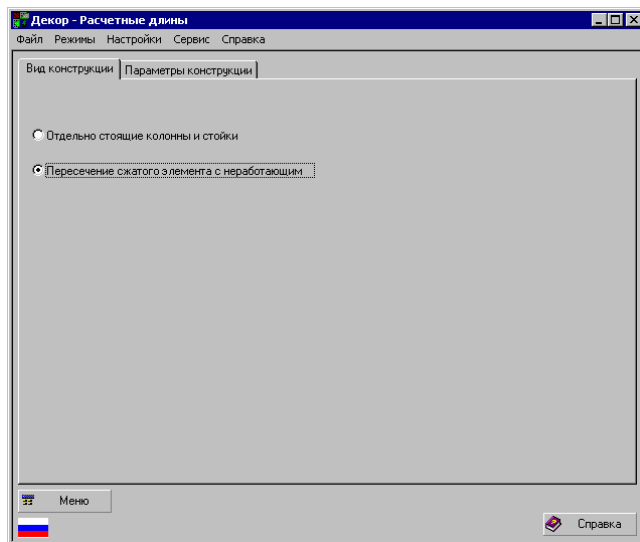


Рис. 24. Диалоговое окно **Расчетные длины**. Страница **Вид конструкции**

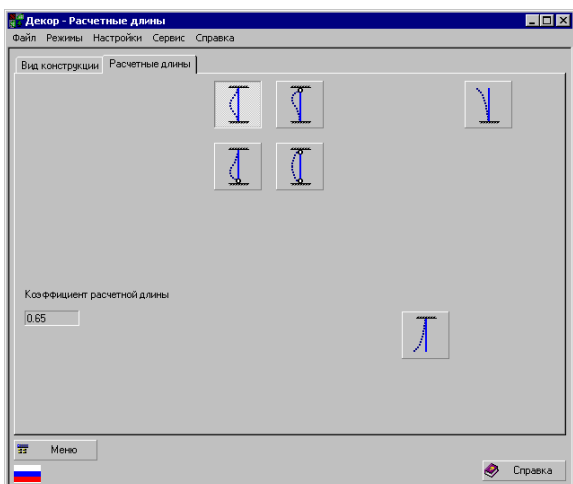


Рис. 25. Диалоговое окно **Расчетные длины**. Страница **Расчетные длины**

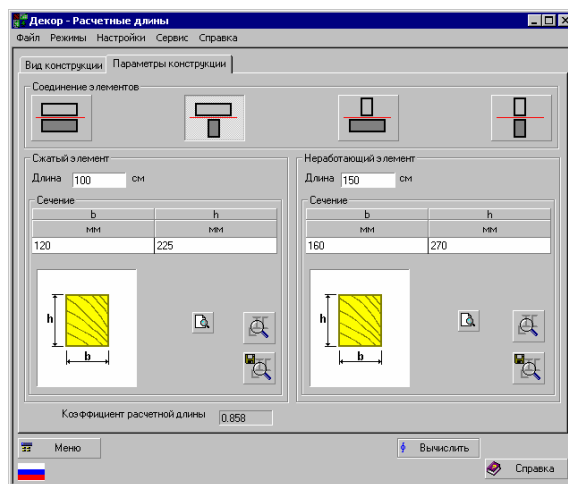


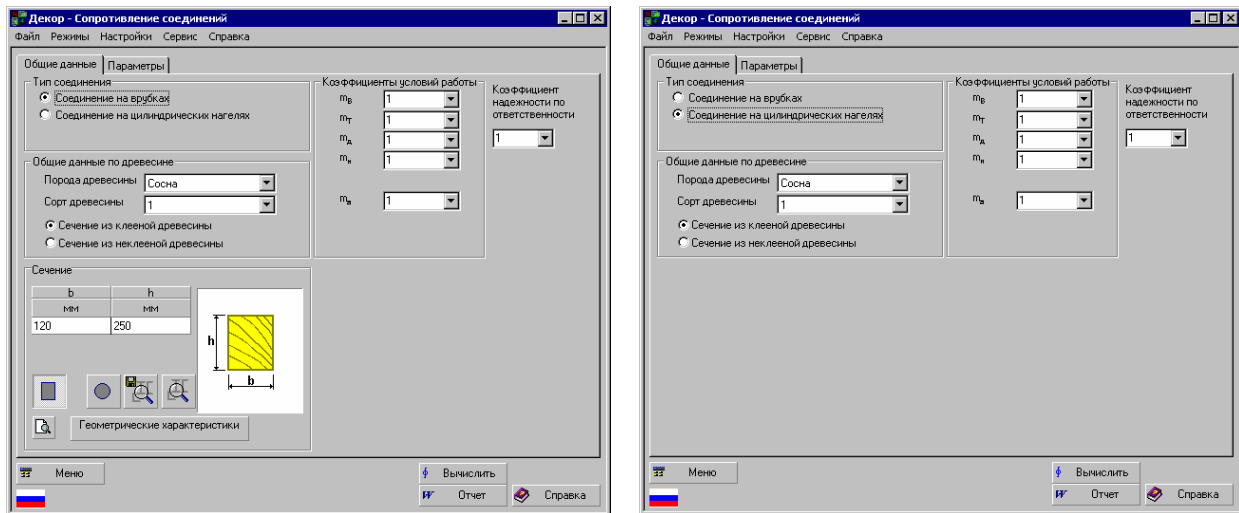
Рис. 26. Диалоговое окно **Расчетные длины**. Страница **Параметры конструкции**

Для *отдельно стоящих колонн и стоек* на странице **Расчетные длины** установлена группа кнопок, каждая из которых соответствует определенному виду закрепления. Результат расчета, оговоренный в п. 4.21 СНиП II-25-80 (отношение расчетной длины к геометрической длине элемента) выводится в поле **Коэффициент расчетной длины** после нажатия соответствующей кнопки.

Для случая *пересечение сжатого элемента с неработающим* на странице **Параметры конструкции** задаются размеры поперечных сечений элементов, их длины и указывается способ их соединения. Вычисление коэффициента расчетной длины выполняется по нажатию кнопки **Вычислить**.

3.4 Сопротивление соединений

В этом режиме определяются коэффициенты использования ограничений для соединений на врубках и цилиндрических нагелях. Режим включает две страницы. На странице **Общие параметры** (рис. 27) выбирается тип соединения — соединение на врубках или нагельное соединение. Здесь же содержатся стандартные группы элементов управления для ввода информации о древесине и коэффициентах условий работы. В случае соединения на врубках требуется также информация о сечении.



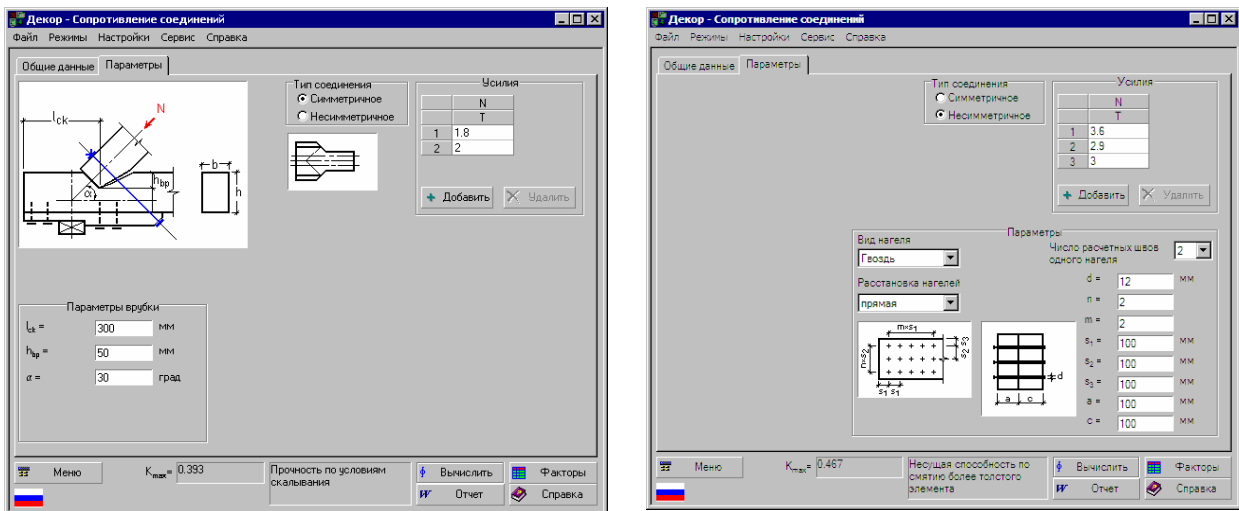
а)

б)

Рис. 27. Диалоговое окно Сопротивление соединений. Страница Общие данные

В зависимости от вида рассчитываемого соединения на странице **Параметры** задаются следующие данные:

- а) для соединения на врубках (рис. 28,а):
 - параметры врубки;
 - тип соединения (симметричное или несимметричное);
 - усилия.
- б) для соединений на цилиндрических нагелях (рис. 28,б):
 - вид нагеля (гвоздь, стальной, алюминиевый, стеклопластиковый, дубовый);
 - расстановка нагелей (прямая, в шахматном порядке, косая);
 - число расчетных швов одного нагеля;
 - диаметр нагеля;
 - количество нагелей и их геометрическое расположение;
 - усилия.



а)

б)

Рис. 28. Диалоговое окно Сопротивление соединений. Страница Параметры

При задании усилий предусмотрена возможность задать несколько значений продольной силы (соответствующих нескольким взаимоисключающим загрузкам).

