

ГОУВО «Воронежский государственный
технический университет»

Кафедра инженерной и компьютерной
графики

15-2019

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к проведению лабораторных работ по дисциплине
«Инженерная и компьютерная графика»
для студентов всех специальностей и форм
обучения

Воронеж 2019

Составители: Подоприхин М.Н.
Семькин В.Н.
Бесько А.В.
Кравцова Т.П.
Касаткина И.Н.
Проценко В.Н.

Методические указания к проведению лабораторных работ по дисциплине «Инженерная и компьютерная графика» для студентов всех специальностей и форм обучения.

В методических указаниях даны рекомендации по подготовке к лабораторным работам.

Предназначены для студентов первого, второго и третьего курсов всех форм обучения.

Рецензент канд. техн. наук, доцент Д.А. Свиридов

Ответственный за выпуск зав. кафедрой канд. техн. наук, доц. М.Н. Подоприхин

Печатается по решению редакционно-издательского совета Воронежского государственного технического университета

©ГОУВО «Воронежский
государственный технический
университет», 2019

Введение

Учебная дисциплина «Инженерная и компьютерная графика» - дисциплина базовой части профессионального цикла государственного образовательного стандарта - бакалавр.

Основными целями учебной дисциплины «Инженерная и компьютерная графика» (ИКГ) является:

- развитие пространственного представления и конструктивно-геометрического мышления;
- развитие способностей к анализу и синтезу пространственных форм и отношений на основе графических моделей пространства, практически реализуемых в виде чертежей технических объектов; выработка знаний, умений и навыков, необходимых для выполнения и чтения технических чертежей различного назначения, выполнения эскизов;
- составление конструкторской и технической документации производства с применением программных и технических средств компьютерной графики.

Задачами дисциплины являются:

- ознакомления с теоретическими основами построения изображений (включая аксонометрические проекции) точек, прямых, плоскостей, отдельных видов линий, поверхностей);
- приобретение навыков решения задач на взаимную принадлежность и взаимное пересечение геометрических фигур, а также на определение натуральных величин объектов;
- получение опыта определения геометрических форм деталей по их изображениям;
- ознакомление с изображениями различных видов соединений деталей, наиболее распространенных в специальности;
- приобретение навыков чтения чертежей сборочных единиц, а также умение выполнять такие чертежи с учетом требований стандартов ЕСКД;

- приобретение навыков выполнения чертежей с использованием графической системы «Компас».

Чертежи и схемы как графические конструкторские документы сопровождают студента технического ВУЗа, а затем инженера в процессе их работы и учебы. Они необходимы при изучении конструкции изделия, при вводе в строй новой техники, в процессе обслуживания, эксплуатации и ремонта аппаратуры, при подготовке заявок на предполагаемые изобретения, выполнении курсовых и дипломных проектов.

Особенность и сложность чертежей состоит в необходимости комплексного учета требований Единой Системы конструкторской документации (ЕСКД) к содержанию и правилам выполнения этих графических документов.

Дисциплина «Инженерная и компьютерная графика» готовит студентов к выполнению и чтению чертежей так же, как азбука и грамматикаучат человека читать и писать.

Дисциплина состоит из трех структурно и методически согласованных разделов: «Начертательная геометрия», «Инженерная графика» и «Компьютерная графика». Данная дисциплина является фундаментальной в подготовке бакалавров широкого профиля. Это одна из основных дисциплин инженерного цикла.

Целью лабораторных работ по компьютерной графике (КОМПАС) является практическое освоение студентами технологии разработки графических конструкторских документов, реализованной в среде универсальной графической системы КОМПАС.

Система КОМПАС является не только прикладной системой автоматизации чертежно-графических работ, но и мощным средством моделирования сложных каркасных, полигональных (поверхностных) и объемных (твердотельных) конструкций.

Любой плоский графический объект можно представить как совокупность простых графических элементов, называемых примитивами.

Простые примитивы:

- Точка
- Отрезок прямой линии, ломаная линия
- Круг (окружность)
- Дуга
- Прямоугольник
- Многоугольник
- Эллипс
- Слайн
- Текст

К сложным примитивам относятся: полилиния, мультилиния, мультитекст, размер, выноска, допуск, штриховка, вхождение блока или внешней ссылки, атрибут и растровое изображение.

Каждый графический примитив имеет набор характеристик (атрибутов), которые могут быть изменены пользователем. К основным атрибутам относятся:

- координаты опорных точек
- цвет
- толщина линий
- тип линий
- тип и размер шрифта (для текстовых строк)

Под окном, обычно, понимают прямоугольную область, которая может быть отображена на экране монитора.

Каждая графическая система обладает гибкой системой оконных функций, позволяющих, с одной стороны, обеспечить необходимый уровень проработки каждой детали формируемого объекта, а с другой – оценивать весь объект целиком, оперировать с его отдельными частями.

Каждая графическая система имеет систему редактирования сформированного объекта. Эти функции предназначены не

только для устранения ошибок, но и позволяют ускорить процесс его формирования.

Основные операции: откатка, удаление (стирание), сдвиг, копирование, размножение, поворот, симметричное отображение, растяжение, сжатие, сохранение в виде файла на диске.

Содержание методических указаний соответствует программе по дисциплине «Инженерная и компьютерная графика» для студентов всех специальностей.

