



Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого»

Кафедра «Гидропневмоавтоматика»

Д. Л. Стасенко

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГИДРОПНЕВМОПРИВОДОВ

ПРАКТИКУМ

по выполнению лабораторных работ
по одноименной дисциплине для студентов
специальности 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы
мобильных и технологических машин»
дневной и заочной форм обучения

Гомель 2019

УДК 658.512.011.56:62-82(075.8)
ББК 30.2-5-05+34.447я73
С77

*Рекомендовано научно-методическим советом
машиностроительного факультета ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 10 от 25.06.2018 г.)*

Рецензент: доц. каф. «Технология машиностроения» ГГТУ им. П. О. Сухого
канд. техн. наук, доц. *М. П. Кульгейко*

Стасенко, Д. Л.
С77

Автоматизированное проектирование гидропневмоприводов : практикум по выполнению лаборатор. работ по одноим. дисциплине для студентов специальности 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин» днев. и заоч. форм обучения / Д. Л. Стасенко. – Гомель : ГГТУ им. П.О. Сухого, 2019. – 46 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц; 32 Mb RAM; свободное место на HDD 16 Mb; Windows 98 и выше; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <https://elib.gstu.by>. – Загл. с титул. экрана.

Содержит лабораторные работы по дисциплине «Автоматизированное проектирование гидропневмоприводов» и рекомендации по их выполнению с использованием системы автоматизированного проектирования MathCad, КОМПАС 3D.

Для студентов специальности 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин» дневной и заочной форм обучения.

**УДК 658.512.011.56:62-82(075.8)
ББК 30.2-5-05+34.447я73**

© Учреждение образования «Гомельский
государственный технический университет
имени П. О. Сухого», 2019

Введение

Дисциплина «Автоматизированное проектирование гидроприводов» является заключительным этапом при подготовке студентов специальности 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин» для выполнения инженерно-технических задач на предприятии с использованием «Системы автоматизированного проектирования» (САПР) (Computer-aided design (CAD)) КОМПАС 3D, MathCad.

Цель: приобретение навыков работы при проектировании составных узлов гидропривода, средствами MathCad, КОМПАС-3D. Закрепление ранее полученных навыков конструкторской работы, при разработке гидравлического блока управления.

В практикуме приведены лабораторные работы и последовательность действий, на примере наиболее распространённых деталей и узла, входящего в состав любого гидропривода, имеющего конструктивные отличия в исполнении. Выполнение заданий позволит будущим инженерам по гидравлическому оборудованию, овладеть современным инструментом и приобрести базовые навыки работы с системой трехмерного геометрического моделирования; в короткие сроки безошибочно подготавливать комплект технической документации для последующего изготовления и сборки разрабатываемых гидропневмомеханических устройств.

В случае, если базовые навыки работы с твердотельным трехмерным моделированием и подготовкой комплекта технической документации отсутствуют, то настоятельно рекомендуется ознакомиться с электронным учебником «Азбука КОМПАС», который входит в состав КОМПАС-3D и позволяет в удобном форме для пользователя изучить основные приемы трехмерного моделирования деталей и сборочных единиц в системе КОМПАС-3D, разработка комплекта технических документов (сборочные чертежи, рабочие чертежи и спецификации).

Лабораторная работа № 1

Автоматизация расчетов средствами программы «MathCad»

Цель работы: изучить и получить навык создания автоматических программ для выполнения проектных расчетов отдельных элементов гидравлических и пневматических систем, трубопроводов с учетом всех необходимых ГОСТов и типоразмеров.

Для выполнения этих условий задания будем использовать программу «MathCad».

После открытия данной программы перед нами появляется чистый лист (рис.1.1).



Рисунок 1.1 Поле программы MathCad

Изначально необходимо написать шаблон для характеристических данных, которые пользователь будет задавать для своего персонального расчета. В отличие от формул, ввод текста осуществляется без каких либо функций (рис. 1.2). Для написания формул, используем команду на панели инструментов «Калькулятор». После ее нажатия справа появляется всплывающее окно с типовыми функциями калькулятора (рис.1.3). Используя поле надписи и калькулятор, формируем шаблон для исходных начальных данных (рис.1.4). На следующем этапе, необходимо создать формулы, для расчета, что и является основным этапом. Это можно делать с использованием вышеперечисленных команд.

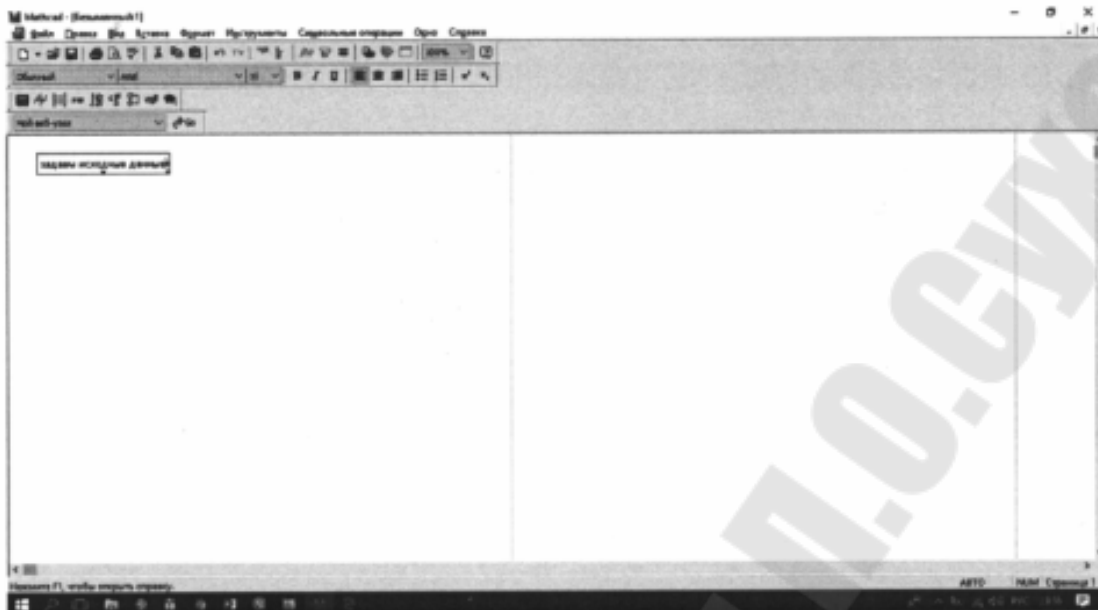


Рисунок 1.2 Поле создания текстовых надписей

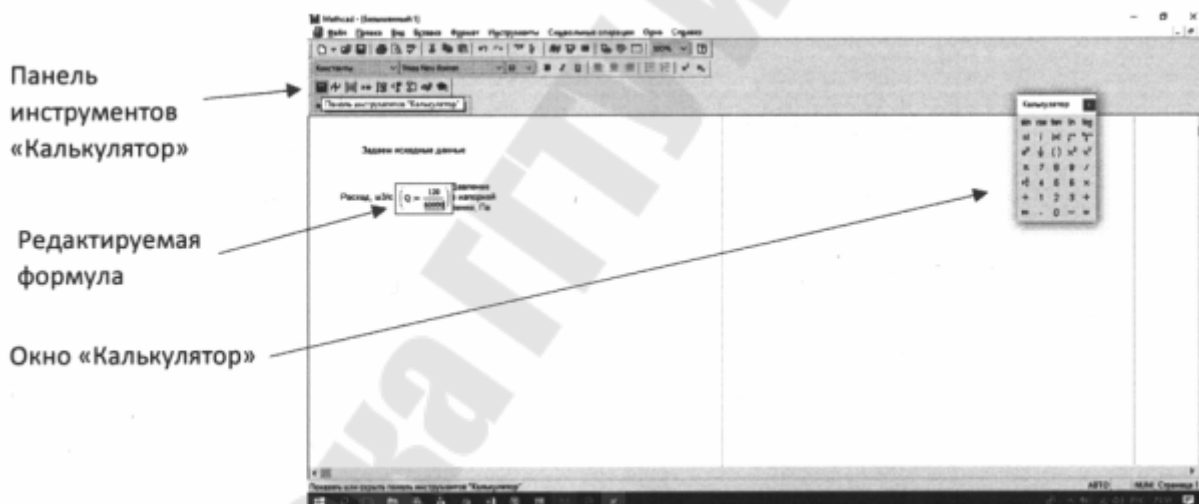


Рисунок 1.3 Вызов окна калькулятор

На следующем этапе, необходимо создать формулы, для расчета, что и является основным этапом. Это можно делать с использованием вышеперечисленных команд.

При формировании программы для автоматизированного расчета трубопроводов на начальном этапе расчета, необходимо записать расчетные зависимости для расчета скоростей в напорной линии, в сливной, всасывающей линиях и линиях управления или использовать исходные данные (рис. 1.5).

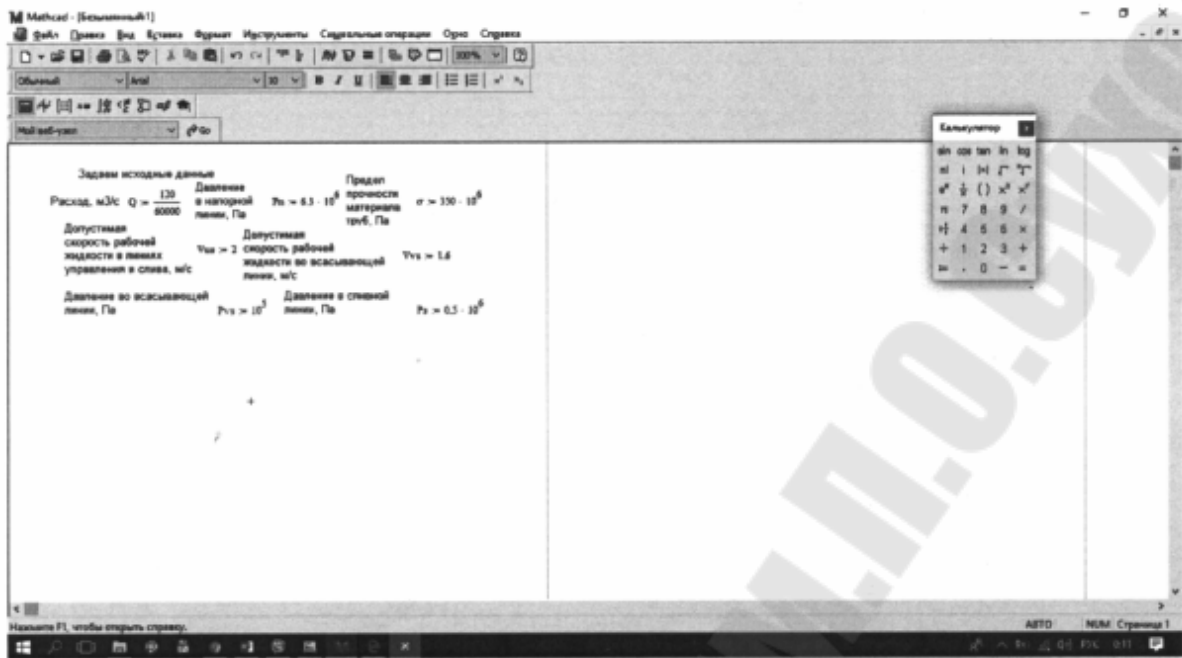


Рисунок 1.4. Формирование исходных и начальных данных для выполнения расчета

Ниже исходных данных записываются зависимости, используемые для выполнения расчетов внутренних диаметров трубопроводов и стандартные ряды диаметров с значениями соответствующими ГОСТу. Для этого используем команду панель инструментов «Вектор и матрица» (рис.1.6)

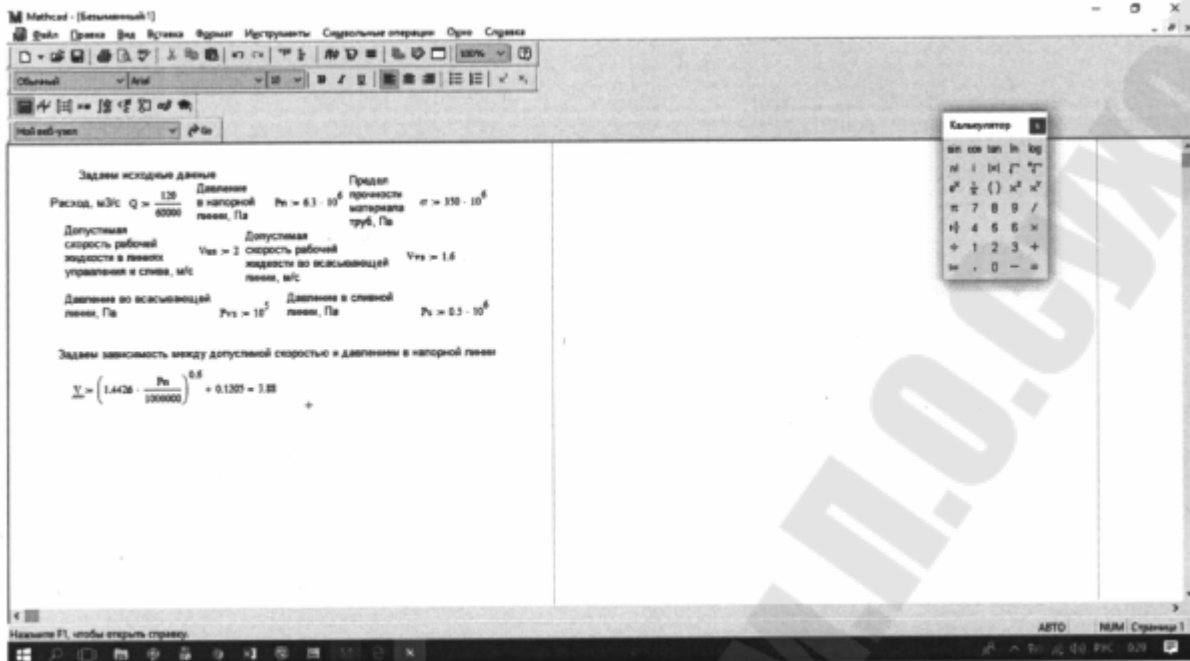


Рисунок 1.5 Формирование исходных данных для расчета трубопроводов

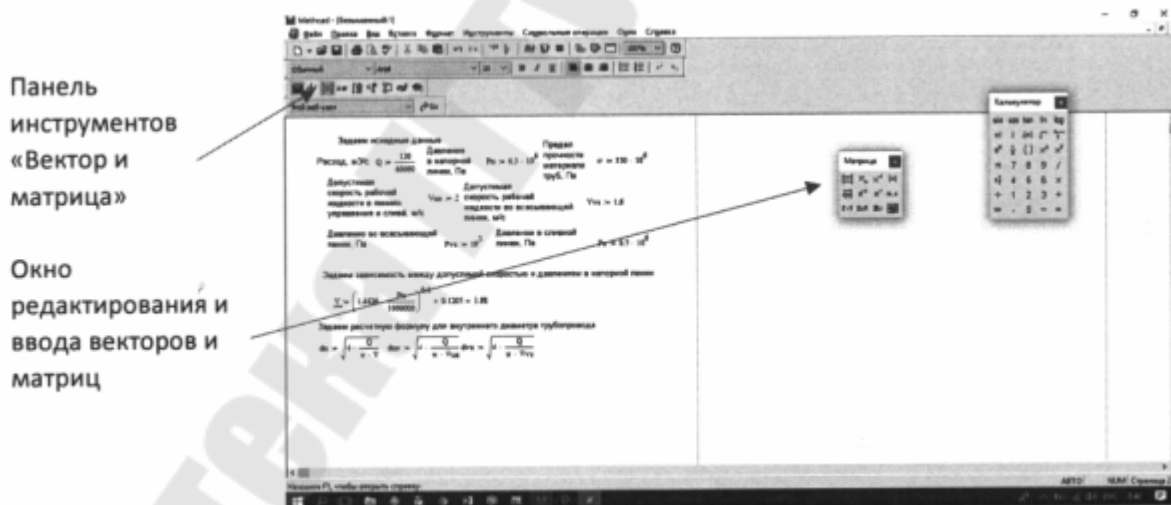


Рисунок 1.6 Вызов окна панели инструментов «Вектор и матрица»

Для того чтобы ввести нужную матрицу в появившемся окне редактирования «Матрица» нажимаем на кнопку «Матрица или вектор». Нажав на данную функцию необходимо задаться размерами матрицы, а именно числом рядов и столбцов в появившемся окне. Установив размеры матрицы нажимаем кнопку «ОК», и записываем данные ГОСТа (рис. 1.7-1.9).

