

Государственное образовательное учреждение высшего
профессионального образования

Ковровская государственная технологическая академия

А.С. Шалумов, Д.В. Багаев, А.С. Осипов



Система
автоматизированного проектирования
КОМПАС-ГРАФИК

Часть 2. Проектирование в КОМПАС

Методическое пособие

Ковров
2005

ШАЛУМОВ А.С., БАГАЕВ Д.В. Осипов А.С. Система автоматизированного проектирования КОМПАС-ГРАФИК: Часть 2, Учебное пособие. – Ковров: КГТА, 2005. - 42 с.

В методическом пособии рассмотрены вопросы по работе с системой автоматизированного проектирования чертежей **КОМПАС-3D**. Пособие состоит из двух частей. Во второй части дается подробное описание вопросов управления проектной документацией, построения 3D чертежей, параметризации и построение спецификации на изделие в **КОМПАС-3D**.

Пособие предназначено для студентов специальности 2203 «Системы автоматизированного проектирования» при изучении дисциплин «Компьютерная графика», «Разработка САПР», «Модели и методы анализа проектных решений, а также специальностей, занимающихся разработкой и построением чертежей в системе автоматизированного проектирования **КОМПАС-3D**, при выполнении курсовых и дипломных проектов, для аспирантов и специалистов, занимающихся проектированием различных технических объектов.

При подготовке учебного пособия использовалась автоматизированная копия система **КОМПАС-3D** (номер ключа 2002-2-5898), являющаяся собственностью КГТА.

Ил. 48.

Печатается по решению редакционно-издательского совета КГТА.

Рецензенты: канд. техн. наук, доцент В.В. Жаднов (ГОУВПО Московский государственный институт электроники и математики (технический университет)); канд. техн. наук, доцент С.И. Никишкин (ООО «Экскаваторный завод «Ковровец»).

АСКОН, КОМПАС, логотипы **АСКОН** и **КОМПАС** являются зарегистрированными торговыми марками **АО АСКОН**.

Microsoft и **Windows** являются зарегистрированными торговыми марками **Microsoft Corporation**.

AutoCAD является зарегистрированной торговой маркой **Autodesk, INC**.

ACIS® является зарегистрированным торговым знаком фирмы **SPATIAL TECHNOLOGY, INC**.

Остальные упомянутые в учебном пособии торговые марки и торговые знаки являются собственностью их законных владельцев.

Печатается по решению редакционно-издательского совета КГТА.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	
1. ЭТАПЫ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ИЗДЕЛИЙ	
2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ В КОМПАС-3D	
3. ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ РЕЖИМ РАБОТЫ В КОМПАС-3D	
4. СОЗДАНИЕ ОБЪЁМНОЙ МОДЕЛИ	
5. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ТВЕРДОТЕЛЬНОГО ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	
6. СОЗДАНИЕ СБОРОЧНОГО ЧЕРТЕЖА	
7. СПЕЦИФИКАЦИЯ	
8. ПОРЯДОК РАБОТЫ ПРИ СОЗДАНИИ МОДЕЛИ	
9. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ	
<i>Лабораторная работа №1. Основы работы в КОМПАС-Менеджер</i>	
<i>Лабораторная работа №2. Создание 3D модели</i>	
<i>Лабораторная работа №3. Создание параметризированной 3D-модели</i>	
<i>Лабораторная работа №4. Создание чертежей детали с её 3D модели</i>	
<i>Лабораторная работа №5. Создание сборочного чертежа</i>	
<i>Лабораторная работа №6. Основы работы со спецификацией детали</i>	
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	
ПРИЛОЖЕНИЕ 2	

ВВЕДЕНИЕ

Широкое развитие компьютерных технологий в современной образовательной среде приводит к процессам глубокого изучения современных систем автоматизированного проектирования (**САПР**).

Это, в первую очередь, связано с приложением умственного труда обучающего, т.е. управление проектной документацией, исследованием объектов и анализом процессов происходящих в них.

Современные **САПР** позволяют вести проектирование комплексно, начиная с постановки задачи и кончая получением чертежей и программ для оборудования с числовым программным управлением (**ЧПУ**).

Современный рынок **САПР** предлагает широкий спектр программных продуктов для решения большого круга задач. Несмотря на отсутствие четко обозначенных границ, все эти продукты можно классифицировать по уровням:

Верхний Уровень – многофункциональные интегрированные системы с единой структурой данных и набором проблемно-ориентированных приложений, а также узкоспециализированные системы (**ANSYS, CATIA, EDS/Unigraphics, Pro/ENGINEER, EUCLID, Inventor, NASTRAN, ALIAS, ADAMS, I-DEAS** и др.). В качестве технических средств чаще всего используются рабочие станции под управлением операционных систем **Microsoft Windows NT, UNIX-SGI, RS/6000, HP, SUN**.

Средний Уровень – представлен группой функционально-независимых продуктов, работающих на основе единой структуры данных, или полностью согласованных по представлению информации. Как правило, пакеты этого класса выпускаются промышленными партнерами разработчика структуры данных базовой моделирующей системы (**Mechanical Desktop, PRELUDE, DesignSpace, Dinamic Designer Motion, Moldflow, SolidWorks** и др.). Многие из перечисленных пакетов ориентированы на структуру **ACIS**; некоторые на ядро **Parasolid** или на свои собственные процедуры описания данных. Техническим обеспечением для функционирования систем **Среднего Уровня**, как правило, являются вычислительные машины с процессором класса "Pentium III-IV" под управлением операционной системы **Microsoft Windows NT** или **Microsoft Windows' XP**.

Нижний Уровень – совокупность программ, ориентированных на оформление конструкторской и технологической документации. Эти программы, как правило, не связаны единой структурой данных; их функциональные возможности ограничены плоским (или приближенным трехмерным представлением) машиностроительного объекта. Тем не менее, программы этого уровня существенно повышают темпы и качество выпускаемой бумажной документации (**AutoCAD, T-Flex, КОМПАС** и др.). Системы **Нижнего Уровня**, как правило, устанавливаются на персональных компьютерах Pentium II-III и выше под управлением операционных систем Windows 95 и выше.

В 1983 году была адаптирована для персонального компьютера наиболее распространенная мире **САПР** – **AutoCAD** фирмы **Autodesk, Inc.**

Однако используемые зарубежные **САПР** не только не учитывают наши промышленные стандарты, но и предполагают дополнительную квалификацию пользователей. Многочисленные попытки адаптировать систему **AutoCAD** к нуждам отечественного конструктора привели к появлению множества новых систем.

В учебном пособии дано описание работы с отечественной **САПР** – **КОМПАС** (фирма **АСКОН** головной офис г. Санкт-Петербург, г. Москва, мозг программных разработок – г. Коломна). Программные продукты системы **КОМПАС** широко используют в учебном процессе многих высших и средних учебных заведений. Это позволяет вести обучение на качественно новом уровне, обеспечивает сквозное обучение студентов, способствует росту престижа молодых специалистов – выпускников вузов и колледжей.

Российская компания **АСКОН** основана в 1989 году и в настоящее время является в России ведущим разработчиком систем для автоматизации предприятий. Основным направлением деятельности компании является разработка систем для автоматизированного проектирования, технологической подготовки производства, документооборота и систем управления жизненным циклом изделия (**CAD/CAM/ PDM** систем).

Основными качествами, которыми обладают программные продукты фирмы **АСКОН**, являются следующие:

- простота освоения и применения системы, удобный интерфейс и система помощи;
- приемлемые требования к конфигурации аппаратного и программного обеспечения;

- открытая архитектура;
- интеграция с системами управления предприятиями (**ERP/MRP II** систем);
- полное соответствие системы требованиям **ЕСКД**;
- соответствие системы принципам **CALS**;
- широкое распространение во всех отраслях промышленности;
- большое количество всевозможных расчетных программных библиотек (расчет валов, пружин, электродвигателей и др.);
- поддержка файлов обмена графической информацией между системами **САПР** и другими векторными приложениями (**IGES, SAT, STL** и др.);
- создание защищенных (кодированных) файлов;
- рекомендован Министерством образования и науки РФ к широкому применению в высших и общих образовательных учреждениях;
- большое количество учебно-методических материалов;
- оперативность сопровождения;
- доступная цена и др. качества.

За помощь оказанную при адаптации учебного пособия авторы приносят свои благодарности студентам группы П-102. Особенно Фирумьяну Айдыну за его блестящие владения и навыки работы с КОМПАС-3D.

1. ЭТАПЫ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ИЗДЕЛИЙ

Жизненным циклом (**ЖЦ**) – называется период времени от замысла изделия до его ликвидации по истечении сроков эксплуатации. Основным «орудием» поддержки **ЖЦ** являются **CALS-технологии (Continues Acquisition and Life cycle Support** пер. на русский *информационная поддержка изделий*).

CALS-технология – это технология комплексной компьютеризации промышленного производства, комплексность обеспечивается унификацией и стандартизацией спецификаций промышленных изделий на всех этапах **ЖЦ**.

Применение **CALS-технологий** позволяет существенно сократить объемы проектных работ, так как описания многих составных частей оборудования, машин и систем, проектировавшихся; существенно облегчается решение проблем ремонтпригодности, интеграции продукции в различного рода системы и среды, адаптации к меняющимся условиям эксплуатации, специализации проектных организаций и т. д. [4].

Основным достоинством **CALS-технологий** является их структура, построенная на открытых распределенных автоматизированных системах для проектирования и управления в промышленности. Главной проблемой при этом является – обеспечение единообразного описания и интерпретации данных, независимо от места и времени их получения в общей системе, имеющей масштабы вплоть до глобальных. Структура проектной, технологической и эксплуатационной документации, языки ее представления должны быть стандартизованными. При этом особо следует отметить, что для реализации успешной работы над общим проектом разных коллективов, следует применять в рамках **CALS** различные **CAE/CAD/CAM-системы**.

Важными проблемами, требующие решения при создании комплексных **САПР** - управление сложностью проектов и интеграция программного обеспечения являются вопросы декомпозиции проектов, распараллеливания проектных работ, целостности данных, межпрограммных интерфейсов и др.

В последние годы на ряде российских предприятий и фирмах начаты работы по внедрению программных средств и технологий, являющихся системообразующими для последующего развития. Это в первую очередь средства и технологии управления данными об изделии и продукты управления **ЖЦ** изделия – **PDM/PLM-системы (Product Data Management/Product Lifecycle Management)**.

По мнению аналитиков, **PDM** системы в настоящее время должны занять главенствующее место в развитии **CALS-технологий** [5]. Особую значимость при этом следует уделять Российским **PDM-системам**, например **КОМПАС-Менеджер (АСКОН)**, **PDM STEP SUITE (PSS)** и др.

Рассмотрим **PDM** систему – **КОМПАС-Менеджер**.

Интерфейс программы **КОМПАС-Менеджер** представлен на рис. 1.

Самая верхняя строка окна - его заголовок. В нем отображены название и версия системы, затем, в зависимости от режима, либо состав текущей сборочной единицы, комплекта или комплекса для режима "**Иерархический просмотр**", либо наименование режима - "**Линейный режим**", "**Просмотр аннулированных**" или "**Работа с извещениями**".

Под заголовком окна находится строка, содержащая названия страниц главного меню системы.

Под строкой основного меню может находиться **панель инструментов**. Ее видимость зависит от того, помечен ли пункт меню Панель инструментов на странице Настройка основного меню.

Ниже находится рабочая область окна, разделенная на четыре области:

- область элементов;
- область документов;
- область атрибутов;
- область применяемости.

Для перемещения между областями можно использовать клавиши **<Tab>**, **<Shift+Tab>**.

Под рабочей областью главного окна находятся информационная панель, содержащая дополнительные сведения об активном элементе (зона, позиция, обозначение, наименование, количество, примечание), выполненная в виде строки спецификации по **ГОСТ 2.106-96**, и панель закладок. Её видимость зависит от настройки основного меню.

Ниже находится строка состояния, отображающая текущие действия и подсказки.

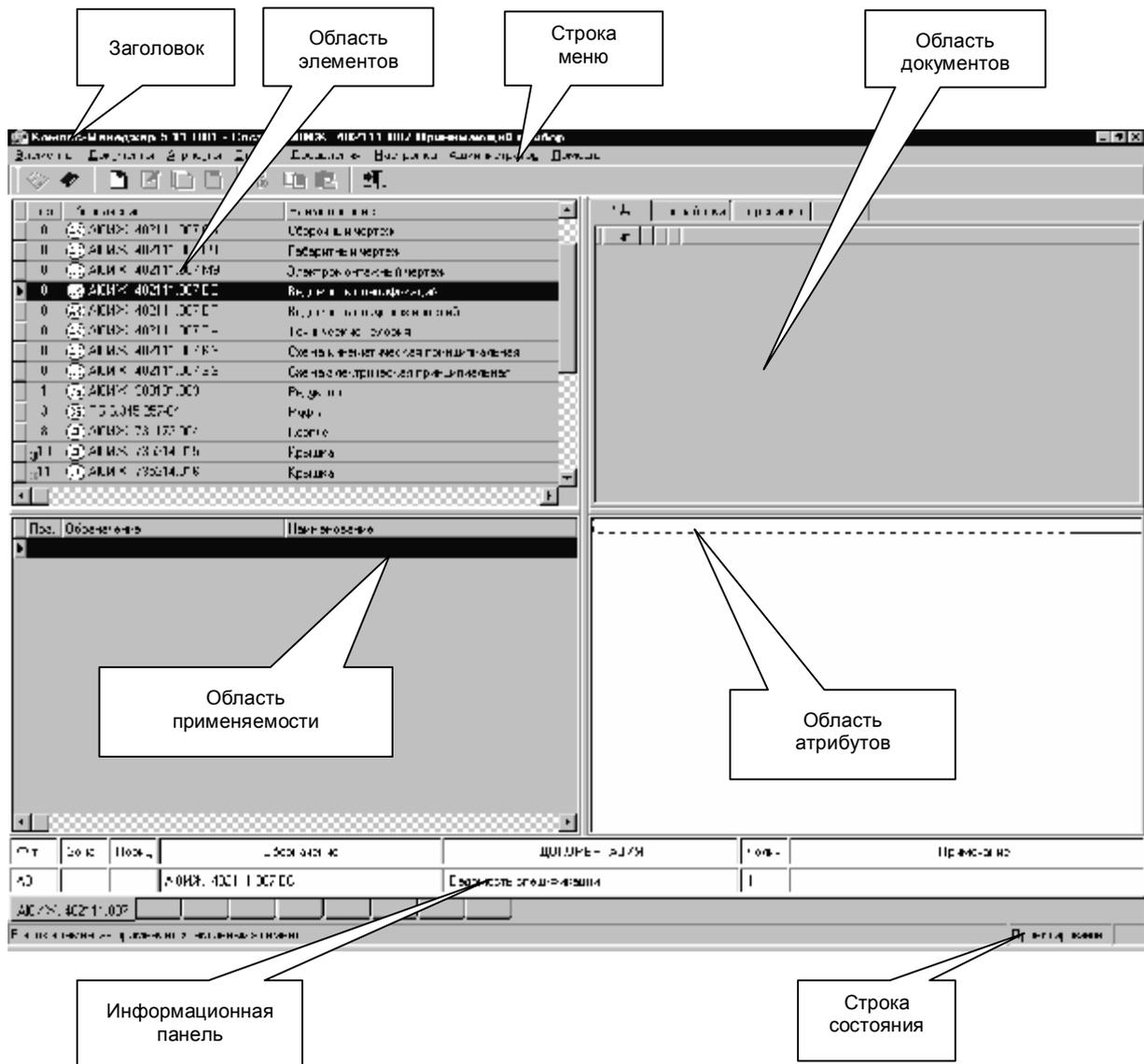


Рис. 1. Интерфейс КОМПАС-Менеджер

ОБЛАСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ представляет собой список элементов, разделенный на несколько колонок: обозначение элемента, его наименование, а также, возможно, позиция и количество.

Порядок столбцов можно менять, захватив и перетаскивав заголовок столбца указателем мыши при нажатой правой кнопке. Ширину столбцов также можно менять, меняя размер заголовков при помощи указателя мыши при нажатой левой кнопке. Ширина столбцов области применимости зависит от ширины соответствующих столбцов области элементов.

В графе "**ОБОЗНАЧЕНИЕ**" отражается тип и состояние элементов:

- | | |
|-------------------------|---------------------------|
| ● - серийный элемент; | Ⓓ - деталь; |
| ○ - опытный элемент; | ⒸТ - стандартное изделие; |
| ⊗ - аннулирован; | Ⓜ - материал; |
| ⒹК - документация; | ⓅР - прочее изделие; |
| ⒹС - комплекс; | ⓀТ - комплект; |
| ⒸБ - сборочная единица. | |

Элемент, подсвеченный другим цветом, является активным – к нему относятся все команды, которые Вы захотите применить к элементу (редактировать, копировать и т.д.).

Элементы могут отображаться в одном из следующих режимов:

- Ø иерархический просмотр (**Ctrl+F9**);
- Ø линейный просмотр (**Ctrl+F10**);
- Ø просмотр аннулированных (**Ctrl+F11**);
- Ø работа с извещениями (**Ctrl+F12**);
- Ø работа с выборками (**Ctrl+F8**).

Команды переключения режимов просмотра вызываются со страницы **Элементы – Вид основного меню**.

ОБЛАСТЬ ДОКУМЕНТОВ содержит список документов, относящихся к активному элементу. Документы могут быть размещены на четырех страницах:

- **КД** – конструкторская документация;
- проработки;
- переписка;
- **ТД** – технологическая документация.

Страница "**КД**" предназначена для хранения основных конструкторских документов чертежей, спецификаций, эксплуатационных, ремонтных и иных документов, входящих в комплект **КД**.

Страница "**Проработки**" – для проработок чертежей на этапе внесения изменений в **КД**.

Страницы "**Переписка**" – для корреспонденции (входящей и исходящей) по данному элементу.

Страница "**ТД**" – для хранения технологических документов, относящихся к данному элементу.

Для каждого документа отображаются:

- Ø наименование;
- Ø тип (расширение);
- Ø дата создания (последнего изменения);
- Ø время создания (последнего изменения);
- Ø размер файла документа.

ОБЛАСТЬ АТТРИБУТОВ содержит список атрибутов и их значений, определенных для активного элемента.

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЯЕМОСТИ показывает список элементов, в состав которых входит активный элемент. Область представляет собой перечень элементов, разделенный на четыре колонки: позиция, обозначение, наименование и количество элементов на сборку.

2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ В КОМПАС-3D

Одной из основных функций инженера является проектирование объектов того или иного назначения или технологических процессов их изготовления.

Российская система **КОМПАС-3D** как раз предназначена для выполнения учебных проектно-конструкторских работ в различных отраслях деятельности. Она может успешно использоваться студентами машиностроительных, приборостроительных, архитектурных, строительных вузов и техникумов при выполнении домашних заданий, курсовых и дипломных работ.

Основные элементы интерфейса главного окна представлены на рис. 2.