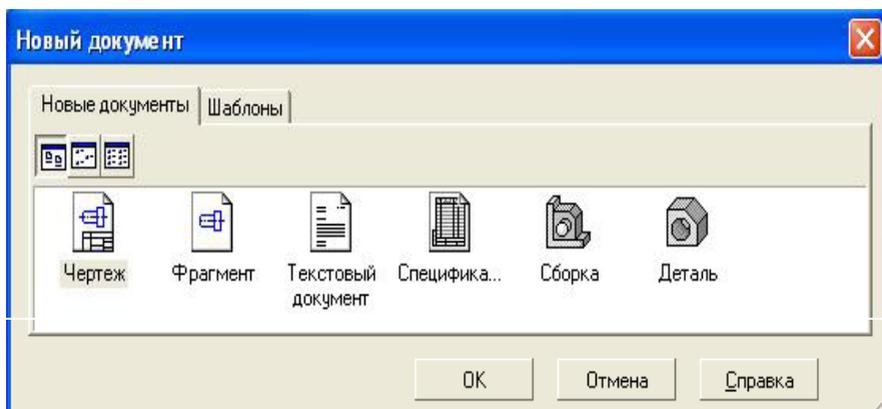
Рассмотрены несколько вариантов заданий. При изучении за основу взята версия КОМПАС-3D V14. Практикум может быть использован при проведении лабораторных работ по курсам компьютерной графики, а также инженерной и компьютерной графики со студентами всех форм обучения.

Примеры выполнения лабораторных работ приведены в Приложении.

Лабораторная работа №1

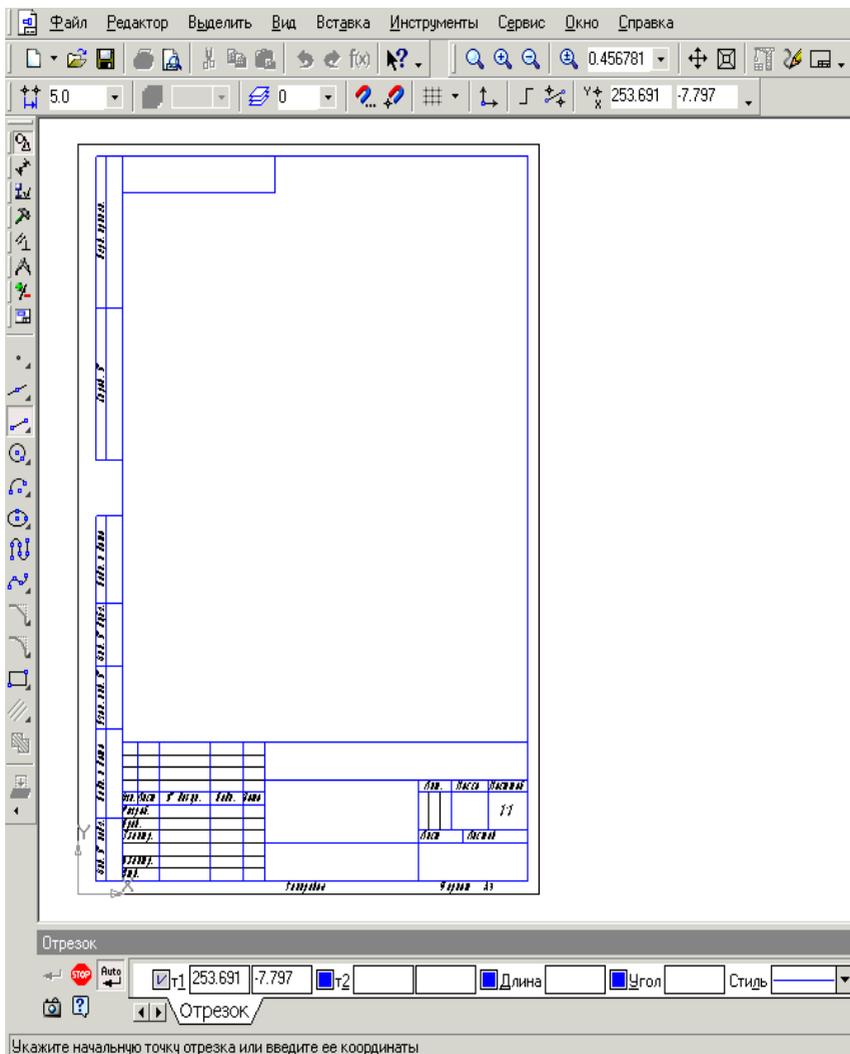
Непрерывный ввод объектов.

Прежде чем приступить к выполнению лабораторной работы необходимо создать новый документ.



Выбираем команду «Чертеж».

Чертеж – основной тип графического документа в системе КОМПАС. Чертеж содержит графическое изображение изделия в одном или нескольких видах, основную надпись, рамку и всегда содержит один лист заданного пользователем формата.



Команда "Непрерывный ввод объектов" служит для построения последовательности отрезков, дуг и сплайнов (сплайн- гладкая кривая, которая строится на основе некоторого множества точек. При этом по умолчанию она проходит через все указанные точки. Однако можно указать

допуск, в пределах которого сплайну разрешается отклоняться от опорных точек, для обеспечения большей плавности). Особенность этой команды в том, что при вводе последовательности конечная точка объекта автоматически становится начальной точкой следующего объекта. Чаще всего команда используется для построения контуров состоящих из объектов разного типа.

