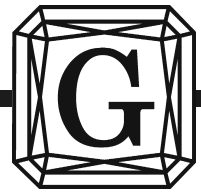
ГеММа-3D



Приложение 2

Программный модуль контроля качества управляющих программ 3-х осевой фрезерной обработки

G-Mill

G-Mill

Введение

Назначение программы

G-Mill-программный модуль контроля качества управляющих программ 3-х осевой фрезерной обработки для станков с ЧПУ, функционирующий в среде Win32 (Win95-98-Me, WinNT-2000-XP).

Минимальные системные требования

Минимальные системные требования для корректного функционирования программы - процессор класса Pentium, 64 Мб оперативной памяти, 10 Мб свободной памяти на жестком диске.

Рекомендуемые системные требования

Рекомендуемые системные требования - процессор класса Pentium III - IV или Athlon, 256 Мб оперативной памяти и выше, настоятельно рекомендуется видеоадаптер с аппаратной поддержкой библиотеки OpenGL 1.1 (предпочтительны графические чипсеты фирмы NVidia или ATI).

Рекомендуемые разрешения монитора - 1280*1024 и более, системный размер шрифта -125% (120dpi, "Крупный шрифт").

Запуск программы и сохранение настроек пользователя

Запуск программы осуществляется либо непосредственно командой на выполнение исполняемого модуля (например, двойным щелчком в файловом менеджере на иконке, ассоциированной с *.exe файлом), либо с передачей программе в качестве аргумента имени и местонахождения проекта, с загрузки которого необходимо начинать работу (например, щелчком мыши на иконке этого проекта).

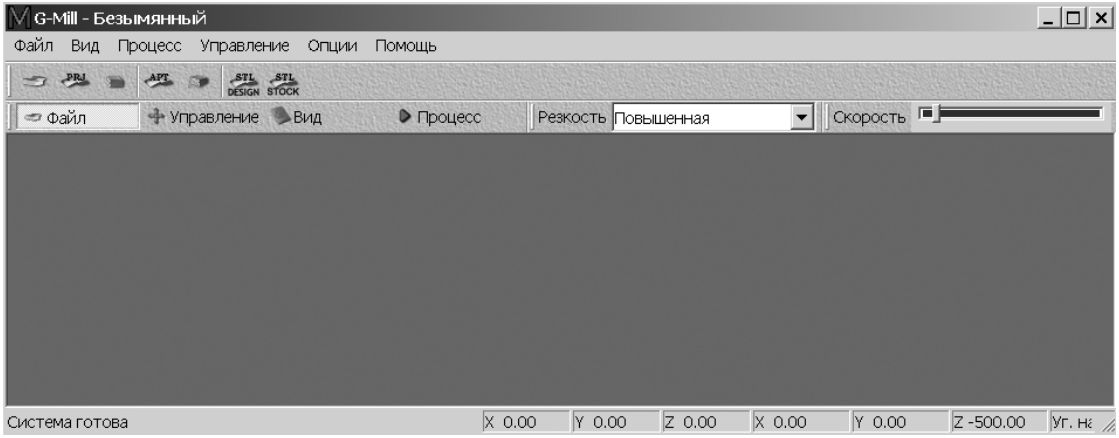
Альтернативный способ загрузки сохраненных проектов (в дополнение к выбору соответствующей команды меню или кнопки панели инструментов) - перетаскивание иконок этих проектов в рабочую область окна приложения или на иконку, ассоциированную с исполняемым файлом.

Рекомендуется сохранить пустой проект с предварительно установленными по желанию пользователя настройками и запускать программу щелчком

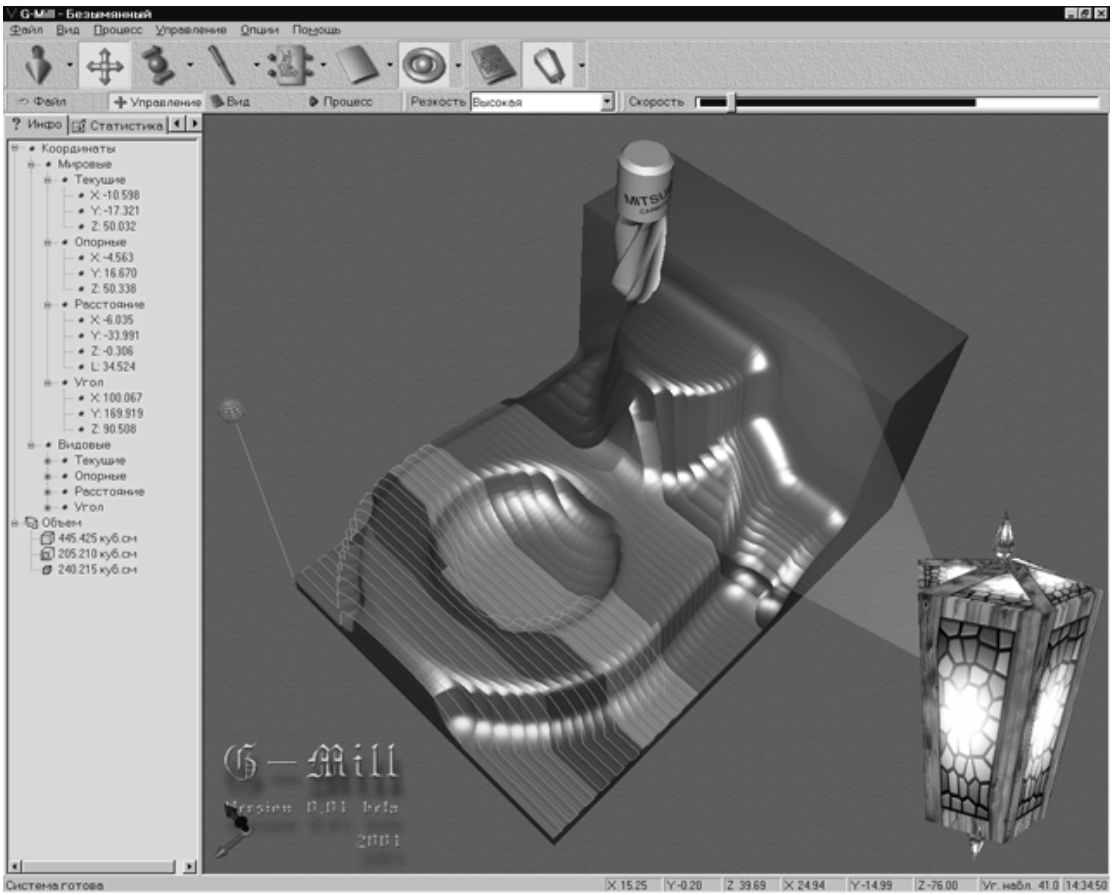
мыши на иконке этого проекта, помещенной на рабочий стол - таким образом удобно начинать работу в привычной среде.

Основное окно приложения

Основное окно приложения непосредственно после запуска (без предварительно загруженного проекта) представлено на рисунке.



Основное окно приложения при работе с проектом:



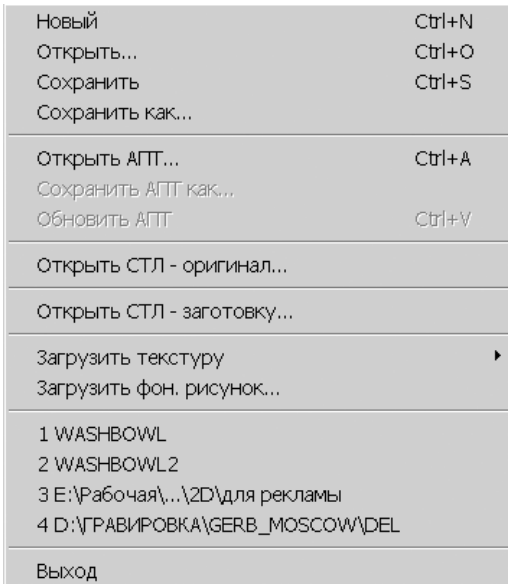
Органы управления

Меню

Некоторые пункты основного и контекстного меню могут быть выбраны повторно для возврата в исходное состояние.

Основное меню

При выборе соответствующего пункта основного меню осуществляется:



Файл->Новый

Реинициализация проекта и замена всех текущих установок значениями по умолчанию.

Файл->Открыть…

Загрузка сохраненного ранее проекта (файлы с расширением vsm) с помощью стандартного диалога выбора файлов.

Файл->Сохранить

Сохранение текущего проекта на жестком диске или другом устройстве хранения информации.

Файл->Сохранить как…

Сохранение текущего проекта на жестком диске или другом устройстве хранения информации под новым именем с помощью стандартного диалога выбора файлов.

Файл->Открыть АПТ...

Загрузка управляющей программы с помощью мастера загрузки управляющей программы.

Файл->Сохранить АПТ как…

Сохранение отредактированной управляющей программы на жестком диске или другом устройстве хранения информации под новым именем с помощью стандартного диалога выбора файлов.

Файл->Обновить АПТ

Повторная быстрая загрузка текущей управляющей программы.

Используется при отладке одной управляющей программы во внешней CAD CAM системе, позволяя игнорировать повтор одних и тех же операций по установке параметров в мастере загрузки, выбору файла управляющей программы и т.д.

Файл->Открыть СТЛ-оригинал…

Загрузка файла описания геометрии изделия в формате "sla" или "stl" (только ASCII - формат) в качестве эталона для последующего сравнения с обработанной моделью и оценки качества обработки с помощью пункта **Показать дефекты** контекстного меню основной модели.

Файл->Открыть СТЛ-заготовку…

Загрузка файла описания геометрии заготовки изделия в формате "sla" или "stl" (только ASCII - формат).

Файл->Загрузить текстуру->…

Загрузка текстурного образа (файлы с расширением "bmp", только в формате 24 бита на пиксел) для соответствующего объекта с помощью стандартного диалога выбора файлов для последующего отображения текстурированной модели объекта.

Файл->Загрузить фон. рисунок…

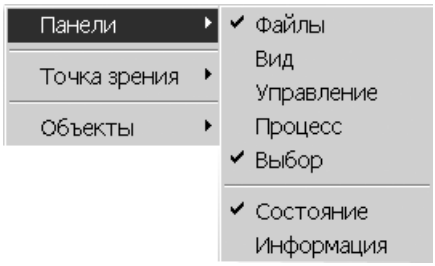
Загрузка текстурного образа (файлы с расширением "bmp", только формат 24 бита на пиксел) с помощью стандартного диалога выбора файлов для последующего отображения его в качестве рисунка заднего плана рабочей области основного окна приложения.

Файл->Последние файлы

Загрузка одного из последних рабочих проектов.

Файл->Выход

Завершение работы приложения с предложением сохранить текущий проект в случае необходимости.



Вид->Панели->Файлы

Отображение панели файловых операций.

Вид->Панели->Вид

Отображение панели выбора объектов для отображения.

Вид->Панели->Управление

Отображение панели управления объектами.

Вид->Панели->Процесс

Отображение панели управления обработкой.

Вид->Панели->Выбор

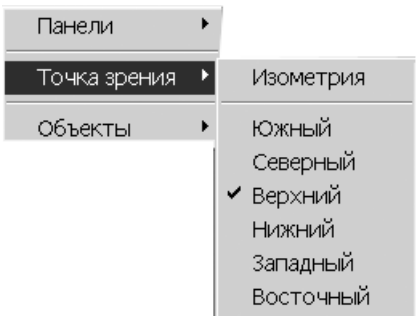
Отображение вспомогательной панели выбора основной панели.

Вид->Панели->Состояние

Отображение панели состояния.

Вид->Панели->Информация

Отображение информационной панели.



Вид->Точка зрения->Изометрия

Изометрическое отображение активных объектов.

Вид->Точка зрения->Южный

Поворот и отображение активных объектов таким образом, что ось Y системы координат, связанной с ними, направлена от наблюдателя, а ось X - направо.

Вид->Точка зрения->Северный

Поворот и отображение активных объектов таким образом, что ось Y системы координат, связанной с ними, направлена на наблюдателя, а ось X - налево.

Вид->Точка зрения->Верхний

Поворот и отображение активных объектов таким образом, что ось Z системы координат, связанной с ними, направлена на наблюдателя, а ось X - направо.

Вид->Точка зрения->Нижний

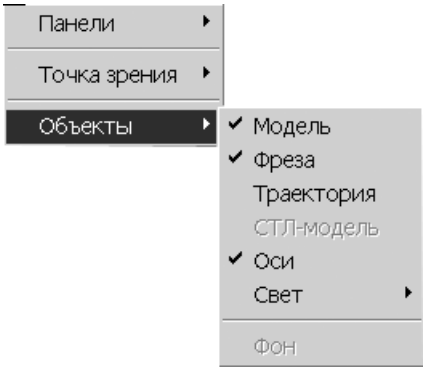
Поворот и отображение активных объектов таким образом, что ось Z системы координат, связанной с ними, направлена от наблюдателя, а ось X - налево.

Вид->Точка зрения->Западный

Поворот и отображение активных объектов таким образом, что ось X системы координат, связанной с ними, направлена от наблюдателя, а ось Y - налево.

Вид->Точка зрения->Восточный

Поворот и отображение активных объектов таким образом, что ось X системы координат, связанной с ними, направлена на наблюдателя, а ось Y - направо.



Вид->Объекты->Модель

Отображение основной модели.

Вид->Объекты->Фреза

Отображение инструмента.

Вид->Объекты->Траектория

Отображение траектории движения инструмента.

Вид->Объекты->СТЛ-модель

Отображение СТЛ-модели.

Вид->Объекты->Оси

Отображение осей системы координат, связанной с основной моделью.

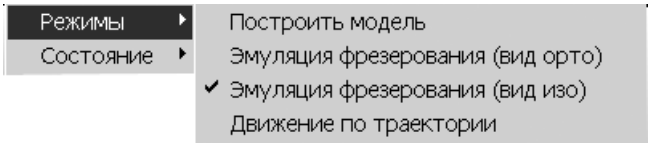
Вид->Объекты->Свет->...

Отображение соответствующего источника освещения.

Вид->Объекты->Фон

Отображение рисунка заднего плана рабочей области основного окна приложения.

Процесс->Режимы->Построить модель



Построение основной модели.

Процесс->Режимы->Эмуляция фрезерования (вид орто)

Построение основной модели с отображением процесса удаления материала (точка зрения - сверху).