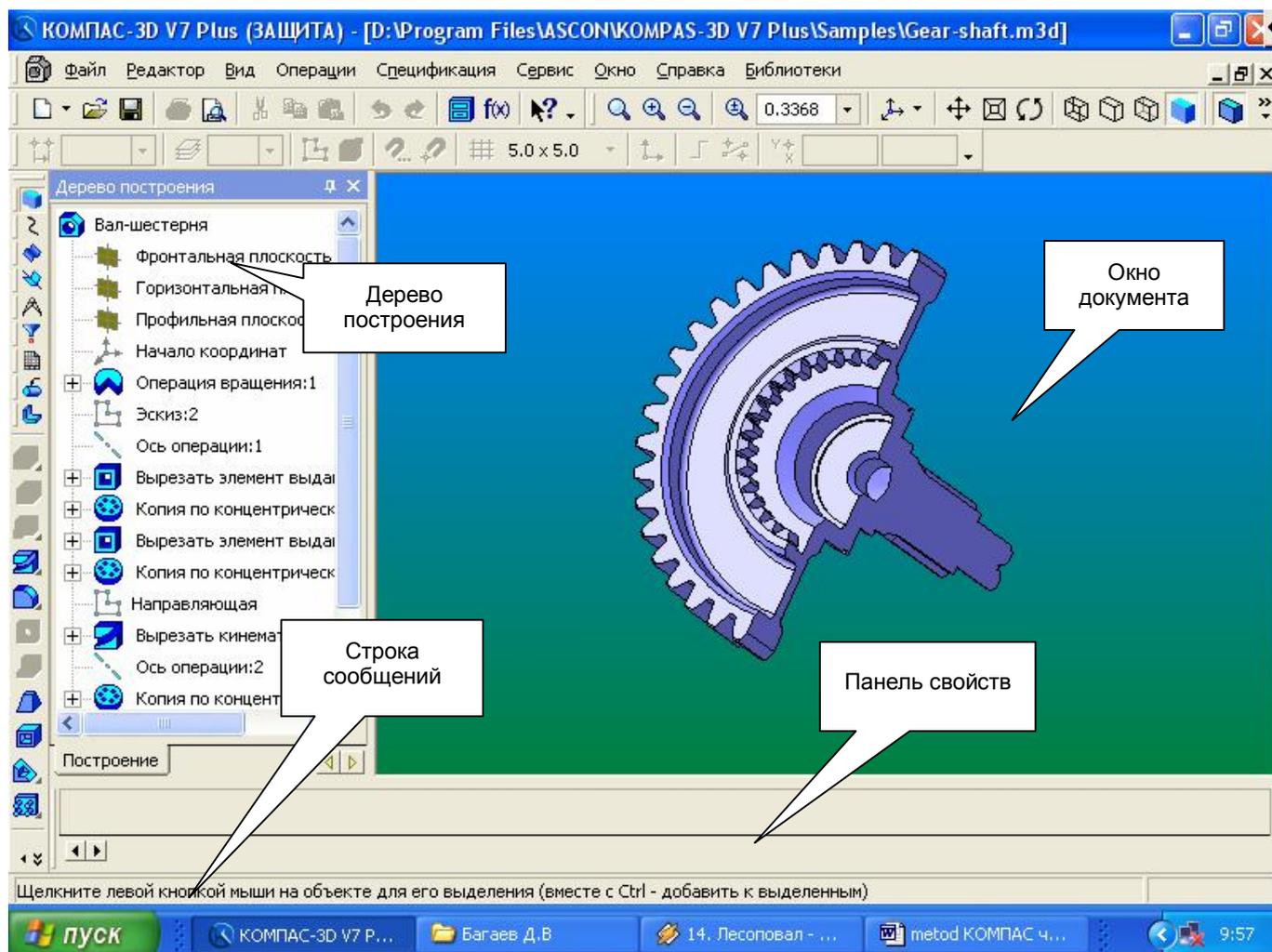


Рис. 2. Интерфейс КОМПАС-3D V7 Plus.

Рассмотрим подробнее отдельные элементы интерфейса главного окна.

Строка меню, находящаяся в верхней части окна под заголовком, по виду не отличается от строки меню при плоском моделировании.

Команды, хранящиеся в каждом из меню, различаются существенно и будут рассмотрены позже.

На **панели управления** расположенной под строкой меню, размещены кнопки, позволяющие обращаться к наиболее часто используемым командам (рис. 3).

Большую часть главного окна занимает **Окно документа**, в котором размещается изображение открытой детали, в нём выполняются все операции по построению и редактированию модели.

В **Дереве построения** представляется последовательность операций формирования модели и отображаются: наименование детали, плоскости, в которых строятся эскизы для формирования элементов детали, символ начала координат, сами эскизы, рис. 4.

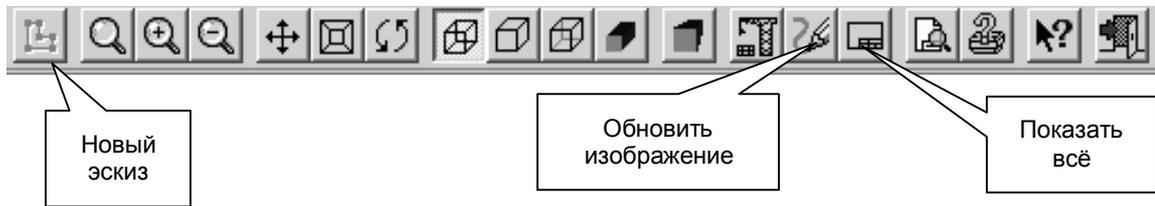


Рис. 3. Компоненты управления в КОМПАС-3D V7 Plus

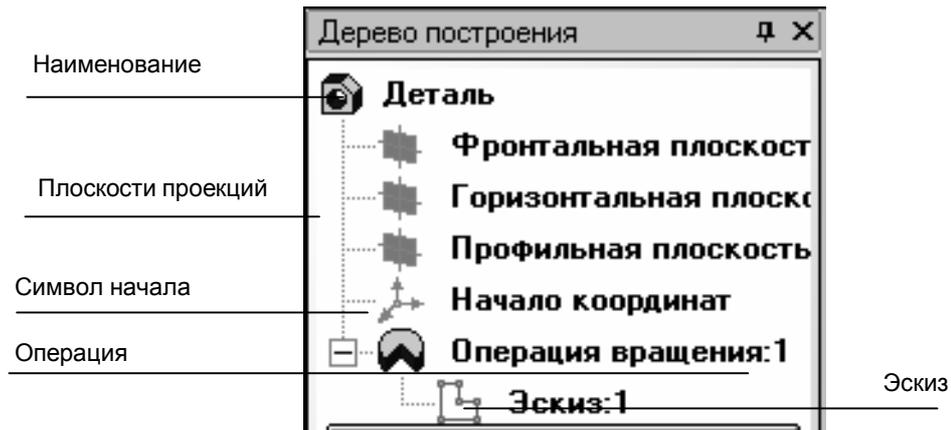


Рис. 4. Дерево построения

В **Строке сообщений**, расположенной в самом низу окна, отображаются различные сообщения и запросы системы.

Строка текущего состояния находится над **Строкой сообщений**, её содержание зависит от режима построения модели, рис. 5.

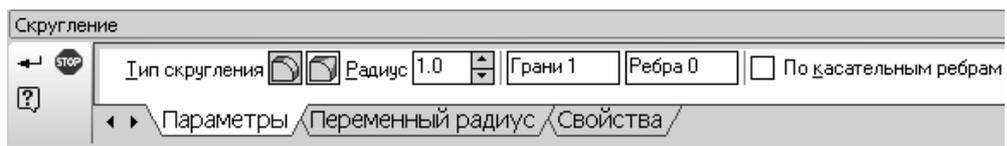


Рис. 5. Строка текущего состояния

В левой части главного окна расположена **Компактная панель** рис. 6.



Рис. 6. Кнопки инструментальной панели и панели переключения

На **компактной панели** некоторые кнопки сгруппированы по вариантам возможного выполнения. Такие кнопки обозначены небольшим треугольником в правом нижнем углу. Для получения доступа к другим командам надо щёлкнуть на имеющейся на панели кнопке и не отпускать её некоторое время. При появлении панели расширенных команд, связанных с данной кнопкой, надо установить курсор на нужную кнопку и отпустить клавишу мыши.

Для управления масштабом изображения модели на экране (перемещать и поворачивать изображение и т.д.) предназначены **команды управления**, изображение которых собрано в меню **Сервис**, наиболее часто применяемые, продублированы кнопками на панели управления, рис. 7.

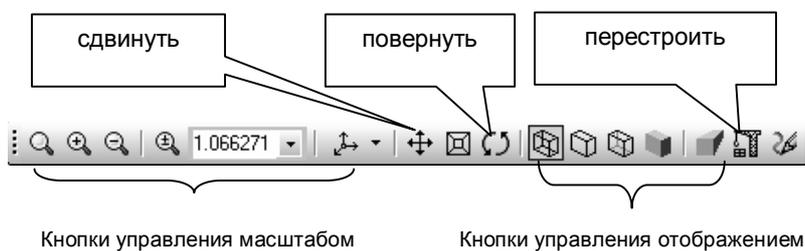
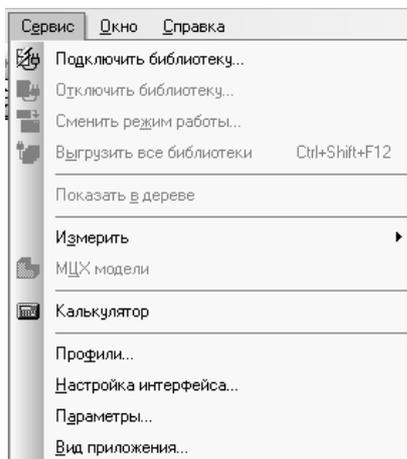


Рис. 7. Элементы управления масштабом

После открытия документа или в процессе работы над ним бывает необходимо показать его полностью в окне. При нажатии кнопки **Показать всё**  система автоматически подберёт максимально возможный масштаб отображения, при котором вся модель отобразится в окне документа.

При необходимости увеличить масштаб изображения какой-либо части модели, например для редактирования её элемента, удобно использовать команду **Увеличить масштаб рамкой**.

Для этого следует нажать кнопку **Увеличить масштаб рамкой** , мысленно заключить участок модели в прямоугольную рамку, щёлкнуть в одном из её углов и переместить курсор по диагонали в противоположный угол. Как только фантом рамки охватит весь намеченный участок, щёлкнуть мышью ещё раз. В окне отобразится в увеличенном масштабе выделенный участок модели. После редактирования можно вернуться в режим отображения всей модели, щёлкнув на кнопке **Показать всё**.

Кнопки  **Увеличить** и  **Уменьшить масштаб** позволяют дискретно увеличить или уменьшить масштаб изображения в фиксированное число раз, по умолчанию в 2 раза.

Кнопкой  **Приблизить/отдалить** можно плавно менять масштаб изображения, приближая или удаляя его относительно точки, в которой была нажата кнопка мыши.

Сдвиг изображения

Сдвиг изображения в окне выполняется командой **Сдвинуть изображение**, включением кнопки .

Вращение изображения

Удобно просматривать модель, вращая её в любом направлении, используя кнопку **Повернуть** .

Кнопки  позволяют применять команды управления отображением модели в режимах: **Каркас**, **Без невидимых линий**, **Невидимые линии тонкие**, **Полутонное** и **Перспектива**.

Модель можно расположить таким образом, чтобы её положение относительно трёх плоскостей проекций соответствовало стандартным видам: спереди, сверху, слева, справа, сзади и снизу. Для получения нужной ориентации модели надо щёлкнуть мышью на кнопке **Список видов в Строчке текущего состояния** и выбрать из списка нужную проекцию.

КОМПАС-3D позволяет расположить параллельно экрану какую-либо грань модели, либо построенную пользователем вспомогательную плоскость. Для этого надо щелчком мыши указать эту грань или вспомогательную плоскость, а затем указать из списка строку **Нормально к...**, рис. 8.

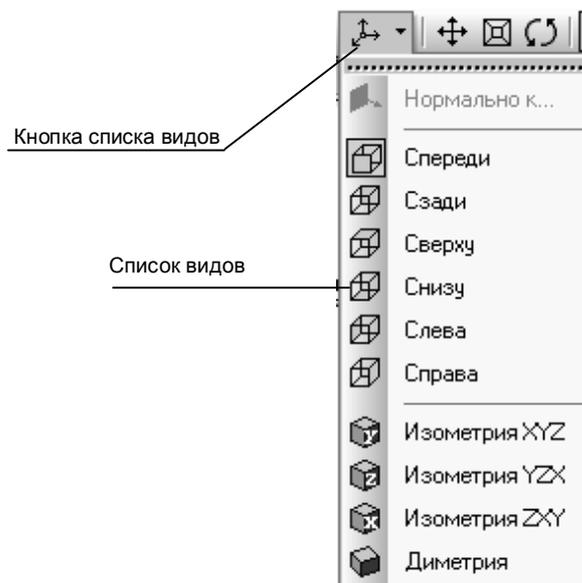
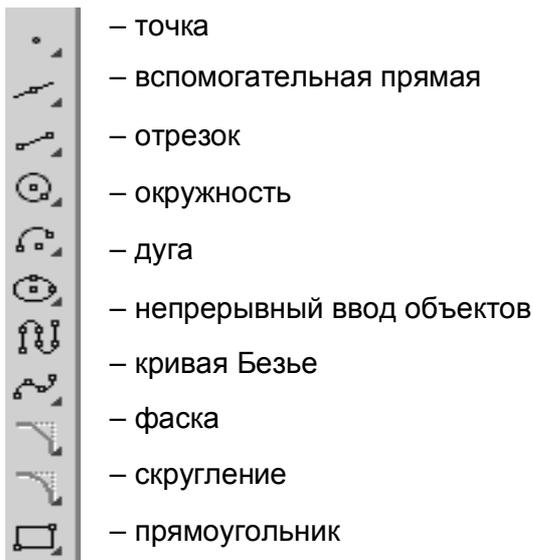


Рис. 8. Список видов

Рассмотрим принцип построения 3D-детали

Каждая сложная деталь состоит из нескольких простых фигур (цилиндр, куб и т.д.). К примеру, для того чтобы изобразить бочку, необходимо сначала нарисовать цилиндр, а затем вырезать из него цилиндр с меньшим диаметром, в результате у нас получится полый цилиндр, напоминающий бочку. Таким образом, комбинируя простейшие фигуры, можно получить детали любой сложности.

Для того чтобы нарисовать простейшую фигуру, необходимо сначала построить ее эскиз, для этого нужно выбрать плоскость в **“Дереве построения”** и щелчком правой кнопки мыши вызвать меню, которое включает себя пункт **“Эскиз”**. Для того чтобы нарисовать Эскиз необходимо воспользоваться панелью **“Геометрия”**, включающей в себя кнопки:



Нарисовав из простейших фигур эскиз будущего элемента детали, переходим к приданию ему объема. Для этого нужно воспользоваться операциями, предложенными в панель слева:

-  - операция выдавливание, выдавливает эскиз на заданное расстояние
-  - приклеить выдавливанием, аналогична операции выдавливанием, за исключением того, что присоединяет новый объект к предыдущему, образуя единое целое
-  - вырезать выдавливанием, вырезает из уже существующего тела, выдавленный эскиз
-  - скругление, образует скругление

-  - отверстие, создает в детали отверстие, заданного диаметра
-  - ребро жесткости
-  - уклон
-  - оболочка
-  - сечение поверхностью
-  - массив по сетке, копирует детали по заданной сетке
-  - зеркальный массив, зеркально копирует детали

Таким образом, создавая эскизы, придавая им объем, вырезая из одного объемного тела другое и присоединяя, их друг к другу, можно создавать детали любой конструкции и сложности.

3. ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ РЕЖИМ РАБОТЫ В КОМПАС-3D

Одной из наиболее интересных возможностей **КОМПАС-3D** является создание параметрических чертежей и фрагментов. Само понятие параметрической модели чертежа подробно описано в [19-20].

Обычный чертеж содержит лишь информацию о составляющих его объектах. Например, для каждого отрезка в файле чертежа хранятся его параметры: координаты начальной и конечной точек. Даже если два отрезка имеют общую точку введенную с использованием привязки, информация о координатах этой точки хранится для каждого отрезка совершенно независимо. В результате перемещения одного из отрезков их общая точка будет потеряна.

Параметризация заключается в представлении ее через *совокупность параметров*, устанавливающих соотношения между геометрическими и размерными характеристиками. Размерные параметры определяют размер модели. Геометрические параметры (зависимости) устанавливают такие характеристики объектов модели, как горизонтальные, касание, концентричность и т.п.

Кроме этого параметрический чертеж содержит информацию о *связях* между объектами и о наложенных на объекты *ограничениях*.

Под связями между объектами понимается зависимость между параметрами этих объектов. Например, одной из наиболее распространенных видов связи является *Совпадение точек*. Если два отрезка имеют такую связь, то система автоматически поддерживает непрерывное равенство координат этой точки для обоих отрезков. В результате Вы можете как угодно перемещать любой из отрезков, но вам не удастся разорвать их в точке связи.

Под ограничениями понимается зависимость между параметрами отдельного объекта или равенство параметра константе. Например, если на отрезок наложено ограничение *Вертикаль*, то система автоматически обеспечивает непрерывное равенство X-координат его конечных точек. Такой отрезок можно как угодно перемещать, удлинять или укорачивать, но вам не удастся его наклонить.

Накладывая на объекты чертежа связи и ограничения пользователь постепенно формирует **параметрическую модель** – устойчивый комплекс объектов, элементы которого непрерывно выполняют заданные пользователем математические зависимости. Такая модель может динамично менять свою форму без нарушения связей между элементами.

При выборе параметров следует руководствоваться следующими рекомендациями:

- геометрические параметры (переменные) должны быть независимы;
- в качестве параметров обычно выбирают рассчитываемые в ходе выполнения расчетных процедур или варьируемые при анализе или оптимизации конструкции (например: для описания цилиндрической детали – это диаметр D и длина L);
- количество параметров, по-возможности, должно быть минимальным.
- математические взаимосвязи между параметрами не должны быть явными.

Параметрический режим целесообразно использоваться для создания деталей средней сложности и простых сборок. Только в таких случаях игра действительно стоит свеч. Создание параметрических чертежей действительно сложных объектов лучше возложить на специализированные программы. Только они могут обеспечить формирование полностью определенного закона изменения параметрической модели, полноценный диалог и средства контроля. В **КОМПАС-3D V7 Plus** такие программы можно создавать с помощью специального приложения **КОМПАС-МАСТЕР** и оформлять их в виде дополнительных модулей системы (прикладных библиотек). Такие модули кроме построения чертежа могут включать и выполнение необходимых расчетов. Разумеется, для их разработки придется привлекать *программистов* и они будут пригодны для одной конкретной задачи, но зато будут работать с максимальной степенью автоматизации.

При создании параметрического чертежа не стоит стремиться непременно воспроизвести в нем все фаски, галтели, канавки и другие мелкие элементы.

Внимание !

На это может уйти слишком много времени. Важнее получить работоспособную модель в общем виде. Уточнить геометрию модели можно позднее при создании на ее основе конкретного чертежа.

Довольно часто в сложных деталях можно выявить отдельные типовые элементы. В таких случаях следует подумать о частичной параметризации. Сама деталь будет начерчена в обычном режиме, а типовый элемент можно оформить как параметрическую модель.

Не стоит создавать параметрическую модель для детали, которая меняется лишь время от времени. Какой смысл потратить месяц на создание модели и за несколько секунд получить

ее модификацию, если таких модификаций вам нужно сделать пару за год? В таких случаях лучше обойтись стандартными средствами редактирования чертежа.

