

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	6
Глава 1. Интерфейс.....	7
Запуск NX и главное окно.....	8
Приложения	10
Роли.....	11
Панели инструментов и главное меню	11
Панель ресурсов	13
Диалоговые окна	14
Выбор объектов	16
Управление	17
Организация модели	18
Глава 2. Моделирование твердых тел.....	20
Основные понятия	21
Эскизы	21
Создание тел	26
Навигатор модели	30
Выражения	31
Повторное использование	35
Сравнение моделей	37
Семейства деталей.....	38
Глава 3. Моделирование поверхностей.....	41
Работа с поверхностями	42
Базовые настройки	43
Построение поверхности по кривым.....	46
Поверхности заметания.....	55
Получение твёрдых тел	59
Практическое использование	60
Глава 4. Моделирование в контексте.....	74
Моделирование в контексте	75
Создание межмодельных связей.....	75
Просмотр и обновление связей.....	83
Создание интерфейсов.....	93

Моделирование обработки в сборке	97
Проектирование сверху вниз.....	99
Глава 5. Работа с листовым металлом	108
Работа с листовым металлом	109
Настройки	109
Создание простейшей детали	112
Основные элементы	115
Построение фланцев и сгибов	116
Развертки моделей	120
Редактирование элементов листовых деталей	130
Анализ формуемости и сложные развертки.....	134
Глава 6. Синхронная технология	142
Синхронная технология	143
Перемещение и повороты граней	144
Удаление и создание граней.....	150
Команды задания отношений.....	153
Управляющие размеры	155
Редактирование сечений	157
Глава 7. Работа со сборками.....	159
Общие концепции	160
Загрузка и отображение сборок.....	160
Создание сборок.....	168
Расположения сборок	171
Анализ зазоров	173
Упрощение сборок.....	176
Глава 8. Введение в NX Advanced Simulation	178
Конечно-элементное моделирование	180
Возможности NX Расширенная симуляция	181
Структура и этапы создания расчетной модели	185
Преимущества структурированной расчетной модели.....	188
Обзор основных меню и команд	189
Идеализация геометрии	190
Создание расчетной сетки	191
Подготовка к решению	195
Просмотр результатов	198
Пример. Статический расчет модели пропеллера, анализ свободных колебаний.....	201

Глава 9. Чертежи и работа с PMI	222
Чертежи.....	223
Чертежные виды.....	224
Свойства видов.....	232
Размеры и аннотации.....	239
Аннотирование 3D моделей.....	243
Размеры и аннотации в 3D.....	244
Аннотирование сечений моделей.....	254
Наследование на чертежах.....	257
Поиск по ТУ.....	260
Глава 10. Работа с шаблонами	262
Работа с шаблонами.....	263
Приложение PTS.....	264
Создание простого шаблона.....	266
Управление параметрами.....	271
Работа с эскизами.....	275
Контроль шаблона.....	276
Шаблон чертежа и расчётной модели.....	280
Управление элементами модели.....	288
Управление состоянием интерфейса.....	290
Визуальные правила.....	295
Глава 11. Визуализация	304
Визуальные отчеты.....	305
Проверка моделей.....	315
Изображения и анимация.....	320

ПРЕДИСЛОВИЕ

Вы держите в руках второе, специализированное, издание посвященное системе автоматизированного проектирования NX. В сентябре 2009 года впервые в России вышла книга «NX для конструктора-машиностроителя», получившая широкое признание инженеров, конструкторов, учащихся, использующих программный пакет NX. Более 2000 тысяч экземпляров первого издания нашли своих читателей в России. Основанное на версии NX6 первое издание для многих инженеров стало первым шагом в освоении программного пакета NX. Сегодня текущая версия пакета – NX7.5.

В программном пакете NX 7.5 появилось много новых возможностей и улучшений, которые значительно повышают производительность разработки изделий. К улучшениям интегрированных САД-приложений в NX относятся инструменты быстрого проектирования, например упрощенное создание эскизов, трансформирование с помощью синхронной технологии моделей свободной формы и новые инструменты в оформлении документации, значительно повышающие качество 2D проектирования.