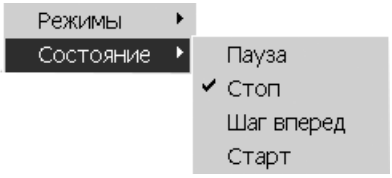
Процесс->Режимы->Эмуляция фрезерования (вид изо)

Построение основной модели с отображением процесса удаления материала (произвольная точка зрения).

Процесс->Режимы->Движение по траектории

Эмуляция движения инструмента с динамическим отображением траектории.

Процесс->Состояние->Пауза



Приостановка выполнения текущего режима эмуляции.

Процесс->Состояние->Стоп

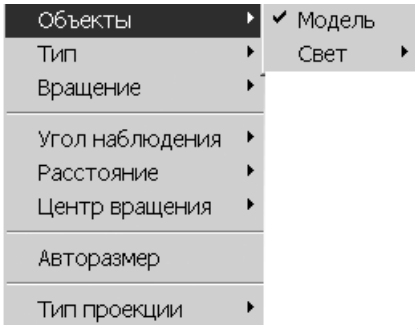
Остановка выполнения текущего режима эмуляции.

Процесс->Состояние->Шаг вперед

Переход в режим покадрового выполнения управляющей программы.

Процесс->Состояние->Старт

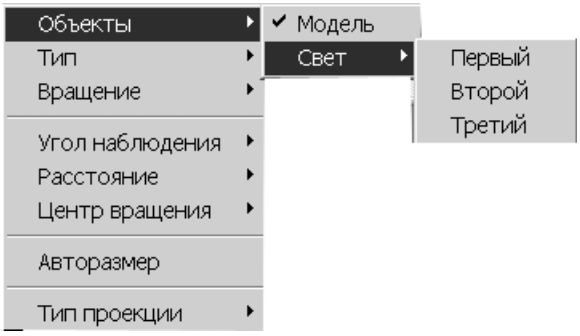
Переход к началу управляющей программы и последующая активизация текущего режима эмуляции.



Управление->Объекты->Модель

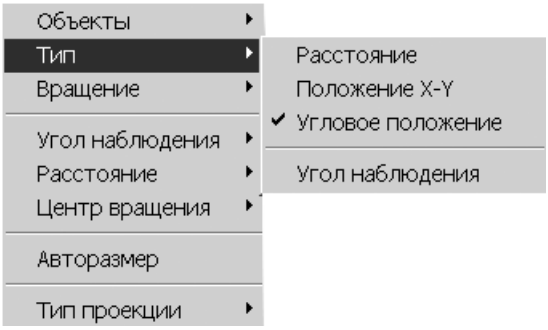
Выбор основной модели и связанных с нею объектов (инструмента, траектории, СТЛ-модели) в качестве активных (управляемых).

Управление->Объекты->Свет->...



Выбор соответствующего источника освещения в качестве активного (управляемого).

Управление->Тип->Расстояние



Переключение текущего режима управления активным объектом в режим управления расстоянием "Наблюдатель - активный объект" (режим управления значением компоненты Z положения объекта в видовых координатах).

Управление->Тип->Положение X-Y

Переключение текущего режима управления активным объектом в режим управления значениями компонент X и Y положения объекта в видовых координатах.

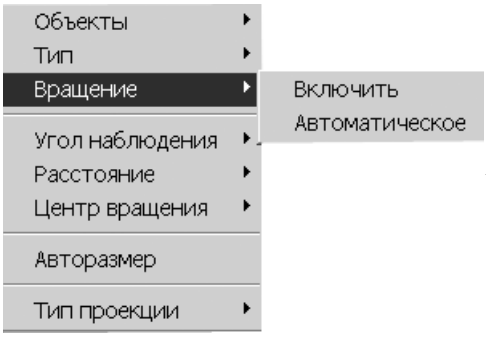
Управление->Тип->Угловое положение

Переключение текущего режима управления активным объектом в режим управления угловым положением объекта в видовых координатах.

Управление->Тип->Угол наблюдения

Переключение текущего режима управления в режим управления углом наблюдения сцены.

Управление->Вращение->Включить



Включение собственного вращения активного объекта.

Управление->Вращение->Автоматическое

Автоматическое включение собственного вращения активного объекта при выбранном режиме управления угловым положением объекта и ненулевой скорости перемещения мыши в момент отпускания ее левой кнопки.

Управление->Угол наблюдения->Уменьшить

Уменьшение угла наблюдения сцены.

Управление->Угол наблюдения->Увеличить

Увеличение угла наблюдения сцены.

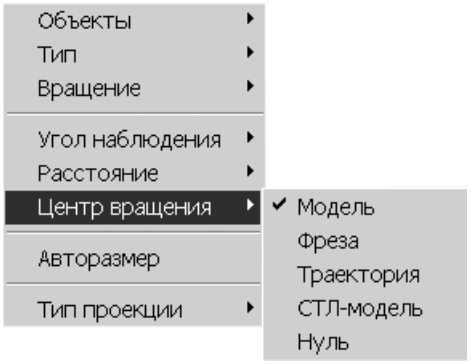
Управление->Расстояние->Уменьшить

Уменьшение расстояния "Наблюдатель - активный объект" (уменьшение значения компоненты Z положения объекта в видовых координатах).

Управление->Расстояние->Увеличить

Увеличение расстояния "Наблюдатель - активный объект" (увеличение значения компоненты Z положения объекта в видовых координатах).

Управление->Центр вращения->Модель



Установка центра вращения основной модели и связанных с нею объектов в центр параллелепипеда, описывающего основную модель.

Управление->Центр вращения->Фреза

Установка центра вращения основной модели и связанных с нею объектов в центр параллелепипеда, описывающего инструмент.

Управление->Центр вращения->Траектория

Установка центра вращения основной модели и связанных с нею объектов в центр параллелепипеда, описывающего траекторию движения инструмента.

Управление->Центр вращения->СТЛ-модель

Установка центра вращения основной модели и связанных с нею объектов в центр параллелепипеда, описывающего СТЛ-модель.

Управление->Центр вращения->Нуль

Установка центра вращения основной модели и связанных с нею объектов в начало системы координат, связанной с основной моделью.

Управление->Авторазмер

Автоподстройка угла наблюдения сцены и значения компоненты Z (в видовых координатах) положения видимых объектов, связанных с основной моделью, для полного отображения этих объектов в рабочей области основного окна приложения.

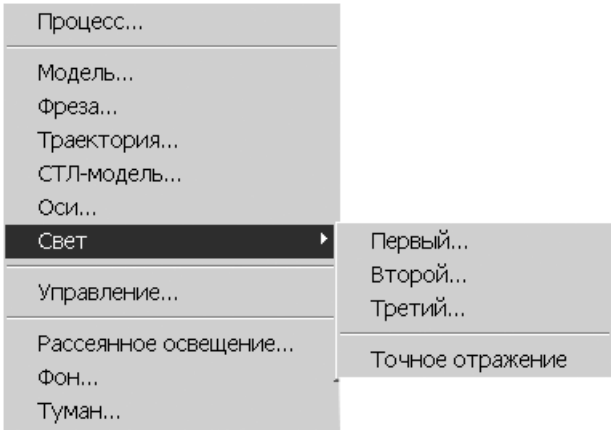
Управление->Тип проекции->Ортогональная

Установка ортогонального метода проекции объектов (без учета перспективы).

Управление->Тип проекции->Перспективная

Установка перспективного метода проекции объектов.

Опции->Процесс…



Открытие окна свойств обработки.

Опции->Модель…

Открытие окна свойств основной модели.

Опции->Фреза…

Открытие окна свойств инструмента.

Опции->Траектория…

Открытие окна свойств траектории движения инструмента.

Опции->СТЛ-модель…

Открытие окна свойств СТЛ-модели.

Опции->Свет->Первый…

Открытие окна свойств первого источника освещения.

Опции->Свет->Второй…

Открытие окна свойств второго источника освещения.

Опции->Свет->Третий…

Открытие окна свойств третьего источника освещения.

Опции->Свет->Точное отражение

Установка точной модели расчета отраженного света.

Опции->Управление…

Открытие окна свойств управления объектами.

Опции->Рассеянное освещение…

Открытие диалогового окна установки цвета и интенсивности рассеянного освещения.

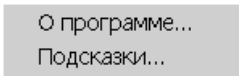
Опции->Фон…

Открытие диалогового окна установки цвета фона и дымки.

Опции->Туман…

Открытие диалогового окна установки свойств дымки.

Помощь->О программе…



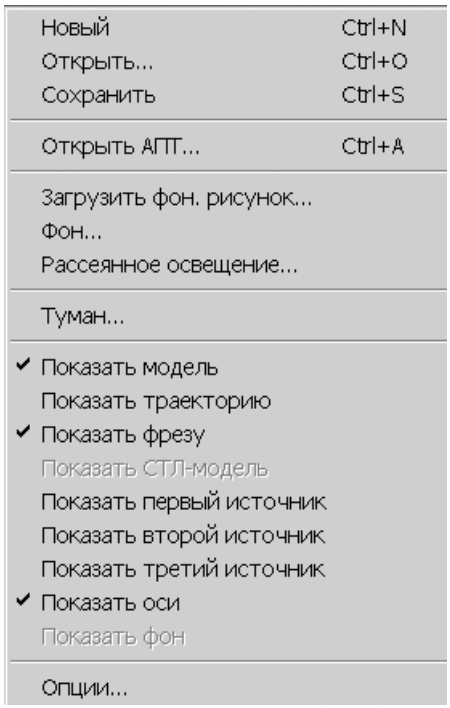
Открытие окна справки о версии программы и аппаратной части видеосистемы.

Помощь->Подсказки…

Открытие окна подсказок.

Контекстное меню

При щелчке правой клавишей мыши в пустом пространстве рабочей области основного окна приложения возникает контекстное меню, выбор пунктов которого эквивалентен выбору следующих пунктов основного меню:



Новый

Файл->Новый

Открыть…

Файл->Открыть…

Сохранить

Файл->Сохранить

Открыть АПТ…

Файл->Открыть АПТ…

Загрузить фон. рисунок…

Файл->Загрузить фон. рисунок…

Фон…

Опции->Фон…

Рассеянное освещение…

Опции->Рассеянное освещение…

Туман…

Опции->Туман…

Показать модель

Вид->Объекты->Модель

Показать траекторию

Вид->Объекты->Траектория

Показать фрезу

Вид->Объекты->Фреза

Показать СТЛ-модель

Вид->Объекты->СТЛ-модель

Показать первый источник

Вид->Объекты->Свет->Первый

Показать второй источник

Вид->Объекты->Свет->Второй

Показать третий источник

Вид->Объекты->Свет->Третий

Показать оси

Вид->Объекты->Оси

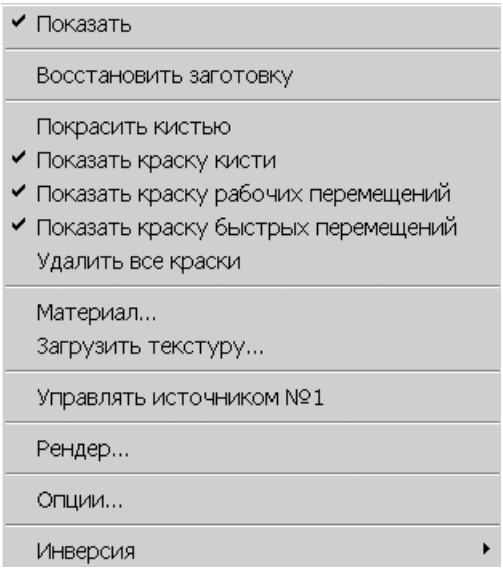
Показать фон

Вид->Объекты->Фон

Опции

Опции->Процесс…

При щелчке правой клавишей мыши в рабочей области основного окна приложения возникает контекстное меню, связанное с объектом, находящимся под курсором.



Контекстное меню, связанное с основной моделью:

Показать

Выбор этого пункта аналогичен по действию выбору пункта **"Вид->Объекты->Модель"** основного меню.

Восстановить заготовку

Выбор этого пункта приводит к восстановлению заготовки до исходного состояния.

Покрасить кистью

Выбор этого пункта приводит к окраске основной модели текущим цветом кисти и активизации режима окраски инструментом.

Показать дефекты (пункт доступен только при загруженной СТЛ-модели)

Выбор этого пункта приводит к окраске основной модели в соответствии с текущим шаблоном допусков на точность обработки и соответствующих цветов.

Показать краску кисти (пункт становится доступным только после предварительного выбора пункта **Покрасить кистью**)

Выбор этого пункта приводит к отображению необработанных с момента последнего окрашивания участков поверхности основной модели соответствующим цветом.

Показать краску рабочих перемещений (пункт становится доступным только

после предварительного выбора пункта **Покрасить кистью**)

Выбор этого пункта приводит к отображению участков поверхности основной модели, обработанных с момента последнего окрашивания на подаче рабочих перемещений, соответствующим цветом.

Показать краску быстрых перемещений (пункт становится доступным только после предварительного выбора пункта **Покрасить кистью**)

Выбор этого пункта приводит к отображению участков поверхности основной модели, обработанных с момента последнего окрашивания на подаче быстрых перемещений, соответствующим цветом.

Удалить все краски (пункт становится доступным только после предварительного выбора пункта **Покрасить кистью**)

Выбор этого пункта приводит к удалению всей дополнительной цветовой информации.

Материал...

Выбор этого пункта приводит к отображению диалогового окна выбора материала основной модели.

Загрузить текстуру...

Выбор этого пункта эквивалентен выбору пункта **Файл->Загрузить текстуру->Модель...** основного меню.

Управлять источником №1 (пункт становится доступным только когда первый источник освещения не активен, т.е. не является текущим объектом управления)

Выбор этого пункта эквивалентен выбору пункта **Управление->Объекты->Свет->Первый** основного меню.

Рендер...

Выбор этого пункта приводит к отображению диалогового окна установки свойств рендера основной модели.

Опции...

Выбор этого пункта эквивалентен выбору пункта **Опции->Модель...** основного меню.

Инверсия

С помощью выбора подпунктов этого пункта меню осуществляются отражения модели соответственно относительно плоскостей x = Xc, y = Yc, z = Zc, где Xc, Yc, Zc - координаты центра описывающего модель параллелепипеда.