Соединения на врубках проверяются на:

- Прочность по условиям смятия — п. 5.2 СНиП II-25-80;
- Прочность по условиям скалывания — п. 5.2 СНиП II-25-80.

Соединения на цилиндрических нагелях проверяются по следующим факторам:

- Несущая способность по смятию крайнего элемента — п.п. 5.13-5.15 СНиП II-25-80;
- Несущая способность по смятию среднего элемента — п.п. 5.13-5.15 СНиП II-25-80;
- Изгиб стального нагеля — п.п. 5.13-5.15 СНиП II-25-80;
- Изгиб гвоздя — п.п. 5.13-5.15 СНиП II-25-80;

- Изгиб нагеля из стеклопластика — п.п. 5.13-5.15 СНиП II-25-80;
- Изгиб алюминиевого нагеля — п.п. 5.13-5.15 СНиП II-25-80;
- Несущая способность по смятию более толстого элемента — п.п. 5.13-5.15 СНиП II-25-80;
- Несущая способность по смятию более тонкого элемента — п.п. 5.13-5.15 СНиП II-25-80;
- Изгиб дубового нагеля — п.п. 5.13-5.15 СНиП II-25-80.

3.5 Сопротивление сечений

В этом режиме реализуется функция определения несущей способности любого из предусмотренных в программе поперечных сечений. В общем случае расчеты выполняются на действие продольной силы, изгибающих моментов и поперечных сил, действующих в главных плоскостях инерции. Реализован весь комплекс проверок по прочности, устойчивости и предельной гибкости в соответствии с разделом 4 СНиП II-25-80.

Сечение проверяется по следующим факторам:

- Гибкость элемента в плоскости XoY — п. 4.4 СНиП II-25-80;
- Гибкость элемента в плоскости XoZ — п. 4.4 СНиП II-25-80;
- Прочность элемента при действии растягивающей продольной силы — п. 4.1 СНиП II-25-80;
- Прочность элемента при действии сжимающей продольной силы — п. 4.2 СНиП II-25-80;
- Устойчивость в плоскости XoZ при действии продольной силы — п. 4.2 СНиП II-25-80;
- Устойчивость в плоскости XoY при действии продольной силы — п. 4.2 СНиП II-25-80;
- Прочность элемента при действии изгибающего момента M_y — п. 4.9 СНиП II-25-80;
- Прочность элемента при действии изгибающего момента M_z — п. 4.9 СНиП II-25-80;
- Прочность при совместном действии M_y и M_z — п. 4.12 СНиП II-25-80;
- Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающего момента M_z — п.п. 4.16, 4.17 СНиП II-25-80;
- Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающего момента M_y — п.п. 4.16, 4.17 СНиП II-25-80;
- Прочность при действии поперечной силы Q_z — п. 4.10 СНиП II-25-80;
- Прочность при действии поперечной силы Q_y — п. 4.10 СНиП II-25-80;
- Устойчивость плоской формы деформирования — п.п. 4.14, 4.15, 4.18 СНиП II-25-80.

Окно режима содержит пять страниц: **Общие параметры**, **Усилия**, **Расчетная длина в плоскости XoY** , **Расчетная длина в плоскости XoZ** , **Кривые взаимодействия**. Первые четыре страницы используются при вводе исходных данных, а четвертая — для анализа результатов расчета.

На странице **Общие параметры** (рис. 29) задается информация о сечении (см. раздел 3.1.1), древесине (см. раздел 3.1.2), коэффициентах условий работы (см. раздел 3.1.3) и предельных гибкостях. Кроме того, предусмотрена возможность анализировать работу ослабленных сечений (маркер **Наличие ослаблений**). Если этот маркер активен, то необходимо задать вид ослабления и его площадь.

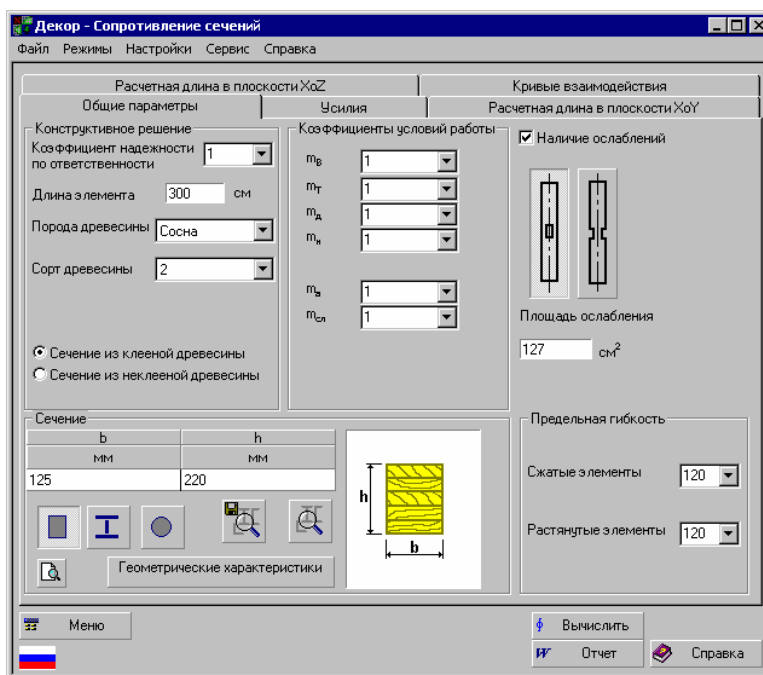



Рис. 29. Диалоговое окно Сопротивление сечений. Страница Общие параметры

Страницы **Расчетная длина в плоскости XoY (XoZ)** является точной копией страницы **Параметры конструкции** для случая **Отдельно стоящие колонны и стойки** из режима **Расчетные длины и**

предлагает 6 возможных вариантов конечных закреплений для сжатого стержневого элемента, отличающихся друг от друга комбинациями граничных условий (свободный конец, шарнир, полное защемление). Работа с этим окном описана в разделе 3.3. В отличие от режима **Расчетные длины** в этом окне есть

кнопка  (рис. 30), при нажатии которой появляется возможность ввести любое значение коэффициента расчетной длины и подтвердить свой выбор нажатием кнопки **Применить**. Во всех остальных случаях это поле не допускает ввода данных.

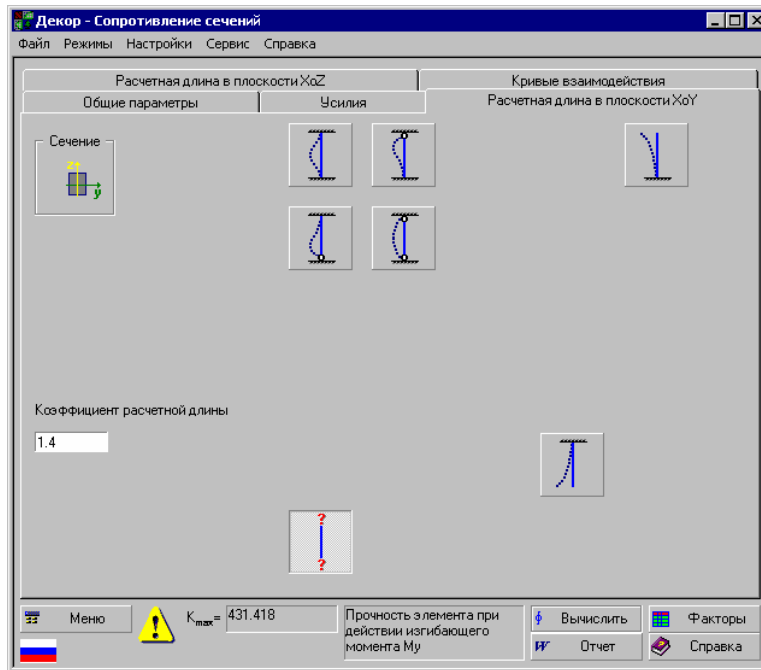


Рис. 30. Диалоговое окно **Сопротивление сечений**. Страница **Расчетная длина**

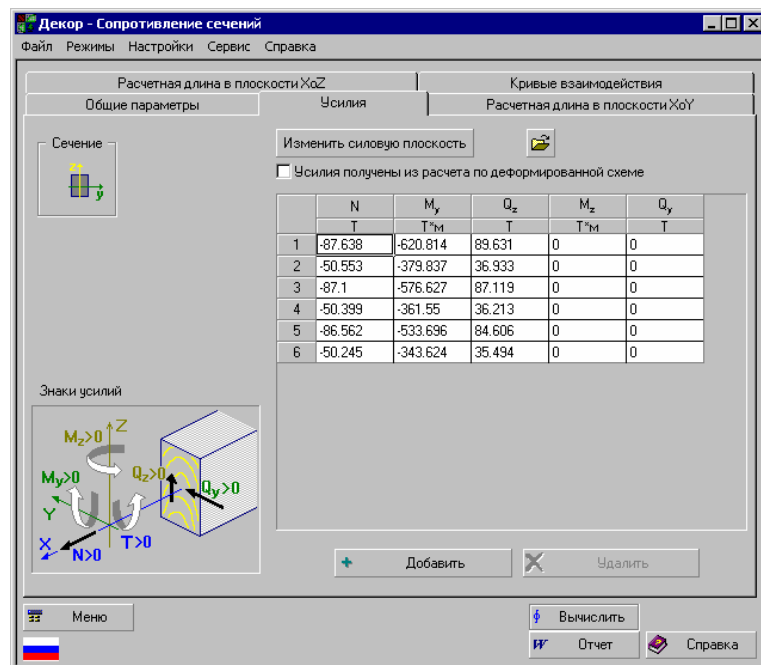


Рис. 31. Диалоговое окно **Сопротивление сечений**. Страница **Усилия**

Страница **Усилия** (рис. 31) предназначена для ввода усилий, действующих на поперечное сечение элемента. Приведенная на ней схема поперечного сечения с изображением главных осей инерции указывает на положительные направления усилий. Страница содержит таблицу, в которой задаются усилия, действующие в сечении от одного или нескольких нагружений. Количество строк в таблице соответствует количеству нагружений. Таблица может быть заполнена и путем импорта из **SCAD** данных, описывающих расчетные сочетания усилий (PCY). Файл с расширением **.RSU** создается в режиме **Информация об**

элементе комплекса SCAD и импортируется программой Декор по нажатию кнопки , расположенной над таблицей.

