

*Методические указания к практическим занятиям
по дисциплине «Информационные технологии в
профессиональной деятельности»
по теме «Система автоматизированного
проектирования «КОМПАС-3D»*

Выполнил преподаватель:
Очиров Д.А.

Тохой 2023г.

Аннотация

Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Информационные технологии в профессиональной деятельности» разработаны в соответствии с действующей программой по предмету технология для раздела «Система автоматизированного проектирования «КОМПАС-3D».

Содержит введение в автоматизированное проектирование. Изложены основы технологии работы с графической средой «КОМПАС-3D». Приведены методические материалы по освоению технологии создания и редактирования графических объектов при помощи «КОМПАС». Освоение приведено в виде лабораторно-практических упражнений с поэтапным выполнением.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
1. Система автоматизированного проектирования КОМПАС-3D	7
1.1. Возможности КОМПАС-3D.....	8
1.2. Типы документов, создаваемых в системе КОМПАС-3D.....	8
1.3. Интерфейс КОМПАС-3D	9
1.4. Чертежно-графический редактор КОМПАС-График.....	14
1.4.1. ПРИВЯЗКИ	15
1.4.2. КОМАНДЫ СОЗДАНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ	18
1.4.3. РЕДАКТИРОВАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ.....	28
1.4.4. ПОСТРОЕНИЕ РАЗМЕРОВ И РЕДАКТИРОВАНИЕ РАЗМЕРНЫХ НАДПИСЕЙ.....	31
1.4.5. ОБОЗНАЧЕНИЯ НА ЧЕРТЕЖЕ	36
1.4.6. ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖА	39
2. Лабораторно-практическая работа № 1 Введение в систему КОМПАС-3D	43
2.1. Цели лабораторно-практической работы	43
2.2. Технология выполнения лабораторно-практической работы	43
3. Лабораторно-практическая работа № 2 Построение геометрических примитивов в КОМПАС-3D	50
3.1. Цели лабораторно-практической работы	50
3.2. Технология выполнения лабораторно-практической работы	50
4. Лабораторно-практическая работа № 3 Работа с графическими объектами в КОМПАС-3D	57
4.1. Цели лабораторно-практической работы	57
4.2. Технология выполнения лабораторно-практической работы	57
5. Лабораторно-практическая работа № 4 Построение простейших чертежей в КОМПАС-3D.....	66
5.1. Цели лабораторно-практической работы	66
5.2. Технология выполнения лабораторно-практической работы	66

6. Лабораторно-практическая работа № 5 Комплексная работа с графическими объектами в КОМПАС-3D.....	73
6.1. Цели лабораторно-практической работы.....	73
6.2. Технология выполнения лабораторно-практической работы.....	73
Список литературы	78

Введение

Развитие новых технологий постоянно предъявляет все более жесткие требования к современному инженеру-конструктору. Уже давно остались в прошлом те времена, когда все конструкторские расчеты, чертежи и документация выполнялись вручную, а главными инструментами проектировщика были карандаш и кульман. Точность таких чертежей и документации зависела от многих субъективных факторов, таких как тщательность выполнения графического изображения, квалификация проектировщика и пр. Самое плохое, что такие чертежи практически невозможно было редактировать. В результате проектируемый объект мог быть далек от совершенства.

За два последних десятилетия информационные технологии коренным образом изменили принципы конструирования, ускорив при этом процесс разработки изделия, повысив его точность и надежность в десятки раз. Бытует ошибочное мнение, что графические и расчетные системы – это всего лишь цифровая замена проектирования вручную. Хотя в самом начале, конечно, так и было. Первые версии западных программ для работы с инженерной двумерной графикой были не чем иным, как электронным вариантом карандаша и кульмана. Однако благодаря высоким технологиям сфера конструирования развивалась, и в результате появилась отдельная самостоятельная отрасль – автоматизированное проектирование. Постепенно в графических редакторах стало возможно повторно использовать ранее спроектированные изделия, легко и быстро создавать типовые элементы, самостоятельно оформлять чертежи и прочую документацию. Следом за этим появился механизм параметризации графического изображения.

Переворотом в промышленном проектировании стало применение в конструировании трехмерной графики. Сначала в строительстве, потом в тяжелом машиностроении, а за ними и в других отраслях начали активно искать применение возможностям объемной компьютерной графики. Нельзя

сказать, что переход на трехмерную графику был безболезненным. Во-первых, из-за требований стандартов (ГОСТ, СНИП и т. п.), касающихся только плоской графики и, во-вторых, из-за негибкости мышления многих инженеров, упрямо отталкивающих все новое. Однако другого пути не было. Проектная организация, активно использующая современные системы автоматизированного проектирования (САПР) и расчетные комплексы, успевала выполнить и представить несколько полноценных решений определенного проекта, тогда как за то же время другая организация, не применяющая САПР, едва ли успевала подготовить один эскизный проект. Кроме лучшего визуального представления проектируемых изделий, 3D-графика на порядок повышает точность проектирования особенно сложных (составных) объектов, позволяет легко редактировать трехмерную модель. Ассоциативная связь, устанавливаемая в инженерных 3D-системах между моделью изделия, его чертежами, а также документацией на изделие (например, спецификацией), позволяет при внесении изменений в 3D-модель автоматически отобразить все эти изменения в других документах, связанных с моделью. Именно за счет этого и достигается колоссальная экономия времени и затрат труда на проектирование. Дальнейшее развитие САПР дало возможность собрать воедино все данные о проектируемом объекте в системах управления жизненным циклом и инженерными данными, а также гибко управлять этими данными в зависимости от потребностей каждого конкретного предприятия.

1. Система автоматизированного проектирования КОМПАС-3D

«КОМПАС» — семейство систем автоматизированного проектирования с возможностями оформления проектной и конструкторской документации согласно стандартам серии ЕСКД и СПДС.

Разрабатывается российской компанией «АСКОН». Название линейки является акронимом от фразы «**комплекс автоматизированных систем**».

КОМПАС-3D — система трёхмерного моделирования, ставшая стандартом для тысяч предприятий, благодаря удачному сочетанию простоты освоения и легкости работы с мощными функциональными возможностями твердотельного и поверхностного моделирования.

Ключевой особенностью продукта является использование собственного математического ядра и параметрических технологий, разработанных специалистами АСКОН.

Основные компоненты КОМПАС-3D — собственно система трёхмерного моделирования, универсальная система автоматизированного 2D-проектирования КОМПАС-График, и модуль проектирования спецификаций и текстовый редактор. Все они легки в освоении, имеют русскоязычные интерфейс и справочную систему.

Система трехмерного твердотельного моделирования предназначена для создания трехмерных ассоциативных моделей отдельных деталей и сборочных единиц, содержащих как оригинальные, так и стандартизованные конструктивные элементы. Параметрическая технология позволяет быстро получать модели типовых изделий на основе однажды спроектированного прототипа. Многочисленные сервисные функции облегчают решение вспомогательных задач проектирования и обслуживания производства.

Чертежно-графический редактор (КОМПАС-ГРАФИК) предназначен для автоматизации проектно-конструкторских работ в различных отраслях деятельности. Он может успешно использоваться в машиностроении, архитектуре, строительстве, составлении планов и схем — везде, где

необходимо разрабатывать и выпускать чертежную и текстовую документацию.

1.1. Возможности КОМПАС-3D

Базовые возможности системы включают в себя функционал, который позволяет спроектировать изделие любой степени сложности в 3D, а потом оформить на это изделие комплект документации, необходимый для его изготовления в соответствии с действующими стандартами (ГОСТ, СТП и др.).

По умолчанию КОМПАС-3D поддерживает экспорт/импорт наиболее популярных форматов моделей, за счёт чего обеспечивается интеграция с различными САД/САМ/САЕ пакетами.

Основная задача, решаемая системой КОМПАС-3D, - моделирование изделий с целью существенного сокращения периода проектирования и скорейшего их запуска в производство. Эти цели достигаются благодаря возможностям:

- быстрого получения конструкторской и технологической документации, необходимой для выпуска изделий (сборочных чертежей, спецификаций, детализовок и т.д.);
- передачи геометрии изделий в расчетные пакеты;
- передачи геометрии в пакеты разработки управляющих программ для оборудования с ЧПУ;
- создания дополнительных изображений изделий (например, для составления каталогов, создания иллюстраций к технической документации и т.д.).

Система КОМПАС разработана для операционной системы Windows и использует все ее возможности и преимущества для удобства работы пользователя.

1.2. Типы документов, создаваемых в системе КОМПАС-3D

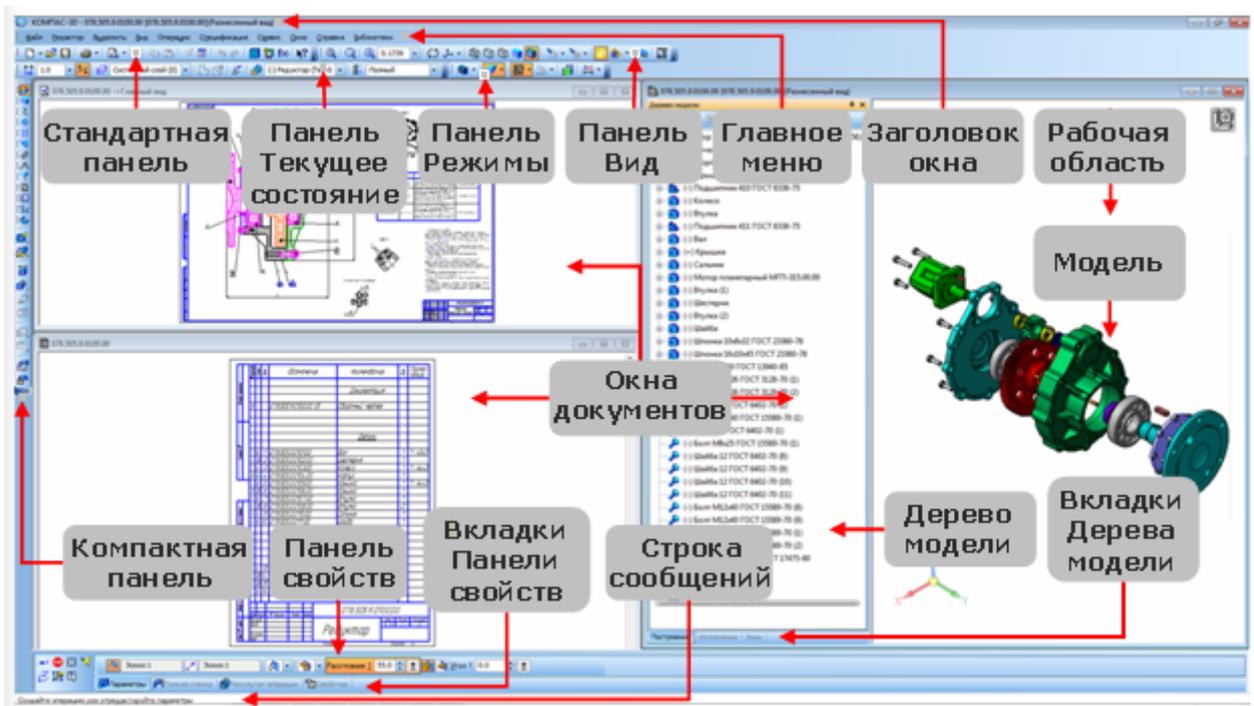
С помощью КОМПАС можно создавать 3 типа документов: фрагменты,

плоские чертежи и трехмерные модели деталей.

- **Чертеж** – основной тип графического документа в КОМПАС-3D. Чертеж содержит графическое изображение изделия, основную надпись, рамку, иногда — дополнительные элементы оформления (знак неуказанной шероховатости, технические требования и т.д.). Чертеж КОМПАС-3D может содержать один или несколько листов. Для каждого листа можно задать формат, кратность, ориентацию и др. свойства. В файле чертежа КОМПАС-3D могут содержаться не только чертежи (в понимании ЕСКД), но и схемы, плакаты и прочие графические документы. Файл чертежа имеет расширение `cdw`.
- **Фрагмент** – вспомогательный тип графического документа в КОМПАС-3D. Фрагмент отличается от чертежа отсутствием рамки, основной надписи и других объектов оформления конструкторского документа. Он используется для хранения изображений, которые не нужно оформлять как отдельный лист (эскизные прорисовки, разработки и т.д.). Кроме того, во фрагментах также хранятся созданные типовые решения для последующего использования в других документах.
- **Трехмерные модели. Деталь** — модель изделия, изготавливаемого из однородного материала, без применения сборочных операций. Файл детали имеет расширение `m3d`.

1.3. Интерфейс КОМПАС-3D

Поскольку система КОМПАС является прикладной программой Windows, то ее окно имеет стандартные элементы управления, представленные на рисунке.



Заголовок расположен в самой верхней части окна. В нем отображается название программы, номер ее версии и имя текущего документа.

Главное меню находится в верхней части программного окна под заголовком. В нем расположены все основные меню системы. В каждом из меню хранятся связанные с ним команды.

Стандартная панель расположена в верхней части окна системы под Главным меню. На этой панели расположены кнопки вызова стандартных команд операций с файлами и объектами.



Панель Текущее состояние находится в верхней части окна над окном документа. Состав панели определяется режимом работы системы. Например, в режимах работы с чертежом, эскизом или фрагментом на ней расположены средства управления курсором, слоями, привязками и т.д.

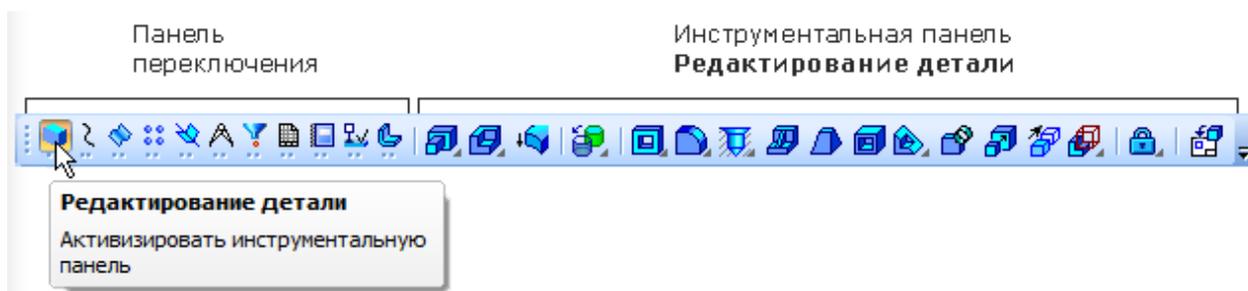


На панели **Режимы** расположены кнопки включения/отключения специальных режимов работы с документами. Набор режимов зависит от типа текущего документа. На рисунке панель показана в режиме работы со

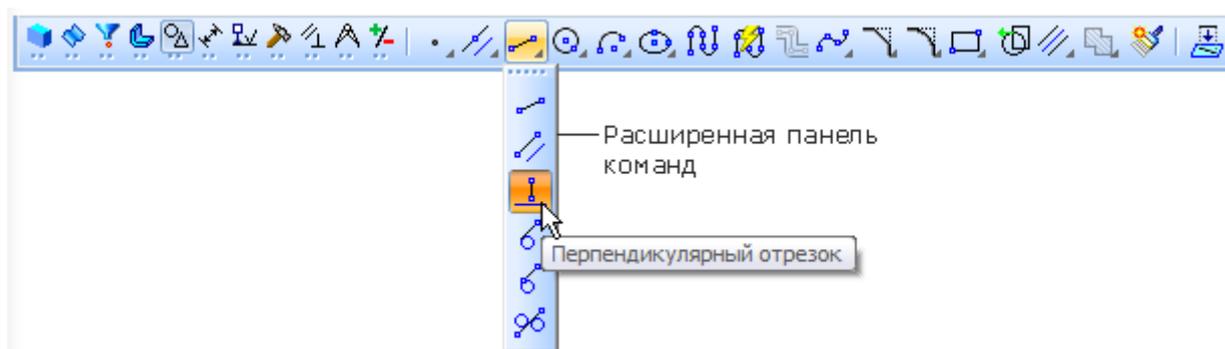
сборкой.



Компактная панель находится в левой части окна системы и состоит из **Панели переключения** и инструментальных панелей. Каждой кнопке на **Панели переключения** соответствует одноименная **Инструментальная панель**. **Инструментальная панель** содержит набор кнопок, сгруппированных по функциональному признаку. Состав панели зависит от типа активного документа. По умолчанию **Компактная панель** расположена вертикально, но здесь для удобства показана в горизонтальном виде.

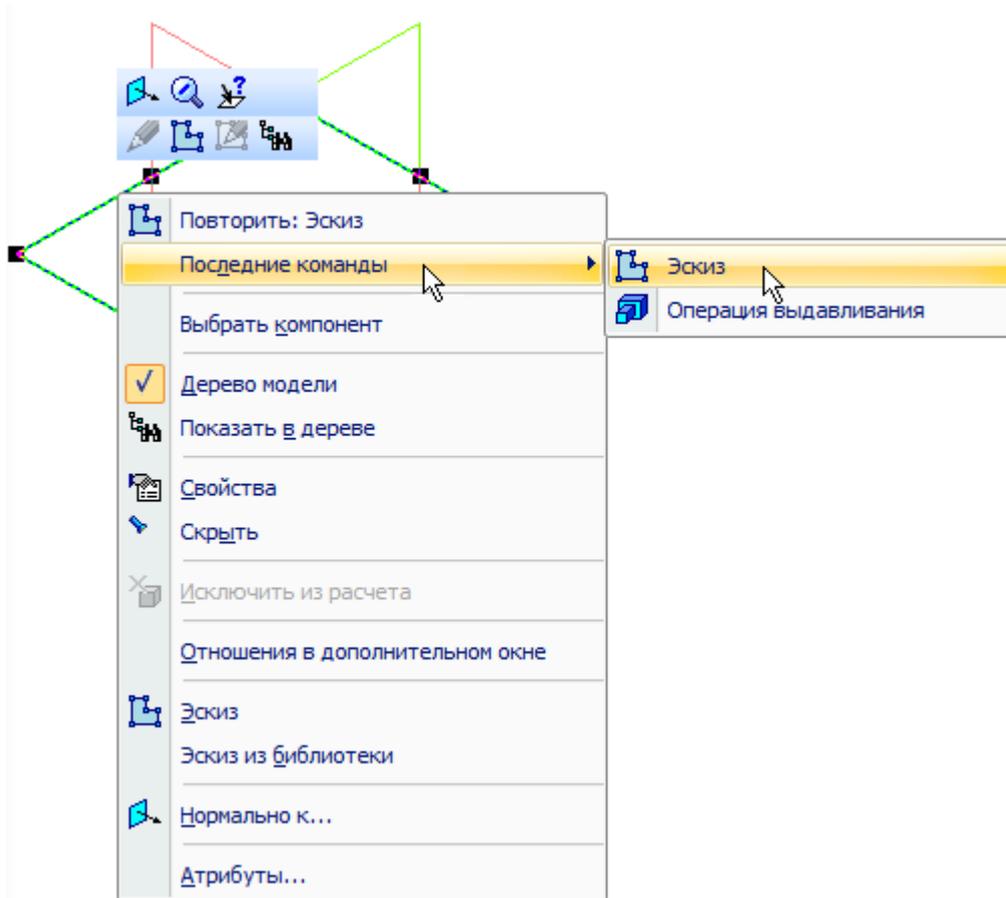


Кнопки вызова команд сгруппированы по назначению и представлены на инструментальной панели кнопкой одной команды из группы. При нажатии кнопки команды и удержании ее в нажатом состоянии рядом с кнопкой появляется **Расширенная панель**, включающая в себя все команды данной группы. Кнопки, позволяющие вызвать расширенные панели команд, отмечены маленьким черным треугольником в правом нижнем углу. Кнопка команды, вызванной с расширенной панели, заменяет исходную и остается на инструментальной панели до тех пор, пока, в свою очередь, не будет заменена следующей. Измененное положение кнопок остается на панели и при последующих запусках системы.