Матрица
или вектор

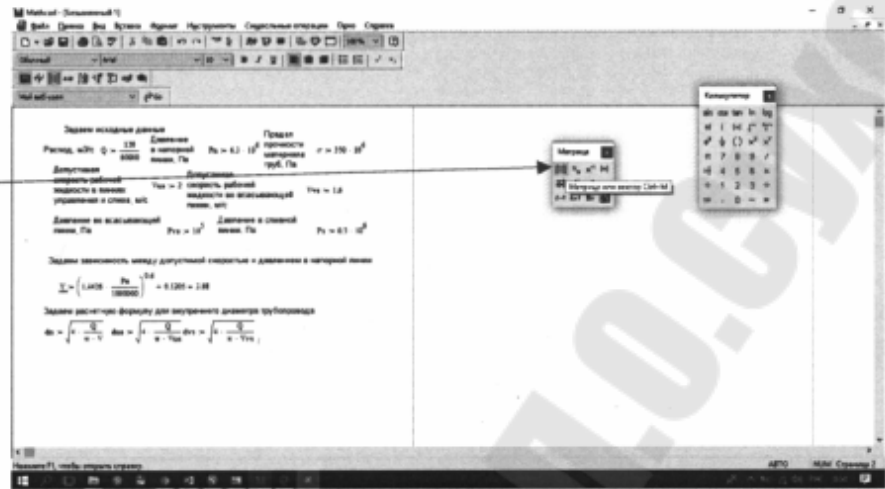


Рисунок 1.7 Вызов окна матрицы

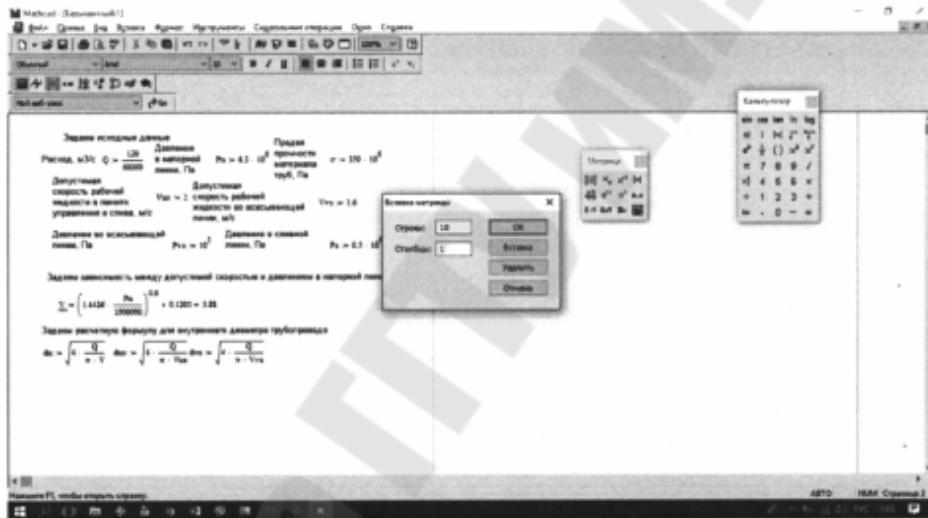


Рисунок 1.8 Вид окна параметров матрицы

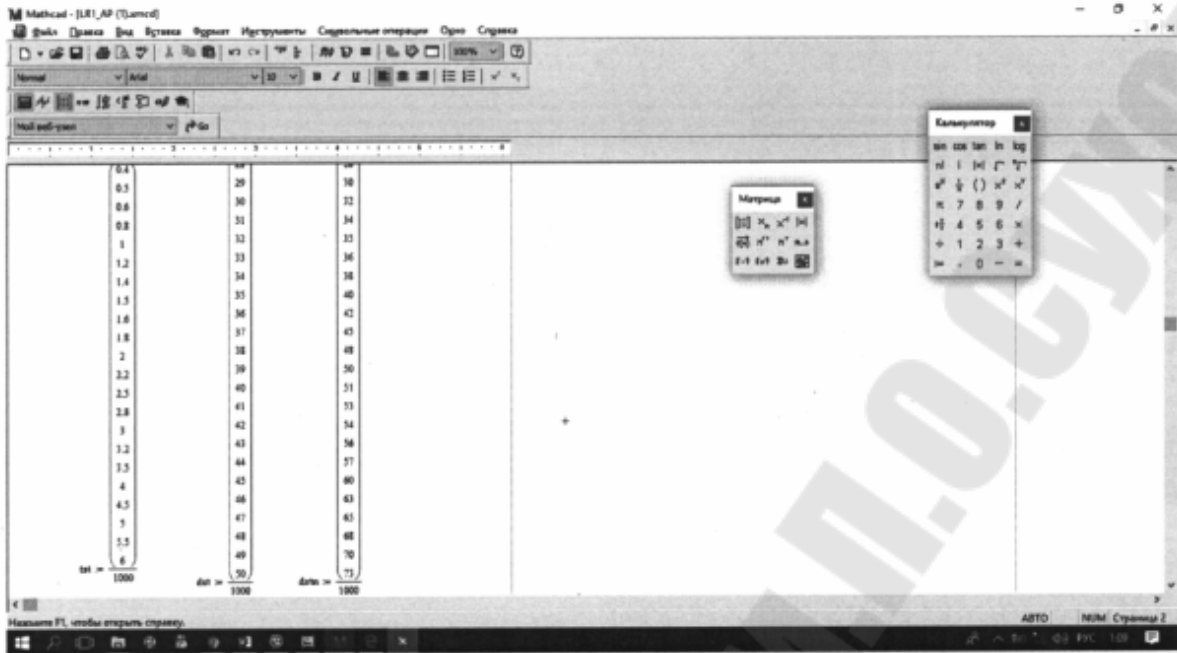


Рисунок 1.9 Пример формирования матрицы диаметров

Деление на 1000 (рис.1.9) необходимо для перехода к стандартным единицам измерения (перевод с миллиметров в метры) для дальнейшего расчета. На следующем этапе необходимо составить алгоритм подбора диаметра из стандартного ряда.

Для написания программы алгоритма подбора диаметров используем команду панели инструментов «Программирование» (рис.1.10).

В появившемся окне редактирования нажимаем кнопку Add Line, для начала программирования.

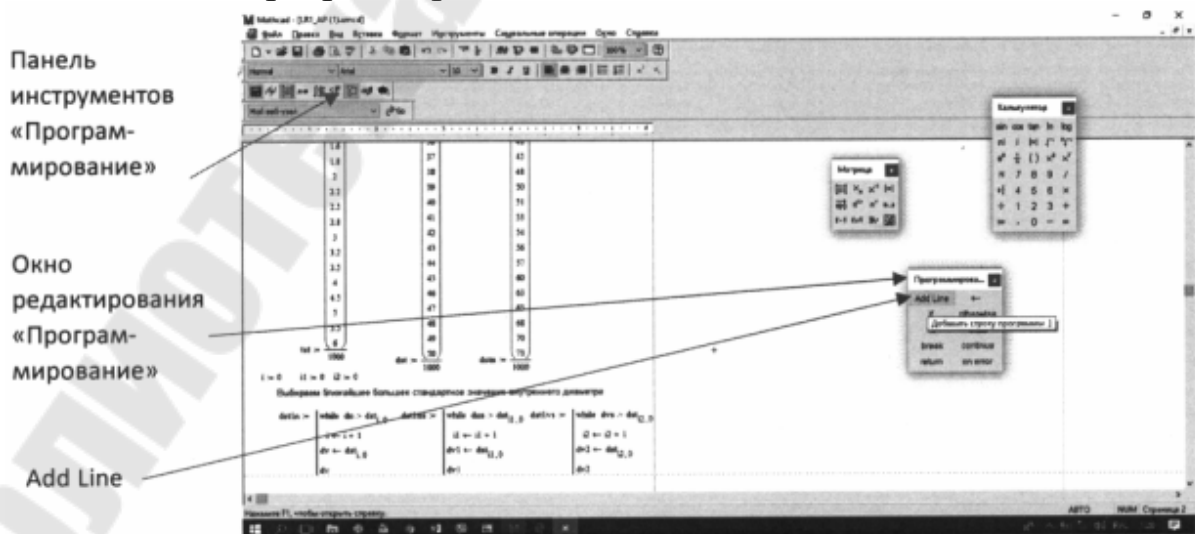


Рисунок 1.10 Вызов команды программирование

На следующем этапе формируем расчетные зависимости для определения толщины стенок трубопроводов, с использованием алгоритма автоматизированного подбора толщины из стандартного ряда и определяем наружные диаметры трубопроводов, аналогично описанному ранее.

На заключительном этапе записываем проверочный расчет скоростей потока жидкости на всех участках трубопровода, и формируем полученные расчетом значения в удобном для дальнейшего использования виде (рис. 1.11).

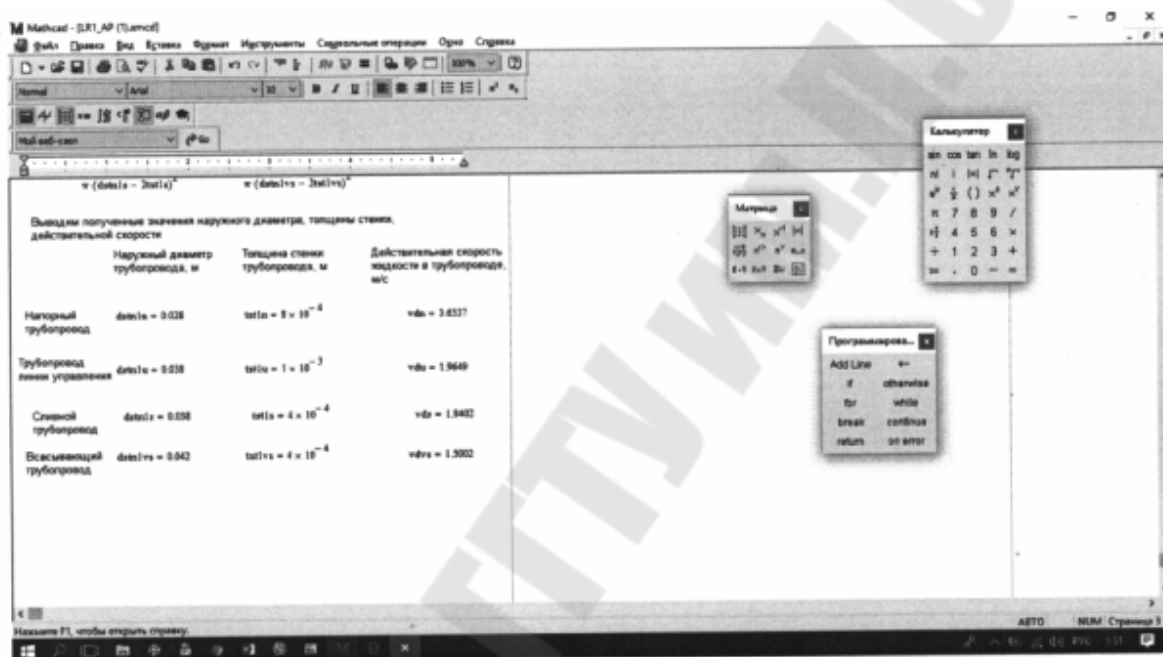


Рисунок 1.11 Вид вывода полученных результатов расчетов.

В полученную в результате программы для автоматизированного расчета вставляем исходные данные и проверяем правильность выполнения расчетов. Пример программы представлен в Приложениях 1.1, 1.2.

СТРУКТУРА ОТЧЕТА

1. Название лабораторной работы
2. Цель работы
3. Исходные данные
4. Распечатка программы автоматизированного расчета
5. Выводы.

Пример программы автоматизированного расчета трубопроводов

Практическая часть

Задаем исходные данные

Расход, м³/с $Q := \frac{120}{60000}$ Давление в напорной линии, Па $P_n := 6.3 \cdot 10^6$ Предел прочности материала труб, Па $\sigma := 350 \cdot 10^6$

Допустимая скорость рабочей жидкости в линиях управления и слива, м/с $V_{us} := 2$ Допустимая скорость рабочей жидкости во всасывающей линии, м/с $V_{vs} := 1.6$

Давление во всасывающей линии, Па $P_{vs} := 10^5$ Давление в сливной линии, Па $P_s := 0.5 \cdot 10^6$

Задаем зависимость между допустимой скоростью и давлением в напорной линии

$$V_{mv} := \left(1.4426 \cdot \frac{P_n}{1000000} \right)^{0.6} + 0.1205 = 3.8797$$

Задаем расчетную формулу для внутреннего диаметра трубопровода

$$dn := \sqrt[4]{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} \quad dus := \sqrt[4]{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V_{us}}} \quad dvs := \sqrt[4]{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V_{vs}}}$$

Задаем ряды стандартных значений толщины стенок, внутренних и наружных диаметров трубопроводов

$\begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \end{pmatrix}$	

$\begin{pmatrix} 4 \\ 4.5 \\ 5 \\ 5.5 \\ 6 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 45 \\ 46 \\ 47 \\ 48 \\ 49 \\ 50 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 60 \\ 63 \\ 65 \\ 68 \\ 70 \\ 73 \end{pmatrix}$
$tst := \frac{\quad}{1000}$	$dst := \frac{\quad}{1000}$	$dstn := \frac{\quad}{1000}$

$i := 0 \quad i1 := 0 \quad i2 := 0$

Выбираем ближайшее большее стандартное значение внутреннего диаметра

```

dstin := while dn > dsti,0
         i ← i + 1
         dv ← dsti,0
         dv

dstlus := while dus > dsti1,0
         i1 ← i1 + 1
         dv1 ← dsti1,0
         dv1

dstlvs := while dvs > dsti2,0
         i2 ← i2 + 1
         dv2 ← dsti2,0
         dv2
    
```

Определяем ближайшую большую стандартную толщину стенки $k := 0 \quad k1 := 0 \quad k2 := 0 \quad k3 := 0$

$$\begin{aligned}
 \text{tstln} &:= \begin{cases} \text{while } tn > \text{tst}_{k,0} \\ k \leftarrow k + 1 \\ tv \leftarrow \text{tst}_{k,0} \\ tv \end{cases} & \text{tstlu} &:= \begin{cases} \text{while } tu > \text{tst}_{k1,0} \\ k1 \leftarrow k1 + 1 \\ \text{tvu} \leftarrow \text{tst}_{k1,0} \\ \text{tvu} \end{cases} \\
 \text{tstls} &:= \begin{cases} \text{while } ts > \text{tst}_{k2,0} \\ k2 \leftarrow k2 + 1 \\ \text{tvss} \leftarrow \text{tst}_{k2,0} \\ \text{tvss} \end{cases} & \text{tstlvs} &:= \begin{cases} \text{while } tvs > \text{tst}_{k3,0} \\ k3 \leftarrow k3 + 1 \\ \text{tvvss} \leftarrow \text{tst}_{k3,0} \\ \text{tvvss} \end{cases}
 \end{aligned}$$

Задаем расчетную зависимость для определения наружного диаметра трубопровода

$$\begin{aligned}
 \text{dnn} &:= \text{dstln} + 2 \cdot \text{tstln} & \text{dnu} &:= \text{dstlu} + 2 \cdot \text{tstlu} & \text{dns} &:= \text{dstls} + 2 \cdot \text{tstls} & \text{dnvs} &:= \text{dstlvs} + 2 \cdot \text{tstlvs} \\
 m &:= 0 & m1 &:= 0 & m2 &:= 0 & m3 &:= 0
 \end{aligned}$$

Выбираем ближайший больший стандартный наружный диаметр трубопровода

$$\begin{aligned}
 \text{dstnln} &:= \begin{cases} \text{while } \text{dnn} > \text{dstn}_{m,0} \\ m \leftarrow m + 1 \\ \text{dnn} \leftarrow \text{dstn}_{m,0} \\ \text{dnn} \end{cases} & \text{dstnlu} &:= \begin{cases} \text{while } \text{dnu} > \text{dstn}_{m1,0} \\ m1 \leftarrow m1 + 1 \\ \text{dnu} \leftarrow \text{dstn}_{m1,0} \\ \text{dnu} \end{cases} \\
 \text{dstnls} &:= \begin{cases} \text{while } \text{dns} > \text{dstn}_{m2,0} \\ m2 \leftarrow m2 + 1 \\ \text{dns} \leftarrow \text{dstn}_{m2,0} \\ \text{dns} \end{cases} & \text{dstnlvs} &:= \begin{cases} \text{while } \text{dnvs} > \text{dstn}_{m3,0} \\ m3 \leftarrow m3 + 1 \\ \text{dnvs} \leftarrow \text{dstn}_{m3,0} \\ \text{dnvs} \end{cases}
 \end{aligned}$$

Задаем зависимость для определения действительной скорости в выбранном трубопроводе

$$\begin{aligned}
 \text{vdn} &:= \frac{4Q}{\pi \cdot (\text{dstnln} - 2\text{tstln})^2} & \text{vdu} &:= \frac{4Q}{\pi \cdot (\text{dstnlu} - 2\text{tstlu})^2} \\
 \text{vds} &:= \frac{4Q}{\pi \cdot (\text{dstnls} - 2\text{tstls})^2} & \text{vdvs} &:= \frac{4Q}{\pi \cdot (\text{dstnlvs} - 2\text{tstlvs})^2}
 \end{aligned}$$

Выводим полученные значения наружного диаметра, толщины стенки, действительной скорости

	Наружный диаметр трубопровода, м	Толщина стенки трубопровода, м	Действительная скорость жидкости в трубопроводе, м/с
Напорный трубопровод	$\text{dstnln} = 0.028$	$\text{tstln} = 8 \times 10^{-4}$	$\text{vdn} = 3.6537$
Трубопровод линии управления	$\text{dstnlu} = 0.038$	$\text{tstlu} = 1 \times 10^{-3}$	$\text{vdu} = 1.9649$
Сливной трубопровод	$\text{dstnls} = 0.038$	$\text{tstls} = 4 \times 10^{-4}$	$\text{vds} = 1.8402$
Всасывающий трубопровод	$\text{dstnlvs} = 0.042$	$\text{tstlvs} = 4 \times 10^{-4}$	$\text{vdvs} = 1.5002$

Лабораторная работа 2

Построение рабочего чертежа детали по заданному эскизу с помощью программных комплексов для 2D - моделирования. Простановка размеров, технических характеристик и технических требований, изображение разрезов, допусков, посадок, шероховатостей.