Поскольку в данном режиме усилия в сечении элемента вводятся на основании статического расчета, выполненного вне программы Декор, то следует указать, на основании какой расчетной модели они (усилия) получены — из расчета по деформированной схеме (нелинейный расчет) или из расчета по первоначальной геометрии (линейный расчет). В случае нелинейного расчета активизируется маркер **Усилия получены из расчета по деформированной схеме**.

В рамках режима **Сопrotивление сечений** предусмотрена возможность смены силовой плоскости (кнопка **Изменить силовую плоскость**). По нажатию этой кнопки в таблице усилий для каждого нагружения производится смена M_y на M_z и Q_y на Q_z .

На странице **Кривые взаимодействия** (рис. 32) строятся кривые, ограничивающие область несущей способности сечения при действии на него различных пар усилий, которые могут быть приложены к рассматриваемому сечению.

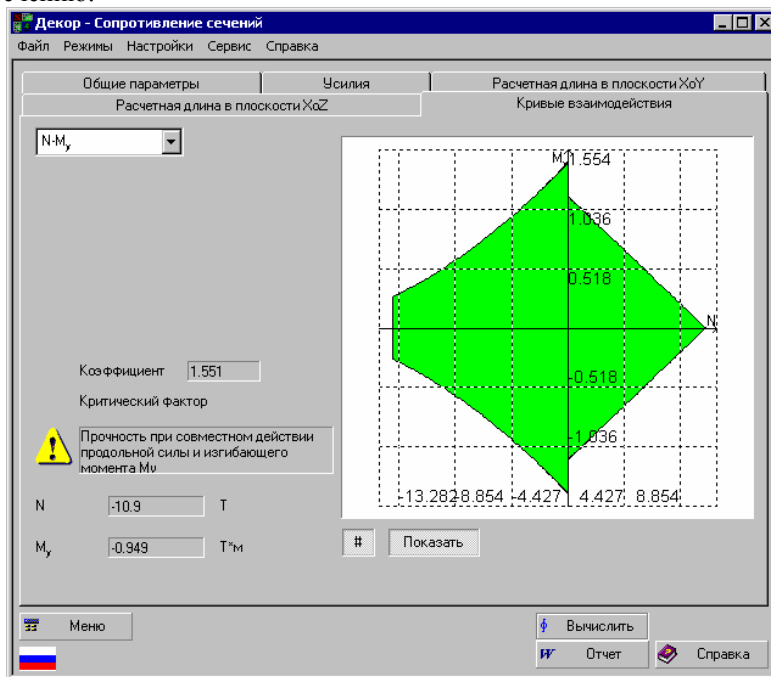



Рис. 32. Диалоговое окно Сопrotивление сечений. Страница Кривые взаимодействия

Кривые взаимодействия (рис. 32) окружают начало координат замкнутой линией, внутри которой располагаются точки с условно допустимыми парами рассматриваемых усилий. Напомним, что пара усилий считается допустимой, когда $K_{max} \leq 1$. При этом все остальные усилия полагаются равными нулю.

С помощью курсора можно обследовать представленную на графике область изменения усилий. Каждому положению курсора соответствует определенная пара числовых значений действующих усилий, величины которых отображаются в соответствующих полях.

Поскольку факторы предельной гибкости не зависят от усилий, то при построении кривых взаимодействия они не вычисляются.

Одновременно выводится и максимальное значение коэффициента использования ограничений, соответствующее этим усилиям, и тип проверки, при которой он вычислен. Если курсор располагается в точке со значением $K_{max} > 1$, то появляется предупреждающий сигнал .

Нажатие правой кнопки мыши позволяет увидеть список выполненных проверок и значений факторов для набора усилий, соответствующих положению курсора на кривой взаимодействия.

3.5.1 Ограничения реализации

1. Расчетный момент сопротивления ослабленного сечения принят равным моменту сопротивления сечения брутто (у нас нет данных о форме ослабления, соответственно, мы не можем вычислить момент инерции ослабленного сечения).
2. При анализе устойчивости плоской формы деформирования коэффициент k_ϕ принимается равным 1.13.
3. В формуле (33) степень n принимается равной 1.
4. Анализ устойчивости плоской формы деформирования для сжато-изгибаемых элементов проводится только в случае прямоугольного сечения, поскольку в формуле (33) используется коэффициент ϕ_m , вычисляемый по формуле (23). Формула (23) предназначена для прямоугольника.

- Анализ устойчивости плоской формы деформирования балок переменного сечения прямоугольной формы коэффициент $k_{ЖМ}$ принят равным 1, поскольку при числе раскреплений из плоскости $n \geq 4$ СНиП (п. 4.14) оговаривает, что $k_{ЖМ}=1$, а при других значениях n идет отсылка к таблице 2 приложения 4, где ничего не сказано о том, что делать в случае произвольной эпюры моментов.
- При анализе прочности внецентренно-растянутых и растянуто-изгибаемых элементов по формуле (28) СНиП II-25-80 величина M_d вычисляется по формулам (29), (30).

3.6 Неразрезные прогоны

В этом режиме выполняется проверка неразрезных прогонов круглого или прямоугольного сечений. Окно (рис. 33) включает две страницы: **Общие параметры** и **Нагрузки**.

На странице **Общие параметры** задаются данные о числе пролетов и их длинах. Кроме того, здесь (по стандартным правилам, описанным в разделе 3.1) должна быть введена информация о сечении, древесине и коэффициентах условий работы. Здесь же можно задать угол наклона кровли (при этом будет учтена скатная составляющая усилий). Если требуется расчет по второму предельному состоянию, то следует взвести маркер **Ограничение по прогибу** и выбрать в выпадающем списке (или ввести) максимально допустимое значение отношения максимального прогиба к длине пролета.

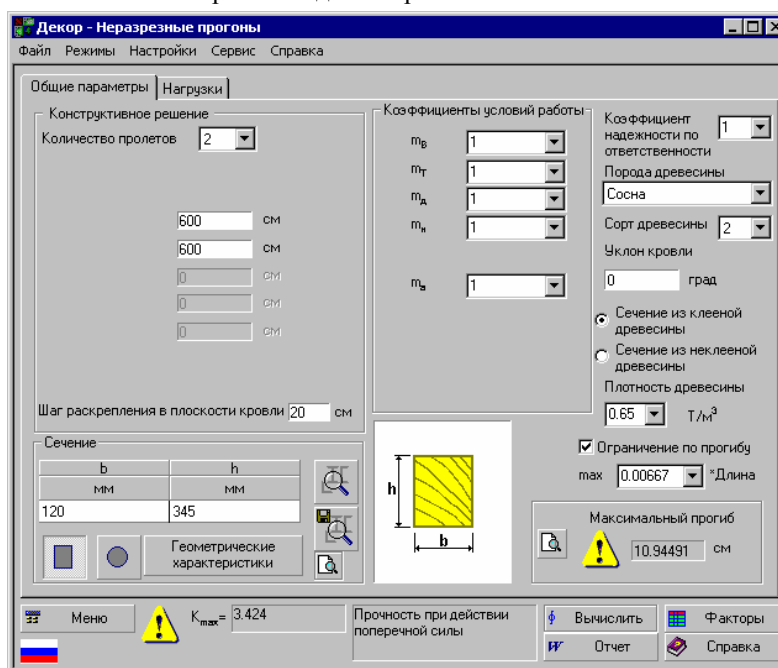


Рис. 33. Диалоговое окно **Неразрезные прогоны**. Страница **Общие параметры**

Страница **Нагрузки** (рис. 34) предназначена для задания нагрузок, действующих на прогон. В программе предусмотрена возможность расчета на несколько вариантов загрузки, при этом каждое загрузке может состоять из нескольких нагрузок.

Для ввода очередного нагружения (включая первое) следует выполнить следующие действия:

- ☞ нажать кнопку **Создать** в группе **Загружения**;
- ☞ выбрать вид нагружения (постоянное, временное длительно действующее, кратковременное, снеговое или ветровое), что определяет коэффициенты сочетаний по СНиП 2.01.07-85*, с которыми будут учитываться нагрузки этого нагружения в комбинации нагрузок;
- ☞ нажать кнопку с изображением нужного вида нагрузки;
- ☞ ввести значения характеристик нагрузки;
- ☞ нажать кнопку **Добавить**.

Для каждого нагружения можно задать несколько компонентов нагрузки. Предполагается, что задаются *расчетные* значения нагрузок.