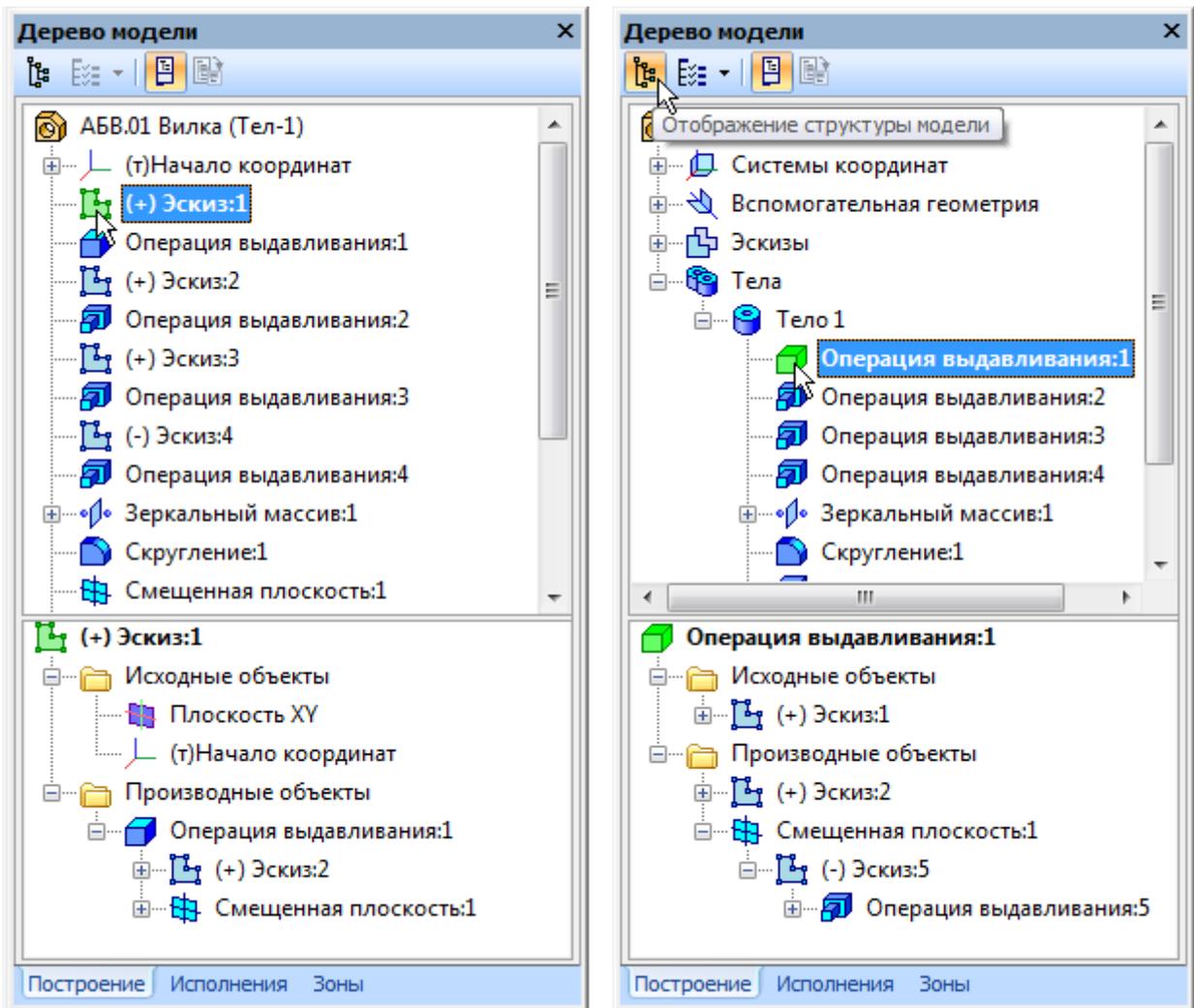
Панель свойств служит для управления процессом выполнения

работы.



Дерево модели — это графическое представление набора объектов, составляющих модель. Корневой объект Древа — сама модель, т.е. деталь или сборка. Пиктограммы объектов автоматически появляются в Древе модели сразу после создания этих объектов в модели. В окне Древа модели отображается либо последовательность построения модели (рисунок слева), либо ее структура (рисунок справа). Способом представления информации можно управлять с помощью кнопки **Отображение структуры модели**  на инструментальной панели Древа модели.

В нижней части Древа модели расположены вкладки, предназначенные для управления построением, исполнениями и зонами.



1.4. Чертежно-графический редактор КОМПАС-График

Программный пакет КОМПАС-3D обладает очень мощным чертежно-графическим редактором КОМПАС-График, по праву считающимся одним из лучших среди всех отечественных САПР, предоставляющих различные решения для двухмерного проектирования. КОМПАС-График полностью поддерживает отечественные стандарты ЕСКД или СПДС на оформление конструкторской документации.

Работа в КОМПАС-График реализована через два типа документов: КОМПАС-Фрагмент и КОМПАС-Чертеж. КОМПАС-Чертеж – это электронный аналог обычного конструкторского чертежа, обеспечивающий удобную работу с видами, редактирование и оформление чертежей. КОМПАС-Фрагмент используется лишь как вспомогательный документ, позволяя сохранять отдельно от чертежа различные его части, в зависимости

от определенных требований.

Чертеж – это графическое изображение какого-либо объекта (изделия, механизма, здания), выполненное и оформленное согласно определенным правилам. На чертеже объект представлен в нескольких видах, содержащих ортогональные проекции объекта. Перспективное изображение (изометрия, диаметрия) используется на чертеже крайне редко, так как искажает реальные размеры объекта, что не позволяет точно их определить и впоследствии изготовить по ним объект.

Выполнение сложных чертежей зависит не только от возможностей команд для создания геометрических примитивов. При построении каждого нового объекта приходится отталкиваться от уже существующей геометрии на чертеже, другими словами, «привязываться» к ней. Для этого в системе КОМПАС предусмотрены привязки.

1.4.1. ПРИВЯЗКИ

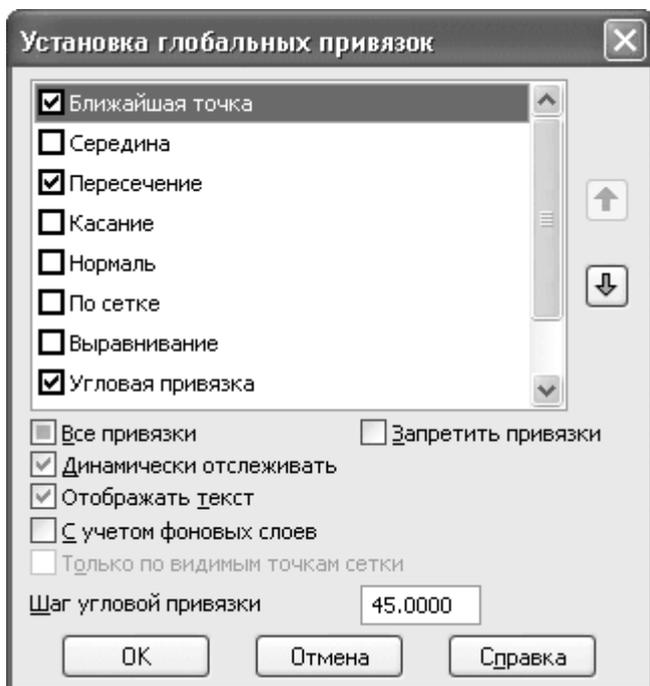
Суть действия привязок заключается в следующем. Система анализирует объекты, ближайšie к текущему положению указателя, чтобы определить их характерные точки (например, конец или центр отрезка, центр окружности, точку пересечения двух линий и т. п.) и затем предоставить пользователю возможность зафиксировать указатель в одной из этих точек. Применение привязок позволяет точно установить указатель в некоторую точку, причем не обязательно, чтобы координаты указателя в момент щелчка точно совпадали с координатами нужной точки.

Привязки бывают двух видов: *глобальные* и *локальные*.

Глобальные привязки действуют постоянно при вводе или редактировании объектов. Установить набор глобальных привязок можно в диалоговом окне Параметры (вкладка *Система*, подраздел *Привязки* раздела *Графический редактор*).

Для текущего сеанса работы с графическим документом можно настроить типы привязок при помощи панели инструментов *Глобальные*

привязки или диалогового окна *Установка глобальных привязок*. Для вызова этого диалогового окна необходимо щелкнуть на кнопке *Установка глобальных привязок*  панели *Текущее состояние*.



Локальные привязки могут вызываться при вводе конкретного объекта и не запоминаются системой для последующих вызовов команд построения геометрии. Локальные привязки имеют более высокий приоритет по сравнению с глобальными. Это означает, что при вызове локальной привязки установленные глобальные привязки действовать не будут. Чтобы воспользоваться той или иной локальной привязкой, следует вызвать одну из команд контекстного подменю *Привязка* или воспользоваться раскрывающимся меню кнопки локальных привязок, которая размещена последней на панели *Глобальные привязки*.

В чертежном редакторе КОМПАС-График доступны следующие типы привязок.

- Ближайшая точка – позволяет привязаться к ближайшей для указателя характерной точке (начало отрезка, точка начала системы координат и пр.).
- Середина – разрешает фиксировать указатель на середине ближайшего прямолинейного объекта.

- Пересечение – включение этой привязки указывает системе на необходимость отслеживать ближайшие к указателю пересечения линий.
- Касание – действие этой привязки размещает указатель таким образом, чтобы создаваемый объект (отрезок, дуга) касался ближайшей к текущему положению указателя точки объекта, расположенного рядом.
- Нормаль – действует аналогично предыдущей, с той только разницей, что создаваемый объект размещается по нормали к ближайшему объекту.
- По сетке – выполняет привязку указателя к точкам координатной сетки (даже если отображение самой сетки в этот момент выключено).
- Выравнивание – при перемещении указателя система выполняет выравнивание (по горизонтали или по вертикали) по характерным точкам близлежащих объектов или по последней зафиксированной точке (например, по первой точке отрезка, предыдущей точке ломаной или кривой Безье и т. п.).
- Угловая привязка – позволяет фиксировать указатель под определенным углом к последней зафиксированной точке создаваемого объекта. Шаг угловой привязки можно настроить в диалоговом окне настройки привязок.
- Центр – выполняет привязку к центрам окружностей, дуг или эллипсов.
- Точка на кривой – просто размещает указатель на произвольной кривой.

При срабатывании определенной привязки система тонкой пунктирной линией указывает характерную точку привязки, предполагаемую точку вставки курсора (отображается крестиком), а возле указателя мыши всплывает текст с названием типа привязки.



Отключить или включить действие установленных в системе глобальных привязок можно при помощи кнопки *Запретить привязки* на панели *Текущее состояние* или сочетания клавиш *Ctrl+D*.

1.4.2. КОМАНДЫ СОЗДАНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Все команды, предназначенные для создания различных геометрических объектов на чертеже, объединены на панели инструментов Геометрия. По умолчанию эта панель размещается первой на компактной панели.

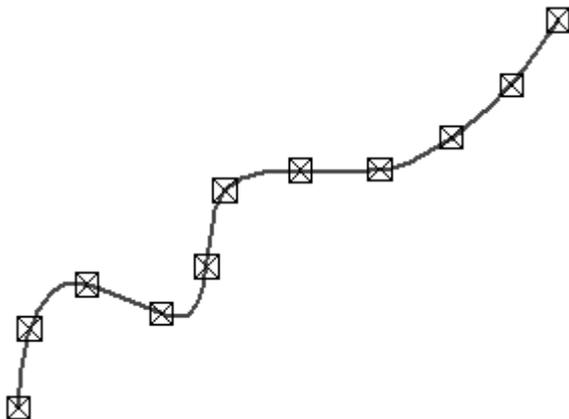


Большинство команд этой панели объединено в группы по своему функциональному назначению. Это облегчает поиск нужной команды и существенно уменьшает габариты панели инструментов.

Напомню, что на панели всегда отображается кнопка «верхней» команды группы, то есть последней вызванной. Чтобы получить доступ к другим командам, следует щелкнуть кнопкой мыши и удерживать ее на кнопке группы, пока не раскроется панель с другими командами, после чего можно выбрать из них любую.

Команды группы кнопок, предназначенных для создания точки:

-  *Точка* – создает точку на чертеже или фрагменте простым указанием мышью или вводом двух координат.
-  *Точки по кривой* – строит определенное количество точек, равномерно размещенных по какой-либо кривой.



-  *Точки пересечения двух кривых* – после указания пользователем двух кривых система устанавливает точки в местах их пересечений.

-  *Все точки пересечений кривой* – разрешает установить точки в местах пересечений указанной кривой с любыми другими кривыми.
-  *Точка на заданном расстоянии* – позволяет построить несколько точек, равномерно размещенных вдоль кривой и находящихся на определенном расстоянии от базовой точки, которая лежит на этой кривой.

Команды группы кнопок для создания вспомогательных прямых на чертеже:

-  *Вспомогательная прямая;*
-  *Горизонтальная прямая;*
-  *Вертикальная прямая;*
-  *Параллельная прямая;*
-  *Перпендикулярная прямая;*
-  *Касательная прямая через внешнюю точку;*
-  *Касательная прямая через точку на кривой;*
-  *Прямая, касательная к 2 кривым;*
-  *Биссектриса.*

Далее идет **группа команд, позволяющих строить отрезки.**

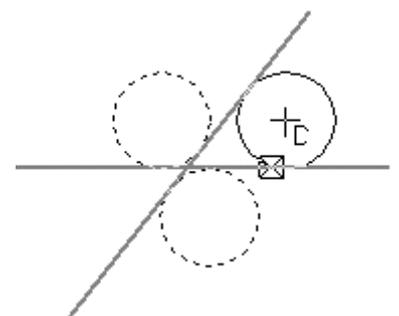
-  *Отрезок* – самый простой и наиболее используемый вариант построения отрезка. Создание возможно путем указания на чертеже двух точек (начальной и конечной) или задания начальной точки, угла наклона и длины отрезка.
-  *Параллельный отрезок* – после вызова команды вы должны указать любой прямолинейный объект, после чего зафиксировать первую точку отрезка. Далее вы можете перемещать указатель в любую сторону, но фантомное изображение отрезка будет строиться строго параллельно выбранному объекту. Зафиксировав вторую точку, вы получите отрезок, параллельный указанному прямолинейному объекту.
-  *Перпендикулярный отрезок* – действие команды аналогично команде

Параллельный отрезок, только отрезок строится перпендикулярно указанному объекту.

-  *Касательный отрезок через внешнюю точку* – для построения отрезка нужно задать любой криволинейный объект и точку, не лежащую на этом объекте. Первой точкой созданного объекта будет внешняя точка, а второй – точка касания воображаемой прямой и указанного объекта.
-  *Касательный отрезок через точку кривой* – от предыдущей данная команда отличается только тем, что при задании криволинейного объекта на нем сразу фиксируется вторая точка отрезка. Его дальнейшее построение возможно только вверх или вниз по касательной к выбранному объекту в фиксированной точке.
-  *Отрезок, касательный к 2 кривым* – создает отрезок (или отрезки), касательный к двум указанным кривым.

Следующая за отрезками группа команд предназначена для построения окружностей:

-  *Окружность* – самая простая и наиболее используемая команда, с которой мы уже познакомились в предыдущем примере. Построение окружности проходит путем указания координат (точки) центра и величины радиуса.
-  *Окружность по 3 точкам* – строит окружность через три заданные точки. Точки не должны лежать на одной прямой.
-  *Окружность с центром на кривой* – создает окружность через центр и произвольную точку. При этом центр окружности находится на произвольной кривой.
-  *Окружность, касательная к 1 кривой,*
-  *Окружность, касательная к 2 кривым,*
-  *Окружность, касательная к 3 кривым* – эти три команды строят касательные окружности к кривым, которые указал пользователь. Как



правило, при выполнении каждой из команд система предлагает несколько вариантов создания окружностей. Выбрать необходимый можно с помощью кнопок *Следующий объект* или *Предыдущий объект*.

-  *Окружность по 2 точкам* – создает окружность, проходящую через две точки. Другими словами, перемещая указатель мыши после фиксации первой точки, вы изменяете диаметр фантомного изображения окружности.

При построении окружностей с использованием любой приведенной команды вы можете включить автоматическую расстановку осевых линий. Это можно сделать при помощи кнопок-переключателей *Без осей/С осями* на панели свойств.

Для создания дуг окружностей в КОМПАС-График предназначены следующие команды:

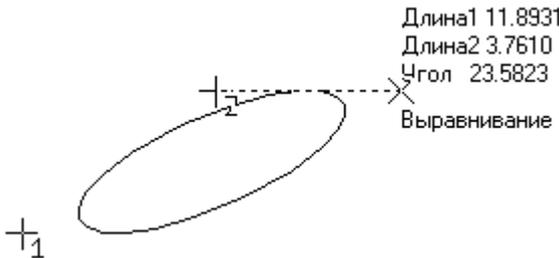
-  *Дуга* – для построения такой дуги нужно указать ее центр, радиус, а также начальную и конечную точки.
-  *Дуга по 3 точкам* – соединяет три указанные на чертеже точки. Радиус дуги система определяет автоматически. Точки не должны лежать на одной прямой.
-  *Дуга, касательная к кривой* – для построения данной дуги нужно выполнить три последовательных действия: указать кривую (точка касания определяется как начальная точка дуги), задать произвольную точку дуги (вторую точку), определить конечную точку. Две последние точки не должны лежать на одной прямой, а также на указанном объекте, если он является прямолинейным. Радиус и центр дуги система определяет автоматически.
-  *Дуга по 2 точкам* – служит для создания дуги (полуокружности) по двум точкам.
-  *Дуга по 2 точкам и углу раствора* – для создания такой дуги сначала необходимо ввести значение угла раствора (по умолчанию 90°), после чего указать начальную и конечную точки дуги. Центр и радиус будут

определены автоматически.

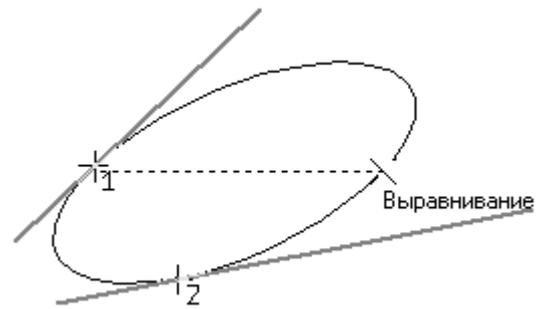
При вводе дуги вы можете задавать ее направление (по или против часовой стрелки) при помощи кнопок на панели свойств. Исключение составляет команда *Дуга по 3 точкам*, где направление дуги однозначно определяется размещением характерных точек.

Редактор КОМПАС-График содержит много **команд для создания ЭЛЛИПСОВ**:

-  *Эллипс* – позволяет построить эллипс, указав его центр, а также конечные точки его полуосей.
-  *Эллипс по диагонали прямоугольника* – вписывает эллипс в габаритный прямоугольник, который задает пользователь путем указания двух точек диагонали (двух противоположных вершин прямоугольника).
-  *Эллипс по центру и вершине прямоугольника* – как и предыдущая, эта команда вписывает эллипс в прямоугольник. Отличие состоит в том, что прямоугольник задается указанием его центра и одной из вершин.
-  *Эллипс по центру, середине стороны и вершине параллелограмма* – позволяет вписать эллипс в параллелограмм, заданный центром, серединой одной из сторон и вершиной.

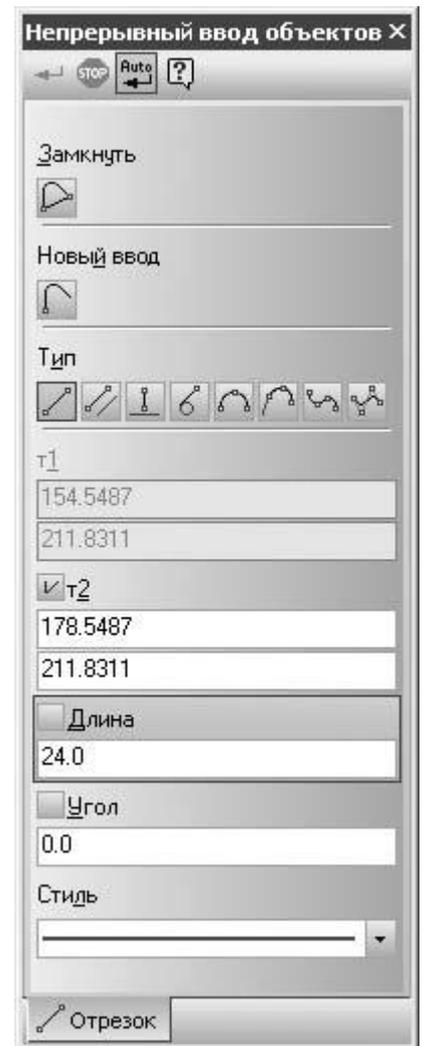
-  *Эллипс по 3 вершинам параллелограмма* – дает возможность построить эллипс, вписанный в параллелограмм, который задан тремя вершинами.