Цель работы: выполнить чертеж детали в 2D согласно требованиям, ГОСТ используя основные типы линий, проставить все типы размеров, допуски и посадки.

Теоретическая часть

Для выполнения данной работы используем программу КОМПАС 3D.

Вычерчиваем чертеж детали согласно предварительно заданным параметром, деталь «Плита». Для создания чертежа открываем программу и выбираем «чертёж». Нам нужно сделать рамку чертёжную для формата А4, для этого мы будем использовать такой инструмент, как «отрезок». Но для начала зададим толщину линий, соответствующие 1 мм и 0,5 мм. Для этого выбираем отрезок, в поле стиля линий выбираем «другой стиль» → «менеджер стилей» → «создать» → выбираем цвет для новой линии, выбираем ее тип, задаём её толщину (1-0,5 мм) и даём название. После этого жмём «ок», находим нашу линию в списке и начинаем использовать её. Те же действия повторяем и для создания тонкой линий толщиной в 0,5 мм.

После создания линий начинаем чертить рамку чертёжную, соответствующую ГОСТ.

Редактирование штампов (рамок) спецификации и чертежей с целью изменения их параметров, говоря иначе нам необходимо создать собственный штамп.

Создание собственного стиля штампа спецификации и чертежа состоит из следующих этапов:

- создание основных надписей штампа
- создать оформление спецификаций и чертежей
- создание стиля

1. В главном меню программы выбираем опцию «Настройки», пункт «Библиотека стилей», подпункт «Основные надписи». В появившемся окне нам предлагают выбрать любой из существующих базовых стилей и редактировать его, или создать собственные. Создав новый штамп присваиваем ему название (рис 2.1).

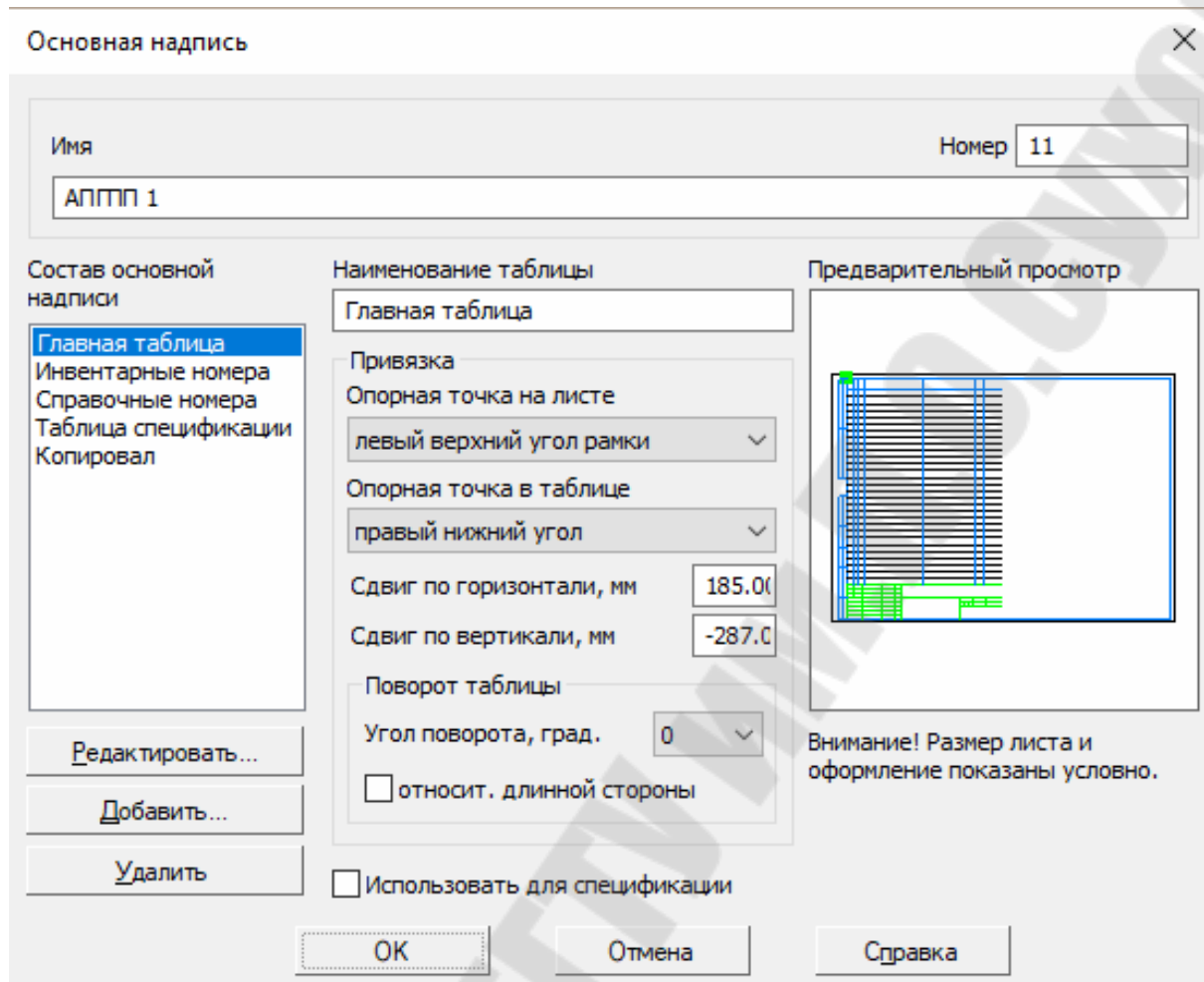


Рисунок 2.1 – меню основной надписи в разделе основной надписи

Определившись со штампом далее создаем оформление, для этого выбираем опцию «Настройки», пункт «Библиотека стилей», подпункт «Оформление спецификации и чертежей». В появившемся окне нам предлагают выбрать стиль что бы изменить его оформление. Выбираем из перечня тот штамп которому мы присвоили свое имя и редактируем параметры которые нам необходимы, сделав это присваиваем имя этому оформлению (рис 2.2).

Оформление графических документов и спецификаций

Имя Номер

Внешняя рамка

Линия

Внутренняя рамка

Линия

Отступы от внешней рамки, мм

Слева	<input type="text" value="20.00"/>	Сверху	<input type="text" value="5.00"/>
Справа	<input type="text" value="5.00"/>	Снизу	<input type="text" value="5.00"/>

Основная надпись

Таблица изменений

Стиль

Сдвиг таблицы относительно главной таблицы основной надписи

по горизонтали, мм	<input type="text" value="0.00"/>	по вертикали, мм	<input type="text" value="-25.00"/>
--------------------	-----------------------------------	------------------	-------------------------------------

Количество строк в первом блоке

Количество строк в последующих блоках

Последующий блок располагать справа от предыдущего

OK Отмена Справка

Рисунок 2.2 – меню оформления графически документов в разделе работа с оформлением чертежей и спецификаций

Создав новое оформление для спецификации можно приступить к созданию стиля. Выбираем опцию «Настройки», пункт «Библиотека стилей», подпункт «Стиль спецификации». В появившемся окне нам предлагают выбрать оформление, выбрав свое оформление открывается окно редактора, в котором мы так же изменяем все необходимые нам параметры (рис. 2.3).

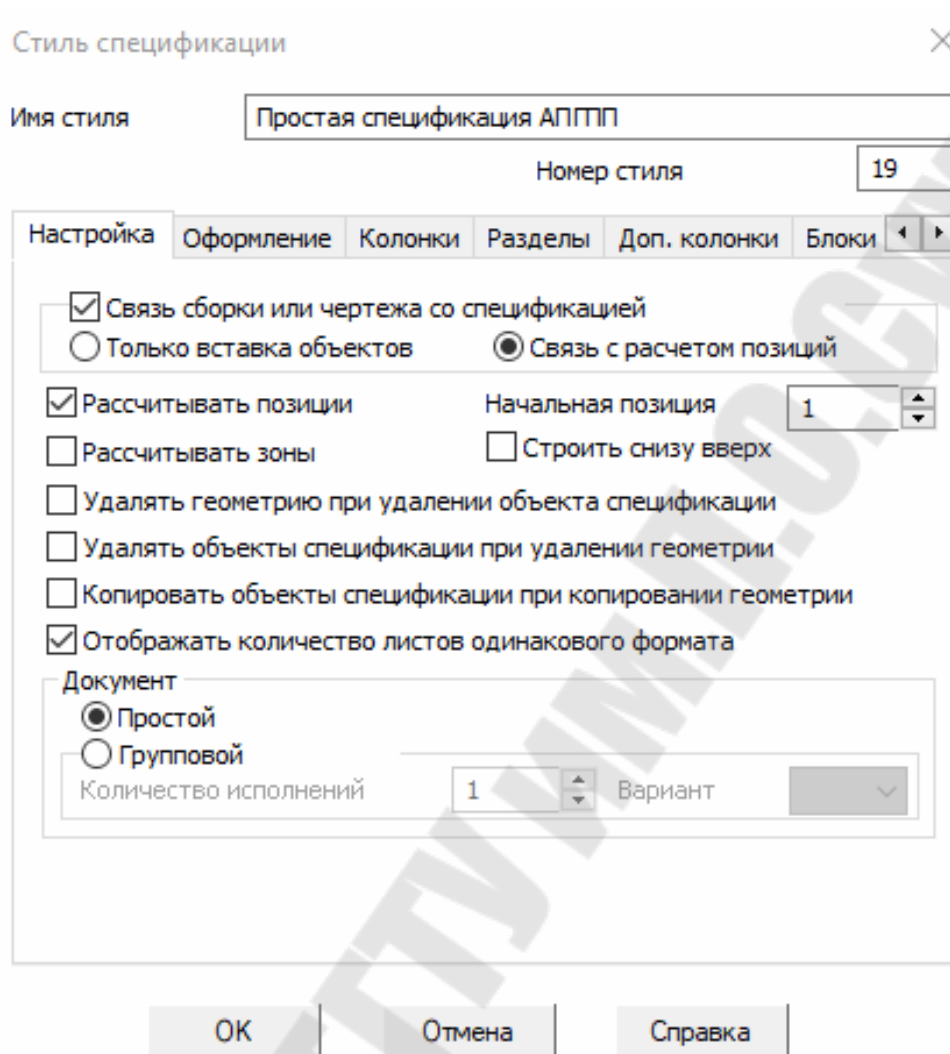


Рисунок 2.3 – меню стилей спецификации в разделе оформление стилей спецификации.

Исправив все необходимые нам параметры стиль сохраняется в библиотеке «Компаса». Для того что бы его применить, правой кнопкой мыши нажимаем на рамку, выбираем пункт меню «Параметры», далее «Стиль», и в названии выбираем или прописываем название созданного нами стиля.

Линии и символы

Стандартные линии компаса разделяться на 3 вида: тонкая, основная и утолщенная. Для того что бы редактировать основные их свойства нам необходимо зайти в опцию «Настройки», пункт «Параметры».

В появившемся окне необходимо выбрать «Система», далее «Графический редактор», далее «Системные линии». В появившемся окне изменяем параметры линий (Рис. 2.4).

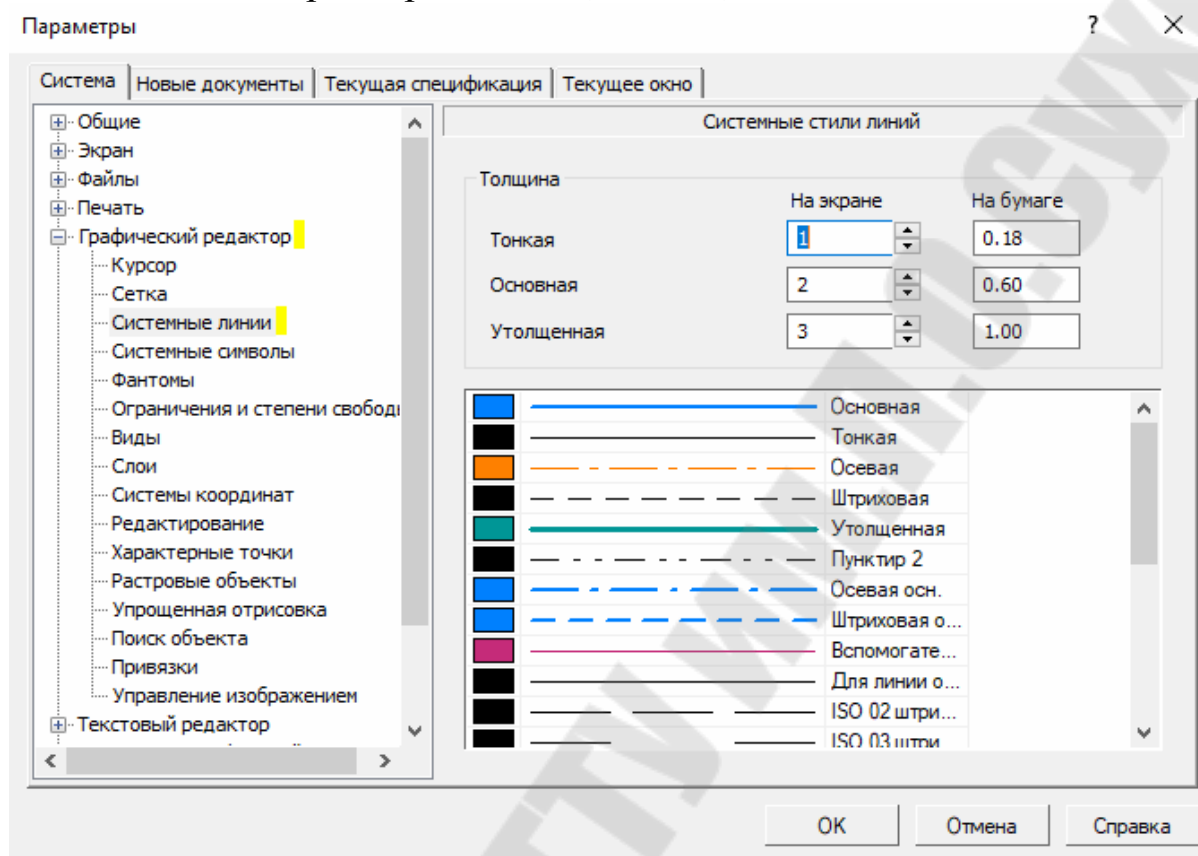


Рисунок 2.4 – редактор линий

Для изменения свойств символов, необходимо выбрать в меню «Система», пункт «Текстовый редактор», подпункт «Толщины спецзнаков». В появившемся окне настраиваем толщину линии. Рекомендуется изменять в опции пользовательской настройки, чтобы не сбить стандартные параметры компаса (Рис. 2.5).

Когда рамка готова, приступаем непосредственно к черчению нашей плиты. Для её создания используем такой инструмент, как «прямоугольник». Чертим 3 прямоугольника, которые соответствуют главному виду, виду сверху и виду слева, выдерживая проекционную связь.