- Новые инструменты быстрого проектирования ускоряют создание и размещение 2D профилей, автоматически накладывая ограничения и выявляя замысел создателя модели. В результате время на создание модели сокращается до 50%.
- Интеграция революционной синхронной технологии с моделированием тел свободной формы в NX преобразует процесс работы с моделями со сложной геометрией, включая импортированные из других систем САПР. Пользователи могут создать простую призматическую или аналитически заданную форму, а с помощью соответствующих инструментов – сложные органические модели.
- Нововведения в синхронной технологии включают улучшения в работе с массивами, сборками, тонкостенными оболочками, скруглениями, фасками, а также упрощенные методы повторного использования геометрии, специализированные решения по созданию шаблонов изделий PTS (Product Template Studio).

В новом издании затронуты следующие вопросы: это и моделирование сложных поверхностей, моделирование в контексте с использованием модуля WAVE, создание деталей из листовых материалов. Отдельная глава книги посвящена прочностному анализу и практике использования модуля «Расширенной симуляции» NX.

Данная книга описывает применение синхронной технологии для решения проектных задач. Эта поистине революционная технология изменила представление о системах 3D-моделирования.

Книга «Практическое использование NX» подготовлена ведущими специалистами направления российского офиса Siemens PLM Software. Она адресована тем, кто имеет опыт проектирования и моделирования в системах автоматизированного проектирования (САПР), а также тем, кто только начинает их освоение.

Книга сопровождается большим количеством примеров. Все модели, рассмотренные в книге, вы сможете найти на корпоративном сайте компании Siemens PLM Software по следующей ссылке: www.siemens.com/plm/ru/nx.

Прежде чем начинать практическое изучение системы, скопируйте учебные файлы на жесткий диск вашего компьютера. Успешной работы!

Глава 1

Интерфейс

СОДЕРЖАНИЕ ГЛАВЫ

- Запуск NX и главное окно
- Приложения
- Роли
- Панели инструментов и главное меню
- Панель ресурсов
- Диалоговые окна
- Выбор объектов
- Управление
- Организация модели

Программный пакет NX представляет собой одну из самых популярных систем автоматизации задач разработки и производства изделий, используемой практически во всех отраслях промышленности. Первая версия пакета NX, известного ещё как NX Unigraphics, была выпущена в 2002 году, когда компания EDS PLM Solutions собрала на одной платформе решения пакетов Unigraphics и I-Deas. Как любая система САПР верхнего уровня, NX сочетает в себе функционал для решения задач конструирования и проектирования (CAD), инженерного анализа (CAE) и подготовки производства (CAM). Этот функционал сгруппирован в приложениях, объединённых на базе единого геометрического ядра Parasolid. Текущая версия NX 7.5 выпущена для платформ Windows, Linux и MacOS. Так как разные операционные системы имеют свою реализацию отображения элементов интерфейса прикладных программ, то и в интерфейсе NX также имеются некоторые отличия в зависимости от платформы. Но общая логика работы системы и взаимодействия с пользователем не зависят от платформы, поэтому описание версии NX для платформы Windows, используемой в этой книге, применимо и для других операционных систем. В этой главе предоставляется краткий обзор основных элементов интерфейса NX, на которых базируется вся работа пользователя в системе.

ЗАПУСК NX И ГЛАВНОЕ ОКНО

После инсталляции NX в списке программ **Start > All Programs (Старт > Все программы)** появится программная группа UGS NX 7.5 с набором ярлыков для запуска. Не будем останавливаться сейчас на описании всех ярлыков, а щелчком мыши на ярлыке NX 7.5 запустим приложение. Также во время инсталляции системы производится ассоциация файлов данных NX с расширением «prt» (и ряда других). Поэтому при двойном щелчке на файлах этого типа также будут произведены запуск NX и загрузка соответствующего файла. После инициализации приложения и проверки доступности лицензии будет открыто главное окно системы. В случае с запуском по двойному щелчку на файле модели она будет загружена и отображена в графической области. Если же запуск был произведён с помощью ярлыка, то вы можете создать новый файл модели или открыть существующий.

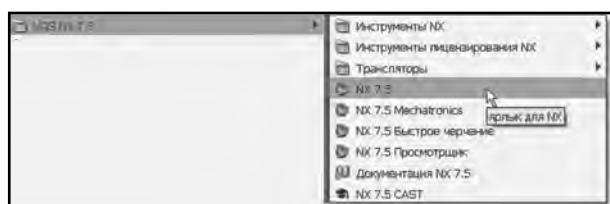


Рисунок 1.1 Запуск NX

Рассмотрим основные элементы главного окна приложения:

- 1 – заголовок окна, в котором помимо названия системы отображаются текущее приложение, имя рабочей детали и её состояние в случае изменения;
- 2 – строка главного меню, состав которой зависит от текущего активного приложения и роли;
- 3 – панели инструментов, набор и состав которых также зависит от приложения и роли;
- 4 – панель выбора, которая содержит набор команд и опций, управляющих механизмом интерактивного выбора пользователя в процессе работы над моделью;

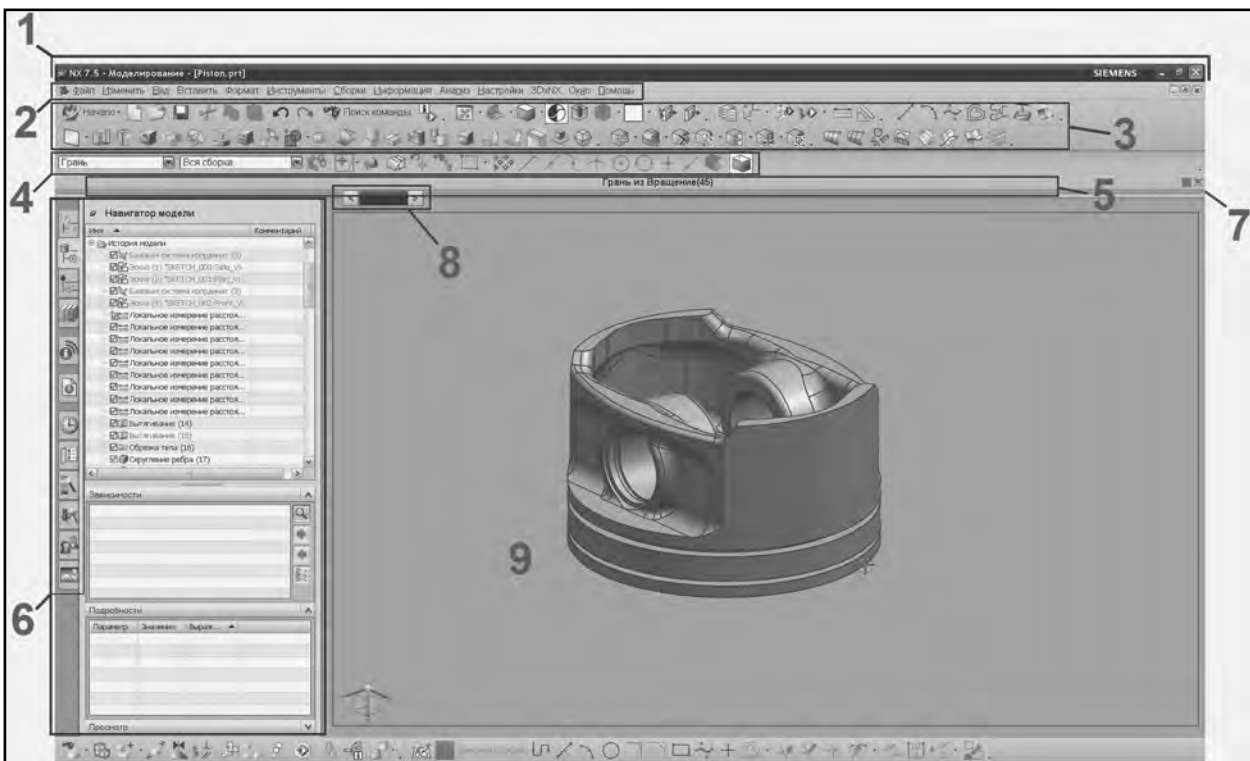


Рисунок 1.2 Главное окно приложения

5 – строка статуса и подсказки, в которой отображаются контекстные подсказки для пользователя и текущий статус выполнения операции;

6 – панель ресурсов, содержащая набор различных вкладок, каждая из которых отвечает за определённую функцию, например (рис. 1.2) вкладка **Навигатор модели**, отображающая дерево построения модели;

7 – кнопка переключения между стандартным и полноэкранным режимами;

8 – «рельс» крепления диалоговых окон. Этот элемент интерфейса предназначен для позиционирования диалоговых окон команд, вызываемых пользователем;

9 – графическая область, в которой отображается моделируемая геометрия.

В данном случае NX работает в «классическом» режиме, характерном для всех Windows приложений. Существует ещё один режим – полноэкранный (рис. 1.3), переключаемый кнопкой (7). Основное назначение данного режима – максимально расширить графическую область и минимизировать количество отображаемых панелей инструментов и меню. Помимо кнопки (7), переключиться в полноэкранный режим можно, нажав **Alt+Enter** или выбрав в строке главного меню команду **View > Full Screen (Вид > Полный экран)**.