В зависимости от вида нагрузки, ее характеристики включают:

- для распределенных нагрузок — интенсивность нагрузки;
- для распределенной нагрузки на части пролета — интенсивность нагрузки, позицию и ширину приложения;
- для сосредоточенной силы — величину силы и ее положение в пролете;
- для сосредоточенного момента — величину момента и его положение в пролете;
- для трапециевидной нагрузки — величины (в начале и в конце), привязку и ширину приложения;
- для нагрузки от собственного веса какие-либо дополнительные данные не требуются.

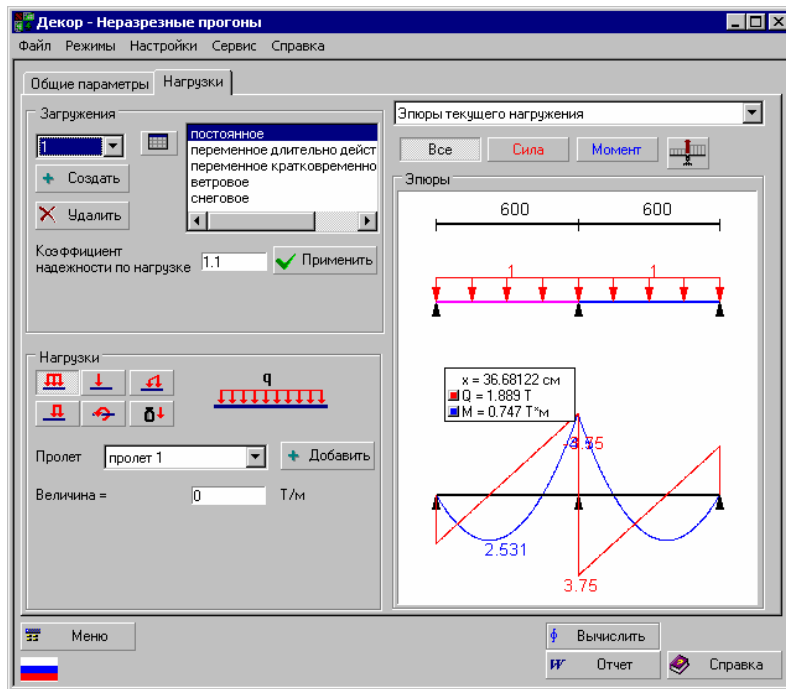


Рис. 34. Диалоговое окно **Неразрезные прогоны**. Страница **Нагрузки**

Для каждой нагрузки (за исключением нагрузки от собственного веса) следует также указать пролет, в котором эта нагрузка приложена (выбор производится в выпадающем списке **Пролет**).

Для удаления загрузки (но не отдельной нагрузки, входящей в него) используется кнопка **Удалить**.


Переход к следующему загрузению реализуется кнопкой **Создать**, при нажатии которой количество загружений автоматически увеличивается на единицу. Если необходимо уточнить данные по любому из ранее введенных загружений, то достаточно выбрать его номер в списке **Загружение**.

После нажатия кнопки **Добавить** в поле **Нагрузки** появляется изображение текущего состояния загрузки, а под ним — совмещенная схема эпюры моментов и поперечных сил (рис. 34).

После ввода всех загружений можно посмотреть, какой вид имеют огибающие моментов и соответствующих им поперечных сил, а также огибающие поперечных сил и соответствующих им моментов. Выбор критерия (максимальный/минимальный момент, максимальная/минимальная поперечная сила) производится в выпадающем списке. Огибающие строятся в соответствии с требованиями СНиП 2.01.07-85* “Нагрузки и воздействия” [5].

Кнопки **Все**, **Сила** и **Момент** позволяют выбрать режим отображения эпюр — соответственно, отображение эпюры моментов и поперечных сил, только поперечных сил и только изгибающих моментов.




Кроме того, нажатие кнопки  приводит к отображению расчетных значений опорных реакций (рис. 35).

	Опорные реакции		
	Сила в опоре 1	Сила в опоре 2	Сила в опоре 3
	T	T	T
по критерию M_{max}	0	7.5	0
по критерию M_{min}	0	22.5	0
по критерию Q_{max}	12.75	9	-0.75
по критерию Q_{min}	2.25	21	-2.25

Рис. 35. Диалоговое окно **Опорные реакции**

При движении мыши в области отображения эпюр на экран выводятся значения момента и поперечной силы в конкретном сечении, которое соответствует положению курсора.

Если требуется расчет по второму предельному состоянию, то следует проконтролировать правильность задания коэффициента надежности по нагрузке для каждого загружения, поскольку расчет прогибов выполняется на основании нормативных значений нагрузок.

Если в рамках одного загружения необходимо изменить значение нагрузки или удалить нагрузку, то для этого используется таблица нагрузок (кнопка  в группе **Загружения**). В диалоговом окне **Таблица**

нагрузок (рис. 36), которое появляется после нажатия этой кнопки, отображаются тип нагрузки, ее величина и позиция. Изменения, внесенные в параметры нагрузок, фиксируются после выхода из таблицы по нажатию кнопки **ОК**.

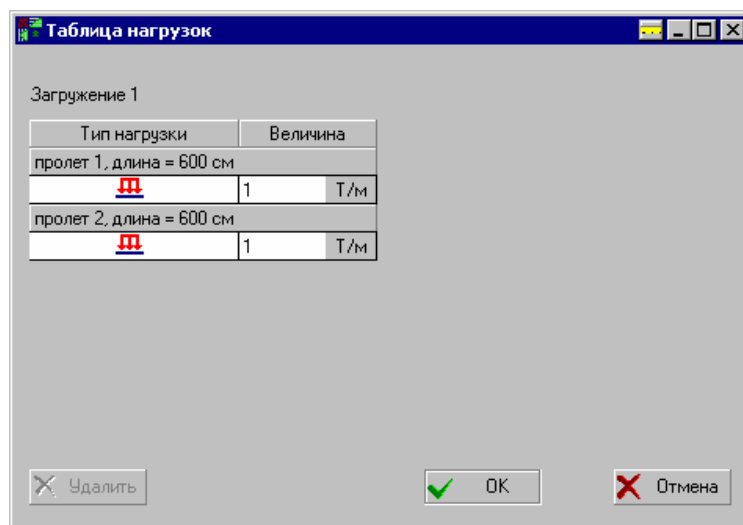


Рис. 36. Диалоговое окно **Таблица нагрузок**

3.6.1 Расчет

Расчет значений факторов использования несущей способности выполняется по нажатию кнопки **Вычислить**.

Прогоны проверяются по следующим факторам:

- Прочность элемента при действии изгибающего момента M_y — п. 4.9 СНиП II-25-80;
- Прочность элемента при действии изгибающего момента M_z — п. 4.9 СНиП II-25-80;
- Прочность при действии поперечной силы Q_z — п. 4.10 СНиП II-25-80;
- Прочность при действии поперечной силы Q_y — п. 4.10 СНиП II-25-80;
- Прочность при совместном действии M_y и M_z — п. 4.12 СНиП II-25-80;
- Устойчивость плоской формы деформирования — п.п. 4.14, 4.15, 4.18 СНиП II-25-80;
- Прогиб — п. 4.33 СНиП II-25-80.

Если на странице **Общие параметры** был активирован маркер **Ограничение по прогибу**, то производится вычисление огibaющей прогибов. Максимальное значение прогиба отображается в группе

Максимальный прогиб на странице **Общие параметры**. С помощью кнопки , расположенной в этой же группе, вызывается диалоговое окно, в котором отображаются эпюры прогибов (рис. 37).

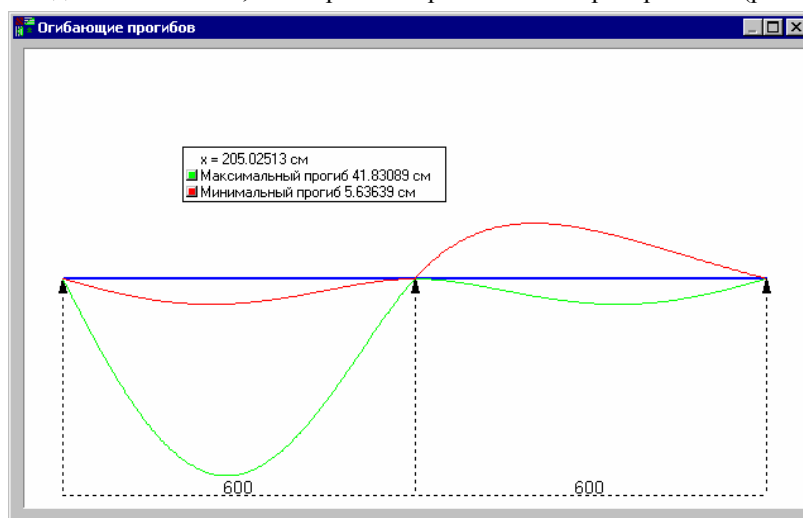


Рис. 37. Диалоговое окно **Огибающая прогибов**

Отметим, что при ненулевом угле наклона кровли прогоны изгибаются в двух плоскостях, следовательно, деформированная ось прогона представляет собой пространственную кривую. Учитывая тот факт, что уклон кровли, как правило невелик, в диалогом окне **Огибающая прогибов** прогибы рисуются приближенно — без учета уклона кровли. Но экстремальное значение прогиба и соответствующий фактор вычисляются точно.

