

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

## **Методические указания**

к выполнению практических занятий

по дисциплине «Компьютерное проектирование в машиностроении»

для студентов направления подготовки

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

Ставрополь 2026

Компьютерное проектирование в машиностроении, Часть 1 / сост. Р.В. Герасимов, С.А. Сидоренко. Ставрополь: Изд-во СКФУ, 2026. – 170 с.

В методических указаниях к практическим занятиям, составленных в соответствии с требованиями ФГОС ВО, основное внимание уделено изучению систем автоматизированного проектирования и автоматизации проектной деятельности с их использованием.

Предназначен для студентов, обучающихся по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств (направленность (профиль) «Технология машиностроения»), квалификация выпускника – бакалавр.

УДК

Составители:

старший преподаватель кафедры ТМ и ТБ Герасимов Р.В.

к.т.н., доцент кафедры ТМ и ТБ Сидоренко С.А.

Рецензенты:

канд. техн. наук, доцент М.А. Шпак

инженер 2-ой категории ПАО «Завод Сигнал» А.Р. Баландин

## Оглавление

|                                                                                                                                                       |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ВВЕДЕНИЕ.....                                                                                                                                         | 4   |
| 1 Практическое занятие №1 ИНТЕРФЕЙС СИСТЕМЫ AUTODESK<br>AUTOCAD .....                                                                                 | 6   |
| 2 Практическое занятие №2 ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРИМИТИВЫ.<br>ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ПОДГОТОВКА ФАЙЛА. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ<br>ПРОСТЫХ ПРИМИТИВОВ .....                    | 38  |
| 3 Практическое занятие №3 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЖИМОВ<br>ЧЕРЧЕНИЯ ПРИ ПОСТРОЕНИИ ПРИМИТИВОВ.....                                                            | 60  |
| 4 Практическое занятие №4 СВОЙСТВА ПРИМИТИВОВ И РАБОТА<br>С НИМИ.....                                                                                 | 77  |
| 5 Практическое занятие №5 ТЕКСТ И ТЕКСТОВЫЕ СТИЛИ.....                                                                                                | 90  |
| 6 Практическое занятие №6 КОМАНДЫ РЕДАКТИРОВАНИЯ<br>ОБЪЕКТОВ.....                                                                                     | 98  |
| 7 Практическое занятие №7 РАБОТА С МАССИВАМИ<br>ПРИМИТИВОВ.....                                                                                       | 114 |
| 8 Практическое занятие №8 СЛОЖНЫЕ ПРИМИТИВЫ.<br>ШТРИХОВКА. КОНЦЕПЦИЯ СЛОЕВ.....                                                                       | 125 |
| 9 Практическое занятие №9 РАЗМЕРЫ И РАЗМЕРНЫЕ СТИЛИ.<br>ПОДСТИЛИ.....                                                                                 | 139 |
| 10 Практическое занятие №10 ПОДГОТОВКА ДОКУМЕНТОВ К<br>ПУБЛИКАЦИИ ДЛЯ ПЕЧАТИ ИЛИ ПЕРЕДАЧИ НА ОБОРУДОВАНИЯ С<br>ЧИСЛОВЫМ ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ ..... | 162 |
| 11 Практическое занятие №11 БЛОКИ. БИБЛИОТЕКИ БЛОКОВ.<br>ЦЕНТР УПРАВЛЕНИЯ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ ПАЛИТРЫ .....                                            | 171 |
| 12 Практическое занятие №12 АТТРИБУТЫ. АЛГОРИТМ СОЗДАНИЯ И<br>НАСТРОЙКИ.....                                                                          | 184 |

|                                                                                                                     |      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 13 Практическое занятие №13 ДИНАМИЧЕСКИЕ БЛОКИ. СОЗДАНИЕ, НАСТРОЙКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ.....                            | 1919 |
| 15 Практическое занятие №15 ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ПАРАМЕТРИЗАЦИЯ .....                                                     | 211  |
| 16 Практическое занятие №16 РАЗМЕРНАЯ ПАРАМЕТРИЗАЦИЯ. <a href="#">2200</a>                                          |      |
| 17 Практическое занятие №17 ПАРАМЕТРИЗАЦИЯ В ДИНАМИЧЕСКИХ БЛОКАХ. ....                                              | 231  |
| 18 Практическое занятие №18 ПОСТРОЕНИЕ ЧЕРТЕЖА С ФИЗИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА..... | 240  |

## **ВВЕДЕНИЕ**

В настоящее время все больше компаний для повышения конкурентоспособности переходят от двухмерного проектирования к трехмерному. Трехмерное проектирование деталей позволяет существенно сократить как сроки подготовки технической документации, так и сроки самого процесса проектирования, а также повысить его качество. Как правило, в качестве систем трехмерного проектирования используются системы автоматизированного проектирования среднего уровня.

Несмотря на широчайшее распространение САПР низшего уровня, при помощи которых на сегодняшний день выполняется львиная доля всех проектных работ, системы автоматизированного проектирования среднего уровня набирают все большую популярность. Данные системы по своим возможностям и функционалу все сильнее напоминают системы высшего уровня, но при этом в удобстве использования намного их превосходят, и хотя полностью охватывают функционал систем низшего уровня, уступают тем по простоте интерфейса.

Говоря о твердотельном моделировании, как в машиностроении, так и в любой другой сфере проектирования, необходимо прежде всего понимать, что данный термин является сокращением от трехмерного твердотельного параметрического моделирования и является весьма отстраненным понятием по отношению к термину «Трехмерное моделирование».

Создание параметрических моделей заложено в саму идеологию систем автоматизированного проектирования среднего и высшего уровней, а параметрическое описание объектов является базой для всего последующего процесса проектирования.

На сегодняшний день, системы автоматизированного проектирования поддерживают параметризацию, которую можно разделить на несколько групп: табличную, иерархичную, вариационную и геометрическую, которые в зависи-

мости от конкретной САПР представлены в той или иной форме, но практически всегда находящие отражение в функционале системы.

Процесс параметрического моделирования представляет собой процесс описания конструктором математической модели объекта с различными параметрами, например, геометрическими, размерными, логическими и другими, изменение которых ведет к изменению конфигурации детали или сборки. Данное свойство позволяет решать сразу множество проблем при проектировании новых изделий, тем самым снижая стоимость разработки и оптимизируя жизненный цикл изделия.

Понимание принципов построения трехмерных твердотельных моделей позволит конструктору использовать в своей деятельности любые доступные в настоящий момент инструменты их создания, к которым относятся системы автоматизированного проектирования. Знание же инструментов создания твердотельных моделей и технологии их эффективного использования позволит существенно сократить как время разработки, так и переход между системами автоматизированного проектирования различных производителей.

В данном курсе предлагается рассмотреть процессы использования САПР Autocad.

## **1 Практическое занятие №1 ИНТЕРФЕЙС СИСТЕМЫ AUTODESK AUTOCAD**

**Цель работы:** Изучение основных элементов интерфейса системы автоматизированного проектирования Autodesk Autocad.

### **Формируемые компетенции:**

ОПК-6: Способен использовать современные информационные технологии, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности.

ОПК-10: Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы пригодные для практического применения

**Актуальность темы:** Обуславливается необходимостью изучения наиболее технологичных механизмов организации работы конструктора, невозможных без четкого знания интерфейса взаимодействия с системами автоматизированного проектирования. Знания, полученные в рамках практического занятия, необходимы на протяжении всей профессиональной деятельности.

### **ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

AutoCAD – 2-х и 3-х мерная система автоматизированного проектирования и черчения. За свою более чем тридцатилетнюю историю эта система прошла путь от «электронного кульмана» до мощнейшего средства автоматизации проектирования и стала одной из самых распространенных систем. Формат чертежей \*.DWG, используемый программой, де-факто признан мировым стандартом передачи графических инженерных данных.

AutoCAD как и любая другая программа, разработанная для операционной системы windows, запускается несколькими способами:

- При помощи кнопки «Пуск». Пуск → Все программы → Autodesk → AutoCAD – Русский (Russian) → AutoCAD – Русский (Russian);
- При помощи ярлыка на рабочем столе AutoCAD – Русский (Russian);
- При помощи любого файла чертежа (данный запуск программы осуществляется при необходимости открытия конкретного чертежа).

При запуске программы AutoCAD первым появляется диалоговое окно «Добро пожаловать». Диалоговое окно содержит три блока: «работа», «обучение» и «расширения», каждый из которых позволяет производить операции над файлами, просматривать справочные материалы и расширять возможности работы программы.

Для того, чтобы данное окно не появлялось при каждом запуске программы, необходимо в его нижнем левом углу снять галочку с параметра «Показывать при запуске».

После закрытия окна «Добро пожаловать», появляется окно «Рабочее пространство» программы AutoCAD, показанное на рисунке 1.1.

Рабочее пространство (рисунок 1.1) по умолчанию настроено на режим работы «Рисование и аннотации», помимо которого существуют также режимы «3D основное», «3D моделирование» и «Классический AutoCAD».

Режим работы «рисование и аннотация», также как и «классический autocad», служит для создания двумерных чертежей.



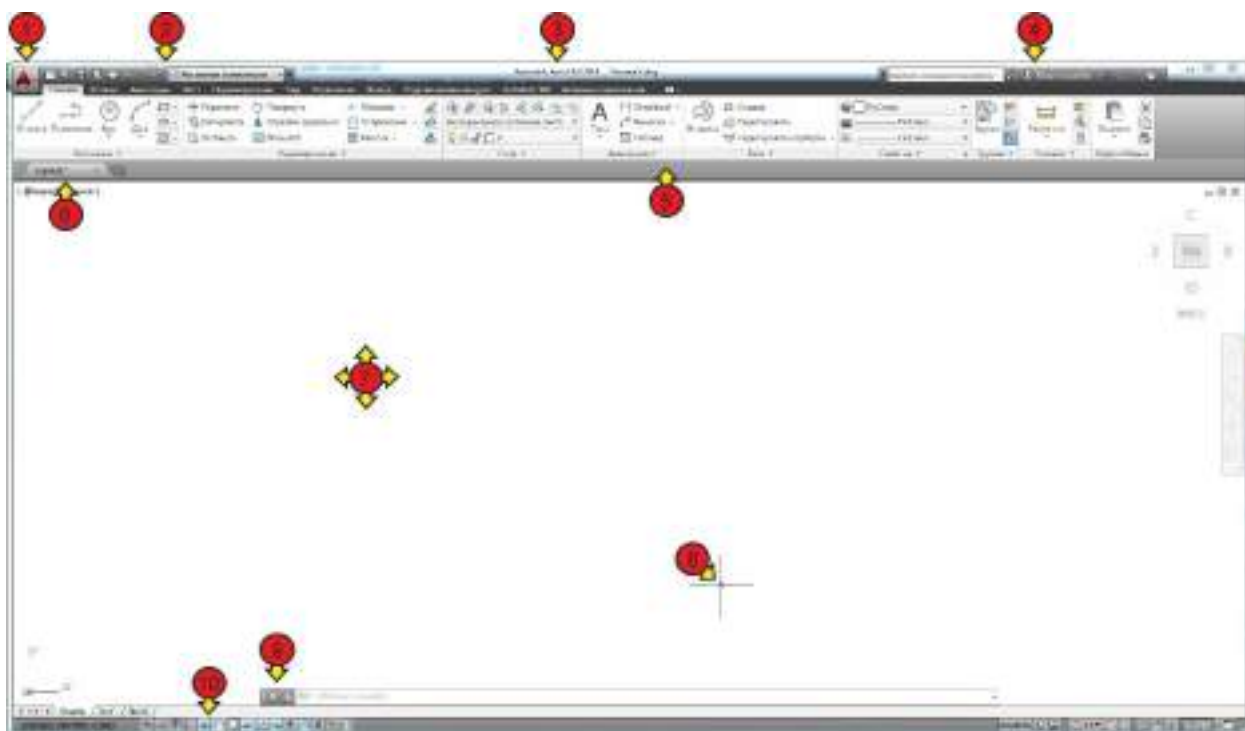


Рисунок 1.1 – Рабочее пространство AutoCAD 2014

Рабочее пространство имеет 10 глобальных функциональных элементов:

1. Меню приложения;
2. Панель быстрого доступа;
3. Заголовок окна;
4. Информационный центр;
5. Лента;
6. Вкладка;
7. Область модели (листа) или рабочая область;
8. Указатель курсора;
9. Командная строка;
10. Строка состояния приложения и чертежа.

Меню приложения (рисунок 1.2) служит для выполнения различных действий с файлами, их настройки, а также глобальной настройки программы. Данное меню содержит следующие команды для работы с файлами и их настройки:

- «Создать»;

- «Открыть»;
- «Сохранить»;
- «Сохранить как»;
- «Экспорт»;
- «Публикация»;
- «Печать»;
- «Утилиты»;
- «Закреть».

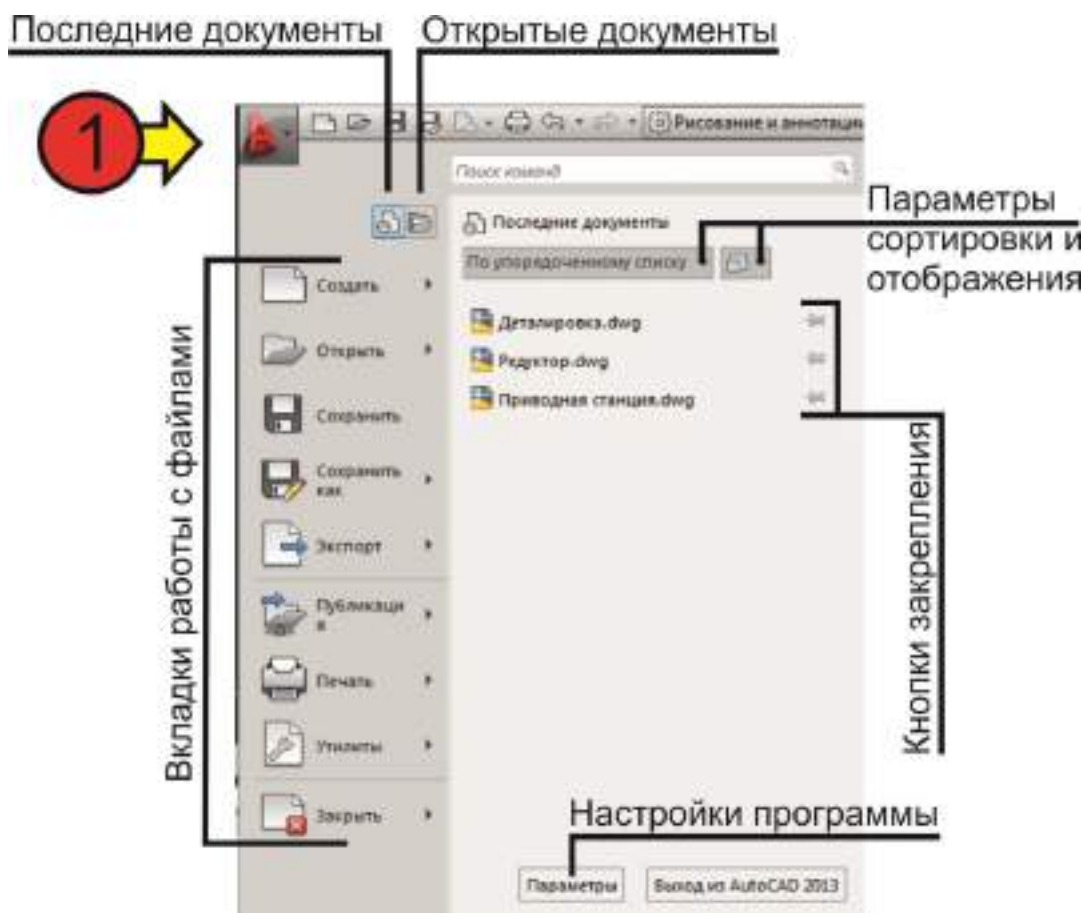


Рисунок 1.2 – Вкладка «Меню приложения»

Помимо действий с файлами вкладка «Меню приложения» позволяет просматривать последние документы, с которыми недавно велась работа, а также уже открытые документы. Кроме того, данная вкладка позволяет изменять вид, сортировку последних и открытых документов, а также настраивать глобальные параметры программы.

В AutoCAD существует возможность постоянного отображения необходимых файлов в списке последних документов. Для этого необходимо нажать пиктограмму «кнопки» (рисунок 1.2) напротив того файла, который необходимо закрепить.

Важно отметить, что AutoCAD любой версии при установке по умолчанию имеет рабочую область черного цвета и для того, чтобы изменить цвет рабочей области, необходимо выполнить ряд действий, а именно открыть вкладку «Меню приложения» нажать кнопку «Параметры» и в открывшемся окне «Параметры» перейти во вкладку «Экран» (рисунок 1.3).

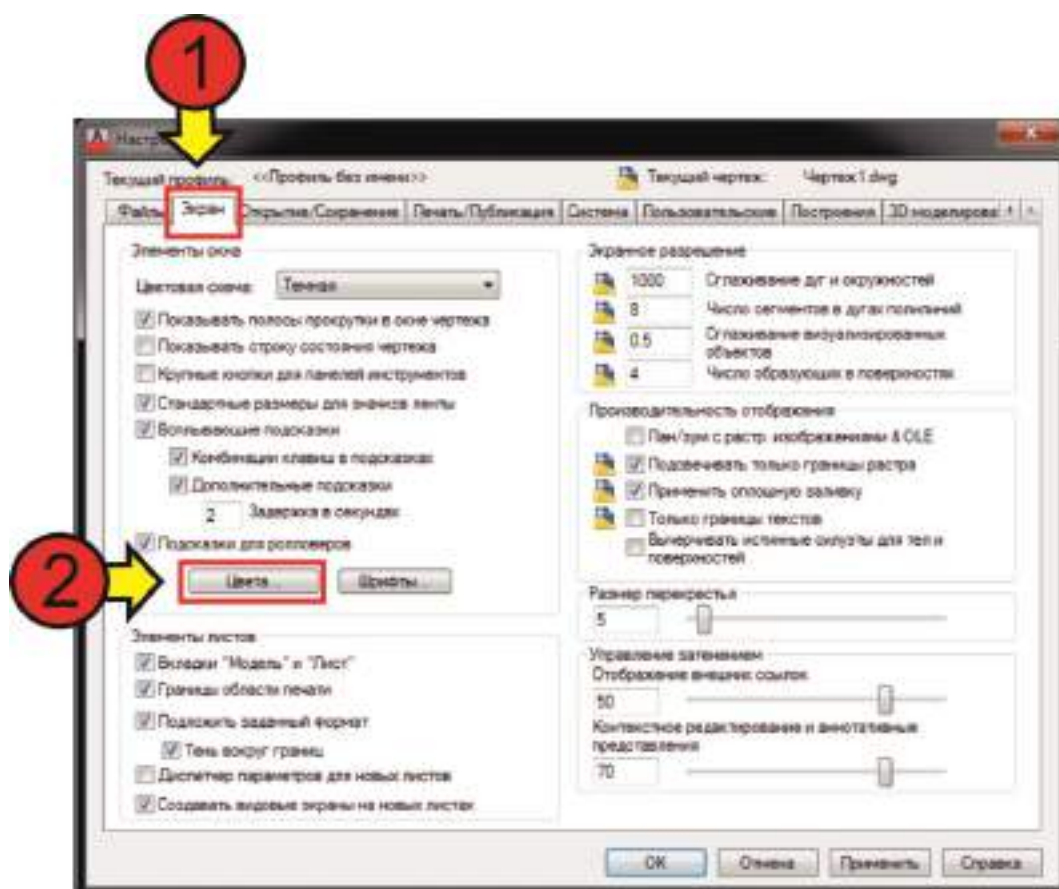


Рисунок 1.3– Диалоговое окно настройки программы

Во вкладке «Экран» при нажатии на кнопку «Цвета...», появляется диалоговое окно «Цветовая гамма окна чертежа» (рисунок 1.4), в котором существует возможность настройки цвета для большинства элементов рабочей области, например: фон рабочей области, маркеры курсора, привязки и т.д.

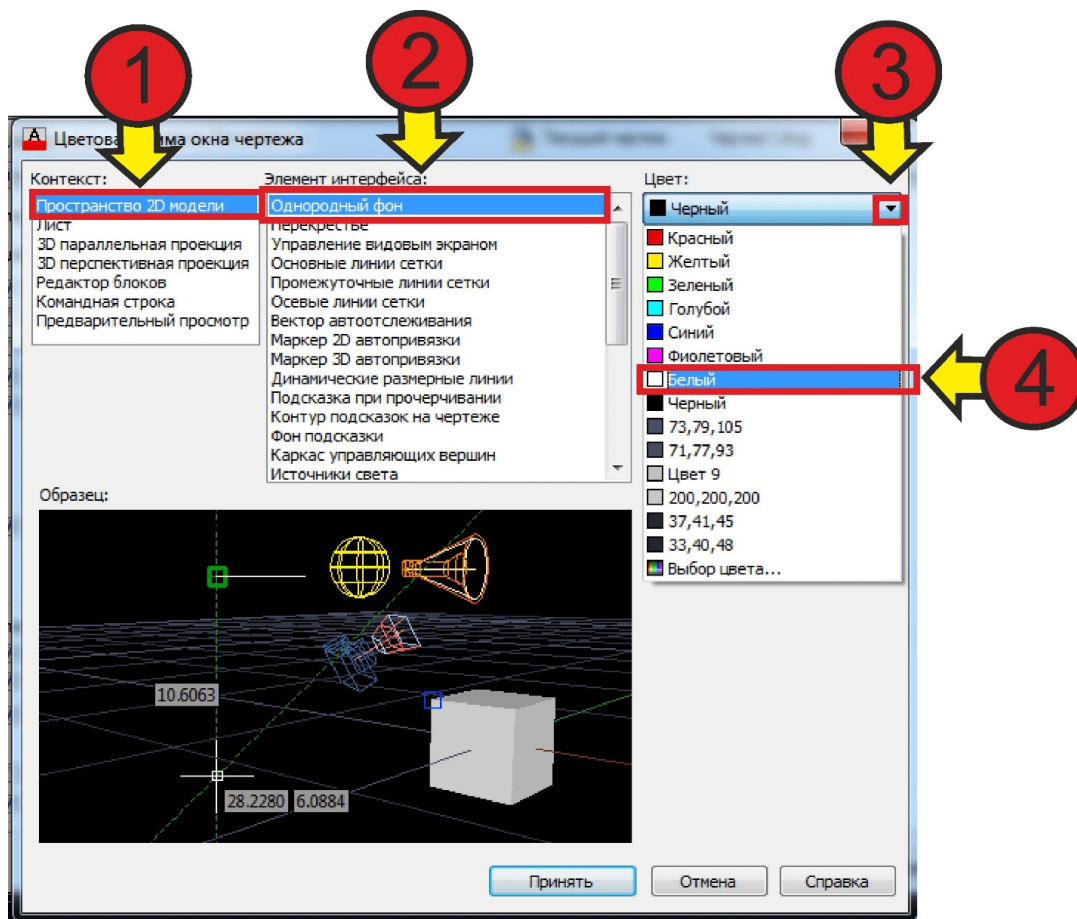


Рисунок 1.4 – Окно «Цветовая гамма окна чертежа»

Смена цвета рабочей области в появившемся окне (рисунок 1.4) производится в 4 действия:

- 1 В области «Контекст» выбирается элемент рабочего пространства, в котором необходимо произвести изменения;
- 2 Указывается элемент интерфейса, цвет которого необходимо изменить;
- 3 Открывается выпадающее меню цветов;
- 4 Выбирается необходимый цвет (в данном случае белый), после чего необходимо нажать на кнопку «Применить».

В результате выполнения данных действий поле «Образец» окна «Цветовая гамма окна чертежа» примет вид, показанный на рисунке 1.5.

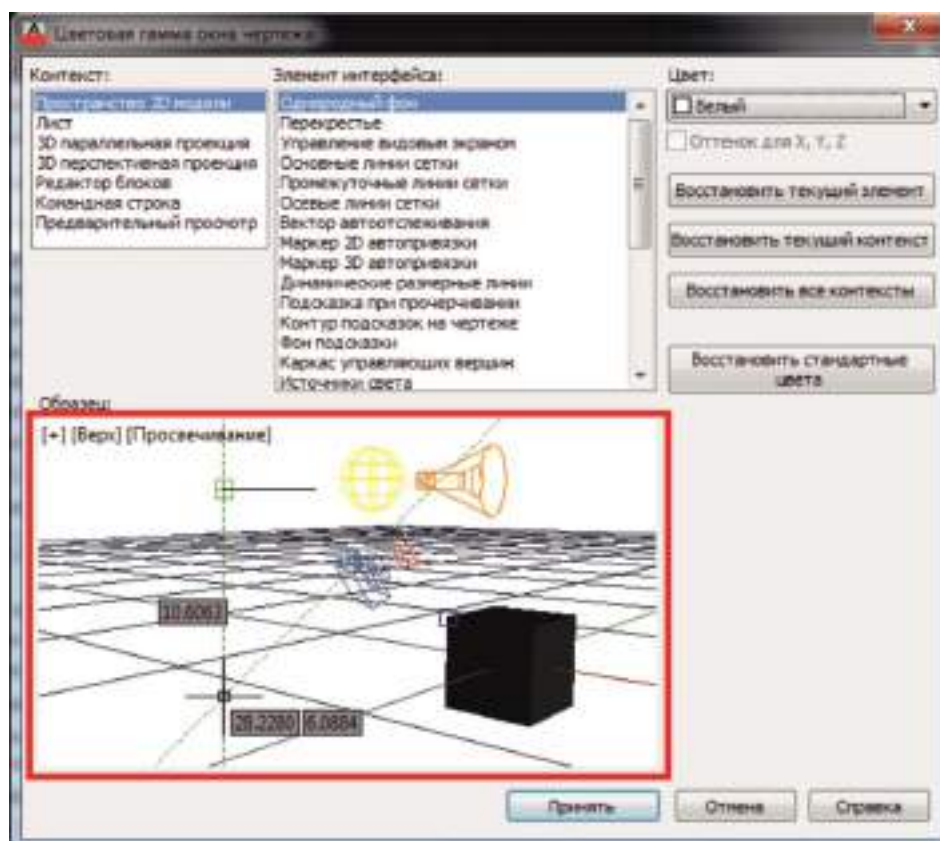


Рисунок 1.5 – Окно «Цветовая гамма окна чертежа» после изменения фона

Как видно из рисунков 1.4 и 1.5 изменение цвета одного элемента может повлечь за собой автоматическое изменение цвета других элементов, например, изменение цвета рабочей области тянет за собой изменение цвета линий.