Время, затраченное на построение параметрического чертежа может значительно превышать время, необходимое на его построение в обычном режиме.

Однако эти потери с лихвой компенсируются позднее, когда в считанные минуты или даже секунды, на основе построенной модели вы сможете получить большое количество различных ее вариантов.

Параметрические свойства модели

Существует два типа параметризации трехмерной модели в КОМПАС-3D – вариационная и иерархическая. Их сочетание позволяет широко варьировать параметры (переменные) создаваемой модели, не изменяя ее топологию. **Вариационная** параметризация имеет два проявления: параметризация графических объектов в эскизе и сопряжение между собой компонентов сборки. Иерархические параметрические связи возникают автоматически по мере выполнения команд создания элементов модели. В трехмерной модели могут существовать переменные, от значений которых зависят ее размеры и топология. Размеры модели определяются размерами эскизов ее элементов и их параметрами (например, глубиной выдавливания). Топологию модели могут определять, такие параметры, как количество и шаг копий элемента. Всем этим величинам могут быть поставлены в соответствие переменные.

Вариационная параметризация эскиза

Каждый эскиз, участвующий в образовании трехмерной модели, может быть параметрическим. На его графические объекты могут быть наложены различные типы параметрических связей и ограничений: вертикальность, горизонтальность, параллельность прямых и отрезков и др. В КОМПАС-3D V7 Plus этот вид параметризации реализуется автоматически, «на лету».

Иерархическая параметризация модели

Иерархическая параметризация - параметризация, при которой определяющее значение имеет порядок создания элементов, точнее, порядок их подчинения друг другу – **иерархия**, которая отражается в дереве построения. Любая параметрическая твердотельная модель хранит "*историю*" своего создания и позволяет быстро редактировать любой элемент этой "*истории*" на любом уровне иерархии. Элемент, для создания которого использовались любые части и/или характеристики другого элемента, считается **подчиненным** этому элементу. В иерархии КОМПАС-3D V7 Plus существует два типа отношений между элементами. Если элемент подчинен другому элементу, он называется **производным** по отношению к подчиняющему элементу. Если элементу подчинен другой элемент, то подчиняющий элемент называется **исходным** по отношению к подчиненному.

Вы можете включить параметрический режим либо для **всех открываемых** или создаваемых вновь документов, либо **для каждого конкретного документа**.

Для того, чтобы включить параметрический режим как действующий **по умолчанию** для всех вновь создаваемых графических документов, выполните следующее:

1. Выберите в меню **Настройка** команду **Настройка новых документов**. В появившемся диалоге выберите пункт **Графический документ – Параметризация**.
2. Включите нужные опции в диалоге настройки параметризации.
3. Нажмите кнопку ОК для выхода из диалога с **сохранением сделанных настроек**, которые теперь будут действовать для всех открываемых и новых чертежей и фрагментов.

Если параметрический режим по **умолчанию не включен** или Вы хотите изменить настройки только для **активного документа**, сделайте следующее:

1. Выберите в меню **Настройка** команду **Параметры текущего документа**. В появившемся диалоге выберите пункт **Параметризация**.
2. В появившемся диалоге включите нужные опции параметрического режима (рис. 9).

Инструментальная панель параметризации

Кнопки команд, позволяющих накладывать ограничения на объекты и удалять эти ограничения, расположены на отдельной странице **Инструментальной панели**. Для того, чтобы активизировать эту страницу, нажмите кнопку **Панель параметризации** на Панели переключения.

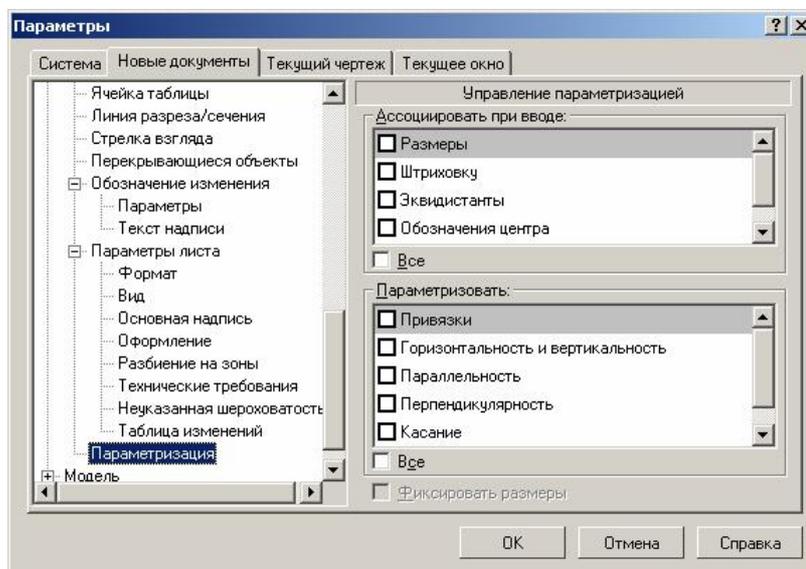


Рис. 9. Окно настройки параметрического режима

Управление значениями размеров

Предварительно для получения **ассоциативного размера** изображаем на экране дисплея линию. Выбираем на **Инструментальной панели** → **Размеры** → **Линейный размер** и выделяем построенную линию. После этого мы имеем возможность изменить значение **ассоциативного размера** (и, соответственно, конфигурацию управляемой им геометрии), для этого выполните следующее.

1. Дважды щелкните левой кнопкой мыши на тексте **размерной надписи** параметрического размера. На экране появится диалог **ввода значения размера** и имени переменной. Другим способом является вызов команды **Изменить значение размера** на Инструментальной панели параметризации (рис. 10) и указание того размера, значение которого требуется изменить.



Рис. 10. Панель параметризации

2. Введите **новое значение размера** в поле появившегося диалога и нажмите кнопку ОК. Значение размера изменится, причем размер будет зафиксирован.

Ассоциативный размер может быть **фиксированным** или **свободным**.

Фиксированный размер обозначается рамкой вокруг размерной надписи, отображаемой цветом подсвечивания (по умолчанию - красный). Назначение фиксированного размера состоит в том, что обезразмеренная им длина (угол, радиус) при любом редактировании объектов должна сохранять свое **значение неизменным**.

Фиксацию с размера можно **снять** (команда **Показать/удалить ограничения**) или **поставить** (команда **Зафиксировать размер**) в любое время.

Вы можете редактировать объекты параметрической модели мышью, **перетаскивая характерные точки** объектов.

Если на объект наложены **ограничения**, полностью определяющие его положение (например, проставлены все необходимые размеры, связывающие геометрию детали), будет выполнено **простое перемещение** связанных объектов в новое положение без перестроения геометрии.

Если же объект при этом **связан с зафиксированной точкой**, то не будет выполнено вообще никаких действий.

Наложение и снятие ограничений

Нужные команды находятся на Инструментальной панели **параметризации**.

Для того, чтобы наложить какое-либо ограничение на объект (или несколько объектов), выполните следующее.

1. Перейдите на Инструментальную панель **параметризации**, нажав кнопку на панели переключения.

2. Вызовите *нужную команду* установки ограничения с помощью соответствующей кнопки на панели.

3. Последовательно *указывайте объекты*, на которые нужно наложить ограничения (естественно, тип объекта должен соответствовать типу ограничения).

Для того, чтобы *просмотреть ограничения или снять их* с объекта, выполните следующее.

1. *Укажите объект*, ограничения которого Вы хотите просмотреть.

2. Нажмите кнопку **Показать/удалить ограничения** на Инструментальной панели параметризации.

Ограничения объекта будут отображены на экране в соответствующем диалоге.

Если Вы хотите удалить какое-либо ограничение, выделите его в диалоге и нажмите кнопку

Удалить.

Присвоение имени переменной размеру (создание связанной переменной)

Вы можете присвоить любому ассоциативному размеру *имя переменной* (создать связанную переменную). Это имя используется для того, чтобы в аналитической форме задать *зависимость значения размера от других параметров*, также представленных именами переменных.

Дважды щелкните левой кнопкой мыши на *тексте размерной надписи* параметрического размера. На экране появится диалог *ввода значения размера и имени переменной*. Другим способом является вызов команды **Установить значение размера** на **Инструментальной панели параметризации** и указание того размера, которому требуется присвоить имя переменной.

Введите имя переменной в соответствующее поле появившегося диалога.

При присвоении размеру имени переменной допускается использование **букв латинского алфавита** (различаются символы верхнего и нижнего регистра), **арабских цифр** и **символа подчеркивания** ("_"). Длина имени переменной не более **16 символов**. Первый символ в имени переменной – буква или подчеркивание.

Одновременно можно отредактировать и значение размера.

После выхода из диалога введенное имя переменной показывается *в скобках* под соответствующей ей размерной надписью.

Для визуализации имени переменной применяется тот же цвет, что и для подсвечивания объектов (по умолчанию – красный). Имя переменной выводится на экран, но *не выводится на бумагу*.

4. СОЗДАНИЕ ОБЪЁМНОЙ МОДЕЛИ

Любые изделия могут быть изготовлены только на основании определенных конструкторских документов.

К **конструкторским документам** относятся графические и текстовые документы, которые в отдельности или в совокупности определяют состав и устройство изделия и содержат необходимые данные для его разработки, изготовления, контроля, приемки, эксплуатации и ремонта.

К графическим документам относятся различные виды чертежей, схем. В них содержится графическая информация об изделии.

Чертеж детали – документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля.

При выполнении технических чертежей оказывается необходимым иметь наряду с комплексным чертежом данного оригинала и более наглядное его изображение, обладающее свойством обратимости. С этой целью применяют чертеж, состоящий только из одной параллельной проекции данного оригинала, дополненной проекцией пространственной системы координат, к которой предварительно отнесен изображаемый оригинал. Такой метод получения однопроекционного обратимого чертежа называется аксонометрическим методом.

Таким образом, построение *аксонометрических проекций* сводится к применению координатного метода на проекционном чертеже. Так как при пользовании координатным методом приходится производить измерения по координатным осям, то отсюда и получил свое название рассматриваемый метод. Слово *аксонометрия* означает буквально **осеизмерение**.

К применению на чертежах всех отраслей промышленности и строительства рекомендуют пять видов аксонометрий: **две ортогональных (изометрическую и диметрическую) и три косоугольных (фронтальную и горизонтальную изометрические проекции, фронтальную диметрическую)**. В машиностроении в основном применяют ортогональные: **изометрическую** (она является единственно возможной).

Для создания твёрдотельной модели применяется перемещение или вращение плоских контуров. Плоский контур, в результате перемещения которого образуется объёмное тело – модель, является проекцией основания модели или её элемента на плоскости проекций, либо на грань модели. Перемещение контура принято называть операцией. Операции имеют дополнительные возможности, позволяющие изменять параметры построения, а следовательно и самой модели. В контур можно скопировать изображение из ранее созданного чертежа или фрагмента.

Создание объёмной модели начинается с построения плоского контура, на одной из стандартных плоскостей проекций.

Система **КОМПАС-3D V7 Plus** определяет ряд требований к построению контура:

- контур всегда отображается стилем линии **Основная**;
- контуры, составляющие чертёж основания модели не должны пересекаться и не должны иметь общих точек;
- если контуров несколько, то один из них должен быть наружным, а другие – вложенными в него;

допускается только один уровень вложенности контуров.

При проектировании изделий можно выделить два подхода к конструированию на основе компьютерных технологий.

Первый подход базируется на двумерной геометрической модели и использования компьютера как электронного кульмана. Хотя таким образом можно значительно ускорить процесс конструирования, но кардинального изменения в технологии конструирования не происходит, сохраняются все недостатки традиционного способа конструирования. Центральное место в этой технологии занимает *чертеж*. Процесс конструирования соответствует традиционному способу конструирования (рис. 11).

В основе другого подхода лежит пространственная геометрическая модель изделия (рис. 12), которая является более наглядным способом представления оригинала и более мощным и удобным инструментом для решения геометрических задач. Чертеж в этих условиях играет вспомогательную роль, а способы его создания основаны на методах компьютерной графики и получаются автоматически из пространственной модели оригинала.

Под **моделью** понимается совокупность сведений, однозначно определяющих его форму. **Двумерные модели (2D)** позволяют формировать и изменять чертеж, а **трехмерные модели (3D)** служат для представления изделия в пространстве.

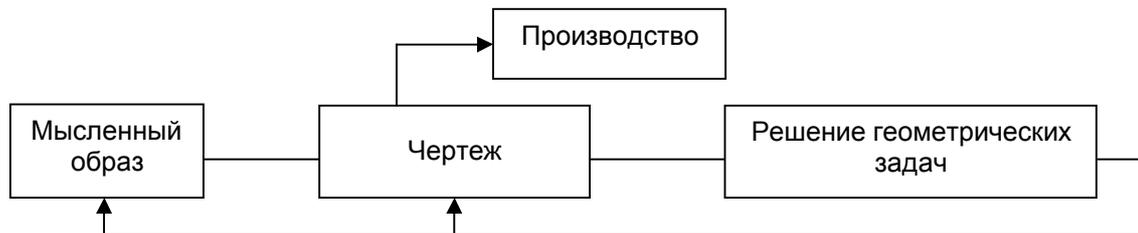


Рис. 11. Традиционная технология проектирования

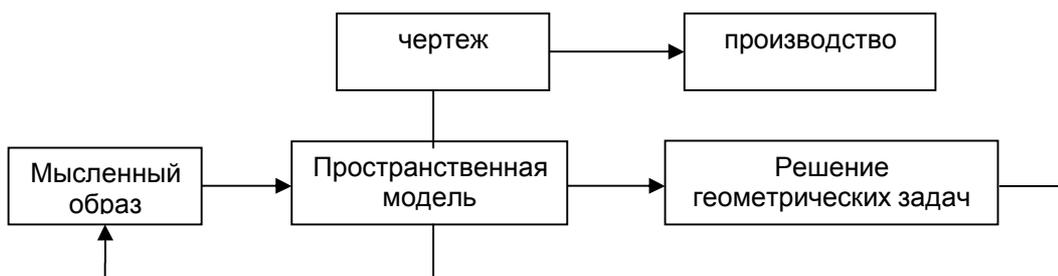


Рис. 12. Пространственная геометрическая модель

Трёхмерные модели задаются различными способами:

Каркасные (проволочные) – координатами вершин и соединяющими их ребрами. Эти модели просты, но имеют ограниченные возможности, например при удалении невидимых линий;

Полигональные (поверхностные) – поверхностями (плоскостями, поверхностями вращения и сдвига и др.). Этими моделями можно описать любой технический объект. Над полигональными моделями можно выполнять логические операции объединения, вычитания, пересечения.

Объёмные (твердотельные) – формируются из элементарных объектов с использованием логических операций. По таким моделям можно построить чертежи, рассчитать его массоинерционные характеристики. Объёмные модели являются составными 2D, их представление сохраняется в виде иерархической структуры.

5. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ТВЕРДОТЕЛЬНОГО ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Общепринятым порядком моделирования твердого тела является последовательное выполнение одной из трех логических операций (**объединения, вычитания и пересечения**) над объемными элементами. Пример выполнения таких операций показан на рис.13.

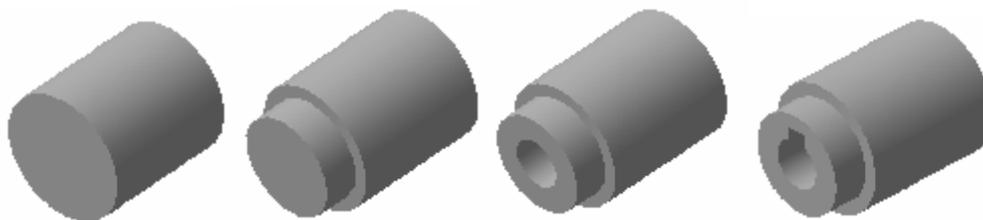


Рис. 13. Булевы операции над объемными элементами:
а) цилиндр; б) объединение двух цилиндров; в) вычитание цилиндра; г) вычитание призмы.

Получение объемных элементов, над которыми выполняются вышеуказанные операции, осуществляется *кинематическим способом*. При этом в результате перемещения плоской фигуры (образующей) в пространстве вдоль некоторой направляющей *"остаётся"* след, который и определяет форму элемента (рис. 13). Получившаяся в результате поверхность детали ограничивает некоторый объем. Созданный элементарный ориентированный объем и является простейшей твердотельной геометрической моделью. В **КОМПАС-3D V7 Plus** плоская фигура, на основе которой образуется тело, называется *эскизом*, а формообразующее перемещение эскиза - *операцией*. Другие системы твердотельного моделирования могут поддерживать иную терминологию подобных элементов.

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ТВЕРДОТЕЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В КОМПАС-3D.

Эскизы

Плоская фигура, на основе которой образуется тело, называется **эскизом**, а формообразующее перемещение эскиза – **операцией**.

Эскиз изображается на плоскости стандартными средствами чертежно-графического редактора **КОМПАС-3D V7 Plus**. При этом доступны **все команды** построения и редактирования изображения, команды параметризации и сервисные возможности. Эскиз, как и фрагмент, может быть параметрическим. В эскиз можно перенести изображение из ранее подготовленного в **КОМПАС-3D V7 Plus** чертежа или фрагмента.

Эскиз может располагаться в одной из **ортогональных плоскостей** координат, на плоской грани существующего тела или во вспомогательной плоскости, положение которой задано пользователем.

Общие требования к эскизам:

Эскиз представляет собой *сечение объемного элемента*. Реже эскиз является траекторией перемещения другого эскиза – сечения.

Для создания объемного элемента подходит не любое изображение в эскизе, оно должно подчиняться *некоторым правилам*.

– Контуры в эскизе *не пересекаются* и не имеют общих точек.

– Контур в эскизе изображается стилем линии **"Основная"**.

Под **контуром** понимается любой линейный графический объект или *совокупность графических объектов (отрезков, дуг, сплайнов, ломаных)*.

Иногда для построения контура в эскизе (особенно параметрическом) требуются вспомогательные объекты, не входящие в контур. Их можно изображать *другими стилями линий*; такие объекты не будут учитываться при выполнении операций.

Эскиз, как и фрагмент, может содержать *несколько слоев*. При выполнении операции учитываются объекты *во всех слоях*, кроме погашенных.

Операции

Проектирование детали начинается с *создания базового тела* путем выполнения операции над эскизом (или несколькими эскизами).

При этом доступны следующие типы операций:

- **вращение** эскиза вокруг оси, лежащей в плоскости эскиза,
- **выдавливание** эскиза в направлении, перпендикулярном плоскости эскиза,
- **кинематическая операция** – перемещение эскиза вдоль указанной направляющей,

- **построение тела** по нескольким сечениям-эскизам.

Каждая операция имеет дополнительные опции, позволяющие варьировать **правила построения** тела.

- При **вращении** эскиза можно задать угол и направление поворота относительно плоскости эскиза и выбрать тип тела – тороид или сфероид (если контур эскиза не замкнут).
- При **выдавливании** эскиза можно задать расстояние и направление выдавливания относительно плоскости эскиза и при необходимости ввести угол уклона.
- При выполнении **кинематической операции** можно задать ориентацию образующей относительно направляющей (сохранение нормали, угла наклона или ортогональности).
- При построении **тела по сечениям** можно указать, требуется ли замыкать построенное тело.
- Во всех типах операций можно включать опцию создания *тонкостенной оболочки* и задать толщину и направление построения стенки – внутрь, наружу или в обе стороны от поверхности тела, образованного операцией.