По сравнению со стандартным режимом, здесь нет множества панелей инструментов, строки главного меню и панели ресурсов – все они собраны в единый менеджер инструментов, который может отображаться как в расширенном, так и в сокращённом виде. Все остальные элементы интерфейса стандартного режима присутствуют. Полноэкранный режим подойдёт опытным пользователям, которые научились максимально использовать контекст-

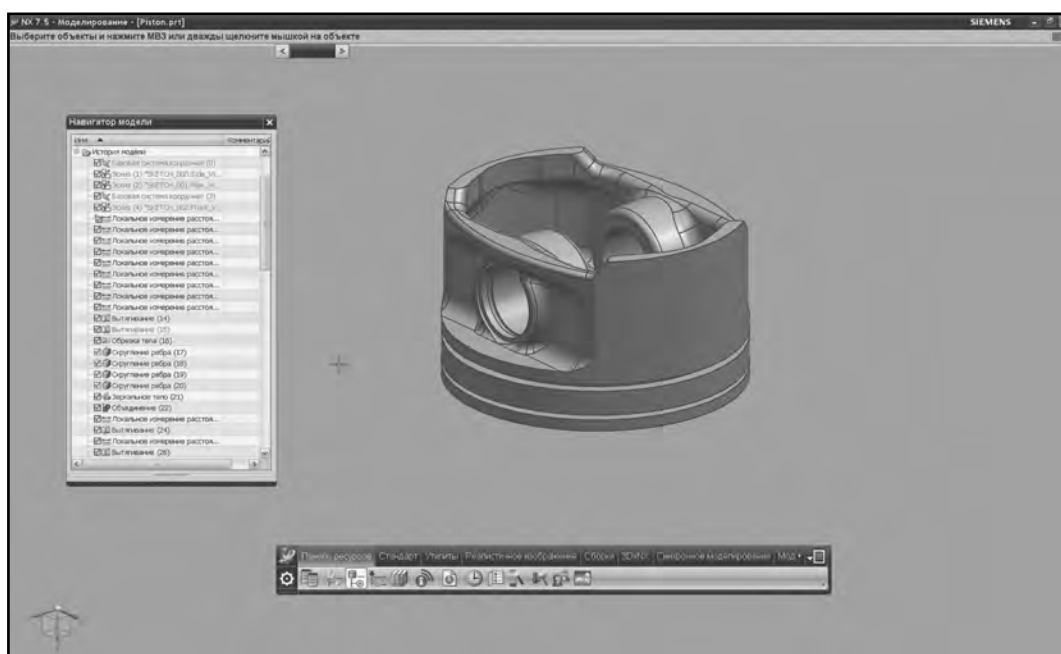


Рисунок 1.3 Полноэкранный режим

ные меню команд, а также соответствующие клавиатурные сокращения. Все, что им нужно в этом случае, – максимально большое пространство, отображающие геометрию модели. Для менее опытных пользователей или для тех, кто любит пользоваться панелями инструментов, больше подойдёт стандартный режим.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Как уже говорилось, набор панелей инструментов, их содержимое и состав главного меню зависят от текущего активного приложения и роли. Приложением называется набор инструментов, решающих задачи определённой области. Переключение между приложениями производится с помощью кнопки **Start (Начало)**, либо используя соответствующую комбинацию клавиш. При наличии необходимой лицензии система запустит выбранное приложение и отобразит набор инструментария, входящий в него.

Некоторые приложения работают в сочетании с другими, некоторые работают поодиночке. Одним из ключевых приложений является **Gateway(Базовый модуль)**, оно само по себе не решает никаких задач проектирования, расчётов или производства, но работает как основа

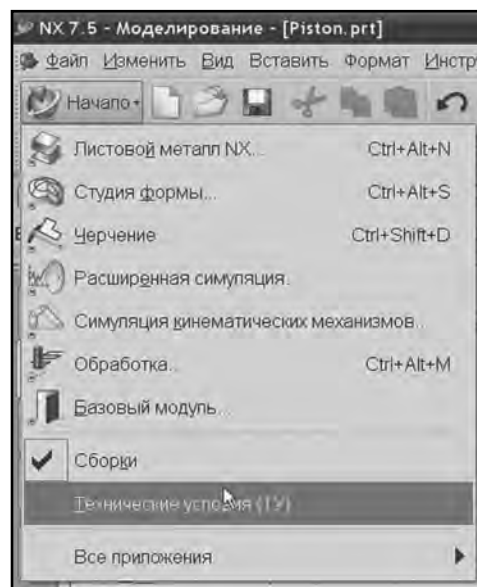


Рисунок 1.4 Приложения NX

для других приложений и отвечает за операции взаимодействия с файловой системой, отображение геометрии и многое другое.