Панель быстрого доступа используется для увеличения скорости проектирования или черчения за счет расположения на ней наиболее часто используемых команд. Вид панели, настроенной по умолчанию, показан на рисунке 1.6.



Рисунок 1.6 – Панель быстрого доступа

По умолчанию на панель вынесены следующие функции:

- «Создать»;
- «Открыть»;
- «Сохранить»;
- «Сохранить как»;

- «Параметры облака»;
- «Печать»;
- «Отменить»;
- «Повторить»;
- Переключатель рабочих пространств.

Следует отметить, что данная настройка не всегда является оптимальной, поэтому предусмотрен ряд действий, позволяющий настроить данную панель наилучшим образом под нужды каждого пользователя. Настройка производится щелчком правой кнопки мыши в любой области панели быстрого доступа, в результате которого открывается меню, показанное на рисунке 1.7.

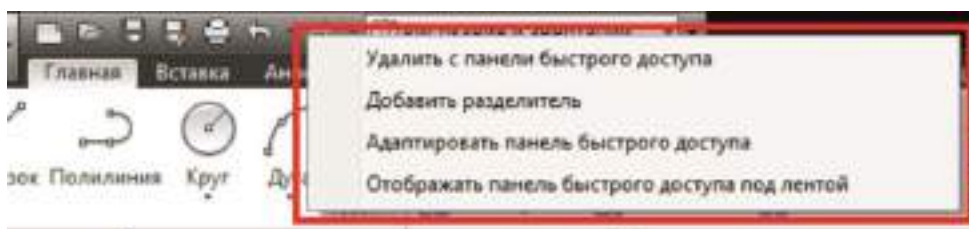


Рисунок 1.7 – Настройка панели быстрого доступа

Меню настройки панели быстрого доступа позволяет выполнять следующие действия:

- Удалять ненужные команды с панели быстрого доступа (при удалении определенной команды вызов меню настройки должен производиться над той командой, которую необходимо удалить);
- Группировать часто используемые команды при помощи разделителя;
- Адаптировать панель быстрого доступа под нужды конкретного пользователя (добавлять необходимые команды);
- Настраивать местоположение панели быстрого доступа.

Для добавления какой-либо команды в панель быстрого доступа необходимо выбрать строку меню «Адаптировать панель быстрого доступа» и из появившегося окна «Адаптация пользовательского интерфейса» перетащить нужную команду, зажав на ней кнопку мыши (рисунок 1.8).





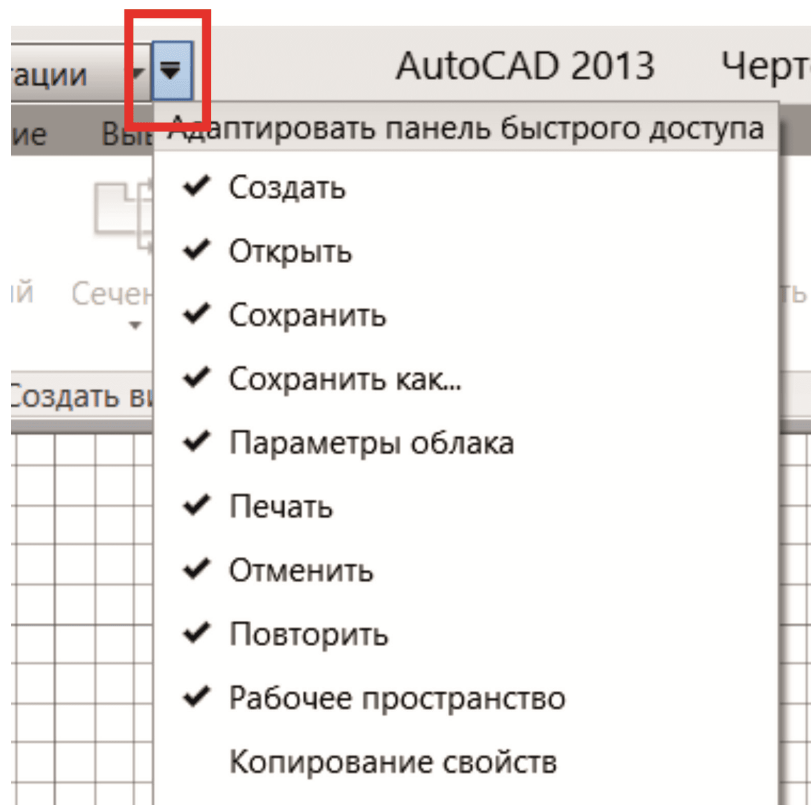


Рисунок 1.9 – Адаптация панели быстрого доступа

Помимо настройки необходимых элементов панели имеется возможность выделения сходных по назначению и функциональным возможностям элементов в отдельные группы при помощи команды меню «Добавить разделитель» (рисунок 1.10).



Рисунок 1.10 – Разделители

Заголовок окна отображает надпись «AutoCAD .....», а также путь к файлу и название чертежа, с которым в данный момент идет работа (рисунок 1.11). Случай, когда в заголовке окна не показан путь к чертежу, означает что файл еще не сохранен и ему присвоено имя по умолчанию «Чертеж1.dwg».



Рисунок 1.11 – Заголовок окна



Инфоцентр предназначен для получения справки, обновлений и обратной связи с компанией Autodesk. Панель инфоцентра располагается в верхнем правом углу программы рядом с заголовком окна и представлена на рисунке 1.12.

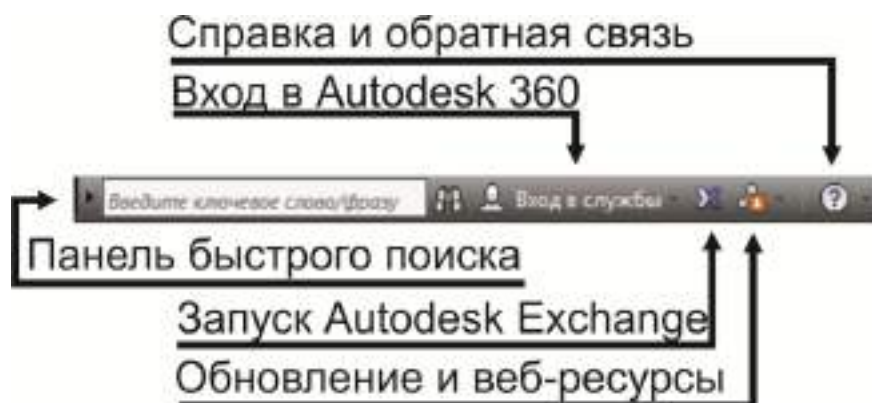


Рисунок 1.12 – Панель инфоцентра

Как видно из рисунка 1.12, панель инфоцентра содержит:

- Область ввода для быстрого поиска необходимой информации;
- Вход в облачный сервис Autodesk 360;
- Иконку перехода на веб-сайт Autodesk Exchange содержащий программы для AutoCAD (с версии программы AutoCAD 2014, выпущенной в 2013 году, веб-сайт Autodesk Exchange поддерживает русский язык, что существенно облегчает работу с дополнительными приложениями);
- Иконку с выпадающим меню для обновления и просмотра интернет ресурсов, посвященных AutoCAD;
- Иконку с выпадающим меню справки и обратной связи с компанией Autodesk.

При вводе команды, для которой необходимо найти справочные данные, и нажатия пиктограммы «Бинокля» или клавиши «Ввод», перед пользователем открывается окно справки, показанное на рисунке 1.13.

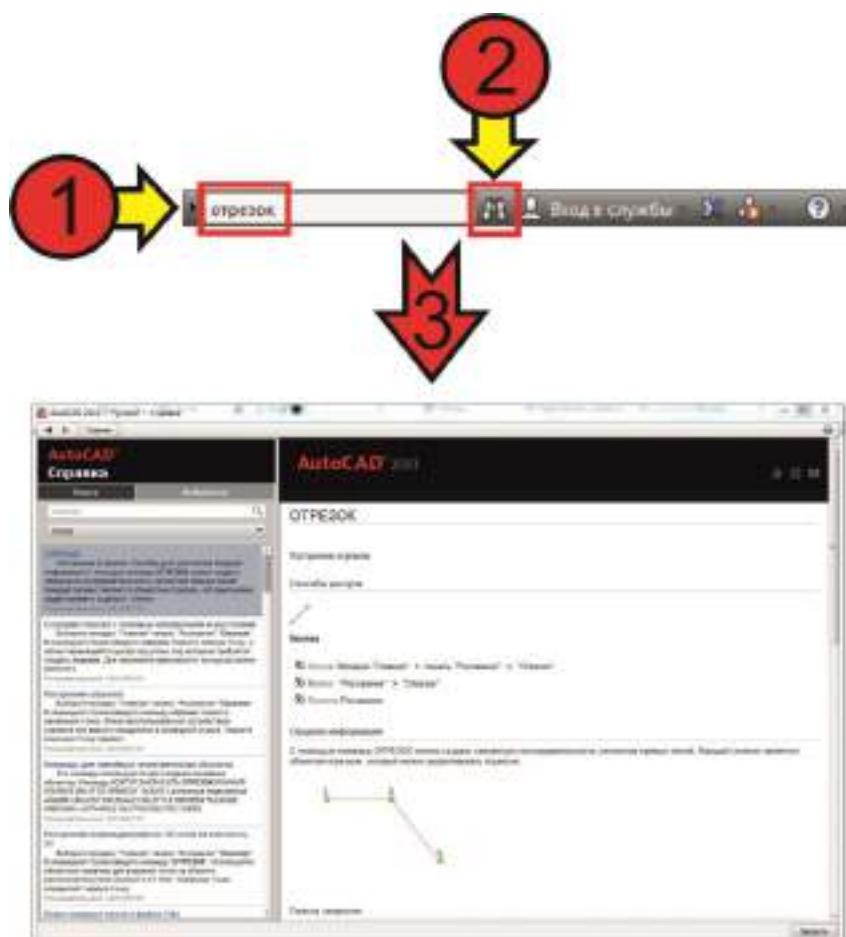


Рисунок 1.13 – Открытие окна справки

Кроме того, запуск справки в программе AutoCAD, как и в любой программе, разработанной для операционной системы Windows, возможен с помощью клавиши «F1» или иконки «Справки».

Помимо описанных выше способов существует способ получения краткой справки при наведении курсора на необходимый инструмент (рисунок 1.14).

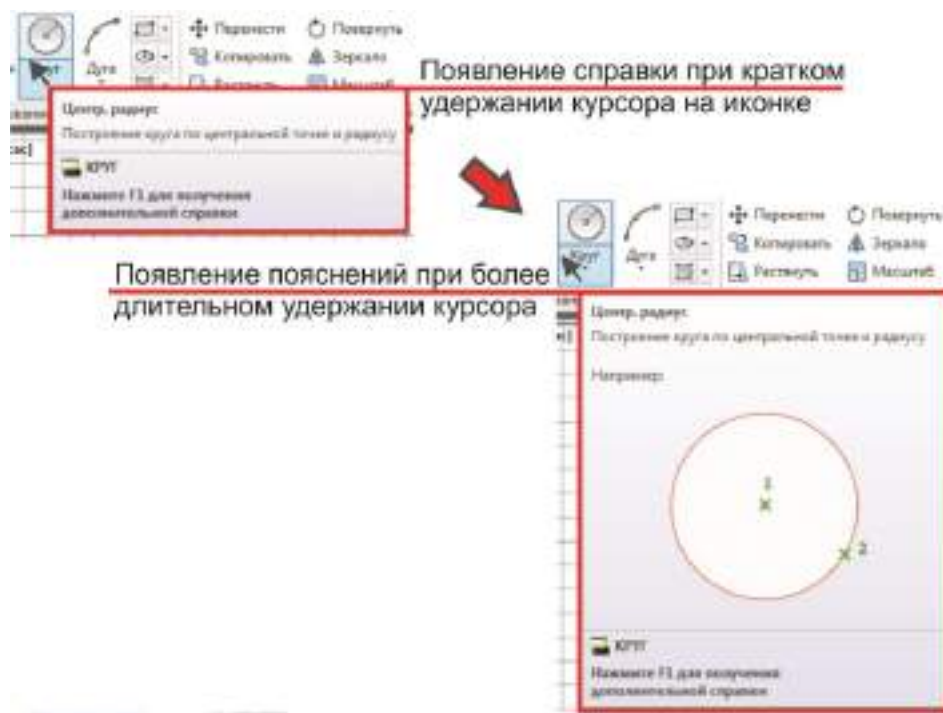


Рисунок 1.14 – Краткая справка о команде

Необходимо отметить, что справочная система AutoCAD работает только при подключении к сети Internet. Для загрузки автономной версии справки необходимо из выпадающего меню расположенного рядом с пиктограммой «Справка» выбрать пункт «Загрузить автономную справку» (рисунок 1.15). При выборе данного пункта откроется браузер с веб-страницей выбора языка загрузки. Кроме загрузки автономной справки при помощи данного меню вызывается диалоговое окно «Добро пожаловать», для этого необходимо щелкнуть по пункту меню «Экран приветствия...».

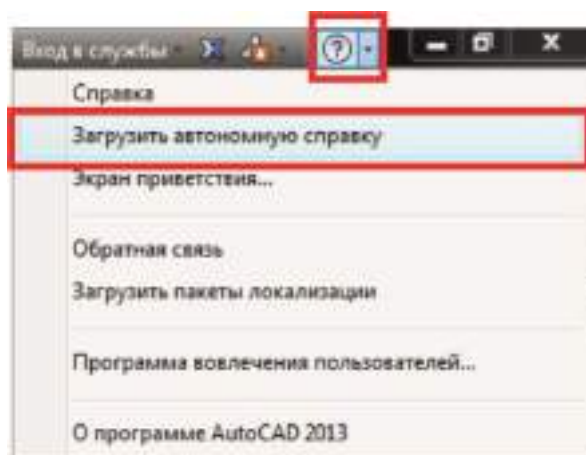


Рисунок 1.15 – Загрузка автономной справки

Если рассмотренное выше «Меню приложения» предназначено для работы с файлами и настройками программы, то лента создана для создания и редактирования объектов чертежей. Внешний вид ленты представлен на рисунке 1.16.

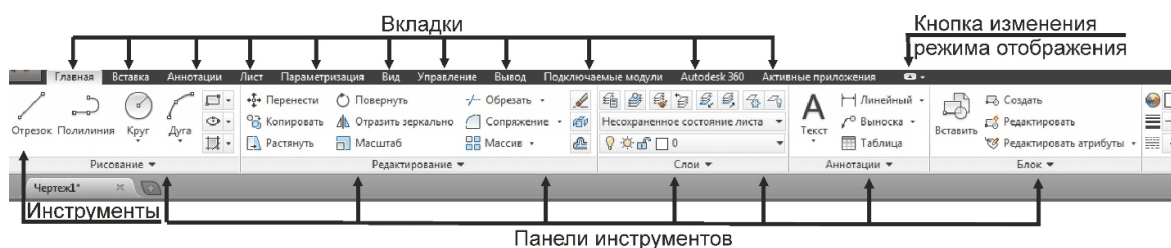


Рисунок 1.16 – Лента

Из рисунка видно, что лента состоит из различных вкладок, к которым относятся:

Вкладка «Главная» содержит инструменты для создания и редактирования объектов, выполнения операций со слоями, аннотациями и блоками, редактирования свойств объектов, а также утилиты, позволяющие производить быстрое выделение и измерения объектов.

Вкладка «Вставка» позволяет вставлять в документ различные данные, от блоков и растровых изображений, до OLE-объектов.

Вкладка «Аннотации» в некотором смысле дублирует вкладку «Главная» и позволяет проставлять на чертеже размеры и аннотации, а также создавать выноски и таблицы, но ее главным назначением является возможность настройки стилей перечисленных объектов.

Вкладка «Лист» служит для создания и редактирования листов, видовых экранов, а также их настройки.

Вкладка «Параметризация» служит для придания объектам определенных соотношений или зависимостей, при изменении которых, автоматически будет изменяться объект. Примером может служить создание прямоугольника с зависимостью длины относительно ширины, т.е. при изменении ширины с заданной зависимостью изменится и длина.

Вкладка «Вид» дает возможность использования инструментов управления экраном, панорамирования, переключения режимов пространства листа и модели, работы с окнами чертежей.

Вкладка «Управление» содержит инструменты создания и работы с макросами и настройки пользовательского интерфейса.

Вкладка «Вывод» позволяет производить печать и экспорт чертежей.

Вкладка «Подключаемые модули» позволяет проводить работы с чертежами и моделями в сторонних подключенных приложениях, таких как приложение для прямого моделирования «Autodesk Inventor Fusion».

Вкладка «Autodesk 360» предоставляет возможности работы с онлайн-службами Autodesk 360, синхронизировать настройки и производить совместную работу с файлами.

Вкладка «Активные приложения» отображает приложения к AutoCAD, которые можно загрузить с сайта Autodesk Exchange (при условии подключения к сети Internet).

Помимо описанных вкладок при работе с некоторыми инструментами появляются дополнительные вкладки, например, вкладка «Текстовый редактор» при работе с текстом (рисунок 1.17).

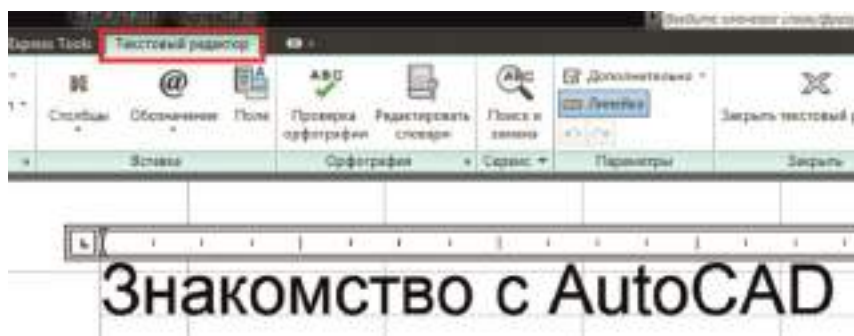


Рисунок 1.17 – Вкладка «Текстовый редактор»

Каждая вкладка содержит ряд панелей инструментов (рисунок 1.16). При этом в панелях отображаются наиболее часто используемые инструменты, а остальные находятся в раскрывающемся меню (рисунок 1.18).

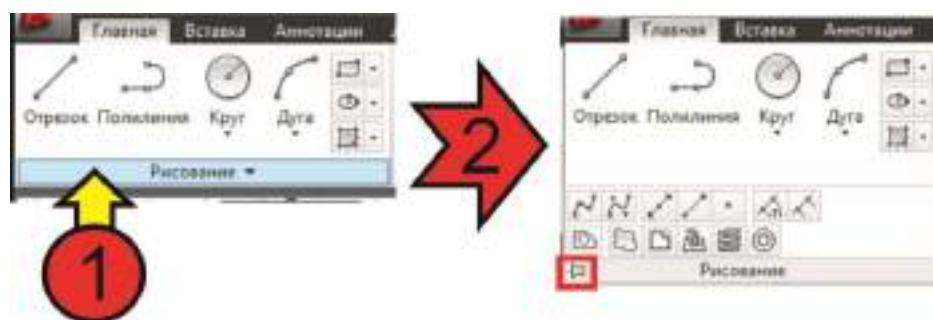


Рисунок 1.18 – Раскрытие группы инструментов

Для того, чтобы раскрыть группу элементов, необходимо щелкнуть на кнопке с названием, находящейся снизу ленты, при этом для закрепления группы инструментов в раскрытом положении необходимо щелкнуть на пиктограмме «Кнопки».

Ленту, как и выше рассмотренные панели и меню, можно оптимизировать под конкретного пользователя. Оптимизация подразумевает под собой как изменение внешнего вида ленты, так и изменение количества отображаемых вкладок и панелей инструментов. Внешний вид ленты изменяется при помощи кнопки изменения режима отображения (рисунок 1.16). Возможные режимы отображения ленты показаны на рисунке 1.19.

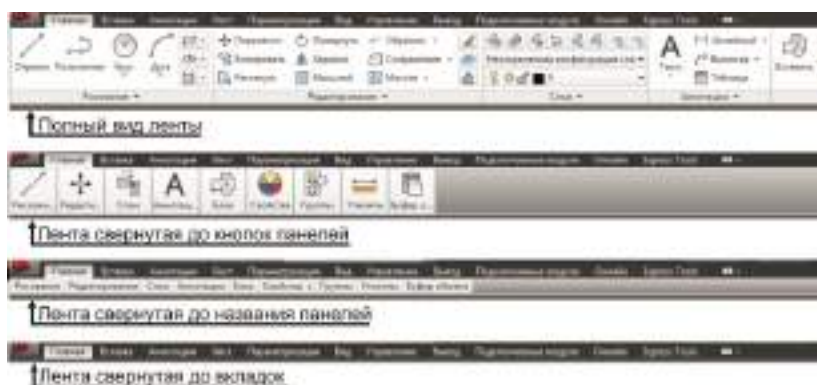


Рисунок 1.19 – Внешний вид ленты при различных режимах

Изменение количества отображаемых вкладок производится щелчком правой кнопки мыши в свободной от панелей инструментов области, в появившемся меню (рисунок 1.20).



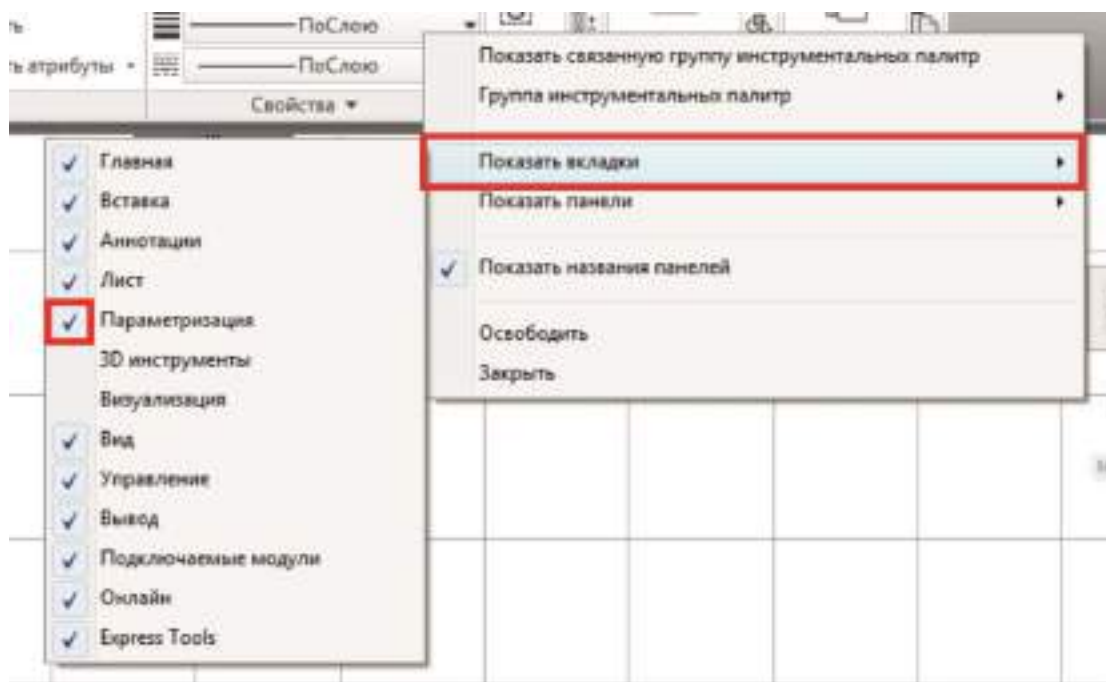


Рисунок 1.20 – Меню настройки вкладок и панелей

В появившемся меню списки «Показать вкладки» и «Показать панели» позволяют настраивать отображение вкладок и панелей инструментов, соответственно, уже задействованные вкладки и панели инструментов помечены пиктограммой «Галочка».

Вкладки (рисунок 1.21), располагающиеся под лентой, позволяют переходить между уже открытыми файлами чертежей, а также создавать новые чертежи. Вкладки являются одним из нововведений, появившемся с версии AutoCAD 2014, работа с ними осуществляется аналогично с большинством современных браузеров.

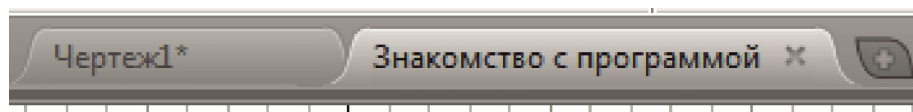


Рисунок 1.21 – Вкладки

Рабочая область является важнейшей составляющей рабочего пространства, так как именно в рабочей области происходит создание и редактирование всех объектов чертежа.

Основным отличием рабочей области AutoCAD от остальных программ является ее безграничность - свойство, позволяющее проектировать любые

объекты в масштабе 1:1. Примерами могут служить проекты зданий, географические карты, и т.д.

Нижнюю часть рабочей области обрамляют закладки вкладок «Модель», «Лист 1» и «Лист 2», а слева от вкладок располагаются кнопки с треугольными стрелками, которые позволяют перемещаться между вкладками аналогично Microsoft Office Excel (рисунок 1.22).



Рисунок 1.22 – Закладки рабочей области

Указатель курсора является основным инструментом работы, неразрывно связанным с рабочей областью чертежа. Указатель курсора в AutoCAD может иметь три вида, которые изображены на рисунке 1.23.