В контекстных меню, связанных с инструментом, траекторией, СТЛ-моделью, осями координат и источниками освещения, присутствуют только пункты **Показать, Материал..., Загрузить текстуру..., Рендер...** и **Опции...**, аналогичные соответствующим вышеописанным пунктам контекстного меню основной модели.

В контекстном меню, связанном с осями координат, дополнительно присутствуют пункты **Поместить в нуль** или **Поместить в угол экрана** (доступны в зависимости от фактического места отображения осей координат на экране), при выборе которых начало осей координат отображается в точке с нулевыми компонентами координат или в левом нижнем углу экрана соответственно.

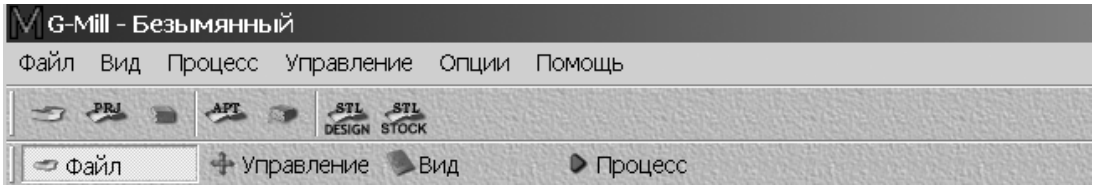
В контекстных меню, связанных с источниками освещения, дополнительно присутствуют пункты **Включить** (доступен только при выключенном соответствующем источнике освещения) или **Выключить** (доступен только при включенном соответствующем источнике освещения) и **Цвет освещения**, при выборе которых происходит соответственно включение источника, выключение источника и отображение диалогового окна установки цвета источника освещения.

Панели инструментов

Непосредственно под основным меню приложения находятся панели инструментов. Одновременно отобразить несколько панелей инструментов можно, выбрав соответствующие пункты в меню **Вид->Панели**. Взаимное расположение панелей можно менять, щелкая левой клавишей мыши на названии панели, гриппер-баре (тонкой вертикальной полоске в левой части панели инструментов), или путем непосредственного перетаскивания панелей (после щелчка на названии панели или гриппер-баре перемещать мышь, продолжая удерживать нажатой левую клавишу). Положение каждой панели запоминается на весь текущий сеанс работы, и повторный вызов временно скрытой панели приводит к ее отображению на прежнем месте. С некоторыми кнопками панелей инструментов могут быть связаны дополнительные выпадающие меню, активизируемые нажатием черных стрелок, расположенных справа от соответствующих кнопок.

Кнопки режимов фрезерования из панели **Процесс**, все кнопки из панели **Вид** и кнопки выбора режима управления из панели **Управление** могут быть нажаты повторно для возврата в исходное состояние.

Панель инструментов **Файлы** файловых операций с расположенной под ней вспомогательной панелью **Выбор**:



Выбор кнопки ***Файл*** вспомогательной панели эквивалентен выбору пункта **Вид->Панели->Файлы** основного меню, выбор кнопки ***Управление*** - выбору пункта **Вид->Панели->Управление**, выбор кнопки ***Вид*** - выбору пункта **Вид->Панели->Вид**, выбор кнопки ***Процесс*** - выбору пункта **Вид->Панели->Процесс**.

Выбор кнопок панели файловых операций эквивалентен выбору следующих

пунктов основного меню (в порядке следования кнопок слева направо):

1-я

Файл->Новый

2-я

Файл->Открыть...

3-я

Файл->Сохранить

4-я

Файл->Открыть АПТ...

5-я

Файл->Сохранить АПТ как...

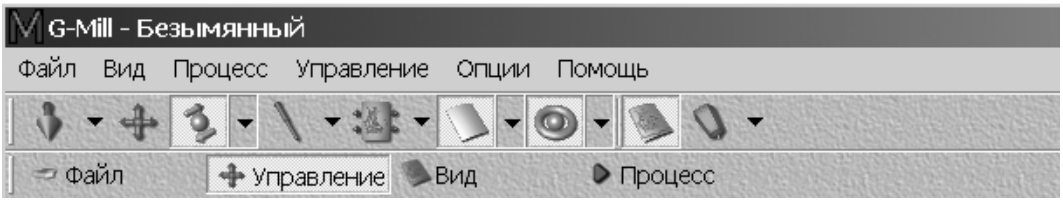
6-я

Файл->Открыть СТЛ-оригинал...

7-я

Файл->Открыть СТЛ-заготовку...

Панель инструментов **Управление** с расположенной под ней вспомогательной панелью **Выбор**:



Выбор кнопок панели **Управление** эквивалентен выбору следующих пунктов основного меню (в порядке следования кнопок слева направо):

1-я

Управление->Тип->Расстояние

Дополнительное выпадающее меню соответствует подменю пункта **Управление->Расстояние**

2-я

Управление->Тип->Положение X-Y

3-я

Управление->Тип->Угловое положение

Дополнительное выпадающее меню соответствует подменю пункта

Управление->Вращение

4-я

Управление->Тип->Угол наблюдения

Дополнительное выпадающее меню соответствует подменю пункта **Управление->Угол наблюдения**

5-я

Управление->Авторазмер

Дополнительное выпадающее меню соответствует подменю пункта **Управление->Тип проекции**

6-я

Вид->Точка зрения->Изометрия

Дополнительное выпадающее меню является частью подменю пункта **Вид->Точка зрения**

7-я

Управление->Центр вращения->Модель

Дополнительное выпадающее меню является частью подменю пункта **Управление->Центр вращения**

8-я

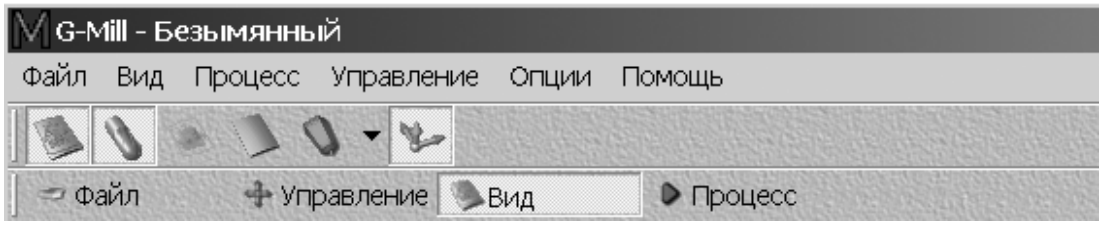
Управление->Объекты->Модель

9-я

Управление->Объекты->Свет->Первый

Дополнительное выпадающее меню является частью подменю пункта **Управление->Объекты->Свет**

Панель инструментов **Вид** с расположенной под ней вспомогательной панелью **Выбор**:



Выбор кнопок панели **Вид** эквивалентен выбору следующих пунктов основного меню (в порядке следования кнопок слева направо):

1-я

Вид->Объекты->Модель

2-я

Вид->Объекты->Фреза

3-я

Вид->Объекты->Траектория

4-я

Вид->Объекты->СТЛ-модель

5-я

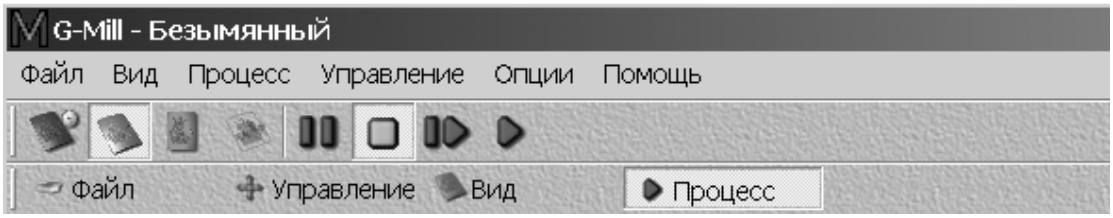
Вид->Объекты->Свет->Первый

Дополнительное выпадающее меню является частью подменю пункта **Вид->Объекты->Свет**

6-я

Вид->Объекты->Оси

Панель инструментов **Процесс** с расположенной под ней вспомогательной панелью **Выбор**:



Выбор кнопок панели **Процесс** эквивалентен выбору следующих пунктов основного меню (в порядке следования кнопок слева направо):

1-я

Процесс->Режимы->Построить модель

2-я

Процесс->Режимы->Эмуляция фрезерования (вид изо)

3-я

Процесс->Режимы->Эмуляция фрезерования (вид орто)

4-я

Процесс->Режимы->Движение по траектории

5-я

Процесс->Состояние->Пауза

6-я

Процесс->Состояние->Стоп

7-я

Процесс->Состояние->Шаг вперед

8-я

Процесс->Состояние->Старт

Панели инструментов **Резкость** и **Скорость**:



Панель инструментов **Резкость** позволяет установить качество визуального образа основной модели, непосредственно выбрав подходящее значение из списка, или с помощью колесика мыши, предварительно щелкнув на этом элементе управления. Меньшие значения резкости (обеспечивающие менее качественный образ) позволяют уменьшить время рендеринга основной модели при любых манипуляциях, требующих повторного расчета ее геометрического положения в видовых координатах и освещенности (например, при изменении угла наблюдения сцены или положения модели в оконных координатах, любых манипуляциях источниками освещения, а также при любых режимах эмуляции фрезерования, при которых отображается модель). Вследствие этого, в режиме "Эмуляция фрезерования (вид изо)", по умолчанию, резкость основной модели временно понижается до "Пониженной", а в режиме "Эмуляция фрезерования (вид орто)", имеющем более высокую скорость рендеринга - до "Оптимальной" (тем не менее, пользователь всегда может установить резкость по своему усмотрению). В режимах "Построить модель" и "Движение по траектории", при которых, по умолчанию, основная модель не отображается, а также после завершения режимов "Эмуляция фрезерования (вид изо)" и "Эмуляция фрезерования (вид орто)" резкость устанавливается в "Повышенную" - рекомендуемое значение для статической картинки. Фиксированное значение резкости позволяет поддерживать примерно постоянное качество визуального образа и время его рендеринга при разных значениях видимого увеличения фрагмента поверхности модели (тем не менее, при значительных увеличениях визуальное качество будет снижаться из-за конечной точности построения самой модели; в этом случае следует ставить более высокое качество построения модели в мастере загрузки управляющей программы или подстраивать (уменьшать) заготовку для обработки ее небольшого фрагмента).

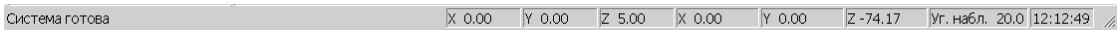
Панель инструментов **Скорость**:

а) позволяет настраивать частоту обновления экрана при отработке управляющей программы с помощью ползунка (или после щелчка на этом элементе управления с помощью колесика мыши): более высокому значению скорости соответствует более редкое обновление экрана и, следовательно, меньшее суммарное время выполнения программы (например, в режиме "Построить модель", обладающем наивысшим быстродействием, рабочая область основного окна обновляется, по умолчанию, наименее часто (кроме того, рендер всех объектов выключен));

б) отображает (величиной закрашенной области) текущее состояние (прогресс) рендера в случае отрисовывания основной модели, или отображает относительное количество обработанных кадров управляющей программы во всех других случаях.

Строка состояния

Строка состояния расположена в нижней части основного окна приложения и имеет 9 информационных полей:



1-е поле (поля перечисляются слева направо)

отображает сведения о командах, кнопках панелей инструментов и выполняемых операциях;

2-е поле

отображает значение координаты X инструмента в системе координат, связанной с основной моделью;

3-е поле

отображает значение координаты Y инструмента в системе координат, связанной с основной моделью;

4-е поле

отображает значение координаты Z инструмента в системе координат, связанной с основной моделью;

5-е поле

отображает значение координаты X центра вращения активного (управляемого) объекта в системе координат, связанной с наблюдателем;

6-е поле

отображает значение координаты Y центра вращения активного (управляемого) объекта в системе координат, связанной с наблюдателем;

7-е поле

отображает значение координаты Z центра вращения активного (управляемого) объекта в системе координат, связанной с наблюдателем;

8-е поле

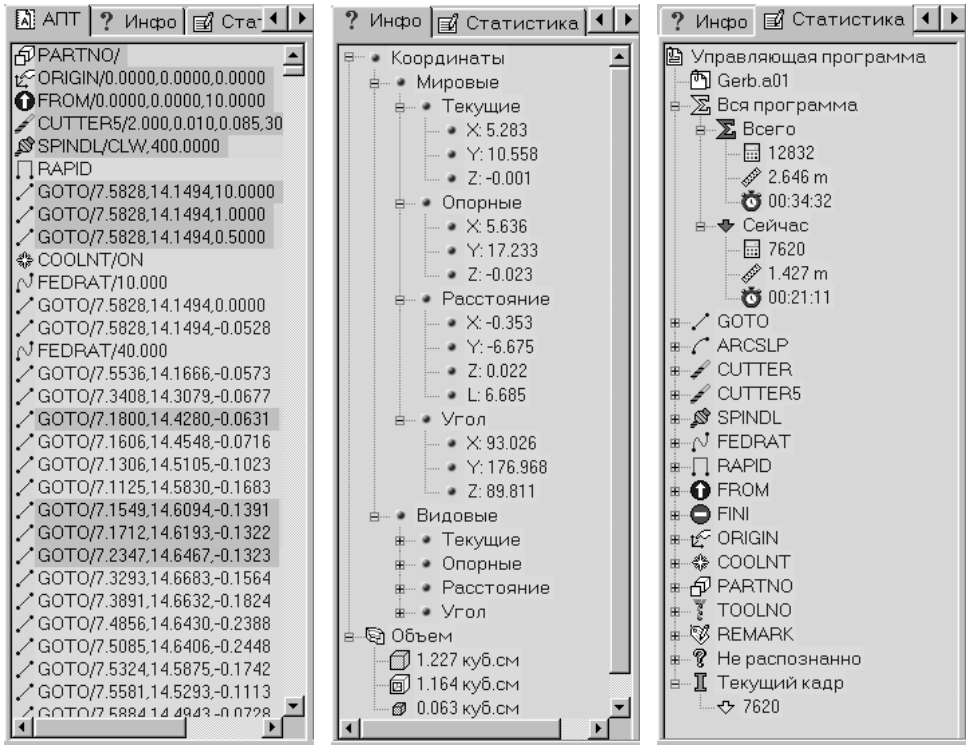
отображает значение (в градусах) угла наблюдения сцены в вертикальной плоскости при изометрической проекции, или значение (в миллиметрах) вертикального диапазона рабочей области вывода при ортогональной проекции;

9-е поле

отображает системное время.