После создания базового тела производится “**приклеивание**” или “**вырезание**” дополнительных объемов. Каждый из них представляет собой тело, образованное при помощи перечисленных выше операций над новыми эскизами. При выборе типа операции нужно сразу указать, будет создаваемое тело *вычитаться* из основного объема или *добавляться* к нему. Примерами вычитания объема из детали могут быть различные *отверстия, проточки, канавки*, а примерами добавления объема – *бобышки, выступы, ребра*.

При вводе параметров операции вырезания или приклеивания доступно *несколько больше опций*, чем в базовой (самой первой) операции. Дополнительные опции позволяют упростить задание параметров. Например, при создании сквозного отверстия можно не рассчитывать его длину, а выбрать опцию **Через всю деталь**, а при создании бобышки указать, что она должна быть построена до определенной поверхности.

Дополнительные операции позволяют упростить задание параметров наиболее распространенных конструктивных элементов – *фаски, скругления и цилиндрического отверстия*. Так, для **построения фаски** не нужно рисовать эскиз, перемещать его вдоль ребра и вычитать получившийся объем из основного тела. Достаточно указать ребро или несколько ребер или грани для построения фаски и ввести ее параметры – величину катетов или величину катета и угол. Аналогично при построении **отверстия** достаточно выбрать его тип и ввести соответствующие параметры.

На любом этапе работы тело можно преобразовать в **тонкостенную оболочку** (для этого нужно будет исключить одну или несколько граней, которые не должны входить в оболочку). Порядок работы с получившейся оболочкой будет прежним – добавление и вычитание тел, формирование *фасок, скруглений и отверстий*.

На любом этапе работы можно удалить часть тела по границе, представляющей собой плоскость или цилиндрическую поверхность, образованную выдавливанием произвольного эскиза.

Очень часто при построении тела требуется произвести несколько *одинаковых операций*. Для повторения операции можно воспользоваться командой Копия. В **КОМПАС-3D V7 Plus** доступны разнообразные *способы копирования*: копирование по сетке, по окружности, вдоль кривой, зеркальное копирование. Возможно не только копирование операций выдавливания и приклеивания, но и “копирование копирования”.

Для создания детали, обладающей плоскостью симметрии, можно воспользоваться командой **Зеркально отразить все**, а для получения детали, симметричной существующей – командой **Зеркальная деталь**.

Вспомогательная геометрия

Вспомогательной геометрией называются элементы модели, которые явно не участвуют в формообразовании, а служат для базирования и построения формообразующей геометрии (*эскизов, траекторий, геометрических вычислений* и пр.)

В **КОМПАС-3D V7 Plus** можно создать вспомогательные плоскости и оси, задав их положение одним из *предусмотренных в системе способов*. В качестве вспомогательных элементов могут использоваться и *конструктивные эскизы*, т.е. *плоские контуры*, над которыми не выполняются операции.

Вспомогательные построения

Эскиз может быть построен на **плоскости** (в том числе на любой плоской грани тела). Для выполнения некоторых операций (например, копирования по окружности) требуется указание *оси*

(осью может служить и прямолинейное ребро тела). Если существующих в модели *ортогональных плоскостей, граней и ребер* недостаточно для построений, пользователь может создать **вспомогательные плоскости** и **оси**, задав их положение одним из предусмотренных системой способов. Например, ось можно провести через две вершины или через прямолинейное ребро, а плоскость – через три вершины или через ребро и вершину. Существуют и другие способы задания положения вспомогательных осей и плоскостей.

Элементы твердотельной геометрической модели

Грань – гладкая (необязательно плоская) часть поверхности детали.

Ребро – кривая, разделяющая две грани.

Вершина – точка на конце ребра.

Тело детали – область, ограниченная гранями детали. Считается, что эта область заполнена однородным материалом детали.

Элемент – эскиз, операция, конструктивный и другой объект, использованный при создании модели.

Дерево построений – экранный элемент, отражающий иерархию (порядок, историю) создания геометрической модели.

6. СОЗДАНИЕ СБОРОЧНОГО ЧЕРТЕЖА

Сборка является новым типом документа **КОМПАС-3D V7 Plus**. Принципы моделирования сборки позволяют пользователю получить объемную модель изделия в целом, с учетом всей его структуры. Преимущества объемного моделирования сборок особенно ярко проявляются при проектировании "*сверху вниз*", когда модель детали создается на основе уже имеющейся обстановки; однако возможно и сборка изделия из полностью готовых деталей (проектирование "*снизу вверх*").

Модель сборки в **КОМПАС-3D V7 Plus** состоит из набора компонентов – *деталей, подборок и стандартных изделий*

Существующий компонент (например, модель детали, хранящаяся в файле) может быть многократно вставлен в сборку. Вставка производится путем выбора файла компонента; возможно также "*перетаскивание*" компонента мышью из **Дерева построения** или из окна редактирования этого компонента.

Компонент сборки может также создаваться "на месте", непосредственно в этой сборке. В этом случае при построении компонента используется его окружение. Например, эскиз основания новой детали создается на грани существующей детали и повторяет ее контур, а траекторией этого эскиза при выполнении кинематической операции становится ребро другой детали.

Модель любого (в том числе созданного "*на месте*") компонента сборки, хранится в отдельном файле на диске. В модели сборки находятся лишь ссылки на файлы всех компонентов и информация об их положении в сборке. Благодаря этому становятся возможными:

- быстрая замена компонентов;
- применение одной детали (сборки) в разных изделиях;
- передача изменений геометрии компонента во все сборки, где он используется.

Управление структурой (*иерархией*) сборки возможно в любой момент работы с ее моделью. Например, пользователь может объединить несколько компонентов в *новую подсборку* или внести новые компоненты в существующую *подсборку* или удалить любой компонент. При удалении компонента из сборки уничтожается только ссылка на него; сам файл с моделью компонента остается на диске в неизменном виде.

В составе системы поставляется обширная **библиотека стандартных элементов** – *крепежных изделий, опор валов* и т.д. Применение библиотечных элементов избавляет *пользователя* от необходимости самостоятельно создавать стандартные модели, высвобождая тем самым время для решения творческих задач проектирования

Формообразующие операции и вспомогательные построения

При формировании модели сборки возможно не только взаимное перемещение компонентов, но и выполнение формообразующих операций. В сборке может выполняться удаление материала одновременно нескольких компонентов путем:

- вырезания элемента выдавливания;
- вырезания элемента вращения;
- вырезания кинематического элемента;
- вырезания элемента по сечениям;
- создания круглого отверстия;
- сечения плоскостью;
- сечения по эскизу.

Эти операции выполняются точно так же, как при моделировании отдельной детали. Аналогией таких операций, выполняемых в модели сборки, является *совместная обработка нескольких деталей в сборе*.

Вообще говоря, при редактировании сборки возможно и "*приклеивание*" формообразующих элементов, создание *уклонов, тонкостенных оболочек* и т.д. Но эти операции, в отличие от операций, выполняемых "*в сборе*", применимы не к сборке в целом, а к конкретным деталям в ее составе.

При моделировании сборки доступны те же вспомогательные построения, что и при моделировании детали: создание вспомогательных осей, плоскостей, пространственных кривых; эскизы создаются на вспомогательных плоскостях и плоских гранях любых компонентов.

7. СПЕЦИФИКАЦИЯ

Спецификация - документ, содержащий информацию о составе сборки, представленную в виде таблицы. Спецификация оформляется рамкой и основной надписью на отдельных листах формата **A4**. Она часто бывает многостраничной.

Форма и порядок заполнения спецификации установлены **ГОСТ 2.106-96**. Заглавный (первый) лист спецификации имеет основную надпись (**ГОСТ 2.106-96**) по форме "2", а последующие листы – по форме "2а". Спецификация состоит из разделов, которые располагаются в следующей последовательности: *документация, комплексы, сборочные единицы, детали, стандартные изделия, прочие изделия, материалы, комплекты*. Наличие их определяется составом изделия.

В спецификацию для учебных сборочных чертежей, как правило, входят следующие разделы рис. 14:

1. Документация (сборочный чертеж).
2. Сборочные единицы (если они есть).
3. Детали.
4. Стандартные изделия.
5. Материалы (если они есть).

Для большинства *сборочных чертежей* спецификация имеет три раздела: 1-ый, 3-ий, 4-ый.

Наименование каждого раздела указывается в виде заголовка в графе "Наименование" и подчеркивается тонкой линией. Ниже каждого заголовка оставляется одна свободная строка, выше – не менее одной свободной строки.

1. В раздел "**Документация**" вносят *конструкторские документы* на сборочную единицу. В этот раздел в учебных чертежах вписывают "**Сборочный чертеж**".

2. В разделы "**Сборочные единицы**" и "**Детали**" вносят те составные части сборочной единицы, которые непосредственно входят в нее. В каждом из этих разделов составные части записывают по их наименованию.

3. В раздел "**Стандартные изделия**" записывают изделия, применяемые по государственным, отраслевым или республиканским стандартам. В пределах каждой категории стандартов запись производят по однородным группам, в пределах каждой группы – в алфавитном порядке наименований изделий, в пределах каждого наименования – в порядке возрастания обозначений стандартов, а в пределах каждого обозначения стандартов – в порядке возрастания основных *параметров* или *размеров* изделия.

4. В раздел "**Материалы**" вносят все материалы, непосредственно входящие в сборочную единицу. Материалы записывают по видам и в последовательности, указанным в **ГОСТ 2.106-96**. В пределах каждого вида материалы записывают в алфавитном порядке наименований материалов, а в пределах каждого наименования - по возрастанию размеров и других параметров.

Графы спецификации заполняют следующим образом. В графе "**Формат**" указывают обозначение формата. В графе "**Поз.**" указывают порядковый номер составной части сборочной единицы в последовательности их записи в спецификации. В разделе "**Документация**" графу "**Поз.**" не заполняют. В графе "**Обозначение**" указывают обозначение составной части сборочной единицы. В разделах "**Стандартные изделия**" и "**Материалы**" графу "**Обозначение**" не заполняют. В графе "**Наименование**" указывают наименование составной части сборочной единицы.

Все наименования пишут в именительном падеже единственного числа. Наименование деталей, как правило, однословное. Если же оно состоит из двух слов, то вначале пишут имя существительное, например: "**Колесо зубчатое**", "**Гайка накидная**". Наименование стандартных изделий должно полностью соответствовать их условным обозначениям, установленным стандартом.

В графе "**Кол.**" указывают количество составных частей, записываемых в спецификацию (сборочных единиц, деталей) на одно изделие, в разделе "**Материалы**" - общее количество материалов на одно изделие с указанием единиц измерения.

8. ПОРЯДОК РАБОТЫ ПРИ СОЗДАНИИ МОДЕЛИ

Общепринятым порядком моделирования твердого тела является последовательное выполнение **булевых операций** над объемными примитивами (*сферами, призмами, цилиндрами, конусами, пирамидами* и т.д.).

В разных системах реализованы различные способы задания формы объемных примитивов:

- **ввод параметров для примитива** выбранного из списка типа (например, *ввод радиуса сферы или габаритов параллелепипеда*),
- выполнение такого **перемещения** плоской фигуры в пространстве, след от которого определяет форму примитива (например, поворот окружности вокруг оси образует сферу, а смещение многоугольника – *призму*).

Второй, **более гибкий**, способ реализован в **КОМПАС-3D V7 Plus**. Он позволяет создать такие типы объемных примитивов, которые трудно (или **невозможно**) сформировать первым способом.

Интерфейс системы

Вызов команд **КОМПАС-3D V7 Plus** осуществляется принятым для **Microsoft Windows**-приложений способом – через страницы меню и кнопки на **Панели управления и Инструментальной панели**.

КОМПАС-3D V7 Plus – **многооконная и многодокументная** система. В ней могут быть одновременно открыты окна всех типов документов КОМПАС – *трехмерных деталей, чертежей, фрагментов, текстовых и графических документов и спецификаций*. Каждый документ может отображаться в нескольких окнах.

При работе с *трехмерным модулем* вся последовательность построения детали отображается в отдельном окне в виде **“Дерева построения”**. В нем перечислены все существующие в модели вспомогательные элементы, эскизы и выполненные операции в порядке их создания.

Помимо дерева, отражающего историю создания детали, **КОМПАС-3D V7 Plus** запоминает **иерархию элементов** модели. В любой момент возможен просмотр иерархии в специальном диалоге. В нем отображаются все топологические отношения между элементами модели. Эскиз (или несколько эскизов) для выполнения операции можно указывать **в Дереве построения**. При выделении любого элемента дерева соответствующая ему часть модели подсвечивается в окне детали.

Если для выполнения операции (например, *создания скругления*) требуется задать *грани, ребра* или *вершины*, их можно **указать курсором** в окне работы с деталью.

Параметрические свойства детали

Хотя данный вопрос был достаточно подробно рассмотрен ранее, однако мы немного с другой стороны подойдем к рассмотрению данного материала, а именно рассмотрим с точки зрения построения **модели детали**.

Существует **два аспекта** параметризации трехмерной модели в **КОМПАС-3D V7 Plus**.

Во-первых, каждый эскиз может быть параметрическим. На его графические объекты могут быть наложены следующие типы параметрических связей и ограничений:

- **Вертикальность** прямых и отрезков
- **Горизонтальность** прямых и отрезков
- **Коллинеарность** отрезков
- **Параллельность** прямых и отрезков
- **Перпендикулярность** прямых и отрезков
- **Выравнивание** характерных точек объектов по вертикали и по горизонтали
- **Зеркальная симметрия**
- **Равенство** радиусов дуг и окружностей
- **Равенство** длин отрезков
- **Касание** кривых
- **Принадлежность** точки кривой
- **Фиксация** характерных точек объектов
- **Фиксация** и редактирование размеров
- **Присвоение** размеру имени **переменной**
- **Задание аналитических зависимостей** (уравнений и неравенств) между переменными

Во-вторых, при создании модели система запоминает не только порядок ее формирования, но и *отношения между элементами* (например, *принадлежность эскиза грани или указание ребра в качестве пути для кинематической операции*). Таким образом, реализована **иерархическая идеология** параметризации объемных построений.

Редактирование модели

Наличие параметрических связей и ограничений в модели, естественно, накладывает отпечаток на принципы ее редактирования.

В **КОМПАС-3D V7 Plus** в любой момент возможно *изменение параметров* любого элемента (эскиза, операции) модели. После задания новых значений параметров модель перестраивается в соответствии с ними. При этом *сохраняются* все существующие в ней связи.

Следует особо подчеркнуть, что после редактирования элемента, занимающего любое место в иерархии построений, *не требуется заново задавать* последовательность построения подчиненных элементов и их параметры. Вся эта информация хранится в модели и *не разрушается* при редактировании отдельных ее частей.

Удобный прием редактирования – "**перетаскивание**" операций мышью прямо в дереве построения. С его помощью можно быстро исправить ошибку в порядке построения.

Любую операцию можно *удалить* из модели – для этого достаточно выделить ее в дереве построения и нажать клавишу **Delete**.

Если произведено такое редактирование модели, которое делает *невозможным существование* каких-либо ее элементов с учетом параметрических связей, **КОМПАС-3D V7 Plus** выдает соответствующее диагностическое сообщение. В нем указана конкретная *причина конфликта* или потери связи между элементами модели (например, "**Пустой эскиз**", "**Самопересечение контура**" и т.д.). **Справочная система** содержит рекомендации по возможным путям устранения ошибки.

Сервисные возможности

В распоряжении пользователя находятся многочисленные **сервисные возможности**. Их использование позволяет управлять *отображением детали*, производить разнообразные *измерения, формировать плоские изображения детали*.

Для изменения отображения детали можно пользоваться командами управления **масштабом** отображения детали в окне, командами *перемещения (поворота и сдвига)* детали в пространстве. Доступно несколько *способов* отображения детали: каркас, отображение без невидимых линий или с тонкими невидимыми линиями, полутоновое и перспективное полутоновое отображение. Для каждой отдельной грани или для всей детали в целом можно задавать **свойства поверхности** (*цвет, степень блеска, прозрачности* и т.д.). В случае указания *материала детали из библиотеки его оптические свойства* учитываются при полутоновом отображении модели.

Возможно *измерение* различных геометрических характеристик: расстояний между вершинами, ребрами и гранями в любой комбинации, измерение длин ребер и периметров граней, измерение площадей граней. Производится **расчет массо-инерционных характеристик** детали (*объема, массы, координат центра тяжести, осевых и центробежных моментов инерции, направления главных осей инерции*).

При помощи соответствующей команды можно создать **плоское изображение** (своеобразную "**заготовку чертежа**") трехмерной модели. Доступен выбор любой комбинации проекций, масштаба, параметров расположения видов, способов изображения невидимых линий и линий перехода. Полученное изображение размещается в *файле чертежа КОМПАС-3D V7 Plus* (*.cdw).

Обмен информацией с другими системами

Для *передачи* созданной в **КОМПАС-3D V7 Plus** модели в другие пакеты с целью дальнейшей ее обработки (для включения в сборку, выполнения прочностных и иных видов расчетов, формирования управляющих программ для технологического оборудования и т.д.) служат команды экспорта. Трехмерные модели **КОМПАС-3D V7 Plus** можно сохранить и передать в форматах ***.IGES**, ***.SAT** и ***.STL**. Кроме того, трехмерные модели **КОМПАС-3D V7 Plus** могут быть напрямую, без использования внешних модулей конвертации, прочитаны пакетом **SolidWorks**. Это достигается путем использования *специального модуля сопряжения с SolidWorks*, разработанного специалистами **АСКОН**. Кроме этого появилась возможность чтения **PROXY-объектов**, содержащихся в *файлах формата *.DXF(DWG)*.

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

Лабораторные работы выполняются с использованием автоматизированной системы КОМПАС-3D V7 Plus системы управления данными об изделии **КОМПАС-Менеджер 5.12R03** .

Запуск Системы

Запуск Системы производится путем нажатия левой клавиши мыши на рабочем столе Windows пиктограммы  . После окончания процесса загрузки, на экране откроется программное окно.

После запуска Система автоматически восстанавливает состояние, имевшееся на момент завершения последнего сеанса работы (*загруженные документы, размер, и расположения окон и т.д.*).

Внимание !

В том случае, если последний сеанс работы был завершен аварийно (сбой электропитания и т. д.) и было включено автосохранение, при запуске будет выполнено восстановление открытых документов по их временным копиям.

Открытие существующего документа

Для открытия существующих документов щелкните указателем мыши на кнопке **Открыть документ** на **Панели управления**. На экране появится *диалоговое окно* **Выберите файлы для открытия**.

Внимание !

Для выполнения лабораторной работы №5 Вам понадобятся чертежи, они хранятся в папке **Work**.

Закрытие документа и завершение сеанса работы с программой

Для закрытия открытого документа достаточно щелкнуть на кнопке **Закрыть окна документа** или выполнить команду **Закрыть** в меню **Файл**.

Для прекращения текущего сеанса работы с программой необходимо щелкнуть на кнопке **Закрыть** программного окна или выполнить команду **Выход** в меню **Файл** или воспользоваться кнопкой **Завершить сеанс** на **Панели управления**.