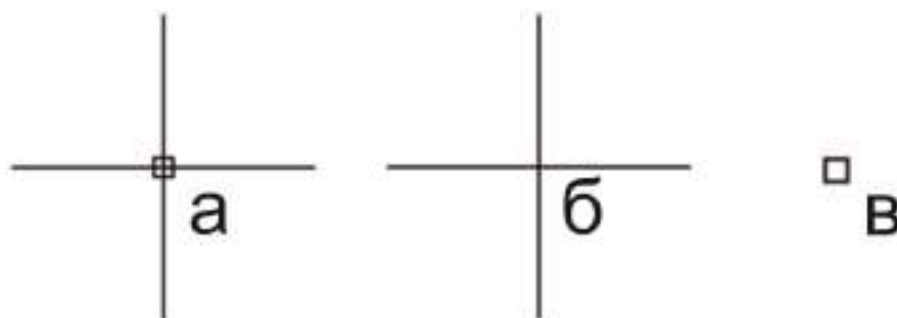


Рисунок 1.23 – Виды указателей курсора

Перекрестье с прицелом (рисунок 1.23 а) отображается на экране по умолчанию и служит для выделения объектов чертежа при переходе к построению какого-либо объекта, указатель курсора принимает вид перекрестья без прицела (рисунок 1.23 б) и служит для указания координат объекта в рабочей области. При выборе инструментов редактирования объектов чертежа указатель курсора принимает вид квадрата (рисунок 1.23 в).

Указатель курсора, аналогично выше рассмотренным функциональным элементам, имеет возможность настройки для удобства конкретного пользова-



теля. А именно, производится настройка размера перекрестья. Для этого необходимо перейти в «Меню приложения» → «Параметры» → «Экран» (рисунок 1.3) и изменить значения или перенести бегунок в области «Размер перекрестья» (рисунок 1.24).



Рисунок 1.24 – Настройка размера указателя курсора

Командная строка служит для ввода и отображения всех действий, производимых в программе AutoCAD от запуска и настройки интерфейса до создания каких либо объектов чертежа. По умолчанию командная строка располагается в нижней части экрана (рисунок 1.1) рядом со строкой состояния в виде плавающей панели (рисунок 1.25).



Рисунок 1.25 – Командная строка

Командная строка в первоначальной настройке имеет следующий функционал:

- кнопка «Закрыть»;
- кнопка «Адаптация», позволяющая настраивать такие параметры, как количество отображаемых команд, прозрачность в активном и неактивном режиме;
- поле ввода команды;
- список предыдущих команд;
- кнопка открытия списка всех введенных команд.

Внешний вид командной строки, начиная с версии программы AutoCAD 2013, существенно отличается от более ранних версий, что позволило еще больше расширить рабочую область. При этом разработчики оставили возможность возвращения ей вида, который она имела в предыдущих версиях. Для этого ее достаточно лишь перенести под рабочую область (рисунок 1.26).

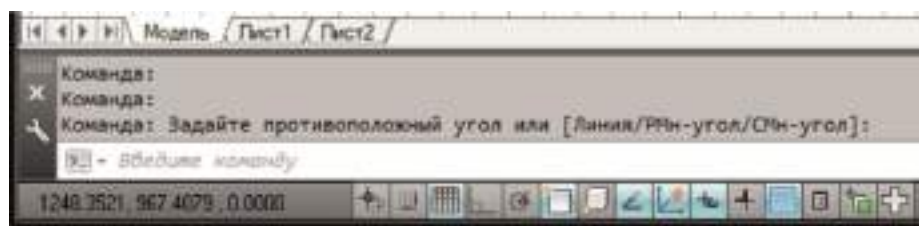


Рисунок 1.26 – Командная строка в закрепленном состоянии

Закрепить командную строку пользователь может не только в нижней части окна, но и в верхней.

Кроме того, по умолчанию командная строка отображает на экране список из трех последних команд, что тоже не всегда удобно. Для его увеличения необходимо нажать на пиктограмму «Адаптация» и вкладки «Строки журнала командной строки» (рисунок 1.27).

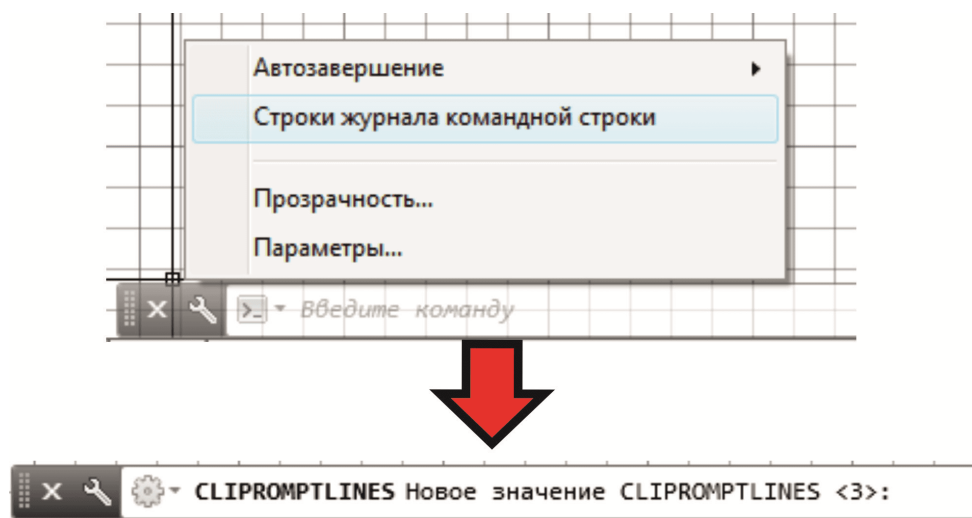


Рисунок 1.27 – Настройка количества строк

Как видно из рисунка 1.27 после нажатия пункта «Строки журнала командной строки» в поле ввода командной строки появляется надпись:

«**CLIPROMPTLINES** Новое значение CLIPROMPTLINES <3>:».

В данной записи жирным шрифтом указывается активная команда, а обычным - предлагаемое действие, в данном случае ввести число строк. При этом значение <3> указывает на текущий параметр данной команды, а цифра после двоеточия - будущий параметр данной команды (рисунок 1.28).

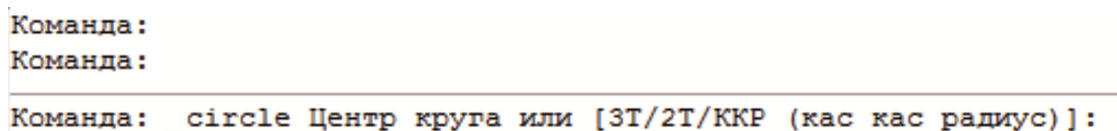


### Рисунок 1.28 – Количество строк до и после команды

Показанная структура команд аналогична для любого действия, за исключением команд, для которых есть варианты исполнения, тогда запись будет выглядеть как на рисунке 1.29, на котором в квадратных скобках показаны варианты выполнения команды.

Еще одним важным улучшением командной строки является введение кнопок возможных действий в командной строке. Если в предыдущих версиях программы необходимо было вводить вариант действия команды с клавиатуры, то, начиная с версии программы AutoCAD 2013, появилась возможность выбирать их непосредственно в командной строке. Данная функция позволяет существенно ускорить процесс разработки программы.

Например, при создании элемента «Окружность» команда в командной строке будет иметь вид, показанный на рисунке 1.29. В квадратных скобках показаны 3 варианта действий и для того, чтобы выполнить любой из них, необходимо набрать с клавиатуры например «3Т» или «2Т» что существенно снижает скорость работы.



Команда:  
Команда:  
Команда: `_circle` Центр круга или [3Т/2Т/ККР (кас кас радиус)]:

Рисунок 1.29 – Выбор вариантов действия в AutoCAD 2010

Начиная с версии программы AutoCAD 2013 при создании того же элемента командная строка будет иметь вид, показанный на рисунке 1.30.



Рисунок 1.30 – Выбор вариантов действия в AutoCAD 2014

Из рисунка видно, что принципиально структура команды не изменилась, единственным отличием стала возможность выбора варианта действий щелчком мыши, а не вводом с клавиатуры.

Строка состояния является важным элементом интерфейса программы, поскольку во время работы постоянно приходится к ней обращаться, включая и

выключая различные режимы, например, режим объектной привязки или режим ортогонального черчения.

Располагается строка состояния в левом нижнем углу рабочего пространства. Ее внешний вид представлен на рисунке 1.31.



Рисунок 1.31 – Строка состояния

В AutoCAD существует 15 режимов черчения, при этом важно отметить, что некоторые из режимов взаимоисключающие, например, при включенном режиме ортогонального черчения невозможно включить режим полярного отслеживания. А необходимость в некоторых режимах возникает только в определенном рабочем пространстве, например, режим 3D объектной привязки необходим только при работе в пространстве «3D основное» или «3D моделирование».

Рассмотрим каждый из режимов.

- Режим «Подразумеваемые зависимости» – при включенном состоянии автоматически налагаются зависимости между создаваемыми и редактируемыми объектами с одной стороны и объектом или точками, связанными с объектными привязками, с другой стороны.
- Режим «Шаговая привязка» – перемещение указателя курсора при выполнении какой-либо команды через определенный шаг. Как правило (и в настройках по умолчанию), шаг приравнивается к узлам сетки, но возможно и уменьшение или увеличение этого шага в настройках.
- Режим «Отображения сетки» – рабочая область расчерчивается горизонтальными и вертикальными линиями с определенным шагом (по умолчанию шаг равен 10 мм).

- Режим «Орто» – режим ортогонального черчения подразумевает под собой черчение только горизонтальными и вертикальными линиями. При этом данный режим не распространяется на объектные привязки.
- Режим «Полярное отслеживание» – режим вычерчивания с использованием полярных углов и координат.
- Режим «Объектная привязка» – режим черчения, предназначенный для указания точных местоположений на объектах. При использовании данного режима можно точно указывать положение точек на объектах. При выборе нескольких режимов привязки программа привязывается к точке, ближайшей к центру прицела перекрестья.
- Режим «3D объектная привязка» – режим, аналогичный «объектной привязке», только работающий в рабочем пространстве «3D основное».
- Режим «Объектное отслеживание» – режим, при работе которого перекрестье привязывается к узлам, полученным путем пересечения воображаемых траекторий предполагаемого местоположения точек и объектов.
- Режим «Динамическая ПСК» – режим динамической пользовательской системы координат, позволяет на время автоматически выровнять XY-плоскость по плоскости работы с 3D-объектом.
- Режим «Динамический ввод» – при включении данного режима указываемые значения команд отображаются не только в командной строке, но и справа от курсора в специальной области.
- Режим «Отображения линий в соответствии с весами» – если режим в активном состоянии, линии отображаются в соответствии с их весом и в пространстве листа, и в пространстве модели.
- Режим «показать/скрыть прозрачность» – режим, включающий, отключающий заданную прозрачность слоев в рабочей области.
- Режим «Быстрые свойства» – режим, при активации которого рядом с выбранным объектом чертежа появляется таблица свойств, характерных для него.

- Режим «Циклический выбор» – режим, при котором появляется меню выбора объектов в случае, если один из них перекрывает другой.
- Режим «монитор аннотаций» – при включении монитора аннотаций он будет отмечать значком все неассоциативные аннотации.

Все вышеизложенное справедливо как для рабочего пространства «Рисование и аннотация» так и для пространства «3D основное» (рисунок 1.32) и «3D моделирование» (рисунок 1.33).

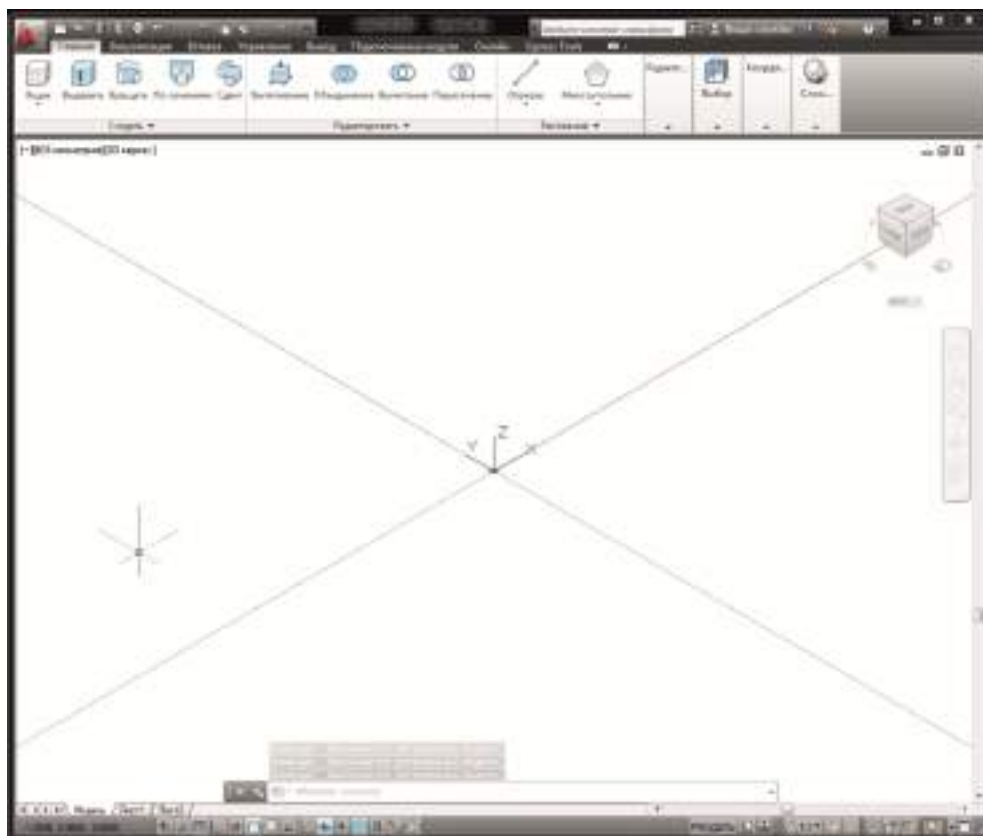


Рисунок 1.32 Рабочее пространство «3D основное»



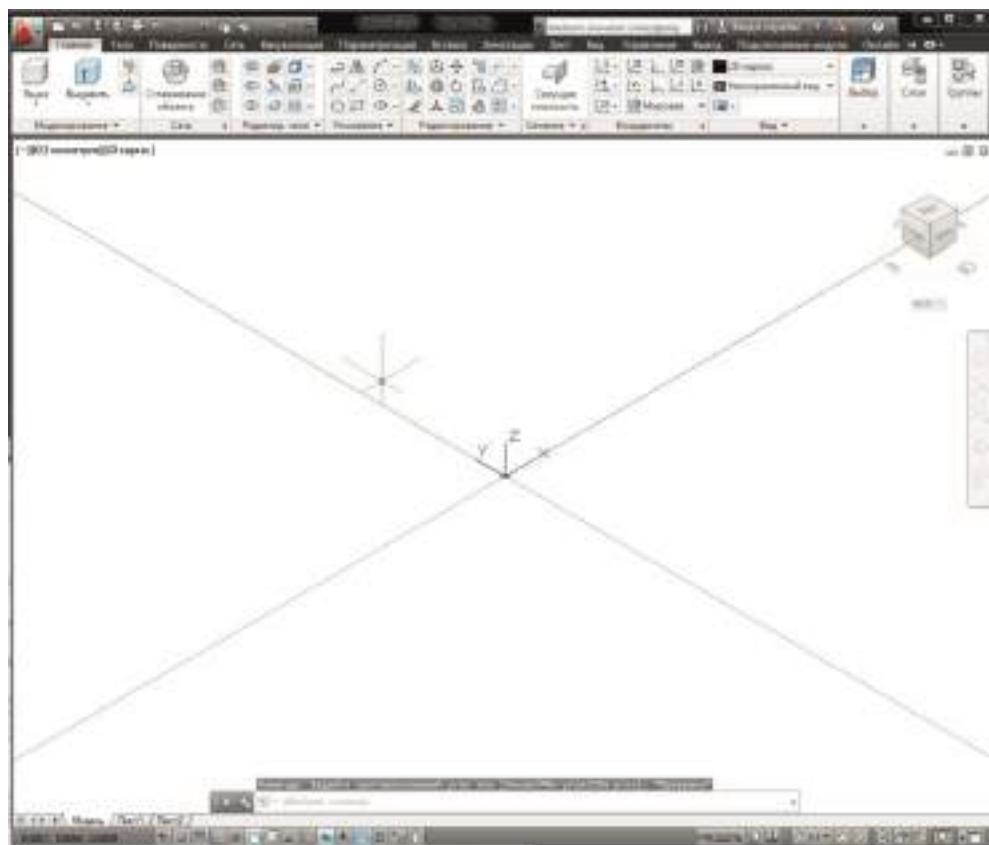


Рисунок 1.33 – Рабочее пространство «3D моделирование»

Сравнивая рабочие пространства «Рисование и аннотации» (рисунок 1.1), «3D основное» (рисунок 1.32) и «3D моделирование» (рисунок 1.33), можно увидеть, что разницей в них является содержимое ленты, т.е. количество вкладок и доступные в них функции.

Совершенно отличным рабочим пространством является пространство «Классический AutoCAD», представленное на рисунке 1.34, особенностью которого является отсутствие ленты. Важно отметить, что хоть лента и является наиболее удобным инструментом для работы в программе, особенностью ее применения является использование мониторов с большим разрешением от 1600x1050 и более. Хотя возможности современных ноутбуков, которые в большинстве своем приобретают студенты, не позволяют обеспечить данное требование, так как их максимальным разрешением является 1366x768. В связи с данным несоответствием наиболее распространенного аппаратного обеспечения и требований программного обеспечения, в AutoCAD существует возмож-



ность использовать альтернативное рабочее пространство «Классический AutoCAD».

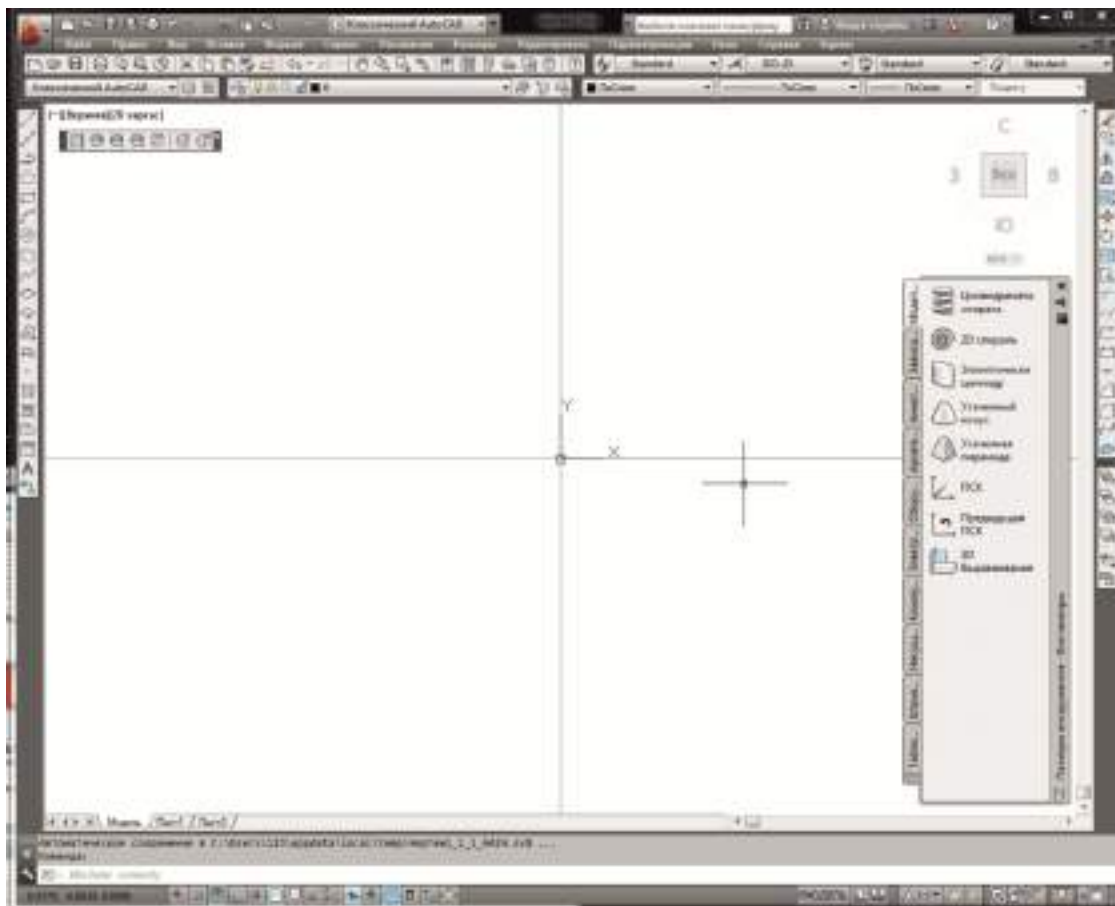
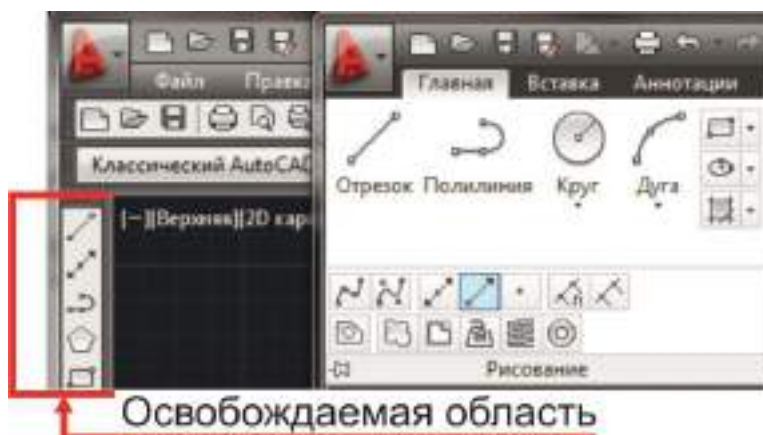


Рисунок 1.34 – Рабочее пространство «Классический AutoCAD»

Рабочее пространство «Классический AutoCAD» позволяет расширить «рабочую область» программы. Сравнительная схема при использовании рабочих пространств «Рисование и аннотации» и «Классический AutoCAD» приведена на рисунке 1.35.



### Рисунок 1.35 – Сравнительная схема рабочих пространств

Как видно из рисунка 1.35, использование рабочего пространства «Классический AutoCAD» позволяет существенно расширить «рабочую область», что сильно влияет на скорость работы в программе.

Рабочее пространство «Классический AutoCAD» является основным рабочим пространством, использовавшимся в программе AutoCAD до появления ленты. Так же как и «Рисование и аннотации» (рисунок 1.1) состоит из 10 глобальных функциональных элементов:

1. Меню приложения;
2. Панель быстрого доступа;
3. Заголовок окна;
4. Информационный центр;
5. Плавающие и закрепленные панели инструментов;
6. Вкладки
7. Рабочая область;
8. Указатель курсора;
9. Командная строка;
10. Строка состояния.

Отличительной чертой данного режима является использование панелей инструментов, не сгруппированных в ленту, которые можно как закреплять в определенной области, так и оставлять плавающими в рабочей области или же за ее пределами. При такой схеме организации рабочего пространства пользователь имеет возможность настроить интерфейс программы под свои нужды более гибко, чем при работе с лентой.

Все указанные функциональные элементы, за исключением панелей инструментов, не отличаются от рассмотренных элементов, использованных в рабочем пространстве «Рисование и аннотации».

Количество панелей, отображаемое на экране, настраивается таким же образом, как и количество вкладок на ленте. В любой области, свободной от па-

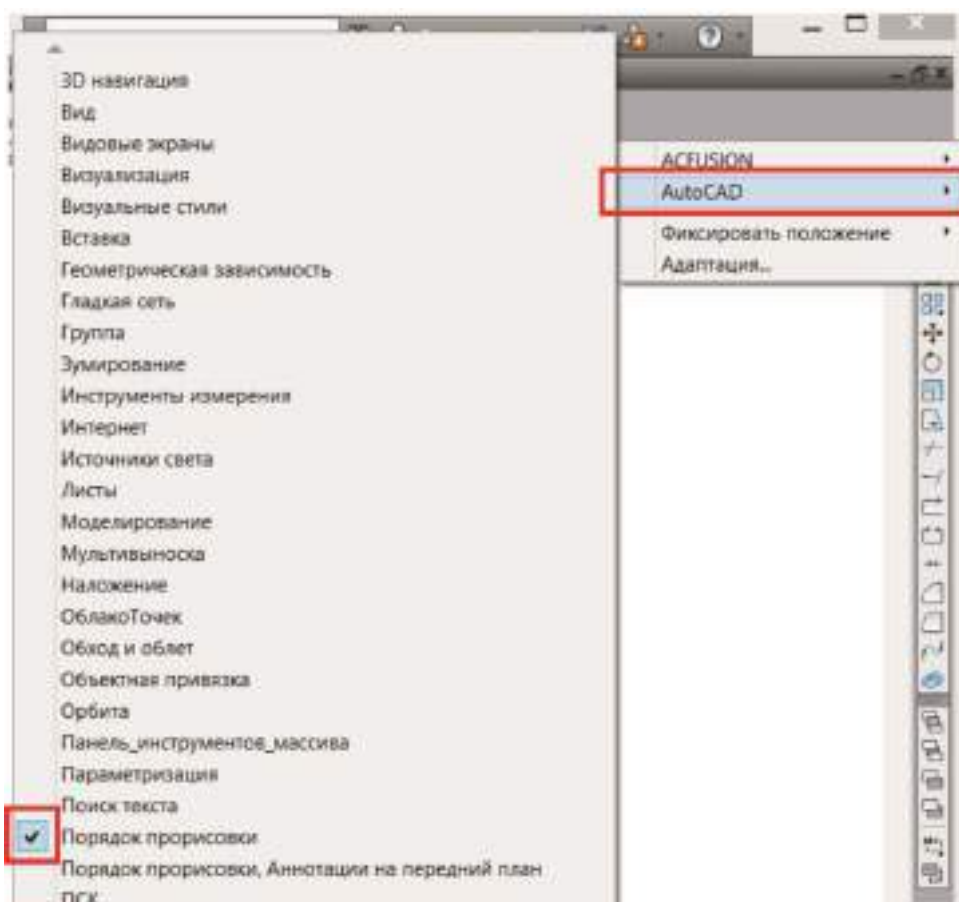


Рисунок 1.36 – Настройка количества панелей.

Таким же образом возможно и удаление лишних панелей инструментов из рабочего пространства.