Для вызова команды, нажимаем кнопку "Непрерывный ввод объекта" в компактной панели, или в верхнем меню последовательно нажимаем команды "Инструменты" - "Геометрия" - "Непрерывный ввод объекта".

После вызова команды нам нужно выбрать тип создаваемого геометрического примитива. Типы отображаются на панели свойств в виде переключателей.

Для выбора типа, необходимого нам примитива, активизируем соответствующий переключатель.

- произвольный отрезок;
- отрезок параллельный объекту;
- отрезок перпендикулярный объекту;
- отрезок касательный к объекту;
- дуга по трем точкам;
- сопряженная дуга;
- локальная кривая Безье;
- локальная кривая NURBS.

По умолчанию в системе установлен текущий ввод объекта "Отрезок". Следовательно, при первом обращении к команде и указании точек будет построена ломаная, состоящая из отрезков, соединяющих эти точки.

В любой момент построения тип объекта может быть изменен, это делается нажатием нужного переключателя в панели свойств.

На панели свойств, кроме переключателей типов объектов есть еще два переключателя:

- Замкнуть;

- Новый ввод.

При нажатии кнопки "Замкнуть" система автоматически создает точку, совпадающую с первой точкой последовательности объектов, и построение завершается. Тип замыкающего объекта будет принадлежать к типу объектов, построение которых было включено в момент замыкания. После замыкания введенной последовательности, система будет ждать ввода новой последовательности непрерывных объектов.

При нажатии переключателя "Новый ввод" построение завершается без замыкания, а система ждет ввода новой последовательности.

Текущий стиль линии при построении распространяется только на формируемый в данный момент объект. Поэтому можно чертить объекты различного стиля, не прерывая ввод последовательности.

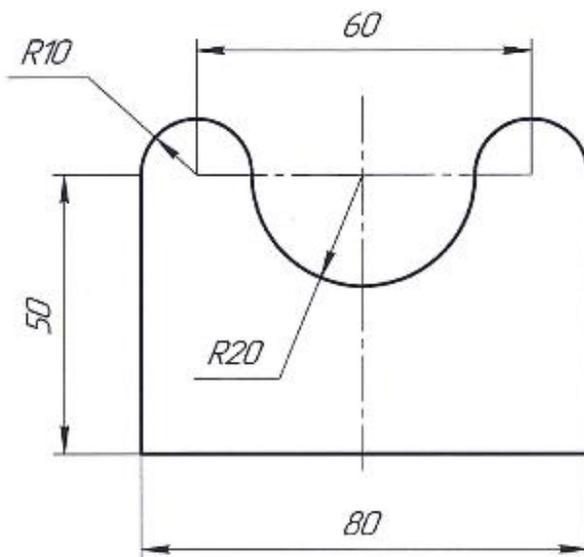


Рис. 1

Лабораторная работа № 2

АксонOMETрические проекции.

При составлении технических чертежей иногда возникает необходимость наряду с изображениями предметов в системе ортогональных проекций иметь более наглядные изображения. Для таких изображений применяют метод аксонOMETрического проецирования (аксонOMETрия - греческое слово, в дословном переводе оно означает измерение по осям; аксон - ось, метрео - измеряю).

Следует заметить, что далеко не все из возможных аксонOMETрических проекций удовлетворяют запросам практики, так как изображения предметов во многих случаях получаются сильно искаженными по сравнению с их видом в действительности. Поэтому в практике пользуются лишь весьма ограниченным числом видов аксонOMETрических проекций

Все бесчисленное множество аксонOMETрических проекций принято делить на две группы:

1. Прямоугольные аксонOMETрические проекции, то есть такие, которые получены при направлении проецирования, перпендикулярным к плоскости картины.
2. Косоугольные аксонOMETрические проекции, то есть такие, которые получены при направлении проецирования, выбранном под острым углом к плоскости картины.

Каждая из указанных групп, в свою очередь, делится еще и по признаку соотношения аксонOMETрических масштабов или коэффициентов искажения. По этому признаку аксонOMETрические проекции можно разделить на следующие виды:

1. ИзOMETрические - такие, которые имеют единый масштаб для всех трех осей и одинаковые коэффициенты искажения по всем трем осям.

2. Диметрические - то есть такие, которые для каких-либо двух осей имеют одинаковые масштабы и коэффициенты искажения, а масштабы и коэффициенты искажения для третьей оси отличны от первых двух (по осям X и Z коэффициент равен 1, а по оси Y - 0,5).

3. Триметрические - то есть такие аксонометрические проекции, которые имеют различные масштабы для каждой из аксонометрических осей, или у которой все три коэффициента искажения различны; триметрия - общий случай аксонометрии.

Стандартные аксонометрические проекции ГОСТ 2317 - 2011 рекомендует к применению на чертежах всех отраслей промышленности и строительства. Их пять видов: две ортогональных (изометрическая и диметрическая) и три косоугольных (фронтальная изометрическая, горизонтальная изометрическая и фронтальная диметрическая).