3.6.2 Ограничения реализации

При определении максимального прогиба формула (50) не используется, поскольку предусмотрены прогоны только постоянной высоты и соответственно таблице 3 приложения 4 принято $k=1$, $c=0$ (первая строка таблицы — наиболее употребительный случай).

3.7 Консольно-балочные прогоны

Этот режим аналогичен режиму **Неразрезные прогоны**. Отличия состоят в том, что на странице **Общие параметры** (рис. 38) задается только длина типового пролета (все типовые пролеты предполагаются одинаковой длины) и предусмотрена возможность задать расположение шарниров, исходя из равномоментной или равнопрогибной схем. Если выбирается другой вариант, то необходимо задать расстояние от опоры до шарнира.

Отметим, что задав расстояние от опоры до шарнира равное нулю, данный режим можно использовать для расчета разрезных прогонов.

Для консольно-балочных прогонов предусмотрено задание только двух видов нагрузок — равномерно распределенная нагрузка на все пролеты и нагрузка от собственного веса.

Прогоны проверяется по следующим факторам:

- Прочность элемента при действии изгибающего момента M_y — п. 4.9 СНиП II-25-80;
- Прочность элемента при действии изгибающего момента M_z — п. 4.9 СНиП II-25-80;
- Прочность при действии поперечной силы Q_z — п. 4.10 СНиП II-25-80;
- Прочность при действии поперечной силы Q_y — п. 4.10 СНиП II-25-80;
- Прочность при совместном действии M_y и M_z — п. 4.12 СНиП II-25-80;
- Устойчивость плоской формы деформирования — п.п. 4.14, 4.15, 4.18 СНиП II-25-80;
- Прогиб — п. 4.33 СНиП II-25-80.

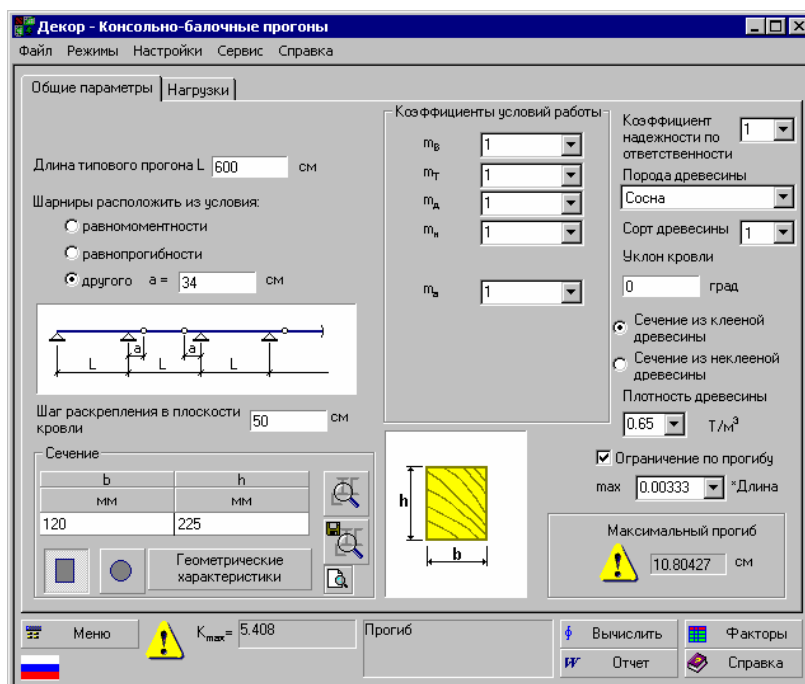


Рис. 38. Диалоговое окно **Консольно-балочные прогоны**. Страница **Общие параметры**

3.7.1 Ограничения реализации

При определении максимального прогиба формула (50) не используется, поскольку предусмотрены прогоны только постоянной высоты и соответственно таблице 3 приложения 4 принято $k=1$, $c=0$ (первая строка таблицы — наиболее употребительный случай).

При вычислениях предполагается, что крайний пролет имеет рекомендуемую (см. [7]) длину (~ 0.85 длины типового пролета). При этом максимальные значения изгибающих моментов, перерезывающих сил и прогибов не может реализовываться в крайнем пролете и крайний пролет исключен из анализа.

3.8 Балки

С помощью этого многостраничного окна (рис. 39) реализуется проверка обычной или двускатной балки. Окно включает три страницы: **Общие параметры**, **Закрепление**, **Нагрузки**.

Режим аналогичен режиму **Неразрезные прогоны**. Отличия состоят в том, что задается только одна длина балки и для случая прямоугольного сечения допускается расчет двускатных балок (в этом случае дополнительно указывается высота сечения в середине пролета).

Страница **Закрепление** (рис. 40) содержит две группы кнопок, с помощью которых выбирается система раскреплений балки в плоскости и из плоскости изгиба. Выбор внутри каждой группы осуществляется независимо нажатием кнопки с соответствующей схемой. Если при задании условий закрепления из плоскости изгиба назначен последний вариант, то открывается поле для ввода количества участков разбиения пролета балки.

С помощью таблицы отображения выбранной системы связей осуществляется контроль введенных исходных данных.

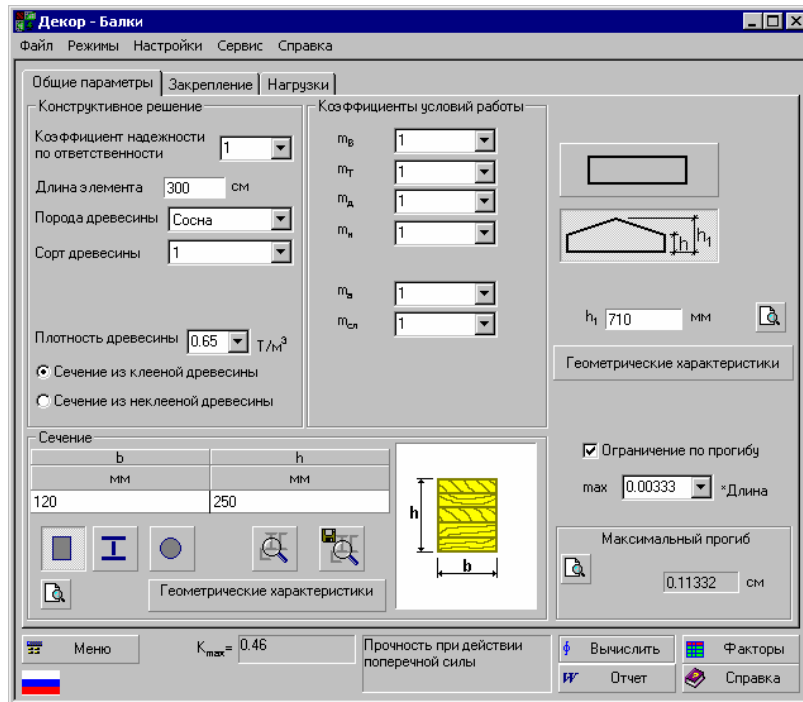


Рис. 39. Диалоговое окно **Балки**. Страница **Общие параметры**

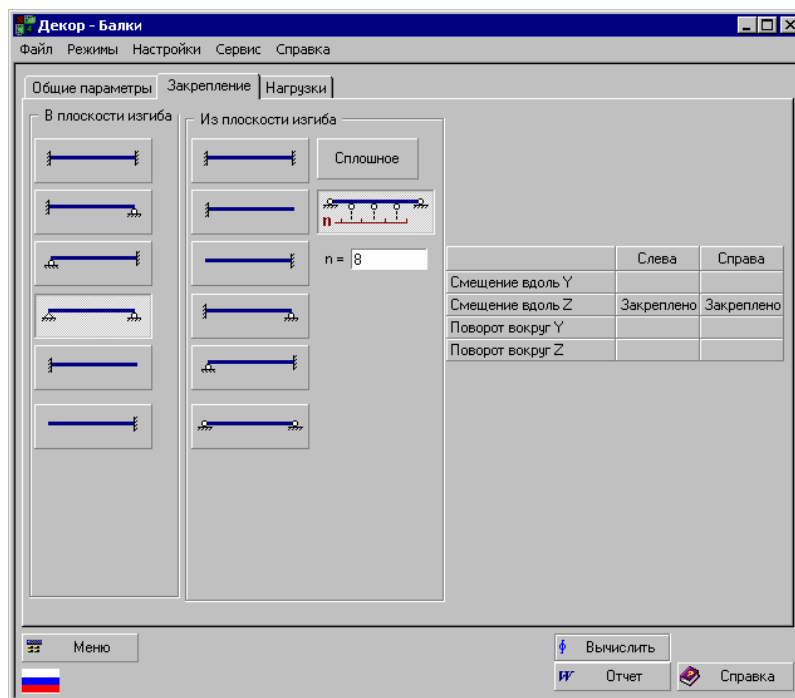


Рис. 40. Диалоговое окно **Балки**. Страница **Закрепление**

Задание нагрузок полностью аналогично заданию нагрузок на неразрезные прогоны (здесь не требуется указание номера пролета, в котором приложена нагрузка).

Балки проверяется по следующим факторам:

- Прочность элемента при действии изгибающего момента — п. 4.9 СНиП II-25-80;

- Прочность при действии поперечной силы — п. 4.10 СНиП II-25-80;
- Устойчивость плоской формы деформирования — п.п. 4.14, 4.15, 4.18 СНиП II-25-80;
- Прогиб — п. 4.33 СНиП II-25-80.