-  *Эллипс по центру и 3 точкам* – для создания данного эллипса нужно указать его центр (точку пересечения осей) и три произвольные точки.

-  *Эллипс, касательный к 2 кривым* – чтобы выполнить этот эллипс, необходимо указать две кривые, касательно к которым будет строиться эллипс, а также одну произвольную точку, фиксирующую объект.



Как и при построении окружностей, при создании эллипсов есть возможность включить режим автоматического построения осевых линий.

Следующая функция заслуживает пристального внимания. Команда **Непрерывный ввод объектов**  предназначена для последовательного ввода отрезков, дуг и сплайнов, причем последняя точка предыдущего объекта автоматически становится первой точкой нового. Элементы управления этой команды дают возможность при каждом новом вводе выбирать тип объекта и способ его создания.



При непрерывном вводе вы можете использовать такие команды:

- Отрезок;
- Параллельный отрезок;
- Перпендикулярный отрезок;
- Касательный отрезок;
- Дуга по 3 точкам;
- Сопряженная дуга – позволяет строить дугу по двум точкам, которая обязательно должна быть касательной к последнему объекту;
- Кривая Безье;
- NURBS-кривая.

Выбрать нужную команду перед вводом очередного объекта можно

при помощи кнопок-переключателей группы *Тип*.

Две следующие группы команд очень похожи между собой и служат для создания фасок и сопряжений между пересекающимися объектами.

Команды *Фаска*  и *Скругление*  позволяют создавать соответственно фаску и скругление заданного радиуса между двумя пересекающимися объектами. Фаску можно выполнить, указав два ее катета или один катет и угол наклона. Для построения скругления достаточно определить радиус и два объекта, между которыми должно быть создано скругление.

Команды *Фаска на углах объекта*  и *Скругление на углах объекта*  предназначены для построения однотипных фасок или скруглений с одинаковым радиусом на всех углах объекта (например, на углах полилинии).

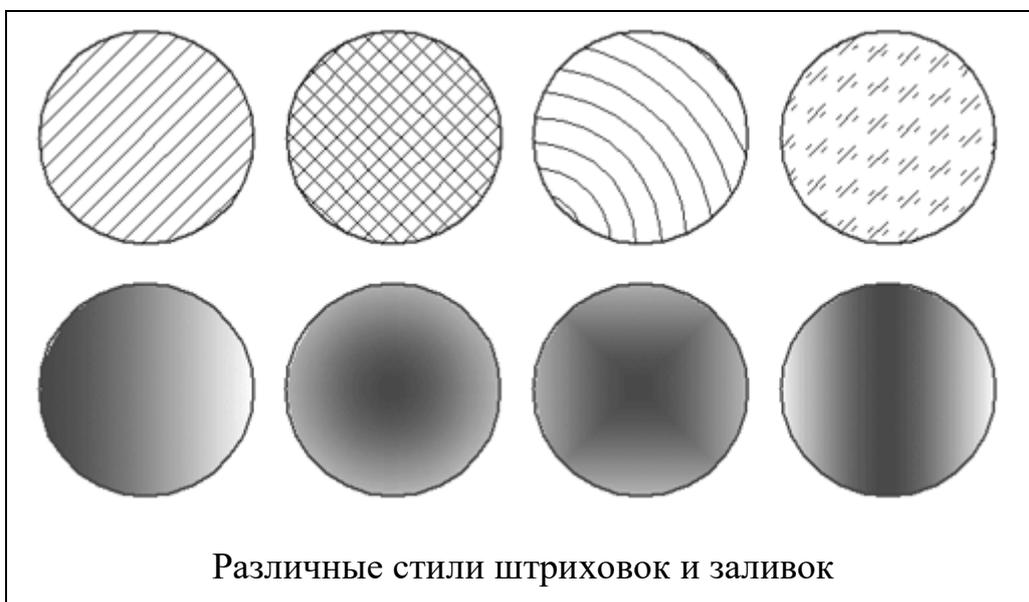
Группа кнопок для построения многоугольников содержит следующие команды:

-  *Прямоугольник* – позволяет построить прямоугольник простым указанием двух вершин. После фиксации первой точки вместо задания противоположной вершины прямоугольника можно просто определить его высоту и ширину.
-  *Прямоугольник по центру и вершине* – предназначена для построения прямоугольника путем указания его центра и вершины. Как и для предыдущей команды, после указания центра прямоугольника можно просто ввести значения его ширины и высоты в соответствующие поля панели свойств. Кроме того, при помощи переключателей Оси можно задать или отключить автоматическую отрисовку осей.
-  *Многоугольник* – позволяет создать многоугольник. Для этого нужно указать количество его вершин, способ построения (по описанной или по вписанной окружности), радиус этой окружности, а также точку центра многоугольника.

Следующая команда – *Собрать контур*  – очень полезна при работе

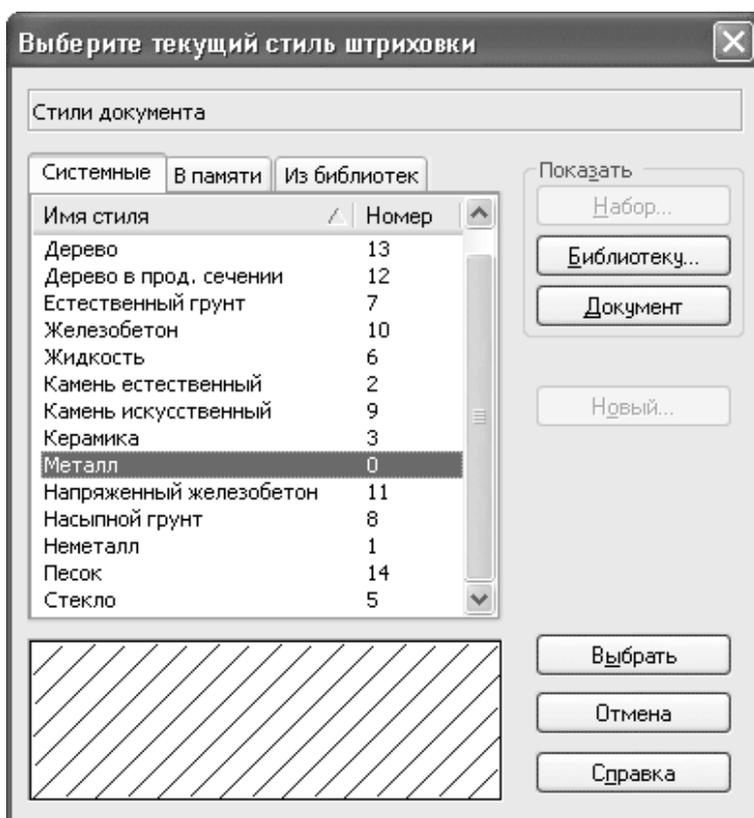
в КОМПАС-График. Она позволяет сформировать единый объект (контур) из нескольких примитивов, пересекающихся или соприкасающихся между собой.

Команда **Штриховка**  применяется практически в каждом чертеже. Она позволяет использовать различные типы штриховок (вы можете выбрать стандартную из списка *Стиль* или создать собственную), а также заливать цветом замкнутые контуры на чертеже. Если какой-либо контур является незамкнутым и вы не можете определить точку разрыва, то можно вручную указать контур штриховки. Для этого предназначена кнопка *Ручное рисование границ* на панели специального управления. Обратите внимание, что эта кнопка недоступна в режиме создания эскиза трехмерного документа, так как при создании эскиза не возникает необходимости в штриховке или заливке цветом. Вы также можете использовать градиентную заливку. Для этого предназначена появившаяся в десятой версии программы команда *Заливка* .



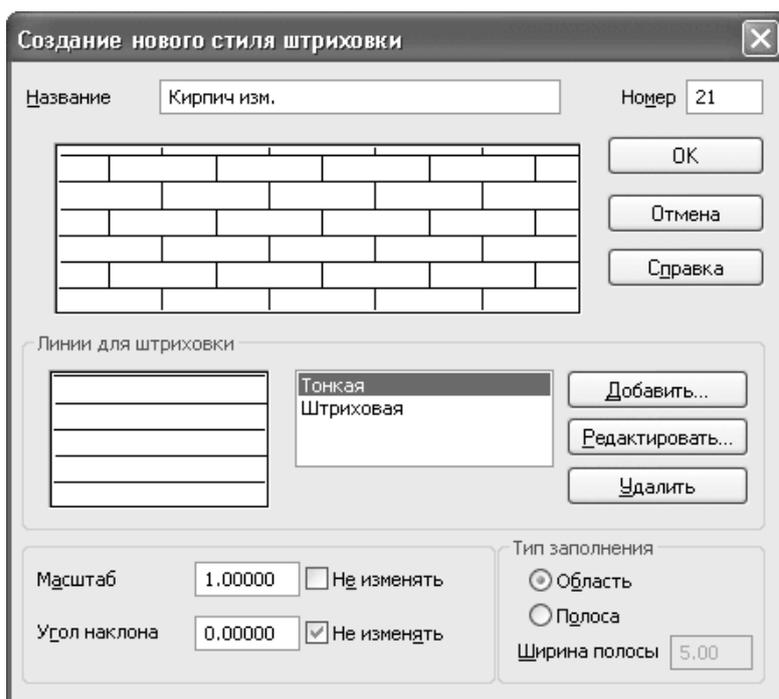
Чтобы создать свой стиль штриховки, выполните следующее.

1. Щелкните на кнопке *Штриховка*. В раскрывающемся списке *Стиль* выберите последний пункт – *Другой стиль*.
2. Появится диалоговое окно *Выберите текущий стиль штриховки*.



Щелкните на кнопке *Библиотеку* и загрузите библиотеку стилей штриховок GRAPHIC.LHS. После этого перейдите на вкладку *Библиотека*, на которой должны отобразиться различные стили штриховок.

3. Выберите любой стиль и щелкните на кнопке *Новый*. Откроется окно *Создание нового стиля штриховки*, в котором можно настроить или изменить выбранный стиль.



4. Сохранив стиль под новым именем (для этого нужно изменить его название в соответствующем поле и нажать кнопку *ОК* после завершения настроек), вы можете использовать его в своих чертежах.

Последняя кнопка панели инструментов Геометрия, которая называется **Спроецировать объект**  недоступна при работе с графическим документом, однако она очень важна. Она активируется только при создании или редактировании эскиза в трехмерном документе и позволяет проецировать элементы трехмерной модели (вершины, ребра, грани) на плоскость текущего эскиза. Команда работает следующим образом. После ее вызова вы выделяете мышью различные объекты модели, а они автоматически проецируются на эскиз. Вершины проецируются во вспомогательные точки, ребра – в отрезки, дуги и сплайны, а при выборе грани на плоскости эскиза создаются линии – проекции ребер грани. Эта команда незаменима, когда создаваемый эскиз нужно тем или иным образом привязать к уже существующей геометрии модели.

Если вы внимательно смотрели на рисунки панели свойств для той или иной команды создания графических примитивов, то наверняка обратили внимание на то, что последним всегда размещается раскрывающийся список **Стиль** (исключение составляют команда *Штриховка* и команды построения вспомогательной геометрии). В этом списке содержатся стили линий, которые применяются при построении графических объектов. Состав данного списка формируется на вкладке *Новые документы* окна *Параметры*, в разделе *Графический документ > Линии > Фильтр линий*. По умолчанию установлен стиль Основная. Если вы изменили стиль линии для объекта, он запоминается и при следующем вызове любой команды будет использоваться по умолчанию. Чтобы запретить системе запоминать стиль линии (то есть всегда предлагать по умолчанию стиль, указанный в фильтре линий), необходимо снять флажок *Запоминать последний стиль* в окне настройки фильтра.

Вы также можете создавать собственные стили линии. Для этого

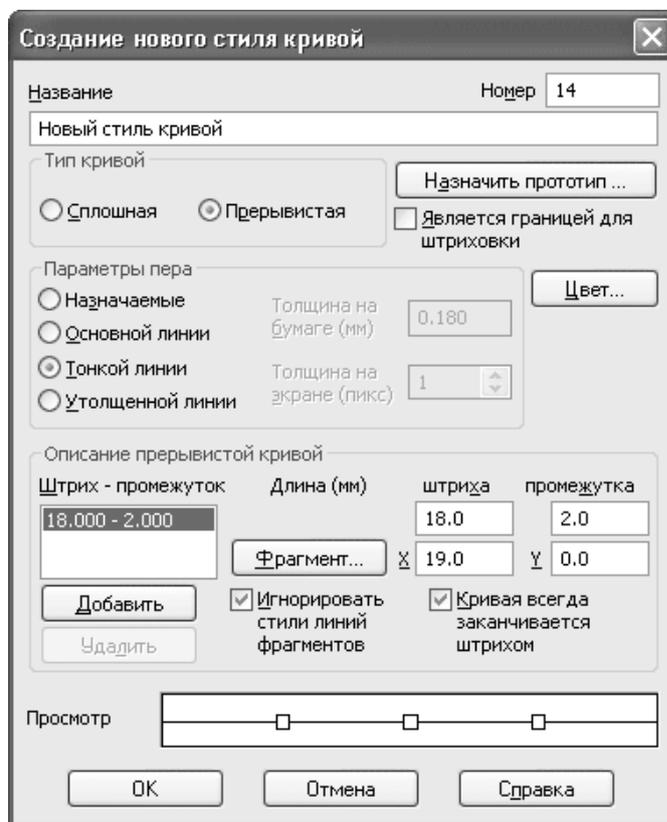
сделайте следующее.

1. После вызова команды создания какого-либо геометрического объекта раскройте список *Стиль* и выберите пункт *Другой стиль*.

2. В появившемся окне выбора стиля линии перейдите на вкладку *В памяти*.

3. Щелкните на кнопке *Новый*. Перед вами должно появиться окно *Создание нового стиля кривой*, которое содержит параметры для создания собственного стиля линии: прототипа для стиля, тип кривой, параметры штрихов и промежутков, цвета линии и пр.

4. Присвойте имя стилю (введите его в поле *Название*) и нажмите *ОК*.

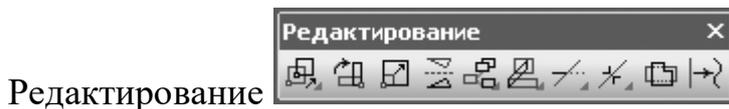


1.4.3. РЕДАКТИРОВАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

В системе КОМПАС редактировать все графические объекты (включая и библиотечные) можно тремя способами:

- использовать режим редактирования (для этого нужно дважды щелкнуть кнопкой мыши на объекте);
- при помощи характерных точек (для этого следует щелкнуть на объекте кнопкой мыши один раз);
- с применением специальных команд редактирования.

Рассмотрим основной способ редактирования – использование специальных команд, которые находятся на панели инструментов



Чтобы активизировать эту панель, нужно нажать кнопку *Редактирование*  на компактной панели инструментов. Панель *Редактирование* содержит как отдельные кнопки, так и группы кнопок, объединяющих однотипные операции редактирования. Рассмотрим главные из них.

Первая группа команд предназначена для перемещения графических объектов на чертеже.

-  *Сдвиг* – служит для перемещения по документу объекта или группы выделенных объектов. Во время перемещения вы можете использовать как глобальные, так и локальные привязки.
-  *Сдвиг по углу и расстоянию* – позволяет перемещать выделенные объекты или группы объектов на определенную величину и в определенном направлении (то есть пропадает необходимость указания точки привязки и точки нового размещения изображения – величина и угол смещения задаются в соответствующих полях панели свойств).

Следующая команда – *Поворот*  – позволяет повернуть выбранные элементы чертежа или фрагмента вокруг определенной точки.

Команда *Масштабирование*  служит для увеличения или уменьшения изображения на чертеже. Для этого необходимо указать точку масштабирования и масштаб увеличения изображения по осям X и Y (если масштаб меньше единицы, то изображение уменьшается). Масштаб по обеим осям может отличаться, за исключением случаев, когда в масштабируемом изображении присутствуют дуги или масштабируется весь вид целиком. В таких случаях масштаб по оси Y принимается равным масштабу по оси X, а поле *Масштаб Y* на панели свойств становится недоступным.

Команда *Симметрия*  позволяет получить симметричное, относительно произвольной прямой, изображение выбранного объекта.

Следующая группа команд предназначена для копирования

выделенных объектов документа.

-  *Копирование* – позволяет копировать выделенные объекты чертежа или фрагмента. Копирование осуществляется указанием базовой точки, с последующим заданием точки размещения копии или путем определения смещения по осям относительно базовой. За один вызов команды можно сделать сколько угодно копий выделенных объектов.
-  *Копия по кривой* – копии выделенных объектов размещаются вдоль выбранной кривой с определенным шагом.
-  *Копия по окружности* – предназначена для размещения определенного количества копий объекта вдоль выбранной окружности.
-  *Копия по концентрической сетке* – копии объекта располагаются в узлах концентрической сетки (то есть по концентрическим окружностям).
-  *Копия по сетке* – копии выделенных объектов размещаются в узлах двумерной сетки.

Далее идет группа инструментов, позволяющих деформировать объекты графических документов.

-  *Деформация сдвигом* – позволяет редактировать часть (область) фрагмента или чертежа, растягивая или смещая ее относительно базовой точки.
-  *Деформация поворотом* – деформирует часть графического документа, поворачивая ее относительно базовой точки.
-  *Деформация масштабированием* – увеличивает или уменьшает указанную область изображения чертежа или фрагмента.

Следующая группа содержит кнопки, предназначенные для удаления участков кривой.

-  **Усечь кривую** – одна из самых нужных команд редактирования. Удаляет часть кривой между точками ее пересечения с другими кривыми. Если вы щелкнули на участке кривой, имеющей лишь одно пересечение с другим объектом, то удаляется весь участок до пересечения. Если кривая не имеет пересечений с окружающими объектами, то она удаляется

полностью. Возможен также другой режим работы этой команды, когда указанный участок остается на чертеже, а удаляется вся остальная кривая. Переключение режимов осуществляется при помощи кнопок в группе Режим на панели свойств.

-  *Усечь кривую 2 точками* – удаляет часть кривой между двумя точками, указанными пользователем.
-  *Выровнять по границе* – служит для продления и усечения объектов относительно выбранной кривой (границы).
-  *Удлинить до ближайшего объекта* – продлевает выделенные объекты до пересечения с указанным объектом.
-  *Удалить фаску/скругление* – удаляет указанные фаску или скругление.

Две следующих команды – *Разбить кривую*  и *Разбить кривую на N частей*  – позволяют разбить геометрический объект на несколько частей (на две произвольные части или на некоторое количество равных по длине частей соответственно).

Команда *Очистить область*  предназначена для удаления всех объектов внутри или снаружи некоторой замкнутой области (полилинии, окружности, многоугольника и т. п.).

Последняя команда на панели *Редактирование* – *Преобразовать в NURBS* . Она преобразовывает в NURBS-кривую любой указанный объект на чертеже.

Команды редактирования недоступны, если в документе нет ни одного графического объекта. Если в документе ни один объект не выделен, то остаются неактивными кнопки команд *Сдвиг*, *Сдвиг по углу и расстоянию*, *Поворот*, *Масштабирование*, *Симметрия*, *Копирование*, *Копия по кривой*, *Копия по окружности*, *Копия по концентрической сетке* и *Копия по сетке*.

1.4.4. ПОСТРОЕНИЕ РАЗМЕРОВ И РЕДАКТИРОВАНИЕ РАЗМЕРНЫХ НАДПИСЕЙ

Ни один чертеж не может считаться полноценным, если в нем нет

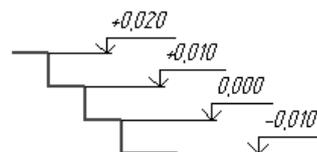
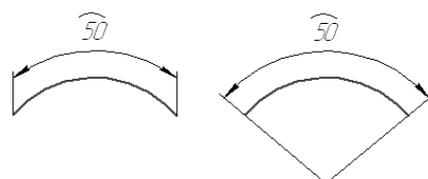
размеров и различных обозначений (знаков шероховатостей, баз, отклонений, линий выносок и пр.), предусмотренных стандартами. Система КОМПАС-График содержит большой набор средств для создания размеров и различных знаков обозначений.