Информационная панель

Информационная панель отображается в левой части основного окна приложения и состоит из 3-х страниц: **АПТ, Инфо** и **Статистика**:



Страница *АПТ* отображает текущую управляющую программу и позволяет редактировать ее содержимое. При работе с управляющей программой целесообразно наблюдать в основном окне траекторию движения инструмента, и наоборот, при указании кадров на траектории, удобно одновременно наблюдать за содержимым программы на странице.

Перемещение по странице осуществляется с помощью колесика мыши или ползунков; клавиши **<Home>, <End>, <PageUp>, <PageDown>, <Стрелка вверх>, <Стрелка вниз>** позволяют также перемещать фокус ввода с одной строки на другую. Для осуществления любых манипуляций на странице необходимо предварительно щелкнуть левой клавишей мыши на любой строке этой страницы (при этом снимается выделение со всех остальных строк).

Страница позволяет с помощью выделения указывать кадры, подлежащие отработке (или кадры, которые впоследствии будут использоваться мастером загрузки управляющей программы для детального изучения фрагмента поверхности и/или получения статистики).

Выделить последовательность кадров можно с помощью вышеописанных клавиш или левой клавишей мыши, одновременно удерживая нажатой клавишу **<Shift>**; щелчок левой клавишей мыши при нажатой клавише **<Ctrl>** инвертирует выделение строки (кадра) под курсором.

Выделенные на странице кадры отображаются на траектории движения

инструмента участками повышенной толщины, и наоборот, инверсия выделения в рабочей области основного окна фрагмента траектории с помощью двойного щелчка левой клавишей мыши на нем приводит к инверсии выделения соответствующей строки управляющей программы на странице *АПТ*. Переход в режим редактирования любой строки страницы осуществляется выделением этой строки с последующим щелчком левой клавиши мыши на ней; завершается редактирование нажатием клавиши **<Enter>**, поворотом колесика мыши или щелчком левой или правой клавишей мыши вне области редактирования.

Страница *Инфо* отображает результаты измерений, а также объем заготовки, оставшийся и удаленный объемы материала основной модели. Дочерние элементы узла **Координаты->Мировые** отображают результаты измерений в системе координат, связанной с моделью (в мировой системе координат), а дочерние элементы узла **Координаты->Видовые** - в системе координат, связанной с наблюдателем (в видовой системе координат). Измерения в видовой системе координат удобно применять для оценки точности обработки участков поверхностей, не лежащих в базовых плоскостях, например, высоты гребешка на наклонных участках модели. В этом случае следует сориентировать угловое положение модели таким образом, чтобы касательная плоскость к поверхности модели в точке измерения примерно совпала с плоскостью экрана. Флуктуации координаты Z (**Координаты->Видовые->Текущие->Z**) при перемещении курсора поперек направления обработки отражают чистоту поверхности в данной точке. Для получения наименьшей погрешности измерений целесообразно пользоваться перспективной проекцией, максимально приближая к себе исследуемый участок поверхности в режиме управления расстоянием до объекта (пункт основного меню **Управление->Тип->Расстояние**). Измерения можно проводить на любых отображаемых на экране объектах, в том числе на траектории движения инструмента и СТЛ-модели. Дочерние элементы узла Текущие отображают координаты точки на поверхности под курсором, узла **Опорные** - координаты точки на поверхности под курсором в момент последнего щелчка левой клавишей мыши, узла **Расстояние** - компоненты расстояния между опорной точкой и текущей точкой на поверхности под курсором и абсолютную величину этого расстояния, узла **Угол** - величины углов между отрезком, соединяющим опорную точку с точкой под курсором, и осями OX, OY, OZ.

Страница *Статистика* отображает статистическую информацию о текущей программе (или о кадрах, которые были выделены при запуске мастера загрузки управляющих программ в режиме "Просмотреть выделенные кадры текущей программы").

Рабочая область

Рабочая область основного окна приложения предназначена для отображения основной модели, текущего инструмента, траектории движения этого инструмента и прочих объектов.

Из-за ограниченной производительности видеоподсистем современных ПК, для обеспечения адекватности и точности управления, при любых манипуляциях, требующих повторного расчета освещенности объектов и/или их геометрического положения в видовых координатах (например, при изменении угла наблюдения сцены или положения объектов в оконных координатах, любых манипуляциях источниками освещения и т.п.), детализация объектов по умолчанию временно понижается. Для некоторых объектов можно скорректировать степень понижения детализации на странице *Рендер* соответствующего окна свойств.

Типовыми операциями управления, связанными с рабочей областью основного окна приложения, являются:

щелчок правой клавишей мыши - активизирует контекстное меню, ассоциированное с объектом, находящимся под курсором;

использование колесика прокрутки мыши - является альтернативой перемещению мыши с нажатой левой кнопкой и включенным режимом управления **Угол наблюдения**;

использование комбинации клавиш <Shift+Ctrl>, <Shift> и **<Ctrl>** - в сочетании с перемещением мыши с нажатой левой кнопкой переводит управление активным объектом в режим соответственно "**Расстояние**", "**Положение X-Y**", "**Угловое положение**";

двойной щелчок левой клавишей мыши на объекте - перемещает его в текущий центр ротации сцены и переключает управление на этот объект; двойной щелчок мыши на траектории также инвертирует выделение соответствующего кадра управляющей программы.

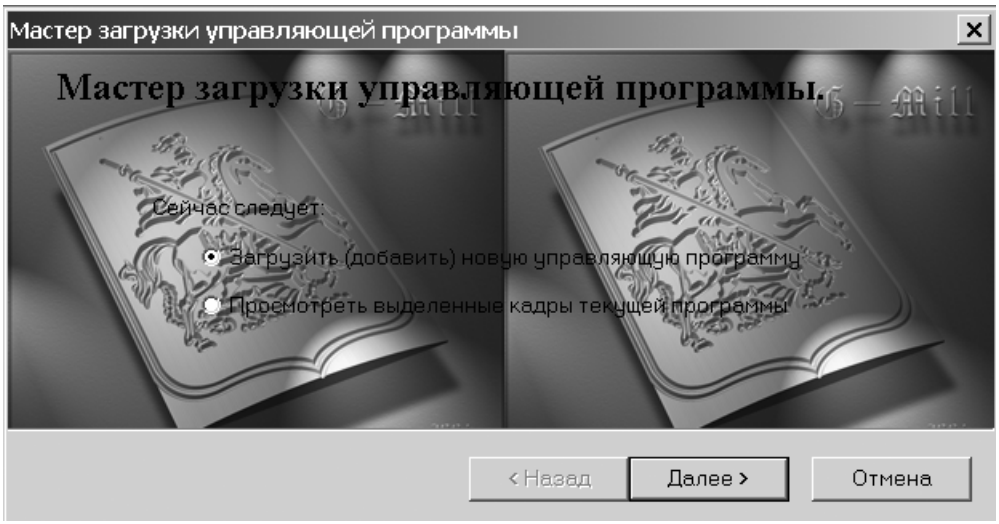
При ортогональном способе проекции для изменения видимых размеров объектов используйте колесо прокрутки мыши (также можно использовать режим управления мышью углом наблюдения).

Мастер загрузки, окна свойств объектов и диалоговые панели

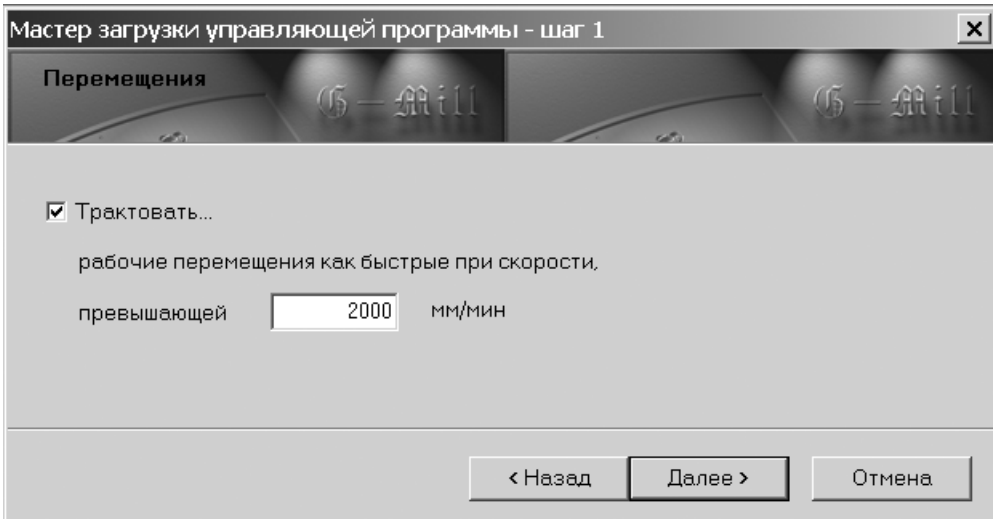
Мастер загрузки управляющей программы

Мастер загрузки управляющей программы последовательно отображает 6 страниц, предлагая пользователю, при необходимости, скорректировать параметры загрузки.

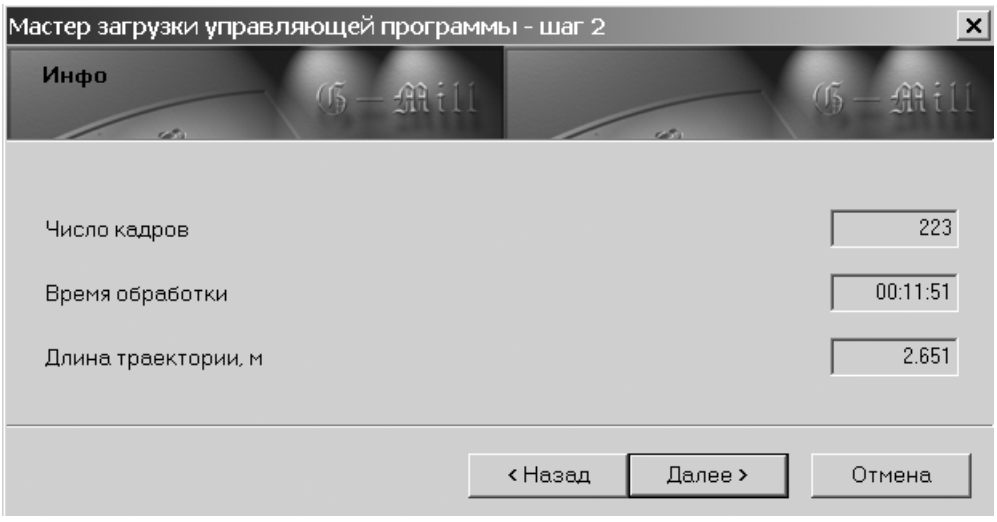
На первой вводной странице предлагается выбрать источник загрузки - новая управляющая программа или выделенные (на странице *АПТ* информационной панели) кадры ранее загруженной управляющей программы:



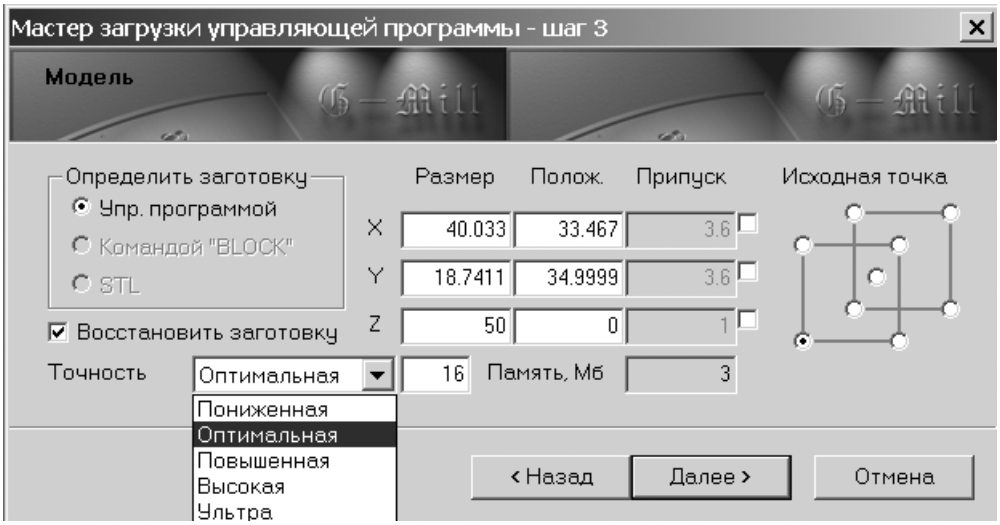
При отсутствии в управляющей программе команд быстрых перемещений и следовательно, эмуляции их командами обычных (рабочих) перемещений, на второй странице *Перемещения* мастера следует пометить соответствующее поле и установить скорость подач, соответствующую быстрым перемещениям:



Следующая страница *Инфо* отображает основную статистику загружаемой программы:



4-я страница *Модель* представлена на рисунке:



Заготовка может быть задана в виде параллелепипеда (определяемого габаритами области перемещения инструмента или командой "BLOCK"), а также в виде произвольного тела (опция доступна при предварительно загруженной посредством пункта меню **Файл->Открыть СТЛ-заготовку...** заготовке).

При последовательной обработке одной заготовки несколькими управляющими программами следует убрать выделение с поля "Восстановить заготовку" при загрузке второй и последующих программ.

Поле редактирования **Точность** (или расположенный чуть ниже выпадающий список) позволяет установить значение важного параметра приложения, определяющего скорость и точность построения основной модели. Предлагаемое по умолчанию значение (16), как правило, является приемлемым компромиссом между скоростью построения модели и достигаемым качеством визуального образа при незначительных видимых увеличениях (когда в рабочей области основного окна видна вся или почти вся модель). Для грубой оценки при работе в низких разрешениях монитора и/или в целях экономии времени, можно попробовать использовать меньшие значения; в ответственных случаях, когда планируется изучать фрагменты поверхности модели, рекомендуется устанавливать значения не менее 64 (**“Повышенная”** точность), контролируя при этом объем дополнительно выделяемой оперативной памяти в поле **Память**.