При выборе аксонометрической проекции изображения какого-либо предмета обычно придерживаются такой последовательности:

- 1) в зависимости от формы изображаемого предмета выбирают вид аксонометрической проекции;
- 2) устанавливают, какие стороны предмета должны быть видны, другими словами, выбирают положение предмета относительно направления проецирования в соответствии с ортогональным чертежом;
- 3) относят предмет к некоторой системе прямоугольных координат так, чтобы обеспечить наибольшие удобства определения координат его точек, используемых при построении аксонометрии;
- 4) строят аксонометрическую проекцию, причем последовательность построений зависит от формы предмета. Реализация этой последовательности разобрано ниже на конкретных примерах.

В большинстве случаев для получения наглядного изображения, дающего наибольшее сходство с предметом, следует отдать предпочтение прямоугольным аксонометрическим проекциям.

Из двух видов прямоугольных аксонометрических проекций, рекомендуемых стандартом, изометрию лучше применять тогда, когда все три видимые стороны предмета имеют примерно одинаковое количество особенностей, необходимых для характеристики изображаемого предмета.

В тех случаях, когда наибольшее число характерных особенностей сосредоточено на одной стороне предмета, следует выбрать прямоугольную диметрию, причем так, чтобы наиболее отличающуюся особенностями сторону предмета расположить параллельно плоскости Π_1 (ХОУ).

Косоугольные аксонометрические изображения получаются особенно сильно искаженными, если направление проецирования составляет с плоскостью картины угол, значительно отличающийся от прямого. Наиболее уродливо в этих случаях выглядят изображения тел, ограниченных поверхностями вращения. Поэтому для изображения таких тел косоугольную аксонометрию применять, как правило, не рекомендуется.

Косоугольная фронтальная диметрия удобна в тех случаях, когда изображаемый предмет содержит большое число окружностей (или других кривых, состоящих из дуг окружностей), расположенных во взаимно параллельных плоскостях. При расположении этих плоскостей параллельно картинной все окружности проецируются на картинную плоскость в виде окружностей и могут быть, следовательно, построены при помощи циркуля. Таким образом, применение фронтальной диметрии оправдывается, в отдельных случаях, лишь относительной простотой построений.

Изображения куба и проекций окружности на его гранях в прямоугольной диметрии показано на рис.2, а в прямоугольной изометрии на рис. 3.

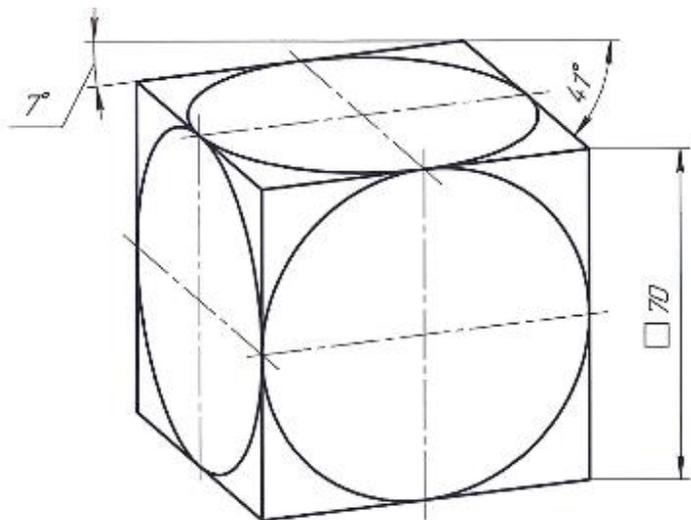


Рис.2

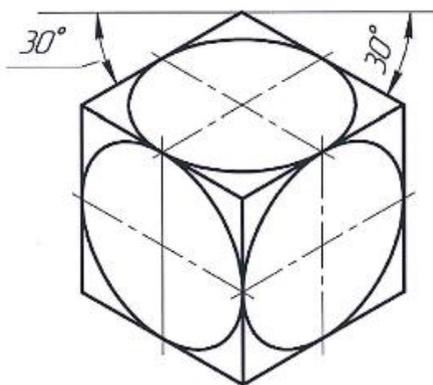


Рис.3

Лабораторная работа №3 Простановка размеров.

На предложенных чертежах изделий, изучив ГОСТ 2305-2008(Изображения – виды, разрезы, сечения) и ГОСТ 2307-2011 (Нанесение размеров и предельных отклонений) выполнить простановку размеров.

Используем кнопку «Размеры».



Линейный размер

18.0 5.0 мм

Толеранс: +0.00000 -0.52000

Задание размерной надписи

Редактор Вставить Формат

Текст до: []

Символ: Нет Ø □ R M Другой...

Значение: 26 Авто

Квалитет...: h14 Включить

Отклонения: +0.00000 -0.52000 Включить

Единица измерения: []

Текст после: [] ×45°

Размер в рамке Подчеркнуть

Размер в скобках Круглый Квадратный

φ26

Использовать по умолчанию

OK Отмена Справка >>

Автоматическое Ручное На полке, влево На полке, вправо На полке, вверх На полке, вниз