Кнопки для вызова команд простановки размеров собраны на панели инструментов *Размеры* . Эту панель можно вызвать, щелкнув на одноименной кнопке переключения компактной панели.

Команды предлагают практически все возможные варианты нанесения размеров (линейный, линейный с обрывом, угловой, диаметральный, радиальный и пр.), большинство из которых рассмотрены ниже.

-  *Авторазмер* – интеллектуальная команда, самостоятельно выбирающая тип создаваемого размера в зависимости от графического объекта, указанного пользователем. Например, если после вызова этой команды вы указали щелчком окружность, система будет создавать диаметральный размер, если щелкнули на прямолинейном объекте – линейный размер и т. д. На вкладках панели свойств будут отображаться различные настройки для каждого типа размера.
-  *Линейный размер* – предназначен для простановки линейного размера на чертеже. Создание размера состоит из последовательного указания трех точек: две первые определяют собственно величину размера, а третья указывает (фиксирует) местоположение размерной линии на чертеже. В отдельных случаях трудно задать точки, определяющие величину размера. При этом лучше указать сам прямолинейный объект, чтобы система самостоятельно определила его габариты. Это можно сделать, нажав кнопку Выбор базового объекта  на панели специального управления. Кроме команды Линейный размер в этой же группе находятся другие команды, реализующие частные случаи построения линейных размеров (Линейный от общей базы, Линейный цепной и пр.). Эти команды используются значительно реже.

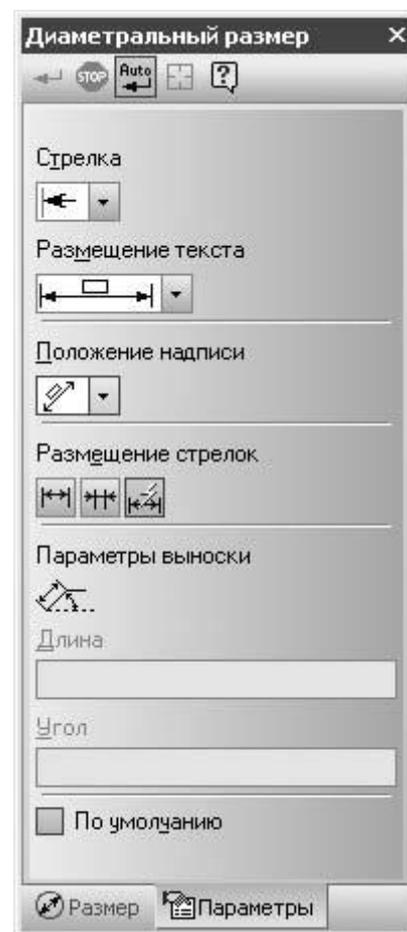
-  *Диаметральный размер* – служит для простановки диаметральных размеров окружностей. Для построения размера достаточно указать необходимую окружность и настроить параметры отображения размера.
-  *Радиальный размер* – строит радиальный размер для дуг окружностей. В этой же группе находится команда Радиальный с изломом .
-  *Угловой размер* – отвечает за построение углового размера между двумя прямолинейными объектами. Для простановки угловых размеров существует еще несколько команд, объединенных в одну группу (Угловой от общей базы, Угловой цепной, Угловой с обрывом и пр.).
-  *Размер дуги окружности* – предназначен для построения размера, показывающего длину дуги окружности.
-  *Размер высоты* – позволяет создавать ряд размеров, обозначающих отметки высоты.



При вводе размера любого типа вы можете управлять различными настройками их отображения. Их можно изменять на вкладке *Параметры панели свойств*.

Доступны следующие параметры отображения размера и размерной надписи (приведены типовые параметры для всех разновидностей размеров):

- выбор типа стрелки на концах размерной линии (раскрывающийся список *Стрелка*):
 -  – стрелка;
 -  – засечка;
 -  – вспомогательная точка;



┌ – без стрелки;

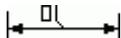
- выбор способа размещения текста размерной надписи и линии выноски (раскрывающийся список **Размещение текста**):

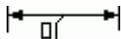
 – автоматическое (текст размещается посередине размерной линии);

 – ручное (размещение текста размера определяется пользователем);

 – на полке, влево;

 – на полке, вправо;

 – на полке, вверх;

 – на полке, вниз;

- настройка положения надписи (раскрывающийся список **Положение надписи**):

 – параллельно, над линией;

 – параллельно, в разрыве линии;

 – горизонтально, в разрыве линии.

Кроме того, можно задать размещение стрелок (внутри или снаружи выносных линий) при помощи группы команд **Размещение стрелок**. По умолчанию включено авторазмещение стрелок, при котором система самостоятельно располагает стрелки снаружи при слишком близком размещении выносных линий (малом значении номинала размера).

Очень хорошие возможности КОМПАС-График предлагает для оформления текстовой надписи (проставки различных знаков, квалитетов, отклонений и пр.). Все элементы оформления настраиваются в окне **Задание размерной надписи**, для вызова которого следует щелкнуть на поле **Размерная надпись** вкладки **Размер** настроек любого размера.

Задание размерной надписи

Редактор Вставить Формат

Текст до

Символ
 Нет \varnothing □ R M Другой...

Значение Авто

Квалитет... Включить

Отклонения Включить
 Пределы

Единица измерения

Текст после

Размер в рамке Размер в скобках
 Подчеркнуть Круглых Квадратных

Использовать по умолчанию

В этом окне можно ввести текст и символ, которые разместятся до значения размера, а также текст после размера (например, $\times 45^\circ$). Вы также можете вводить значение размера, согласованное со стандартным рядом (Ra5, Ra10, Ra20 или Ra40), или включить автоматическое определение размера указанного объекта (флажок Авто). Данное окно также содержит элементы управления для настройки качества и отклонений, отображаемых в размерной надписи, причем значения отклонений автоматически согласовываются с выбранным качеством. Выбор качества производится в окне *Выбор качества*, которое появляется при щелчке на кнопке *Квалитет*. Это избавляет вас от долгого поиска в справочнике нужного качества для отверстия или вала, а также значений отклонений, соответствующих ему. В текстовом поле в нижней части окна *Задание размерной надписи* отображается размерная надпись, которая является

результатом сделанных настроек. Установив флажок *Использовать по умолчанию*, вы можете сохранить настройки (символ, качество, значение), и они будут применяться при последующих вызовах этого окна.

1.4.5. ОБОЗНАЧЕНИЯ НА ЧЕРТЕЖЕ

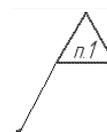
Команды для простановки обозначений (а также некоторые другие) находятся на панели инструментов *Обозначения*

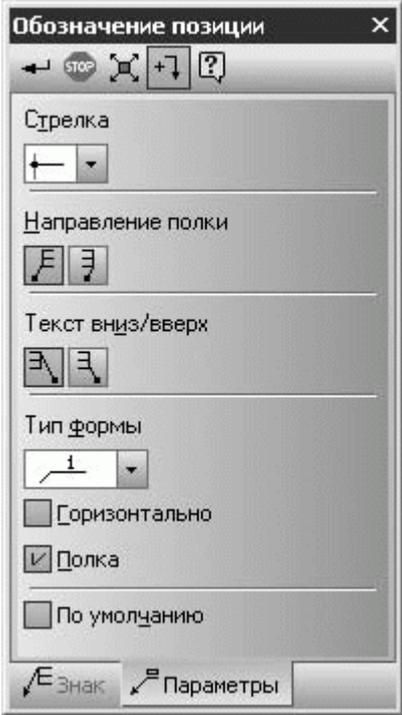


Эта панель вызывается, как и прочие, щелчком на одноименной кнопке компактной панели.

Для создания элементов оформления предназначены следующие кнопки:

-  *Шероховатость* – позволяет размещать на графических объектах (или на их продлении) знаки шероховатости. Можно использовать структуру обозначения знака по ГОСТ 2.309—73 или более позднюю редакцию, соответствующую изменению № 3 от 2003 года в ГОСТ 2.309—73. Выбрать структуру обозначения можно на вкладке Новые документы диалогового окна Параметры в разделе Графический документ > Шероховатость. Для установки знака шероховатости достаточно указать кривую, на которой он будет размещен, выбрать тип знака, а также при необходимости заполнить надписи.
-  *База* – предназначена для создания обозначения базы на чертеже. Кнопка недоступна, если документ пуст. Система автоматически отслеживает имеющиеся в чертеже базы, исходя из чего, самостоятельно подбирает букву для обозначения.
-  *Линия-выноска* – позволяет создавать на чертеже произвольное количество линий-выносок.
-  *Знак клеймения* – позволяет создать линию-выноску для обозначения клеймения.



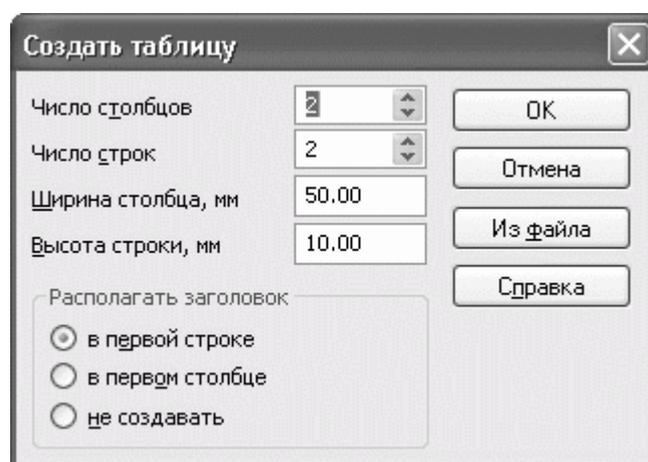
-  *Знак маркировки* – дает возможность разместить на чертеже линию-выноску с обозначением маркировки. 
-  *Знак изменения* – позволяет обозначить изменения. 
-  *Обозначение позиций* – команда, без которой не обойтись при создании сборочного чертежа. Она позволяет размещать на чертеже обозначения позиций, при этом система автоматически следит за нумерацией. Отображение позиционной выноски можно настраивать на вкладке Параметры панели свойств. Вы можете изменять тип стрелки (точка, стрелка или без стрелки), направления полки и текста относительно базовой точки, а также выбирать тип формы. Флажок Полка служит для управления отображением полки позиционной линии-выноски. 
-  *Допуск формы* – позволяет вставить в чертеж допуск формы и расположения поверхности.
-  *Линия разреза* – дает возможность создавать простую или ступенчатую линию разреза на чертеже. Буквенное обозначение разреза устанавливает система. При этом она не использует буквы, которые уже заняты для обозначения баз или других разрезов.
-  *Стрелка взгляда* – позволяет строить стрелку, указывающую направление взгляда.
-  *Выносной элемент* – создает на изображении обозначение выносного элемента (круг с линией-выноской). Обратите внимание, эта команда создает лишь обозначение выносного элемента! Само изображение, которое попало в пределы, охваченные этим обозначением, вы должны

чертить сами (за исключением изображений ассоциативных видов).

На панели инструментов **Обозначения** есть несколько команд, не связанных с обозначениями:

-  **Ввод текста** – служит для создания текстовых надписей на чертеже или фрагменте. При оформлении текста вы можете выбирать любой шрифт, устанавливать междустрочный и междусимвольный интервалы, задавать выравнивание текста, вставлять в текст различные символы, спецзнаки, использовать дроби, верхние/нижние индексы и пр. Все перечисленные параметры настраиваются на панели свойств.

-  **Ввод таблицы** – позволяет поместить на чертеж таблицу. После указания точки привязки таблицы в документе (верхнего левого угла размещаемой таблицы) появится окно создания новой таблицы. В нем можно задать количество строк



и столбцов, а также их размеры. Чтобы изменить ширину столбцов, можно просто перетащить границы ячеек таблицы мышью.

-  **Осевая линия по двум точкам** – строит осевую линию по двум указанным точкам. Особенность этой команды заключается в том, что она автоматически формирует выступы (их величину можно настраивать на панели свойств) слева и справа от указанных точек. Таким образом, осевая хорошо «ложится» на объект, и ее не нужно дополнительно растягивать.
-  **Автоосевая** – также создает осевую линию. Ее преимущество перед кнопкой Осевая линия по двум точкам состоит в том, что она распознает тип указанного пользователем объекта, в зависимости от чего предлагает оптимальный способ построения осевой. Например, при указании окружности команда без каких-либо дополнительных настроек создаст оси симметрии этой окружности. При последовательном указании двух

параллельных отрезков осевая линия будет размещена посередине между ними и т. д.

-  *Обозначение центра* – предназначена для обозначения центра окружностей, дуг, эллипсов, прямоугольников и пр. По умолчанию обозначение центра формируется в виде двух пересекающихся осей. Можно также указывать центр одной осью или точкой.
-  *Волнистая линия* – позволяет автоматически создать волнистую линию обрыва по двум указанным крайним точкам.
-  *Линия с изломами* – составляет одну группу с предыдущей кнопкой и позволяет строить на чертеже линию обрыва с изломами.

1.4.6. ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖА

Оформление чертежа – различные элементы чертежа (основная надпись, рамка, технические требования и пр.), которые, как правило, должны присутствовать обязательно. Их внешний вид типичен для чертежей конкретной отрасли промышленности и определяется требованиями стандартов.

При создании нового чертежа на нем размещается лист формата А4. Чтобы назначать формат для вновь создаваемых чертежей необходимо использовать окно *Параметры* ⇒ вкладка *Новые документы* ⇒ раздел *Графический документ* ⇒ *Параметры первого листа*.

Изменить формат и ориентацию первого листа уже созданного чертежа можно двумя способами:

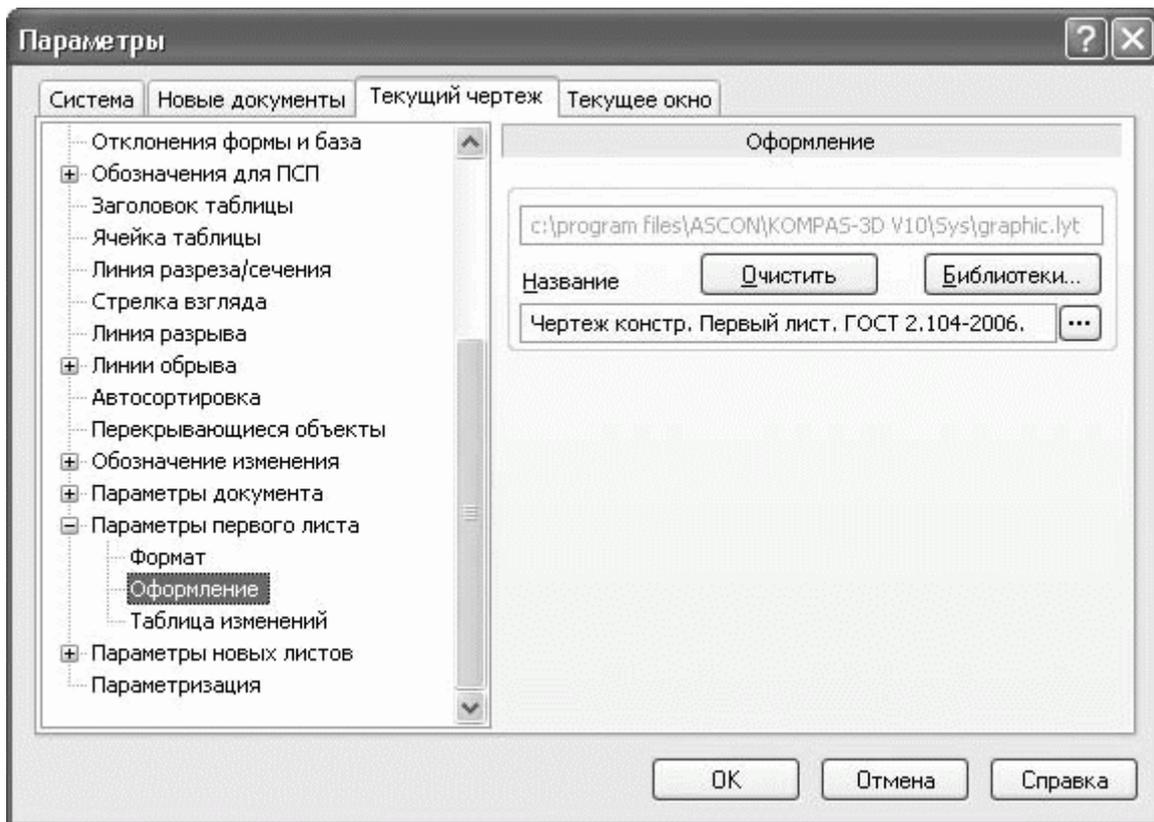
- с помощью окна *Параметры* (вкладка *Текущий чертеж* ⇒ раздел *Параметры первого листа*);

- при помощи Менеджера документа.

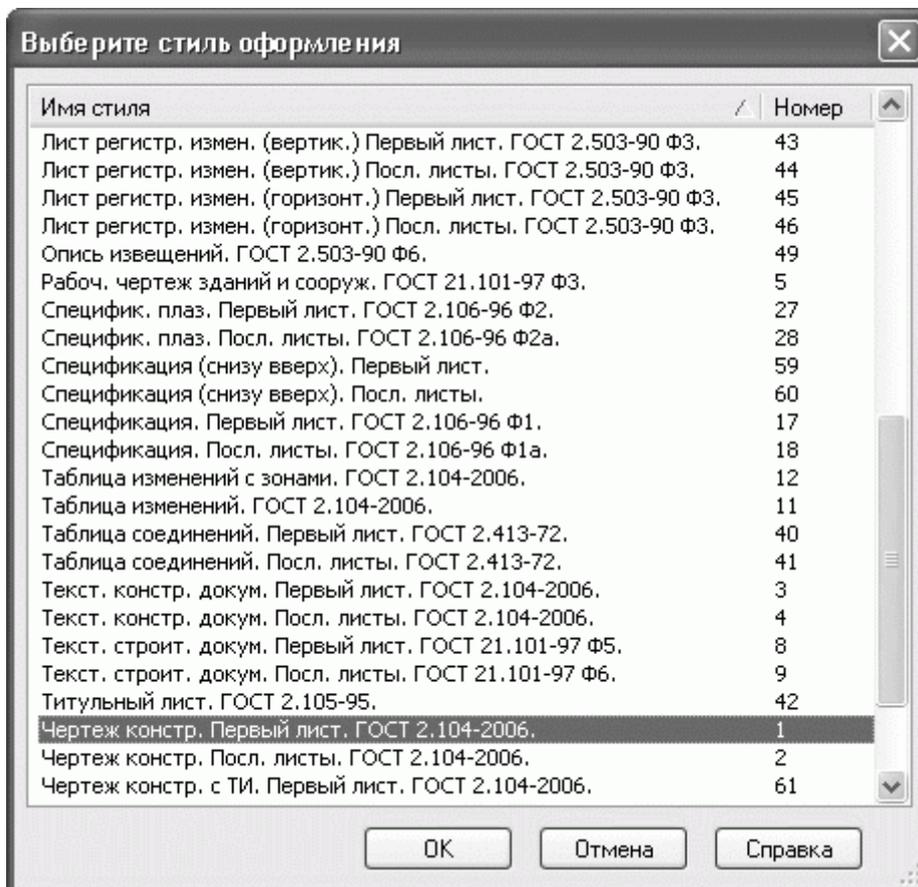
Рассмотрим первый способ подробнее.

1. Создайте документ КОМПАС-Чертеж (если вы ничего не меняли в настройках, у вас должен автоматически открыться пустой лист формата А4).

2. Откройте окно *Параметры* (команда *Сервис* ⇒ *Параметры*).



3. Для изменения основной надписи щелкните на кнопке с многоточием справа от поля с названием текущего стиля оформления. Откроется окно *Выберите стиль оформления* со списком доступных стилей.