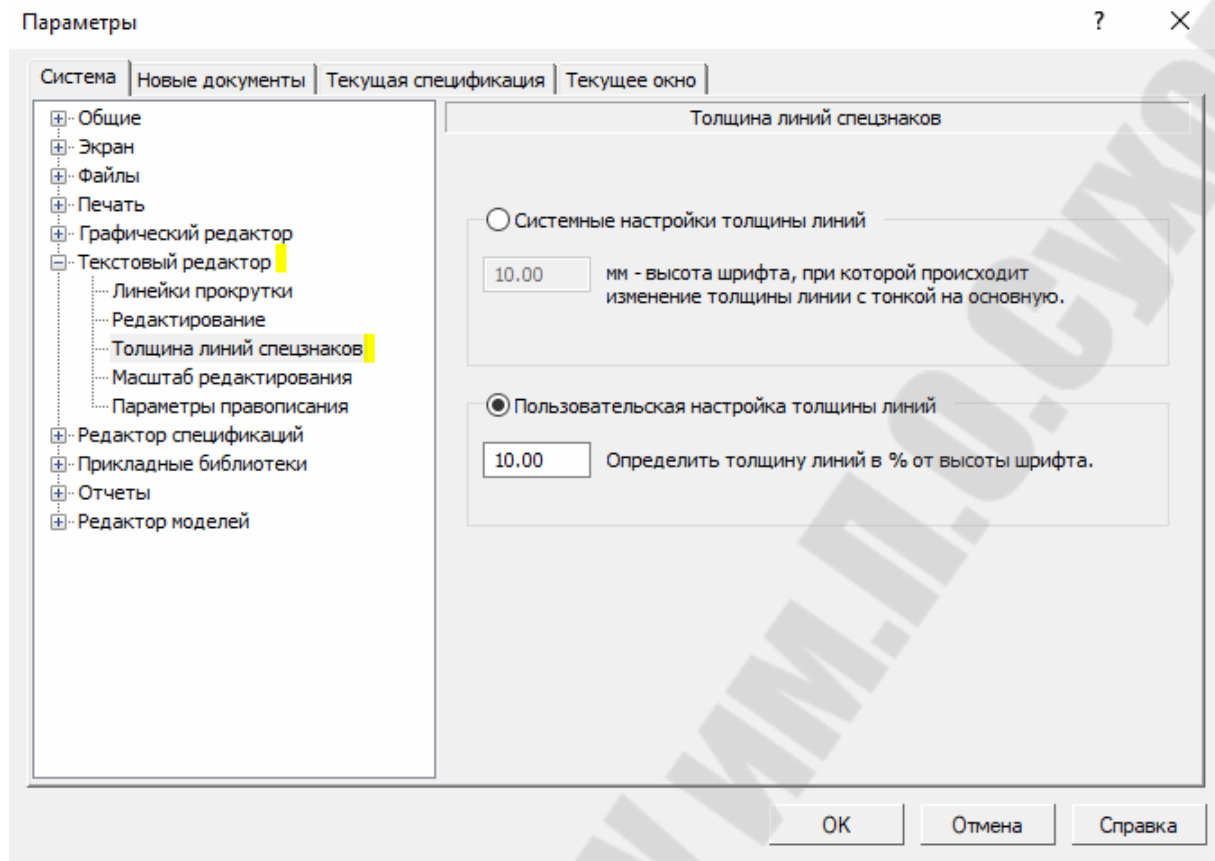


Рисунок 2.5 – редактор толщины спецзнаков.

Далее начинаем заполнять штамп. Высота символов в подписи должна быть 5 мм, в основном надписи – 10 мм, а толщина линии должна соответствовать 1 мм. Для этого используем жирный шрифт GOST тип BU. Вносим в чертёж технические характеристики, используя тот же шрифт.

Далее проставляем размеры на детали, назначаем шероховатости и допуски на размеры.


Чтобы проставить линейный размер, выполните следующие действия.


1. Вызовите команду **Линейный размер**. 


Способы вызова: Инструментальная область: **Размеры — Линейный размер** (входит в разделы **Главная** и **СПДС**); Меню: **Оформление — Линейные размеры — Линейный размер**.

2. Задайте точки привязки размера — точки выхода выносных линий. Для этого в графической области укажите нужные точки и/или объекты.

3. Определите положение размерной линии с помощью группы кнопок **Тип**:

- **Параллельно объекту** — размерная линия параллельна линии, проходящей через точки привязки размера, 

- **Горизонтальный** — размерная линия параллельна оси ОХ системы координат текущего вида, 

- **Вертикальный** — размерная линия параллельна оси ОУ системы координат текущего вида. 

4. Настройте параметры размерной надписи. Для этого щелкните по ссылке **Текст** рядом с полем отображения надписи. Запустится подпроцесс **Ввод текста**, а в графической области появятся таблица ввода надписи и дополнительная панель параметров.

5. Задайте допуск на размер.

6. При необходимости настройте дополнительные параметры размера: вариант размещения размерной надписи, параметры отрисовки стрелок и т.п.

7. Задайте точку, определяющую положение размерной линии.

- Если выбрано автоматическое, фиксированное или ручное размещение размерной надписи, то указанная точка также определяет ее положение (см. рис. а). После указания этой точки создание размера автоматически завершается.

- Если выбрано размещение размерной надписи на полке, то указанная точка определяет положение размерной линии и начало линии-выноски. В этом случае необходимо указать еще одну точку — точку начала полки (рис. 2.6). После указания этой точки создание размера автоматически завершается.

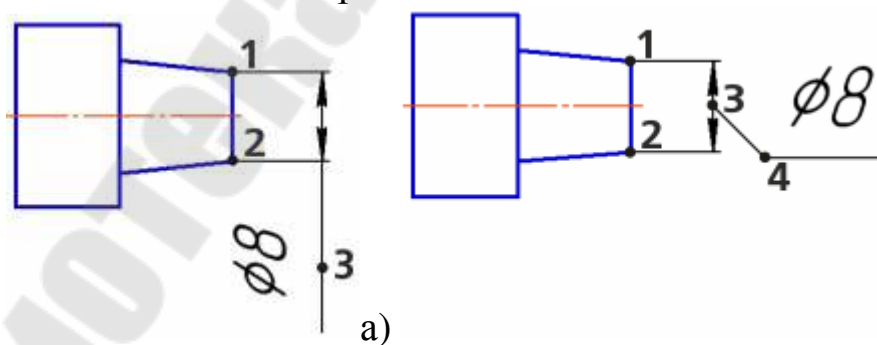


Рисунок 2.6 - Линейные размеры: а) с ручным размещением размерной надписи, б) на полке

Чтобы проставить простой угловой размер, выполните следующие действия.




1. Вызовите команду **Угловой размер**. 

Способы вызова: Инструментальная область: **Размеры — Угловой размер** (входит в разделы **Главная** и **СПДС**); Меню: **Оформление — Угловые размеры — Угловой размер**.



2. Задайте стороны угла. Для этого в графической области укажите прямолинейные объекты или точки, при соединении которых образуются стороны угла.

На экране появятся вершина угла и фантом размера.

3. Выберите тип размера с помощью группы кнопок **Тип**:

- **Минимальный угол** — простановка размера на острый угол, 
- **Максимальный угол** — простановка размера на тупой угол, 
- **Угол более 180 градусов** — простановка размера на угол более 180 градусов. 

4. Выберите вариант отрисовки выносных линий размера с помощью группы кнопок **Выносные линии**:

- **Не от центра**, 
- **От центра**. 

5. Настройте параметры размерной надписи. Для этого щелкните по ссылке **Текст** рядом с полем отображения надписи. Запустится подпроцесс **Ввод текста**, а в графической области появятся таблица ввода надписи и дополнительная панель параметров.

6. Задайте допуск на размер.

7. При необходимости настройте дополнительные параметры размера: вариант размещения размерной надписи, параметры отрисовки стрелок и т.п.

8. Задайте точку, определяющую положение размерной линии.

- Если выбрано автоматическое, фиксированное или ручное размещение размерной надписи, то указанная точка также определяет ее положение (рис. 2.7 а). После указания этой точки создание размера автоматически завершается.

- Если выбрано размещение размерной надписи на полке, то указанная точка определяет положение размерной линии и начало линии-выноски. В этом случае необходимо указать еще одну точку — точку начала полки (рис. 2.7 б). После указания этой точки создание размера автоматически завершается.

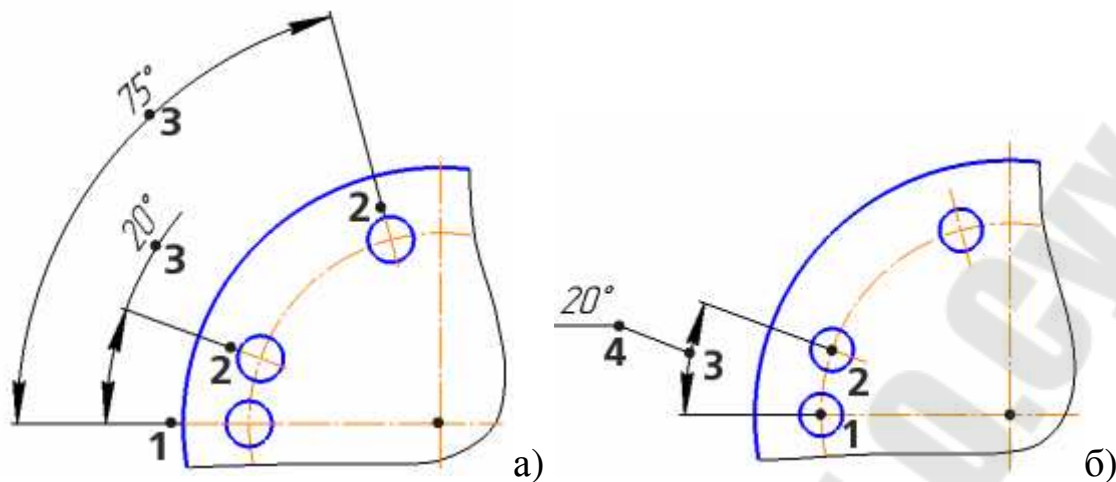


Рисунок 2.7 - Угловые размеры: а) с ручным размещением размерной надписи; стороны угла заданы отрезками; б) на полке; стороны угла заданы точками.

Чтобы построить диаметральный размер, выполните следующие действия.



1. Вызовите команду **Диаметральный размер**. 

Способы вызова: Инструментальная область: **Размеры — Диаметральный размер** (входит в разделы **Главная** и **СПДС**); Меню: **Оформление — Диаметральный размер**.

2. Укажите окружность (или дугу окружности), которую требуется образмерить. Ее название появится в поле **Объект**, а в графической области будет отображен фантом размера.

3. Выберите тип размерной линии с помощью группы кнопок

Тип:

- **Полная** — размерная линия показывается целиком, 
- **С обрывом** — размерная линия выходит за центр окружности на расстояние, равное 1/5 ее радиуса, но не менее, чем на расстояние, установленное в данном документе для выхода размерной линии за текст. 

4. Настройте параметры размерной надписи. Для этого щелкните по ссылке **Текст** рядом с полем отображения надписи. Запустится подпроцесс **Ввод текста**, а в графической области появятся таблица ввода надписи и дополнительная панель параметров.

5. Задайте допуск на размер.

6. При необходимости настройте дополнительные параметры размера: вариант размещения размерной надписи, параметры отрисовки стрелки и т.п.

7. Задайте точку, определяющую положение размерной линии. Она может быть указана внутри окружности или снаружи.

- Если выбрано автоматическое, фиксированное или ручное размещение размерной надписи, то указанная точка также определяет ее положение (рис. 2.8 а). После указания этой точки создание размера автоматически завершается.

- Если выбрано размещение размерной надписи на полке, то возможны следующие варианты:

- указание внутри окружности — точка определяет положение размерной линии и начало линии-выноски; в этом случае необходимо указать еще одну точку — точку начала полки (рис. 2.8 б),

- указание вне окружности — точка определяет положение размерной линии и начало полки (рис. 2.8 в).

После указания точек создание размера автоматически завершается.

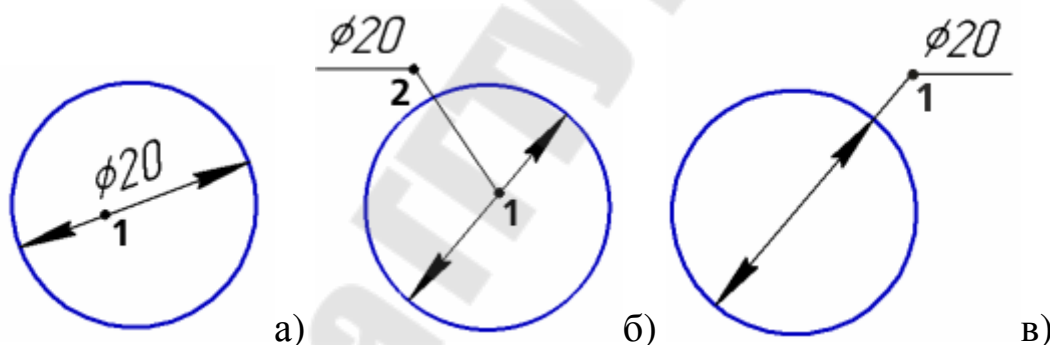


Рисунок 2.8 - Диаметральные размеры: а) с автоматически размещенной надписью; б) и в) с надписью, размещенной на полке

Чтобы построить радиальный размер, выполните следующие действия.



1. Вызовите команду **Радиальный размер**.

Способы вызова: Инструментальная область: **Размеры — Радиальный размер** (входит в разделы **Главная** и **СПДС**); Меню: **Оформление — Радиальный размер**.

2. Укажите окружность (или дугу окружности), которую требуется образмерить. Ее название появится в поле **Объекты**, а в графической области будет отображен фантом размера.

3. Выберите тип размерной линии с помощью группы кнопок

Тип:

- От центра, 
- Не от центра.  (рис. 29).

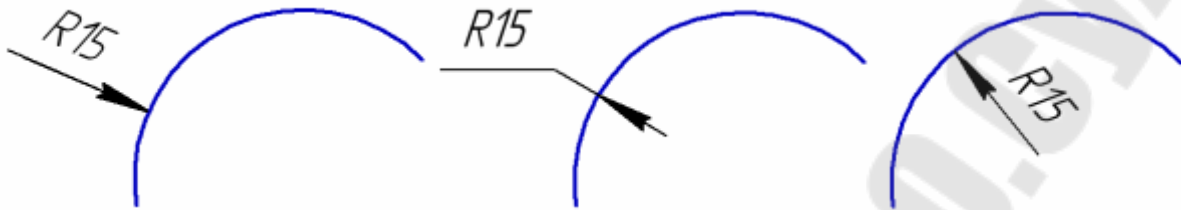


Рисунок 2.9 - Примеры простановки радиального размера не от центра

4. Настройте параметры размерной надписи. Для этого щелкните по ссылке **Текст** рядом с полем отображения надписи. Запустится подпроцесс **Ввод текста**, а в графической области появятся таблица ввода надписи и дополнительная панель параметров.

5. Задайте допуск на размер.

6. При необходимости настройте дополнительные параметры размера: вариант размещения размерной надписи, параметры отрисовки стрелки и т.п.

7. Задайте точку, определяющую положение размерной линии. После указания этой точки создание размера автоматически завершается. Точка может быть указана внутри окружности или снаружи.

- Если выбрано автоматическое, фиксированное или ручное размещение размерной надписи, то указанная точка также определяет ее положение (рис. 2.10 а).

- Если выбрано размещение размерной надписи на полке, то точка определяет положение размерной линии и начало полки (рис. 2.10 б).

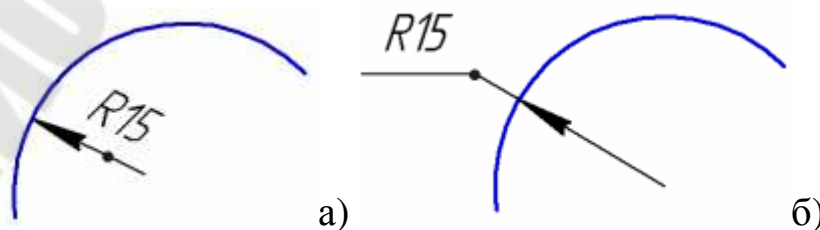



Рисунок 2.10 - Радиальный размер: а) с автоматически размещенной надписью; б) с надписью на полке

Чтобы создать обозначение шероховатости поверхности, выполните следующие действия.

1. Вызовите команду **Шероховатость**.  В графической области появится фантом знака шероховатости.

Способы вызова: Инструментальная область: **Черчение** — **Обозначения** — **Шероховатость**; Меню: **Оформление** — **Обозначения для машиностроения** — **Шероховатость**.

2. Настройте отрисовку обозначения шероховатости с помощью элементов панели параметров.

3. Укажите объект для нанесения обозначения (контур детали, выносную линию размера и т.д.). Название выбранного объекта появится в поле **Объект** на Панели параметров.

4. Укажите точку, определяющую положение знака на выбранном объекте. Если точка указана вне объекта, то положение знака определяется проекцией заданной точки на объект или его продолжение. В этом случае объект (за исключением NURBS, конических кривых и кривых Безье) автоматически продлевается на нужное расстояние тонкой линией (рис. 2.11).

Если выбрано размещение знака шероховатости на полке, то указанная точка определяет начало линии-выноски. В этом случае необходимо задать точку начала полки. Положение знака также можно задать без указания объекта.

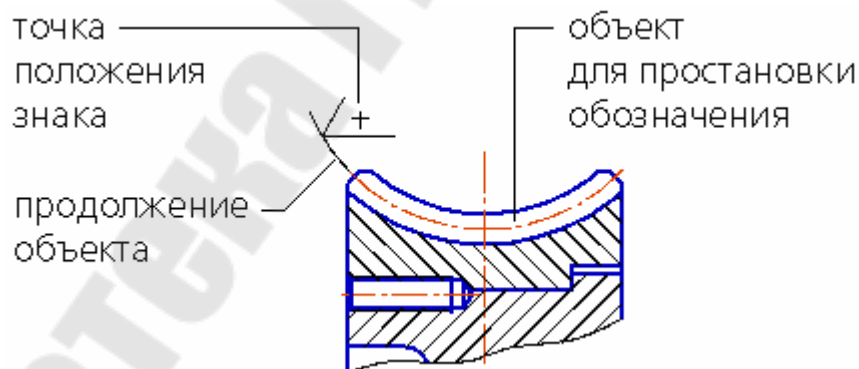



Рисунок 2.11 - Простановка обозначения шероховатости на продолжении объекта

Чтобы создать обозначение допуска формы и расположения поверхности, выполните следующие действия.