Зазор

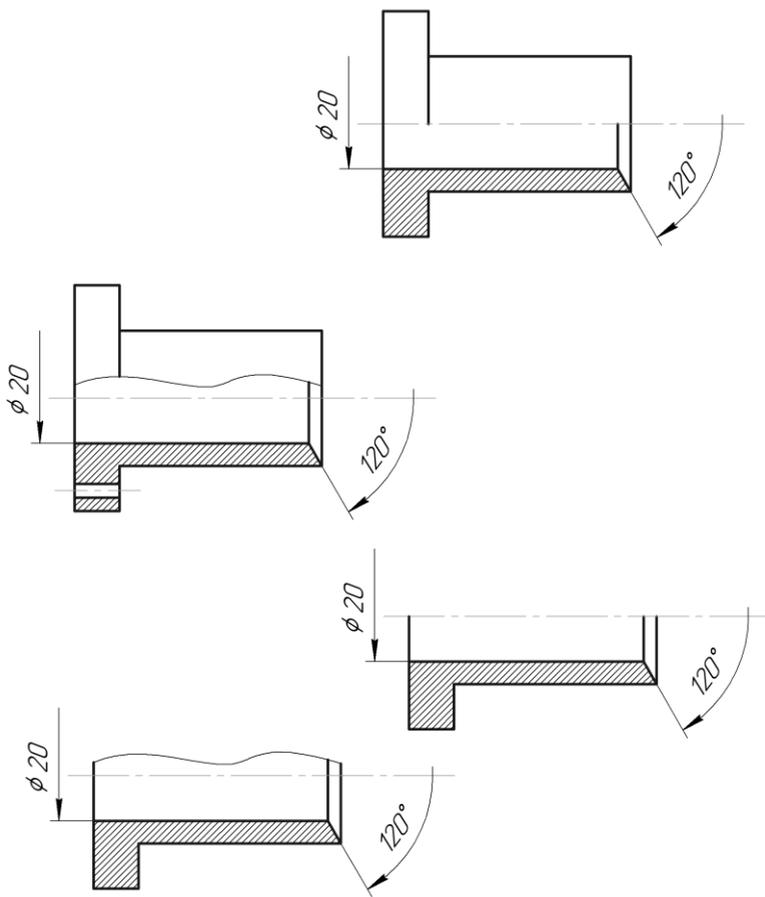


Рис. 4

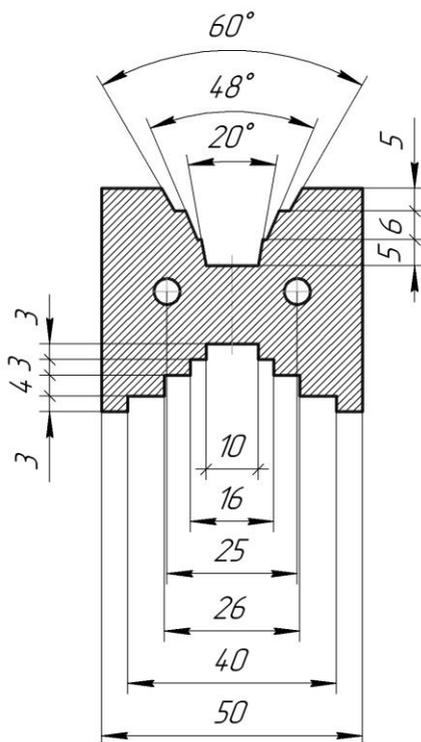
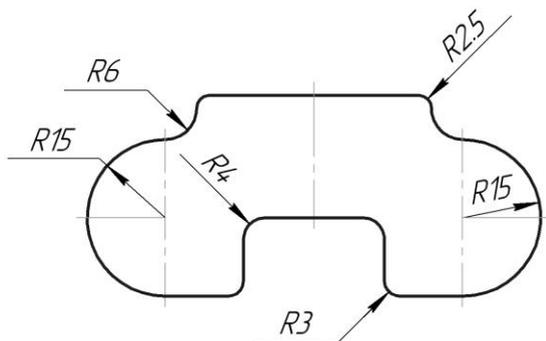


Рис.5

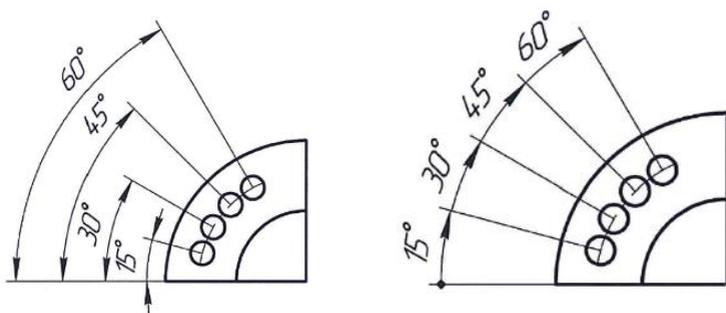
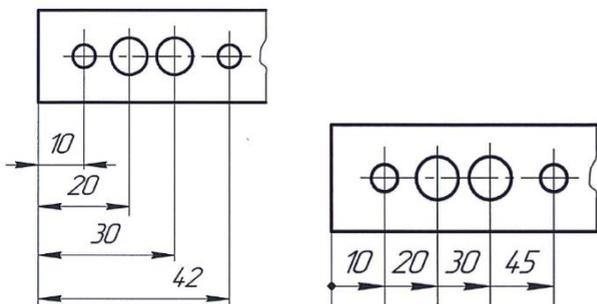


Рис.6

Лабораторная работа №4

Особенности объёмного моделирования в системе «Компас».

Работа основывается на моделирование двух элементов: плоской фигуры, называемой эскизом, и формообразующей операции.

К формообразующим относятся следующие операции:

- выдавливания, задающие перемещение эскиза вдоль линии, перпендикулярной его плоскости;
- вращения, задающие вращение эскиза вокруг заданной оси;
- кинематические, задающие перемещение эскиза вдоль заданной траекторий;
- по сечениям, задающие плавный переход между несколькими эскизами сечений, лежащими в разных плоскостях.