2. Лабораторно-практическая работа № 1

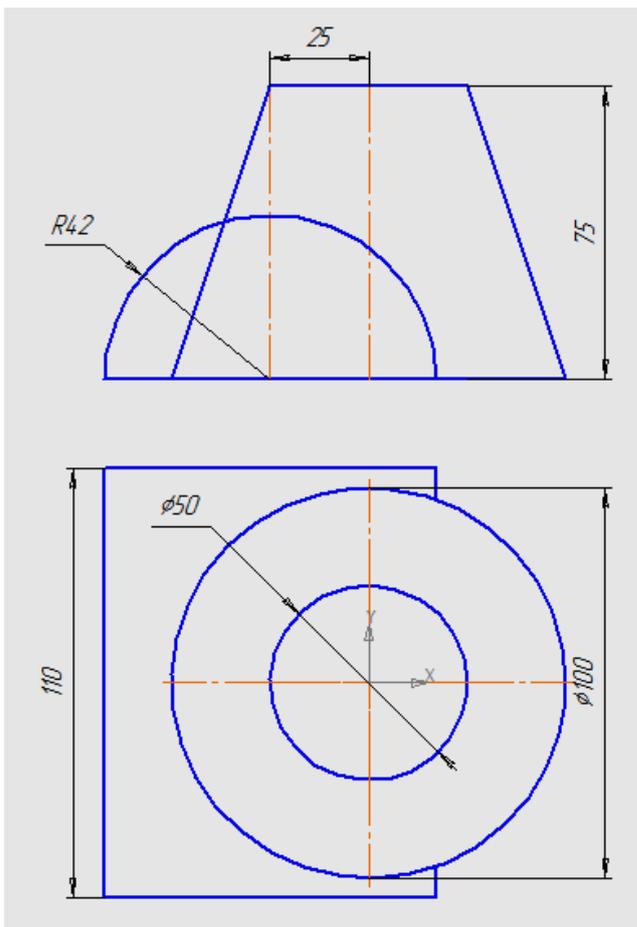
Введение в систему КОМПАС-3D

2.1. Цели лабораторно-практической работы

1. Ознакомиться с интерфейсом системы КОМПАС-3D.
2. Осуществить базовые настройки чертежа.
3. Начальное знакомство по использованию команд КОМПАС-3D.
4. Освоить приемы выполнения простейших геометрических построений и простановки размеров.

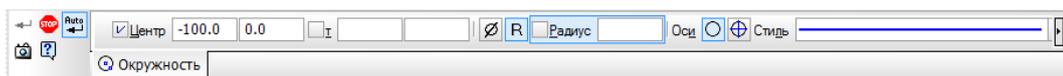
2.2. Технология выполнения лабораторно-практической работы

1. Включите компьютер, осуществите загрузку операционной системы, введя имя пользователя и пароль.
2. Создайте папку на рабочем столе с именем своей группы, в которой в дальнейшем будете сохранять все выполняемые работы.
3. Запустите КОМПАС-3D: кнопка [Пуск] ⇒ Все программы ⇒ АСКОН ⇒ КОМПАС-3D.
4. Нажмите кнопку "**Создать**" и выберите "**Фрагмент**". На экране появится чистый лист с системой координат.
5. На панели инструментов нажмите значок  "**Установка глобальных привязок**" и выберите "**Все привязки**".
6. Выполните чертеж:

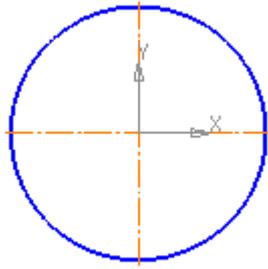


6.1. На панели инструментов слева нажмите значок  "**Геометрия**", чтобы появилась панель с геометрическими фигурами.

6.2. Начнем построение с окружности $\varnothing 100$. Щелкните по значку  "**Окружность**". Внизу страницы появится панель:

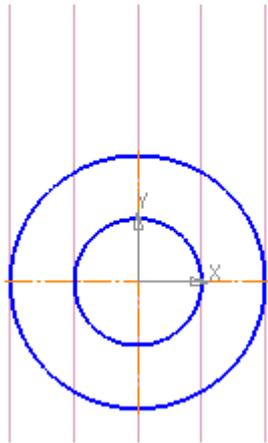


Выберите стиль линии "**Основная**", щелкните по значкам  "**Диаметр**" и  "**С осями**", подведите мышку к началу координат. Начало координат пометится крестиком и появится надпись "**Ближайшая точка**". Щелкните мышкой, введите число 100 и нажмите "**Enter**". На экране появится следующее изображение:

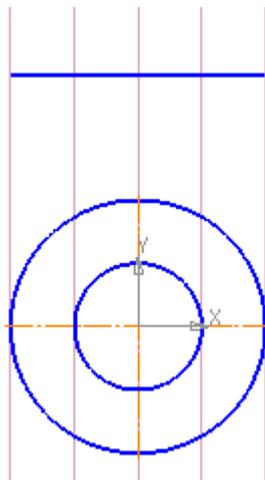


6.3. Аналогично постройте окружность $\varnothing 50$, но вместо значка  выберите значок  "**Без осей**", т.к. оси были нанесены при построении внешней окружности.

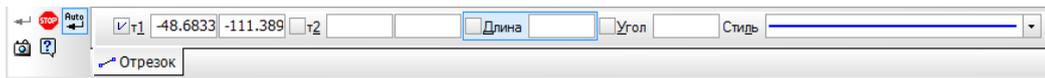
6.4. Теперь проведем вспомогательные линии. Для этого в группе команд для построения прямых выберите кнопку  "**Вертикальная прямая**" и проведите 5 вертикальных прямых, как показано на рисунке:



6.5. Теперь проведем отрезок, как показано на рисунке:

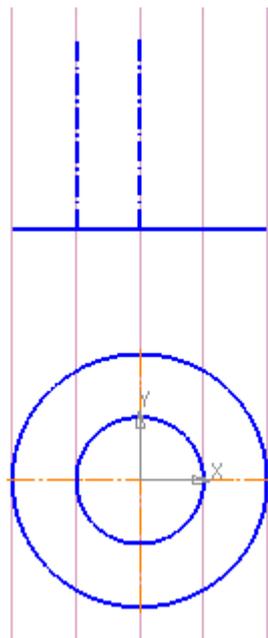


Для этого щелкните по значку  "**Отрезок**". Внизу страницы появится панель:

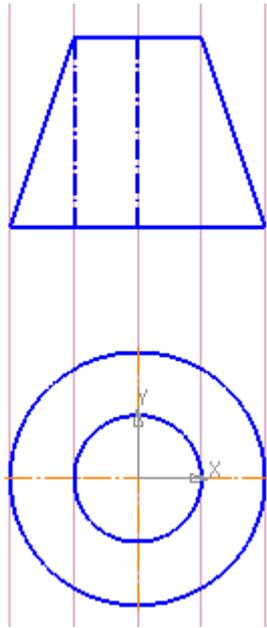


Выберите стиль линии "**Основная**", подведите мышку к первой вспомогательной линии. Щелкните мышкой, подведите мышку к последней вспомогательной линии. Должна появиться надпись: "Длина 100,0 угол 0,0 нормаль", щелкните мышкой.

6.6. Теперь проведем две осевые линии верхнего изображения. Щелкните по значку  "**Отрезок**", выберите стиль линии "**Осевая**", подведите мышку к точке пересечения построенного отрезка со второй вспомогательной линией (появится слово "**Пересечение**"), щелкните мышкой, введите число 75 и нажмите "**Enter**". Совместите полученный отрезок со вспомогательной линией и щелкните мышкой. Аналогично проведите вторую осевую линию. В результате получится изображение:



6.7. Постройте трапецию с помощью отрезков, выбрав стиль линии "**Основная**" и щелкая по начальной и конечной точкам.

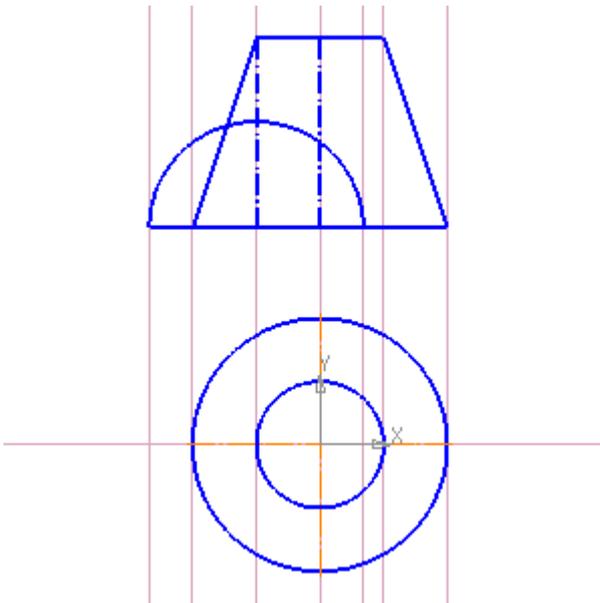


6.8. Теперь на верхнем изображении построим полукруг. Для этого вначале постройте окружность: щелкните по значку  "**Окружность**", выберите стиль линии "**Основная**", щелкните по значкам  "**Радиус**" и  "**Без осей**", подведите мышку к точке пересечения нижнего основания трапеции со второй вспомогательной линией, щелкните мышкой, введите число 42 и нажмите "**Enter**".

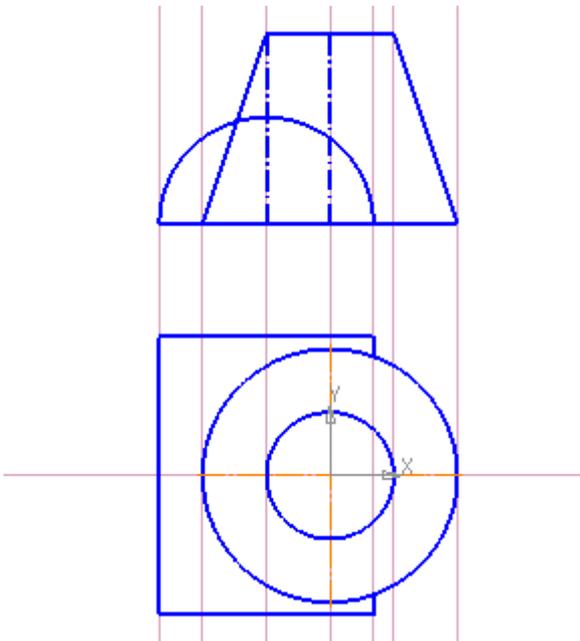
6.9. Проведите отрезок, соединяющий нижнее основание трапеции с окружностью.

6.10. Теперь надо удалить нижнюю часть окружности. Для этого на панели инструментов выберите значок  "**Редактирование**" и затем значок  "**Усечь кривую**". Щелкните мышкой по линии, которую надо удалить.

6.11. Постройте еще две вспомогательные вертикальные линии и одну горизонтальную:



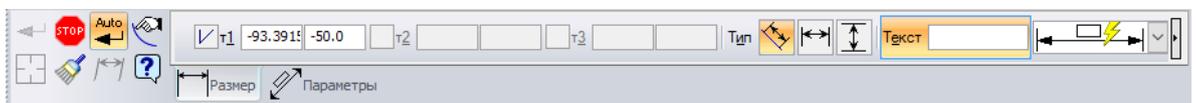
6.12. С помощью инструмента отрезок завершите построение чертежа.



6.13. Удалим вспомогательные линии. Выделите вспомогательную линию и нажмите **Delete**.

6.14. Теперь нанесем размеры на наш чертеж. Для этого на панели инструментов выберите значок  "**Размеры**".

6.15. Для нанесения линейных размеров нажмите значок  "**Линейный размер**". Внизу страницы появится панель:



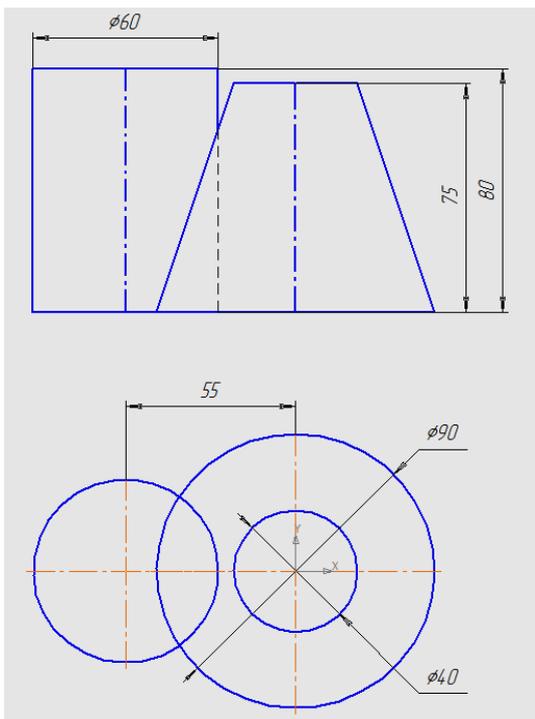
Выбираем тип размера ( "*Параллельно объекту*",  "*Горизонтальный*",  "*Вертикальный*"), щелкаем мышкой по концам отрезка, размеры которого надо указать, выдвигаем появившуюся размерную линию на необходимое расстояние и еще раз щелкаем мышкой. Для того, чтобы сделать надпись $\text{Ø}100$, щелкните мышкой дважды по числу 100 и в появившемся окне около знака диаметра поставьте отметку.

6.16. Для нанесения диаметра окружности выберите значок  "*Диаметральный размер*" и щелкните по окружности. Затем щелкните мышкой один раз по построенной размерной линии, рядом появится всплывающая панель инструментов с помощью которой настройте внешний вид размерной линии.

6.17. Для нанесения радиуса окружности выберите значок  "*Радиальный размер*" и щелкните по окружности. Затем щелкните мышкой один раз по построенной размерной линии, рядом появится всплывающая панель инструментов с помощью которой настройте внешний вид размерной линии.

6.18. Чертеж готов! Сохраните выполненный чертеж в своей папке под именем Фрагмент1.

7. В этом же файле самостоятельно выполните чертеж:



8. Сохраните выполненный чертеж и завершите работу с программой КОМПАС-3D.

3. Лабораторно-практическая работа № 2

Построение геометрических примитивов в КОМПАС-3D

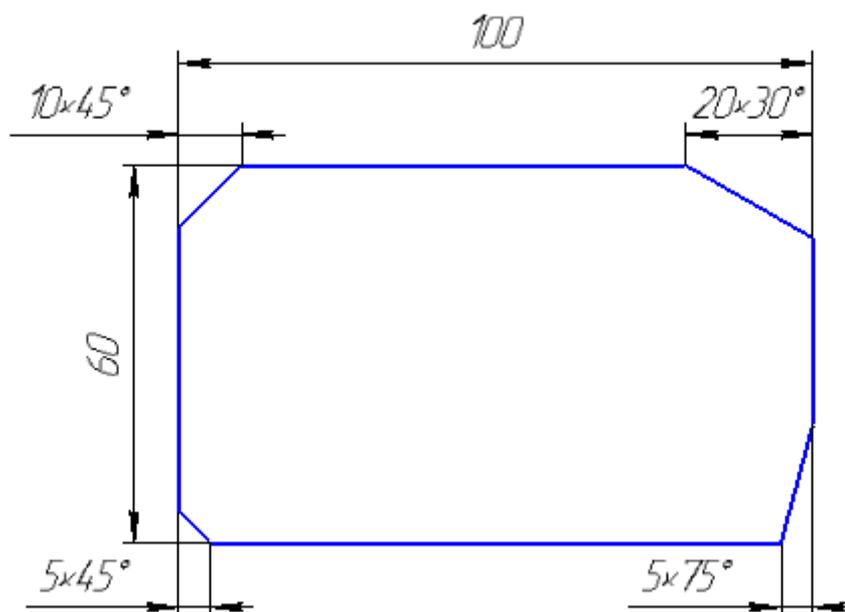
3.1. Цели лабораторно-практической работы

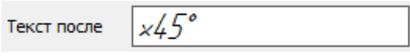
1. Закрепить навыки по осуществлению базовых настроек чертежа.
2. Закрепить навыки выполнения простейших геометрических построений и простановки размеров.
3. Освоить приемы объектной привязки элементов чертежа.
4. Освоить использование команд "Фаска", "Скругление", "Разбить кривую".

3.2. Технология выполнения лабораторно-практической работы

1. Включите компьютер, осуществите загрузку операционной системы, введя имя пользователя и пароль.
2. Запустите КОМПАС-3D: кнопка [Пуск] \Rightarrow Все программы \Rightarrow АСКОН \Rightarrow КОМПАС-3D.

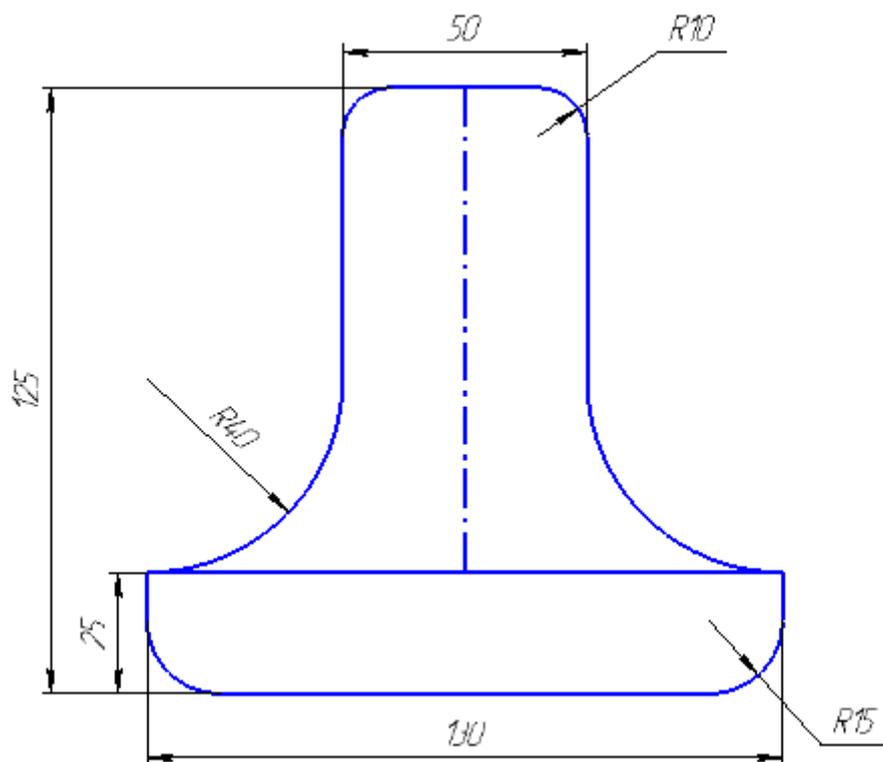
3. Нажмите кнопку "**Создать**" и выберите "**Фрагмент**". На экране появится чистый лист с системой координат.
4. Перед началом работы необходимо установить глобальные привязки (на панели инструментов нажмите значок  "**Установка глобальных привязок**").
5. Выполните чертеж:



- 5.1. Вначале из отрезков строим прямоугольник.
- 5.2. Чтобы сделать усеченные углы на панели инструментов выберите значок  "**Фаска**" → укажите длину → укажите угол → щелкните Элемент 1 значок  "**Усечь первый элемент**" → щелкните Элемент 2 значок  "**Усечь второй элемент**". Теперь мышкой щелкните вначале по горизонтальной линии, а затем по вертикальной линии, между которыми надо усечь угол.
- 5.3. Проставьте размеры. На данном чертеже все размеры линейные.
- 5.4. Для того, чтобы к размеру добавить меру угла дважды щелкните мышкой по размеру и в появившемся окне щелкните по кнопке  $\times 45^\circ$. В графе "**Текст после**" появится надпись , которую можно при необходимости отредактировать.

5.5. Сохраните выполненный чертеж в своей папке под именем Фрагмент2.

6. В этом же файле выполните чертеж:



6.1. Вначале из отрезков постройте прямоугольник.



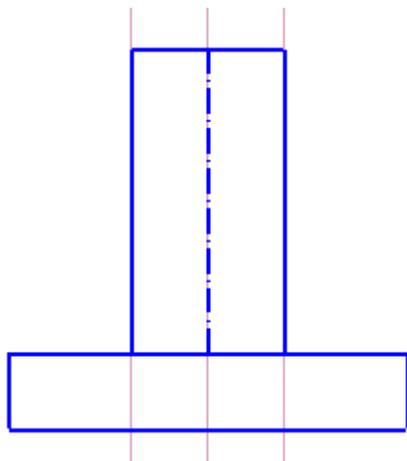
6.2. Используя привязку "*Середина*" постройте вспомогательную вертикальную прямую. Для этого выберите значок  "*Вертикальная прямая*", подведите курсор мыши к середине горизонтального отрезка (рядом с курсором появится надпись "*Середина*") и щелкните правой кнопкой мыши.