1. Вызовите команду **Допуск формы**.  В графической области появится фантом обозначения.

Способы вызова: Инструментальная область: **Черчение** — **Обозначения** — **Допуск формы**; Меню: **Оформление** — **Обозначения для машиностроения** — **Допуск формы**.

2. Укажите объект для простановки допуска (контур детали, выносную линию размера и т.д.). Название выбранного объекта появится в поле **Объект** на Панели параметров.

3. Укажите начальную точку выносной линии допуска на выбранном объекте.

4. Задайте точку вставки рамки допуска. Положение рамки допуска также можно задать без указания обозначаемого объекта.

5. После указания точки вставки рамки допуска автоматически запустится подпроцесс **Ввод текста**. Сформируйте таблицу допуска. После окончания работы подпроцесса **Ввод текста** система вернется к простановке обозначения. Сформированная надпись появится в поле **Текст** и в ячейках таблицы допуска. Чтобы отредактировать текст, щелкните в поле **Текст** или в ячейке таблицы допуска.

6. С точкой вставки совпадает левый нижний угол рамки допуска. Если требуется изменить положение рамки относительно точки вставки, активизируйте соответствующую точку элемента **Позиция**.

7. Рамка допуска располагается горизонтально. Если требуется расположить рамку вертикально, включите опцию **Вертикально**.

8. На фантоме рамки отображаются восемь характерных точек, показывающих возможные места выхода ответвлений. При необходимости создайте дополнительные ответвления.

Каждое новое ответвление создается со стрелкой. Сменить тип стрелки можно с помощью контекстного меню характерной точки на конце ответвления.

Вы можете изменять конфигурацию линии-выноски в процессе создания обозначения.

9. Чтобы завершить создание обозначения допуска формы, нажмите кнопку **Создать объект**.

К созданному обозначению можно добавить текстовую метку.

Простановка допуска расположения поверхностей дана на рис. 2.12.

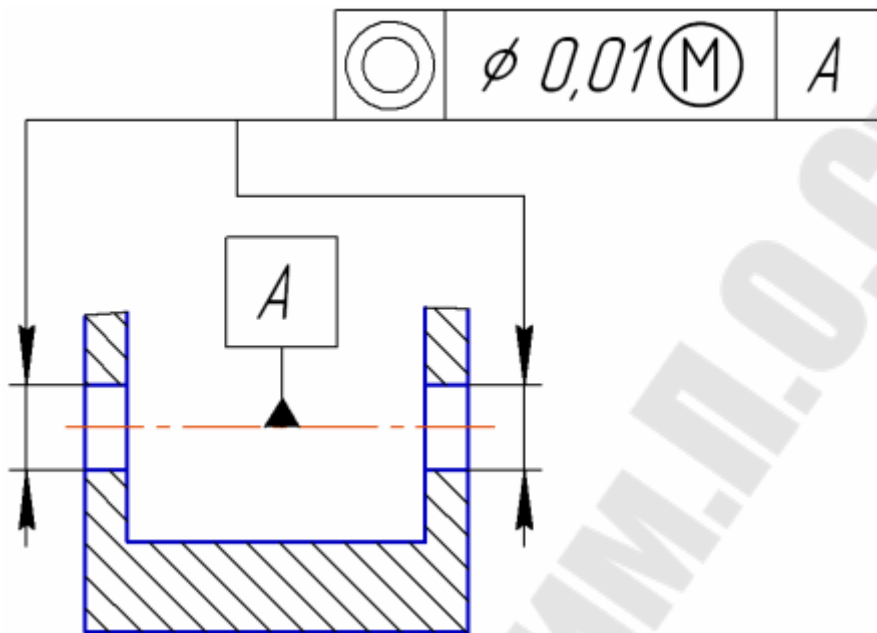


Рисунок 2.12 - Простановка допуска расположения поверхностей

Лабораторная работа 3

Разработка библиотеки и шаблонов типовых элементов гидро- и пневмосистем с использованием параметрических макросов, блоков и других атрибутов программных комплексов для 2D - моделирования.



Цель работы: создать библиотеку гидравлических(пневматических) графических элементов для создания собственной схемы.

Теоретическая часть

Для того что бы создать собственную библиотеку элементов нам необходимо.

1. Создать документ КОМПАС-Фрагмент, сохраните его куда-нибудь на жесткий диск.

2. Включите в этом документе параметризацию ввода графических объектов (если вы помните, по умолчанию при вводе объектов в графических документах параметризация отключена). Чтобы включить автоматическую параметризацию при вводе, выполните команду Сервис -> Параметры, после чего на вкладке Текущий фрагмент появившегося диалогового окна в разделе Параметризация установите флажки для всех типов объектов и операций.

3. Пользуясь вспомогательной геометрией, самостоятельно вычертите изображение (например: распределителя) так, чтобы его геометрический центр совпадал с началом координат фрагмента. В начале координат установите графический объект точка (команда Точка) и зафиксируйте ее. Чтобы зафиксировать точку, нажмите кнопку Зафиксировать точку  на панели инструментов Параметризация. В результате к началу координат можно будет привязывать размеры (чтобы после любых их изменений и перестроений изображения центр распределителя всегда совпадал с центром координат фрагмента). *Примечание. Если после параметризации на чертеже не отображаются ограничения, наложенные на графические объекты (вертикальность, совпадение точек), выполните команду Отображать ограничения  (кнопка находится на панели Параметризация).*

4. Формирование параметрического фрагмента закончено. Теперь можно приступить к созданию библиотеки, для этого выбира-

ем команду Добавить описание -> библиотеки документов, в появившемся окне введите имя библиотеки – распределитель. После утвердительного ответа на запрос о создании библиотеки вам будет предложено задать имя библиотеки, которое будет отображаться в менеджере библиотек. Введем, например, распределитель с гидравлическим управлением и нажмите ОК для подтверждения создания библиотеки.

5. В менеджере библиотек появится новая, пока еще пустая библиотека. Чтобы добавить в нее фрагмент, выполните команду контекстного меню Добавить фрагмент в библиотеку. В появившемся окне открытия файла следует выбрать сохраненный фрагмент с параметрическим изображением распределителя.

6. Теперь можем вставлять изображения распределителя из новой библиотеки в любой графический документ системы КОМПАС или в эскиз трехмерной операции. Для этого достаточно дважды щелкнуть на элементе в окне менеджера библиотек (рис.3.1).

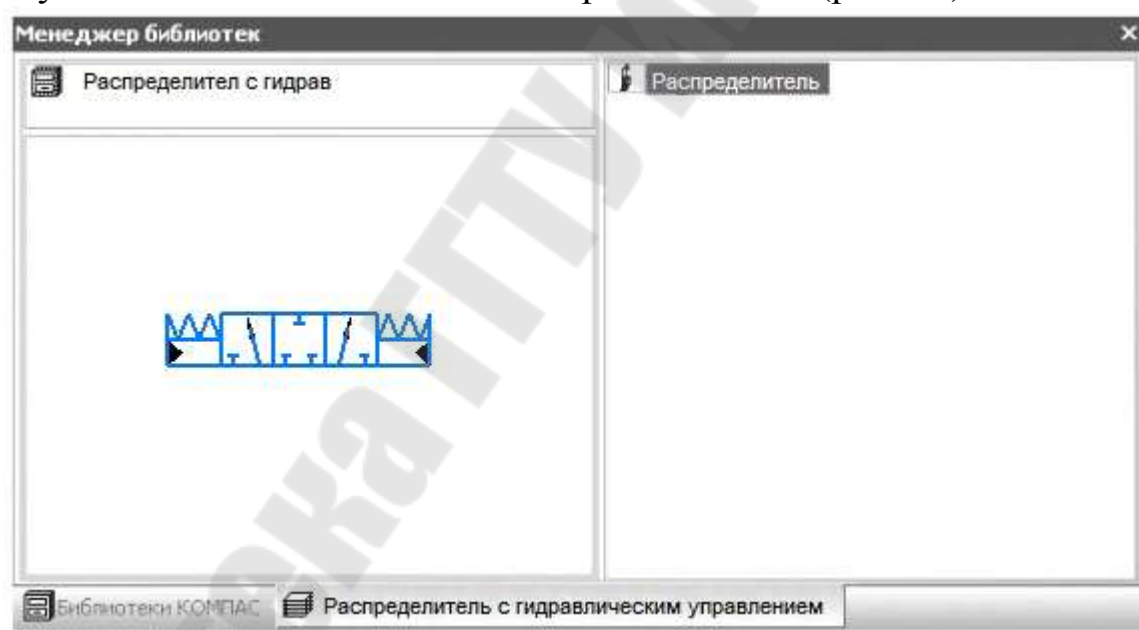



Рисунок 3.1 окно менеджера библиотека

Лабораторная работа 4

Основы работы с программой 3D-моделирования. Загрузка, интерфейс, основные команды, общие принципы создания объемной модели объекта.



Цель работы: разработать 3D модель детали и её рабочий чертеж «плита».



Теоретическая часть



Разработка 3D модели начинается с того что необходимо выбрать плоскость в которой будем вычерчивать эскизы детали. Выбрав необходимую нам плоскость, щелкаем на нее левой кнопкой мыши и выбираем в меню проекций «Создать эскиз» , и вычерчиваем основные габаритные размеры детали.



Чтобы придать вычерченному эскизу объём в меню «Элементы тела» выбираем операцию «Выдавливание» и в строке толщина вписываем параметр, который будет определять толщину нашего объекта.

Для редактирования объекта с целью изменения его формы и объёма, так же пользуемся операциями в меню «Элементы тела». А именно:


Для построения элемента выдавливания используются команды «Элемент выдавливания» и «Вырезать выдавливанием».  


Для построения элемента вращения используются команды «Элемент вращения» и «Вырезать вращением».  


Для построения элемента по траектории используются команды «Элемент по траектории» и «Вырезать по траектории».  


Для построения элемента по сечениям используются команды «Элемент по сечениям» и «Вырезать по сечениям».  

Результатом операции может быть объединение/вырезание/пересечение элемента по траектории с имеющимся телом, а также создание нового тела. Для выбора нужного варианта используется группа кнопок «Результат операции» Основного раздела «Панели параметров».

Далее создаем чертеж из 3D модели. Для это необходимо создать новый документ «Чертеж». В меню «Виды» выбираем опцию «Стандартные виды с модели»  и выбираем необходимые нам виды в контекстном меню. Далее выбираем расположение эскизов на чертеже и правой кнопкой мыши закрепляем их на выбранном месте.

Для создания местных разрезов на виде необходимо в область эскиза в которой будет местный разрез выбелить замкнутым контуром (сплайн-линия, круг), далее выбираем в меню «Виды» опцию «Местный разрез» , после чего нам предлагают выбрать область разреза на эскизе, выбираем свой замкнутый контур, после чего нам предлагают на перпендикулярных видах выбрать где будет проходить местный разрез (окружность и т.д.).

Проекционные виды строятся при помощи команды «стрелка взгляда»  в меню «Обозначение».

Для создания линии разреза или сечения используется команда **Линия разреза/сечения.**  Выбирая на эскизе поверхность, по которой будет проходить разрез, ставим точку правой кнопкой мыши на против определенного объекта на эскизе, далее перпендикулярно первой точке проведём прямую до края эскиза (можно не до конца, смотря что надо разрезать) и опять правой кнопкой мыши ставим точку, далее нам предлагают выбрать направление вида, выбрав его правой кнопкой мыши нам предлагают выбрать место для размещения вида, выбрав которое правой кнопкой мыши закрепляем вид на месте.

Проставление размеров было рассмотрено в лабораторной работе 2. Помимо простановки размеров еще нам необходимо назначить допуски, и шероховатости к поверхностям. Две этих опции располагаются в меню «Обозначение», опции называются «Шероховатости» и «Допуски форм» настройка параметров а данных опциях находиться в контекстном меню этих опции.

Практическая часть

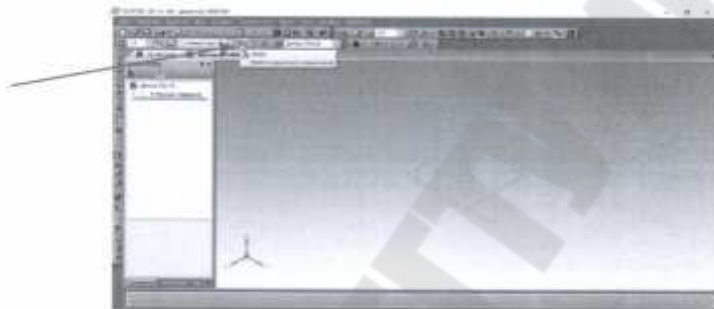
Создаем 3D модель детали «плита» В данной работе необходимо создать деталь 3D «плита гидравлическая». Для создания детали 3D открываем «КОМПАС-3D», где с помощью команды «Файл» - «Создать» - «Деталь» заходим в нужный редактор программы.



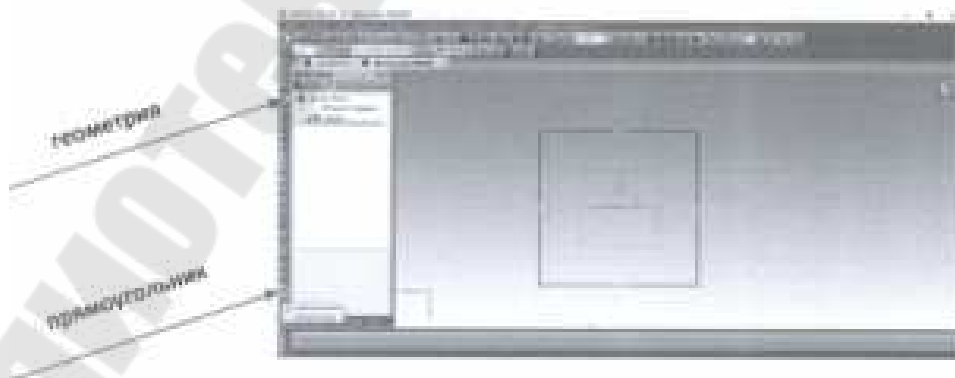
После, на главном экране показаны 3 плоскости изометрии X, Y, Z. Выбираем плоскость для работы. Для построения детали, например, плоскость X.



1. Для того что бы выбрать плоскость, нажимаем на ее и воспользуемся командой «Эскиз».



2. Выбрав плоскость и определившись с габаритными размерами плиты переходим к построению. В моем случае необходимо начертить квадрат 100x100. С помощью команды «Геометрия» - «Прямоугольник».



3. Для получения объемной фигуры из нашего квадрата 100x100, необходимо воспользоваться командой «Редактирование команды» - «Операция выдавливания».



4. После этого, необходимо задать длину выдавливания. Это можно выполнить в меню редактирования внизу окна. Под пунктом «Расстояние» задаем нужный нам параметр длины объемной детали. Например, задаем 500мм. После этого нажимаем функцию «Создать объект» или воспользуемся комбинацией Ctrl ♦Enter. Объемная деталь выполнена.

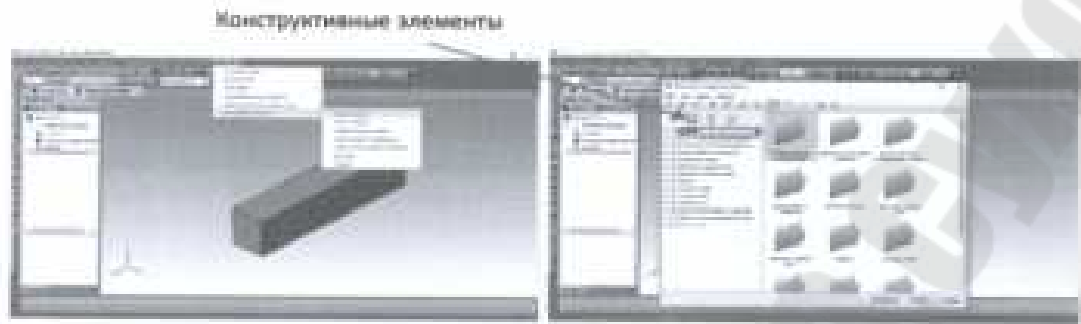


5. Для выполнения отверстий выбираем необходимую плоскость и переходим к его редактированию. С помощью панели изображаем окружность нужного диаметра отверстия, а затем выходим из редактирования. Например, вычерчиваем 2 диаметра 14 и 10 сливного и напорного трубопровода соответственно.