3.8.1 Ограничения реализации

При определении максимального прогиба в формуле (50) для балок переменного прямоугольного сечения коэффициенты k и c вычисляются по строке 4 таблицы 3 приложения 4, то-есть:

$$k=0.15+0.85\beta;$$

$$c=15.4+3.8\beta.$$

Для балок переменного двутаврового сечения используется строка 5 таблицы 3 приложения 4, то-есть:

$$k=0.4+0.6\beta;$$

$$c=(45.3+6.9\beta)\gamma.$$

3.9 Стойки

В этом режиме выполняется проверка конструкции стоек и колонн. Реализован весь комплекс проверок по прочности, устойчивости и предельной гибкости в соответствии с разделом 4 СНиП II-25-80. Предполагается, что реализуется плоская схема нагружения.

Диалоговое окно режима **Стойки** включает четыре страницы: **Общие параметры**, **Усилия**, **Расчетная длина в плоскости XOY**, **Расчетная длина в плоскости XOZ**.

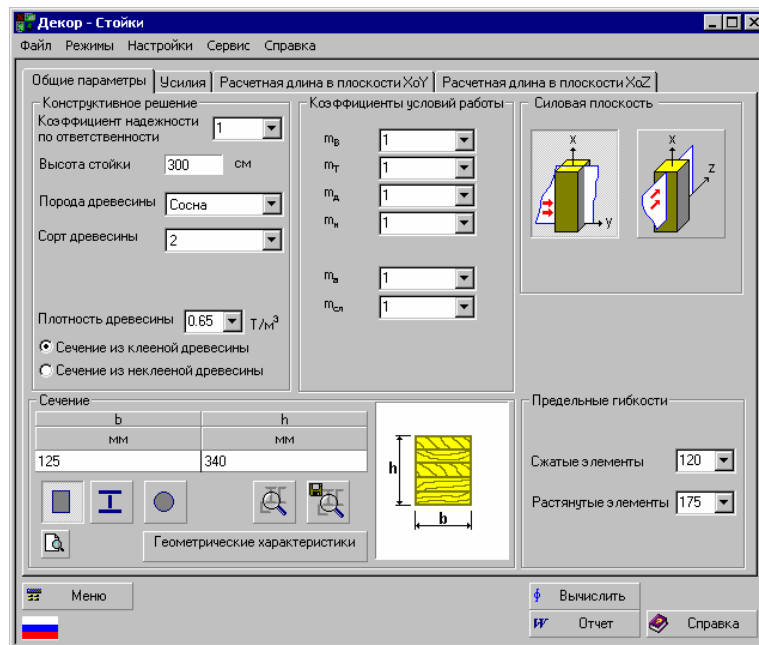


Рис. 41. Диалоговое окно Стойки. Страница Общие параметры

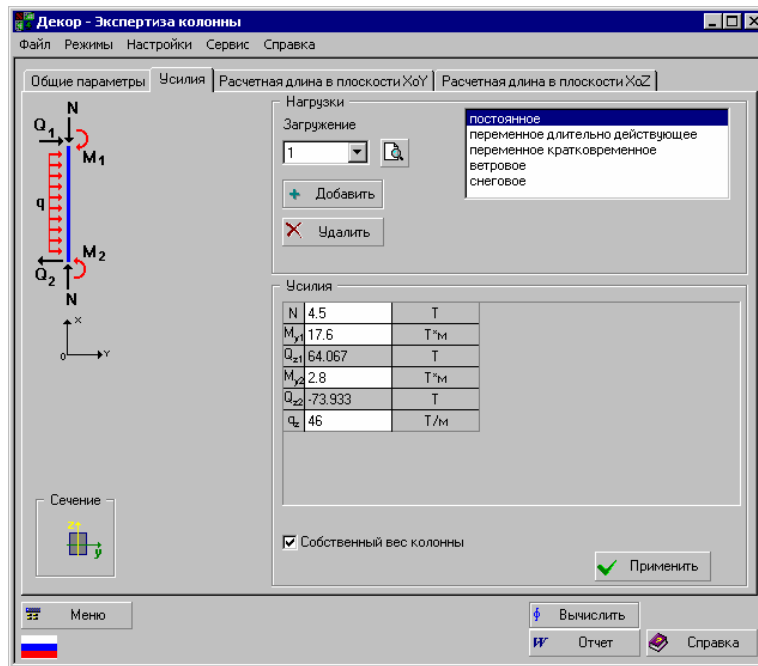



Рис. 42. Диалоговое окно Стойки. Страница Усилия

Страница **Общие параметры** (рис. 41) содержит поле ввода высоты стойки и две кнопки для выбора силовой плоскости (ориентации плоскости деформирования). Здесь же по стандартным правилам (см. раздел 3.1) задаются данные о сечении, древесине и коэффициентах условий работы. Кроме того, необходимо задать (ввести или выбрать из выпадающего списка) предельные гибкости (для сжатых и растянутых элементов).

На странице **Усилия** (рис. 42) для каждого загружения все действующие нагрузки задаются одновременно.

Отметим, что все нагрузки действуют в плоскости XoY или в плоскости XoZ (ось X ориентирована вдоль стержня). Выбор плоскости выполняется на странице **Общие параметры**.

По нажатию кнопки  появляется диалоговое окно **Предварительный просмотр** с эпюрами усилий N , M_y и Q_z (рис. 43).

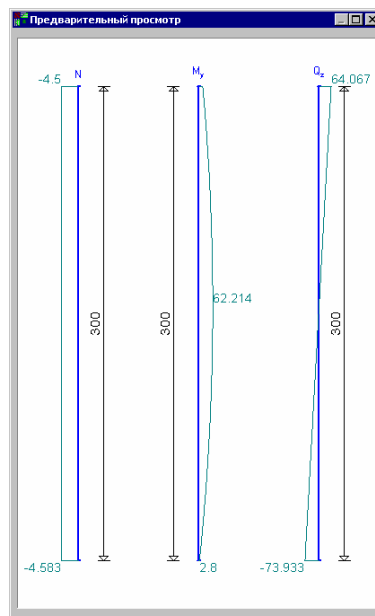


Рис. 43. Диалоговое окно Предварительный просмотр

Страницы, на которых задаются расчетные длины, аналогичны соответствующим страницам режима **Сопоставление сечений** (см. раздел 3.5).

Стойки проверяются по следующим факторам:

- Гибкость элемента в плоскости XoY — п. 4.4 СНиП II-25-80;
- Гибкость элемента в плоскости XoZ — п. 4.4 СНиП II-25-80;
- Прочность элемента при действии растягивающей продольной силы — п. 4.1 СНиП II-25-80;

- Прочность элемента при действии сжимающей продольной силы — п. 4.2 СНиП II-25-80;
- Устойчивость в плоскости XoZ при действии продольной силы — п. 4.2 СНиП II-25-80;
- Устойчивость в плоскости XoY при действии продольной силы — п. 4.2 СНиП II-25-80;
- Прочность элемента при действии изгибающего момента M_y — п. 4.9 СНиП II-25-80;
- Прочность элемента при действии изгибающего момента M_z — п. 4.9 СНиП II-25-80;
- Прочность при совместном действии M_y и M_z — п. 4.12 СНиП II-25-80;
- Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающего момента M_z — п.п. 4.16, 4.17 СНиП II-25-80;
- Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающего момента M_y — п.п. 4.16, 4.17 СНиП II-25-80;
- Прочность при действии поперечной силы Q_z — п. 4.10 СНиП II-25-80;
- Прочность при действии поперечной силы Q_y — п. 4.10 СНиП II-25-80;
- Устойчивость плоской формы деформирования — п.п. 4.14, 4.15, 4.18 СНиП II-25-80.

3.9.1 Ограничения реализации

1. При анализе устойчивости плоской формы деформирования коэффициент k_ϕ принимается равным 1.13.
2. В формуле (33) степень n принимается равной 1.
3. Анализ устойчивости плоской формы деформирования для сжато-изгибаемых элементов проводится только в случае прямоугольного сечения, поскольку в формуле (33) используется коэффициент ϕ_m , вычисляемый по формуле (23). Формула (23) предназначена для прямоугольника.
4. При анализе устойчивости плоской формы деформирования балок переменного сечения прямоугольной формы коэффициент $k_{жм}$ принят равным 1, поскольку при числе раскреплений из плоскости $n \geq 4$ СНиП (п. 4.14) оговаривает, что $k_{жм}=1$, а при других значениях n идет отсылка к таблице 2 приложения 4, где ничего не сказано о том, что делать в случае произвольной эпюры моментов.
5. При анализе прочности внецентренно растянутых и растянуто-изгибаемых элементов по формуле (28) СНиП II-25-80 величина M_d вычисляется по формулам (29), (30).