6.3. По обе стороны от построенной вспомогательной прямой проведем параллельные к ней прямые на расстоянии $50/2=25$ мм. Для этого выберите значок  "*Параллельная прямая*", щелкните мышкой по вспомогательной прямой, введите число 25 и нажмите клавишу "*Enter*".

Подтвердите построение полученных прямых щелкнув по каждой из них мышкой или нажав значок  "**Создать объект**".

6.4. На полученных вспомогательных прямых постройте 2 отрезка длиной $125 - 25 = 100$ мм. Соедините их отрезком.

6.5. На средней вспомогательной прямой проведите осевую линию.

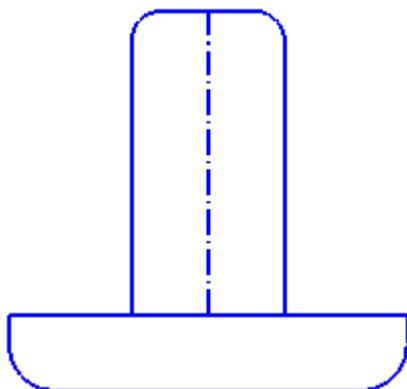


6.6. Удалите вспомогательные линии.

6.7. Чтобы сделать скругленные углы на панели инструментов выберите значок  "**Скругление**" → введите радиус → щелкните Элемент 1

значок  "**Усекать первый элемент**" → щелкните Элемент 2 значок

 "**Усекать второй элемент**". Теперь мышкой щелкните по одной линии, а затем по другой линии, угол между которыми надо скруглить.



6.8. Выберите на панели инструментов значок  "**Скругление**" →

введите радиус 40 → щелкните Элемент 1 значок  "**Не усекать**

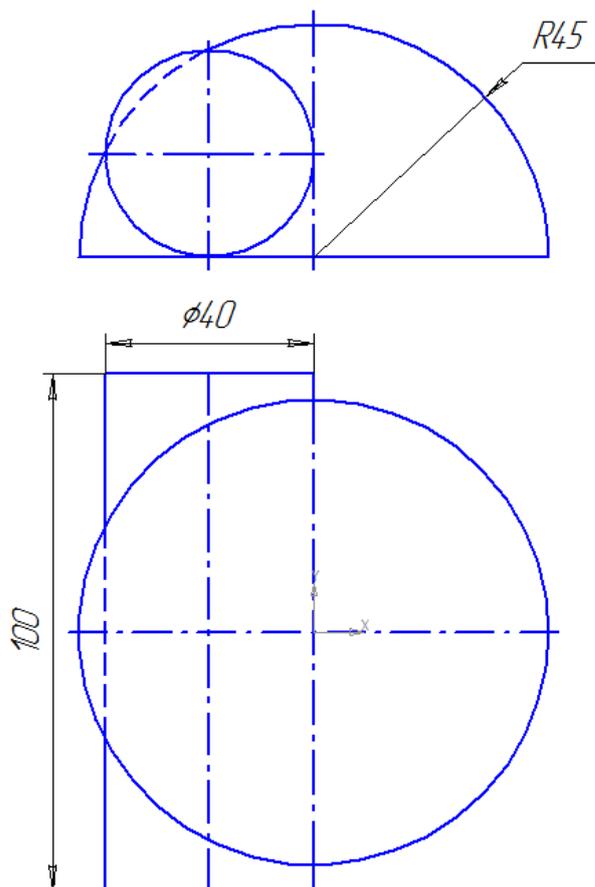
первый элемент" → щелкните Элемент 2 значок  "**Усекать второй**

элемент". Теперь мышкой щелкните сначала по горизонтальной линии, а потом по вертикальной линии.

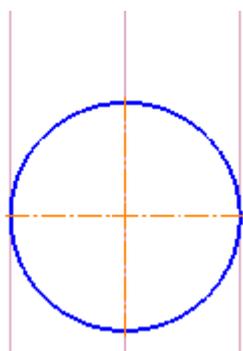
6.9. Проставьте размеры согласно образцу.

6.10. Сохраните выполненный чертеж.

7. В этом же файле выполните чертеж:

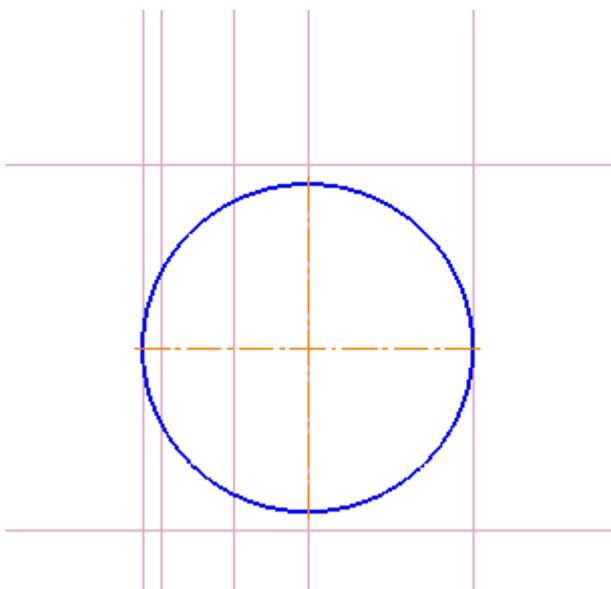


7.1. Постройте окружность с осями радиуса 45 мм и три вертикальные прямые, как показано на рисунке.



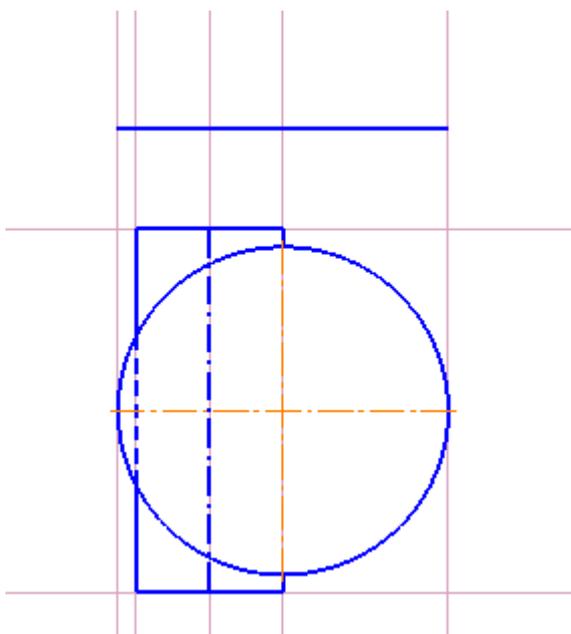
7.2. Проведите с помощью инструмента "*Параллельная прямая*" слева от вертикальной осевой линии 2 параллельные прямые на расстоянии 40 мм и $40/2=20$ мм.

7.3. Проведите с помощью инструмента "*Параллельная прямая*" по обе стороны от горизонтальной осевой линии 2 параллельные прямые на расстоянии $100/2=50$ мм.



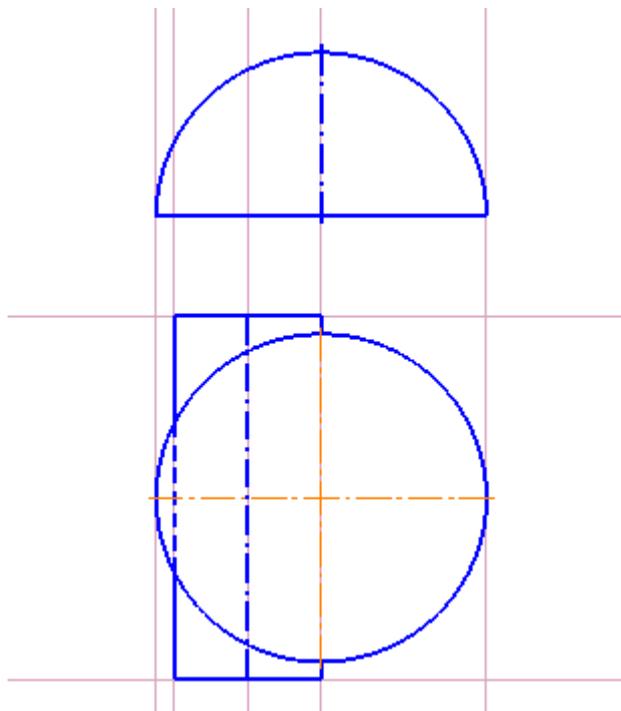
7.4. С помощью инструмента "*Отрезок*" завершите построение нижней части чертежа.

7.5. Перейдите к построению верхней части чертежа. Вначале постройте горизонтальный отрезок, как показано на рисунке.

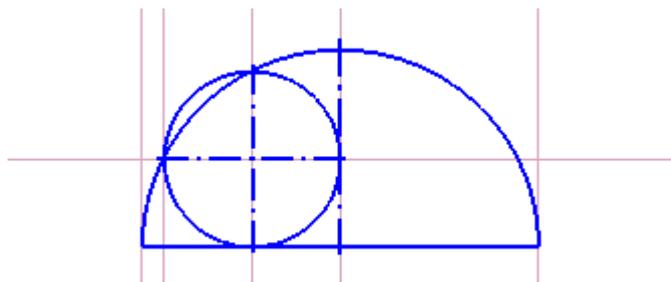


7.6. Проведите полуокруг. Для этого на панели инструментов в группе команд для построения дуги окружности выберите значок  "*Дуга*".

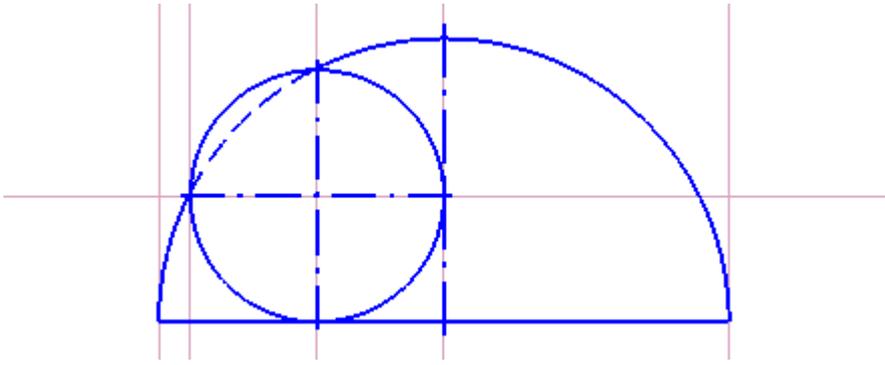
Щелкните по центру окружности → щелкните по точке начала дуги → щелкните по точке конца дуги. В построенном полукруге проведите горизонтальную ось с помощью инструмента "*Отрезок*", выбрав стиль линии "*Осевая*".



7.7. Найдите центр окружности $\varnothing 40$ путем построения параллельной прямой к основанию полукруга на расстоянии $40/2=20$ мм. Постройте окружность с осями $\varnothing 40$.



7.8. Для того, чтобы сделать часть дуги пунктиром необходимо вначале разбить дугу. Для этого на панели инструментов выберите  "*Редактирование*" →  "*Разбить кривую*". Данная функция разбивает кривую на две части. Вначале надо щелкнуть по кривой, которую хотите разбить, а затем щелкнуть по точке желаемого разбиения. Чтобы разбить кривую на три части повторите эту операцию дважды. Выделите часть кривой и замените стиль линии.



7.9. Удалите вспомогательные линии и проставьте размеры, согласно образца.

7.10. Сохраните выполненный чертеж.

8. Сохраните выполненный чертеж и завершите работу с программой КОМПАС-3D.

4. Лабораторно-практическая работа № 3

Работа с графическими объектами в КОМПАС-3D

4.1. Цели лабораторно-практической работы

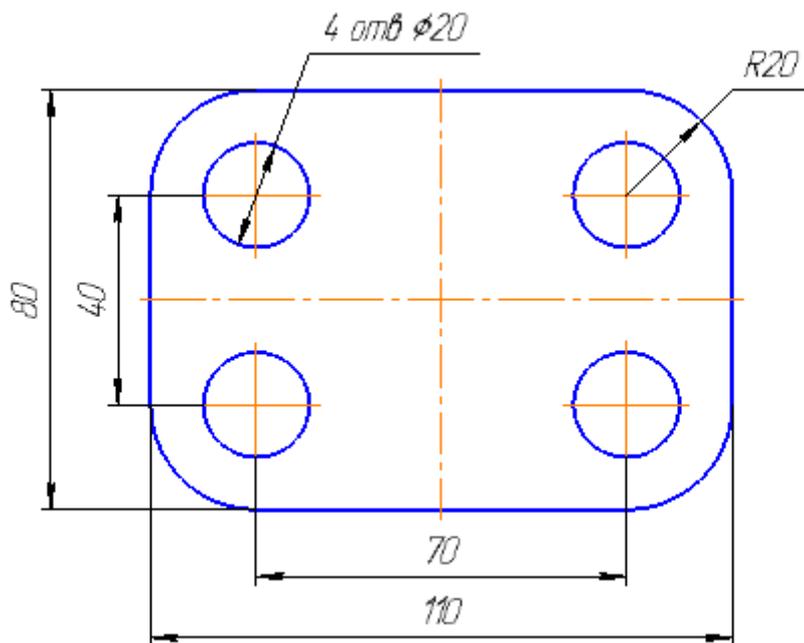
1. Закрепить навыки выполнения простейших геометрических построений и простановки размеров.
2. Закрепить навыки использование команд "Скругление", "Усечь кривую".
3. Освоить приемы редактирования элементов чертежа.
4. Освоить использование команды "Симметрия".

4.2. Технология выполнения лабораторно-практической работы

1. Включите компьютер, осуществите загрузку операционной системы, введя имя пользователя и пароль.
2. Запустите КОМПАС-3D: кнопка [Пуск] ⇒ Все программы ⇒ АСКОН ⇒ КОМПАС-3D.
3. Нажмите кнопку "*Создать*" и выберите "*Фрагмент*". На экране появится чистый лист с системой координат.

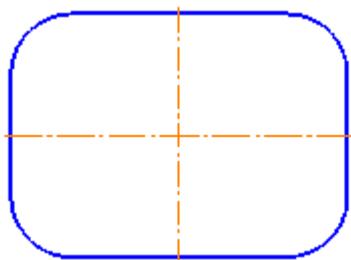
4. Перед началом работы необходимо установить глобальные привязки (на панели инструментов нажмите значок  "Установка глобальных привязок").

5. Выполните чертеж пластины:



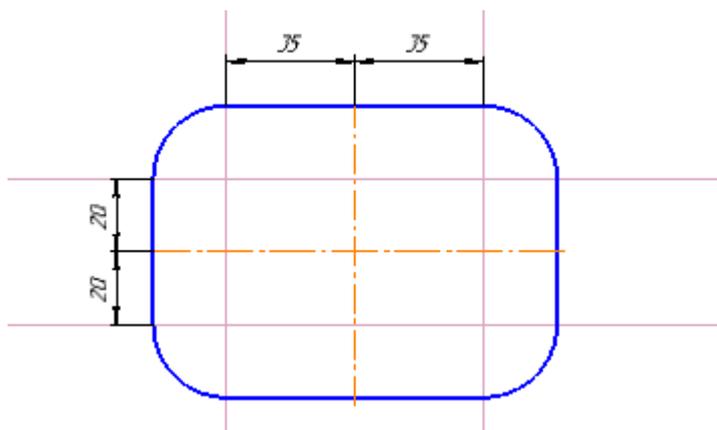
5.1. Вначале постройте прямоугольник, выбрав на панели инструментов значок  "Прямоугольник" и задав значения параметров *Высота* 80, *Ширина* 110,  "С осями".

5.2. Выполните скругление углов прямоугольника радиусом 20. Для этого включите кнопку  "Скругление на углах объекта", задайте радиус и мышкой щелкните на каждом из углов прямоугольника.



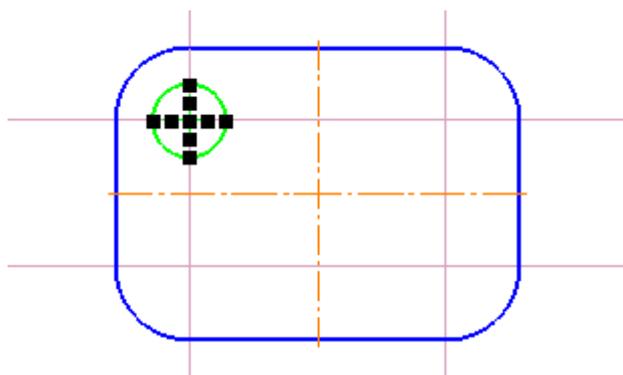
5.3. Определите центры окружностей. Для этого с помощью команды "Параллельная прямая" постройте параллельные прямые по обе стороны от горизонтальной оси прямоугольника на расстоянии $40/2=20$ и от вертикальной оси на расстоянии $70/2=35$. Полученные точки

пересечений вспомогательных прямых будут искомыми центрами окружностей.

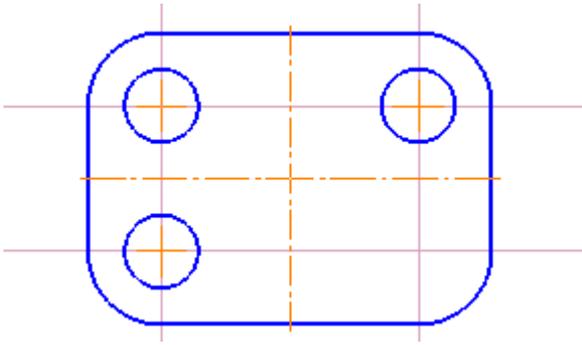


5.4. Постройте левую верхнюю окружность с осями радиусом 10.

5.5. Выделите построенную окружность вместе с осями. Для этого удерживая клавишу *Shift* щелкните мышкой по окружности и по осям. Выделенные объекты окрасятся в зеленый цвет.



5.6. На панели  "*Редактирование*" выберите команду  "*Симметрия*" \Rightarrow укажите ось симметрии (щелкните мышкой по горизонтальной осевой линии в двух местах). На чертеже появится правая верхняя окружность. Теперь щелкните мышкой по вертикальной осевой линии в двух местах. На чертеже появится левая нижняя окружность.

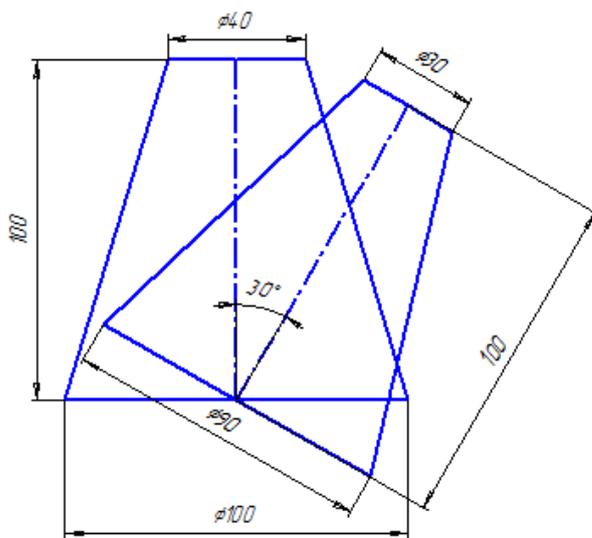


5.7. С помощью команды  "*Симметрия*" постройте правую нижнюю окружность. Какую из построенных окружностей надо выделить?

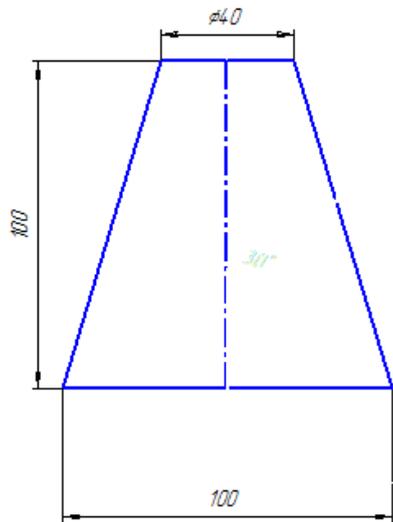
5.8. Удалите вспомогательные линии и проставьте размеры, согласно образцу.

5.9. Сохраните выполненный чертеж в своей папке под именем Фрагмент3.