Рассмотрим особенности построения эскиза.

1. Эскиз можно строить только на плоскости. Это. могут быть плоскости проекций (фронтальная XZ, горизонтальная XY, профильная ZY),а также плоскости (грани) созданных элементов модели или плоскости, созданные операциями инструментальной панели «Вспомогательная геометрия».
2. «Формообразующий элемент» - контур эскиза - строится линией стиля «Основная».
3. Можно построить один или несколько контуров эскиза. Если построен один контур эскиза, то он может быть замкнутым или незамкнутым. Если построены два и более контуров эскиза, то каждый из них должен быть замкнутым.
4. Не допускается наложение или пересечение линий контуров эскизов.
5. Допускается лишь один уровень вложенности контуров эскизов.
6. Не допускаются пересечение и наложение контура эскиза с осью вращения, однако линии контура могут заканчиваться на оси.

Для выполнения эскизов могут использоваться линии двух стилей:

- а) основная - для построения, элементов контуров эскизов, линии траектории и др.;
- б) осевая - для построения оси вращения в операциях вращения.

Линии эскиза, построенные с использованием других стилей, в объемном моделировании игнорируются.

Приведем алгоритм объемного моделирования.

1. Создать. Деталь, т.е. указать одноименную строку в меню Кнопки «Создать»
2. На панели «Дерево построения» указать плоскость, на которой следует построить эскиз.
3. На инструментальной панели «Стандартная» нажать кнопку «Эскиз», что означает начало построения эскиза.
4. Командами инструментальных панелей «Геометрия», «Редактирование», «Размеры» построить элементы эскиза (формообразующий контур, траекторию, ось вращения и др.).
5. Повторно нажать кнопку «Эскиз», что означает окончание построения эскиза.
6. На панели «Компактная» нажать одну из четырех кнопок формообразующих операций (соответственно «Выдавливание», «Вращение», «Кинематическая», «По сечениям»).

Следует иметь в виду, что указанные кнопки формообразующих операций могут быть доступны лишь один раз - при создании первого (базового) элемента модели.

При построении последующих элементов модели станут доступны КНОПКИ двух других видов:

- **Приклеить** выдавливанием, вращением, кинематически по сечениям, т.е. добавить к существующим элементам модели дополнительный объем новой формы;
- **Вырезать** выдавливанием, вращением, кинематически по сечениям, т.е. вычесть из объема существующих элементов модели

объем новой формы, создав тем самым сквозное отверстие, паз или углубление.

7. На панели «Дерево построения» выделить эскизы, участвующие в формообразующей операции, а в строке параметров этой операции задать необходимые параметры (расстояние, выдавливания, угол поворота и др.).

8. После появления фантома модели, нажать кнопку «Создать Объект».

В процессе указания элементов перемещающийся по экрану курсор может принимать различные формы. Щелчок, мышью при указании элемента следует, выполнять только когда курсор примет необходимую форму.

После указания элемент подсвечивается зеленым цветом, если не нажата ни одна из кнопок формообразующих операций, и красным цветом, если нажата.

Управление процессом моделирования после нажатия кнопки формообразующей операции осуществляется через ее строку параметров.

В объемном моделировании нет кнопки отмены неверно выполненной операции, но возможно удаление ошибочного элемента модели (или его эскиза), а также редактирование эскиза или элемента (т. е. изменение параметров операции, создавшей элемент модели).

Указанные действия можно осуществить, если не выполняется ни одна из формообразующих операций, т.е. если на панели Свойства нет красной кнопки «STOP» (Прервать команду). Для этого на панели «Дерево построения» производится щелчок правой клавишей мыши по ошибочному элементу модели и в контекстном меню выбирается требуемая строка («Удалить эскиз», «Редактировать эскиз», «Удалить элемент», «Редактировать элемент»).

Для прерывания действия формообразующей операции следует нажать кнопку «STOP», или клавишу «(Esc)» клавиатуры.

- Обратное направление «Выдавливание» осуществляется в сторону, противоположную прямому направлению;

- Два направления «Выдавливание» осуществляется в прямом и обратном направлениях на разное расстояние от плоскости эскиза. В строке параметров данной команды имеются соответственно два поля: «Расстояние. 1» (в прямом направлении) и «Расстояние 2» (в обратном направлении);
- Средняя плоскость - выдавливание осуществляется в прямом и обратном направлениях на одинаковое расстояние (симметрично относительно плоскости эскиза).
- В этом случае в поле «Расстояние I» задается суммарное значение двух одинаковых расстояний выдавливания.

В меню кнопки «На расстояние» чаще всего используется первая строка (На расстояние), в которой можно задавать числовое значение расстояния выдавливания. Остальные строки этого меню имеют узкое применение. Например, строка «Через все» используется при построении сквозного отверстия в модели, а строка «До ближайшей поверхности» при построении отверстия до его пересечения другим непараллельным отверстием.

Далее в строке параметров операции, «Выдавливание» располагаются две кнопки «Уклон»: левой - задаётся расширение модели по мере удаления от плоскости эскиза, а правой - сужение. Расширение (сужение) определяется углом, измеряемым относительно координатной оси, перпендикулярной плоскости эскиза. Например, при выдавливании окружности, задав угол расширения (сужения) 30° , можно построить модель усеченного конуса вращения, образующие которого наклонены под углом 30° к оси вращения этой поверхности. При выдавливании в двух направлениях относительно плоскости эскиза на разные расстояния можно задавать и разные значения углов расширения (сужения).