6. Для вылавливания отверстий, необходимо войти в библиотеку КОМПАС-3D). Сделать это можно с помощью: «Библиотеки» •

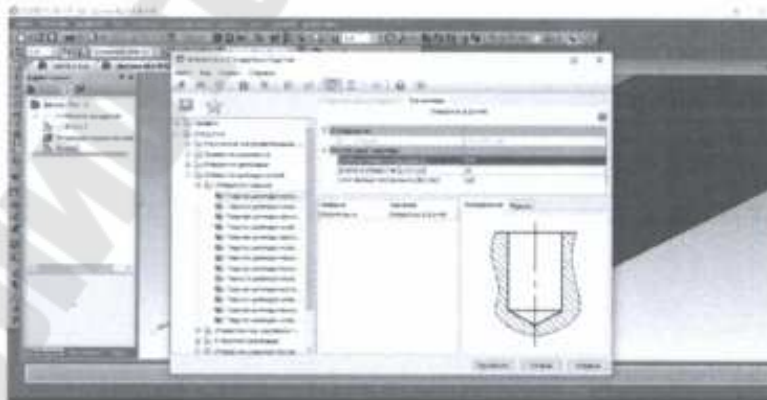
«Стандартные изделия» - «Вставить элемент». В появившемся окне выбираем «Конструктивные элементы»



7. Выбрав нужную категорию, по дереву слева выбираем нужное отверстие. «Отверстия» - «Отверстия цилиндрические» - «Отверстия гладкие». Выбираем необходимое отверстие под названием «Гладкое цилиндрическое отверстие простое глухое». Нажав на нее двойным щелчком левой клавиши мыши, переходим к указанию его на детали. Нажав предварительно на плоскость, на поверхности которой заготовлены эскизы отверстий, а затем в центр одного из двух в зависимости от того какое желаем вырезать, выполняем команду «создать объект» и переходим к характеристикам».



8. Перед нами выплывает окно характеристик отверстия, где заданы параметры. Нажав двойным щелчком переходим к их редактированию.

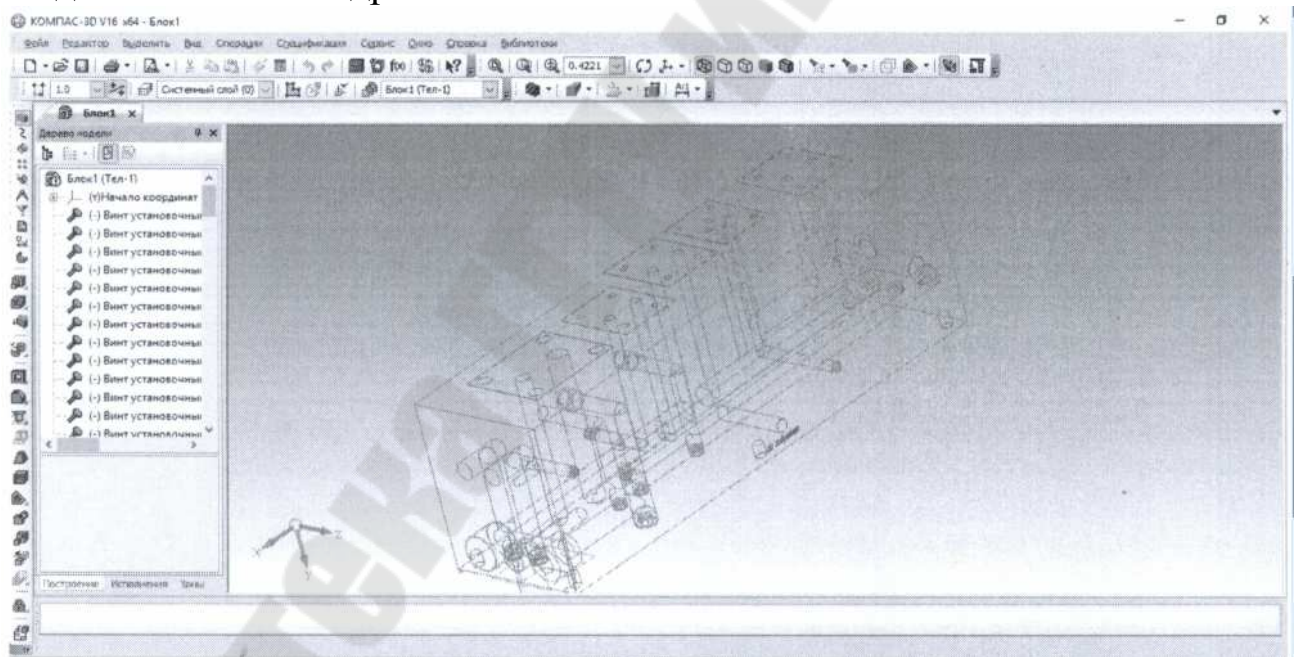


9. Задаем свои характеристики отверстия в появившемся меню «Выбор типоразмеров и параметров» после указания нужных параметров нажимаем кнопку «ОК», а затем «Применить»




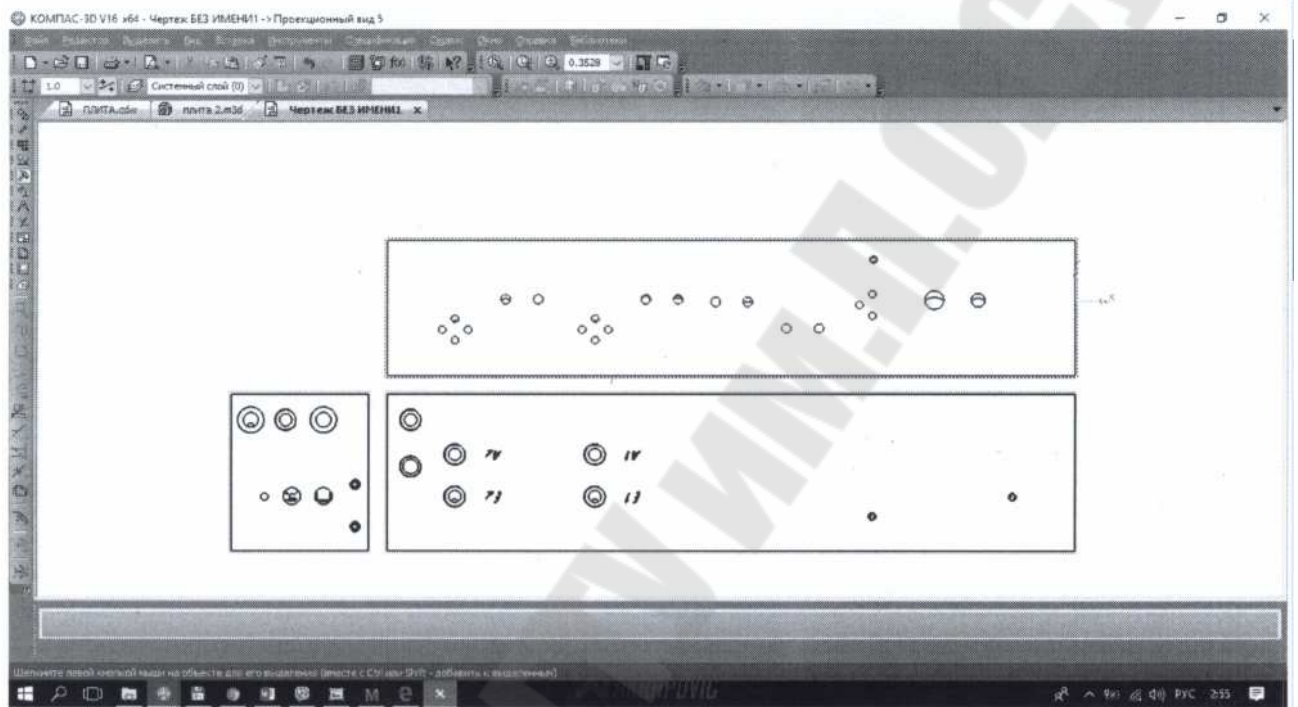
Отверстие выполнено.

По шаблону выполнив в нужных местах все отверстия, получаем деталь «Плита гидравлическая».



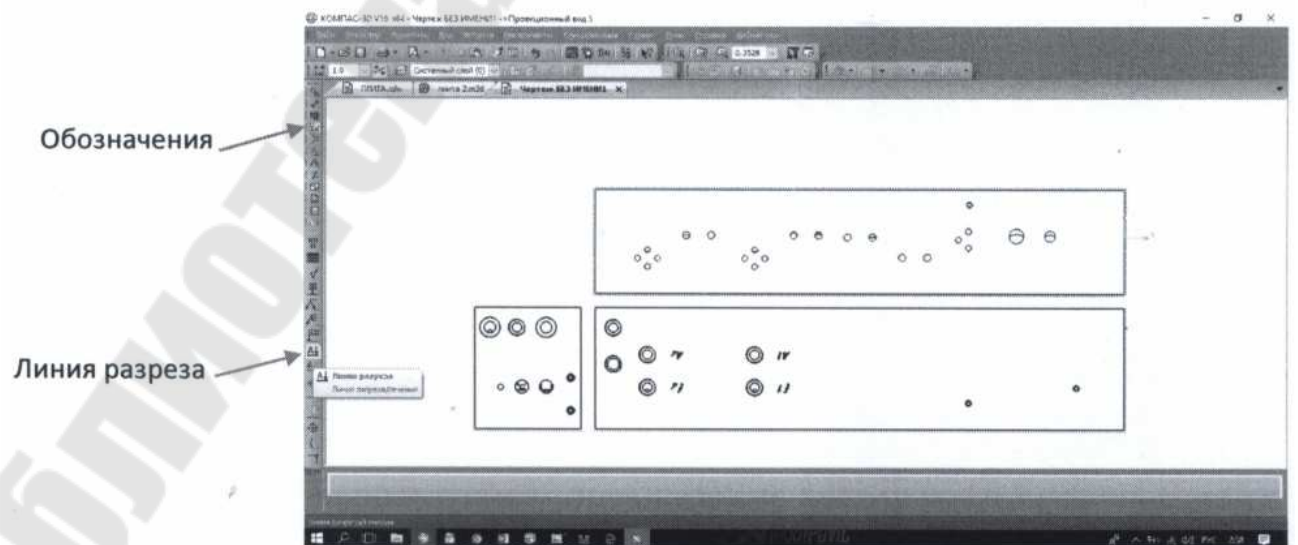
Создание чертежа детали из ее 3D модели.

Для это необходимо создать новый документ «Чертеж». В меню «Виды» выбираем опцию «Стандартные виды с модели»  и выбираем необходимые нам виды в контекстном меню. Далее выбираем расположение эскизов на чертеже и правой кнопкой мыши закрепляем их на выбранном месте.

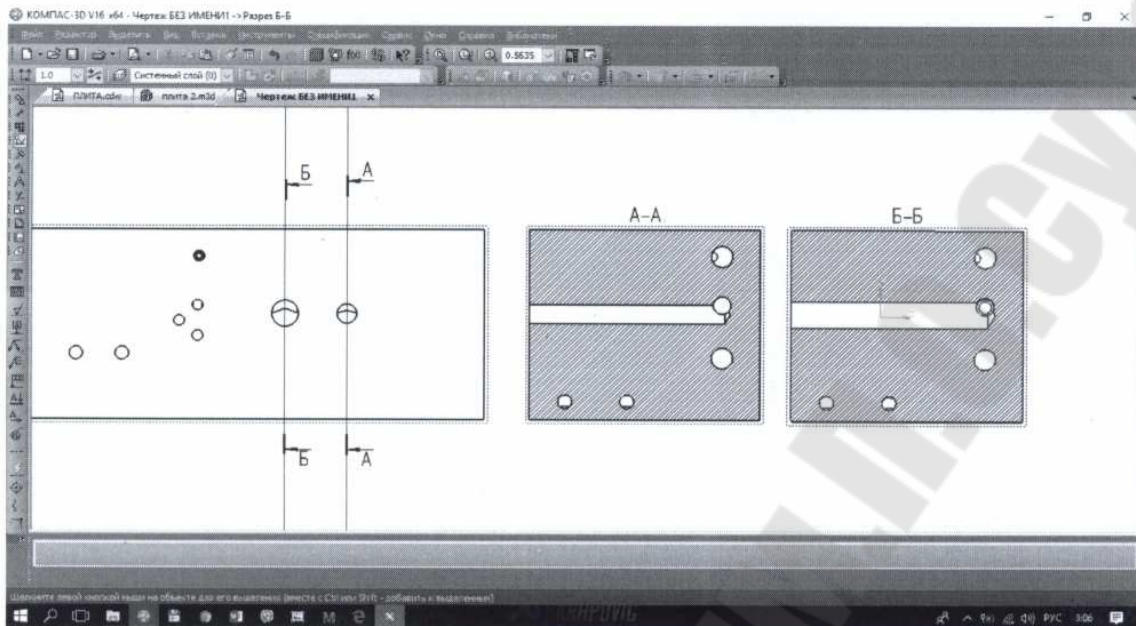


Формирование разрезов.

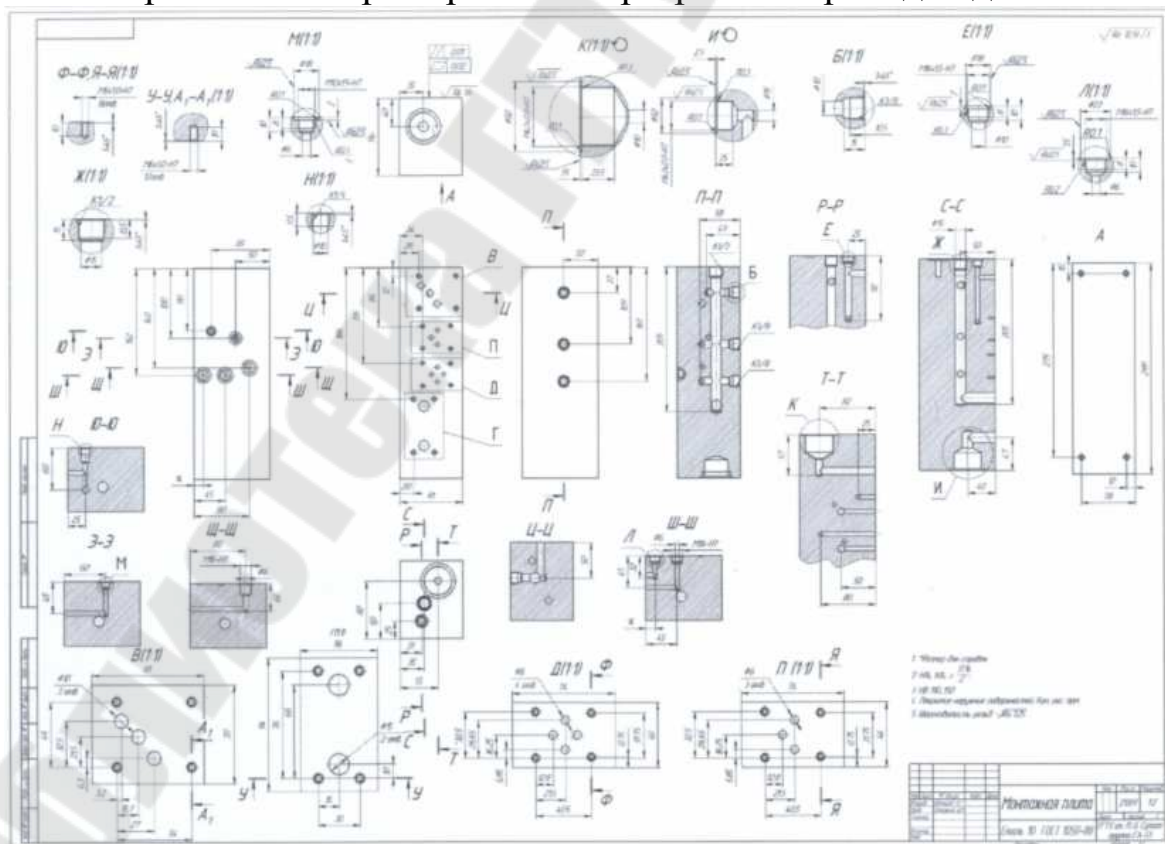
Для этого воспользуемся в инструментальной панели командой «Обозначения» - «Линия разреза».



Линию разреза проводим непосредственно по оси отверстия. Выполнив, получаем первые разрезы А-А и Б-Б.



Для всех остальных отверстий подключения аппаратов выполняем те же самые операции разрезов приведенные сверху. После выполнения всех разрезов, проставляем необходимые размеры. Чертеж готов пример плиты с разрезами приведен далее.



Лабораторная работа 5

Разработка сборочных узлов гидравлических устройств в аксонометрическом виде, подготовка параметрически связанных сборочных чертежей и спецификаций.

1. Проектирование сборочного узла с использованием средств САПР КОМПАС-3D.