Лабораторная работа №1.

Основы работы в КОМПАС-Менеджер

1. Цель работы

- Ознакомиться с PDM системой **КОМПАС-Менеджер**.
- Создать элемент списка лабораторных работ.

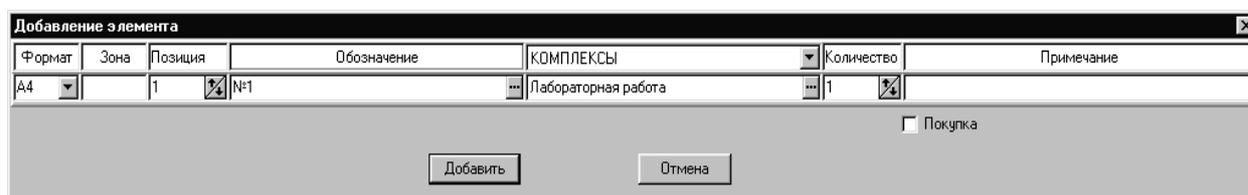
2. Указание к выполнению лабораторных работ

К выполнению лабораторной работы следует приступить после изучения раздела 1. В качестве дополнительной литературы можно воспользоваться [2, 4-7, 11].

3. Содержание работы

I. Создание элементов

- 3.1. Запустить **КОМПАС-Менеджер**.
- 3.2. Переключиться в иерархический режим просмотра **Ctrl+F9**.
- 3.3. Выйти на первый уровень иерархии элементов, путем нажатия клавиши **Esc** или нажав кнопку «Выйти из состава» .
- 3.4. Выбрать свою **группу à подгруппу à бригаду**.
- 3.5. Создать внутри своей бригады элемент типа «**Комплексы**», нажав клавишу **F2** (рис. 15).



Формат	Зона	Позиция	Обозначение	КОМПЛЕКСЫ	Количество	Примечание
A4		1	№1	Лабораторная работа	1	

Покупка

Добавить Отмена

Рис. 15. Добавление элемента

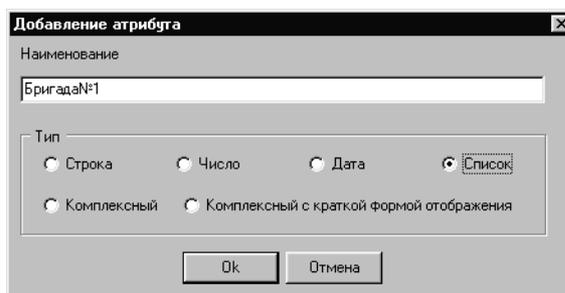
- 3.6. Перейти в состав созданного элемента.
- 3.7. Самостоятельно создать элементы других типов.

II. Создание документов

- 3.8. Перейти в область документов и нажать **F2**.
- 3.9. Выбрать тип создаваемого документа.
- 3.10. Нажать кнопку «**Создать**».

III. Работа с атрибутами

- 3.11. Выбрать пункт основного меню «**Администратор**» à «**Конфигурация...**».
- 3.12. В закладке «**Атрибуты**» создать атрибут типа «**Список**», с наименованием своей бригады (рис. 16).



Добавление атрибута

Наименование
Бригада№1

Тип

Строка Число Дата Список

Комплексный Комплексный с краткой формой отображения

ОК Отмена

Рис. 16. Добавление атрибута

3.13. В созданном атрибуте в поле «Список значений» ввести фамилии студентов бригады (рис. 17).

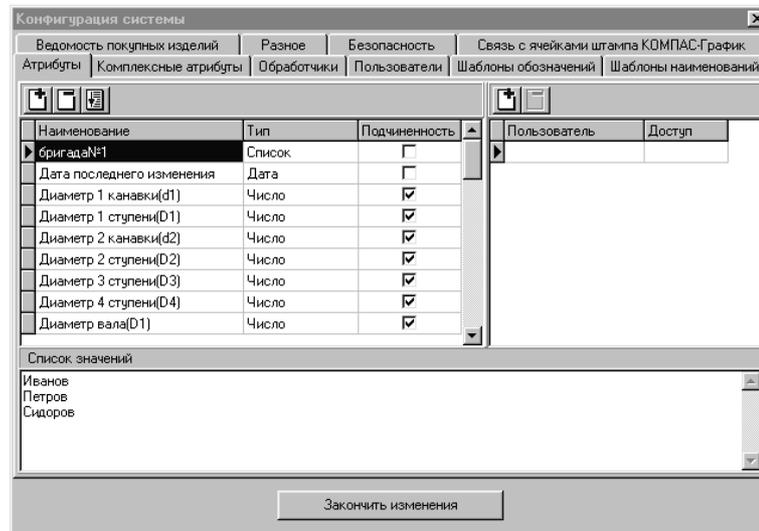


Рис. 17. Конфигурация системы

3.14. Нажать кнопку «Закончить изменения».

3.15. Созданным элементам присвоить атрибут с «Наименованием атрибута» – **Бригада№...** и «Значением атрибута» из выпадающего списка (рис. 18).

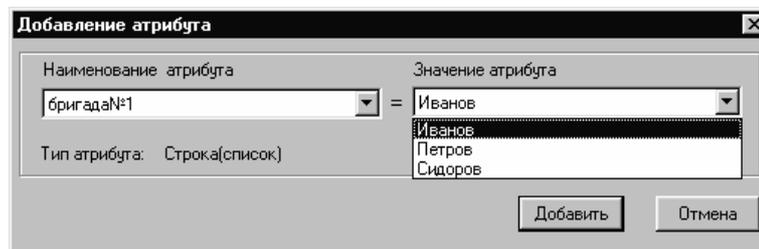


Рис. 18. Добавление атрибута

IV. Настройка Компас на работу с PDM системой КОМПАС-Менеджер

3.16. Запустить КОМПАС-3D V7 Plus.

3.17. Выбрать пункт основного меню «Настройка» à «Настройка системы».

3.18. Выбрать в дереве параметров ветвь «Файлы» à «Управление документами».

3.19. Отметить галочку с надписью «Использовать средства PDM для управления документами», а из выпадающего списка – службу «Kompas.OpenSave Provider for CADMan» рис. 19.

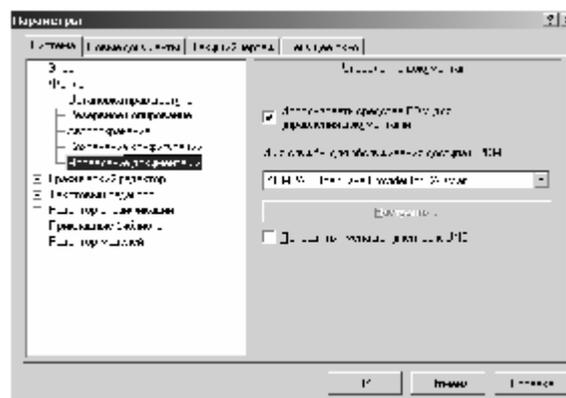


Рис. 19. Настройка параметров системы

4. Задание

Самостоятельно создайте элементы согласно пункту 1, в которых в последующем будут сохраняться данные, полученные при выполнении остальных лабораторных работ.

5. Содержание отчета

- 5.1. Цель работы.
- 5.2. Краткие теоретические сведения.
- 5.3. Подробное описание всех шагов лабораторной работы.
- 5.4. Выводы по лабораторной работе.

Лабораторная работа №2. Создание 3D модели

1. Цель работы

- Ознакомиться с созданием 3D-модели детали.

2. Указание к выполнению лабораторных работ

К выполнению лабораторной работы следует приступить после изучения раздела 2-3, 5. В качестве дополнительной литературы можно воспользоваться [12-13, 19-20].

3. Содержание работы

3.1. Запустите систему автоматизированного проектирования «Компас-3D».

воспользовавшись ярлыком на рабочем столе  или пунктом меню «Пуск» à «Пуск» à «Программы» à «АСКОН» à «Компас 3D V7 Plus» à «Компас 3D V7 Plus». Это состояние системы показано на рис. 20.

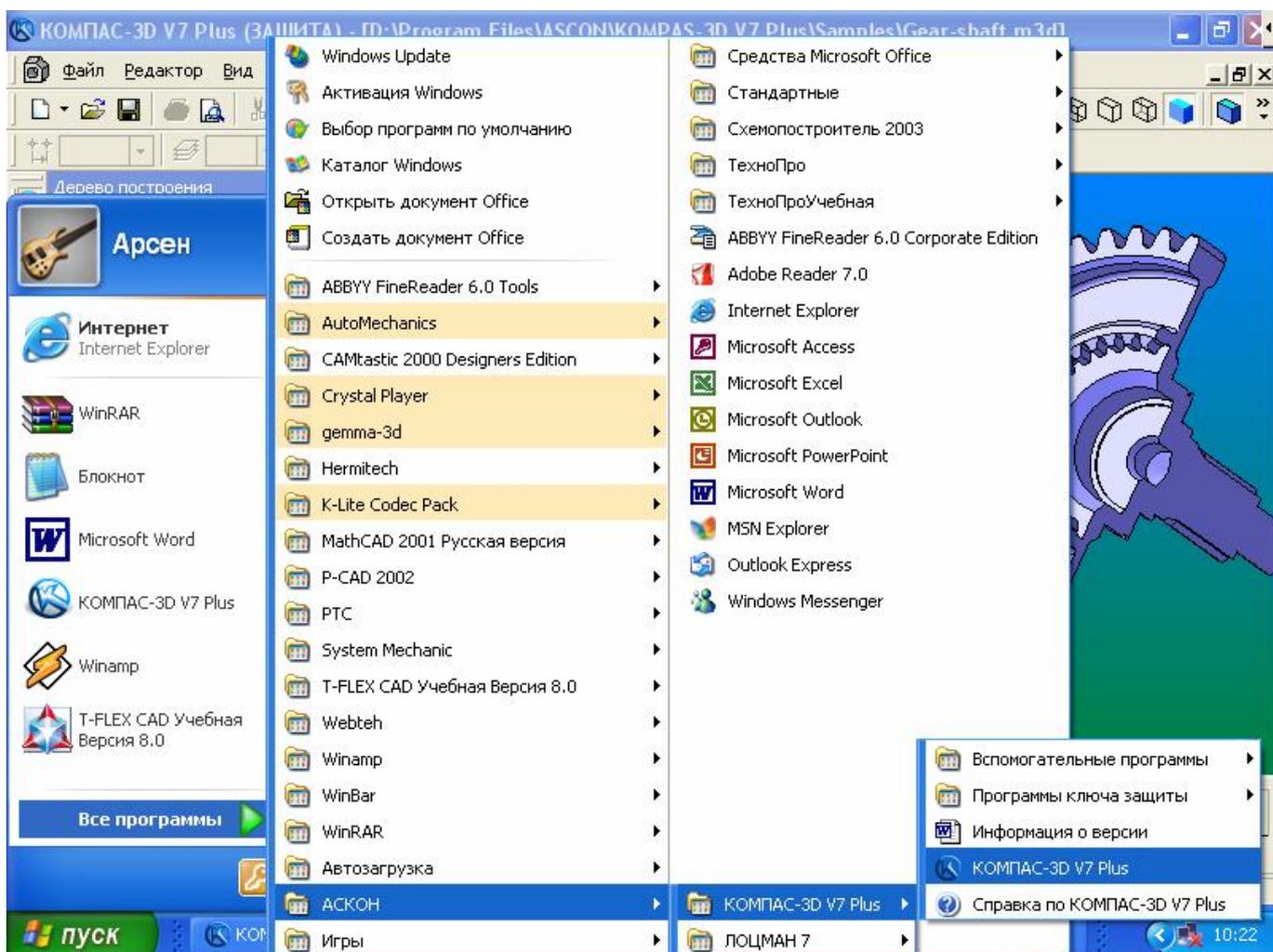


Рис. 20. Запуск системы **Компас 3D V7 Plus**.

- 3.2. Закройте автоматически запущенные документы, которые были открыты при завершении предыдущего сеансе работы с системой и начните новый проект, выбрав пункт меню «Файл» à «Создать» à «Деталь» или нажав кнопку «Создать деталь»  на панели инструментов.
- 3.3. Измените свойства детали заданные системой по умолчанию. Для этого выберем в дереве построений пункт «деталь» и дальше из контекстного меню пункт «Свойства»

детали». В открывшемся меню (рис. 21) в поле «**Обозначение**» введите «**АЮИЖ. 731213.017**», а в поле «**Наименование**» введите «**Корпус**», далее нажмите в поле «**Наименование материалов**» кнопку  и выберите из структурированного списка название материала «**АД1 ГОСТ 4784-97**»¹.

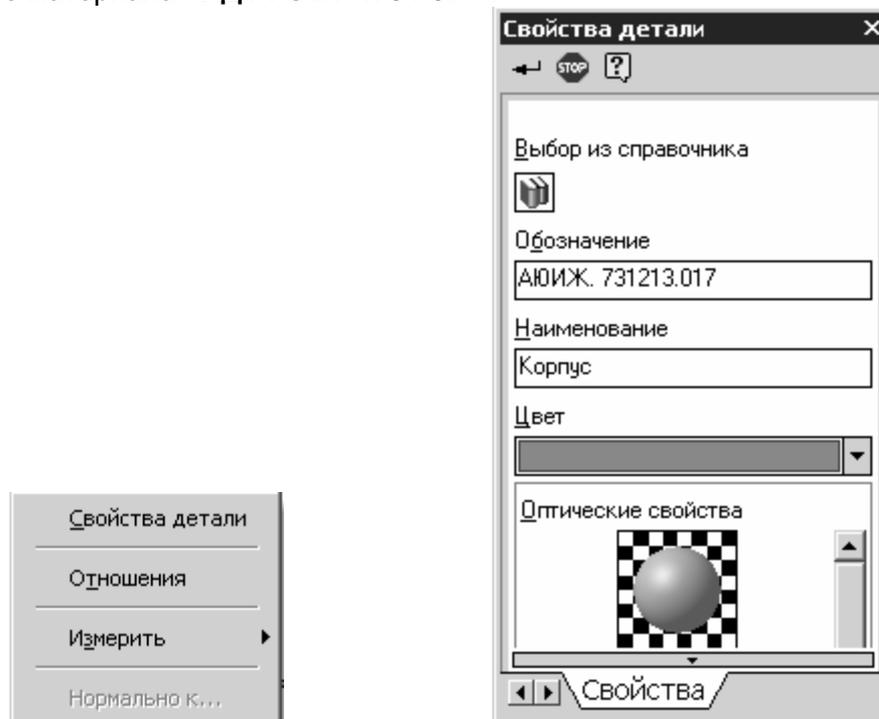


Рис.21.Свойства детали

¹ Выполнение данного пункта необходимо для автоматического заполнения полей штампа (обозначение, название, материал и масса) при формировании ассоциативных чертежей.

3.4. Определяем имя файла для сохранения модели. Для этого выбираем пункт меню «Файл» à «Сохранить» или нажать кнопку «Сохранить»  на панели инструментов. После этого необходимо выбрать пункт «Сохранить» в структуре **КОМПАС-Менеджер**» (рис. 22) и нажать кнопку «Далее >». Выбрать пункт «Создать новый элемент» и нажать кнопку «Далее >» à «Выбор сборочной единицы» (рис. 23). Затем выбрать свою **группу à подгруппу à бригаду à № лабораторной работы** à  à «Далее >». Потом выбрать из выпадающего списка «Детали» и нажать «Добавить» (рис. 24).

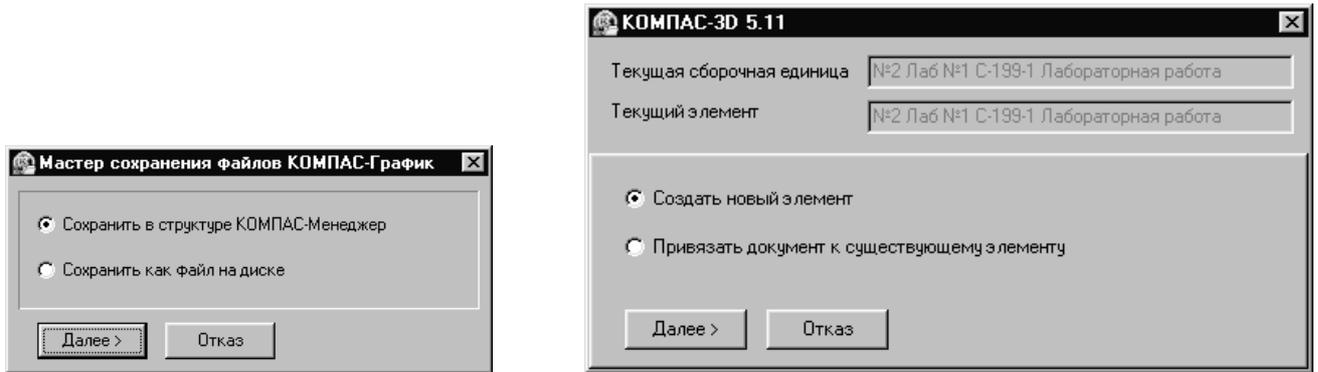


Рис. 22. Мастер сохранения файлов

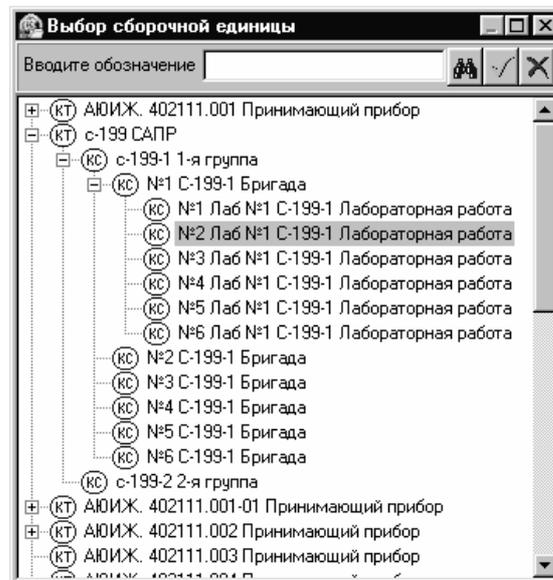


Рис. 23. Выбор сборочной единицы

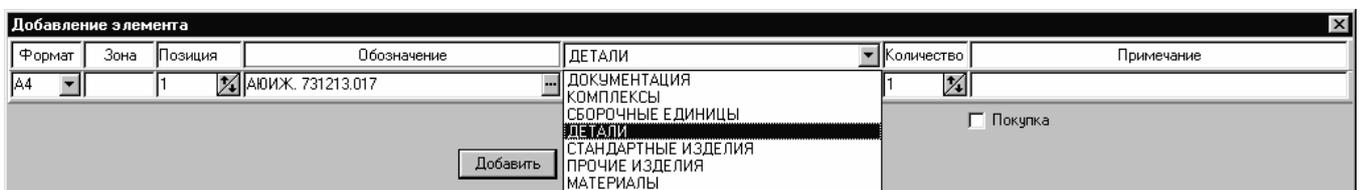


Рис. 24. Добавление элемента

3.5. После того как мы настроили все необходимое для удобной работы можно переходить непосредственно к созданию модели корпуса.