## ЗАДАНИЯ

1. Установить цвет фона рабочей области с параметрами цветовой модели RGB: R (красный) – 232, G (зеленый) – 230, B (синий) – 227;
2. Установить цвет основных линий сетки красным, а дополнительных линий сетки синим;
3. Установить цвет перекрестья курсора зеленым, а его размер равный 50;

4. Адаптировать панель быстрого доступа путем удаления из нее следующих элементов: «Создать», «Открыть», «Сохранить как», «Печать», «Повторить», «Рабочее пространство»; за тем добавить ряд элементов сформировав из них отдельную группу: «Единицы...», «Лимиты», «Отображение точек».

5. Воспользоваться инфоцентром для поиска с информации по командам: «Отрезок», «Круг», «Луч», «Прямая», «Штриховка», «Обрезать», «Копировать» (по выбору преподавателя);

6. Адаптировать функциональный элемент лента, скрыв вкладки: «Подключаемые модули», «Autodesk 360», «Активные приложения».

7. Добавить в пространство «Ленты» в рабочем пространстве «Рисование и аннотации» вкладку «Визуализация» и скрыть с вкладки «Главная» панели инструментов «Группы» и «Утилиты»;

8. Настроить число последних команд, отображаемых в командной строке, равным 15, и настроить прозрачность командной строки в неактивном и активном состоянии, равной 10 и 90 процентам соответственно;

9. Отключить все режимы черчения в строке состояния приложения и чертежа за исключением режимов «Отображение сетки» и «Шаговая привязка»;

10. Переключиться в рабочее пространство «Классический AutoCAD»;

11. Отключить панели инструментов «Гладкая сеть», «Порядок прорисовки»;

Сделать плавающей панель инструментов «Рисование» и разместить с левой стороны панель «Редактирование 2».

## **СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА**

В качестве отчета по практическому занятию студент предоставляет электронные чертежи изделия либо электронные модели изделия, оформленные в соответствии с требованиями единой системы конструкторской документации или иными указаниями преподавателя.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие работы позволяет производить система автоматизированного проектирования AutoCAD?
2. Какие рабочие пространства существуют в AutoCAD при настройке параметров по умолчанию?
3. Возможно ли условное разделение существующих в AutoCAD рабочих пространств на категории для работы с теми или иными видами документов? (Если возможно, то на какие группы? Если не возможно, то почему?)
4. Укажите основные функциональные элементы системы автоматизированного проектирования AutoCAD при работе в режиме «Рисование и аннотации».
5. Укажите основные функциональные элементы системы автоматизированного проектирования AutoCAD при работе в режиме «Классический AutoCAD».
6. Укажите разницу между функциональными элементами режимов «Рисование и аннотации» и «Классический AutoCAD».
7. Для чего необходим элемент «Меню приложения»?
8. Для чего необходим элемент «Лента»?
9. Какая информация содержится в элементе «Заголовок окна»?
10. Что происходит в «рабочей области» AutoCAD?
11. Для отображения каких действий необходима командная строка?
12. Какие настройки применимы к функциональному элементу «Командная строка»?
13. Опишите структуру одновариантной команды AutoCAD.
14. Опишите структуру многовариантной команды AutoCAD.
15. Опишите возможные настройки командной строки?
16. Чем различаются командные строки в версиях программы до 2013 и после?

17. В чем заключается назначение элемента «Строка состояния приложения и чертежа»?
18. Существуют ли взаимоисключающие режимы черчения в системе AutoCAD? Если существуют, то привести один пример.
19. Чем отличаются рабочие пространства «Рисование и аннотации», «3D основное» и «3D моделирование»?
20. Что позволяет выполнять информационный центр?

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Головицына, М. В. Основы САПР : учебное пособие / М. В. Головицына. — 3-е изд. — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 268 с. — ISBN 978-5-4497-0921-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/102040.html> (дата обращения: 18.01.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
2. Косолапов, В. В. Компьютерная графика. Решение практических задач с применением САПР AutoCAD : учебно-методическое пособие / В. В. Косолапов, Е. В. Косолапова. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2019. — 117 с. — ISBN 978-5-4486-0794-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/85748.html> (дата обращения: 18.01.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
3. Феоктистова, А. А. Основы 2D- и 3D-моделирования в программе AutoCAD : учебное пособие / А. А. Феоктистова, О. Л. Стаселько. — Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2017. — 103 с. — ISBN 978-5-9961-1617-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/83707.html> (дата обращения: 18.01.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

## **2 Практическое занятие №2 ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРИМИТИВЫ. ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ПОДГОТОВКА ФАЙЛА. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОСТЫХ ПРИМИТИВОВ**

**Цель работы:** Изучение основных типов файлов и их подготовки к началу работы, алгоритма создания простых примитивов.

### **Формируемые компетенции:**

ОПК-6: Способен использовать современные информационные технологии, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности.

ОПК-10: Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы пригодные для практического применения

**Актуальность темы:** обусловлена необходимостью изучения и освоения базового инструментария для работы с пакетами векторной графики. Знания, полученные в рамках лабораторного занятия, будут востребованы на протяжении всей профессиональной деятельности.

### **ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

При запуске программы, как и при создании нового файла в уже открытой программе, перед пользователем открывается окно с уже настроенными параметрами, или же с параметрами по умолчанию, например, к таким настройкам можно отнести имя файла «Чертеж 1» описанное выше. При этом, ранее отмечалось что одним из важнейших функциональных элементов является «Рабочая область», которая тоже имеет ряд параметров, подлежащих настройке. Одним из важнейших параметров рабочей области являются единицы измерения.

В программе AutoCAD под единицей измерения понимается условная единица, не привязанная к какой-либо системе, пользователь сам выбирает, будут ли это миллиметры, метры или же футы.

Для настройки единиц измерения необходимо открыть «Меню приложения» → «Утилиты» → «Единицы» (рисунок 2.1).

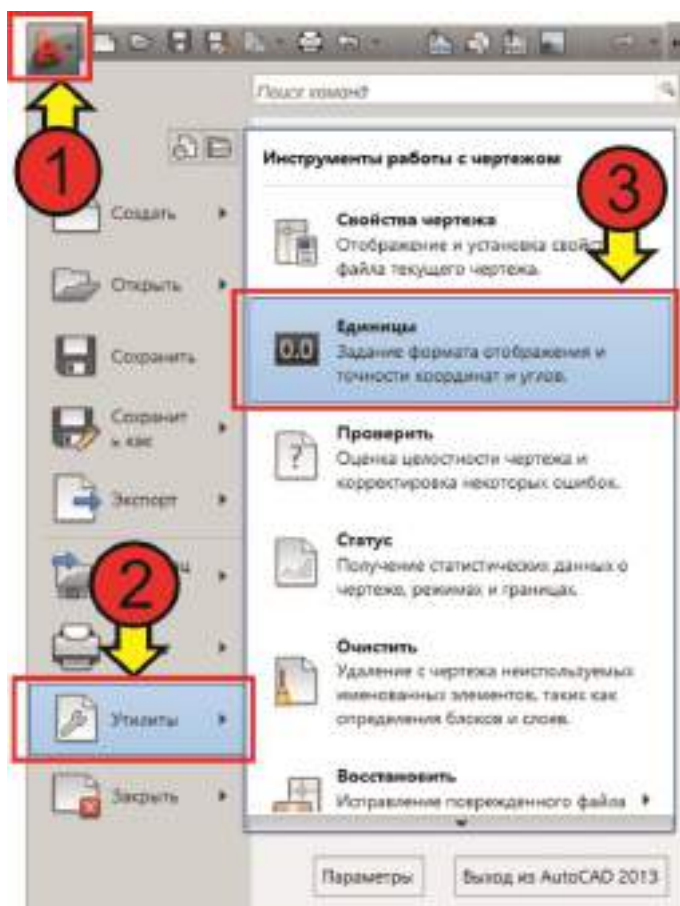


Рисунок 2.1 – Открытие диалогового окна «Единицы чертежа»

После проведения данных действий перед пользователем открывается диалоговое окно «Единицы чертежа», показанное на рисунке 2.2.





Рисунок 2.2 – Диалоговое окно «Единицы чертежа»

Из рисунка 2.2 видно, что окно настройки единиц измерения содержит три функциональных блока: «Линейные», «Угловые» и «Масштаб вставки».

В блоке «Линейные» выбирается формат ввода линейных единиц или длин примитивов. В программе существует пять разных форматов линейных единиц, к которым относятся: архитектурные; десятичные; дробные; инженерные и научные. В России принят десятичный формат единиц измерения, тогда как в США принят архитектурный формат.

В блоке «Угловые» выбирается формат ввода угловых единиц. Как и в предыдущем блоке, в этом существует пять различных форматов ввода угловых единиц, к ним относятся: «Град/Мин/Сек»; градусы; десятичные градусы; радианы и топографические единицы. Кроме того, имеется возможность настройки направления отсчета углов, по умолчанию отсчет производится против часовой стрелки.

В блоке «Масштаб вставки» выбираются непосредственно единицы измерения. На сегодняшний день в программе представлены двадцать наиболее распространенных единиц, а также возможность выполнения чертежей без привязки к каким-то конкретным единицам измерения.

В русской версии программы в настройке по умолчанию принят формат линейных величин за десятичный, формат угловых величин - десятичный в градусах, а в качестве единиц измерения выступают миллиметры.

Определение формата, назначения и задание необходимых единиц измерения хоть и является неотъемлемыми шагами при создании чертежей, но все же относятся лишь к вспомогательным процедурам, необходимым для дальнейшей работы.

Основным же действием при создании чертежей является использование различных объектов, их взаимное сочетание и редактирование. Данные объекты в программах, использующих векторную графику, названы примитивами.

Примитив – элементарный геометрический объект, такой как точка, отрезок, окружность и т.д.

В AutoCAD существует два вида примитивов - это простые и сложные примитивы. К простым примитивам можно отнести следующие объекты: точка; отрезок; прямая; круг (окружность); дуга; эллипс; сплайн; текст. К сложным же относятся: полилиния; размер; выноска; допуск; штриховка; вхождение блока или внешней ссылки.

Отрезок в AutoCAD - это прямая линия ограниченная начальной и конечной точками. Создать данный примитив можно несколькими способами:

1. Нажатием пиктограммы «ОТРЕЗОК»  на инструментальной панели «Рисование»;
2. Вводом команды «ОТРЕЗОК» в командной строке с клавиатуры.

Важно отметить, что при выборе первого способа в командной строке все равно будет отображаться исполняемая команда (рисунок 2.3).



Рисунок 2.3 – Отображение команды в командной строке

При выборе примитива «ОТРЕЗОК», в командной строке появляется запись: «ОТРЕЗОК Первая точка:» данная запись означает, что для начала построения примитива «ОТРЕЗОК» необходимо указать его начальную точку. Начальную точку отрезка можно указать несколькими способами:

1. Введя координаты X и Y и нажатием клавиши «Enter». Координаты должны быть введены с клавиатуры через запятую, например, координаты точки начала координат будут иметь вид 0,0;

2. Щелчком мыши в нужном месте рабочей области (данный вариант также используется при необходимости соединить два уже имеющихся объекта).

После указания первой точки в командной строке появится следующая запись «ОТРЕЗОК следующая точка или [oТменить]:» (рисунок 2.4 а), которая предлагает ввести следующую точку отрезка или же отменить предыдущее действие. При построении нескольких отрезков до завершения команды запись в командной строке примет вид «ОТРЕЗОК следующая точка или [Замкнуть oТменить]:» (рисунок 2.4 б).

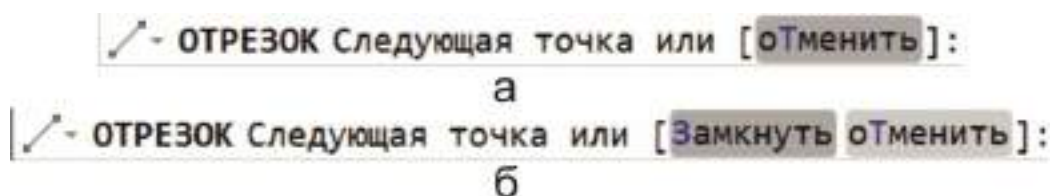


Рисунок 2.4 – Вид записи в командной строке

Рисунок 2.4 показывает, что при работе с примитивом команда может принимать различные значения, а также могут выполняться различные действия. Для увеличения скорости проектирования предусмотрена возможность выполнения того или иного действия при помощи горячих клавиш. Горячие клавиши указаны в названии действия строчной буквой и выделены цветом. Помимо ввода горячей клавиши в AutoCAD существует возможность нажатия кнопки с необходимым действием непосредственно в командной строке (в более ранних версиях данной возможности не было).

Ниже представлены варианты действий предлагаемых программой для примитива «ОТРЕЗОК». Действие команды «оТменить» показано на рисунке 2.5.



Рисунок 2.5 – Действие команды «оТменить»

Как видно из рисунка 2.5, при выборе команды «оТменить» из построенной ломаной линии удаляется последний участок, но при этом выполнение команды не прекращается. Также видно, что при выборе варианта действия «оТменить», в списке выполненных команд командной строки, появляется запись «Следующая точка или [Замкнуть оТменить]: Т».

Действие команды «Замкнуть» показано на рисунке 2.6.

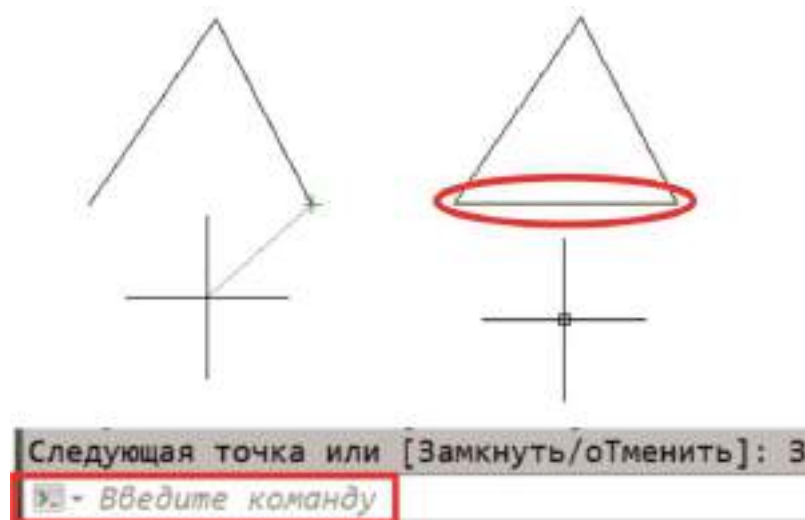


Рисунок 2.6 – Действие команды «Замкнуть»

Из рисунка 2.6 видно, что при выполнении команды «Замкнуть» создается отрезок ломаной линии, соединенный с первой точкой данной ломаной линии,

при этом работа с примитивом «ОТРЕЗОК» завершается в списке выполненных команд, в командной строке появляется запись «Следующая точка или [Замкнуть ОТменить]: 3», а в строке активной команды появляется запись «Введите команду».

Помимо описанных способов выбора различных действий с активным примитивом существует возможность выбора этих же действий при помощи контекстного меню. Вызов контекстного меню осуществляется нажатием правой кнопки мыши в любом месте рабочей области, а его вид с возможными вариантами действий, при активном примитиве «ОТРЕЗОК», показан на рисунке 2.7.

Рисунок 2.7 показывает, что варианты возможных действий с примитивом «ОТРЕЗОК» сгруппированы в отдельный блок, состоящий в данном случае из двух команд. Команды в контекстном меню записаны аналогично командной строке с указанием горячих клавиш, необходимых для их выполнения.

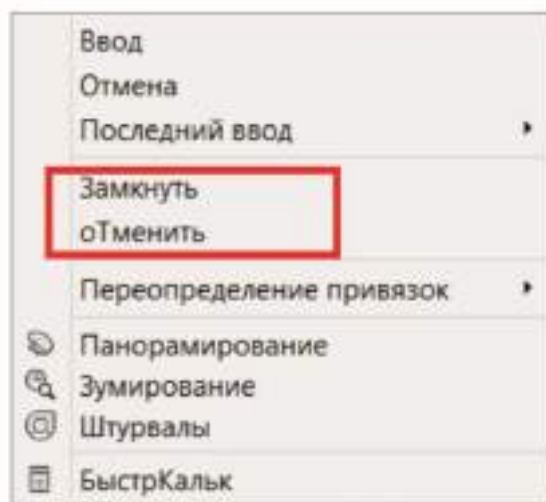


Рисунок 2.7 – Контекстное меню

Завершение работы с примитивом возможно также как и начало его использования несколькими способами:

1. Вызовом контекстного меню и выбором команды «Ввод» (при этом важно заметить строчные буквы в заглавии команд контекстного меню, не относящихся к активному примитиву, не являются горячими клавишами);
2. Нажатием клавиши «Enter».

Описанные способы завершения работы с примитивом справедливы и для большинства остальных простых примитивов.

Прямой называется бесконечная в двух направлениях линия. В AutoCAD прямые используются в качестве вспомогательных примитивов, необходимых для облегчения проектирования.

Так же, как примитив «ОТРЕЗОК», примитив «ПРЯМАЯ» может быть вызван двумя способами: при помощи соответствующей пиктограммы или же вводом команды «ПРЯМАЯ» с клавиатуры. При этом, несмотря на схожесть отрезка и прямой, их создание несколько отличается. В начале работы с примитивом «ПРЯМАЯ» перед пользователем возникает сразу шесть возможных вариантов его построения и появляется запись в командной строке «**ПРЯМАЯ** Укажите первую точку или [ Гор Вер Угол Биссект Отступ]:

«Укажите первую точку» – построение происходит указанием двух точек, через которые должна проходить прямая. (Указание первой точки производится идентично для всех примитивов, а, следовательно, указание точки для прямой идентично указанию точки для отрезка);

«Гор» – построение горизонтали с указанием точки рабочей области, куда необходимо ее поставить;

«Вер» – построение вертикали с указанием точки рабочей области;

«Угол» – построение прямой с заданным углом относительно выбранной системы отсчета (важно отметить, что сначала необходимо указать на клавиатуре угол, а лишь затем выбрать точку вставки прямой);

«Биссект» – построение прямой производится в несколько действий. Сначала необходимо указать вершину угла, относительно которого будет строиться биссектриса, а затем вершины отрезков, относительно которых производится построение (при этом важно, чтобы отрезки, относительно которых строилась биссектриса, именно пересекались, иначе равные углы построены не будут);

«Отступ» – построение прямой, параллельной какому-либо отрезку с заданным отступом. Выбрав данный вариант построения необходимо указать расстояние, на котором будет построена прямая, затем выбрать отрезок и указать сторону относительно отрезка.

Использование вариантов создания «Укажите первую точку» и «Биссект» позволяет создавать несколько прямых исходящих из одной точки под разными углами, а варианты «Гор», «Вер», «Угол» и «Отступ» позволяют создавать несколько прямых исходящих из разных точек, но под одним углом.

Окружность – замкнутая плоская кривая, все точки которой одинаково удалены от центра, лежащего в той же плоскости, что и кривая.

Данный примитив аналогично рассмотренным выше вызывается нажатием пиктограммы «КРУГ», расположенной на панели «Рисование», либо вводом с клавиатуры команды «КРУГ» (в английском языке слово CIRCLE имеет несколько переводов на русский язык, поэтому в локализованной версии AutoCAD окружность превратилась в круг).

При выборе данного примитива перед пользователем, аналогично примитиву «ПРЯМАЯ», появляется четыре варианта создания данного примитива (рисунок 2.8). Следует отметить, что помимо указанных четырех возможных действий существует еще 2 варианта, которые можно вызвать как отдельно, так и при выполнении определенного варианта из первой четверки.



☺ - КРУГ Центр круга или [3Т 2Т ККР (кас кас радиус)]:

Рисунок 2.8 – Команда «КРУГ»

Первым вариантом создания окружности, является указание центра окружности и радиуса (центр, как и радиус, указываются аналогично любой точке в AutoCAD). При необходимости имеется вариант указания диаметра вместо радиуса (рисунок 2.9).



Рисунок 2.9 – Построение окружности через центр и радиус/диаметр

Существует и второй способ построения окружности с указанием диаметра. Для этого необходимо открыть вкладку «Рисование», расположенную в строке меню, затем вкладку «Круг» и выбрать вариант построения «Центр, диаметр» (рисунок 2.10).

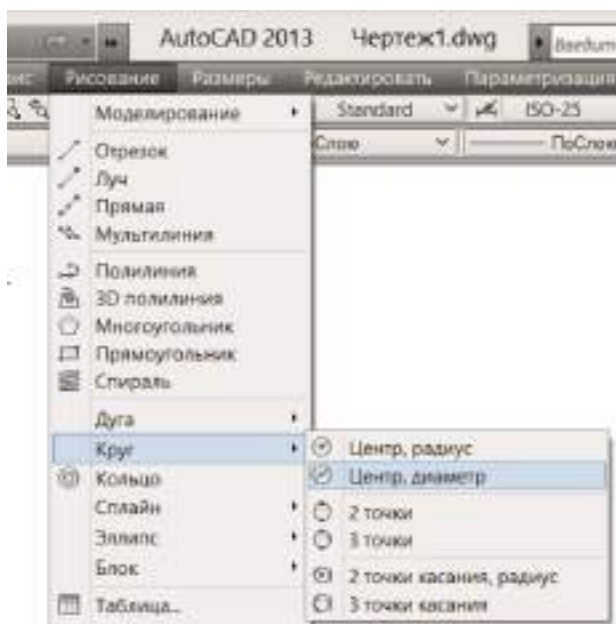




Рисунок 2.10 – Вариант создания «Центр, диаметр»

Вторым вариантом создания примитива является его построение по двум точкам «2Т», показанный на рисунке 2.11. Для построения необходимо указать координаты двух точек или же указать точки рабочей области.



Рисунок 2.11 – Построение окружности по двум точкам

Третий вариант построения аналогичен варианту построения по двум точкам и производится по трем точкам при помощи команды «3Т» (рисунок 2.12).

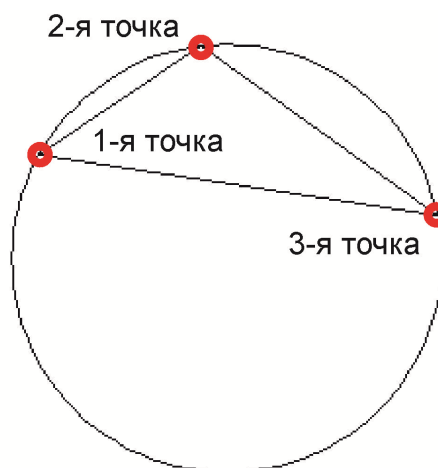


Рисунок 2.12 – Построение окружности по трем точкам

Важно отметить, что показанные способы по двум и по трем точкам могут быть также выполнены без привязки к примитивам, показанным на рисунках 2.11 и 2.12.

Помимо показанного способа построения окружности по трем конечным точкам (вершинам треугольника), существует также способ построения окружности по трем касательным. Для этого необходимо после указания команды «ЗТ» ввести с клавиатуры команду «КАС», в результате чего в командной строке должна появиться запись «КРУГ к» (рисунок 2.13).

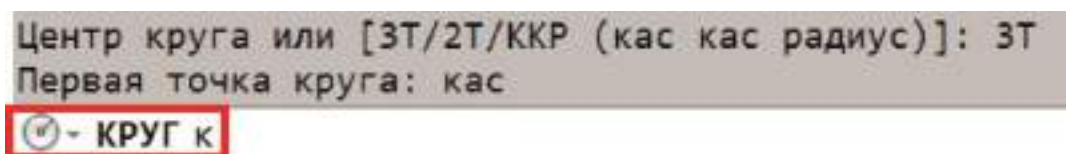


Рисунок 2.13 –Командная строка при построении касательной

При таком построении окружности по трем касательным команду «КАС» необходимо вводить для каждой точки. Существует также и второй вариант построения окружности по трем касательным, для которого необходимо перейти ко вкладке «Круг», показанной на рисунке 2.10, и выбрать вариант построения «3 точки касания».

Изображение окружности построенной по трем касательным к прямым отрезкам представлено на рисунке 2.14

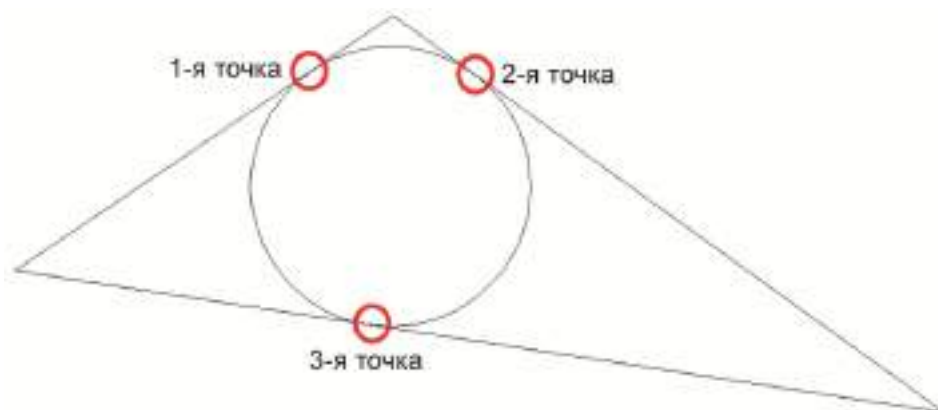


Рисунок 2.14 – Окружность, построенная по трем касательным

Последним вариантом построения окружности является ее построение по двум касательным точкам и радиусу. Осуществляется данный вариант вводом

команды «ККР (кас кас радиус)». Для построения примитива данным способом, необходимо указать два объекта, чья окружность должна касаться, а затем ввести радиус данной окружности. Построение окружности данным способом показано на рисунке 2.16.