РОЛИ

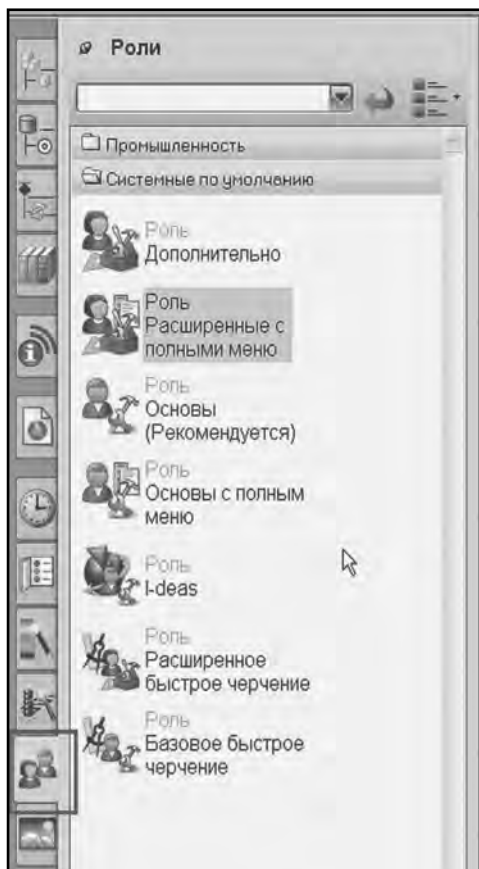


Рисунок 1.5 Роли

Набор инструментов в рамках каждого приложения NX выражается в виде кнопочных инструментальных панелей и дополнительных элементов главного меню. Редко когда для решения какой-либо задачи в ход идут все возможные команды приложений, поэтому пользователи предпочитают отображать только часто используемые команды и убирать те, которые не нужны. Так, каждый пользователь системы NX по мере освоения настраивает интерфейс системы под себя. Для облегчения этого процесса в NX предусмотрен механизм ролей. Роль – это сохранённое состояние интерфейса, в котором запоминаются набор отображаемых панелей и элементов меню, их состав и положение на экране.

Для управления ролями в панели ресурсов существует вкладка **Роли**. В состав дистрибутива NX входит набор преднастроенных ролей, которые можно использовать в их изначальном виде, или настроить на их основе свои роли. Для новых пользователей, которые только осваивают систему, больше подойдёт роль **Основы (Рекомендуется)** – будет отображён минимальный набор инструментальных панелей, каждая кнопка будет иметь название под пиктограммой. Для более опытных пользователей более удобной может быть роль **Расширенная с полным меню** – количество отображаемых инструментов будет

максимально, а кнопки будут иметь компактный вид без текста.

ПАНЕЛИ ИНСТРУМЕНТОВ И ГЛАВНОЕ МЕНЮ

Инструментальные панели инструментов группируют команды по их функциональному назначению. Ряд панелей представлены только в определенных приложениях, как, например, панели простановки размеров в модуле **Черчение (Drafting)**, другие панели присутствуют во всех приложениях, как, например, панель **Вид (View)** или **Стандарт (Standard)**. Пользователь имеет возможность управлять как видимостью отдельных панелей на экране, так и их наполнением. Видимость панелей регулируется контекстным меню, появляющимся при нажатии правой кнопки мыши на любой отображаемой панели или кнопке.

Практически все панели могут быть перемещены, прикреплены к другим краям графической зоны или полностью откреплены. Для этого достаточно взять нужную панель за её левый край, обозначенный вертикальным рядом точек, и перетащить её. Перетаскивание в окрестностях её исходного положения будет перемещать панель относительно соседних панелей, перетаскивание в графическую зону отсоединит панель полностью, а перетаскивание к какому-либо краю графической зоны прикрепит её к этому краю. Каждая кнопка инструментальной панели снабжена всплывающей подсказкой, которая появляется при наведении курсора мыши на кнопку.