На вкладке «Тонкая стенка» используется меню кнопки «Тип построения» тонкой стенки, первая строка «(Нет)» которого создание монолитной модели, а остальные строки - построение модели-оболочки. При этом, можно выбирать различные варианты направления формирования стенки оболочки по отношению к плоскости эскиза, а также задавать толщину этой стенки.

На вкладке Свойства можно задавать цвет и оптические свойства модели.

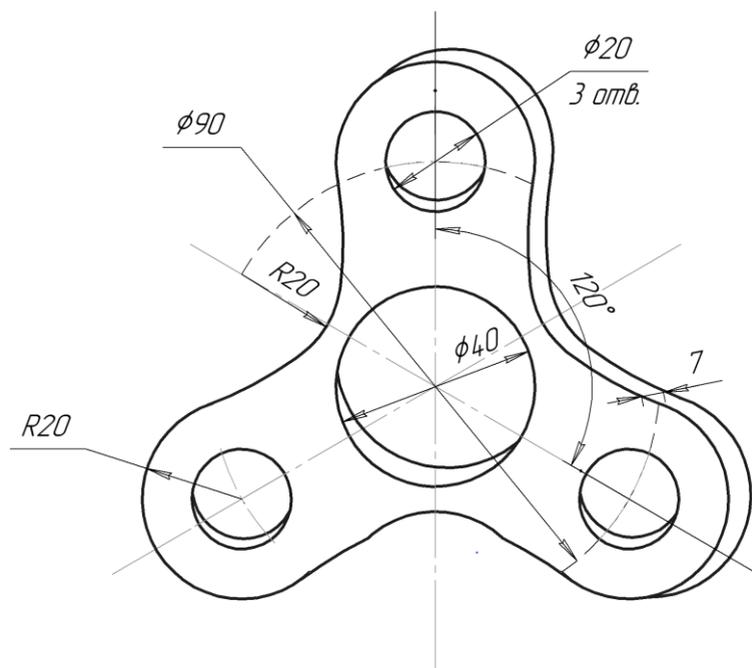


Рис.7

Лабораторная работа № 5

Построение эскиза методом вращения

Основная цель моделирования на плоскости – формирование контуров. При выполнении чертежа используют операцию «Эскиз».

Построение эскиза выполняется при следующих условиях:

1. В одном эскизе должны быть построены ось вращения и один или несколько формообразующих контуров. Причём если в эскизе один контур, он может быть и замкнутым, и не замкнутым, если же контуров несколько, то все они должны быть замкнутыми. Внешний контур должен охватывать все остальные (вложенные) контуры. Допускается один уровень вложенности. Вложенными контурами в модели формируются отверстия.
2. Формообразующие контуры строятся линией стиля «Основная». Ось вращения должна быть одна и выполнена линией стиля «Осевая».
3. Элементы контуров (отрезки, дуги) не должны иметь взаимных наложений и пересечений.
4. Формообразующий контур не должен пересекаться с осью вращения или её продолжением, но может заканчиваться на ней.

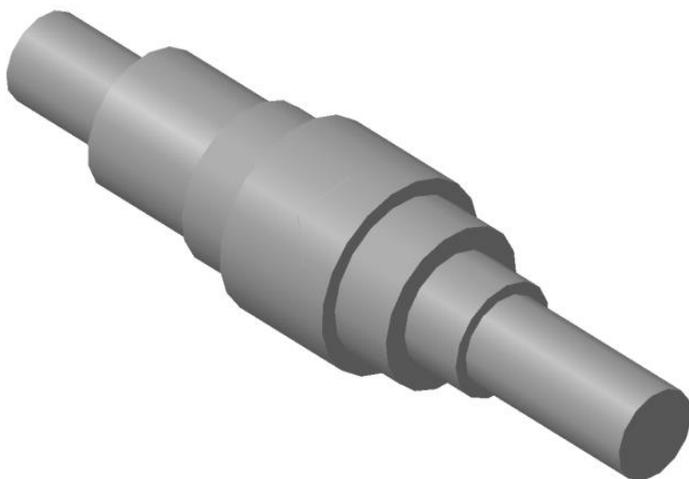
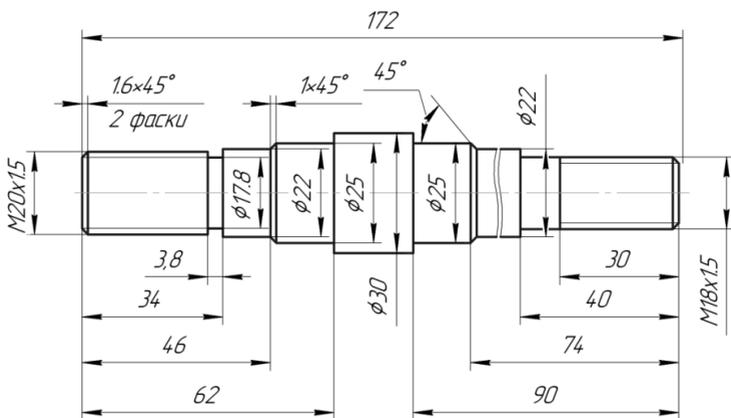