Выбор угловой точки, описывающего заготовку параллелепипеда (поле **Исходная точка**), обеспечивает:

а) фиксацию положения граней, на которых находится эта точка, при редактировании текущего размера заготовки (т.е. при редактировании полей **Размер**);

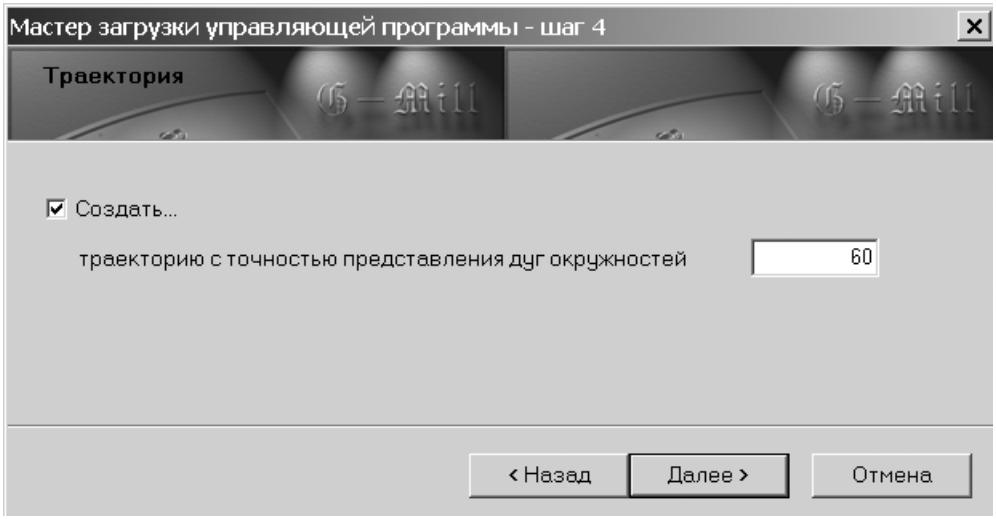
б) установку координат этой точки, с соответствующим переносом всей заготовки, при редактировании положения заготовки (т.е. при редактировании полей **Положение**).

Редактирование полей **Размер** и **Положение** при выборе центральной точки

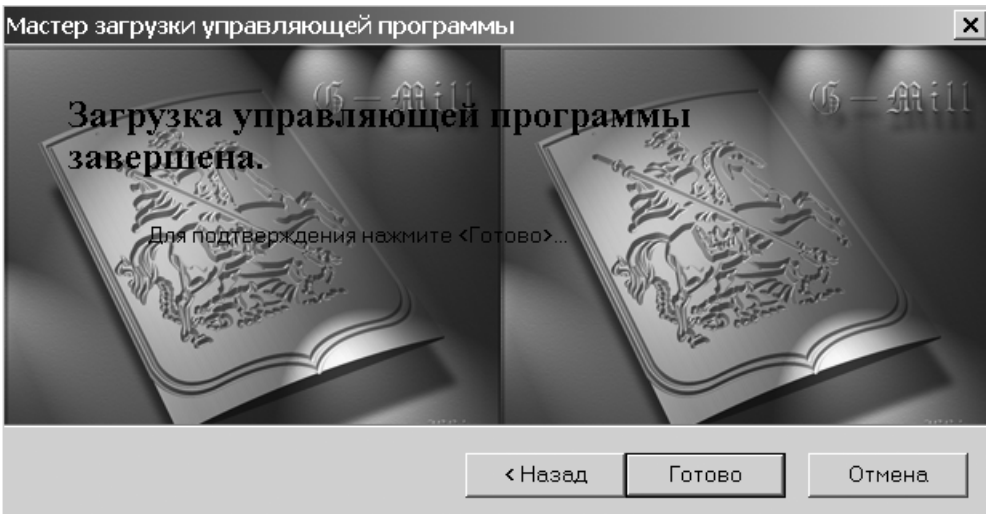
заготовки приводит к аналогичным результатам. Впоследствии, при необходимости, размер и положение заготовки можно подстроить на странице *Геометрия* окна свойств основной модели.

Активизация поля **Припуск** позволяет увеличить размеры заготовки по соответствующей координате на удвоенное значение этого поля (габариты увеличиваются симметрично относительно центра заготовки).

Страница *Траектория* позволяет установить количество отрезков ломаной, аппроксимирующей полную окружность, при визуальном отображении фрагментов траекторий, соответствующих командам круговых перемещений. Настройка не влияет на точность обработки дуг окружностей. Для минимизации времени загрузки управляющей программы и занимаемой оперативной памяти, при отсутствии необходимости последующей работы с траекториями, целесообразно вообще отключить компиляцию траекторий сбросом флажка в соответствующем поле.



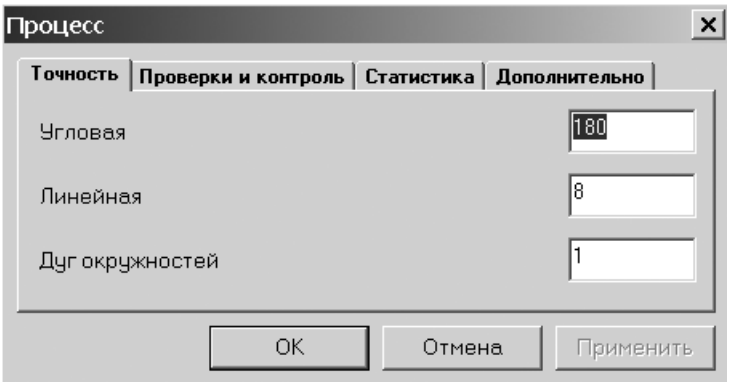
Завершите загрузку нажатием кнопки ***Готово*** на последней странице:



Окна свойств

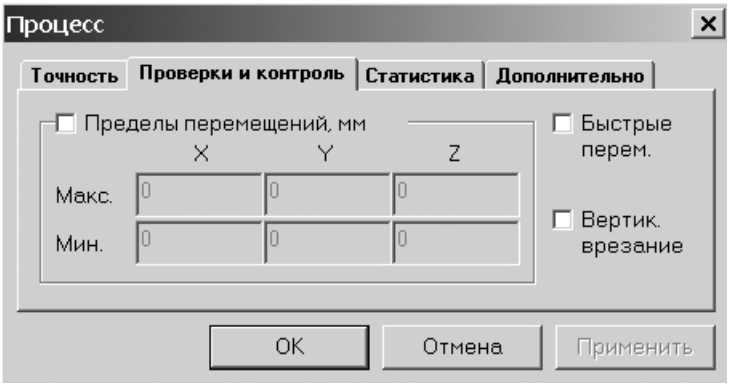
Окно свойств обработки **Процесс**.

Страница *Точность*.



Значения полей **Угловая, Линейная** и **Дуг окружностей** оказывают влияние на точность построения модели. Величины 180 и 8 полей соответственно **Угловая** и **Линейная**, предложенные по умолчанию, являются достаточными для обеспечения практически наибольшей возможной точности; для уменьшения размера занимаемой оперативной памяти и времени смены инструмента при работе с фрезами большого диаметра и маленькими заготовками целесообразно значения этих полей уменьшить в 2-4 раза. Значение поля **Дуг окружностей** используется при отработке команд круговых перемещений; предложенное по умолчанию единичное значение гарантирует величину дополнительной погрешности, не превосходящую внутреннюю базовую точность обработки. При пониженных требованиях к точности обработки при круговых перемещениях, в целях минимизации времени выполнения управляющей программы, данное значение можно несколько уменьшить.

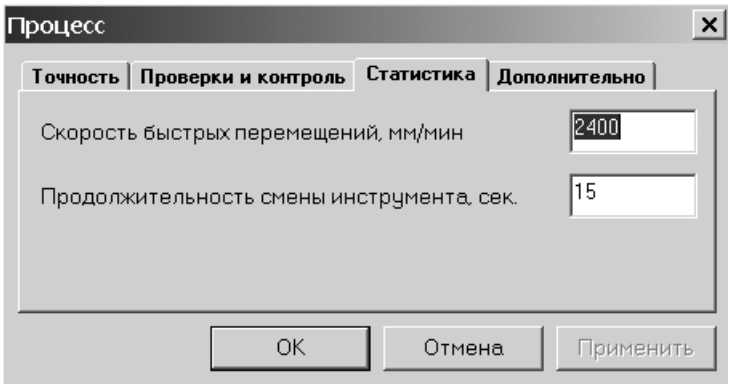
Страница *Проверки и контроль*.



Селекция поля **Пределы перемещений** приводит к выдаче предупреждающего сообщения и приостановке обработки при выходе относительного положения инструмент-модель за установленные в соответствующих полях границы. Аналогично, селекция полей **Быстрые перемещения** и **Вертикальное врезание** приводит к выдаче предупреждающего сообщения и приостановке обработки при фрезеровании с подачами быстрых перемещений и

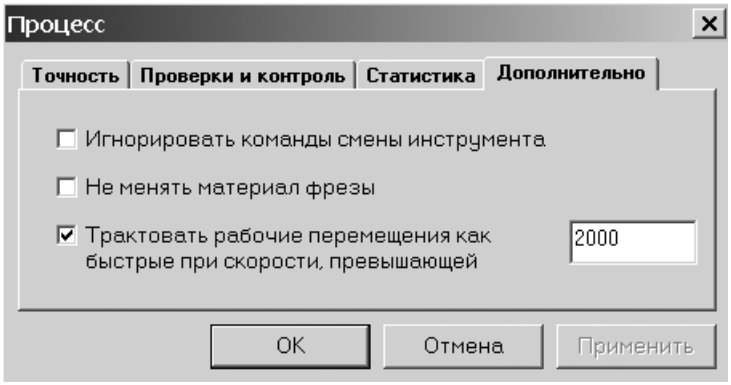
вертикальном врезании в заготовку соответственно.

Страница *Статистика*.



Значения величин страницы *Статистика* используются для подсчета машинного времени выполнения управляющей программы.

Страница *Дополнительно*.



Селекция поля **Игнорировать команды смены инструмента** обеспечивает обработку заготовки текущей фрезой независимо от команд смены инструмента управляющей программы.

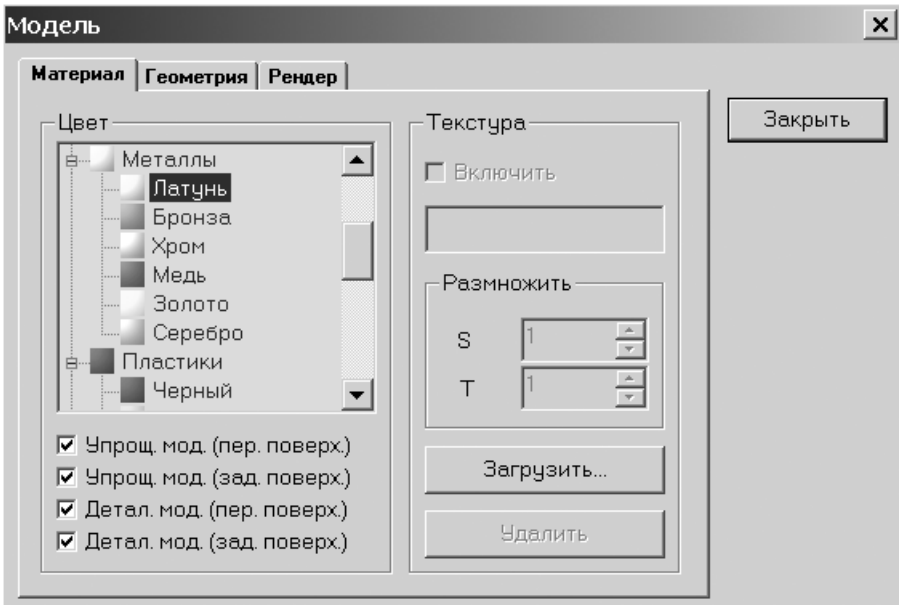
Селекция поля **Не менять материал фрезы** обеспечивает сохранение текущего материала (цвета) фрезы независимо от команд смены инструмента управляющей программы.

Остальные поля совпадают по назначению с соответствующими полями 2-ой страницы мастера загрузки.

Окно свойств основной модели **Модель**.

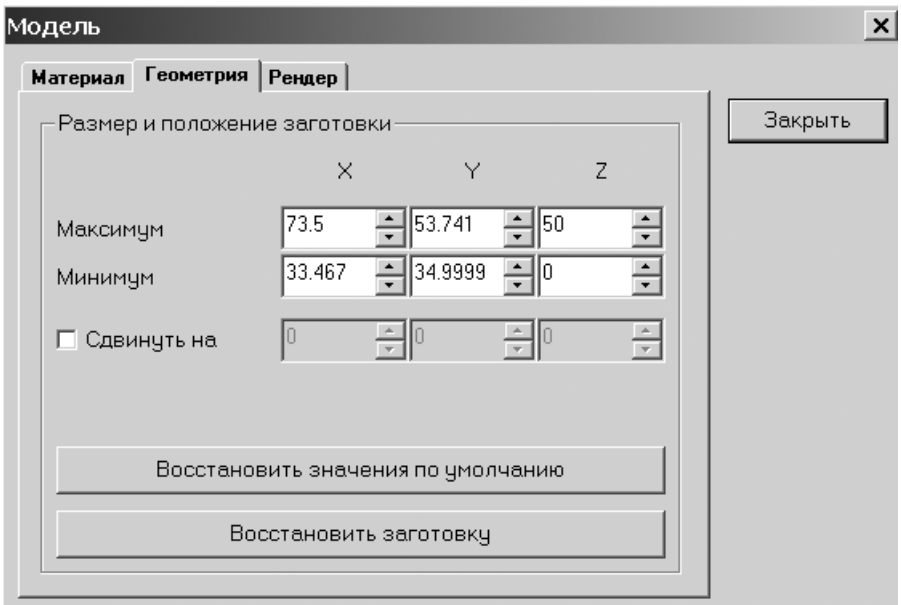
Страница *Материал*.

Навигация (с помощью клавиатуры или мыши) по дереву материалов группы **Цвет** приводит к соответствующему изменению материала поверхности модели. Материал меняется только для поверхностей, отмеченных в полях выбора группы **Цвет**, что позволяет устанавливать различные материалы для передней и задней поверхностей точной и упрощенной (отображаемой при манипуляциях органами управления, см. пункт **Рабочая область**) моделей.



Органы управления группы **Текстура** позволяют включать/выключать текстурное отображение, информируют о местонахождении оригинала текстурного образа, определяют количество повторений текстуры отдельно вдоль координатных осей X и Y, обеспечивают загрузку текстурного образа и, при необходимости, освобождение памяти.