Помимо инструментальных панелей, при работе используются общее главное меню приложения и большой набор контекстных меню, привязанных к конкретной команде или объекту. Главное меню приложения дублирует все команды инструментальных панелей, большая часть которых содержится в пунктах меню **Вставить (Insert)**, **Изменить (Edit)** и **Инструменты (Tools)**, а также ряд дополнительных команд и опций.

Контекстные меню существуют практически для всех объектов в NX и вызываются по нажатию правой кнопки мыши на этом объекте. При этом наполнение этих меню зависит от того, какой объект был использован для вызова. Так, например, щелчок правой кнопкой мыши на пустом пространстве графической зоны вызывает компактную панель выбора и меню, содержащее команды навигации и визуализации. А если вызвать контекстное меню, например, для ребра геометрического объекта, то оно будет содержать команды, которые могут быть применены к этому ребру, такие как фаска и скругление (рис. 1.6). Это даёт возможность существенно ускорить работу при моделировании, так как большинство нужных команд находится всегда под рукой и нет необходимости их искать на инструментальных панелях.

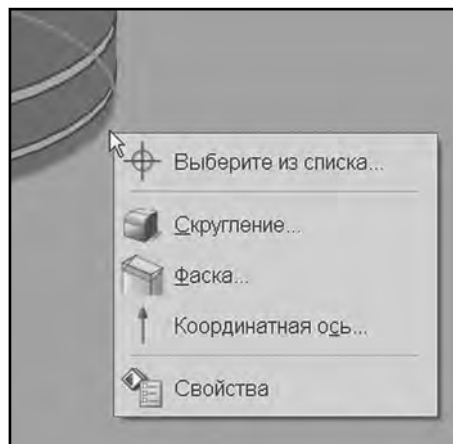


Рисунок 1.6 Контекстное меню

Ещё один механизм, полезный при работе над моделью, – набор настраиваемых радиальных инструментальных панелей. Их можно отобразить, нажав одновременно **Ctrl+Shift** и одну из кнопок мыши. К каждой кнопке привязана своя панель (рис. 1.7). Меню отображается непосредственно возле курсора мыши, поэтому имеет смысл поместить в эти радиальные панели наиболее часто используемые команды.



Рисунок 1.7 Радиальное меню

Особенностью радиальных меню является то, что они зависят от текущего активного приложения, то есть их наполнение будет меняться в зависимости от того, в каком приложении работает пользователь.

ПАНЕЛЬ РЕСУРСОВ

Панель ресурсов представляет собой набор вкладок, содержащих навигаторы и палеты. Панель ресурсов в обычном режиме располагается по умолчанию по левой стороне окна приложения, а в полноэкранном режиме она является одной из вкладок менеджера инструментов. Наиболее часто используемые вкладки панели ресурсов:

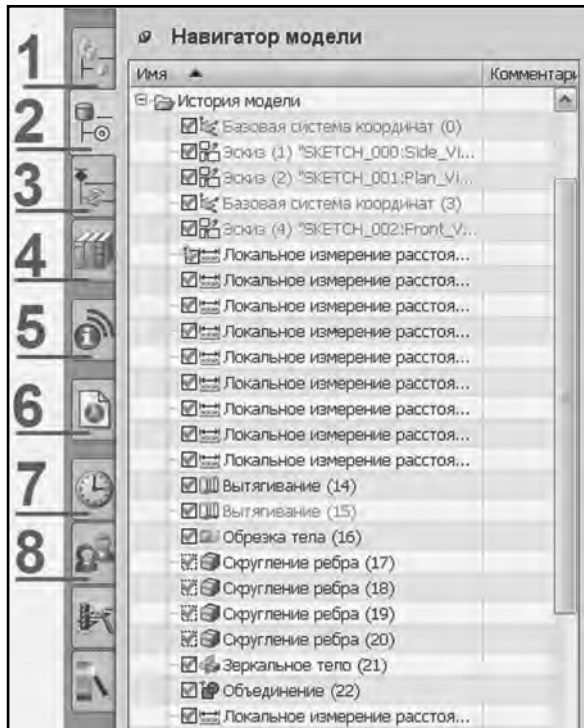


Рисунок 1.8 Панель ресурсов

1 – навигатор сборки. Отображает структуру сборки и предоставляет инструменты в контекстных меню для работы с компонентами сборок. Также в этом навигаторе производится работа с межмодельными связями WAVE;

2 – навигатор модели. Предоставляет доступ к истории построения модели и инструменты для работы с элементами построения;