3.6. Выберите в дереве построений «Плоскость XY» à «Новый эскиз» 

3.7. Начертите круг (нажав кнопку на панели инструментов «Ввод окружности» ) радиусом 20 с центром в точке начала координат (рис. 25).

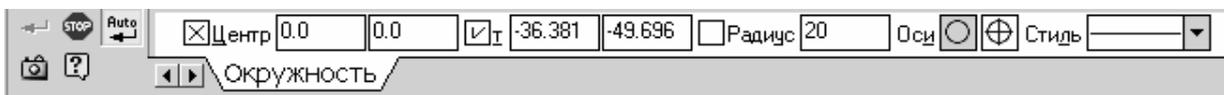


Рис. 25. Свойства окружности

- 3.8. Закончите построение эскиза нажатием кнопки .
- 3.9. Выдавите  эскиз на **расстояние 60 мм** (рис. 26).

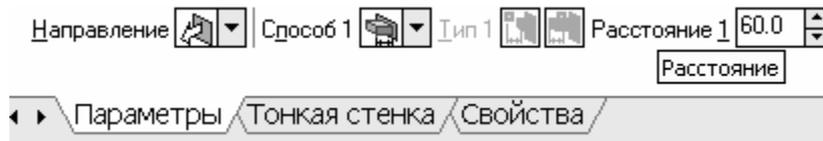


Рис. 26. Параметры выдавливания

- 3.10. Выберите в дереве построений «Плоскость XY» à «новый эскиз» .
- 3.11. Начертите круг (нажав кнопку на панели инструментов «Ввод окружности» ) радиусом 17 с центром в точке начала координат (рис. 27)

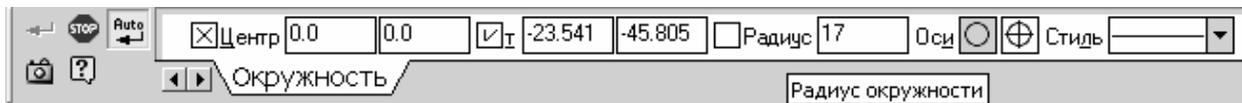


Рис. 27. Свойства окружности

- 3.12. Закончите построение эскиза нажатием кнопки .
- 3.13. Нажмите кнопку «Вырезать выдавливанием»  для вырезания эскиза на **расстояние 55** (рис. 28). Обратите при этом внимание что направление выреза должно быть обратным.

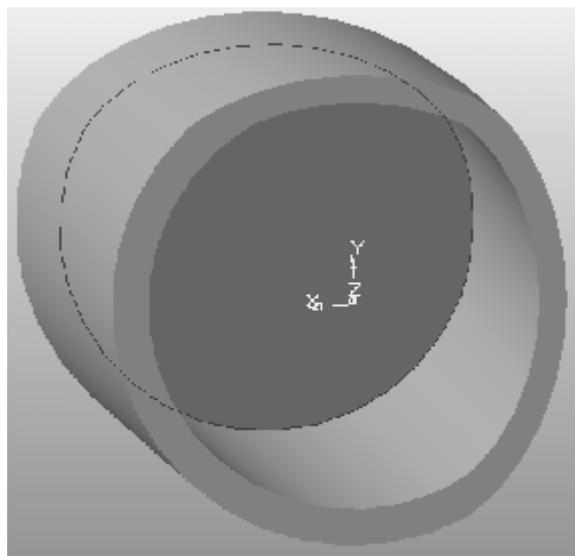


Рис. 28. Цилиндр

- 3.14. Сохраните полученную модель.
- 3.15. Выберите плоскость нижнего основания внутри области полученной при вырезании (рис. 28 **темная область**). Нажмите кнопку «новый эскиз» .
- 3.16. Спроецируйте внешнюю окружность на плоскость эскиза главное меню «Операции» à «Спроецировать объект» и подведите к внешней окружности (рис. 29. **пунктир**). Выполните построение вспомогательных прямых: горизонтальной

, вертикальной  через начало координат и их биссектрисы . Затем начертите окружность с центром в начале координат и **радиусом 13**. Начертите отрезок , используя в качестве точек начала и конца отрезка, точки пересечения биссектрисы со спроецированной и начерченной окружностями. Выберите полученный отрезок и нажмите на панели инструментов кнопку «**Редактирование**»  à «**Симметрия**» . В качестве оси симметрии используйте вертикальную прямую. В главном меню выберите «**Удалить**» à «**Вспомогательные кривые и точки**». Выберите кнопку «**Усечь кривую**»  и выделите окружность в месте пунктира.

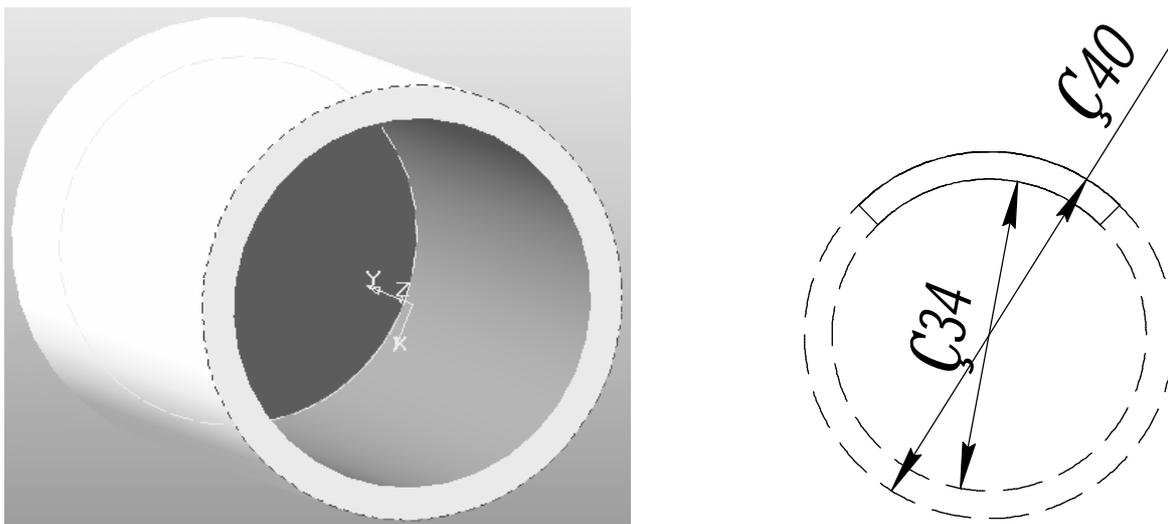


Рис. 29. Построение вспомогательных прямых

3.17. Закончите построение эскиза нажатием кнопки .

3.18. Нажмите кнопку «**Вырезать выдавливанием**»  для вырезания эскиза. Заполните все поля согласно рис. 30. В ходе этой операции получается конструкция, представленная на рис. 31.



Рис. 30. Параметры вырезания эскиза

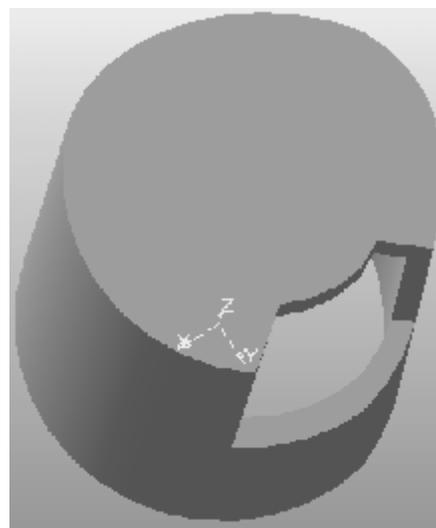
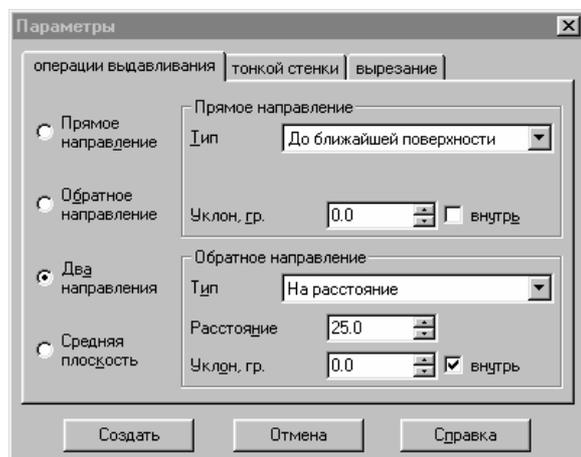


Рис. 31. Цилиндр с вырезом

- 3.19. Создайте ось конической поверхности, нажав на панели инструментов  à  и укажите на цилиндрическую поверхность детали.
- 3.20. Создайте копию по концентрической сетке, нажав  à  и выбрав в дереве построений строки «**Ось конической поверхности**» и «**Вырезать элемент выдавливания:2**». Заполните все поля согласно рис. 32



Рис. 32. Параметры массива

- 3.21. Выберите плоскость внешнего дна модели, начните новый эскиз и постройте окружность в центре координат **радиусом 8**. Завершите построение эскиза.
- 3.22. Нажмите кнопку «**Приклеить выдавливанием**»  на **расстояние 10**.
- 3.23. Выберите плоскость выдавленного элемента, начните новый эскиз, нарисуйте окружность с центром в начале координат и **радиусом 5**. Завершите построение эскиза.
- 3.24. Вырежьте полученный эскиз, выбрав кнопку «**Вырезать выдавливанием**»  и в окне диалога выбрать тип направления «**Через все**». В результате получится деталь изображенная на рис. 33.

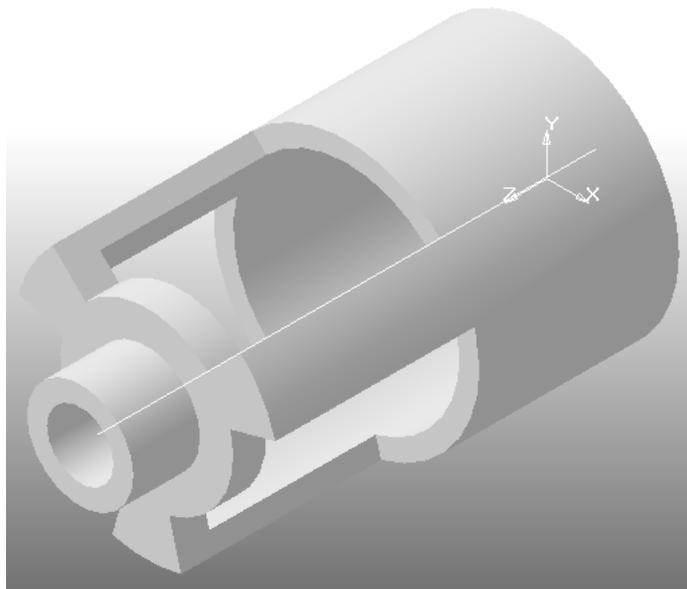


Рис. 33. Окончательный вид детали

4. Содержание работы

- 4.1. Цель работы.
- 4.2. Краткие теоретические сведения.
- 4.3. Подробное описание всех шагов лабораторной работы.
- 4.4. Выводы по лабораторной работе.

Лабораторная работа №3. Создание параметризированной 3D-модели

1. Цель работы

- Ознакомиться с созданием параметризированной 3D-модели детали.

2. Указание к выполнению лабораторных работ

К выполнению лабораторной работы следует приступить после изучения раздела 2, 4-5. В качестве дополнительной литературы можно воспользоваться [10, 12-14, 19-20].

3. Содержание работы

- 3.1. Запустите **Компас-График**. Откройте модель, построенную на лабораторной работе № 2. Для этого нажмите кнопку «Открыть документ»  à «Далее». В «Списке проектов» выбрать свою группу à подгруппу à бригаду à лабораторная работа №2 à Фамилия1Фамилия2... à в области документов выбрать файл «Lab3.m3d».
- Нажмите кнопку «Открыть документ» .
- 3.2. Сохраните файл проекта.
- 3.3. Выберите в дереве построений «Операция выдавливания:1» à «эскиз:1» из контекстного меню выберите пункт «Редактировать эскиз».
- 3.4. Нажмите кнопку «Размеры и технологические обозначения»  на панели инструментов выберите кнопку «Диаметральный размер» . Из контекстного меню выберите пункт «Текст ...». В окне «задание размерной надписи» снимите галочки в полях «Квалитет...» и «Отклонения» (рис. 35). Курсором выделите окружность и укажите положение диаметрального размера. В диалоге «Установить значение размера» в поле «Переменная» введите D (рис. 34).

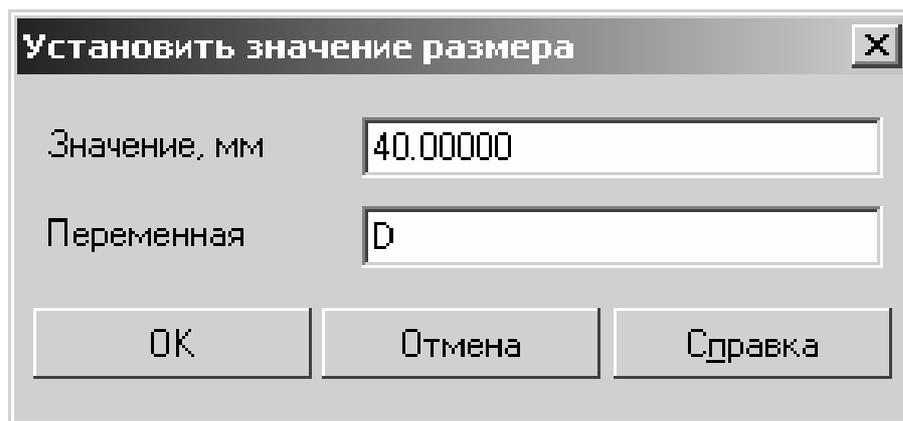


Рис. 34. Установка значения размера

- 3.5. Курсором выделите окружность и укажите положение диаметрального размера. В диалоге «Установить значение размера» в поле «Переменная» введите D (рис. 34).
- 3.6. Нажмите кнопку «Переменные...» . В окне «Переменные» отметьте галочкой «Внешняя переменная» (рис. 36). Закончите редактирование эскиза, нажав кнопку .
- 3.7. Выберите в дереве построений «Операция выдавливания:1» из контекстного меню выберите пункт «Переменные». В столбце «Имя переменной» и строке «Расстояние» введите H (рис. 37).

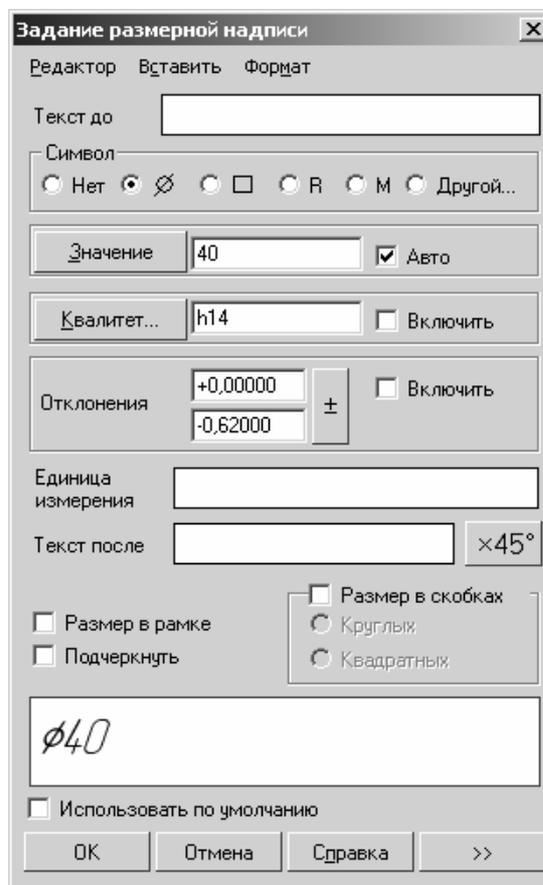


Рис. 35. Задание размерной надписи

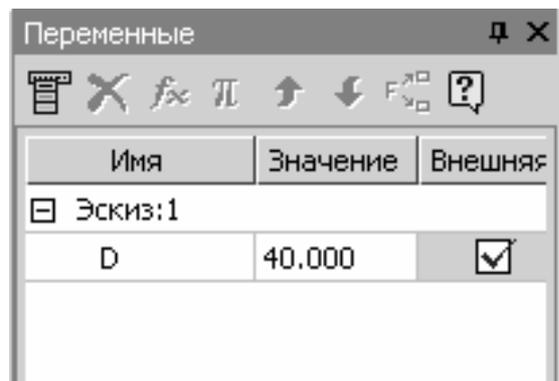


Рис. 36. Переменные

Наименование	Имя	Значение	Внешняя	Комм
Деталь				
Плоскость XY				
Плоскость ZX				
Плоскость ZY				
Начало координат				
Эскиз:1				
Операция выдавливания				
Исключ...		0	<input type="checkbox"/>	
Расстоя...	H	40	<input type="checkbox"/>	
Угол 1		0	<input type="checkbox"/>	

Рис. 37. Переменные

- 3.8. Выполните действия аналогично п.п. 3.3-3.6 для «Эскиз:2» в поле «Переменная» ввести d .
- 3.9. Выполните действия аналогично п.п. 3.7 для «Вырезать элемент выдавливания:1» В столбце «Имя переменной» и строке «Расстояние» введите h .
- 3.10. Выберите в дереве построений «Эскиз:3» из контекстного меню выберите пункт «Редактировать эскиз».
- 3.11. Выберите в эскизе дугу малого радиуса и из контекстного меню выберите пункт «Показать/удалить ограничения». В появившемся окне должны быть три строчки «Совпадение точек» (центр с началом координат, конец дуги с концом отрезка, конец дуги с концом другого отрезка) (рис. 38).

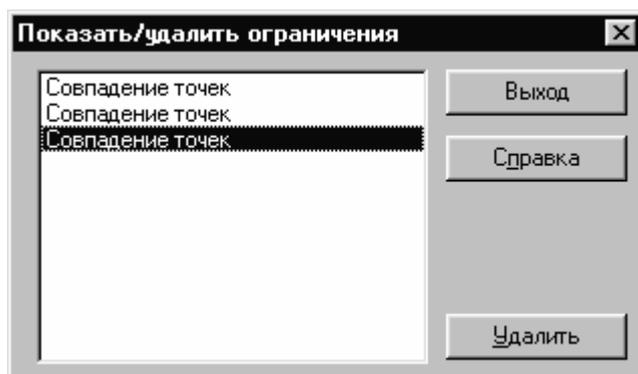


Рис. 38. Показать/удалить ограничения

- 3.12. В случае их отсутствия назначьте их, воспользовавшись кнопкой меню инструментов «Параметризация»  à «Объединить точки» .
- 3.13. Такие же ограничения должны быть наложены для дуги большого радиуса + «Равенство радиусов» . (Радиус большей дуги равен радиусу контура модели (Эскиз:1)).
- 3.14. На отрезки, соединяющие дуги наложите ограничение «Равенство длин» . Для этого укажите оба отрезка. (Если данная кнопка отсутствует на панели «Параметризация», то, удерживая кнопку «Равенство радиусов» , выберите «Равенство длин»).
- 3.15. Задайте размер дуги малого радиуса, используя кнопку «Диаметральный размер»  на панели «Размеры и технологические обозначения» . В поле «Переменные» введя имена для дуги малого радиуса d_i , а для дуги большого радиуса D (рис. 39).