Страница *Геометрия*.

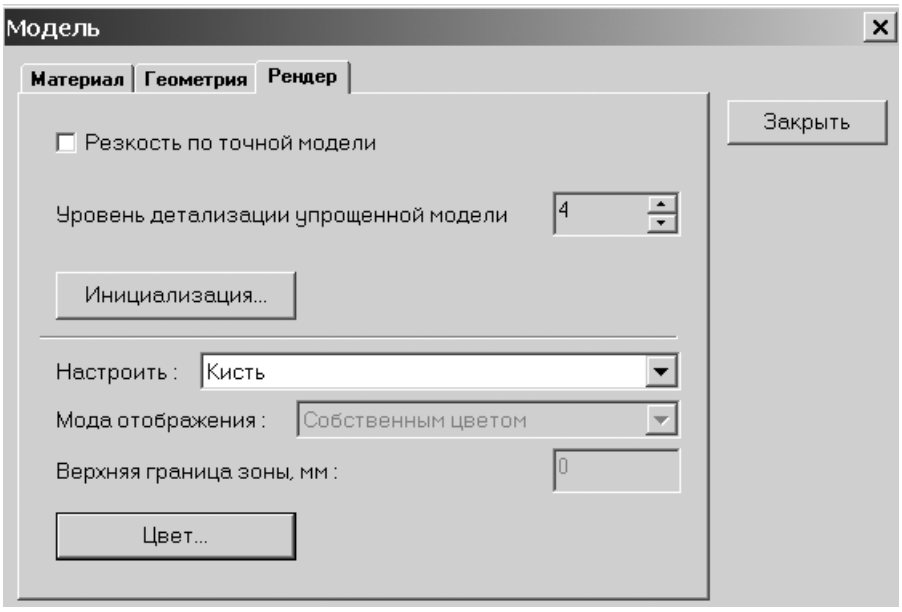


Органы управления страницы **Геометрия** позволяют устанавливать размеры описывающего заготовку параллелепипеда и перемещать заготовку.

Страница *Рендер*.

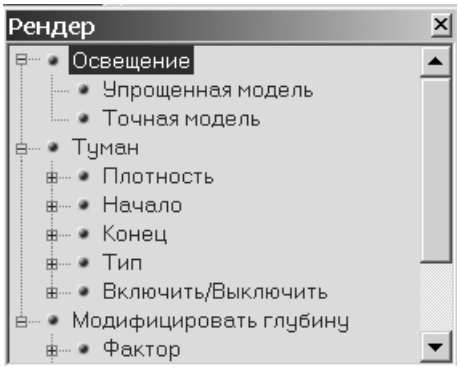
Селекция поля **Резкость по точной модели** приводит к расчету освещенности на основании поля нормалей, соответствующего модели максимальной детализации, независимо от текущего значения резкости и видимого увеличения. В некоторых случаях это позволяет добиться более качественного образа при низких значениях резкости с сохранением

времени рендеринга.



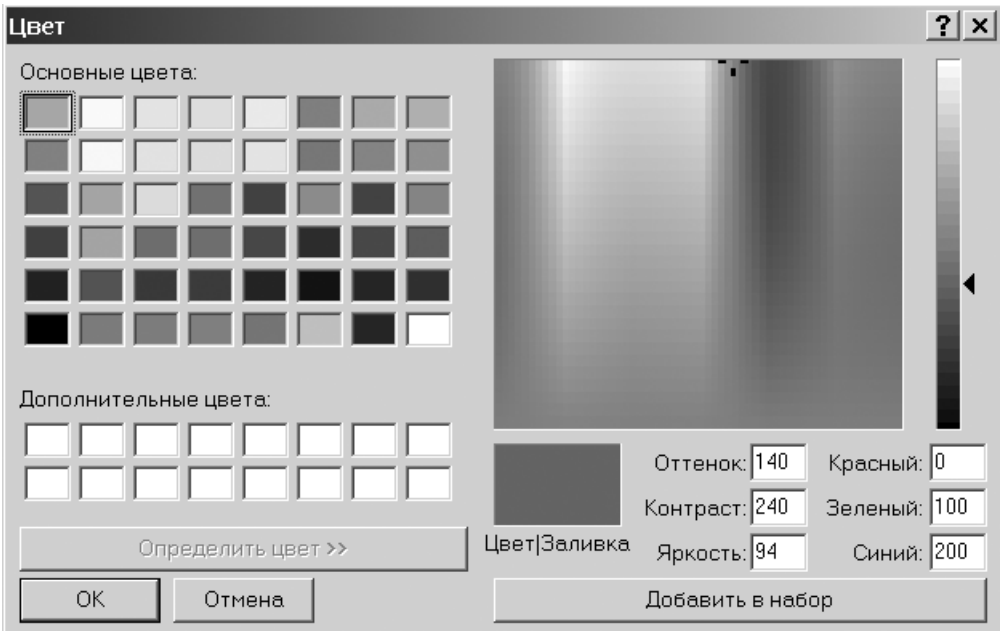
Поле **Уровень детализации упрощенной модели** позволяет установить степень детализации упрощенной (отображаемой при манипуляциях органами управления, см. пункт **Рабочая область**) модели в зависимости от производительности видеоподсистемы.

Нажатие кнопки ***Инициализация*** приводит к отображению диалогового окна установки свойств рендера основной модели.



Выбор пункта **Кисть** в первом выпадающем списке позволяет установить цвет, используемый для отображения участков поверхности модели, которые не обрабатывались с момента последней окраски модели пользователем. Цвет устанавливается с помощью стандартного окна диалога, отображаемого после нажатия кнопки ***Цвет...***.

Выбор пункта **Перемещения**: Рабочие списка позволяет установить цвет, используемый для отображения участков поверхности модели, которые обрабатывались при относительной скорости перемещения инструмента, соответствующей рабочим подачам. Цвет отображения будет соответствовать устанавливаемому пользователем только при выборе в выпадающем списке **Мода отображения** пункта **Собственным цветом**; в противном случае (при выборе пункта **Цветом инструмента**)



вышеупомянутые участки будут отображаться цветом обработавшего их в последний раз инструмента.

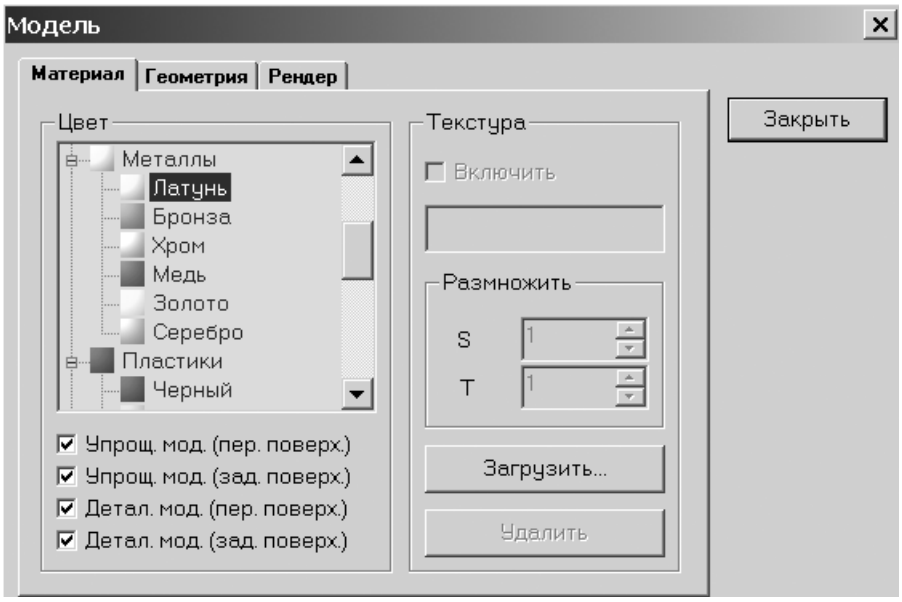
Аналогично, выбор пункта **Перемещения**: Быстрые позволяет установить цвет, используемый для отображения участков поверхности модели, которые обрабатывались при относительной скорости перемещения инструмента, соответствующей подачам быстрых перемещений.

Пункты **Дефекты, Область...** в первом выпадающем списке предназначены для установки цветовой карты отображения основной модели при сравнении ее с СТЛ-моделью в целях выявления областей дефектов и недоработки. Значение поля **Верхняя граница зоны** определяет верхнюю границу текущей (установленной в первом выпадающем списке) зоны (области) и нижнюю границу последующей. Отрицательные значения соответствуют дефектам обработки ("зарезам"), положительные - участкам припуска ("недоработки"). Таким образом, установка рассматриваемых величин в значения, например, -0.05, 0.05, 0.1 (для областей соответственно 1, 2, 3), приведет к интерпретации первой области, как зоны с величиной дефектов ("зарезов") более 0.05 мм, второй области - как зоны с величиной дефектов, не превышающих 0.05 мм и припуском не более 0.05 мм, третьей области - как зоны с величиной припуска в пределах 0.05 - 0.1мм, и последней, четвертой области , - как зоны с величиной припуска более 0.1 мм. Выбор в выпадающем списке **Мода отображения** пункта **Собственным цветом** позволяет отображать соответствующую область устанавливаемым пользователем цветом, выбор пункта **Цветом инструмента** обеспечивает отображение области цветом обработавшего ее в последний раз инструмента, а пункта **Цветом перемещений** - цветом, назначенным при настройке опций **Перемещения**: **Рабочие** и **Перемещения**: **Быстрые,** в зависимости от скорости перемещения инструмента в момент последней обработки области.

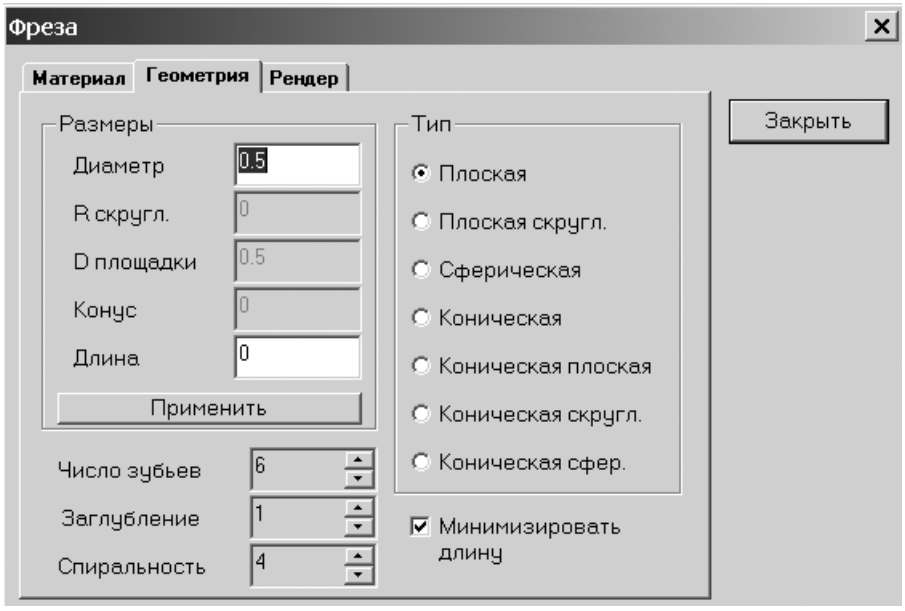
Окно свойств инструмента **Фреза**.

Страница *Материал* - аналогична одноименной странице окна свойств

основной модели.



Страница *Геометрия*.



Поля редактирования группы **Размеры** позволяют устанавливать диаметр, радиус скругления, диаметр торцевой площадки, конусность (в градусах) и длину текущего инструмента. Для внесения изменений необходимо нажать кнопку ***Применить.***

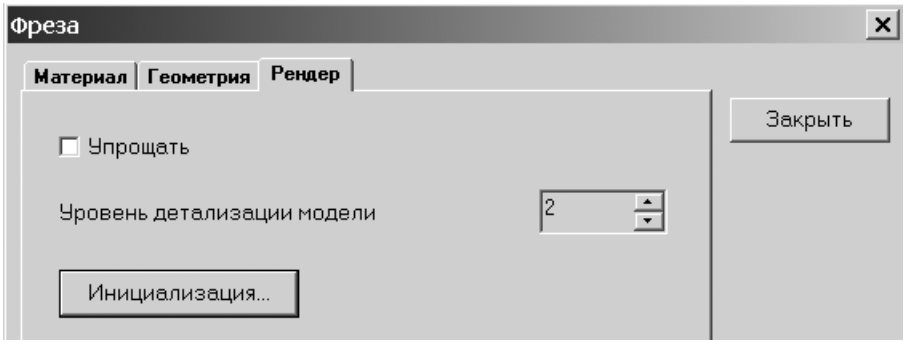
Переключатели группы **Тип** позволяют изменять текущий тип инструмента. При этом значения и доступность полей группы Размеры корректируются автоматически.

Значения величин **Число зубьев, Заглубление** и **Спиральность** определяют соответствующие геометрические характеристики инструмента при его отображении.

При выбранной опции **Минимизировать длину**, длина инструмента рассчитывается на основании размеров активной зоны фрезы; значение

поля **Длина** группы **Размеры** (или соответствующего параметра команды смены инструмента) игнорируется. В режимах эмуляции обработки с отображением фрезы, полученный таким образом инструмент минимальной длины позволяет добиться максимальной производительности.

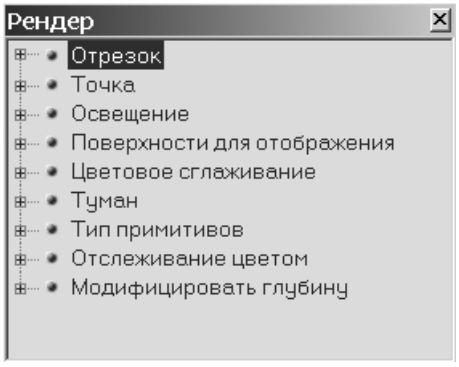
Страница *Рендер.*



Выбор опции **Упрощать** обеспечивает отображение упрощенной модели инструмента при манипуляциях органами управления (см. пункт **Рабочая область**).