Рис.8

Содержание

Введение	3
Лабораторная работа №1	6
Лабораторная работа №2	9
Лабораторная работа №3	13
Лабораторная работа №4	16
Лабораторная работа №5	21
Приложение 1	27
Приложение 2	28
Приложение 3	29
Приложение 4	32
Приложение 5	33

Приложение 1

Листов: _____	Лист № _____	<i>№1 шаровый конденсатор</i>			
Взам. инв. № _____	Инв. № дубл. _____				
Подп. и дата _____	_____				
Инв. № подл. _____	_____	<i>Лабораторная работа №1</i>			
Подп. и дата _____	_____	<i>Непрерывный ввод объекта</i>		Лист	Масса
Инв. № подл. _____	_____	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.
_____	_____	Разраб.	Дата	Масштаб	
_____	_____	Проб.	11		_____
_____	_____	Т.контр.	Лист		Листов
_____	_____	Н.контр.	1		_____
_____	_____	Утв.	_____		_____
<i>Копировал</i>			<i>Формат А4</i>		

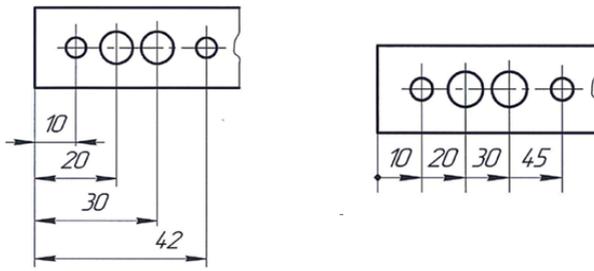
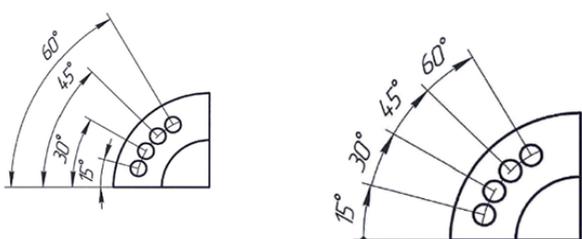
продолжение приложения 3

Перв. проект	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> №10шорорд кандошорорд </div>			
Стороб. №				
Подп. и дата				
Инв. № дробл.				
Взам. инв. №				
Подп. и дата				
Инв. № подл.				

<h3 style="margin: 0;">Лабораторная работа №4</h3>				
Изм.	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата
Особенности объемного моделирования в "Компас"				
Разраб.	Проб.	Т.контр.	И.контр.	Удв.
Лист	Листов	Масса	Масштаб	11
Лист		Листов 1		

Копировал Формат А4

окончание приложения 3

Перед. лист	<i>ЭдN штород кондоштородру</i>																															
Стород. №																																
Лист и дата																																
Лист и дата	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;"></td> <td style="width: 25%;"></td> <td style="width: 25%;"></td> <td style="width: 25%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Изм</td> <td style="text-align: center;">Лист</td> <td style="text-align: center;">№ док-м</td> <td style="text-align: center;">Лист</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Разраб</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Проб</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Т.контр</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">И.контр</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Утв</td> <td colspan="3"></td> </tr> </table>								Изм	Лист	№ док-м	Лист	Разраб				Проб				Т.контр				И.контр				Утв			
Изм	Лист	№ док-м	Лист																													
Разраб																																
Проб																																
Т.контр																																
И.контр																																
Утв																																
Лист и дата	<h3 style="margin: 0;">Лабораторная работа №3</h3>																															
Лист и дата	<h3 style="margin: 0;">Простановка размеров</h3>																															
Лист и дата	Лист	Масса	Масштаб																													
Лист и дата	Лист	Листов	1																													
Лист и дата	<p style="margin: 0;">Копировал Формат А4</p>																															

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Для чего нужна компьютерная графика
2. Какие два основных вида моделей изображений используют в компьютерной графике?
3. Какова область применения компьютерной графике?
4. Что понимается под 2D моделированием?
5. 3D – моделирование – это
6. Что является логической операцией для формирования твердотельной модели
7. Чем определяется поверхностная модель?
8. Построение эллипса
9. Построение окружности по заданному диаметру
10. Аксонометрические проекции
11. Редактирование размеров
12. Что относится к формообразующей операции?
13. Допускается ли пересечение контура эскиза с осью вращения?
14. Какой линией стиля строится «формообразующий элемент»?
15. Какова основная цель моделирования на плоскости?
16. Применение вложенных контуров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к проведению лабораторных работ по дисциплине
«Инженерная и компьютерная графика» для студентов всех
специальностей и форм обучения

Составители: Подоприхин Михаил Николаевич
Семькин Владимир Николаевич
Бесько Александр Васильевич
Кравцова Тамара Павловна
Касаткина Ирина Николаевна
Проценко Вера Николаевна

Компьютерный набор, графика:

Мурачев Григорий
Плаксин Егор
Толмачев Илья
Есаков Виктор

В авторской редакции

Подписано в печать _____ 2019г.

Формат 60x84/16. Бумага для множительных аппаратов.
Усл. печ. л. _____. Уч.-изд. л. ____ -Тираж 100 экз. «С» __.
Зак. № _____

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический
университет»

394026 Воронеж, Московский просп., 14