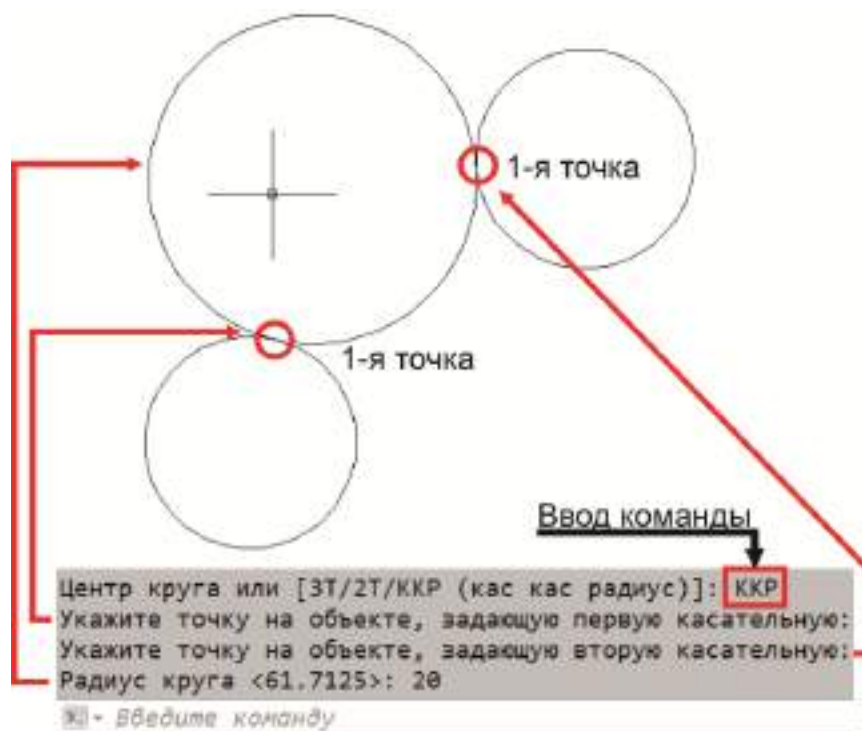


Рисунок 2.15 – Построение окружности командой «ККР»

При использовании любого из вариантов по завершению построения окружности команда прекращается.

Дуга – кривая линия, лежащая на окружности, ограниченная двумя точками. Начало построения примитива начинается с нажатия пиктограммы «Дуга». Существует 11 способов построения дуги, основными из которых являются лишь 3, а остальные их вариациями с незначительными изменениями.

Первым способом построения дуги является ее построение по трем точкам. Для того, чтобы построить дугу по трем точкам, необходимо последовательно указать три точки, через которые должна проходить дуга (рисунок 2.16).

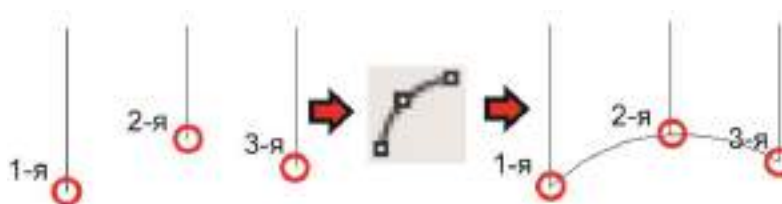


Рисунок 2.16 – Построение дуги по трем точкам

Следующим способом является построение дуги при помощи указания центра начальной точки и угла либо длины хорды. Для этого необходимо при построении дуги в командной строке выбрать «Центр», либо ввести «Ц», а затем последовательно указать центр дуги, начальную точку и конечную точку. При необходимости ввести точный угол либо длину хорды необходимо выбрать соответствующий вариант из контекстного меню либо командной строки. Способ построения с указанием центра дуги показан на рисунке 2.17.



Рисунок 2.17 – Построение дуги с указанием центра

Описанные выше способы возможно применять как при привязке к уже существующим примитивам, так и без нее.

Несколько отличным от описанных способов является третий способ построения дуги, который называется «Продолжить». Запуск данного способа возможен из вкладки «Дуга», которая находится во вкладке «Рисование» (рисунок 2.10). Особенностью данного способа является то, что дуга начнет строиться от конечной точки последнего созданного примитива. Например, если последним созданным примитивом является отрезок, дуга начнет строиться от его конечной точки. Пример построения дуги при помощи команды «Продолжить» показан на рисунке 2.18.

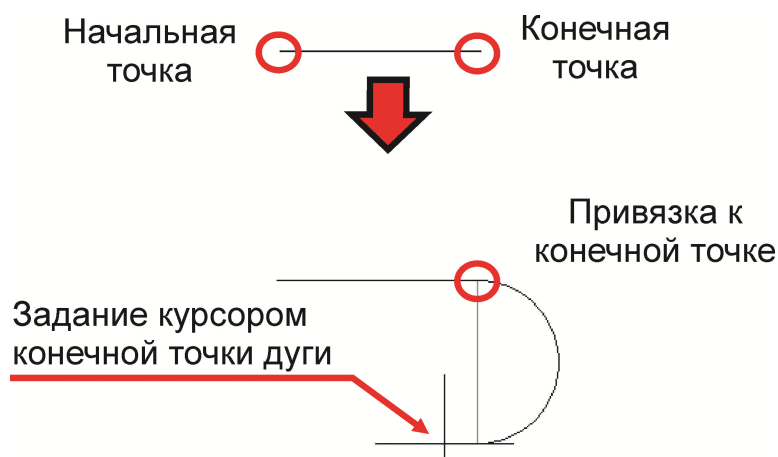


Рисунок 2.18 – Создание дуги командой «Продолжить»

Для описанных выше примитивов «Круг» и «Дуга», как и для любых криволинейных примитивов, существует возможность их неправильного отображения на экране (рисунок 2.19), при котором криволинейные участки заменяются прямыми отрезками. Для устранения этого несоответствия необходимо открыть «Меню приложения» → «Параметры» → «Экран», либо в контекстном меню выбрать пункт «Настройки», а затем открыть вкладку «Экран» и в блоке «Экранное разрешение» поменять значения полей «Сглаживание дуг и окружностей» с имеющегося на максимально возможное 20000.

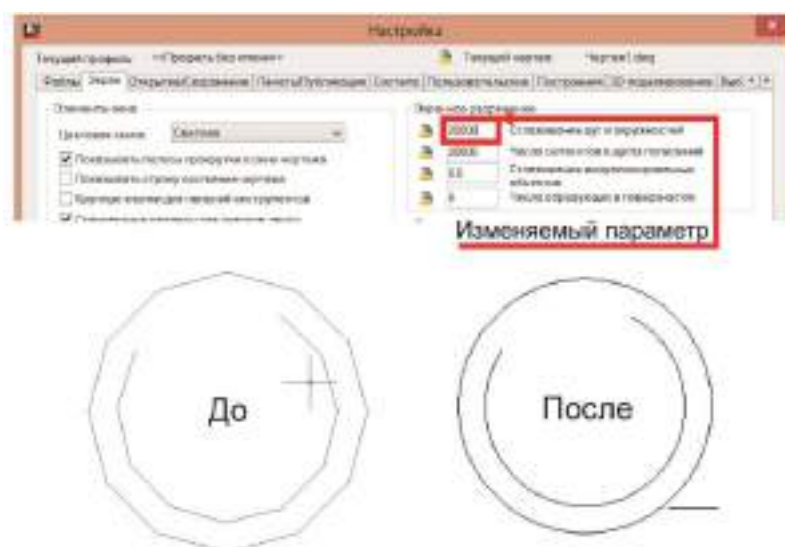


Рисунок 2.19 – Настройка сглаживания дуг и окружностей

Как видно из рисунка 2.19, повышение параметра сглаживания существенно повышает качество отображения криволинейных поверхностей.

Эллипс - это замкнутая кривая линия, получаемая от пересечения конуса плоскостью, не параллельной основанию.

Примитив эллипс создается при помощи команды «ЭЛЛИПС» или пиктограммы и может строиться двумя способами:

1. Указанием двух точек большой полуоси и одной точки малой полуоси (способ во многом схож с построением окружности по двум точкам «2Т»), построение данным способом показано на рисунке 2.20;

2. Указанием центра, одной точки большой полуоси и одной точки малой полуоси, построение данным способом показано на рисунке 2.21;



Рисунок 2.20 – Построение эллипса по трем точкам

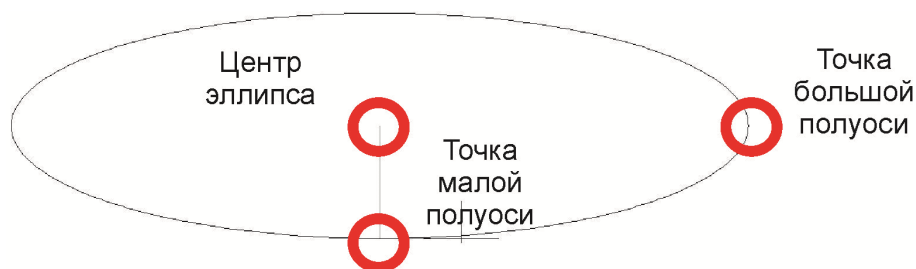


Рисунок 2.21 – Построение эллипса по центру и двум точкам

Для выбора варианта построения по центру и двум точкам необходимо до указания первой точки выбрать в контекстном меню или командной строке команду «Центр».

Эллиптическая дуга по выполнению начальных шагов не отличается от построения эллипса тем или иным способом, описанными выше, и выполняется либо по команде «ЭЛЛИПС Д» (важно отметить, что знак «пробел» командная строка воспринимает как «ввод»), либо по команде контекстного меню при создании эллипса, либо при помощи пиктограммы «ЭЛЛИПТИЧЕСКАЯ ДУГА».

При создании эллиптической дуги после создания эллипса необходимо указать начальную и конечную точки дуги (рисунок 2.22).



Рисунок 2.22 – Построение эллиптической дуги

Сплайн – гибкая кривая, проходящая через определяющие точки или вблизи от них. Примитив «СПЛАЙН» создается при помощи пиктограммы . При создании сплайна возможны два варианта действий:

1. Построение с помощью определяющих точек;
2. Построение с помощью управляющих вершин.

Строится сплайн путем указания определяющих точек или управляющих вершин в нужных пользователю местах, а затем его изменением до необходимой формы. Общий вид примитива «СПЛАЙН» показан на рисунке 2.23.

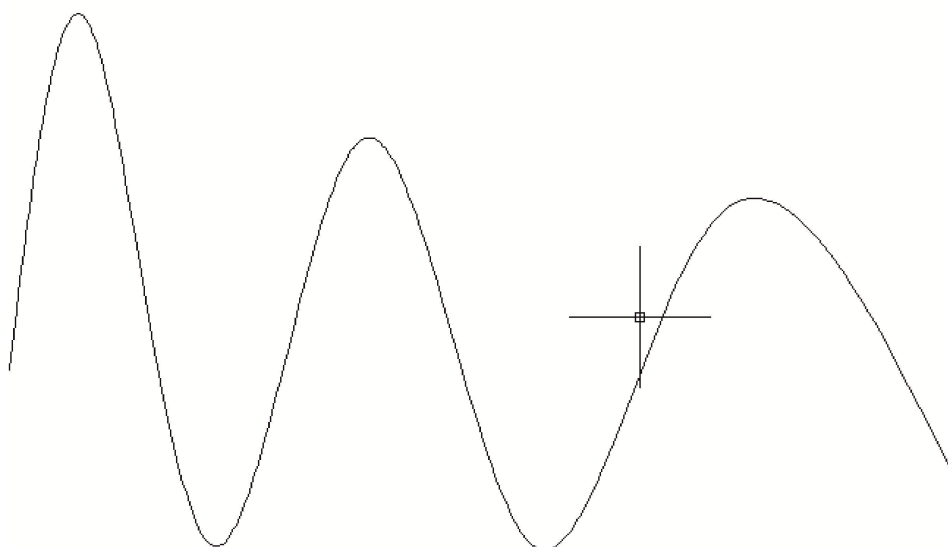


Рисунок 2.23 –Примитив «СПЛАЙН»

Определяющие точки - это точки, через которые кривая должна пройти с определенным допуском. Значение параметра «допуск» равное 0, говорит о том, что кривая не должна отклоняться от определяющих точек. Значение, отличное от 0, показывает, на сколько кривая может быть смещена от определяющих точек. Сплайн, показанный на рисунке 2.23, с отмеченными на нем определяющими точками показан на рисунке 2.25.



Рисунок 2.24 – Определяющие точки сплайна

Изменение положения определяющих точек повлечет за собой изменение формы кривой. Для более точного редактирования или придания необходимой



формы кривой в программе существует возможность добавления управляющих вершин. При этом важно отметить, что наибольшей точности и соответствия требуемой форме можно достичь при использовании управляющих вершин.

Построение через управляющие вершины осуществляется или при помощи командной строки при выборе параметра «УП», или при помощи вкладки «Сплайн» (рисунок 2.10).

В случае, если кривая была построена при помощи определяющих точек (рисунок 2.24), а необходимо ее отредактировать при помощи управляющих вершин, в программе предусмотрена «ручка переключения», имеющая вид синего (цвет по умолчанию) треугольника с чертой над ним, или при помощи контекстного меню. Редактирование кривой при помощи управляющих вершин осуществляется путем перетаскивания вершины в необходимую точку рабочей области. Вид кривой с управляющими вершинами показан на рисунке 2.25.

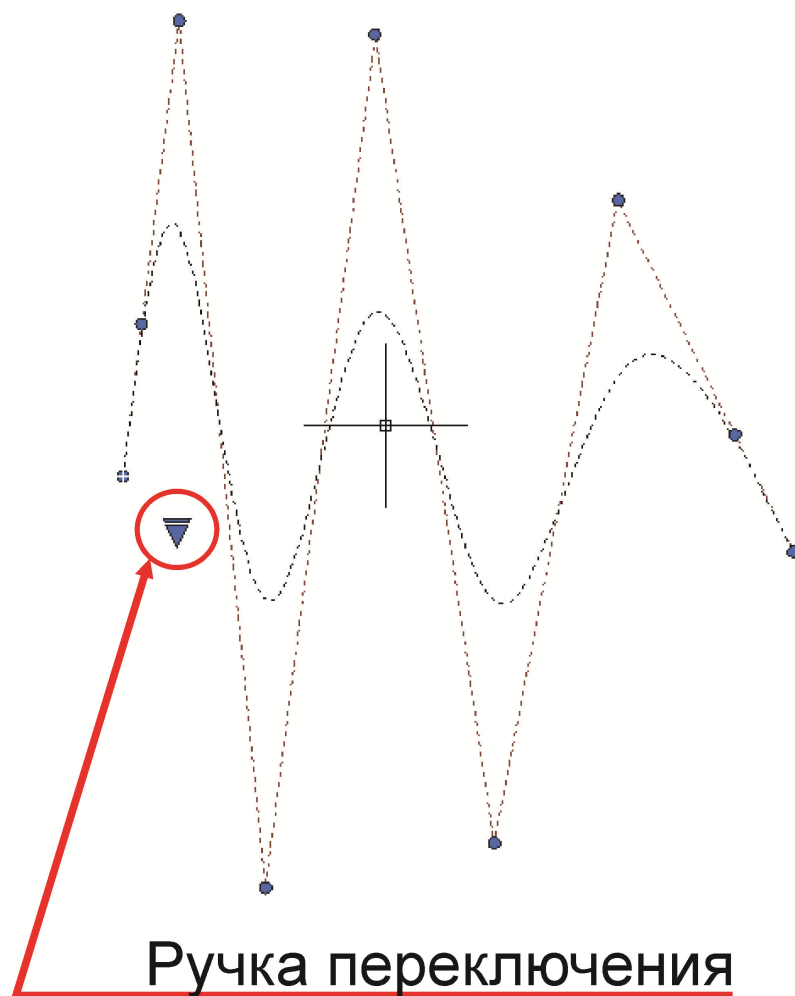


Рисунок 2.25 – Управляющие вершины сплайна

Из рисунков 2.24 и 2.25 видно, что создавать кривую лучше при помощи определяющих точек, а редактировать при помощи управляющих вершин.

Ознакомившись с методикой создания простых примитивов можно сделать вывод о том, что последовательность действий при их создании практически идентична.

### **ЗАДАНИЯ**

1. Произвести анализ выданного преподавателем задания.
2. Выполнить создание чертежа.
3. При выполнении чертежа использовать наиболее рациональные пути построения геометрии.
4. Произвести сравнительный анализ задания и его реализации в электронном чертеже.

## **СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА**

В качестве отчета по практическому занятию студент предоставляет электронные чертежи изделия либо электронные модели изделия, оформленные в соответствии с требованиями единой системы конструкторской документации или иными указаниями преподавателя.

## **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Укажите разницу между векторной и растровой графикой.
2. Назовите и кратко охарактеризуйте форматы, поддерживаемые системой autocad.
3. За счет чего обеспечивается преемственность между различными версиями программы?
4. Что в системе autocad подразумевается под единицами измерения?
5. В какую сторону производится отсчет углов и можно ли его поменять?
6. Дайте определение понятию примитив?
7. Какие примитивы существуют в системе autocad (с указанием примеров)?
8. Происходят ли изменения в командной строке при создании примитивов при помощи пиктограмм?
9. Какой параметр влияет на отображение криволинейных элементов?
10. Идентична ли методика построения простых примитивов?

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Головицына, М. В. Основы САПР : учебное пособие / М. В. Головицына. — 3-е изд. — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 268 с. — ISBN 978-5-4497-0921-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/102040.html> (дата обращения: 18.01.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

2. Косолапов, В. В. Компьютерная графика. Решение практических задач с применением САПР AutoCAD : учебно-методическое пособие / В. В. Косолапов, Е. В. Косолапова. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2019. — 117 с. — ISBN 978-5-4486-0794-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/85748.html> (дата обращения: 18.01.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

3. Феоктистова, А. А. Основы 2D- и 3D-моделирования в программе AutoCAD : учебное пособие / А. А. Феоктистова, О. Л. Стаселько. — Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2017. — 103 с. — ISBN 978-5-9961-1617-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/83707.html> (дата обращения: 18.01.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

### **3 Практическое занятие №3 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЖИМОВ ЧЕРЧЕНИЯ ПРИ ПОСТРОЕНИИ ПРИМИТОВ**

(Работа проводится в интерактивном режиме)

**Цель работы:** Изучение процедуры настройки и использования примитивов с основными режимами черчения в среде Autodesk Autocad.

#### **Формируемые компетенции:**

ОПК-6: Способен использовать современные информационные технологии, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности.

ОПК-10: Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы пригодные для практического применения

**Актуальность темы:** обусловлена необходимостью изучения и освоения базового инструментария для работы с пакетами векторной графики. Знания, полученные в рамках лабораторного занятия, будут востребованы на протяжении всей профессиональной деятельности.

#### **ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

Из курса инженерной графики известно, что началу создания любого чертежа предшествует рутинная работа по изготовлению рамки и основной надписи, которые увеличивают время, необходимое для выполнения проекта.

Использование систем автоматизированного проектирования, даже на начальном этапе их освоения пользователем, позволит сократить рутинную составляющую процесса проектирования за счет использования единожды выполненных рамок и основных надписей определенных форматов. К тому же, хоть вычерчивание рамки с основной надписью на начальном этапе использования системы и занимает достаточно длительное время, позволяет пользовате-





Рисунок 3.2 – Построение отрезка без режима «Орто»

Из рисунка 3.2 видно, что вторая точка отрезка жестко привязана к центру указателя курсора из-за чего от пользователя требуется точно указывать положение второй точки. Это в свою очередь влияет на скорость и качество проектирования.

Включение режима «Орто», как и многие другие действия в программе, возможно выполнить несколькими путями: нажатием пиктограммы, расположенной на строке состояния, либо нажатием горячей клавиши F8. Важно отметить, что все активные в текущий момент режимы имеют подсветку цветом, отличным от цвета строки состояния.

Построение того же самого отрезка при включенном режиме «Орто» показано на рисунке 3.3.



Рисунок 3.3 – Построение отрезка в режиме «Орто»

Как видно из рисунка 3.3, жесткая связь второй точки и центром указателя курсора при черчении в режиме «Орто» теряется, но при этом они располагаются на одной линии. Важно отметить что, воображаемая линия, на которой находится вторая точка отрезка и центр указателя курсора, не должна превы-

шать длины строящегося отрезка, в противном же случае программа автоматически поставит вместо строящейся горизонтали вертикаль. В связи с этим наиболее удобным способом построения отрезков заданной длины является указание начальной точки, направления в котором должен быть построен отрезок и ввода с клавиатуры длины. Данный способ показан на рисунке 3.4.



Рисунок 3.4 – Построение отрезка заданной длины

Единственным недостатком данного способа является то, что пользователь, вводя длину отрезка, вынужден отвлекаться и смотреть в командную строку, так как вводимые значения отображаются именно там. Данный недостаток решается при использовании еще одного режима, который называется режим «Динамический ввод».

Данный режим позволяет сделать работу с программой еще более удобной за счет появления рядом с курсором небольшого окна, отображающего вводимые значения для команд. Включение режима «Динамический ввод» производится при помощи пиктограммы либо клавиши F12. Построение отрезка с включенным режимом показано на рисунке 3.5.



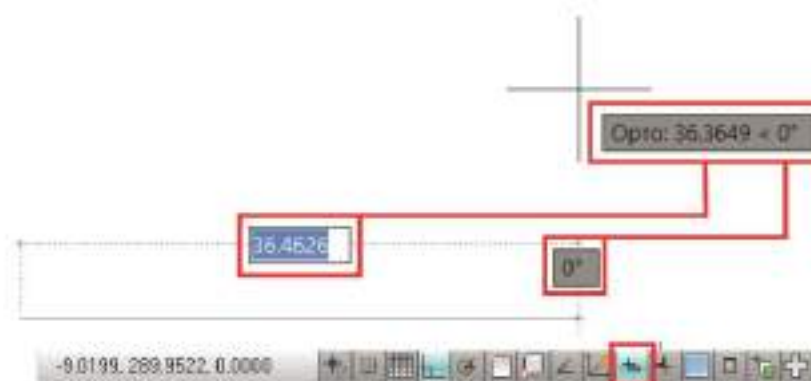


Рисунок 3.5 – Построение отрезка в режиме «Динамический ввод»

Как видно из рисунка 3.5 при включении режима «Динамический ввод» рядом с траекторией отрезка появляются два окна с его параметрами, в одном из которых указывается длина, а в другом - угол наклона относительно точки отсчета. Переключение между окнами производится нажатием на клавиатуре кнопки табуляции «Tab», а обратно «Shift+Tab». Стоит отметить, что для каждого примитива предлагаются различные окна, позволяющие в полной мере настроить его параметры.

Помимо окон с параметрами режим «Динамический ввод» позволяет производить выбор варианта построения примитива с несколькими исполнениями. Примером может служить построение окружности одним из четырех вариантов без вызова контекстного меню или указания команды в командной строке. Данный пример показан на рисунке 3.6.

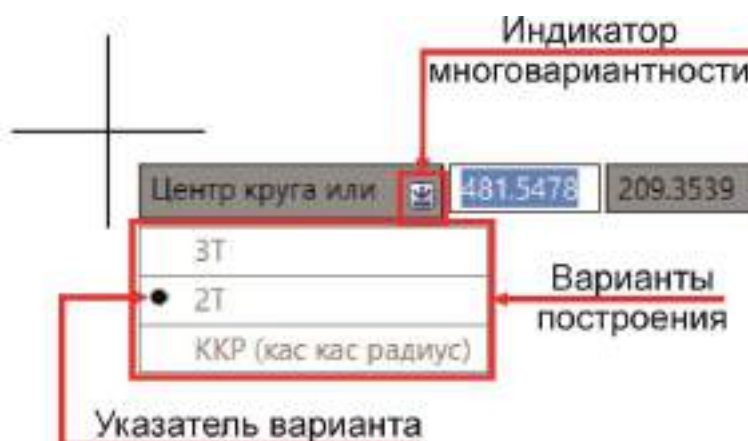


Рисунок 3.6 – Выбор варианта построения

Рисунок 3.6 показывает, что в случае, если возможно построение примитива несколькими вариантами, в окне с подсказкой отображается знак раскрывающегося меню. Данное меню раскрывается при помощи нажатия клавиши «↓», а напротив выбранного варианта появляется указатель в виде точки. Выбор осуществляется клавишей «Enter».

Итак, все вышерассмотренное позволяет приступить к созданию рамки и первым шагом станет вычерчивание границ формата А4, размер которого составляет 210х 297 мм.

1. Необходимо включить режимы «Орто» и «Динамический ввод».

2. Необходимо выбрать примитив «ОТРЕЗОК» и ввести координаты первой точки, за которые примем начало координат, то есть  $X=0$   $Y=0$ . После чего необходимо указать направление, в нашем случае вправо, и ввести размер первого отрезка, равный 210, после чего нажать ввод (рисунок 3.7). Размер 210 является горизонтальным размером формата А4, так как данный формат, согласно стандарту, может иметь только вертикальное расположение.

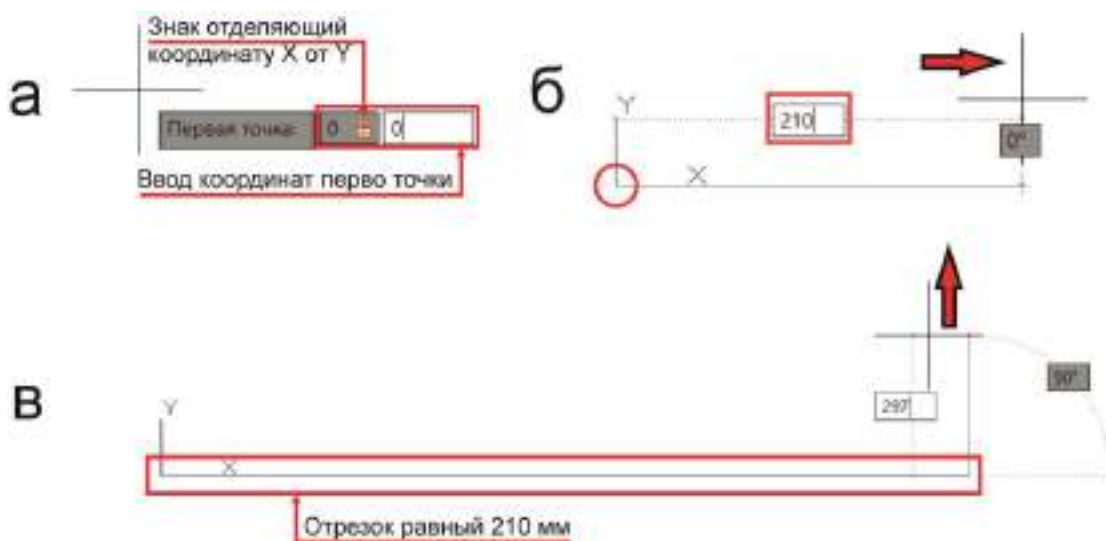


Рисунок 3.7 – Построение границ формата А4

Знак замка, показанный на рисунке 3.7 а, разделяет вводимые координаты, и появляется после ввода запятой между координатами X и Y, и служит разделителем при введении различных параметров. На рисунке 3.7 б показано место,

куда поставлена первая точка отрезка, указано направление движения указателя курсора и вводимый размер.