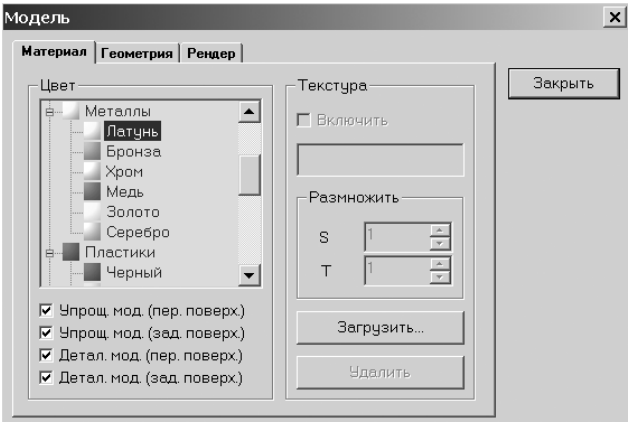
Поле **Уровень детализации модели** позволяет установить степень детализации инструмента, в зависимости от производительности видеоподсистемы.

Нажатие кнопки ***Инициализация*** приводит к отображению диалогового окна установки свойств рендера инструмента.

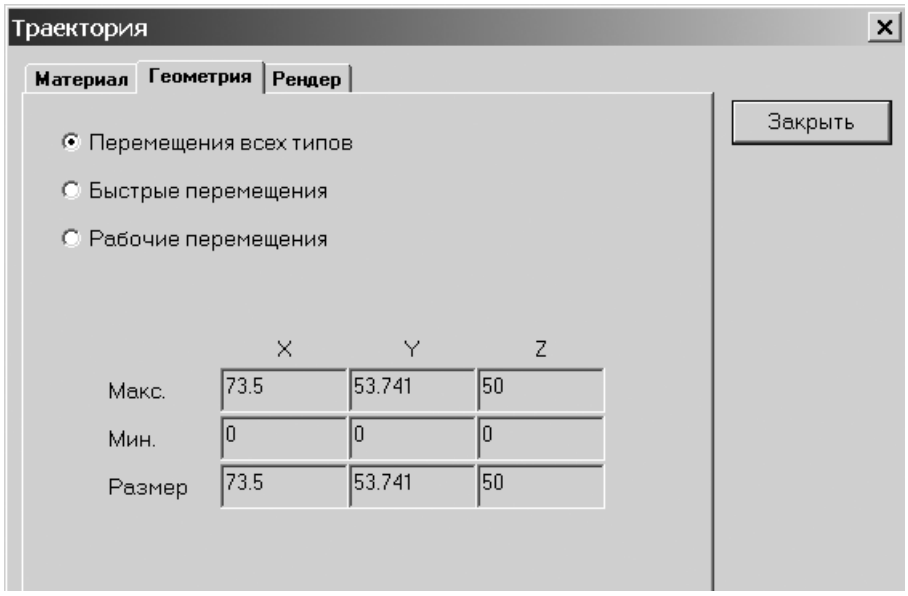


Окно свойств траектории движения инструмента **Траектория**.

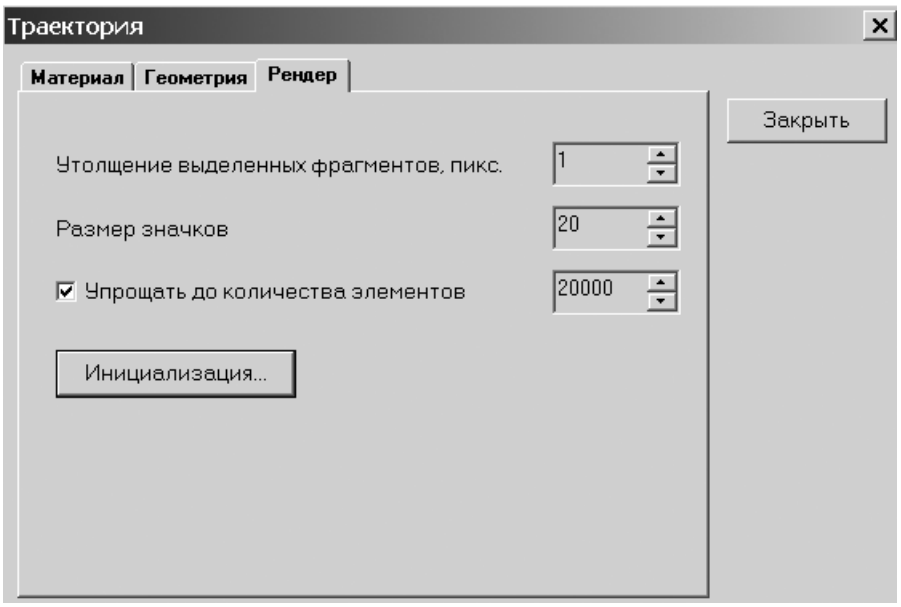
Страница *Материал* - аналогична одноименной странице окна свойств основной модели.



Страница *Геометрия* отображает положение и размеры описывающего траекторию параллелепипеда, учитывая только быстрые перемещения, только рабочие перемещения или всю траекторию, в зависимости от положения переключателя.



Страница *Рендер*.

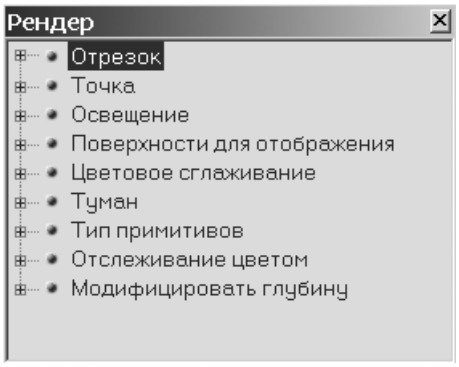


Поле **Утолщение выделенных фрагментов** позволяет задавать (в пикселах) разницу между выделенными (на странице АПТ информационной панели и, соответственно, в рабочей области основного окна) и не выделенными участками траектории.

Значение поля **Размер значков** определяет относительный размер геометрических фигурок, отмечающих на траектории точки смены инструмента, изменения частоты вращения шпинделя, включения и выключения охлаждения инструмента, а также точки предварительного позиционирования инструмента и завершения программы.

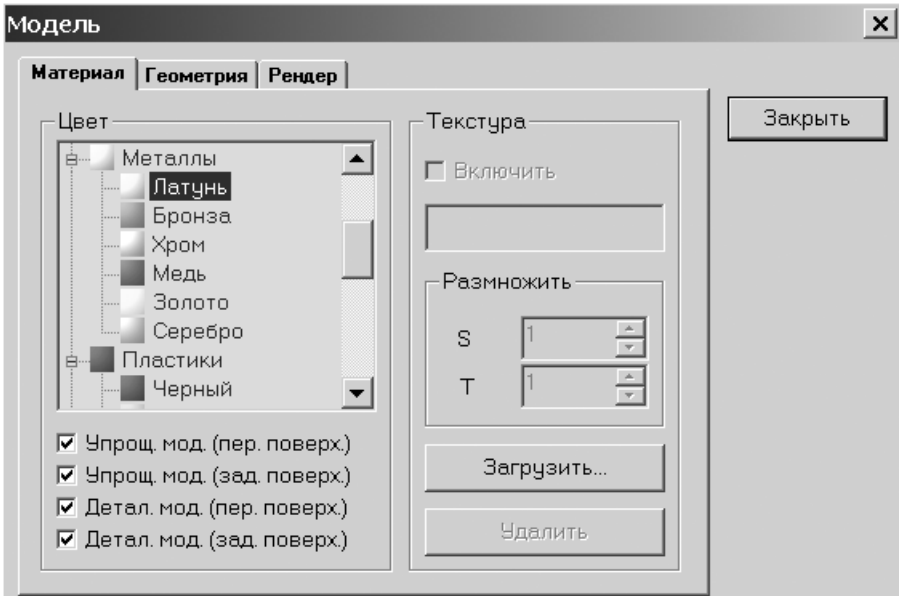
Выбор опции **Упрощать до количества элементов** обеспечивает отображение при манипуляциях органами управления (см. пункт **Рабочая область**) только некоторых фрагментов траектории. Суммарное количество отображаемых в этом случае кадров определяется значением соответствующего поля.

Нажатие кнопки ***Инициализация*** приводит к отображению диалогового окна установки свойств рендера траектории.



Окно свойств **СТЛ-модель**.

Страница *Материал* - аналогична одноименной странице окна свойств основной модели.

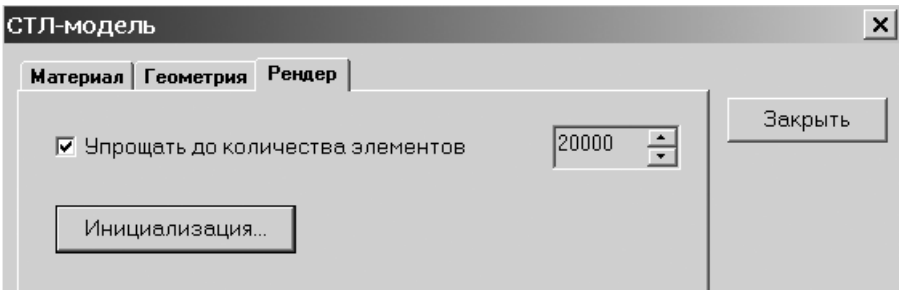


Страница *Геометрия* отображает положение и размеры описывающего СТЛ-



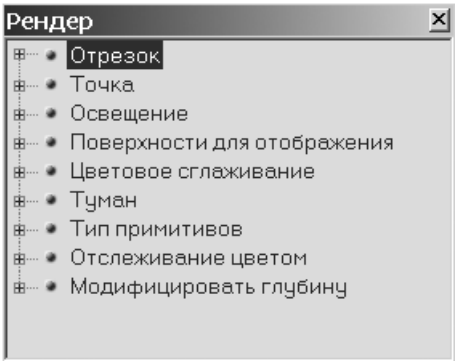
модель параллелепипеда и суммарное количество определяющих ее треугольников.

Страница *Рендер*.



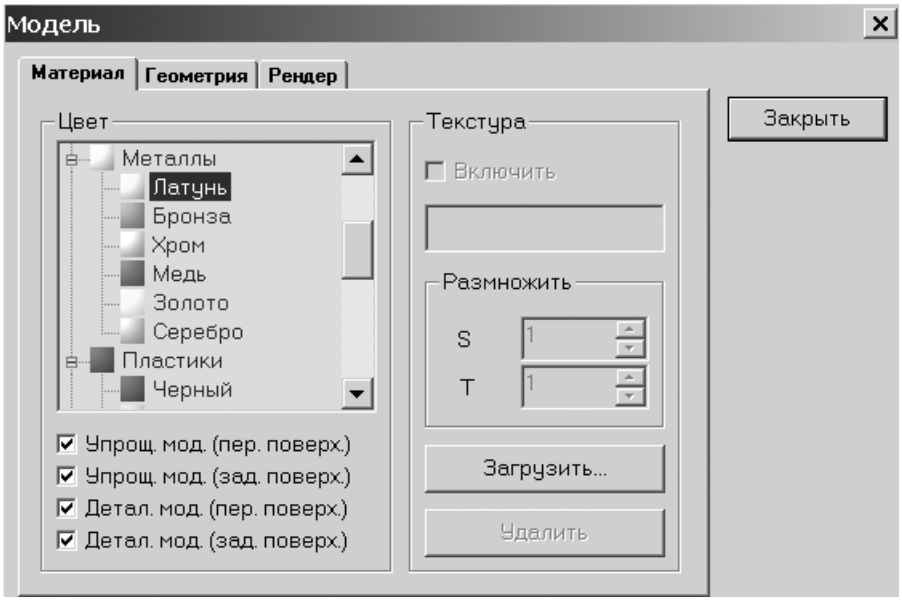
Выбор опции **Упрощать до количества элементов** обеспечивает отображение при манипуляциях органами управления (см. пункт **Рабочая область**) только части составляющих СТЛ-модель примитивов. Суммарное количество отображаемых в этом случае примитивов определяется значением соответствующего поля.

Нажатие кнопки ***Инициализация*** приводит к отображению диалогового окна установки свойств рендера СТЛ-модели.

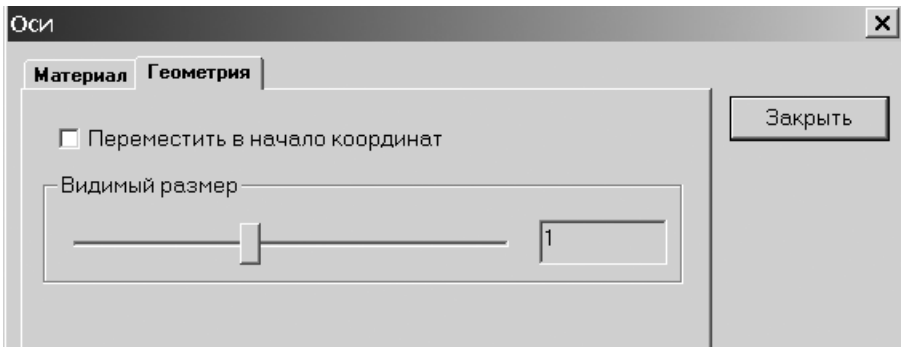


Окно свойств координатных осей **Оси**.

Страница *Материал* - аналогична одноименной странице окна свойств основной модели.



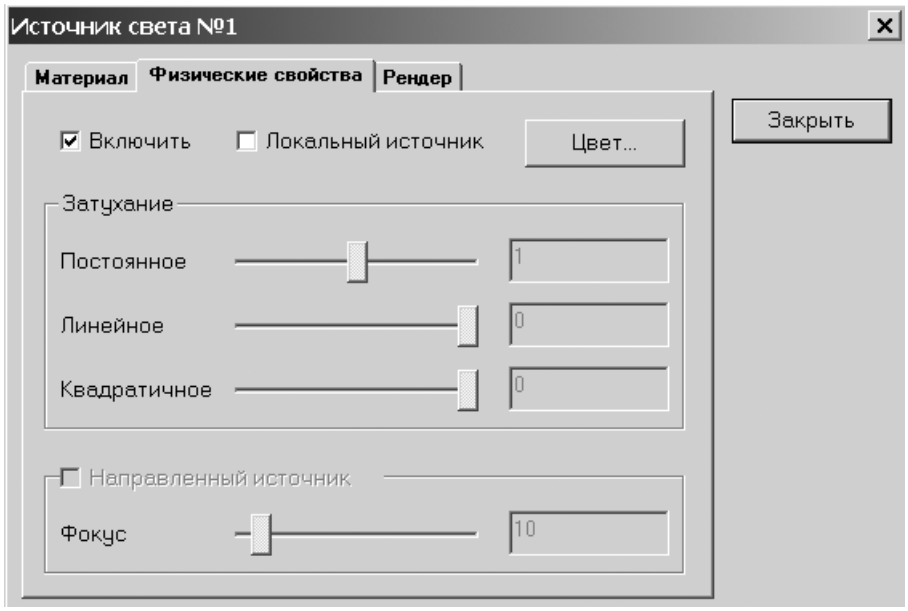
Элементы управления страницы *Геометрия* позволяют устанавливать местоположение начала осей координат на экране (точку с нулевыми компонентами координат или левый нижний угол экрана), а также настраивать видимый размер осей.