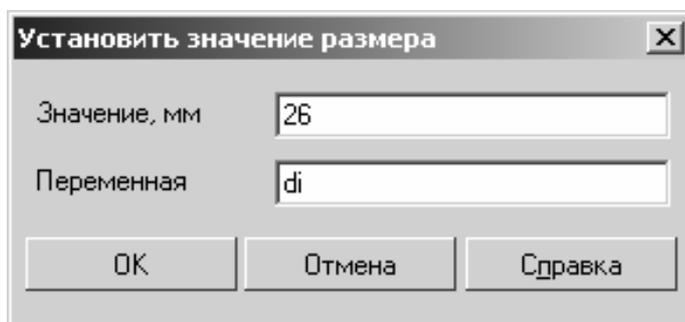


Рис. 39. Установка значения размера

- 3.16. Постройте отрезок длиной 10 мм (тип линии – тонкая). Наложите ограничения: совпадение точек  начала координат и начала отрезка; вертикаль отрезка .
- 3.17. Нажмите кнопку «Размеры и технологические обозначения»  à «Угловой размер» . Задайте углы между полученным вертикальным отрезком и отрезком, соединяющим дуги по 450 и имя переменной «Alfa».

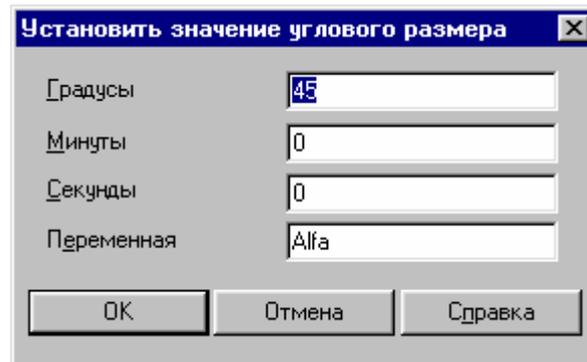


Рис. 40. Установка значения размера

- 3.18. Сделать эти переменные внешними (см. п. 3.6) и закончите редактирование эскиза.
- 3.19. Выполните действия аналогично п. 3.7 для «**Вырезать элемент выдавливания:2**» в столбце «Имя переменной» и строке «Глубина выдавливания» введите **h_v**.
- 3.20. Выполните действия аналогично п. 3.7 для «**Копия по концентрической сетке:1**» в столбце «Имя переменной» и строке «Количество 2» введите **kol**.
- 3.21. Выберите в дереве построений «**Приклеить элемент выдавливания:1**» à «**эскиз:4**» из контекстного меню выберите пункт «**Редактировать эскиз**».
- 3.22. Нажмите кнопку «**Размеры и технологические обозначения**»  на панели инструментов выберите кнопку «**Диаметральный размер**» . Курсором выделите окружность, при появлении фантома диаметрального размера из контекстного меню выберите пункт «**Текст надписи ...**». В окне «**задание размерной надписи**» снимите галочки в полях «**Квалитет...**» и «**Отклонения**».
- 3.23. Укажите положение диаметрального размера. В диалоге «**Установить значение размера**» в поле «**Переменная**» введите **do_royas**.
- 3.24. Нажмите кнопку «**Параметризация**»  на панели инструментов выберите кнопку «**Уравнения**»  à «**Переменные...**». В окне «**Переменные**» отметьте галочкой «**Внешняя переменная**». Закончите редактирование эскиза, нажав кнопку .
- 3.25. Выполните действия аналогично п. 3.7 для «**Приклеить элемент выдавливания:1**» в столбце «Имя переменной» и строке «Глубина выдавливания1» введите **h_{royas}**.
- 3.26. Выполните действия аналогично п.п. 3.3-3.6 для «**Эскиз:5**» в поле «**Переменная**» ввести **di_royas**.
- 3.27. Выберите в дереве построений Эскиз:6 из контекстного меню выберите пункт **Редактировать эскиз**.
- 3.28. Наложите (отсутствующие) ограничения на объекты эскиза согласно таблице 2. Список наложенных ограничений можно просмотреть выделив объект и вызвав из контекстного меню команду **Показать/удалить ограничения**.

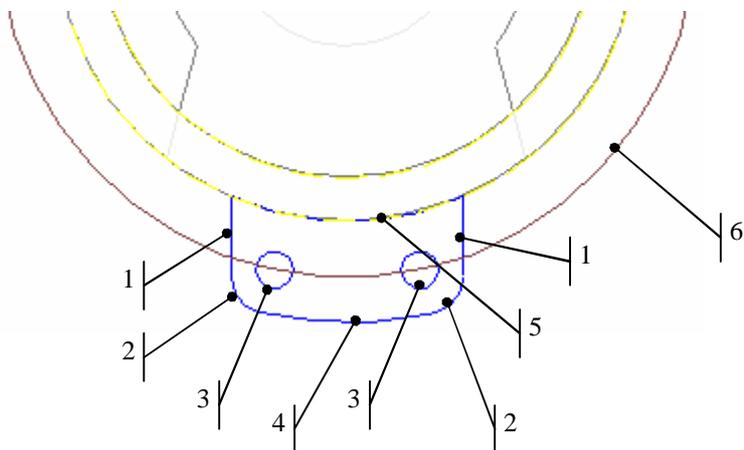


Рис. 41. Эскиз детали

Таблица 2

Номер	Ограничения	Команды <input type="checkbox"/>
1.	Совпадение точек (5) Совпадение точек (2) Вертикаль Касание (2)	
	Совпадение точек (1) Совпадение точек (4) Касание (1) Касание (4)	
	Точка на кривой (6)	
	Совпадение точек (начало координат) Совпадение точек (2) Совпадение точек (2 с другой стороны) Касание (2) Касание (2 с другой стороны)	
	Равенство радиусов (окружность совпадающая с дугой) Совпадение точек (начало координат) Совпадение точек (1) Совпадение точек (1 с другой стороны)	
	Совпадение точек (начало координат) Точка на кривой (3) Точка на кривой (3)	

4. Содержание работы

- 4.1. Цель работы
- 4.2. Краткие теоретические сведения.
- 4.3. Подробное описание всех шагов лабораторной работы.
- 4.4. Выводы по лабораторной работе.

Лабораторная работа №4. Создание чертежей детали с её 3D модели

1. Цель работы

- Ознакомиться с созданием чертежей детали с её 3D-модели.

2. Указание к выполнению лабораторных работ

К выполнению лабораторной работы следует приступить после изучения раздела 4, 5. В качестве дополнительной литературы можно воспользоваться [13, 19].

3. Содержание работы

- 3.1. Запустите Компас. Начните новый лист, нажав на панели инструментов команду «Новый документ»  à «Чертеж» .
- 3.2. Настройте параметры листа, выбрав меню «Сервис» à «Параметры...». Далее в открывшемся окне выберите «Параметры листа» à «Формат» Обозначение **A3** и Ориентация *горизонтальная*.
- 3.3. Откройте модель, построенную на лабораторной работе № 2. Для этого нажмите кнопку «Открыть документ»  à «Далее». В «Списке проектов» выбрать свою группу à подгруппу à бригаду à лабораторная работа №2 à Фамилия1Фамилия2... à в области документов выбрать файл «Lab3.m3d». Нажмите кнопку «Открыть документ» .
- 3.4. Перейдите в окно только что созданного документа, используя комбинацию клавиш **Ctrl+Tab** или выбрав соответствующую строчку в меню «Окно».
- 3.5. Переключитесь на **Инструментальную панель** создания **ассоциативных видов**, нажав кнопку , если же такой кнопки нет, то в настройках панели инструментов просто добавьте панель создания ассоциативных видов.
- 3.6. На панели создания **ассоциативных видов** выберите кнопку создать на чертеже стандартные виды . В открывшемся окне **Выбора модели** выберите модель корпуса. После этого появится фантом трех основных видов.
- 3.7. Выберите в контекстном меню пункт «Схема видов...» и в окне выключите все виды кроме вида спереди (рис. 42).

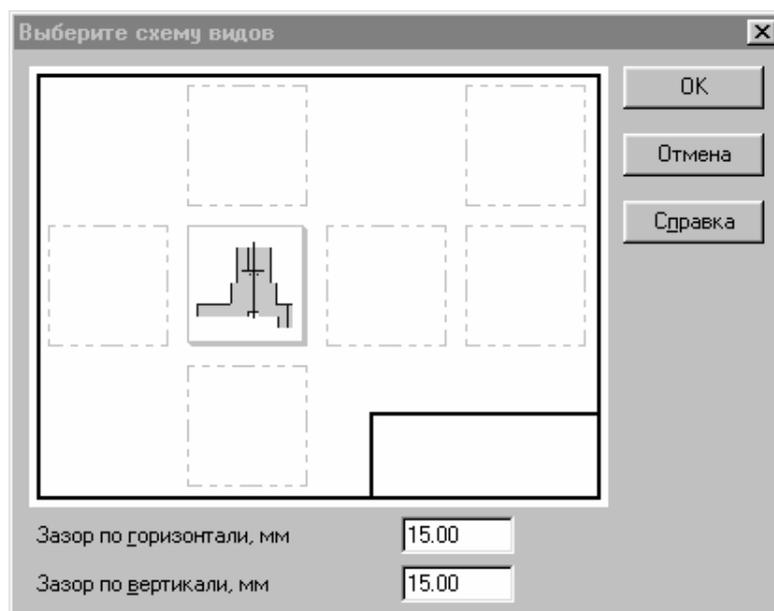


Рис. 42. Выбор схемы видов

- 3.8. Выберите в контекстном меню пункт «**Параметры видов...**» и в открывшемся окне введите **масштаб 2:1** (рис. 43).

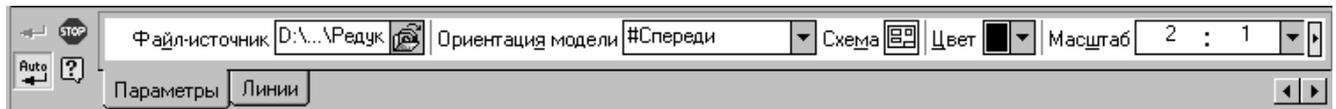


Рис. 43. Параметры видов

- 3.9. Теперь разместите вид на поле чертежа, щелкнув левой клавишей мыши в любом месте листа ограниченного рамкой. Для точного позиционирования вида выберите из меню команду «**Компоновка**» à «**Параметры текущего вида...**». В поле положение на листе введите **150** по оси **X** и **130** по оси **Y**. В поле имя вида введите Вид сверху
- 3.10. Переключите инструментальную панель технологических обозначений  и выберите на ней команду «**Линия разреза**» . Постройте линию разреза, проходящую через начало координат «**Вида сверху**». На запрос системы «**Укажите начальную точку линии разреза**» укажите точку с координатами **-50,0**. На запрос системы «**Укажите точку перегиба или конечную точку линии разреза**» укажите точку с координатами **50,0**. Переключите положение стрелок, нажав кнопку . Завершите построение линии разреза.
- 3.11. Если вас не устраивает формат листа выбранного первоначально его можно изменить, не изменяя построения сделанные ранее. Для этого из меню «**Сервиса**» выберите пункт «**Параметры...**». Далее в окне «**Параметры листа**» à «**Формат**» в поле **Обозначения A2**.
- 3.12. Переключитесь на инструментальную панель создания ассоциативных видов.
- 3.13. Выберите команду «**Разрез/сечение**»  и выделите линию разреза, построенную в предыдущем пункте. Расположите фантом нового вида на поле чертежа.
- 3.14. Теперь создадим технические требования. Выберите меню «**Вставка**» à «**Технические требования**» à «**Ввод**». В открывшемся окне на панели инструментов нажмите кнопку «**Вставить текстовый шаблон**» . На запрос системы выберите файл **graphic.tbp**. Далее внизу отметьте двойным щелчком следующие пункты:
- 3.15. Общие ТТ à **Материал-заменитель**.
- 3.16. Общие ТТ à **Неуказанные размеры радиусов**.
- 3.17. Общие ТТ à **Остальные технические требования по ...**
- 3.18. Нажмите кнопку «**Вставить в документ**» . После этого выбранные вами технические требования появятся в текстовом редакторе и их нужно скорректировать. Во первых, расставить нумерацию абзацев выделив весь текст и нажав кнопку «**Пронумеровать абзацы**» . Во вторых, исправим неуказанные размеры радиусов поставив вместо 8 – 3, а вместо 6 – 2. В третьих, необходимо дописать **ОСТ 4. ГО. 070. 014**.
- 3.19. После того как все изменения внесены нужно сохранить текст в лист нажав кнопку .
- 3.20. Размеры на чертеже наносятся также как и при работе с эскизами.

4. Содержание работы

- 4.4. Цель работы.
- 4.5. Краткие теоретические сведения.
- 4.6. Подробное описание всех шагов лабораторной работы.
- 4.7. Выводы по лабораторной работе.

Лабораторная работа №5. Создание сборочного чертежа

1. Цель работы

- Ознакомьтесь с созданием сборочного чертежа.

2. Указание к выполнению лабораторных работ

К выполнению лабораторной работы следует приступить после изучения раздела 6. В качестве дополнительной литературы можно воспользоваться [13, 19-20].

3. Содержание работы

- 3.1. Запустите Компас. Начните новую сборку выбрав пункт меню «Файл» à «Создать» à «Сборку».
- 3.2. Скопируйте в свой каталог и откройте следующий файл детали необходимой для построения сборки: **Уголок.m3d**.
- 3.3. Перейдите в окно новой сборки созданной вами во время начала сеанса работы. Выбрав пункт меню **Окно à Сборка без имени:1**.
- 3.4. Выберите «**Сохранить как файл**» на диске, задайте имя файла например: **КОЛЕСО** и нажмите кнопку «**Сохранить**».
- 3.5. Нажмите на инструментальной панели кнопку «**Добавить из файла**» . В открывшемся диалоговом окне выберите файл **Уголок1.m3d** После появления фантома детали разместите его на поле чертежа в любом удобном месте.
- 3.6. Аналогично пункту 3.5 добавьте на поле чертежа еще одну деталь **Уголок2.m3d** (рис. 44).

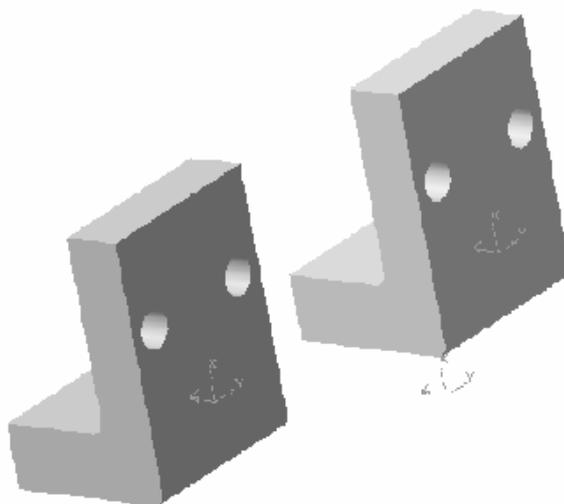


Рис. 44. Два уголка

- 3.7. Переключитесь на панель инструментов сопряжения, нажав кнопку . На инструментальной панели сопряжения выберите кнопку совпадение объектов . В качестве параметров для совпадения объектов выберите боковые плоскости двух деталей. Выберите обратную ориентацию и укажите расстояние равное **0** (рис. 45).

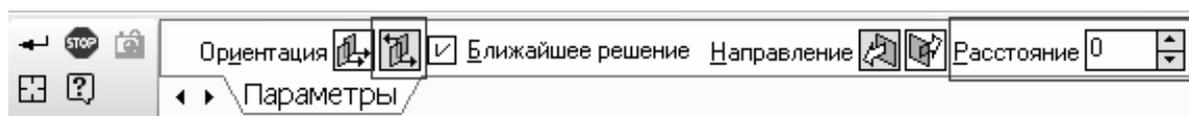


Рис. 45. Параметры сопряжения

- 3.8. Выберите на инструментальной панели кнопку соосность  и укажите соответствующие отверстия в поверхности деталей.
- 3.9. Повторите п. 3.8 для второго отверстия (рис. 46).

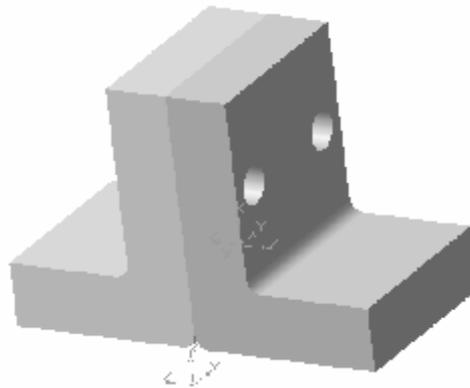


Рис. 46. Сопряжение по плоскости и отверстиям

- 3.10. Нажмите на инструментальной панели кнопку «Добавить из файла» . В открывшемся диалоговом окне выберите файл **Втулка1.m3d**. После появления фантома детали разместите его на поле чертежа в любом удобном месте.

- 3.11. Переключитесь на панель инструментов сопряжения, нажав кнопку . На инструментальной панели сопряжения выберите кнопку совпадение объектов . В качестве параметров для совпадения объектов выберите боковую плоскость втулки и одного из уголков. Выберите прямую ориентацию и укажите расстояние равное 0 (рис. 47).

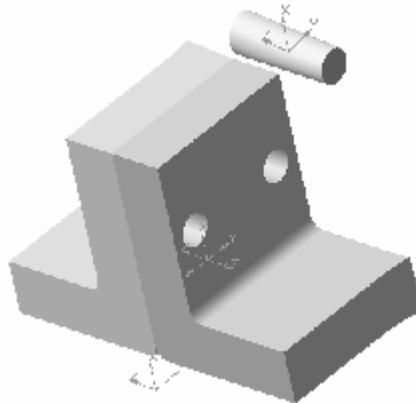


Рис. 47. Расстановка деталей перед сборкой

- 3.12. Выберите на инструментальной панели кнопку соосность  и укажите отверстие в уголке и втулку. Прodelайте данную операцию для второй втулки (рис. 48).

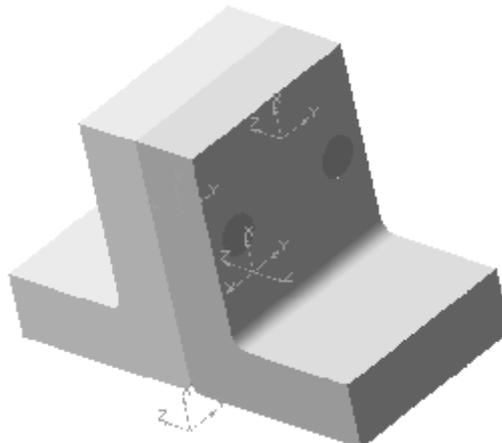


Рис. 48. Готовая сборка

4. Содержание работы

- 4.1. Цель работы.
- 4.2. Краткие теоретические сведения.
- 4.3. Подробное описание всех шагов лабораторной работы.
- 4.4. Выводы по лабораторной работе.

Лабораторная работа №6. Спецификация

1. Цель работы

- Ознакомиться с созданием спецификации.

2. Указание к выполнению лабораторных работ

К выполнению лабораторной работы следует приступить после изучения раздела 7. В качестве дополнительной литературы можно воспользоваться [2, 12].