3. После построения первого отрезка программа предлагает указать новую точку для построения второго отрезка, которая должна находиться на расстоянии 297 мм от предыдущей.

4. Далее необходимо указать третий отрезок, равный первому и направленный в противоположную сторону (рисунок 3.8).

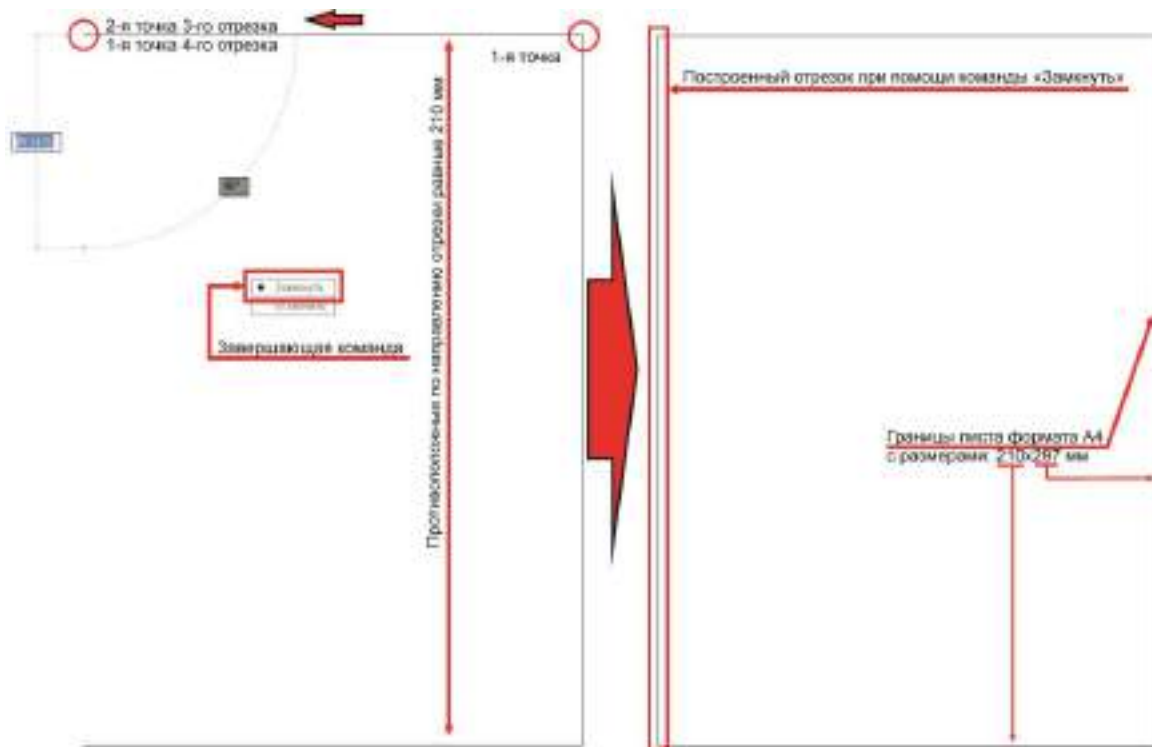


Рисунок 3.8 – Границы рамки формата А4

5. Завершающим этапом создания границ листа является построение четвертого отрезка, длина которого равна длине второго. Но вместо указания длины с клавиатуры существует способ создать замкнутый контур при помощи команды «Замкнуть», применение которой показано на рисунке 3.8.

Команда «Замкнуть» может быть выполнена одним из рассмотренных ранее способов: нажатия кнопки в командной строке; нажатием горячей клавиши; выбором из контекстного меню или же выбором из меню режима «Динамический ввод». Важно отметить, что команда «Замкнуть» работает только в том

случае, если построение отрезка не прерывалось. В случае же прерывания команды новая команда будет замыкать контур в точке его продолжения.

6. Следующим шагом в создании основной надписи является выполнение рамки, которая, согласно ГОСТ 2.104-2006 должна располагаться относительно границ листа на следующих расстояниях: слева 20 мм; сверху, справа и снизу 5 мм (рисунок 3.9).

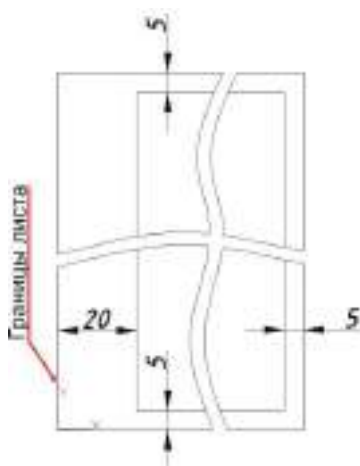


Рисунок 3.9 – Рамка

Из рисунка 3.9 видно, что первая точка отрезка при построении рамки должна иметь координаты  $X=20$  и  $Y=5$ , а сама рамка - стороны 185 мм и 287 мм. При этом ее построение аналогично построению границ листа.

После построения рамки чертеж, показанный на рисунке 3.8, должен принять вид, показанный на рисунке 3.10.



пути решения данной проблемы, один из которых - это ввод относительных координат, а второй построение вспомогательных отрезков.

Относительные координаты отличаются от абсолютных лишь способом ввода и положение начала координат. В абсолютной системе координат в качестве начала координат выступает точка (0,0). В относительной системе координат в качестве начала координат выступает последняя указанная пользователем точка, например, последняя точка построенного отрезка.

Ввод относительных координат осуществляется так же, как и ввод абсолютных, с той лишь разницей, что необходимо перед координатой «X» поставить знак собака «@».

В качестве примера рассмотрим построение верхней границы основной надписи, расположенной на высоте 55 мм от границы рамки, представленное на рисунке 3.12.



Рисунок 3.12 – Построение верхней границы основной надписи

Из рисунка 3.12 видно что, для построения верхней границы основной надписи необходимо указать координату ее первой точки. Для ее указания в абсолютной системе координат необходимо узнать координаты точки, относительно которой необходимо построить отрезок, и расстояние от этой точки до отрезка. При построении верхней границы основной надписи в качестве точки, относительно которой необходимо произвести построение, будет выступать

точка с координатами (20,5), а, следовательно, координаты первой точки границы основной надписи будут равны (20,60).

В случае, если последней точкой, указанной пользователем, была точка с координатами (20,5), то возможно указание относительных координат путем ввода с клавиатуры следующей записи «@0,55».

Координаты второй точки отрезка всегда задаются в относительных координатах, поэтому нет необходимости указывать знак «@» (рисунок 3.12).

Показанный способ обладает одним существенным недостатком. При любом щелчке мышкой в рабочей области изменяется точка отсчета относительных координат. А работа со сложными проектами и вовсе делает ввод относительных координат невозможным из-за огромного количества операций, выполняемых при редактировании.

Решением же данной проблемы служит построение вспомогательных отрезков. При этом, так как уже вычерчены границы рамки, оптимальным вариантом действий стала бы возможность построения вспомогательных отрезков без указания каких-либо координат. Такая возможность появляется благодаря использованию такого режима как «Объектная привязка».

Привязка позволяет производить построения примитивов при помощи набора наиболее часто используемых точек и правил, примером может служить построение отрезка из середины одного по нормали к другому.

В системе AutoCAD существует два типа привязки: локальная и глобальная. Локальная привязка позволяет привязать создаваемый примитив один раз одним выбранным способом. Выбор способа локальной привязки осуществляется при помощи выпадающего меню, открытие которого производится щелчком правой кнопки мыши при зажатой клавише «Shift», внешний вид меню показан на рисунке 3.13.

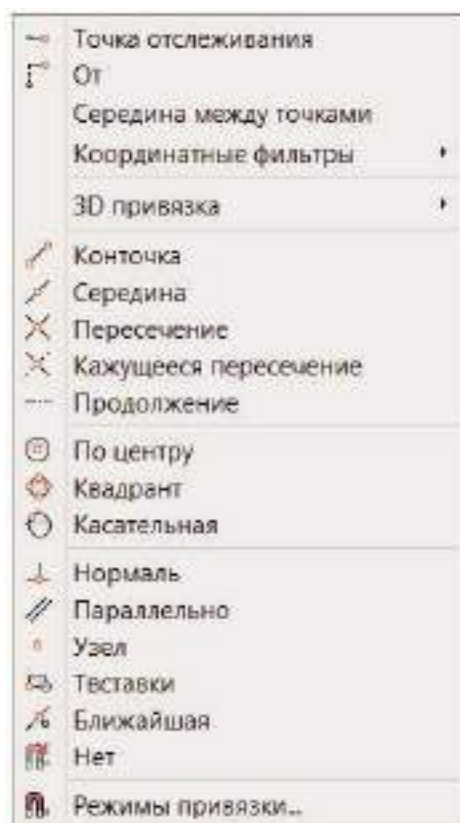


Рисунок 3.13 – Меню локальной привязки

Глобальная привязка позволяет задать правила построения примитивов относительно друг друга для всего чертежа. Глобальная привязка или режим «Объектная привязка» включается при помощи пиктограммы или клавишей «F3», при этом при выполнении определенных построений требуются определенные режимы привязки. Настройка режимов глобальной привязки производится следующим образом: щелчком правой кнопкой мыши на пиктограмме режима «Объектная привязка» вызывается меню, показанное на рисунке 3.14.



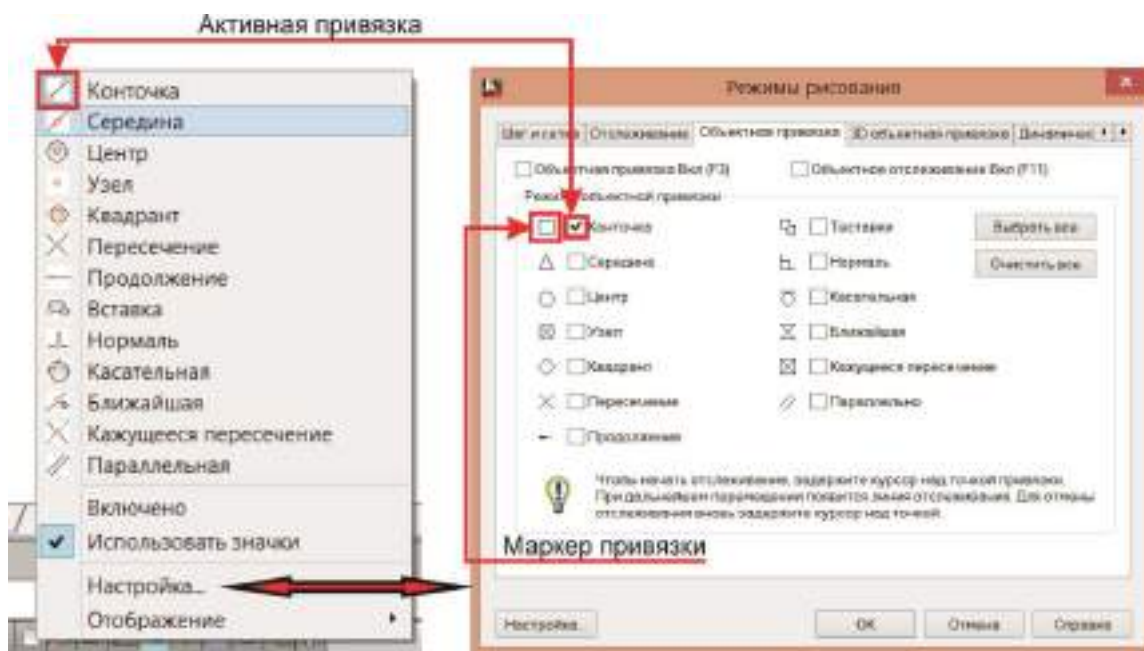


Рисунок 3.14 – Настройка режимов привязки

Из рисунка 3.14 видно, что режимы привязки, которые станут активными при включении глобальной привязки, подсвечены в выпадающем меню, а во вкладке «Объектная привязка» режимов рисования, активные режимы отмечены и показаны маркеры привязки, которые появляются при приближении указателя курсора к характерной точке.

Для выполнения основной надписи, показанной на рисунке 3.11, необходимо включить следующие режимы объектной привязки: «Конточка», и «Нормаль».

Рассмотрим работу данных режимов привязки при построении вспомогательных отрезков и границы основной надписи, показанной на рисунке 3.15.

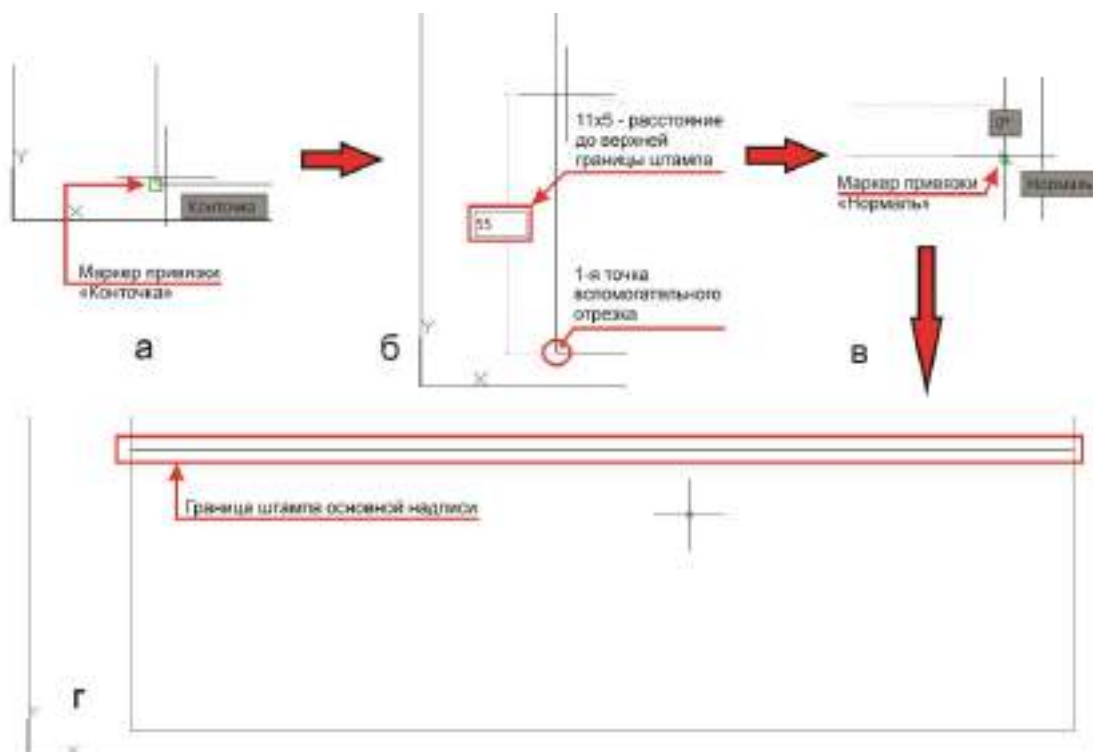


Рисунок 3.15 – Построение верхней границы основной надписи

Из рисунка 3.15а видно, что при приближении указателя курсора к характерной точке построенного отрезка, при построении отрезка и активном режиме «Объектная привязка», рядом с начальной (конечной) точкой появляется изображение маркера привязки «Конточка». Появление данного маркера означает, что при щелчке мыши первая точка создаваемого примитива, в данном случае отрезка, будет совпадать с начальной (конечной) точкой уже построенного примитива.

8. После указания первой точки необходимо указать направление и размер вспомогательного отрезка (рисунок 3.15б). Данное действие выполняется аналогично построению границ формата, показанному на рисунке 3.7б. При этом видно, что вспомогательный отрезок лежит на границе рамки.

Результатом построения вспомогательного отрезка является получение первой точки верхней границы основной надписи. Для построения второй точки при данном способе уже не возникает необходимость указания длины отрезка, необходимо лишь переместить указатель курсора к противоположной гра-

нице рамки до появления маркера привязки «Нормаль», показанного на рисунке 3.15в, и обозначить вторую точку щелчком мыши.

В результате выполнения описанных ранее действий чертеж примет вид, показанный на рисунке 3.15г, а именно появится верхняя граница основной надписи, расположенная на расстоянии 55 мм от рамки и прилегающая под прямым углом к вертикальным границам рамки.

9. Используя рассмотренный инструментарий, построить основную надпись, показанную на рисунке 3.11.

10. Проверить построение на соответствие ГОСТ 2.104-2006, в случае необходимости провести дополнительные построения.

Результатом построений будет являться построенный формат А4 с рамкой и основной надписью, показанный на рисунке 3.16.

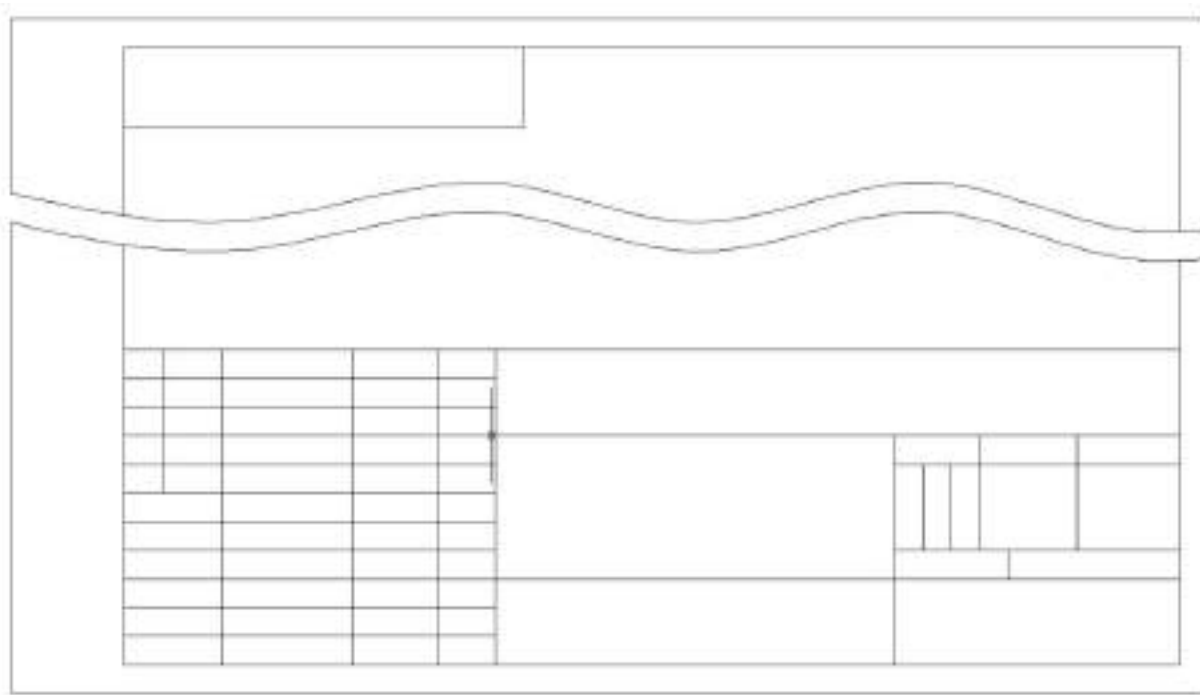


Рисунок 3.16 – Формат А4 с основной надписью

### **ЗАДАНИЯ**

1. Произвести анализ выданного преподавателем задания.
2. Выполнить создание чертежа.

3. При выполнении чертежа использовать наиболее рациональные пути построения геометрии.

4. Произвести сравнительный анализ задания и его реализации в электронном чертеже.

### **СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА**

В качестве отчета по практическому занятию студент предоставляет электронные чертежи изделия либо электронные модели изделия, оформленные в соответствии с требованиями единой системы конструкторской документации или иными указаниями преподавателя.

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. В связи с чем нарушается жесткая связь между указателем курсора и траекторией построения примитива?

2. Какие функции активизирует режим «динамический ввод» ?

3. Какими способами можно произвести построение активного примитива с включенным режимом «динамический ввод»?

4. Какие существуют системы координат в autocad?

5. В какой системе координат возможно указание координаты первой точки примитива?

6. В какой системе координат возможно указание координат точек следующих за первой?

7. Дайте определение понятию объектная привязка.

8. Какие типы объектной привязки существуют в системе autocad и в чем их разница?

9. Возможно ли изменение цвета маркера привязки?

10. К каким точкам позволяет производить привязку параметр «конточка»?

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Головицына, М. В. Основы САПР : учебное пособие / М. В. Головицына. — 3-е изд. — Москва : Интернет-Университет Информационных Техноло-

гий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 268 с. — ISBN 978-5-4497-0921-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/102040.html> (дата обращения: 18.01.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

2. Косолапов, В. В. Компьютерная графика. Решение практических задач с применением САПР AutoCAD : учебно-методическое пособие / В. В. Косолапов, Е. В. Косолапова. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2019. — 117 с. — ISBN 978-5-4486-0794-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/85748.html> (дата обращения: 18.01.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

3. Феоктистова, А. А. Основы 2D- и 3D-моделирования в программе AutoCAD : учебное пособие / А. А. Феоктистова, О. Л. Стаселько. — Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2017. — 103 с. — ISBN 978-5-9961-1617-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/83707.html> (дата обращения: 18.01.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

#### **4 Практическое занятие №4 СВОЙСТВА ПРИМИТИВОВ И РАБОТА С НИМИ**

**Цель работы:** изучение общих и специальных свойств примитивов в пакетах векторной графики на примере Autodesk Autocad.

##### **Формируемые компетенции:**

ОПК-6: Способен использовать современные информационные технологии, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности.

ОПК-10: Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы пригодные для практического применения

**Актуальность темы:** обусловлена необходимостью модификации геометрических примитивов по ходу создания электронных чертежей, а также потребностью в выполнении пояснительных надписей в рамках чертежей. Знания, полученные при изучении материалов практического занятия, будут востребованы в профессиональной деятельности

#### **ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

На данный момент результатом самостоятельного построения являются форматы от А4 до А1, с контурами основной надписи, показанными на рисунке 4.1.

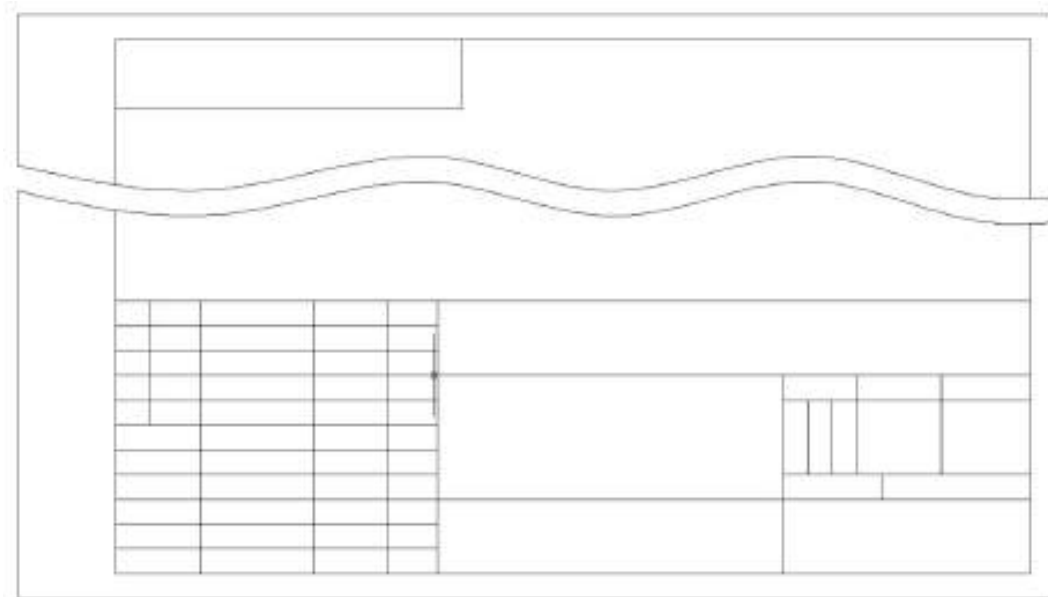


Рисунок 4.1 – Формат А4 с контурами основной надписи

Из рисунка 4.1 видно, что построенный чертеж не соответствует ГОСТ 2.104-2006 по ряду параметров:

- отсутствуют дополнительные графы, расположенные за левой границей рамки;
- не выдержанны требования ГОСТ 2.303-68 к линиям чертежа;
- отсутствует текст основной надписи.

Так как наличие дополнительных граф при выполнении учебных проектов не является обязательным условием, исправлению подлежат последние два пункта, которые и будут рассмотрены в рамках данного занятия.

Перед началом изменения свойств объектов необходимо рассмотреть способы их выделения. В системе AutoCAD существует множество способов выделения объектов, но основными при этом являются лишь четыре способа: три из них производятся непосредственно в рабочей области путем указания необходимых объектов, и один способ выбора объектов по каким-то общим признакам.

1. Выделение объекта путем наведения на него курсора и нажатия левой кнопки мыши. Данный способ позволяет выделять как один объект, так и группу, при этом щелчок на каждом новом объекте добавляет его в группу, а

удаление объекта из группы производится повторным щелчком, но уже с зажатой клавишей «Shift» (при настройках программы по умолчанию, в противном случае добавление объекта в группу должно производиться с зажатой клавишей «Shift»).

2. Выделение объектов с помощью охватывающей рамки. Охватывающая рамка – это рамка, которая позволяет выделить объекты, полностью попадающие в нее. Для построения охватывающей рамки необходимо нажать левую кнопку мыши в любой точке рабочей области, свободной от каких бы то ни было объектов, а затем перемещением курсора в необходимую точку рабочей области, также свободную от объектов, создать рамку необходимого размера и повторным нажатием левой кнопки мыши выделить необходимые объекты. При этом перемещение курсора должно происходить слева направо, а цвет охватывающей рамки должен быть синий (рисунок 4.2).