Окна свойств источников освещения **Источник света №…**

Страница *Материал* - аналогична одноименной странице окна свойств основной модели.

Страница *Физические свойства*.



Поле выбора **Включить** позволяет включать и выключать источник.

Селекция поля выбора **Локальный источник** обеспечивает расчет освещения сцены с учетом фактического местоположения источника; в противном случае источник считается бесконечно удаленным, а вектор направления на него совпадает с отрезком, соединяющим источник и наблюдателя.

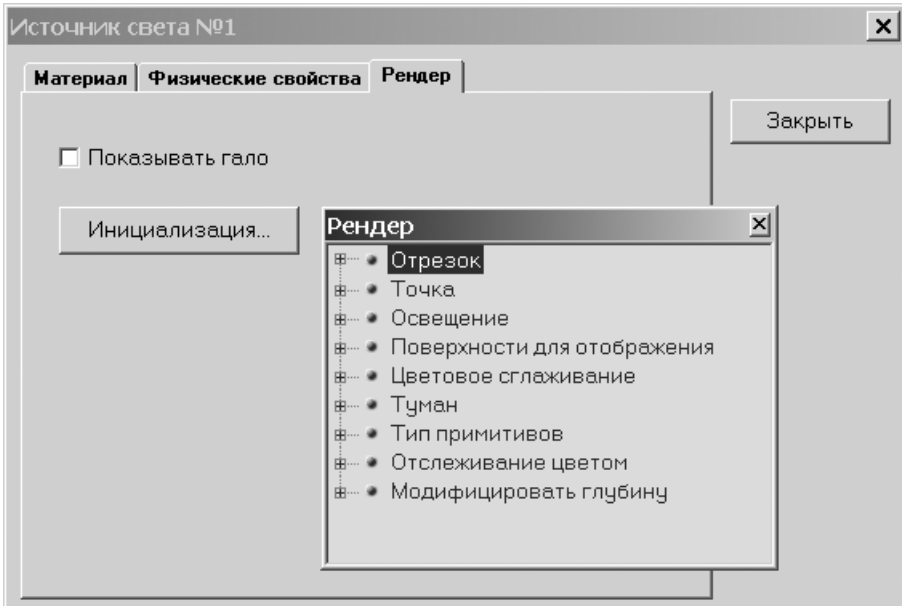
Нажатие кнопки ***Цвет*** приводит к отображению диалогового окна, позволяющего установить цвет освещения источника.

Перемещением соответствующих ползунков, расположенных в группе **Затухание**, можно установить интенсивность источника, а также коэффициенты линейного (линейно зависящего от расстояния до источника) и квадратичного (квадратично зависящего от расстояния до

источника) затухания.

Выбор опции **Направленный источник** превращает изотропно излучающий источник в источник направленного света; ползунок ***Фокус*** позволяет настроить угловую расходимость излучаемого света.

Страница *Рендер*.

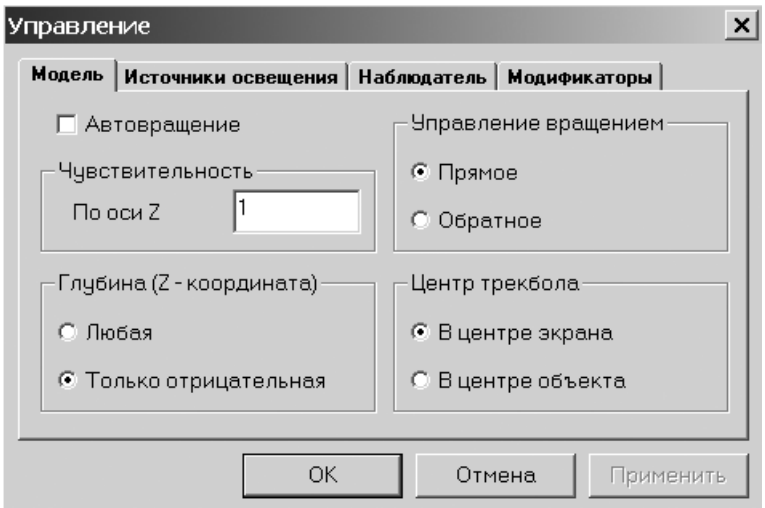


Выбор опции **Показывать гало** приводит к отображению на точной модели источника полупрозрачного конуса (или круга, в зависимости от выбора опции **Направленный источник**), облегчающего пространственную ориентацию источника. Для направленного локального источника, ось симметрии конуса определяет направление излучения, протяженность конуса позволяет оценить затухание, а угол при вершине - угловую расходимость. Для изотропного локального источника, радиус гало позволяет оценить затухание света.

Нажатие кнопки ***Инициализация*** приводит к отображению диалогового окна установки свойств рендера источника освещения.

Окно свойств **Управление**.

Страница *Модель* позволяет настроить свойства управления моделью и связанными с нею объектами.



Выбор пункта **Автовращение** эквивалентен выбору пункта **Управление->Вращение->Включить** основного меню при активной основной модели.

Значение величины **По оси Z** группы **Чувствительность** определяет чувствительность управления расстоянием наблюдатель - активный объект к перемещениям мыши.

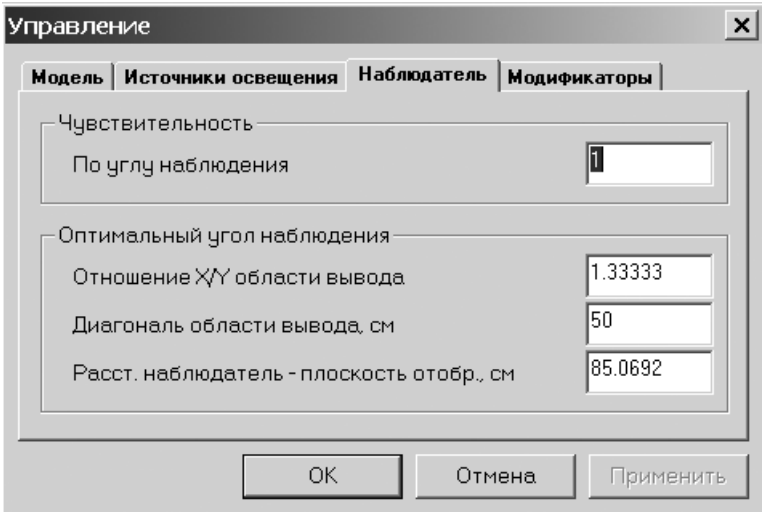
Переключатель группы **Глубина** (Z-координата) позволяет установить диапазон допустимых значений Z-компонент координат объектов: только отрицательные значения, соответствующие положению объекта перед наблюдателем, или произвольные значения, позволяющие находиться объекту произвольно относительно наблюдателя.

Состояние переключателя группы **Управление вращением** определяет поведение объекта при изменении его углового положения с помощью мыши: **Прямое** управление обеспечивает поворот объекта в соответствии с поворотом виртуального трекбола, управляемого мышью; **Обратное** - обеспечивает поворот в противоположном направлении.

Состояние **В центре объекта** переключателя группы **Центр трекбола** обеспечивает синхронное перемещение виртуального трекбола вместе с перемещением объекта в видовых координатах.

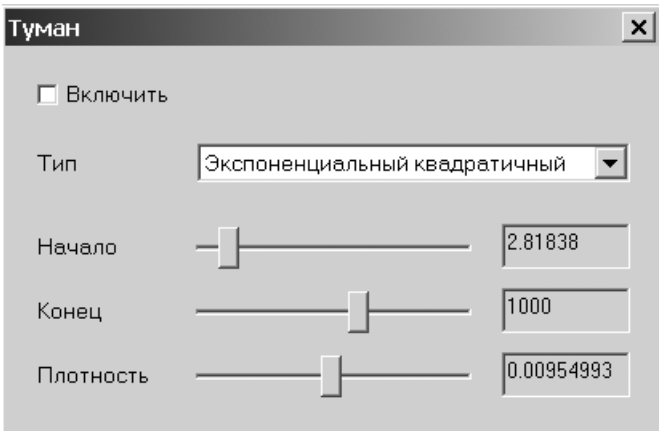
Страница *Источники освещения* позволяет настроить свойства управления источниками освещения и аналогична странице *Модель*.

Страница *Наблюдатель* позволяет установить чувствительность управления углом наблюдения к перемещениям мыши, а также отношение ширины области вывода к высоте, размер диагонали области вывода и расстояние наблюдатель-плоскость экрана, для подстройки оптимального угла наблюдения сцены и коррекции перспективы.



Окна диалогов

Диалоговое окно **Туман** позволяет настроить свойства дымки, используемой для улучшения визуального восприятия объектов с неопределенным полем нормалей и освещенности (например, траекторий).



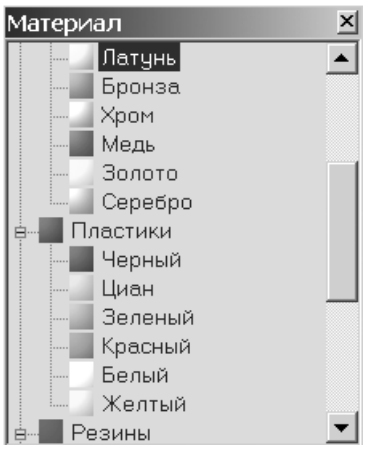
Селекция поля выбора **Включить** приводит к использованию установленных свойств дымки при отрисовывании всех объектов.

Выбранное в выпадающем списке **Тип** значение определяет метод учета расстояния от объекта до наблюдателя при расчете влияния тумана на изображение этого объекта.

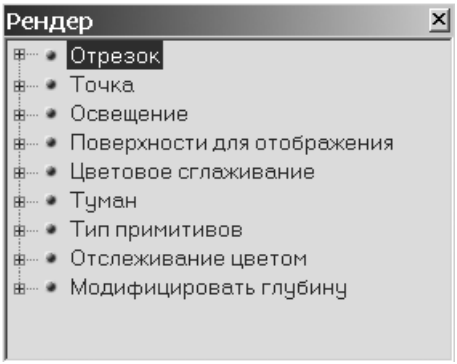
Для **Линейного** тумана величины **Начало** и **Конец** определяют расстояние по координате Z от наблюдателя до соответственно начала и конца области действия тумана.

Для **Экспоненциального** и **Экспоненциального квадратичного** тумана его плотность определяется значением величины **Плотность**.

Диалоговое окно **Материал**.



Навигация (с помощью клавиатуры или мыши) по дереву материалов приводит к соответствующему изменению материала поверхности объекта. Материал меняется одновременно для передней и задней поверхностей точной и упрощенной (отображаемой при манипуляциях органами управления, см. пункт **Рабочая область**) моделей. Диалоговое окно закрывается при выборе элемента дерева двойным щелчком, щелчке левой клавишей мыши на стандартной кнопке ***Закрыть***, а также при нажатии клавиш **<Enter>** или **<Esc>**.



Диалоговое окно **Рендер** служит для установки свойств рендера объекта.

Щелчок правой клавишей мыши на элементе древовидной структуры позволяет проинициализировать выбранным значением все его дочерние элементы. Диалоговое окно закрывается при щелчке левой клавишей мыши на стандартной кнопке ***Закрыть***, а также при

нажатии клавиш **<Enter>** или **<Esc>**.

Узел **Отрезок** позволяет установить толщину (в пикселях) линий отображения, и режим их сглаживания. Значения, установленные для дочерних элементов этого узла, будут учитываться при использовании отрезков в качестве примитивов отображения объекта.

Узел **Точка** позволяет установить размер (в пикселях) точек отображения, и режим их сглаживания. Значения, установленные для дочерних элементов этого узла, будут учитываться при использовании точек в качестве примитивов отображения объекта.

Узел **Освещение** позволяет установить режим освещения объекта.

Узел **Поверхности** для отображения позволяет выбрать поверхности для рендеринга. Значения, установленные для дочерних элементов этого узла, будут учитываться при использовании любых примитивов для отображения объекта.

Узел **Цветовое сглаживание** позволяет установить режим цветовой интерполяции.

Узел **Туман** позволяет установить опции дымки. Параметры узлов **Плотность, Начало, Конец, Тип** и **Включить/Выключить**, аналогичны параметрам диалогового окна **Туман.**

Узел **Тип** примитивов позволяет установить тип примитивов, используемых для отображения объекта.

Узел **Отслеживание цветом** позволяет установить режим динамического изменения свойств материала поверхности объекта.

Узел **Модифицировать глубину** позволяет установить режим коррекции значений глубины (видовых Z-координат) объектов. Узлы **Фактор** и Единицы позволяют установить значения величин, используемых при расчете Z-координат объектов. Значение, соответствующее узлу **Фактор**, определяет мультипликативную (зависящую от протяженности объекта вдоль оси Z видовой системы координат) величину, добавляемую к текущему значению глубины. Значение, соответствующее узлу **Единицы**, определяет аддитивную (независящую от положения объекта) величину, добавляемую к текущему значению глубины. Узлы **Полигоны, Отрезки** и **Точки** позволяют задать тип примитивов, при отображении которыми активизируется режим коррекции значений глубины. Например, для качественного отображения траекторий, лежащих на обрабатываемой поверхности (обычно визуально довольно фрагментированных из-за конечной точности обработки модели и конечной разрядности Z-буфера), целесообразно в окне свойств рендера основной модели установить небольшие положительные значения для узлов **Фактор** и/или **Единицы** и выбрать значение **Включить** для узла **Модифицировать глубину->Полигоны** (т.к. тип примитивов отображения основной модели по умолчанию - полигоны), что приведет к некоторому отдалению основной модели от наблюдателя по отношению к траекториям.