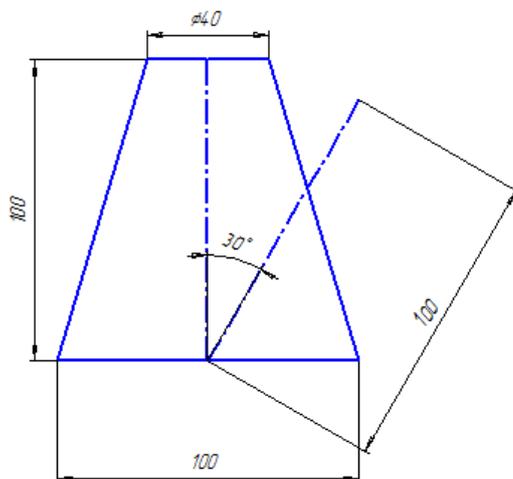
6. В этом же файле выполните чертеж:



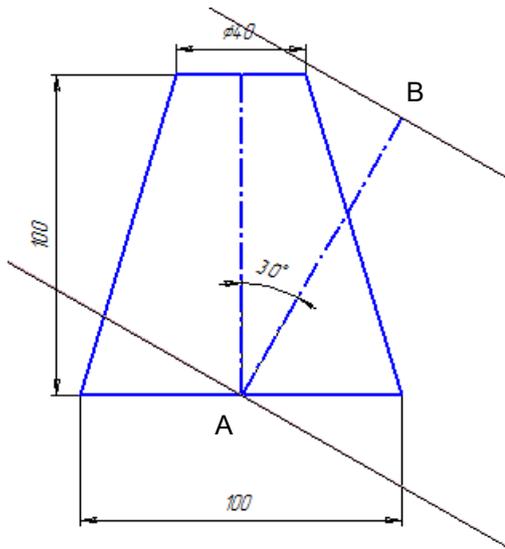
6.1. Пользуясь навыками, приобретенными ранее, постройте трапецию:



6.2. Построим ось второй трапеции. Углы отмеряются от горизонтальной линии против часовой стрелки. Таким образом, нам надо провести отрезок под углом $90-30=60^\circ$ от основания трапеции. Выберите "**Отрезок**", установите стиль линии "**Осевая**", укажите длину 100 и угол 60, затем щелкните по точке, от которой надо этот отрезок отложить.



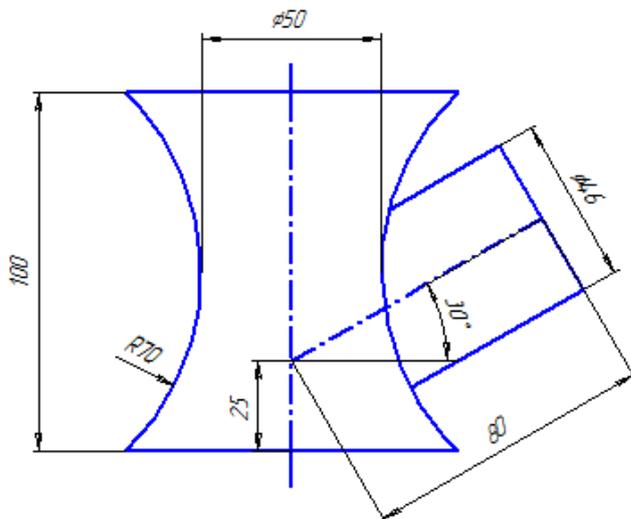
6.3. Проведем две вспомогательные линии через точки А и В перпендикулярно отрезку АВ. Для этого среди вспомогательных линий выберите значок  "**Перпендикулярная прямая**" → щелкните по отрезку АВ → щелкните по точке А → щелчком мыши подтвердите вставку линии. Проведите аналогичную прямую через точку В.



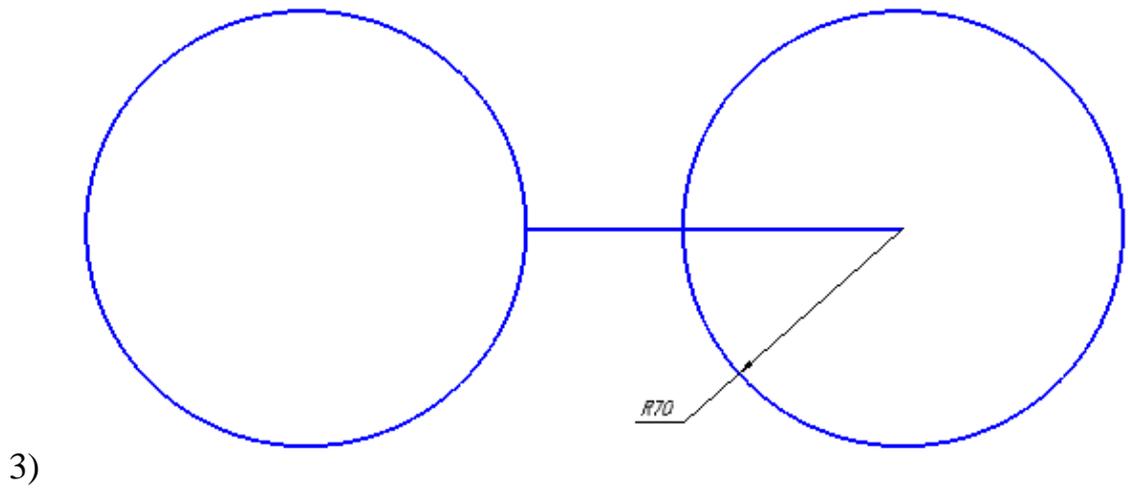
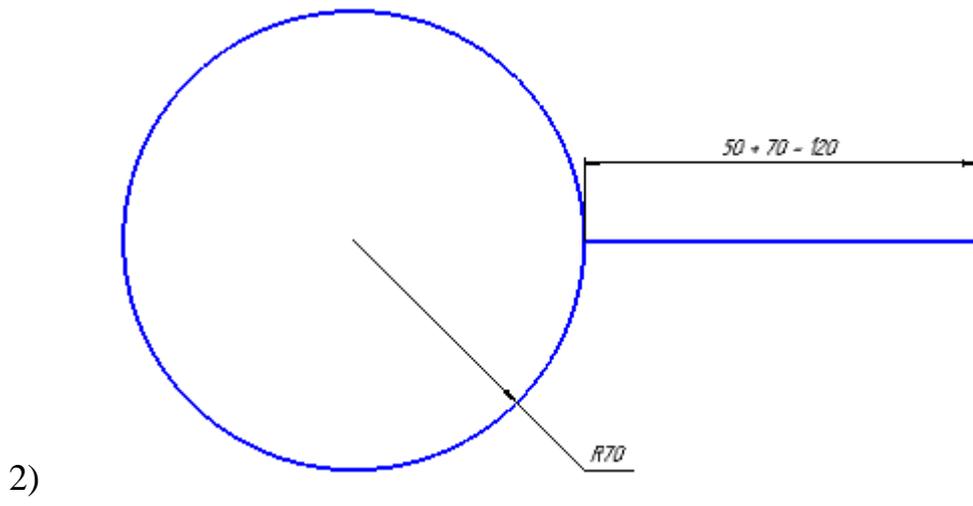
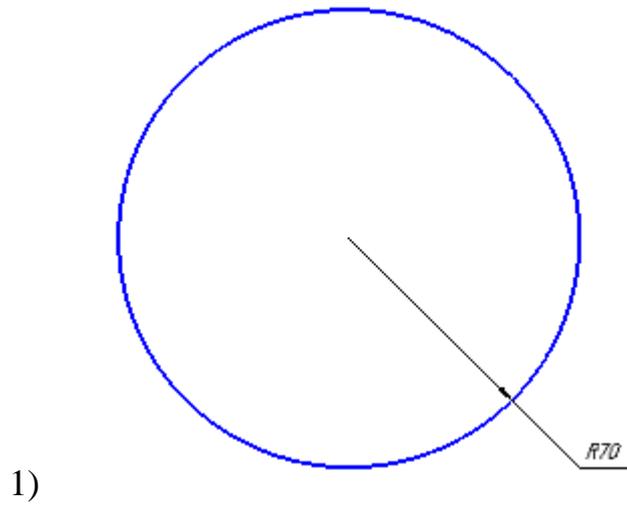
6.4. Завершите построение чертежа самостоятельно, проставьте размеры.

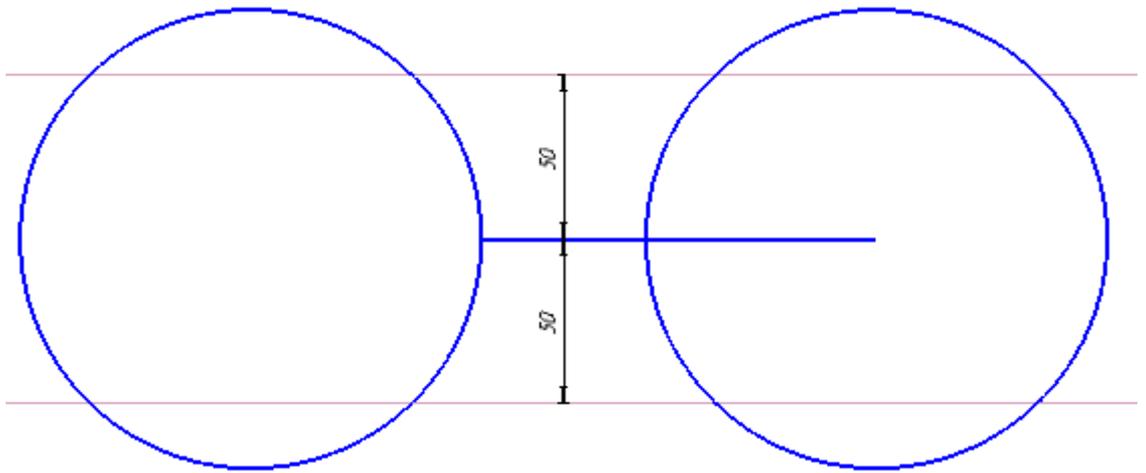
6.5. Сохраните выполненный чертеж.

7. В этом же файле выполните чертеж:

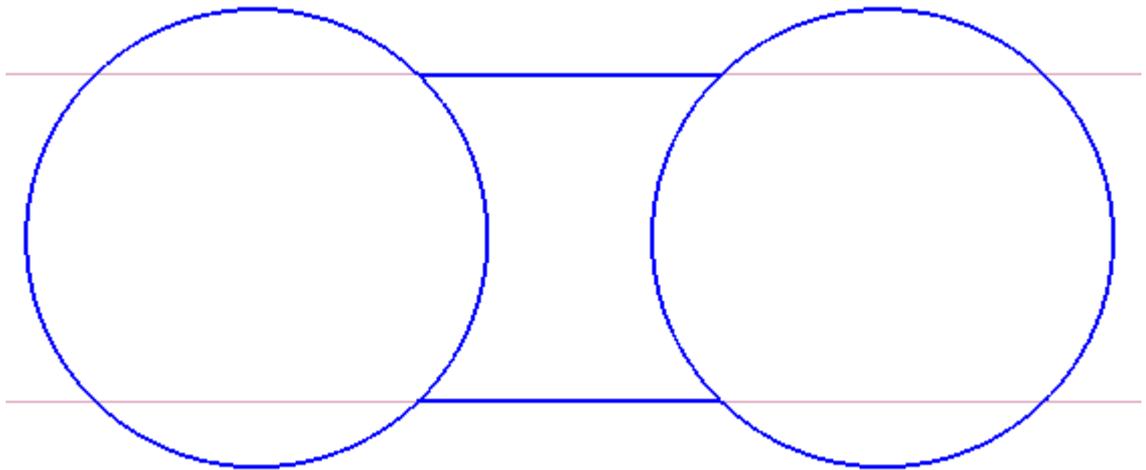


7.1. Последовательность построения показана на рисунках (размеры не проставляйте):





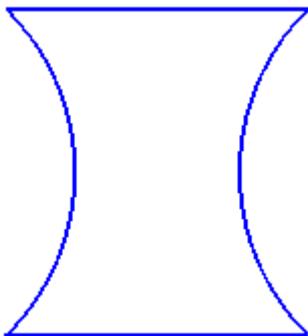
4)



5)

7.2. Удалите вспомогательные линии.

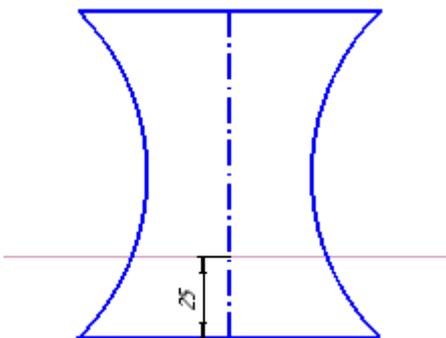
7.3. С помощью инструмент  "*Усечь кривую*" на панели инструментов  "*Редактирование*" удалите ненужные части линий:



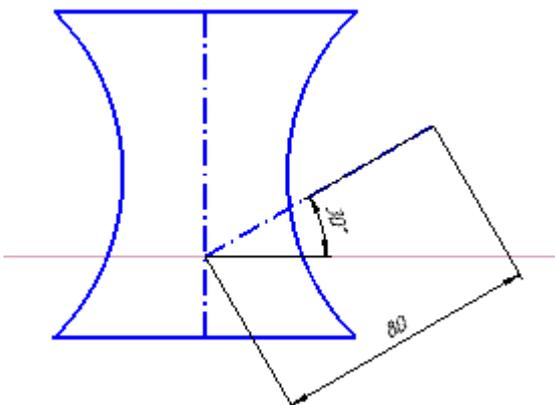
7.4. Пользуясь инструментом "*Отрезок*" и привязкой "*Середина*" постройте осевую линию полученной фигуры.

7.5. На построенной оси найдите точку, от которой будете строить ось второй фигуры. Для этого с помощью инструмента "*Параллельная*"

прямая" постройте вспомогательную прямую параллельную нижнему основанию фигуры на расстоянии 25 мм от него. Искомой точкой будет точка пересечения оси фигуры и вспомогательной прямой.

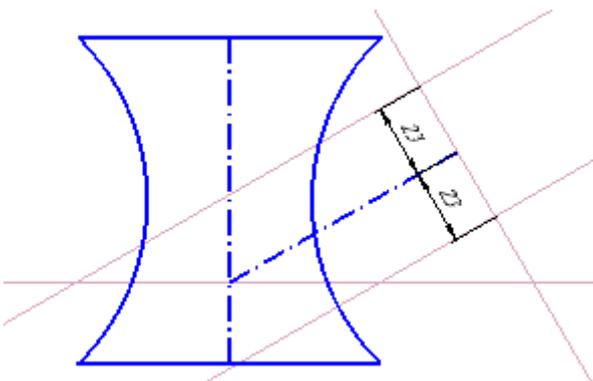


7.6. От полученной точки отложите отрезок длиной 80 мм под углом 30°. Стиль линии выберите "Осевая".



7.7. Через конец полученного отрезка проведите вспомогательную прямую, перпендикулярную к нему с помощью инструмента  "Перпендикулярная прямая".

7.8. По обе стороны от построенного отрезка проведите 2 параллельные прямые на расстоянии $46/2=23$ мм от него.



7.9. Завершите построение чертежа самостоятельно, проставьте размеры.

7.10. Сохраните выполненный чертеж.

8. Сохраните выполненный чертеж и завершите работу с программой КОМПАС-3D.

5. Лабораторно-практическая работа № 4

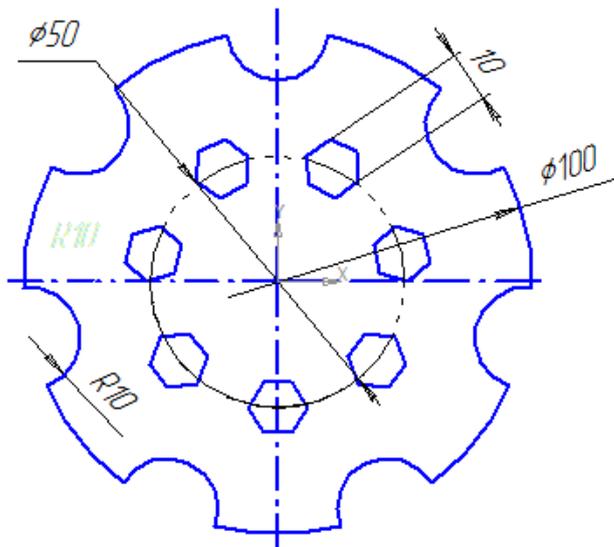
Построение простейших чертежей в КОМПАС-3D

5.1. Цели лабораторно-практической работы

1. Закрепить навыки выполнения простейших геометрических построений и простановки размеров.
2. Закрепить навыки использования команд "Разбить кривую", "Усечь кривую".
3. Получить навыки по вычерчиванию объектов чертежа, состоящих из отдельных примитивов
4. Освоить приемы редактирования элементов чертежа.
5. Освоить использование команды "Копирование по окружности".

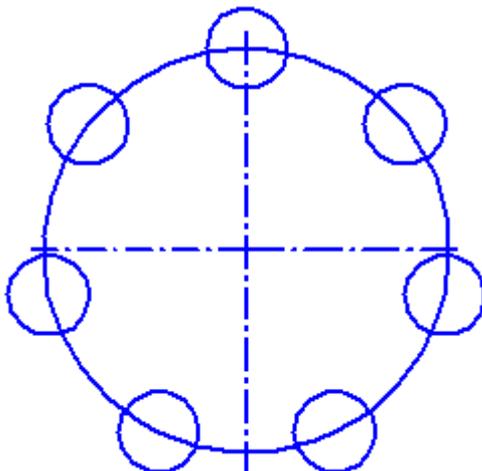
5.2. Технология выполнения лабораторно-практической работы

1. Включите компьютер, осуществите загрузку операционной системы, введя имя пользователя и пароль.
2. Запустите КОМПАС-3D: кнопка [Пуск] ⇒ Все программы ⇒ АСКОН ⇒ КОМПАС-3D.
3. Нажмите кнопку "*Создать*" и выберите "*Фрагмент*". На экране появится чистый лист с системой координат.
4. Перед началом работы необходимо установить глобальные привязки (на панели инструментов нажмите значок  "*Установка глобальных привязок*").
5. Выполните чертеж крышки:

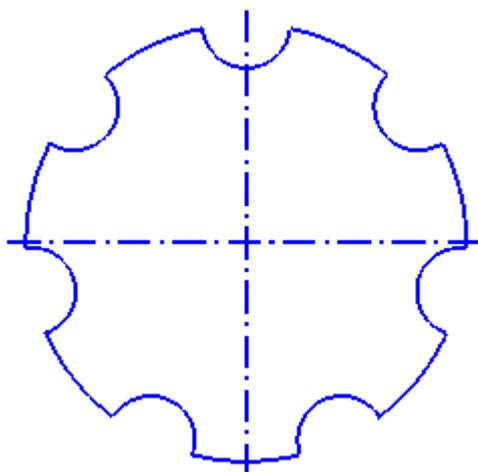


5.1. Постройте окружность с осями диаметром 100 мм. На построенной окружности лежат центры 7 окружностей радиусом 10 мм. Найдем эти точки. Для этого построенную окружность необходимо разбить на 7 равных частей. На панели инструментов  "**Редактирование**" → выберите значок  "**Разбить кривую на N частей**" → внизу на панели свойств в поле "**Количество участков**" выберите цифру 7 → щелкните по окружности → щелкните по самой верхней точке окружности (один из искомых центров окружностей).

5.2. Постройте 7 равных окружностей радиусом 10 мм с центрами в точках разрыва с использованием привязки "**Ближайшая точка**". В точках разрыва рядом с курсором будет появляться надпись "**Ближайшая точка**".

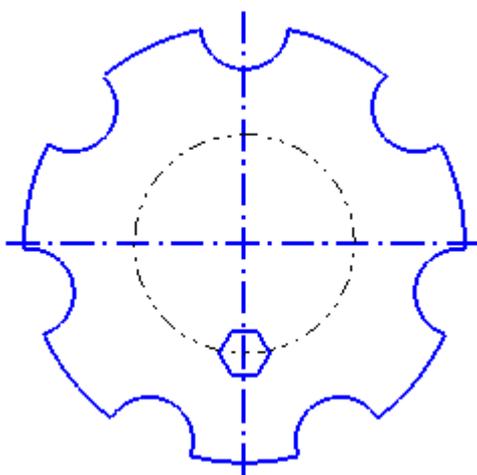


5.3. С помощью инструмент  "**Усечь кривую**" на панели инструментов  "**Редактирование**" удалите ненужные части линий.



5.4. Постройте внутреннюю окружность указав диаметр 50 и стиль линии "Пунктир 2".