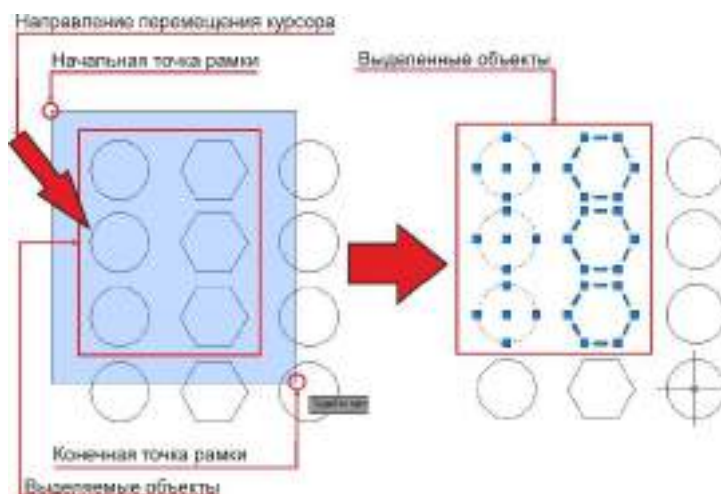


Рисунок 4.2 – Построение охватывающей рамки

Из рисунка 4.2 видно, что хоть примитивы нижнего и крайнего правого ряда частично попадают в рамку, они не выделяются.

3. Выделение объектов с помощью секущей рамки. Секущая рамка – это рамка позволяющая выделить объекты, хотя бы частично попадающие в рамку. Алгоритм построения секущей рамки аналогичен алгоритму построения охватывающей, за тем исключением, что рамка должна строиться справа налево



и иметь зелёный цвет. Пример построения секущей рамки показан на рисунке 4.3



Рисунок 4.3 – Построение секущей рамки

Как показано на рисунке 4.3 все объекты, которые хотя бы частично попали в рамку, выделяются.

Для последних двух методов выделения объектов, также как и для первого, справедливо создание групп выделенных объектов и исключение из них. Отмена выделения производится клавишей «Esc».

Описанные свойства не всегда являются оптимальными, в связи с чем существует способ быстрого выделения объектов по общим свойствам, который будет рассмотрен позднее.

Понятие общих свойств объектов в системе AutoCAD включает в себя возможность настройки ряда параметров, общих для большинства создаваемых примитивов, к каковым относятся: слой, масштаб типа линий, прозрачность, цвет, тип и вес линий, а также ряд других параметров.

В ходе работы с системой приходится постоянно настраивать цвет, тип и вес линий, а также слои. При этом создание и редактирование слоев является отдельной задачей и будет рассмотрено позднее.

Быстрая настройка остальных необходимых параметров осуществляется при помощи панели инструментов «Свойства», расположенной в верхней части рабочего пространства и показанной на рисунке 4.4.



Рисунок 4.4 – Панель инструментов «Свойства»

Как видно из рисунка 4.4, панель инструментов «Свойства» содержит 4 выпадающих списка, которые позволяют настраивать указанные параметры, при этом список стилей печати является неактивным и нуждается в предварительной настройке.

Согласно ГОСТ 2.303-68, линии чертежа выполняются с различным назначением, начертанием и толщиной. Основные типы линий показаны на рисунке 4.5.

| Наименование              | Начертание | Толщина линии по отношению к толщине основной линии | Наименование                           | Начертание | Толщина линии по отношению к толщине основной линии |
|---------------------------|------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------|------------|-----------------------------------------------------|
| Сплошная толстая основная |            | $S$                                                 | Штрихпунктирная утолщенная             |            | От $\frac{S}{2}$ до $\frac{2}{3}S$                  |
| Сплошная тонкая           |            | От $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$                   | Разомкнутая                            |            | От $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$                   |
| Сплошная волнистая        |            | От $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$                   | Сплошная тонкая с изломом              |            | От $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$                   |
| Штриховая                 |            | От $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$                   | Штрихпунктирная с двумя точками тонкая |            | От $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$                   |
| Штрихпунктирная тонкая    |            | От $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$                   |                                        |            |                                                     |

Рисунок 4.5 – Типы линий согласно ГОСТ 2.303-68

За толщину, обозначенную на рисунке 4.5 буквой  $S$ , в соответствии с ГОСТ 2.303-68, принимается толщина в пределах от 0,6 мм до 1,5 мм. Толщина линии принимается в указанном диапазоне в зависимости от назначения и сложности чертежа. Наиболее простые чертежи выполняются при изучении курса инженерной графики, остальные же проекты, выполняемые пользователями, являются, как правило, сложными и насыщенными, в связи с чем наиболее оптимальной толщиной линий (весом линий) будет являться толщина, равная 0,6 мм.

При этом важным моментом является понимание разницы между отображением толщины линии в пространстве модели, пространстве листа и при печати. В пространстве модели значению веса линии, равному 0 всегда соответствует линия, равная 1 пикселю, а толщина остальных весов линий устанавливается пропорционально их точным значениям, также важной особенностью является то, что толщина отображения линии не изменяется при увеличении или уменьшении изображения. Например, в случае если толщине линии равной 0,6 мм соответствует ее отображение, равное 6 пикселям, данный масштаб отображения сохранится даже при максимальном приближении (рисунок 4.6).

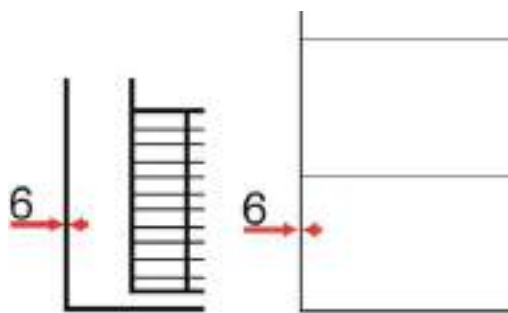


Рисунок 4.6 – Отображение линий в пространстве модели

В пространстве листа и при печати толщина линии соответствует заданному весу и масштабируется при приближении или отдалении изображения (рисунок 4.7).



Рисунок 4.7 – Отображение линий в пространстве листа

Отображение толщины линий является ресурсоемким процессом, в связи с чем в системе AutoCAD предусмотрен специальный режим «Отображения линий в соответствии с весами», позволяющий отображать линии как в соответствии с их толщиной, так и без такового.

Как уже было отмечено выше, проекты, выполняемые пользователями, являются как правило сложными и насыщенными, в связи с чем появляется необходимость настройки масштаба отображения веса линий в пространстве модели. Данная настройка необходима для того, чтобы при максимальном отдалении не происходило слияние или наложение линий друг на друга, но при этом у пользователя всегда оставалась возможность четкого определения основных и тонких линий.

Данная настройка производится, как и настройка других режимов черчения, путем нажатия правой кнопки мыши на режиме «Отображения линий в соответствии с весами» и выбором пункта «Настройка» (рисунок 4.8).

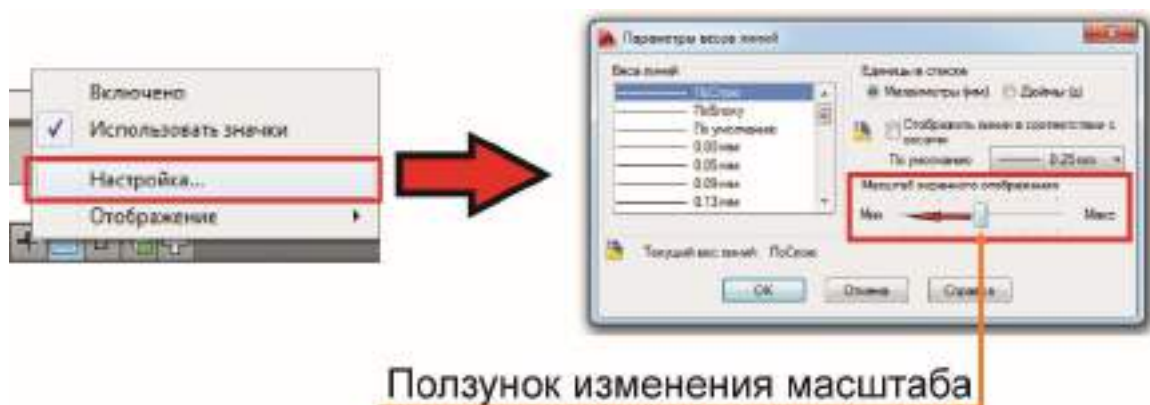


Рисунок 4.8 – Настройка масштаба экранного отображения.

В открывшемся окне «Параметры весов линий» (рисунок 4.8,) передвигая ползунок в области «Масштаб экранного отображения» влево или вправо, пользователь уменьшает или увеличивает толщину отображения линии. Пример чертежа, построенного в одном и том же масштабе, но с разными масштабами экранного отображения, показан на рисунке 4.9.

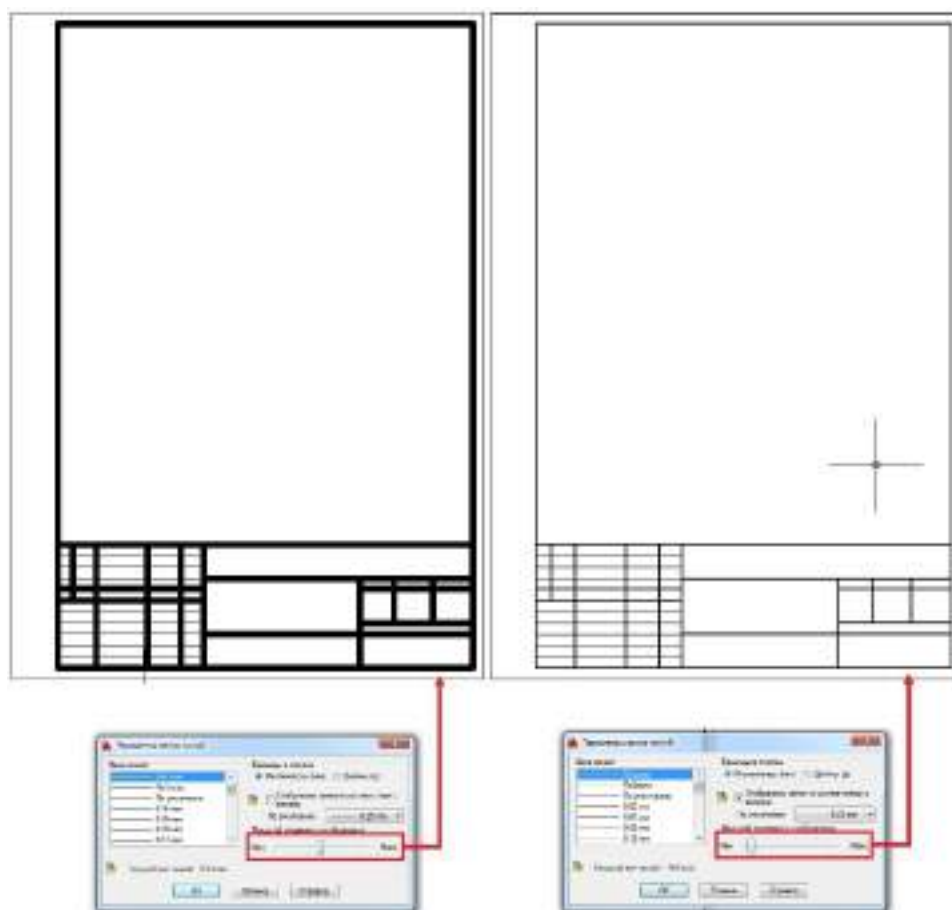


Рисунок 4.9 – Различные настройки масштаба экранного отображения

Как видно из рисунка 4.9, в случае уменьшения масштаба экранного отображения пользователь имеет возможность лучше воспринимать чертеж.

Помимо настройки веса линий в процессе выполнения чертежей пользователям часто приходится изменять тип тех или иных линий, что производится в той же панели свойств (рисунок 4.4) где и вес. При этом настройка типа линий отличается от настройки веса из-за наличия в списке «тип линий» всего лишь трех одинаковых типов (рисунок 4.10) и необходимостью дополнительной загрузки других.

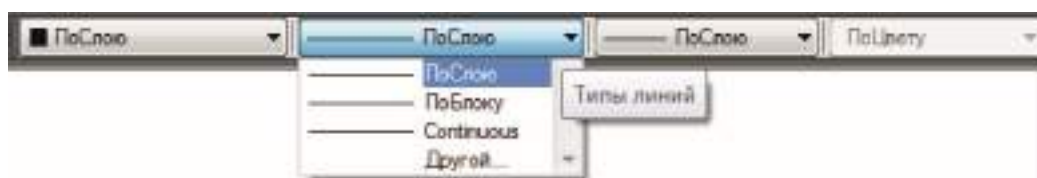


Рисунок 4.10 – Список типов линий

Загрузка дополнительных типов линий осуществляется при помощи выбора пункта «Другой...», в результате чего открывается окно «Диспетчер типов линий», показанное на рисунке 4.11.

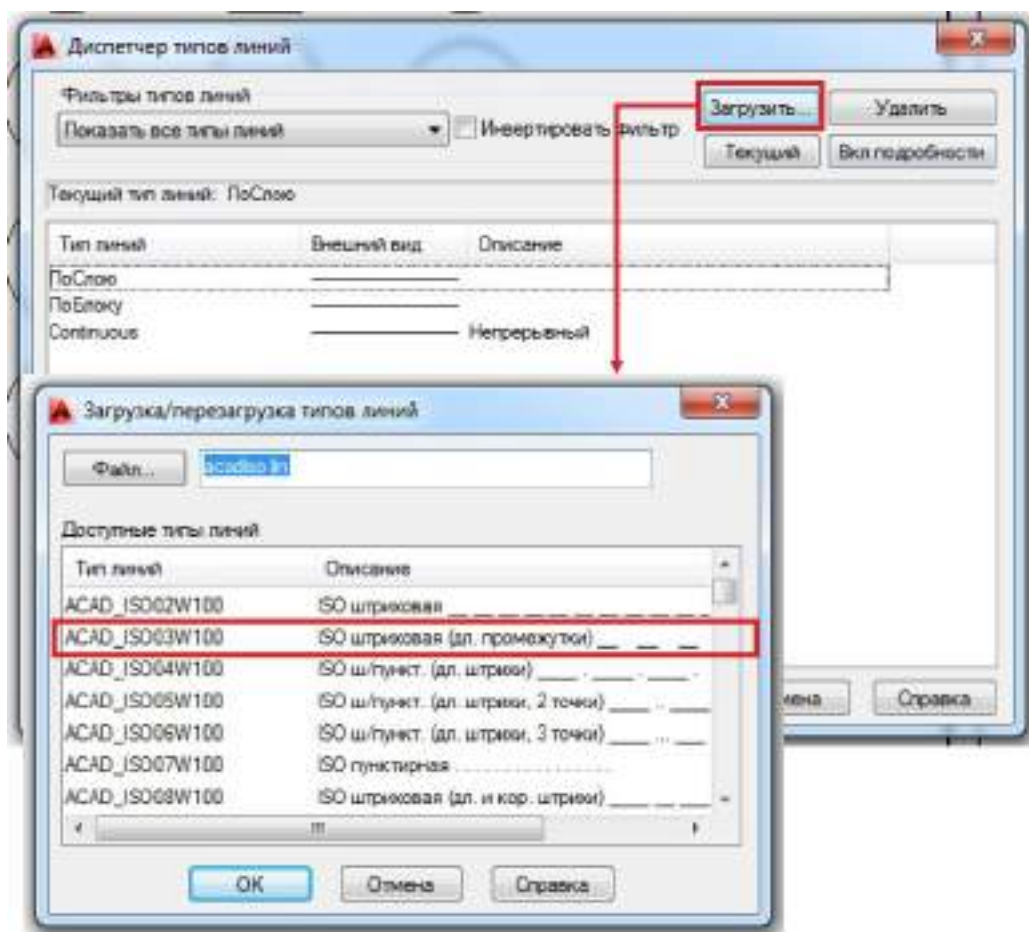


Рисунок 4.11 – Загрузка дополнительных типов линий

Для загрузки типа линий необходимо в окне «Диспетчер типов линий» нажать кнопку «Загрузить...» и в появившемся окне «Загрузка/перезагрузка типов линий» выбрать нужный тип линии, после чего нажать «ОК». Данное действие приведет к появлению в выпадающем списке необходимых пользователю для работы линий, таких как штриховая, штрихпунктирная и т.д. При помощи диспетчера типов линий возможно не только добавление, но и удаление различных типов линий.

Пример выбора типов линий показан на рисунке 4.12, за выбором объектов следует выбор типа линий, который должен быть установлен для объекта или же группы объектов.

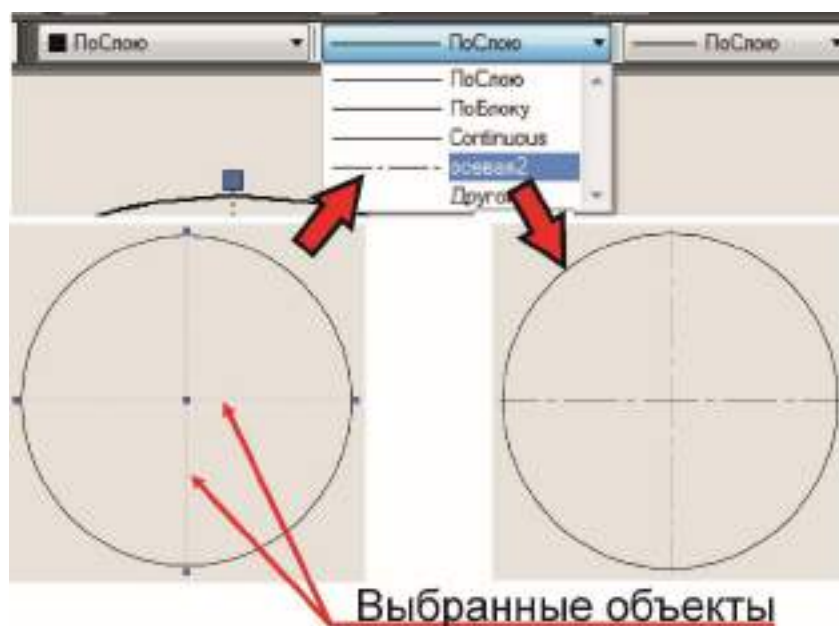


Рисунок 4.12 – Изменение типа линий

В ходе проектирования и оформления чертежей часто возникает необходимость выбора и изменения групп объектов, которые имеют одинаковые параметры, для этого существует функция быстрого выбора.

Функция «Быстрый выбор» располагается во вкладке «Сервис» (рабочее пространство «классический AutoCAD») и вызывает одноименное окно, показанное на рисунке 4.13. Окно быстрого выбора имеет следующую структуру: область применения - ко всему чертежу либо к уже выбранным объектам; тип объектов для выбора, выбору может подлежать как объекты одного типа, так и разных; свойство, по которому будет произведен отбор примитивов (набор свойств может меняться в зависимости от выбранного типа примитивов); оператор выбора, то есть условие меньше, больше, равно и т.д., и значение, относительно которого будет действовать оператор.



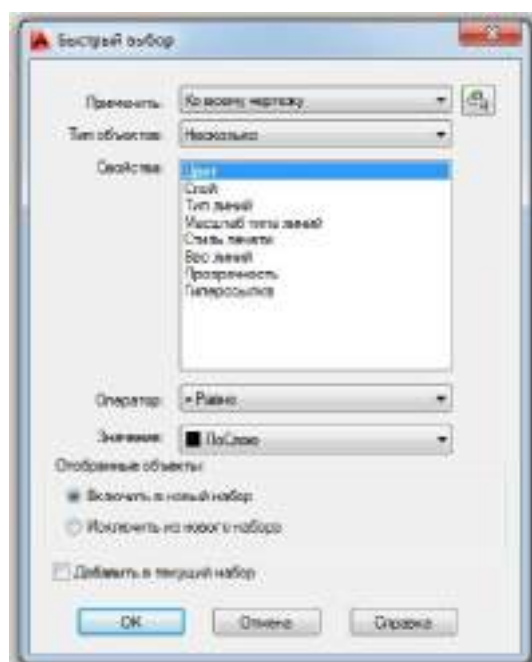


Рисунок 4.13 – Функция быстрый выбор

Ниже показан пример быстрого выбора (рисунок 4.14) разнотипных объектов, объединенных одним общим критерием, а именно выбор нескольких примитивов с типом линий осевая2.

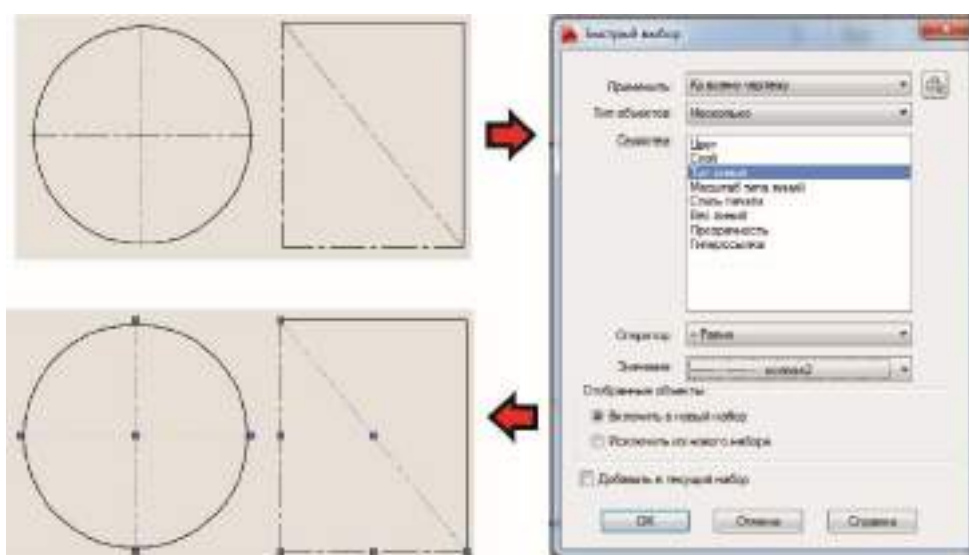


Рисунок 4.14 – Пример быстрого выбора

Рисунок 4.14 показывает, что рассмотренная функция позволяет в максимально короткие сроки производить выбор объектов, в случае, когда сделать это при помощи рамок затруднительно или нецелесообразно.

## ЗАДАНИЯ



1. Произвести анализ выданного преподавателем задания.
2. Выполнить создание чертежа.
3. При выполнении чертежа использовать наиболее рациональные пути построения геометрии.
4. Произвести сравнительный анализ задания и его реализации в электронном чертеже.

### **СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА**

В качестве отчета по практическому занятию студент предоставляет электронные чертежи изделия либо электронные модели изделия, оформленные в соответствии с требованиями единой системы конструкторской документации или иными указаниями преподавателя.

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Укажите наиболее распространённые способы выделения объектов.
2. Опишите принцип действия охватывающие рамки.
3. Опишите принцип действия секущей рамки.
4. Укажите способ удаления объектов из группы выбранных.
5. Укажите свойства объектов, изменяемые пользователем наиболее часто.
6. Какие свойства объектов позволяет изменять панель инструментов «Свойства»?
7. Что происходит с отображением веса линий при приближении или отдалении изображения в пространстве модели?
8. Что происходит с отображением веса линий при приближении или отдалении изображения в пространстве листа и печати?
9. Для чего необходима настройка масштаба экранного отображения?
10. Все ли необходимые типы линий доступны пользователю при настройке программы по умолчанию?
11. Что позволяет выполнять функция «Быстрый выбор»?

12. По каким критериям возможен выбор объектов при использовании функции «Быстрый выбор»?

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Головицына, М. В. Основы САПР : учебное пособие / М. В. Головицына. — 3-е изд. — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 268 с. — ISBN 978-5-4497-0921-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/102040.html> (дата обращения: 18.01.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

2. Косолапов, В. В. Компьютерная графика. Решение практических задач с применением САПР AutoCAD : учебно-методическое пособие / В. В. Косолапов, Е. В. Косолапова. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2019. — 117 с. — ISBN 978-5-4486-0794-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/85748.html> (дата обращения: 18.01.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

3. Феоктистова, А. А. Основы 2D- и 3D-моделирования в программе AutoCAD : учебное пособие / А. А. Феоктистова, О. Л. Стаселько. — Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2017. — 103 с. — ISBN 978-5-9961-1617-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/83707.html> (дата обращения: 18.01.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

## **5 Практическое занятие №5 ТЕКСТ И ТЕКСТОВЫЕ СТИЛИ**

**Цель работы:** Введение в концепцию стилей документа на примере текстовых стилей и их настройки.

### **Формируемые компетенции:**

ОПК-6: Способен использовать современные информационные технологии, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности.

ОПК-10: Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы пригодные для практического применения

**Актуальность темы:** обусловлена необходимостью модификации геометрических примитивов по ходу создания электронных чертежей, а также потребностью в выполнении пояснительных надписей в рамках чертежей. Знания, полученные при изучении материалов практического занятия, будут востребованы в профессиональной деятельности

### **ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

Сверх рассмотренного функционала неизменным атрибутом оформления чертежей является наличие поясняющего текста, который необходим при заполнении основной надписи, технических характеристик и требований, заполнения спецификации и использования при проставлении размеров, допусков и посадок.

Система AutoCAD для оформления документации и выполнения проектов позволяет работать с двумя типами текста: однострочным и многострочным. Данные виды тексты различаются как по способу ввода, так и по заложенному в них функционалу.

Однострочный текст создается при помощи одноименной команды, расположенной во вкладке «Рисование» → «Текст» → «Однострочный», после чего от пользователя требуется указать точку ввода, размер текста и угол его поворота относительно горизонтали. Пример создания однострочного текста показан на рисунке 5.1.