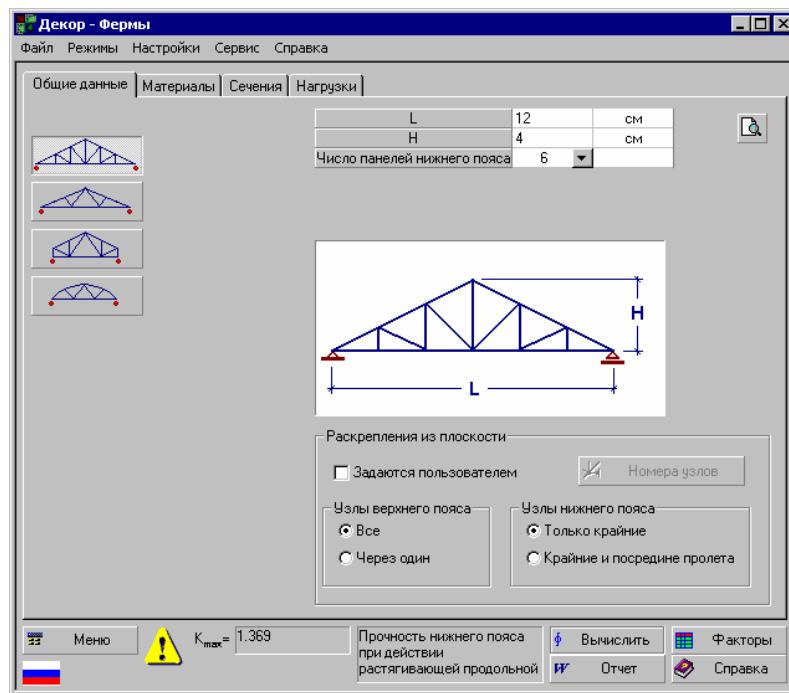
3.10 Фермы


С помощью этого режима осуществляются все необходимые проверки элементов ферм на прочность и устойчивость, а также проверяется их гибкость. Работа начинается с определения расчетных значений усилий от задаваемых внешних нагрузок для схем конструкций, наиболее часто используемых на практике.

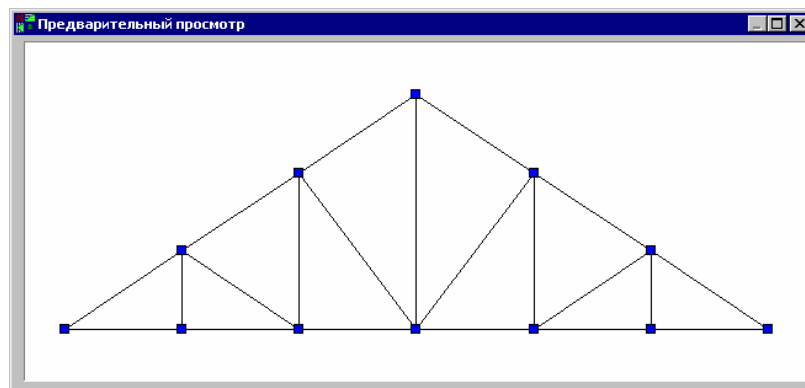
Данный режим ориентирован на расчет деревянных ферм. Для расчета метало-деревянных ферм можно использовать следующий прием. Задать конфигурацию фермы и нагрузки. Все рассматриваемые фермы являются статически определимыми, поэтому усилия в элементах не зависят от материала. Каждый деревянный элемент может быть проверен на соответствие требованиям СНиП II-25-80 с помощью программы ДЕКОР, а для проверки стальных элементов можно использовать программу КРИСТАЛЛ (см. [6]).

Исходные данные для режима задаются на четырех страницах — **Общие данные**, **Материалы**, **Сечения** и **Нагрузки**.


Страница **Общие данные** (рис. 44) содержит группу кнопок для выбора конфигурации фермы. Все фермы статически определимые и предполагаются закрепленными в крайних узлах нижнего пояса статически определимым способом по балочной схеме.

Рис. 44. Диалоговое окно **Фермы**. Страница **Общие данные**

Для выбранной конфигурации задается пролет фермы, ее высота на опоре и в середине, а также число панелей нижнего пояса. После ввода всех геометрических размеров общий вид заданной фермы можно посмотреть в окне **Предварительный просмотр** (рис. 45), которое вызывается кнопкой .

Рис. 45. Диалоговое окно **Предварительный просмотр**

В группе **Раскрепление из плоскости** с помощью маркеров указывается вариант раскрепления узлов верхнего и нижнего поясов из плоскости фермы (считается, что в плоскости фермы раскрепление произведено статически определимым образом — шарнирное неподвижное опирание левого опорного узла и шарнирное подвижное опирание правого узла).

Предусмотрена возможность задать нестандартное расположение раскреплений из плоскости. Для этого следует активировать маркер **Задаются пользователем** и кнопкой  активировать диалоговое окно с таблицей (рис. 46). На расчетной схеме узлы, содержащие раскрепления из плоскости отмечаются зеленым цветом.

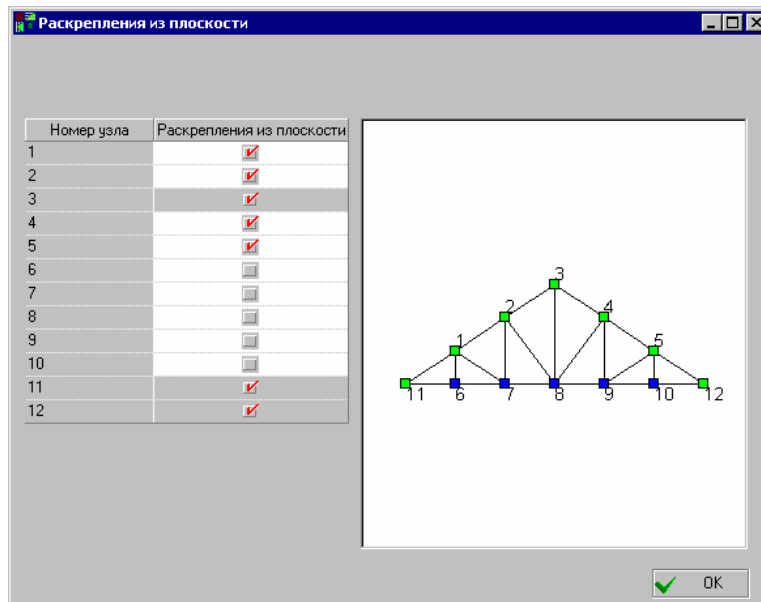


Рис. 46. Диалоговое окно **Раскрепления из плоскости**

На странице **Материалы** (рис. 47) по стандартным правилам (см. раздел 3.1) задается информация о древесине и коэффициентах условий работы.

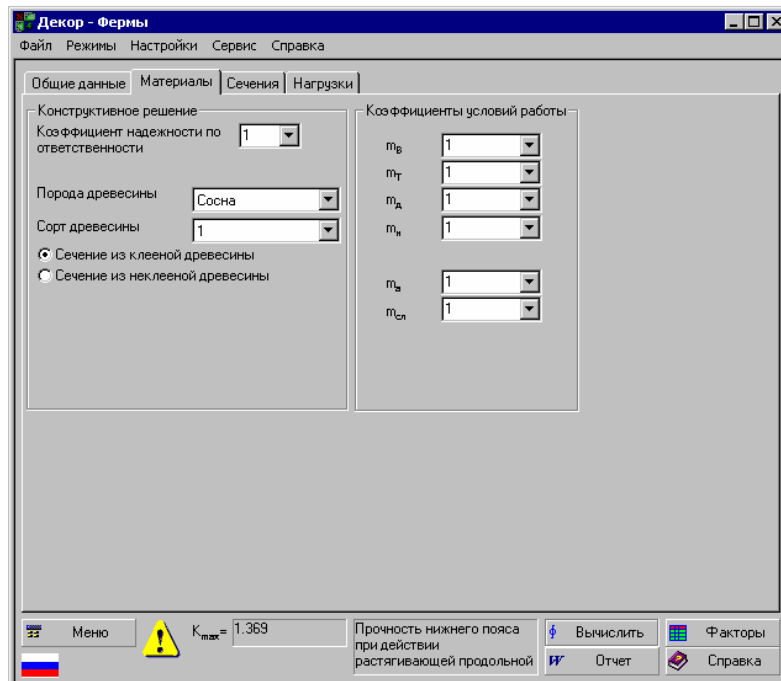


Рис. 47. Диалоговое окно **Фермы. Страница Материалы**

На странице **Сечения** (рис. 48) для каждой группы элементов фермы (верхний пояс, нижний пояс, раскосы, стойки и опорные раскосы) необходимо задать размеры поперечного сечения.

Страница **Нагрузки** (рис. 49) во многом напоминает описанную ранее одноименную страницу в режиме **Неразрезные прогоны** (см. раздел 3.6), однако здесь имеются свои особенности. Во-первых, возможна лишь равномерно распределенная нагрузка и сосредоточенная сила; во-вторых, позиция сосредоточенной силы задается указанием номера узла. Для распределенных нагрузок программа предоставляет возможность одновременно задать распределенную нагрузку на выбранную пользователем группу элементов — верхний/нижний пояс или левую/правую половину пояса.