1.1. по данным из п.1, а именно по габаритным и присоединительным размерам выбранных насоса, электродвигателя, муфты и шпонки создаём файлы деталей (название файлов необходимо выбирать интуитивно понятные с внесением обозначения по ГОСТ в случае если они стандартные) и строим трехмерные твердотельные модели, сохраняем в общий каталог (под названием «№варианта_Фамилия_И_О»), кроме деталей муфты, которые сохраняем во вложенную папку под названием: «муфтаСБ_обозначение муфты»;

1.2. создаём файл подсборочной единицы муфта под именем «муфта_обозначение муфты.m3d»;

1.3. Создаём файл сборки насосно-моторной группы под названием «№варианта_Насосно_моторная группа_насос_электродвигатель .a3d» и начинаем постепенно, с насоса добавлять и сопрягать детали и сборочные узлы, закрепив в центре «Начало координат» «Системы координат» файла сборки и выставив тело вращения «вал» по одной из осей X, Y, Z, что в дальнейшем избавит от большинства проблем, возникающих с ориентацией Вашей сборки в рабочем «виртуальном» пространстве;

1.4. после того как проведёна сборка деталей и подсборок с соосным расположением в пространстве друг относительно друга воспользуемся созданием компонента на месте (Урок №5, согласно встроенной системы обучения Азбука КОМПАС). Выделяем одну из главных плоскостей «Системы координат», нажимаем кнопку «Создать деталь» на панели инструментов «Редактирование сборки», сохраняем под названием «Стакан». Пользуясь командой «Спроецировать объект» и стандартным набором команд строим эскиз тела вращения «Стакан». Получаем эту деталь, после чего добавляем остальные конструктивные и крепёжные элементы;

1.5.в зависимости от типа монтажа насосно-моторной группы строим дополнительные конструктивные элементы: крепежная рама, фланцы, крышки, пластики, переходные фитинги, прокладки и т.д.;

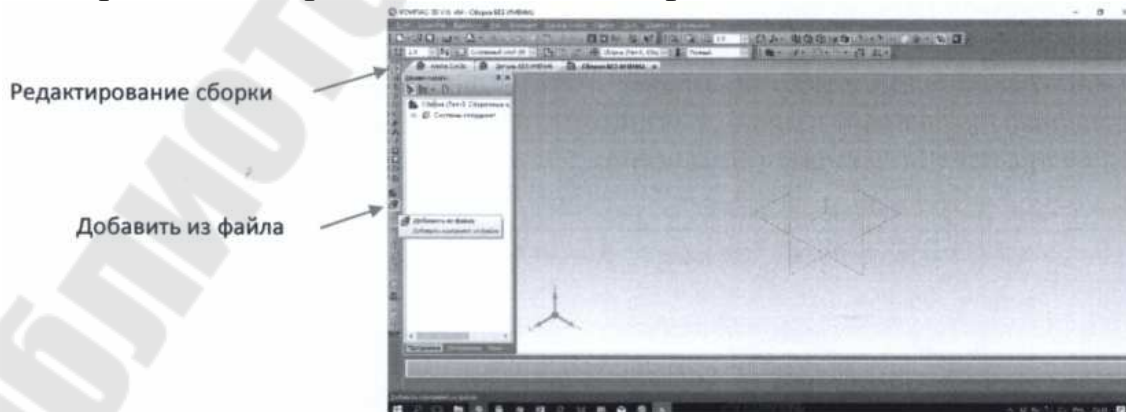
1.6.с использованием библиотеки Трубопроводы 3D добавляем в сборку всасывающий и нагнетающий трубопроводы, учитывая тип присоединения и внутренние диаметры к насосу и от насоса соответственно.

Практическая часть

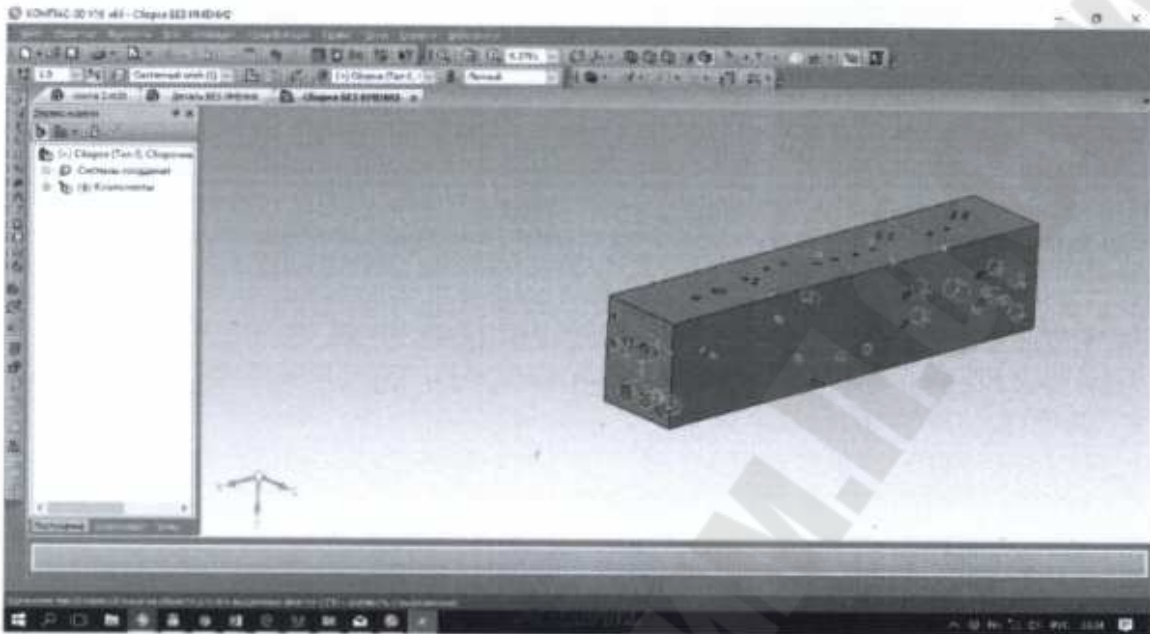
В данной работе необходимо создать сборку 3D «Гидроблок управления». Для создания сборки 3D открываем «КОМПАС», где с помощью команды «Файл» - «Создать» - «Сборка» заходим в нужный редактор программы.



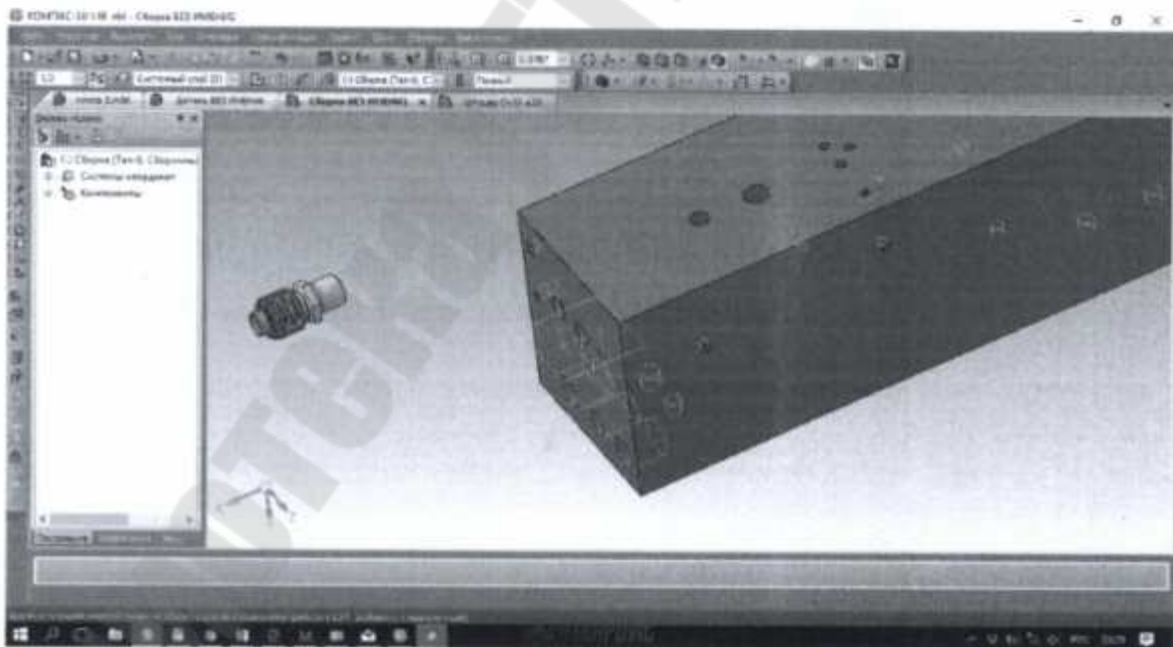
Открыв каждый аппарат и плиту в отдельном окне, переходим к выполнению сборки. Для этого необходимо добавить в редактор основную деталь, «плита гидравлическая». С помощью команды «Редактирование сборки» - «Добавить из файла».



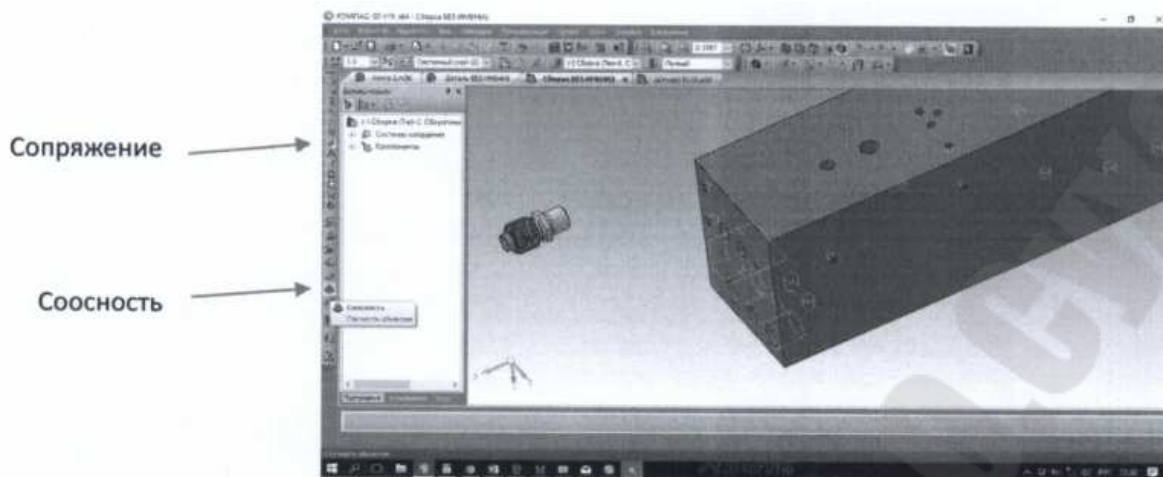
В появившемся окне выбираем нужную нам деталь и нажимаем «Ок», устанавливаем деталь в любом месте экрана, но для удобства работы, предпочтительно в центр координат.



Далее открываем деталь которую необходимо собрать в сборку. Открываем ее по шаблону выше. Выполнив это, переходим к установке ее на плиту. Например, добавляем деталь «Штуцер».

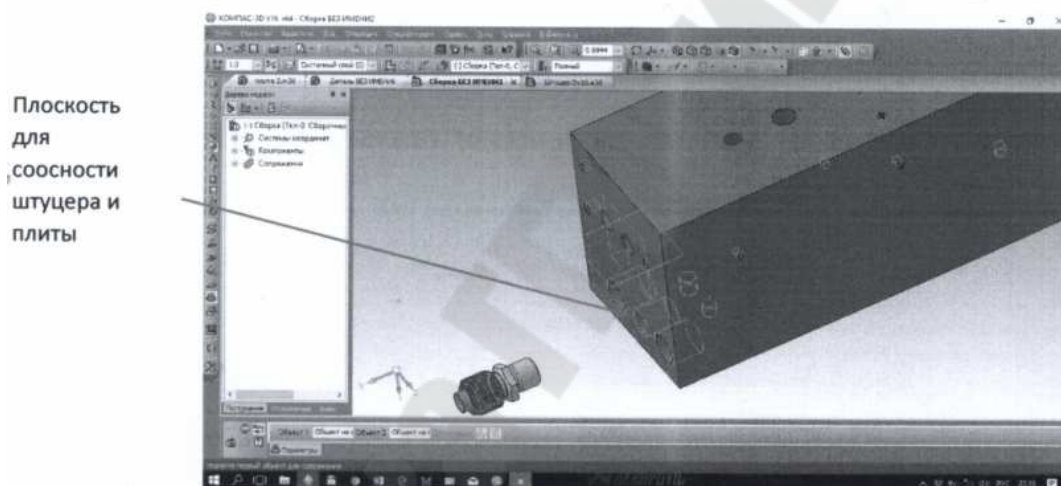


Для установки его в нужное отверстие необходимо воспользоваться командой: «Сопряжение» - «Соосность».

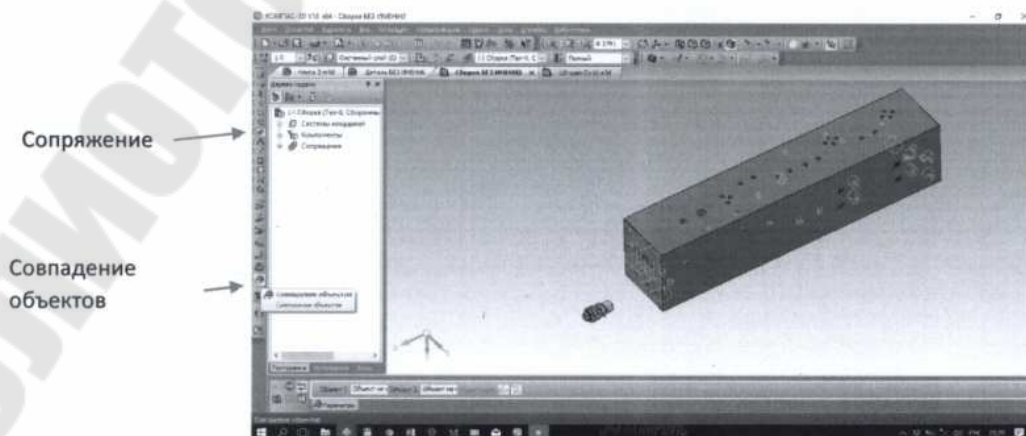


Для выполнения команды «Соосность» необходимо:

1. Выбрать цилиндрическую поверхность присоединяемой детали «Штуцер».
2. Выбрать плоскость для соответствия двух присоединяемых отверстий.



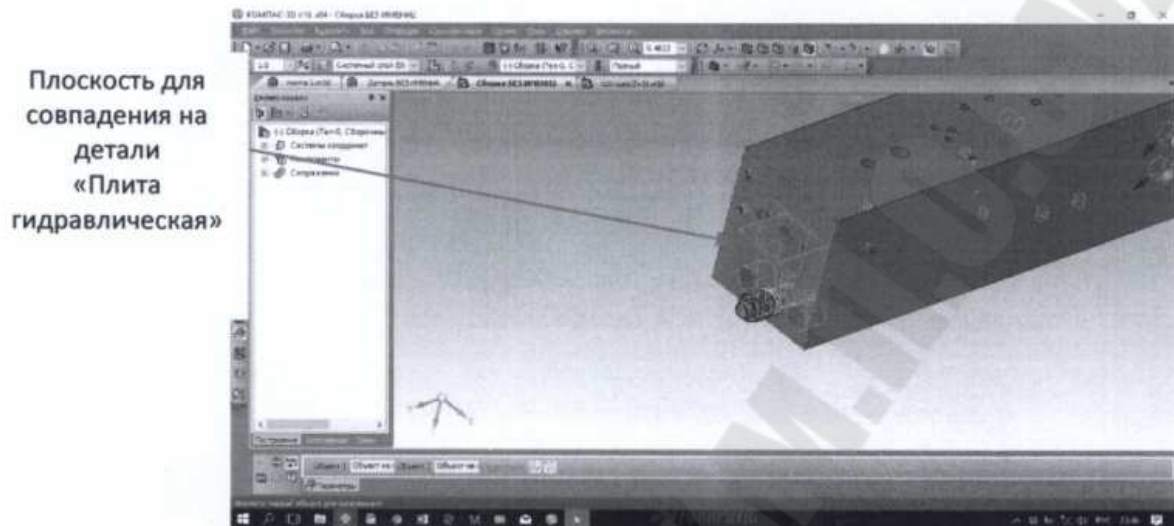
3. Для установки штуцера в необходимое отверстие, необходимо воспользоваться командой «Сопряжение» - «Совпадение объектов».



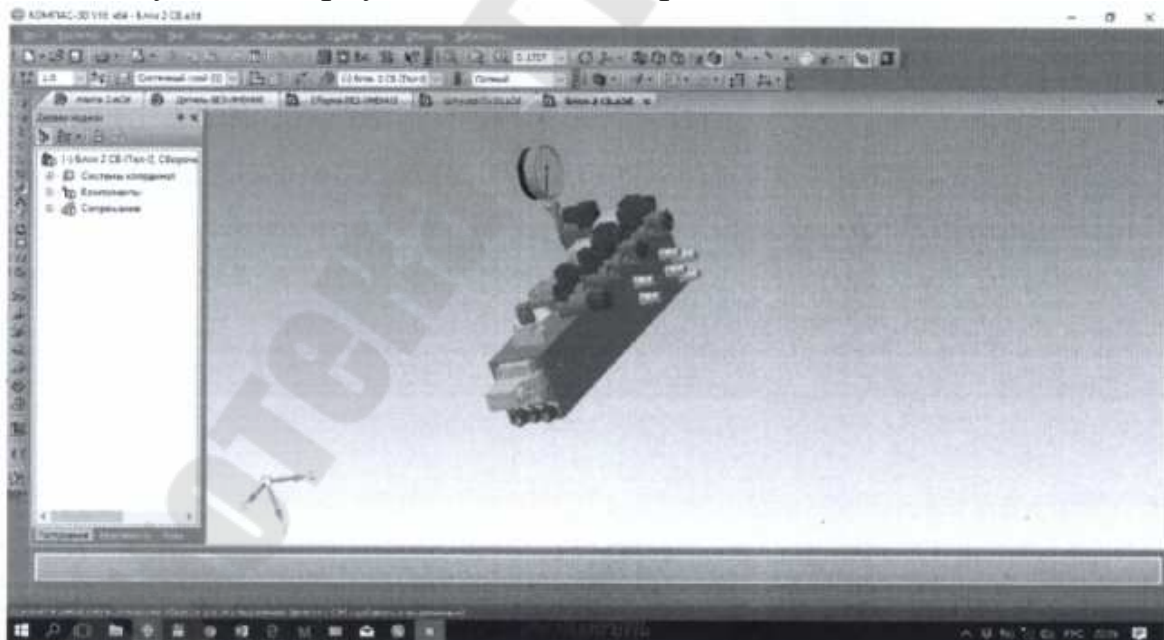
Команда «Совпадение объектов» работает следующим образом:

1. Выбираем на присоединяемой детали «Штуцер» плоскость, которая должна соединиться с плоскостью плиты.