3 – навигатор **Базы знаний (Knowledge Fusion)**;

3 – библиотека данных повторного использования – интерфейс к библиотекам различных данных, которые могут быть классифицированы и использованы в последующих разработках. Это могут быть стандартные изделия, типовые конструктивные элементы, 2D блоки чертежей, шаблоны и многое другое;

4 – инструменты HD3D. Содержит функционал формирования визуальных отчетов и средств;

5 – встроенный интернет – браузер. Как правило, используется для доступа к корпоративному сайту или документации NX;

6 – палета истории. Содержит ссылки, сгруппированные по дате на модели, которые загружались в NX ранее;

7 – палета ролей. Содержит преднастроенные и пользовательские конфигурации (роли), управляющие компоновкой интерфейса.

Кроме базового набора навигаторов, отображенных по умолчанию в панели ресурсов, в зависимости от текущего активного приложения могут добавлять дополнительные вкладки с навигаторами. В частности, это касается приложений **Механическая** и **Электрическая маршрутизация**.

Помимо стандартных системных палет, есть возможность создавать свои, которые будут группировать какие-либо данные и обеспечивать быстрый доступ к этим данным. В большинстве случаев все объекты на палетах могут быть использованы простым перетаскиванием в графическую область.

ДИАЛОГОВЫЕ ОКНА

Практически каждая команда во всех приложениях NX имеет диалоговое окно, через которое производится взаимодействие с пользователем. Диалоговое окно компонуется из функциональных блоков, которые отвечают за определенный этап задания исходных данных для операции, выполняемой данным диалоговым окном, и кнопок **ОК**, **Применить (Apply)** и **Отмена (Cancel)** (рис. 1.9).

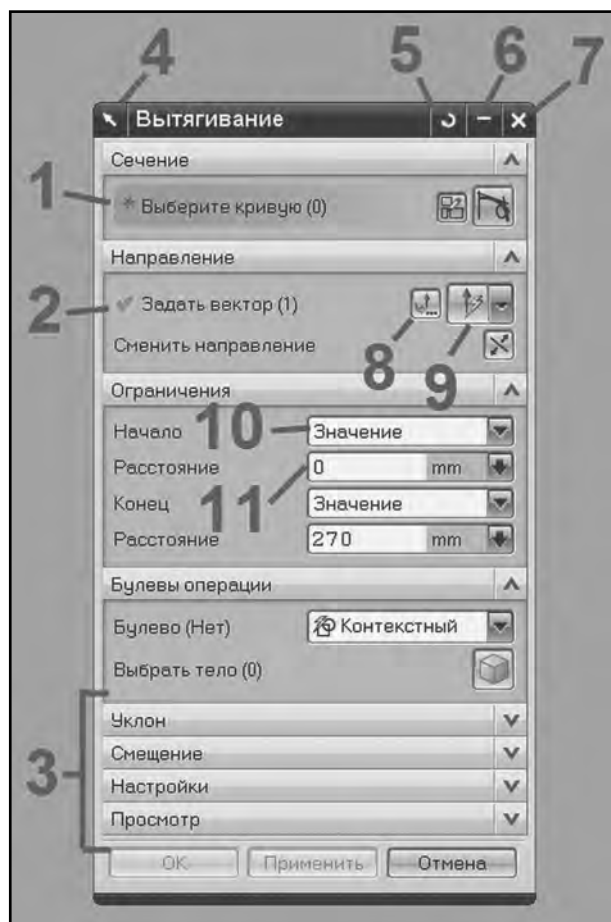


Рисунок 1.9 Диалоговые окна

По умолчанию позиционирование диалоговых окон определяется «рельсом» крепления, к которому привязывается диалог. Основное назначение «рельса» – задать определенное место, в котором будут отображаться диалоги, хотя при желании пользователь может их откреплять и размещать их там, где удобно. С помощью кнопки 4 диалог можно открепить от рельса и поместить на любое произвольное место экрана или закрепить свободный диалог на рельсе крепления.

Для упрощения интерфейса и его унификации функциональные блоки диалогов повторяются в различных командах. Например, если в диалоге команды вытягивания есть блок, отвечающий за указание направления вытягивания, то в любых других командах направление задается точно таким же блоком.

Любая команда, как правило, имеет обязательные параметры, без которых она не может быть выполнена, и опциональные, которые модифицируют выполнение данной команды, но имеют некие значения, уже заданные по умолчанию.