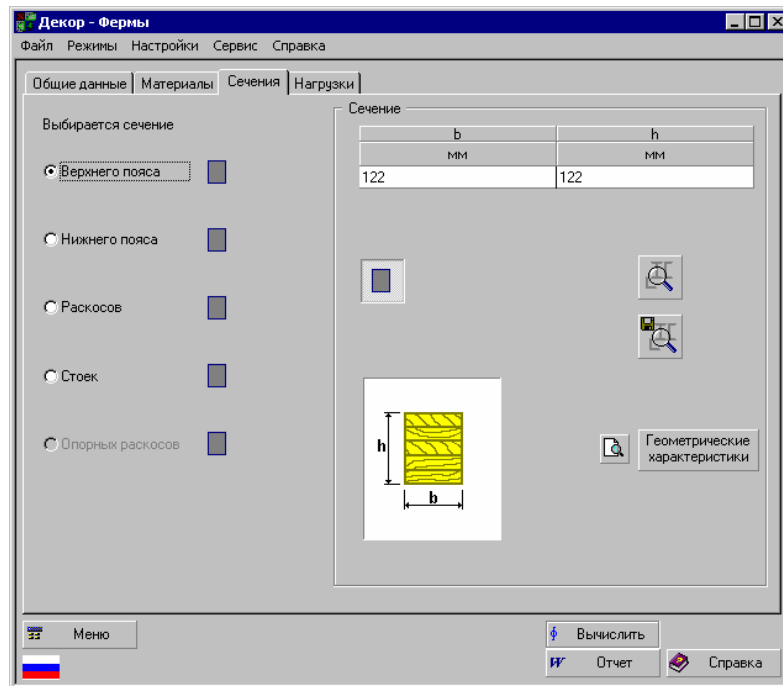


Рис. 48. Диалоговое окно Фермы. Страница Сечения

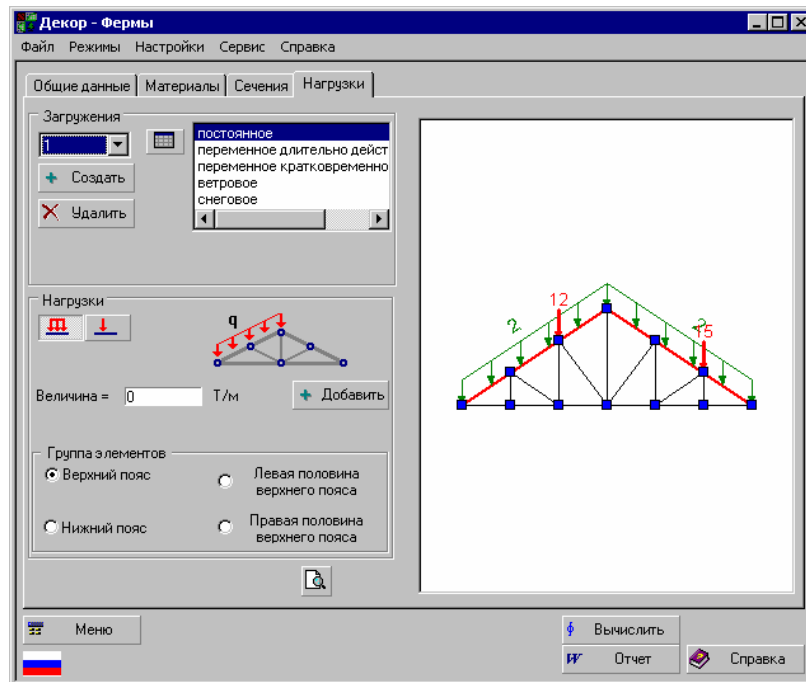



Рис. 49. Диалоговое окно Фермы. Страница Нагрузки


Усилия в элементах фермы для текущего нагружения отображаются в виде эпюр в окне **Усилия в элементах фермы**, которая вызывается нажатием кнопки  (рис. 50).

Фермы проверяются по следующим факторам:

- Гибкость элемента из плоскости фермы — п. 4.4 СНИП II-25-80;
- Гибкость элемента в плоскости фермы — п. 4.4 СНИП II-25-80;
- Прочность элемента при действии растягивающей продольной силы — п. 4.1 СНИП II-25-80;
- Прочность элемента при действии сжимающей продольной силы — п. 4.2 СНИП II-25-80;
- Устойчивость в плоскости фермы при действии продольной силы — п. 4.2 СНИП II-25-80;
- Устойчивость из плоскости фермы при действии продольной силы — п. 4.2 СНИП II-25-80.

4. ПРИЛОЖЕНИЕ

4.1 Калькулятор для расчета по формулам

Калькулятор для расчета по формулам может быть вызван из программной группы **SCAD Office** иконкой . В разделе меню **Сервис** предусматривается возможность вызова как стандартного калькулятора среды MS Windows (если он установлен в системе), так и специального вычислителя (рис. 52), позволяющего выполнять расчеты по формулам.

Вычислитель предназначен для проведения вычислений по формулам, которые задаются в окне ввода.

При вводе формул следует соблюдать следующие правила:

- наименования функций вводятся строчными буквами латинского алфавита;
- разделителем дробной и целой частей числа является точка;
- арифметические операции задаются символами +, -, *, /, ^ (возведение в степень), например, $2.5*2.5*2.5$ записывается как 2.5^3 .

При записи формул можно использовать следующие функции:

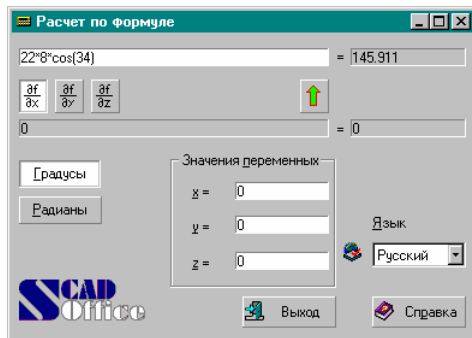


Рис. 52. Окно вычислителя

floor — наибольшее целое число, не превышающее заданное;
tan — тангенс;
sin — синус;
cos — косинус;
asin — арксинус;
acos — арккосинус;
atan — арктангенс;
exp — экспонента;
ceil — наименьшее целое число, превышающее заданное;
tanh — тангенс гиперболический;
sinh — синус гиперболический;
cosh — косинус гиперболический;
log — натуральный логарифм;
log10 — десятичный логарифм;
abs — абсолютное значение;
sqrt — корень квадратный.

В зависимости от состояния переключателя **Градусы/Рadianы** аргументы тригонометрических функций (**sin**, **cos**, **tan**) и результаты обратных тригонометрических функций (**asin**, **acos**, **atan**) приводятся в градусах или радианах соответственно.

Допускается использование только круглых скобок при произвольной глубине вложенности.

Пример:

Формула

$$1,2 + \sin(0,43) + 6,7\sqrt{6,8} - \sqrt[5]{0,003}$$

должна быть записана следующим образом:

$$1.2+\sin(0.43)+6.7*\sqrt{6.8}-0.003^{(1/5)}.$$




Если в соответствующих окнах ввода задать значения переменных, то появляется дополнительная возможность использовать в формуле три независимые переменные **x**, **y**, **z**. Это позволяет проводить серию однотипных вычислений при различных значениях параметров. Например, в этом режиме формула

$$1,2 + \sin(x) + 6,7\sqrt{6,8} - \sqrt[5]{y}$$




должна быть записана в виде

$$1.2+\sin(x)+6.7*\sqrt{6.8}-y^{(1/5)}.$$


Кроме того, программа позволяет записать в поле ввода формул символическое выражение, зависящее

от переменных **x**, **y**, **z** и активизацией одного из маркеров , ,  получить символическое выражение для соответствующей частной производной.

Если в строке ввода (верхней) задана функция от переменных **x**, **y**, **z**, то в нижней строке появляется символическое выражение для частной производной по одной из этих переменных в зависимости от того,

какой из маркеров (, , ) активен.

4.2 Калькулятор для преобразования единиц измерения

Калькулятор вызывается как из программной группы **SCAD Office** — иконка , так и из меню **Сервис**. Программа предназначена для преобразования данных, заданных в различных единицах измерений (рис. 53). Для выполнения операции необходимо выбрать страницу с соответствующими мерами (**Длина**, **Площадь** и т.д.).

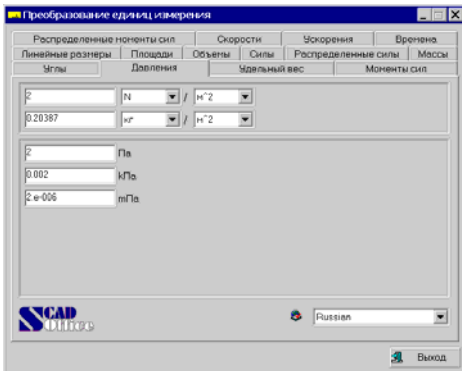


Рис. 53. Окно Преобразование единиц измерения

Порядок выполнения операций преобразования зависит от того, являются ли единицы измерения простыми (например, длина, площадь или время) или составными (например, давление, скорость или масса).

Для преобразования простых единиц измерения достаточно ввести число в одно из полей ввода. В результате будут получены значения во всех остальных единицах измерения. Если единицы измерения составные, то следует выбрать в выпадающих списках одной строки наименование единиц, из которых выполняется преобразование, а в списках второй строки — единицы, к которым приводит преобразование. В поле ввода первой из строк вводится число, а в поле ввода второй строки отображаются результаты преобразования.

Литература

1. СНиП II-25-80. Деревянные конструкции/Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 2001 — 30 с.
2. ГОСТ 24454-80. Пиломатериалы хвойных пород. Размеры.
3. ГОСТ 7307-75*. Детали из древесины и древесных материалов. Припуски на механическую обработку.
4. ГОСТ 27751-88. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения по расчету.
5. СНиП 2.01.07-85*. Нагрузки и воздействия/ Госстрой России.— М.: ГУП ЦПП, 2001. — 44 с.
6. В.Карпиловский, Э.Криксунов, А.Маляренко, М.Микитаренко, А.Перельмутер, М.Перельмутер, В.Федоровский, *SCAD Office. Реализация СНиП в проектирующих программах.* — М., изд-во АСВ, 2004.—288 с.
7. И.М.Гринь, В.В.Фурсов, Д.М.Бабушкин, П.Г.Галушко, В.И.Гринь, *Проектирование и расчет деревянных конструкций. Справочник.* — К., Будивэльнык, 1988. — 240 с.