5.5. Теперь построим 7 правильных шестиугольников. Для этого выберите значок  "**Многоугольник**" → внизу на панели свойств в поле "**Количество вершин**" выберите цифру 6, выберите значок "**По вписанной окружности**" и укажите диаметр 10 → щелкните по нижней точке внутренней окружности → поверните шестиугольник с помощью мышки и щелчком мыши подтвердите ввод.



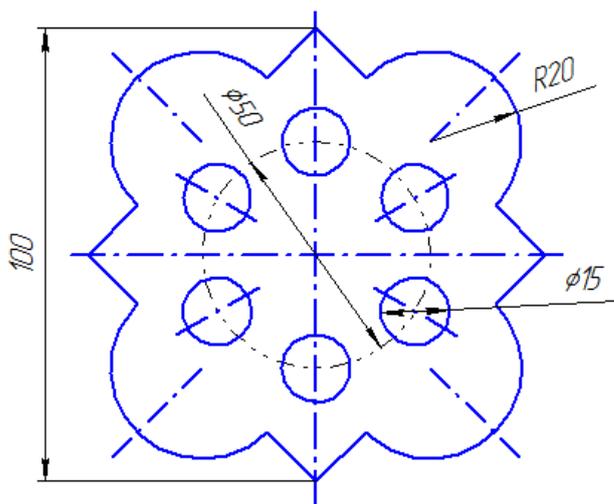
5.6. Скопируем полученный шестиугольник. Для этого выделите шестиугольник → выберите значок  "**Редактирование**" → выберите значок  "**Копия по окружности**" → внизу на панели свойств в поле "**Количество копий**" выберите цифру 7 и выберите значок  "**Вдоль**

всей окружности" → щелкните по центру круга и подтвердите результат построения, щелкнув по значку  "*Создать объект*".

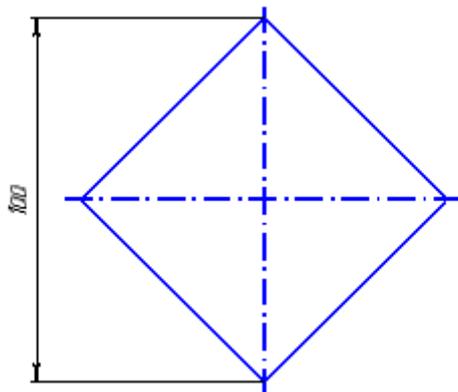
5.7. Проставьте размеры.

5.8. Сохраните выполненный чертеж в своей папке под именем Фрагмент4.

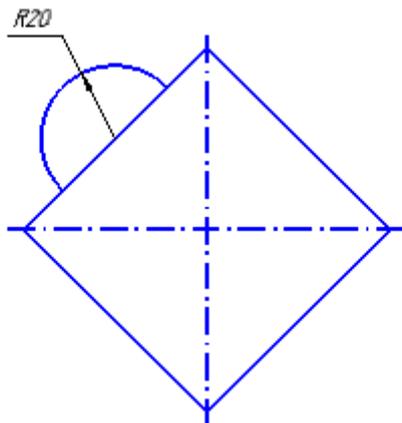
6. В этом же файле выполните чертеж крышки:



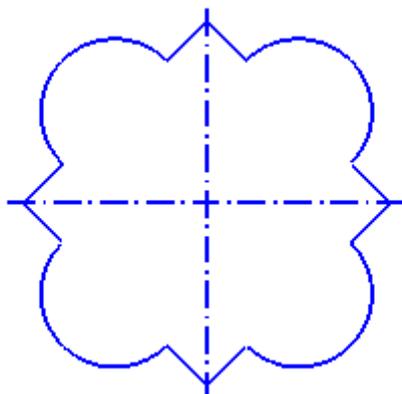
6.1. Постройте квадрат с диагональю 100 мм. Для этого на панели инструментов выберите значок  "*Многоугольник*" → внизу на панели свойств в поле "*Количество вершин*" выберите цифру 4 → выберите значок  "*По описанной окружности*" → укажите диаметр 100 → выберите значок  "*С осями*" → мышкой щелкните по экрану и поверните квадрат → подтвердите построение квадрата.



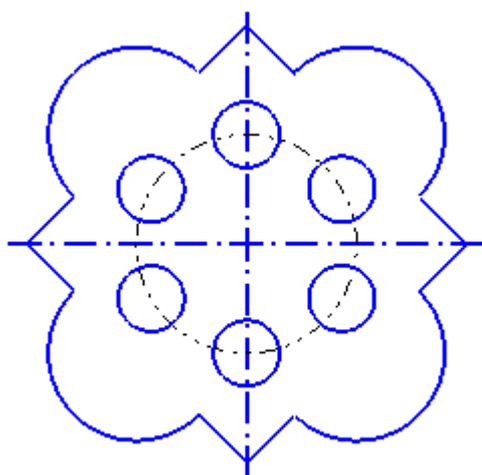
6.2. С помощью инструмента  "Дуга" и привязки "Середина" постройте дугу окружности с центром в середине стороны квадрата и радиусом 20 мм.



6.3. Выделите построенную дугу и сделайте копию по окружности , указав центр в центре квадрата. Удалите лишние линии.



6.4. С помощью инструмента  "Копия по окружности" самостоятельно постройте 6 отверстий диаметром 15 мм.

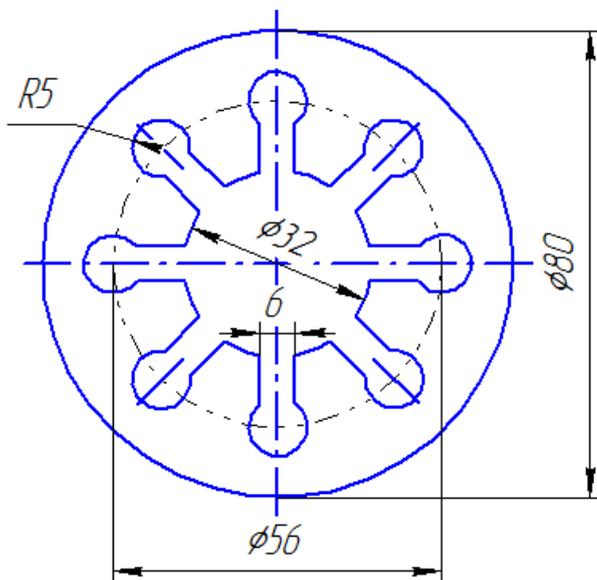


6.5. Постройте все осевые линии. Обратите внимание, что они направлены в центр квадрата. Для этого потребуется построить вспомогательные линии. На панели инструментов выберите значок  "**Вспомогательная прямая**" → щелкните мышкой по центру квадрата, а затем по центру окружности.

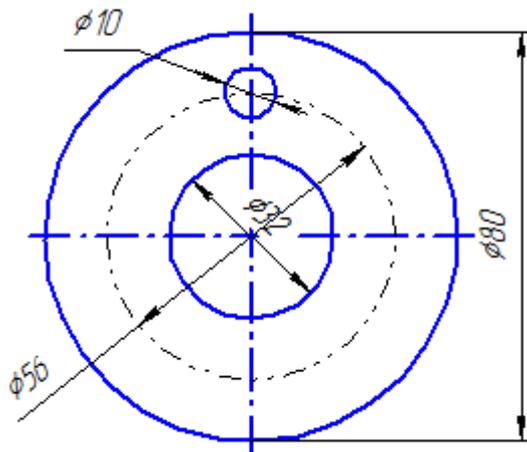
6.6. Проставьте размеры.

6.7. Сохраните выполненный чертеж.

7. В этом же файле выполните чертеж крышки:

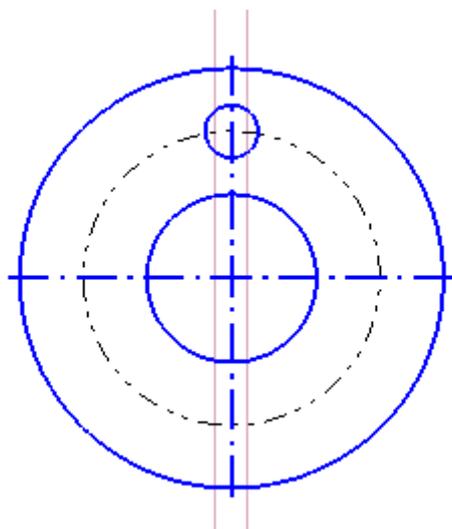


7.1. Пользуясь полученными навыками самостоятельно постройте часть чертежа, изображенную на рисунке:

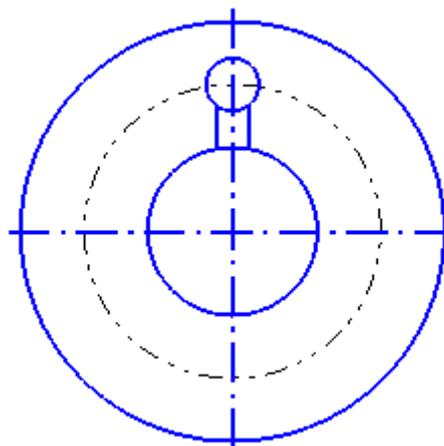


7.2. проведем две линии, соединяющие окружность $\phi 10$ с окружностью $\phi 32$. Для этого построим две вспомогательные прямые параллельно оси

на расстоянии 3 мм с каждой стороны. Выберите на панели инструментов значок  "*Параллельная прямая*" → внизу на панели свойств выберите значок  "*Две прямые*" → щелкните оси окружности → введите число 3 → щелчком мыши по каждой из построенных прямых подтвердите вставку линии.

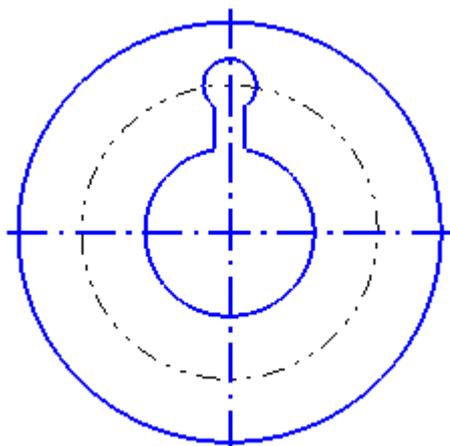


1)



2)

7.3. С помощью инструмент  "*Усечь кривую*" на панели инструментов  "*Редактирование*" удалите ненужные части линий.



7.4. Удерживая клавишу **Shift** выделите окружность $\varnothing 10$ и прилегающие к ней два отрезка и сделайте копию выделенного фрагмента по окружности .

7.5. Завершите построение чертежа самостоятельно, проставьте размеры.

7.6. Сохраните выполненный чертеж.

8. Сохраните выполненный чертеж и завершите работу с программой КОМПАС-3D.

6. Лабораторно-практическая работа № 5

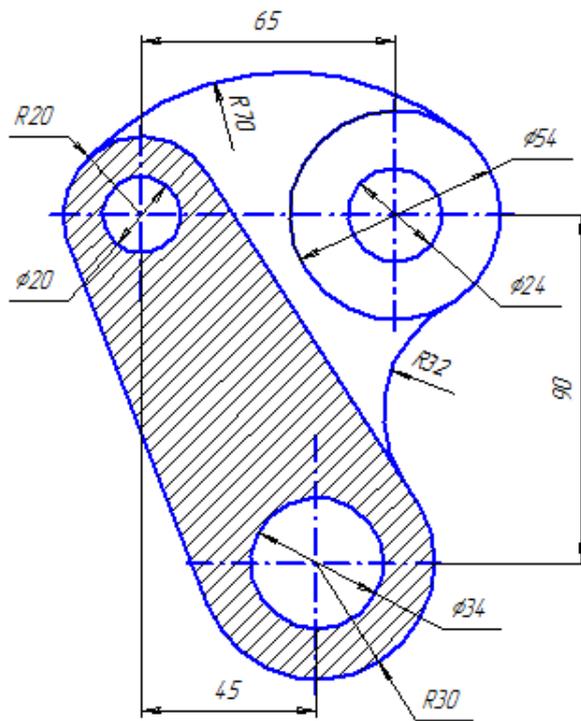
Комплексная работа с графическими объектами в КОМПАС-3D

6.1. Цели лабораторно-практической работы

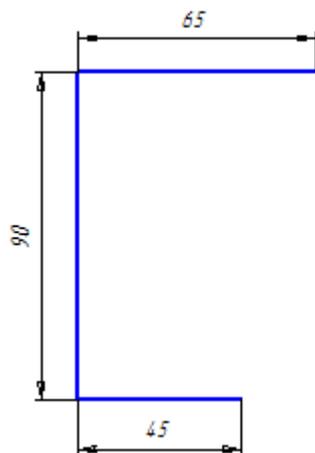
1. Закрепить навыки по вычерчиванию примитивов и приемов объектной привязки элементов чертежа.
2. Закрепить навыки по вычерчиванию объектов чертежа, состоящих из отдельных примитивов.
3. Закрепить навыки использования команд "Скругление", "Копирование по окружности", "Усечь кривую".
4. Научиться выполнять операции редактирования объектов чертежа.
5. Освоить приемы нанесения штриховки.

6.2. Технология выполнения лабораторно-практической работы

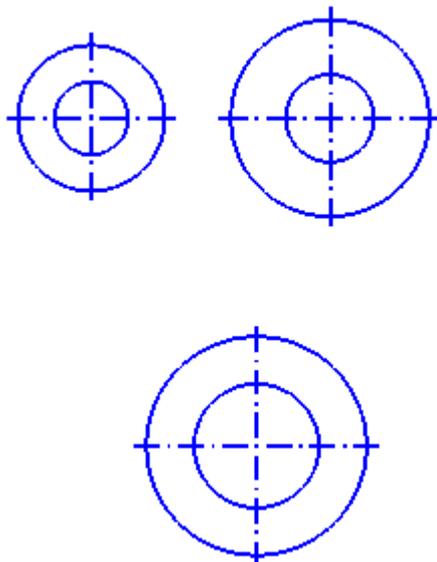
1. Включите компьютер, осуществите загрузку операционной системы, введя имя пользователя и пароль.
2. Запустите КОМПАС-3D: кнопка [Пуск] ⇒ Все программы ⇒ АСКОН ⇒ КОМПАС-3D.
3. Нажмите кнопку "*Создать*" и выберите "*Фрагмент*". На экране появится чистый лист с системой координат.
4. Перед началом работы необходимо установить глобальные привязки (на панели инструментов нажмите значок  "*Установка глобальных привязок*").
5. Выполните чертеж детали:



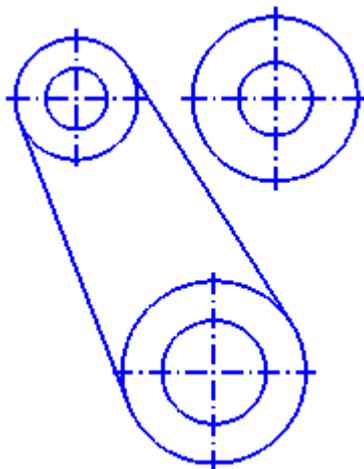
5.1. Определите центры окружностей:



5.2. Постройте окружности: внешние с осями, внутренние без осей.
Удалите отрезки, построенные на первом этапе.



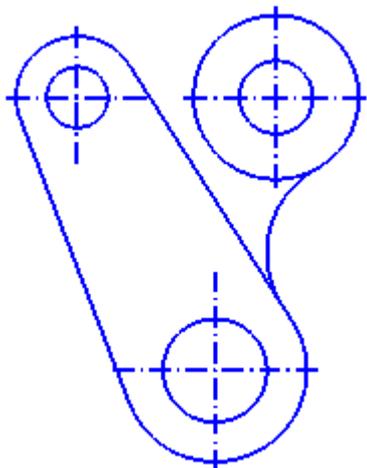
5.3. Соединим две окружности отрезками с помощью инструмента  "Отрезок, касательный к 2 кривым". На панели инструментов в группе команд для построения отрезков выберите значок  "Отрезок, касательный к 2 кривым" → щелкните мышкой по одной окружности → щелкните мышкой по второй окружности → на чертеже появится 4 варианта построения отрезков, подтвердите построение нужных отрезков, щелкнув по ним мышкой, а затем нажмите клавишу *Esc*.



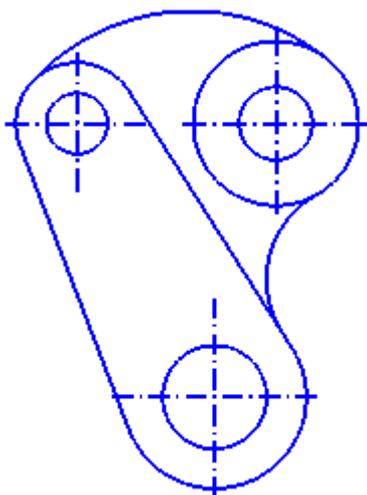
5.4. Удалите ненужные части линий. На панели инструментов  "*Редактирование*" → выберите значок  "*Усечь кривую 2 точками*" → щелкните мышкой по кривой → щелкните по начальной точке удаляемого участка кривой (рядом с курсором должна появиться надпись "*Ближайшая точка*") → щелкните по конечной точке

удаляемого участка кривой (рядом с курсором должна появиться надпись "Ближайшая точка") → щелкните по любой точке на удаляемой части кривой.

5.5. Теперь сделаем скругление. Выберите на панели инструментов значок  "**Скругление**" → укажите радиус 32 → Выберите значки "**Не усекать первый элемент**" и "**Не усекать второй элемент**" → щелкните мышкой по одной кривой (окружность), а затем по другой кривой (отрезок).



5.6. Построим дугу радиуса 70. На панели инструментов выберите значок  "**Дуга, касательная к кривой**" → щелкните мышкой по окружности $\varnothing 54$ → введите радиус 70 и нажмите **Enter** → щелкните мышкой по точке на другой кривой и подтвердите построение дуги.

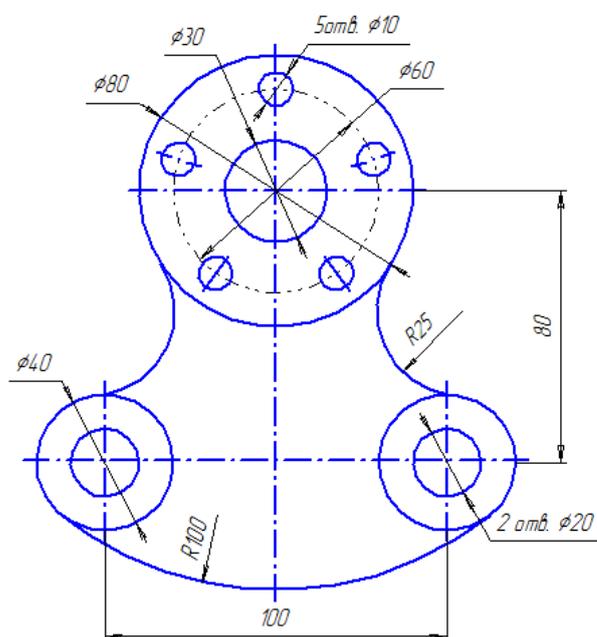


5.7. Нанесем штриховку. Выберите на панели инструментов значок  "**Штриховка**" → установите стиль "**Металл**", угол 45 → щелкните мышкой внутри области, которую необходимо заштриховать и нажмите **Ctrl+Enter** или значок  "**Создать объект**".

5.8. Проставьте размеры.

5.9. Сохраните выполненный чертеж в своей папке под именем Фрагмент5.

6. В этом же файле самостоятельно выполните чертеж детали:



7. Сохраните выполненный чертеж и завершите работу с программой КОМПАС-3D.

Список литературы

1. Дегтярев В.М. Компьютерная геометрия и графика: учеб. для студентов вузов. – М.: Изд. центр "Академия", 2010. – 191 с.
2. Гохберг Г.С., Зафиевский А.В., Короткин А.А. Информационные технологии: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования. – 7-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 208 с.
3. Компас – 3D V8. Практическое руководство. Том 1. Акционерное общество АСКОН. 2005 г.
4. Кудрявцев, Е.М. Компас-3D. Проектирование в архитектуре и строительстве/Е.М. Кудрявцев. – Москва: ДМК Пресс, 2008 г. – 544 с.
5. Герасимов, А.А. Самоучитель Компас–3D V12 (+ CD-ROM)/ А.А. Герасимов. – СПб.: БХВ–Петербург, 2010 г. – 464 с.