Функциональные блоки, отвечающие за задание обязательных параметров, помечены значком 1, а уже заданные параметры помечаются значком 2. Текущий блок, ожидающий ввода пользователя, помечается выделением оранжевого цвета.

Как правило, все обязательные блоки в диалогах появляются в развёрнутом состоянии, другие же могут быть как свёрнутым (3), так и в развёрнутом виде. Некоторые диалоговые окна содержат большое количество параметров, поэтому занимают достаточно большое пространство, даже когда часть блоков находится в свёрнутом состоянии. В этом случае можно воспользоваться кнопкой (6), которая спрячет все свёрнутые блоки.

NX запоминает состояние диалоговых окон – их положение на экране и состояние блоков, поэтому каждый раз диалог будет появляться в том же состоянии, в котором он был при по-

следнем его использовании, а именно при нажатии кнопок «ОК» или «Применить».

Команда не может быть выполнена, пока не будут заданы все обязательные параметры, и как следствие – кнопки выполнения **ОК** и **Применить** остаются деактивированными.

Кнопки **ОК** и **Применить** отличаются тем, что при нажатии кнопки **ОК** (или средней кнопки мыши) происходит выполнение команды и закрытие диалога, а при нажатии кнопки **Применить** (или средней кнопки мыши при нажатой клавише *Ctrl*) происходит выполнение команды и диалог возвращается в исходное состояние для задания параметров следующего выполнения этой команды. Кнопка **Отмена** (или нажатие средней кнопки мыши при нажатой клавише *Alt*) сбрасывает все заданные параметры и закрывает диалог. С помощью кнопки 5 можно сбросить все введенные и выбранные параметры в исходное состояние.

Отдельно стоит упомянуть блок предварительного просмотра результатов команды. Этот блок присутствует в диалогах большинства команд и расположен в самом низу окна. Он позволяет вам просмотреть результат выполнения команды до того, как эта команда будет выполнена и операция будет записана в историю построения модели. Опция **Просмотр (Preview)**, включённая по умолчанию, заставляет систему показывать предварительный результат каждый раз, когда пользователь меняет какие-либо параметры в диалоговом окне. Это достаточно удобно при варьировании параметрами в операциях, однако для больших и сложных моделей имеет смысл выключить эту опцию, так как в этом случае предпросмотр будет занимать длительное время. В этом случае при деактивации опции **Просмотр** можно в ручном режиме пользоваться кнопкой **Показать результат (Show preview)**, когда необходимые параметры будут заданы.

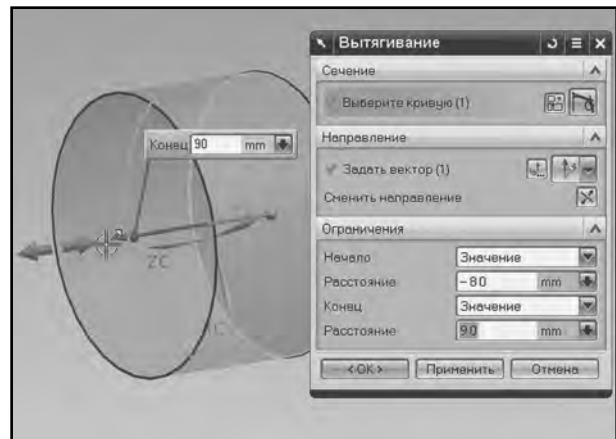


Рисунок 1.10 Ввод значений

Если функциональный блок предполагает ввод какой-либо геометрической информации или выбор объектов, то он будет иметь кнопку-меню выбора объектов (9) и кнопку создания объекта (8). Кнопка создания объекта позволяет определить необходимый объект сразу из диалога команды, то есть не прерывая её выполнения. Кнопка-меню выбора или предлагает различные варианты объектов – например, координатные оси для выбора направления, или включает режим выбора объектов нужного типа – например, выбор кривых для операции вытягивания. Параметры, предполагающие некое числовое выражение, как правило, могут вводиться непосредственно значением или ссылкой – это задается специальной опцией (10). В качестве ссылки могут быть измерение какого-либо объекта, расстояние до объекта и т.д. Если параметр вводится как числовое значение, то в большинстве диалогов пользователю предоставляется выбор – ввести саму цифру в текстовое поле (11), задать выражение или формулу. Числовые параметры, имеющие явное выражение, как, например, расстояние, на которое надо вытянуть плоский профиль, можно вводить непосредственно на геометрической