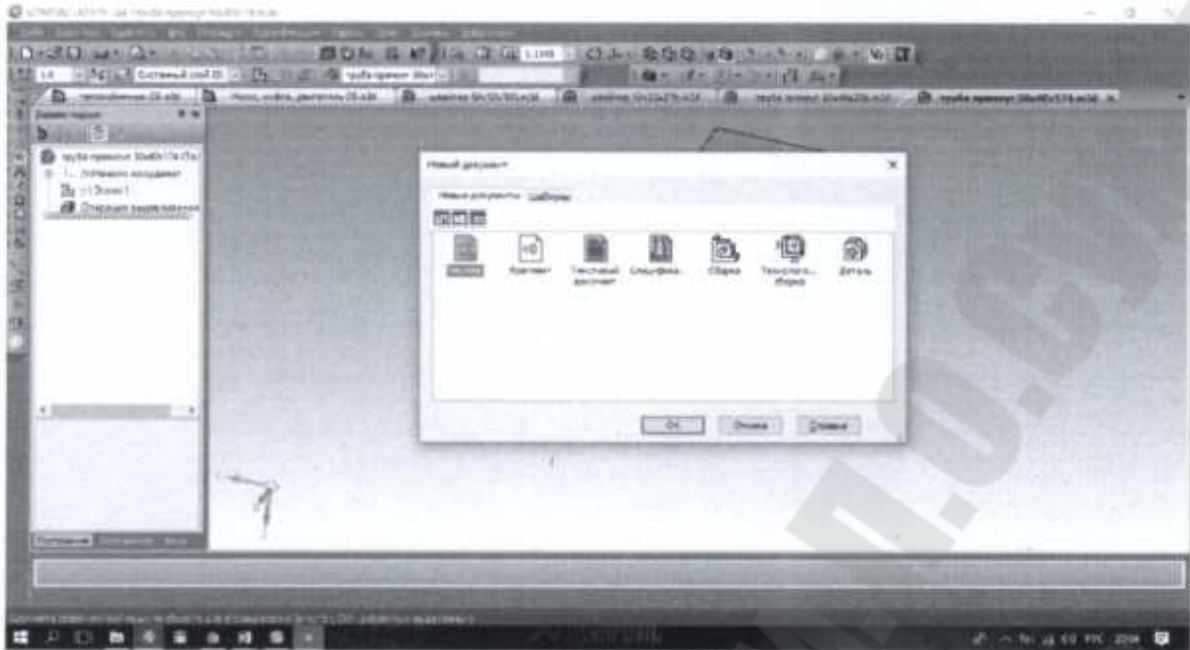
На детали «Плита», выбираем плоскость с которой должна совпасть ранее выбранная плоскость плиты.



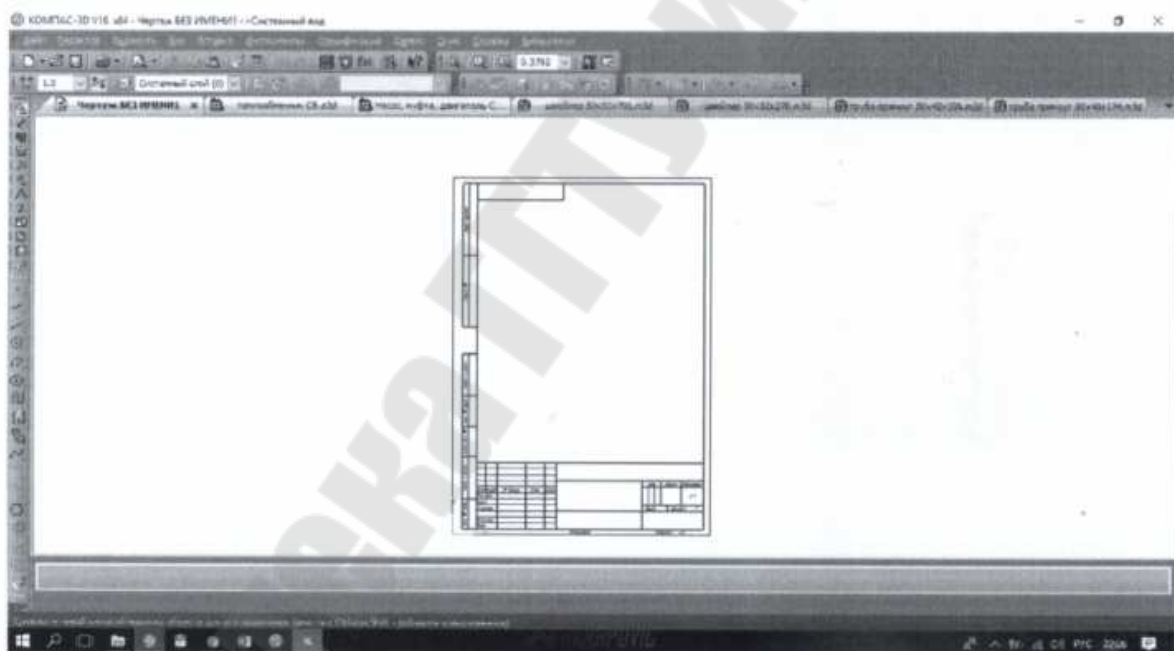
Выполнив соединение детали «Штуцер» с деталью «Плита гидравлическая» выполняем соединение всех остальных необходимых деталей по вышеописанному алгоритму. По итогу проделанных работ получаем сборку 3D детали «Гидроблок».



Для формирования сборочного чертежа из сборки 3D, необходимо создать новый файл под категорией чертеж.

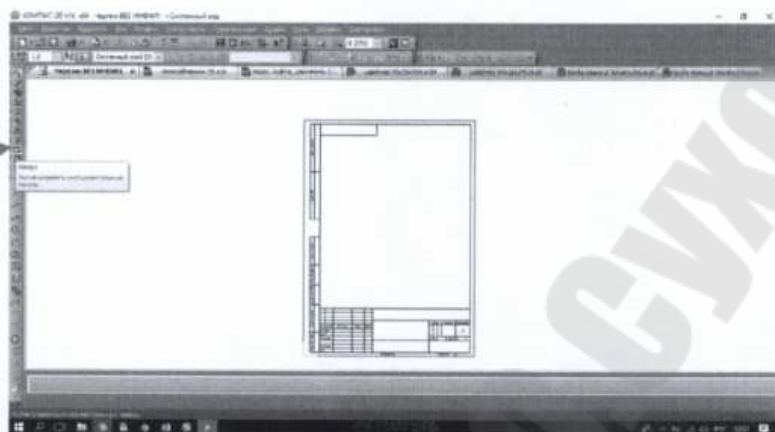


Выполнив данную команду на экране появляется окно с рамкой для создания чертежа.



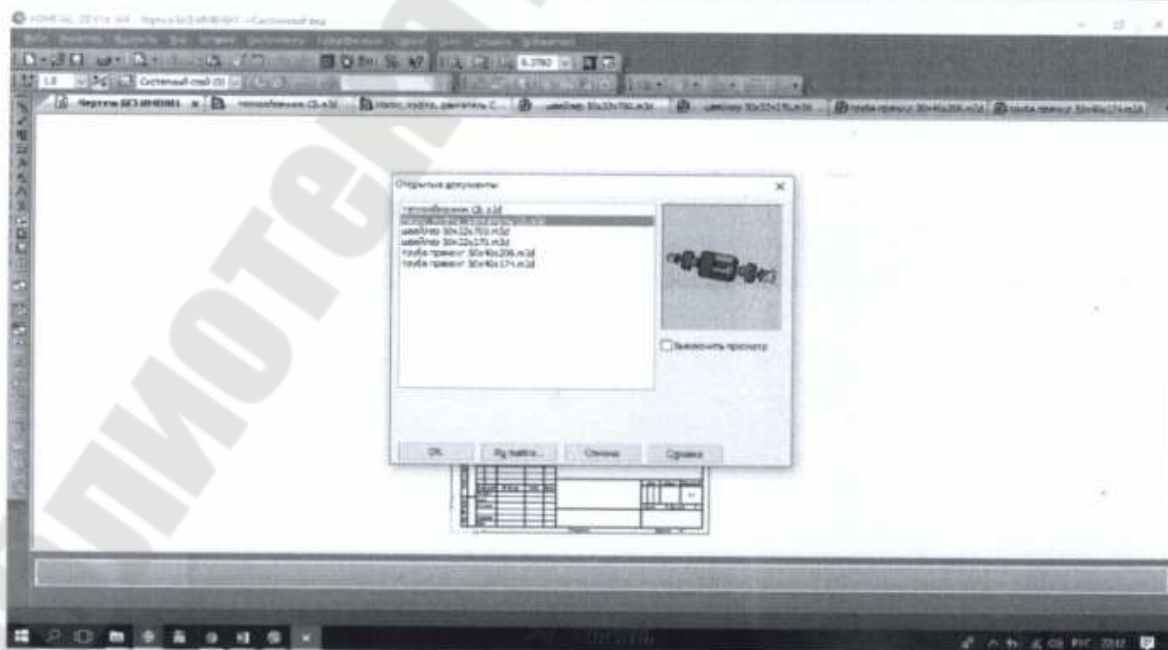
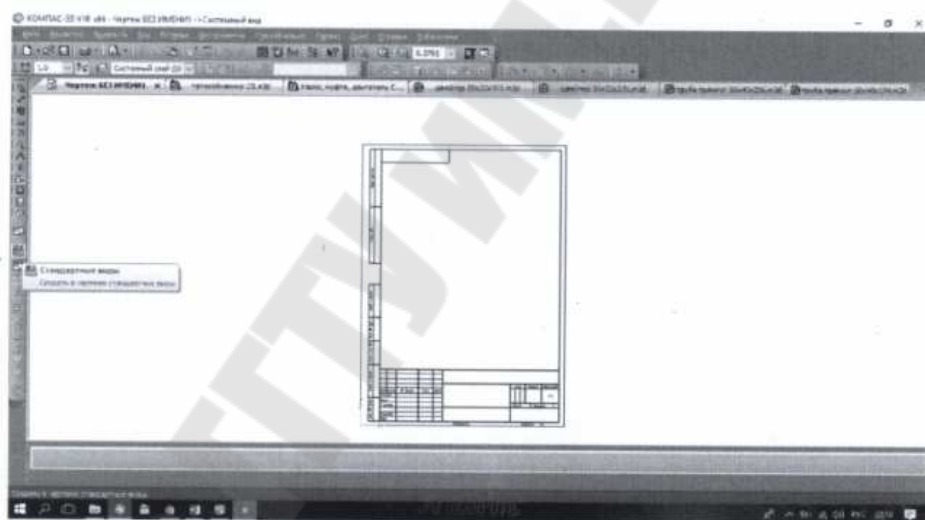
Для переноса сборки 3D в поле чертежа нажимаем команду редактирования под названием «Виды»: нажав в дереве команд команду «Стандартные виды», на экране возникнет окно деталей начерченных в аксонометрии.

Виды



Выбираем нужную нам деталь и нажимаем ОК.
После чего в выплывшей снизу строке редактирования выбираем команду «Схема видов».

Стандартные
виды



Лабораторная работа №6


Разработка сборочных чертежей гидравлических устройств из моделей в аксонометрическом виде, подготовка параметрически связанных сборочных чертежей и спецификаций.

Цель работы: изучить методы создания сборочного чертежа и спецификации из 3D модели сборки.

Теоретическая часть

Для создания сборочного чертежа из 3D модели сборки можно воспользоваться функциями, рассмотренными в лаб. раб. №5.

Для создания спецификации рассмотрим три способа:

1) создание спецификации из 3D модели. Для начала необходимо в «Дерево: структура» прописать полное название деталей и сборочных единиц из которых состоит наша сборка. Стандартные изделия нумеруются самостоятельно. Далее необходимо в пункте меню «Чертеж, спецификация» необходимо выбрать операцию «Создать спецификацию по сборке» .

2) создание спецификации в поле сборочного чертежа. Для начала необходимо открыть сборочный чертёж, далее в основном меню программы выбираем опцию «Управление» и наводим курсор на пункт «Спецификация». В этом пункте выбирается опция «Добавить объект спецификации». В появившемся окне выбирается раздел или подраздел, к которому будет принадлежать объект спецификации, и выбирается тип объекта (базовый или вспомогательный объект). В появившемся окне «Объект спецификации» необходимо заполнить следующие графы: формат, зона, позиция, обозначение, наименование, количество и примечание. Спецификация будет автоматически сохраняться под именем сборочного чертежа, в той же папке, в которой сохранен документ сборочный чертёж. Редактировать его возможно выбрав в пункте «Спецификация» опцию «Редактирование спецификации».

3) создание отдельного документа спецификации. Для этого в основном меню программы выберем опцию «Файл», пункт «Создать» и в открывшемся окне выберем документ «Спецификация». В открывшемся документе можно набирать спецификацию в ручную в пункте «Объекты» добавлять «Разделы», «Базовые объекты», «Вспомогательные объекты». Так же можно открыть любой сбо-

рочный чертеж (опцию «Управление», пункт «Управление сборкой» и по нему поочередно проставлять объекты спецификации так как это было изложено во втором способе.

Создание собственного стиля штампа спецификации состоит из следующих этапов:

- создание основных надписей штампа;
- создать оформление спецификации;
- создание стиля.

Выполняется это в следующей последовательности:

1. В главном меню программы выбираем опцию «Настройки», пункт «Библиотека стилей», подпункт «Основные надписи». В появившемся окне предлагается выбор любого из существующих базовых стилей и редактировать его, или создать собственные. Создав новый штамп присваиваем ему название.

2. Определившись со штампом далее создаем оформление, для этого выбираем опцию «Настройки», пункт «Библиотека стилей», подпункт «Оформление спецификации и чертежей». В появившемся окне предлагается выбрать стиль, что бы изменить его оформление. Выбираем из перечня тот штамп которому мы присвоили свое имя и редактируем параметры которые нам необходимы, сделав это присваиваем имя этому оформлению.

3. Создав новое оформление, создается стиль.

Выбрав опцию «Настройки», пункт «Библиотека стилей», подпункт «Стиль спецификации». В появившемся окне предлагается выбрать оформление, выбрав свое оформление открывается окно редактора, в котором так же вносятся изменения во все необходимые параметры. Исправив все необходимые параметры стиль сохраняется в библиотеке «Компаса». Для того что бы его применить, правой кнопкой мыши нажимаем на рамку, выбираем пункт меню «Параметры», далее «Стиль», и в названии выбираем или прописываем название созданного нами стиля.

Список литературных источников

1. ГОСТ 17752-95 Гидропривод объемный и пневмопривод термины и определения.
2. ГОСТ 2.704-96 Правила выполнения гидравлических и пневматических схем.
3. ГОСТ 2.780-96 Единая система конструкторской документации. ОБОЗНАЧЕНИЯ УСЛОВНЫЕ ГРАФИЧЕСКИЕ. Кондиционеры рабочей среды, емкости гидравлические к пневматические.
4. ГОСТ 2.782-96 Единая система конструкторской документации. ОБОЗНАЧЕНИЯ УСЛОВНЫЕ ГРАФИЧЕСКИЕ. Машины гидравлические и пневматические.
5. ГОСТ 2.784-96 Единая система конструкторской документации. ОБОЗНАЧЕНИЯ УСЛОВНЫЕ ГРАФИЧЕСКИЕ. Элементы трубопроводов.
6. ГОСТ 2.781-96 Единая система конструкторской документации. ОБОЗНАЧЕНИЯ УСЛОВНЫЕ ГРАФИЧЕСКИЕ. Аппараты гидравлические и пневматические, устройства управления и приборы контрольно-измерительные.
7. ГОСТ 2.785-96 Единая система конструкторской документации. ОБОЗНАЧЕНИЯ УСЛОВНЫЕ ГРАФИЧЕСКИЕ. Аппаратура трубопроводная.

Стасенко Дмитрий Леонидович

**АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ
ПРОЕКТИРОВАНИЕ
ГИДРОПНЕВМОПРИВОДОВ**

**Практикум
по выполнению лабораторных работ
по одноименной дисциплине для студентов
специальности 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы
мобильных и технологических машин»
дневной и заочной форм обучения**

Подписано к размещению в электронную библиотеку
ГГТУ им. П. О. Сухого в качестве электронного
учебно-методического документа 12.06.19

Рег. № 69Е.

<http://www.gstu.by>