3. Содержание работы

- 3.1 Запустите Компас. Начните новый чертеж, выбрав пункт меню «Файл» à «Создать» à «Чертеж».
- 3.2 Настройте тип спецификации выбрав пункт меню «Спецификация» à «Управление стилями спецификаций», далее нажмите кнопку **Добавить описание** . Выберете Простая спецификация ГОСТ 2.106-96 и нажмите **ОК**. Закройте окно управления описаниями (рис. 49).

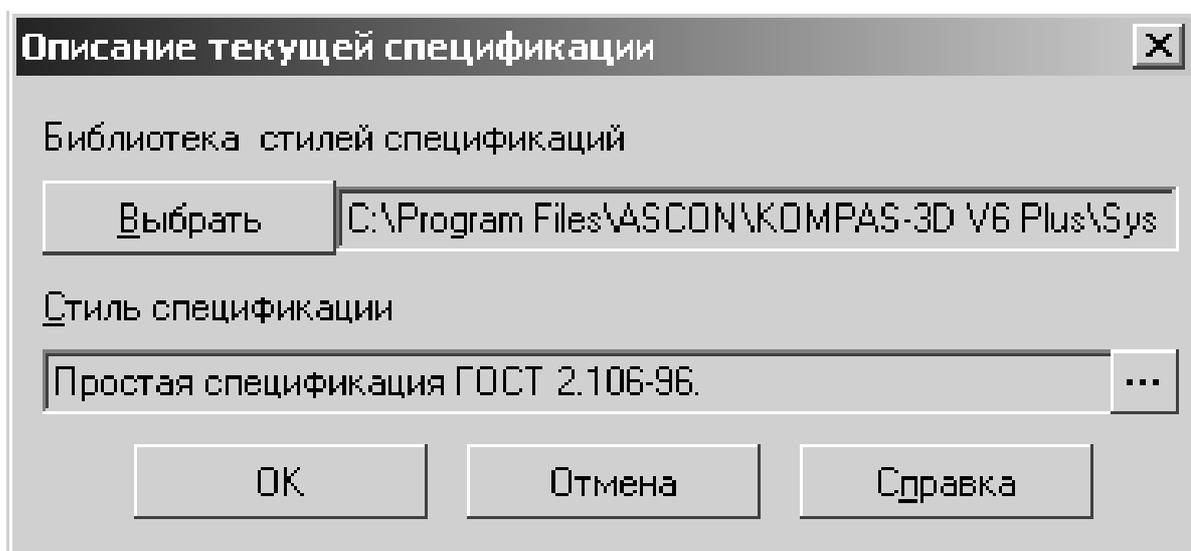


Рис. 49. Описание текущей спецификации

- 3.3. Создайте новую спецификацию на панели инструментов или выбрав пункт меню «Файл» à «Создать» à «Спецификацию».
- 3.4. После создания чистого листа спецификации добавьте новый базовый объект в текущий раздел спецификации нажав кнопку . В появившемся окне выберите в поле «Список разделов и подразделов» документация, а в поле «Тип объекта» базовый объект спецификации (рис. 50).
- 3.5. Далее в поле формат введите **A1** в поле обозначение **АЮИЖ. 402111.001 СБ** в поле наименование Сборочный чертеж. Закончите редактирование, выделив мышью следующую строку.
- 3.6. Аналогично добавьте еще один объект. Нажмите кнопку «Добавить базовый объект» . В поле формат введите **A1** в поле обозначение **АЮИЖ. 402111.001 ГЧ** в поле наименование Габаритный чертеж. Закончите редактирование выделив мышью следующую строку.

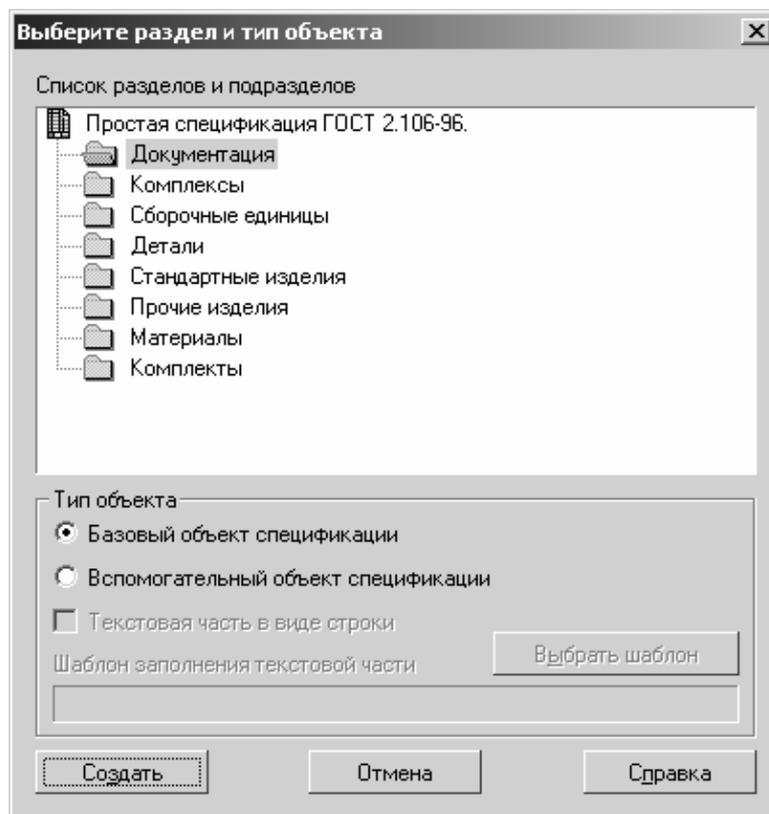


Рис. 50. Выбор раздела и типа объекта

- 3.7. Таким же образом добавьте третий объект. Нажмите кнопку «Добавить базовый объект» . В поле формат введите **A1** в поле обозначение **АЮИЖ. 402111.001 ТУ** в поле наименование Технические условия. Закончите редактирование выделив мышью следующую строку.
- 3.8. Создадим следующий раздел спецификации «Сборочные единицы» Нажав на кнопку **Добавить раздел** . В появившемся окне выберите в поле «Список разделов и подразделов» сборочные единицы. В данном разделе создайте два объекта формат обоих объектов **A4**. Обозначение первого **АЮИЖ. 301265.076**, второго **АЮИЖ. 303131.001-01** наименование первого Редуктор, а второго Крышка. Аналогично создаются и заполняются остальные разделы спецификации.
- 3.9. Создайте новый лист чертежа, нажав кнопку . На поле чертежа начертите прямоугольник и круг. Нажмите кнопку **Добавить объект спецификации** . Из окна выберите раздел «Детали» и нажмите кнопку «Создать» В появившемся окне в поле Наименование введите **Круг** (рис. 51).

Объект спецификации						
Формат	Знач	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
		5		Круг	1	

Buttons: OK, Отмена, Доп. параметры, Справка

Рис. 51. Объект спецификации

- 3.10. Выделите прямоугольник и из контекстного меню выберите пункт «Добавить объект спецификации». В поле Наименование введите Прямоугольник.
- 3.11. Сохраните чертеж на диске.
- 3.12. Создайте новую спецификацию. Выберите пункт меню «Сервис» à «Управление сборкой...». В открывшемся окне нажмите кнопку «Подключить документ»  выберите файл только что созданного вами чертежа (рис. 52).

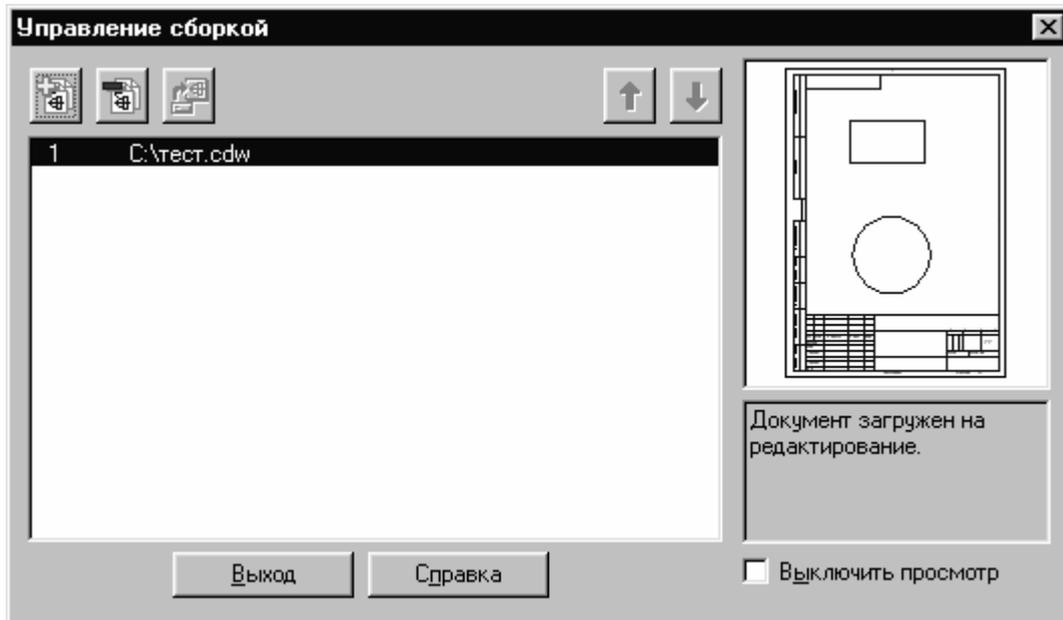


Рис. 52. Управление сборкой

- 3.13. После выхода из окна **Управления сборкой** в поле спецификации будут включены созданные нами объекты. Теперь поставьте на листе чертежа обозначения позиций. Переключите инструментальную панель на команды размеров и технологических обозначений  на этой панели выберите команду **«Обозначение позиций»** . Затем поставьте обозначение позиции к кругу, потом к прямоугольнику.
- 3.14. Выберите пункт меню **«Окна»** à **«Мозаика»** à **«Все окна»**. В окне чертежа выделите круг вместе с обозначением позиции не снимая выделения перейдите в окно спецификации на строке соответствующей кругу (наименование круг) из контекстного меню выберите пункт **«Редактировать состав объекта»**. Далее в окне нажмите кнопку **«Добавить»**.
- 3.15. В окне спецификации выберите пункт меню **«Сервис»** à **«Показать состав объекта»** или нажмите одноименную кнопку на панели инструментов . Теперь выбирая строки спецификации в окне чертежа будут подсвечиваться соответствующие им объекты. Как вы уже заметили на поле чертежа имеются две позиции с номером два и принадлежащие разным объектам. Это является следствием того, что в разделе спецификации «Детали» объекты сортируются автоматически по алфавиту, а при расстановке позиций на чертеже нами это не учитывалось. Исправить это можно выделив линию выноски относящуюся к прямоугольнику и не снимая выделения перейти в окно спецификации на строке соответствующей прямоугольнику из контекстного меню выберите пункт **«Редактировать состав объекта»**. Далее в окне нажмите кнопку **«Добавить»**. Номер позиции автоматически изменит на **2**.

4. Содержание работы

- 4.1. Цель работы.
- 4.2. Краткие теоретические сведения.
- 4.3. Подробное описание всех шагов лабораторной работы.
- 4.4. Выводы по лабораторной работе.

Библиографический список

1. **Шалумов А.С., Багаев Д.В.** Система автоматизированного проектирования КОМПАС-ГРАФИК: Методическое пособие. Ч.1. Введение в КОМПАС. – Ковров: КГТА, 2003. – 76 с.
2. **Норенков И.П.** Основы автоматизированного проектирования: Учеб. для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 336 с.
3. ГОСТ 22487-77 Основные термины и определения в области автоматического проектирования.
4. **Норенков И.П., Кузьмик П.К.** Информационная поддержка наукоемких изделий. CALS-технологии. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 320 с.
5. **Гореткина Е.** 2003-й год был годом PLM // PC WEEK/RE. 2003. №48.
6. **Яцкевич А.И., Страузов Д.Ю.** Построение интегрированной информационной среды предприятия на основе систем управления данными об изделии PDM STEP SUITE // САПР и графика. 2002. №6
7. **Судов Е. В.** Интегрированная информационная поддержка жизненного цикла машиностроительной продукции. Принципы. Технологии. Методы. Модели. - М.: ООО Издательский дом «МВМ», 2003. – 264 с.
8. Автоматизация поискового конструирования (искусственный интеллект в машинном проектировании) / А.И. Половинкин, Н.К. Бобков, Г.Я. Буш и др.; под ред. А.И. Половинкина. – М.: Радио и связь, 1981. – 344 с.
9. **Растринин Л.А.** Современные принципы управления сложными объектами. – М.: Советское радио, 1980. – 232 с.
10. **Диксон Д.** Проектирование систем: изобретательство, анализ, принятие решений. М.: Мир, 1969. – 440 с.
11. **Шалумов А.С., Никишкин С.И., Носков В.Н.** Введение в CALS-технологии: Учебное пособие. Ковров: КГТА, 2002. – 147 с.
12. **Потемкин А.** Инженерная графика. Просто и доступно. М.: Издательство «Лори», 2000. – 491с.
13. **Потемкин А.** Трехмерное твердотельное моделирование. – М.: Компьютер Пресс, 2002. – 296 с.
14. AutoCAD® Designer версии 2. Конструирование узлов. Copyright© Autodesk, inc, 1996 г. – 290 с.
15. <http://www.bitpro.ru/ITO/2001/ito/II/1/II-1-9.html>
16. <http://kompas-edu.ru>- методические материалы размещены на сайте "Компас в образовании"
17. <http://www.ascon.ru/news/news.htm> – сайт фирмы Аскон.
18. <http://www.kompas-edu.ru/pages.nsf/ru/html/checks/noscript/noscript.html> – Компас в образовании.
19. КОМПАС 3-D. Руководство пользователя. – СПб.: АО АСКОН, 2004 г. – 296 с.
20. Приложения Компас 5.x. Руководство пользователя. – СПб.: АО АСКОН, 2002 г. – 465 с.

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

Таблица 1

Термин	Описание термина
Жизненный цикл	период времени от замысла изделия до его ликвидации по истечении сроков эксплуатации. Основным «орудием» поддержки ЖЦ являются CALS-технологии
CALS–технология	технология комплексной компьютеризации промышленного производства, комплексность обеспечивается унификацией и стандартизацией спецификаций промышленных изделий на всех этапах ЖЦ.
Проект	совокупность проектных документов (схем, чертежей, пояснительных записок и др.), в которых представлен результат проектирования, необходимый для создания объекта в заданных условиях.
Проектирование	процесс создания технической документации, опытных образцов и моделей объекта, необходимых и достаточных для его изготовления на заводе.
Неавтоматизированное проектирование	процесс, в котором все преобразования описаний объекта выполняются человеком непосредственно (инструменты: кульман, карандаш, калькулятор и т.п.).
Автоматизированное проектирование	процесс, в котором отдельные преобразования описаний объекта или их части выполняются в режиме взаимодействия человека с ЭВМ. Это широко известные интегрированные САПР (CAD/CAM/CAE/PDM-системы), которые автоматизируют проектирование, конструкторско-технологические работы, инженерный анализ изделий и документооборот.
Автоматическое проектирование	процесс, в котором все преобразования описаний объекта выполняются автоматически ЭВМ, оно полностью решает задачу проектирования на основе первичного описания об объекте.
Автоматизация	процесс применения комплекса технических, программных и прочих средств и методов с целью полного или частичного высвобождения человека от непосредственного участия в процессах получения, передачи и хранения, обработки и пользования материалов, энергии и информации.
Параметрическую модель	устойчивый комплекс объектов, элементы которого непрерывно выполняют заданные пользователем математические зависимости
Параметрическим режимом	режим создания и редактирования геометрических объектов в эскизе, в котором параметрические связи и ограничения накладываются автоматически. При этом тип накладываемых связей и ограничений определяется в процессе построения благодаря последовательности выполнения команды построения объекта или осуществлению привязки.
CAD система (Computer Aided Design)	Система автоматизированного проектирования двумерных объектов и объемных деталей

Термин	Описание термина
<i>CAM система (Computer Aided Manufacturing)</i>	Автоматизированная технологическая система подготовки производства
<i>Каркасная модель (проволочная)</i>	Скелетное описание трехмерного объекта
<i>Уровень объекта</i>	Координата Z плоскости основания объекта
<i>Поверхность</i>	Трехмерный объект, построенный на основе многоугольных сетей
<i>Твердое тело</i>	Трехмерный объект, построенный на основе базовых пространственных форм
<i>Высота объекта</i>	Расстояние по Z, на которое выдавлен объект по сравнению с уровнем
<i>Рендеринг, тонирование</i>	Процесс придания 3D объекту реалистичного изображения путем наложения на поверхность материалов и выполнения освещения
<i>Трассировка луча</i>	Способ фотореалистичного тонирования, основанный на алгоритме трассировки луча
<i>Эскиз</i>	Двумерный чертеж, на основе которого выполняется построение объемной модели
<i>Операция</i>	Формообразующее перемещение эскиза для создания объемной модели
<i>Дерево построений</i>	Отдельное окно, в котором отображаются все существующие в модели вспомогательные элементы, эскизы и выполненные операции в порядке их создания
<i>Параметризация</i>	Наложение на объект различных связей и ограничений
<i>Двунаправленная ассоциативная связь</i>	Режим автоматического перестроения элементов при изменении параметров эскиза или трехмерного объекта
<i>Сборка</i>	Трехмерный объект, состоящий из нескольких объемных деталей

Расширения файлов КОМПАС-3D

Файлы документов

- *.cdw – файлы чертежей
- *.frw – файлы фрагментов
- *.kdw – файлы текстовых документов
- *.spw – файлы спецификаций
- *.tbl – файлы таблиц
- *.a3d – файлы сборок
- *.m3d – файлы деталей

Служебные и вспомогательные файлы

- *.tdp – файлы шаблонов технических требований
- *.pdt – файлы шаблонов текста (предопределенного текста)
- *.tol – файлы предельных отклонений (допусков)
- *.lat – файлы библиотек типов атрибутов
- *.lcs – файлы библиотек стилей линий
- *.lhs – файлы библиотек стилей штриховки
- *.lts – файлы библиотек стилей текстов
- *.lyt – файлы библиотек оформлений документов
- *.lfr – файлы библиотек фрагментов
- *.bss – файлы библиотек специальных знаков
- *.sss – файлы с исходными описаниями специальных знаков
- *.cfg – файлы конфигурации, содержащие сведения о настройках рабочей среды системы
- *.prj – файлы проектов, содержащие сведения о настройках новых документов
- *.prg – файлы резервной копии памяти ключа электронной защиты (**HASP**)

Вспомогательные файлы

- *.acs – файлы соответствия обозначений спецзнаков в **КОМПАС-3D** и **AutoCAD**
- *.shx – файлы шрифтов в формате **AutoCAD**
- *.shp – файлы шрифтов в формате **AutoCAD**

Файлы приложений

- *.rtw – файлы прикладных библиотек
- *.dll – файлы прикладных библиотек
- *.loa – файлы баз данных по элементам прикладных библиотек

Файлы для интеграции с современными CAD/CAE системами

- *.dxf – файлы векторных изображений **AutoCAD**
- *.iges, *.stl, *.sat, *.step – файлы обмена графической информацией между системами **САПР** и другими векторными приложениями.