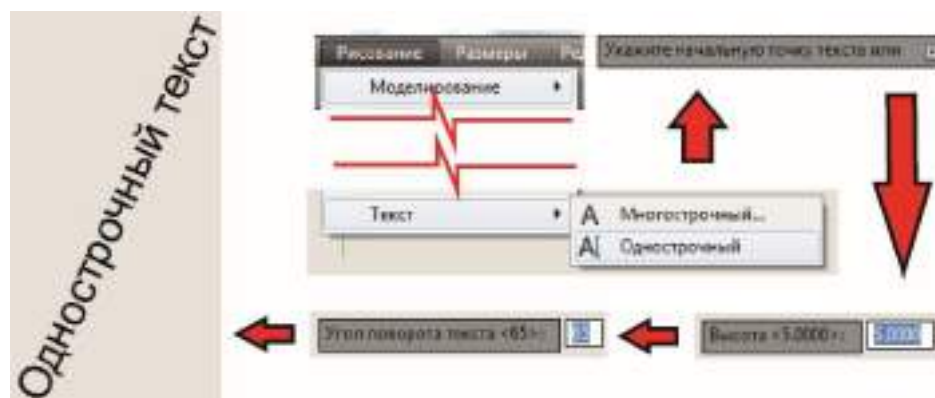


Рисунок 5.1 – Создание однострочного текста

Необходимо заметить, что размер текста в системе AutoCAD, в отличие от другого программного обеспечения, вводится в единицах измерения, выбранных для каждого конкретного чертежа, то есть, в случае указания высоты текста, равной 5, при выбранных единицах измерения – миллиметрах, текст будет иметь высоту 5 мм. Из рисунка 5.1 видно, что созданный текст не соответствует стандартам единой системы конструкторской документации, а именно - в случае создания текста с настройками по умолчанию его шрифт отличается от шрифта указанного в ГОСТ 2.304-81. Для решения данной проблемы существует возможность настройки стилей текста.

Настройка стиля текста осуществляется при помощи панели инструментов «Стили», показанной на рисунке 5.2, путем нажатия на пиктограмму «Стиль текста...», в результате чего появляется диалоговое окно «Стили текста», показанное на рисунке 5.3

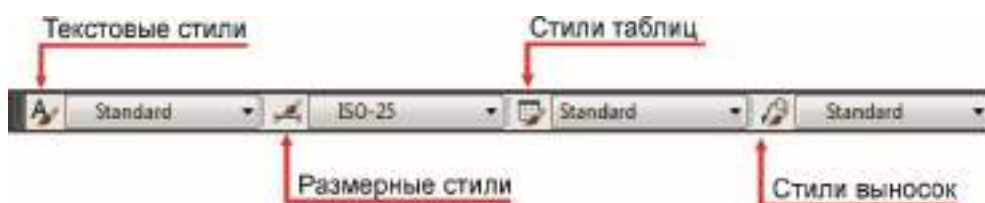


Рисунок 5.2 – Панель инструментов стили

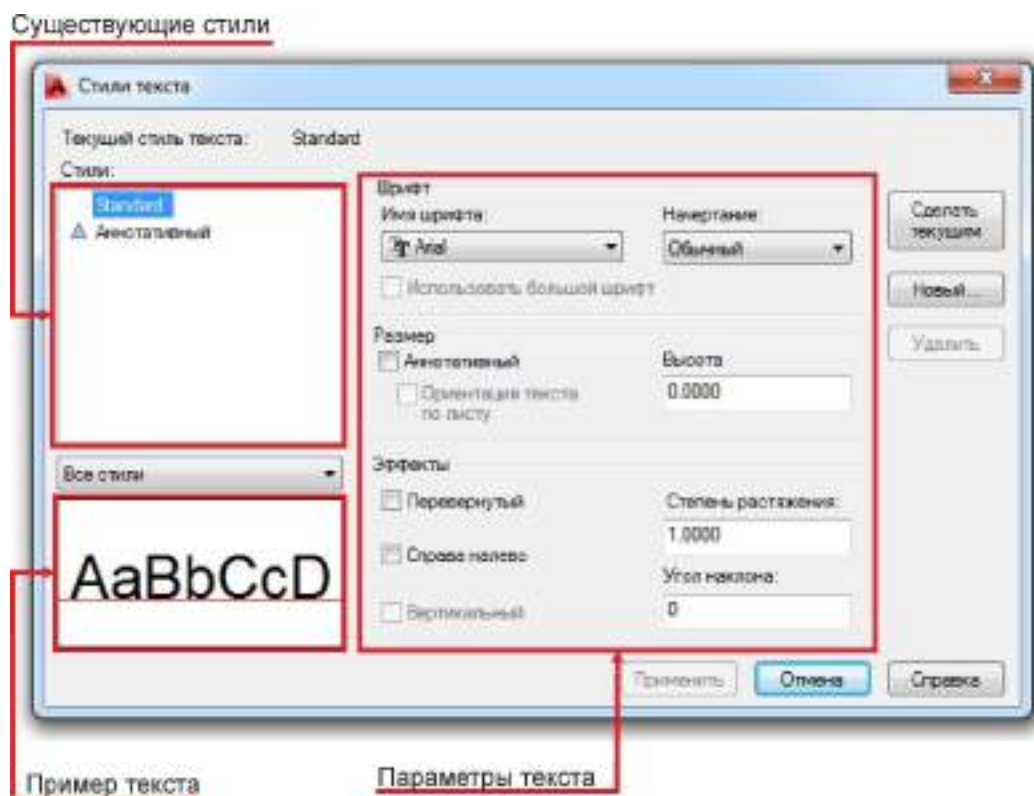


Рисунок 5.3 – Окно «Стили текста»

В появившемся окне отображаются существующие стили и пример текста выделенного стиля, а также параметры каждого конкретного стиля. Для создания своего текстового стиля необходимо нажать на кнопку «Новый...», а в появившемся окне «Новый стиль текста» ввести его имя (рисунок 5.4), после чего настроить все необходимые параметры.

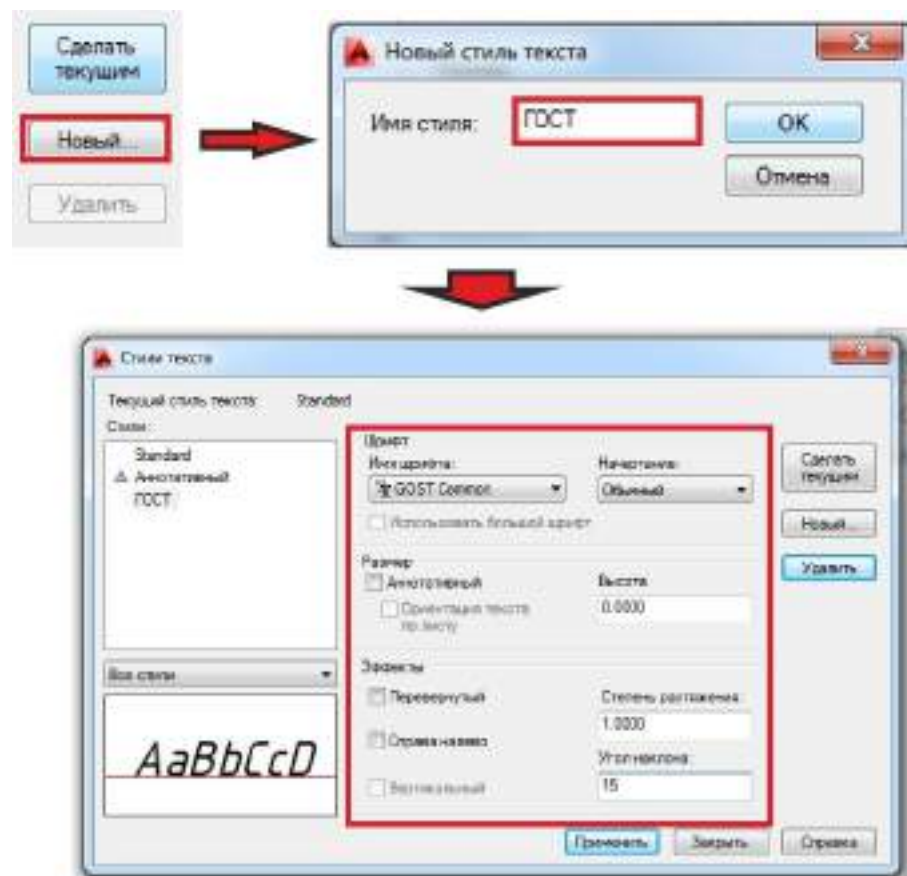


Рисунок 5.4 – Создание нового стиля текста

Одной из важных деталей является то, что новый стиль текста создается на основе выбранного в данный момент существующего стиля. После выполнения всех необходимых настроек и закрытия окна «Стили текста» также, как и при добавлении типов линий, в выпадающем списке стилей текста появится вновь созданный стиль.

Пример текста, созданного в соответствии со стилем «ГОСТ», показан на рисунке 5.5

|            |                |         |      |                           |  |  |  |
|------------|----------------|---------|------|---------------------------|--|--|--|
|            |                |         |      | ИТМ.00.00.00.01           |  |  |  |
| Им. доку.  | № докум.       | Подпись | Дата | Текст и свойства объектов |  |  |  |
| Разработ.  | Гармашев Р.В.  |         |      |                           |  |  |  |
| Проектир.  | Сидоренко С.А. |         |      | Лист 1 из 1               |  |  |  |
| Т. Начерт. | Борисов Н.Н.   |         |      |                           |  |  |  |
| Н. Начерт. | Борисов Н.В.   |         |      | СКФУ<br>КТ05-121          |  |  |  |
| Испол.     | Борисов А.А.   |         |      |                           |  |  |  |

Рисунок 5.5 – Текст на основе стиля «ГОСТ»

При настройке параметров необходимо учитывать еще одну немаловажную деталь, для того чтобы в процессе создания текста оставалась возможность

изменять его высоту в поле «Высота» диалогового окна «Стили текста» необходимо оставлять значение 0, в противном случае высоту текста будет невозможно настроить для каждого конкретного случая.

Из рисунка 5.5 видно, что для заполнения основной надписи использование однострочного текста недостаточно, так как необходимо, чтобы одно и то же поле вмещало сразу несколько строк, из-за чего появляется необходимость использования многострочного текста.

Многострочный текст может создаваться аналогично однострочному или же при помощи пиктограммы «Многострочный», расположенной в панели инструментов «Рисование». После вызовом команды пользователю необходимо указать рамку, в области которой будет располагаться текст. Рамка строится путем указания двух точек практически полностью аналогично построению рамки для выделения, с одним лишь исключением. При построении текстовой рамки пользователь может привязывать ее к уже существующим объектам чертежа. По завершению создания рамки перед пользователем появляется окно текстового редактора AutoCAD, показанное на рисунке 5.6.

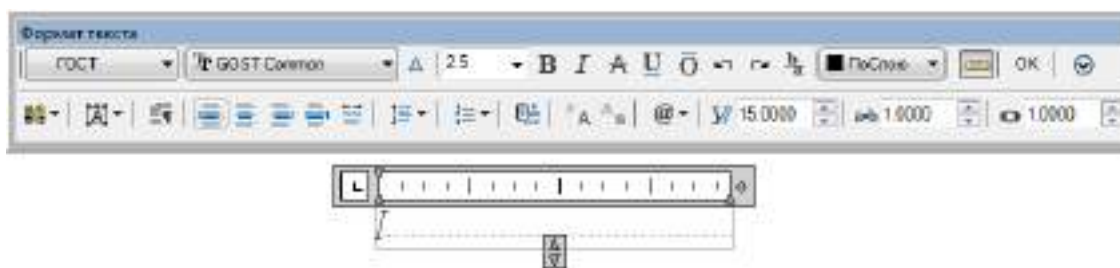


Рисунок 5.6 – Текстовый редактор AutoCAD

В данном окне, в отличие от однострочного текста, возможно не просто создание текста в полном соответствии с стилем, но и его модификация, как например, выбор другого стиля, шрифта, изменение размера, вставка специальных символов, указание расположения текста внутри рамки выравнивание и т.д.

Пример многострочного текста с вставленными специальными символами показан на рисунке 5.7.

# **1. Неуказанные предельные отклонения размеров : валов $h_{12}$ ; отверстий $H_{12}$ ; остальных $\pm IT_{12}^2/2$ .**

Рисунок 5.7 – Многострочный текст

Всем чертежам, выполняемым в ходе практических занятий и самостоятельной работы студентов присваиваются номера, которые записываются в графе «Обозначение» следующим образом

ПР.00.00.00.00,

где ПР – практическая работа, или СР – Самостоятельная работа;

Группы нулей кодируются в следующей последовательности: первая группа нулей «00» – две последние цифры номера зачетной книжки студента; вторая группа нулей «00» – номер сборочной единицы, например, 01, 02, 03 и т.д., по количеству сборочных единиц в изделии; третья группа нулей «00» – обозначение сборочных узлов входящих в сборочную единицу; четвертая группа нулей «00» – обозначение номера детали

Деталь может входить в сборочную единицу, тогда обозначение ее чертежа имеет вид:

ПР.36.02.00.01,

где 02 – номер сборочной единицы; 00 – номер сборочного узла; 01 – номер детали, входящей в эту сборочную единицу.

Деталь может входить в изделие, тогда обозначение ее чертежа выглядит так:

ПР.36.00.00.01.

За проставлением номера детали следует буквенное кодирование согласно ГОСТ 2.701-84: СБ - сборочный чертеж; ВО - чертеж общего вида; Э – электрическая; ТЧ – теоретический чертеж; ГЧ – габаритный чертеж; МЭ – электромонтажный чертеж; МЧ – монтажный чертеж; КЗ – схема кинематическая; ГЧ – схема гидравлическая; ГО – схема пневматическая; С2 – схема пневмогидравлическая; ЭО – эскизы операционные.



Примеры обозначений чертежей: ПР.36.01.00.00.СБ - сборочный чертеж ; ПР.36.01.01.00.СБ - сборочный чертеж первого сборочного узла; ПР.36.01.00.02 - обозначение чертежа второй детали, входящей в изделие; ПР.36.01.02.03 - обозначение чертежа третьей детали, входящей во второй сборочный узел ; ПР.36.01.00.00.ВО - обозначение чертежа общего вида.

### **ЗАДАНИЯ**

1. Произвести анализ выданного преподавателем задания.
2. Выполнить создание чертежа.
3. При выполнении чертежа использовать наиболее рациональные пути построения геометрии.
4. Произвести сравнительный анализ задания и его реализации в электронном чертеже.

### **СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА**

В качестве отчета по практическому занятию студент предоставляет электронные чертежи изделия либо электронные модели изделия, оформленные в соответствии с требованиями единой системы конструкторской документации или иными указаниями преподавателя.

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Какие виды текста существуют в программе AutoCAD?
2. В чем измеряется высота текста в программе AutoCAD?
3. Отличается ли шрифт, настроенный по умолчанию, от необходимого по ГОСТ 2.304-81?
4. Укажите отличия между однострочным и многострочным текстом.
5. Открывается ли редактор текста при создании однострочного текста?
6. Какие настройки можно выполнить при помощи редактора текста?
7. Возможен ли ввод специальных символов при построении однострочного текста?

8. Существует ли способ построения многоугольной рамки выбора объектов (охватывающей и секущей)?

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Головицына, М. В. Основы САПР : учебное пособие / М. В. Головицына. — 3-е изд. — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 268 с. — ISBN 978-5-4497-0921-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/102040.html> (дата обращения: 18.01.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

2. Косолапов, В. В. Компьютерная графика. Решение практических задач с применением САПР AutoCAD : учебно-методическое пособие / В. В. Косолапов, Е. В. Косолапова. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2019. — 117 с. — ISBN 978-5-4486-0794-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/85748.html> (дата обращения: 18.01.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

3. Феоктистова, А. А. Основы 2D- и 3D-моделирования в программе AutoCAD : учебное пособие / А. А. Феоктистова, О. Л. Стаселько. — Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2017. — 103 с. — ISBN 978-5-9961-1617-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/83707.html> (дата обращения: 18.01.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

## **6 Практическое занятие №6 КОМАНДЫ РЕДАКТИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ**

(Работа проводится в интерактивном режиме)

**Цель работы:** изучения команд модификации свойств геометрических примитивов.

### **Формируемые компетенции:**

ОПК-6: Способен использовать современные информационные технологии, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности.

ОПК-10: Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы пригодные для практического применения

**Актуальность темы:** обусловлена необходимостью создания сложных чертежей, являющихся набором модифицированных примитивов. Знания, полученные в рамках работы, потребуются на протяжении всей профессиональной деятельности.

### **ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

Выполнение любого сложного чертежа предусматривает возможность изменения построенных объектов. Как уже отмечалось ранее, векторные графические системы работают с примитивами, из которых и строятся чертежи. В векторной графике, в отличие от растровой, существует возможность редактирования примитивов, например, изменение расположения, масштаба или размеров. В системе AutoCAD для выполнения этих функций предназначена панель инструментов «Редактирование», показанная на рисунке 6.1.



Рисунок 6.1 – Панель инструментов «Редактирование»

На показанной панели расположены следующие функции (перечисленные слева направо): «Стереть»; «Копировать»; «Зеркальное отображение»; «Смещение»; «Массив»; «Переместить»; «Повернуть»; «Масштаб»; «Растянуть»; «Обрезать»; «Удлинить»; «Разорвать в точке»; «Разорвать»; «Соединить»; «Фаска»; «Сопряжение»; «Соединение кривых»; «Расчленить».

Помимо показанной на рисунке 6.1 панели инструментов «Редактирование» существует простейшая возможность редактирования объектов при помощи ручек.

Ручками называются появляющиеся при выделении объектов точки, которые могут быть отображены в виде квадратов, стрелок, треугольников. Они позволяют изменять размеры объектов, перемещать, масштабировать, поворачивать и копировать объекты. Но при этом для каждого конкретно объекта набор параметров, которые можно изменить при помощи ручек, является индивидуальным. Также разные ручки в одном и том же объекте позволяют производить различные действия, например, при редактировании отрезка ручка, расположенная по центру, позволяет растягивать, перемещать, поворачивать, масштабировать и зеркально отражать (рисунок 4.2а), а ручка, расположенная в конечной точке объекта, кроме перечисленного, еще и удлинять (рисунок 4.2б).

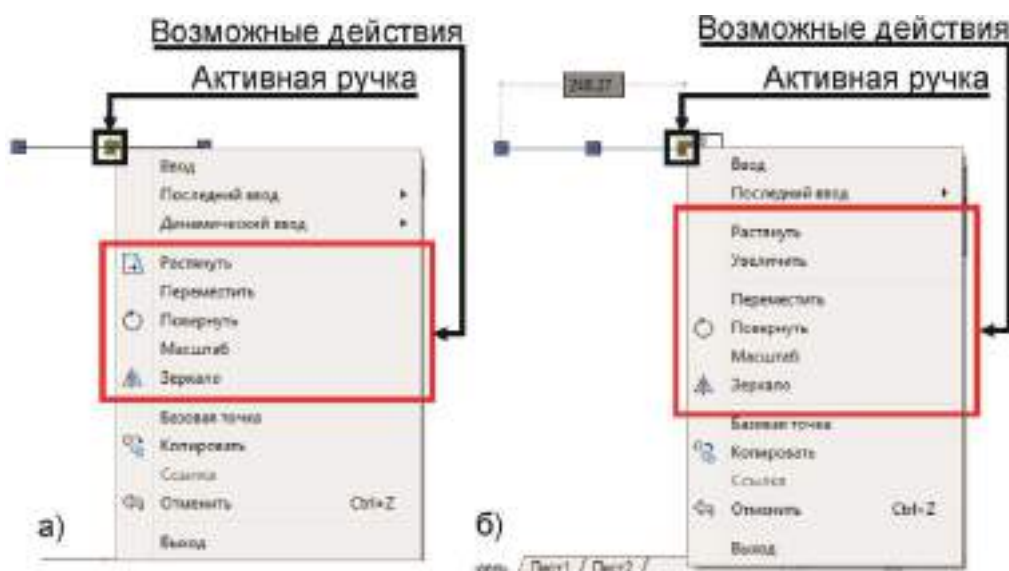


Рисунок 6.2 – Редактирование при помощи ручек

Для редактирования объектов при помощи ручек необходимо выбрать необходимую ручку при помощи щелчка левой кнопкой мыши на ней, а затем при помощи контекстного меню выбрать необходимое действие над объектом, или использовать варианты действия, настроенные по умолчанию, например, при выборе ручки, показанной на рисунке 6.2а. По умолчанию произойдет перемещение отрезка, а при выборе ручки, показанной на рисунке 6.2б, произойдет удлинение отрезка.

Существует еще один способ выбора варианта действия при редактировании объектов. Данный способ называется циклическим выбором и активируется нажатием клавиш «Ввод» или «Пробел», то есть при завершении перебора вариантов редактирования, путем многократного нажатия клавиши «Ввод» начинается их повторение.

Описанным способом можно редактировать как одиночные примитивы, так и группы примитивов.

В случае ошибочного построения или потери необходимости в каком-либо объекте чертежа существует возможность его удаления. Для этого необходимо выделить объект или группу объектов и выбрать команду «Стереть», расположенную в панели инструментов «Редактирование», так же удаление объектов можно произвести при помощи клавиши «Delete».

Помимо рассмотренного варианта существует возможность удаления нужных объектов. По аналогии со всеми программами существует возможность возвращения на шаг назад при помощи функции «Отменить», но в системе AutoCAD данный способ ограничено применим, так как выделение, панорамирование и зумирование являются для системы точно такими же действиями, как и построение отрезка, окружности и любого другого примитива. В связи с этим и возникает трудность отмены большого числа операций, необходимых для восстановления объектов, поэтому для осуществления операции восстановления последнего удаленного объекта или группы объектов предусмотрена команда

«Ой». Ввод данной команды осуществляется при помощи клавиатуры, но при этом позволяет обойти трудности с необходимостью отмены операций.

В процессе проектирования или оформления чертежей достаточно часто возникают ситуации, при которых необходимо многократное повторение одних и тех же примитивов или групп примитивов. Для выполнения данной операции в системе AutoCAD существует функция «Копировать», располагающаяся в панели инструментов «Редактирование». Выполнение данной команды, как и других команд редактирования, возможно двумя способами: первый способ - выбрать команду редактирования, а лишь затем выбрать необходимые примитивы, а второй способ - выбор примитивов, а затем выбор команды редактирования. Практика показывает, что наиболее удобный способ - это выбор объектов до выбора команды, так как позволяет сэкономить время и уменьшить сроки проектирования или оформления чертежей.

За выбором операции программа предлагает пользователю выбрать базовую точку, в качестве которой может быть использована любая точка примитива (группы примитивов) или же за его пределами. Далее необходимо указать место вставки, которое может быть указано при помощи расстояния смещения относительно базовой точки или же указанием курсора, в качестве точки вставки может быть использована точка, располагающаяся на любом примитиве. Выполнение операции копирования показано на рисунке 6.3.

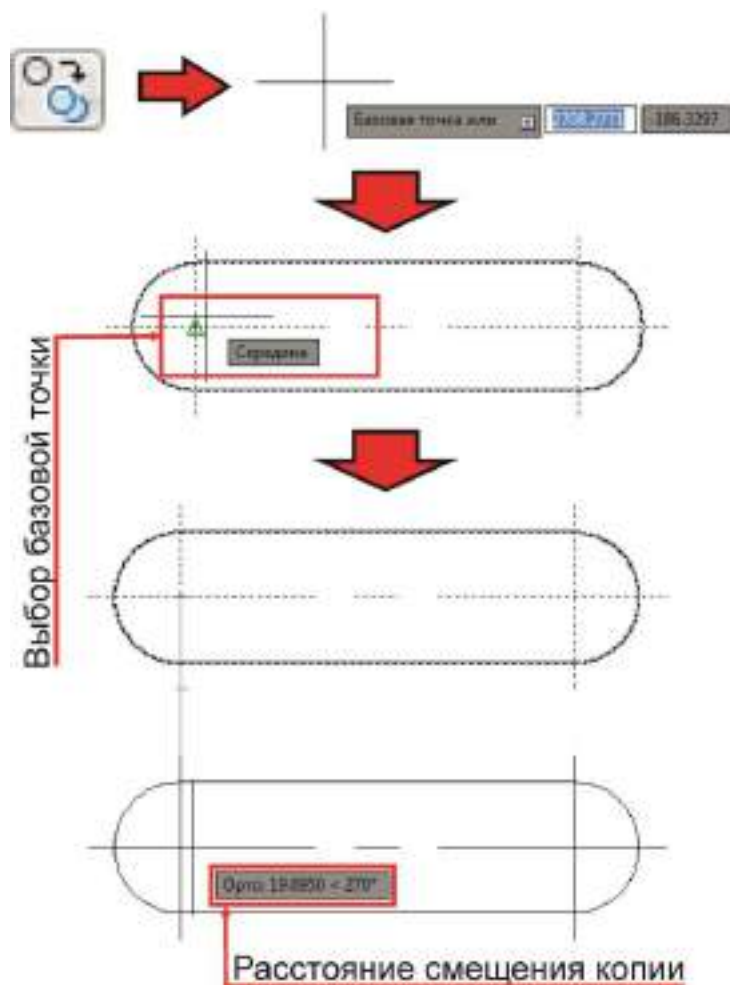


Рисунок 6.3 – Операция копирования

По умолчанию копирование выбранных объектов будет производиться до тех пор, пока пользователь не завершит выполнение команды. Так же в системе AutoCAD существует возможность копирования при помощи сочетания клавиш «Ctrl-C», а вставка производится сочетанием «Ctrl-V», данный способ отличается от способа, рассмотренного выше, отсутствием возможности выбора базовой точки, выбор которой производится автоматически на пересечении воображаемых линий в крайнем левом углу примитива (группы примитивов), определение которой показано на рисунке 6.4.



Рисунок 6.4 – Определение базовой точки

Данный способ ограниченно применим в связи с невозможностью точного позиционирования копируемых примитивов.

Еще одним способом является копирование объектов при помощи сочетания клавиш «Ctrl-Shift-C», который является сочетанием рассмотренных способов, так как для вставки необходимо сочетание клавиш «Ctrl-V», но при этом остается возможность выбора базовой точки копирования. Использование данного способа возможно в любое время, даже после выполнения других команд. Достигается это за счет копирования объектов в буфер обмена.

При выполнении чертежей симметричных деталей перед пользователем встает задача сокращения времени черчения, которую позволяет решить операция зеркального отражения объектов относительно какой-либо оси, которая может быть как явной, так и неявной.

Зеркальное отражение объектов выполняется при помощи команды «Зеркало», расположенной в панели инструментов «Редактирование», после выбора которой пользователю предлагается указать две точки, через которые будет проходить ось отражения (рисунок 6.5)



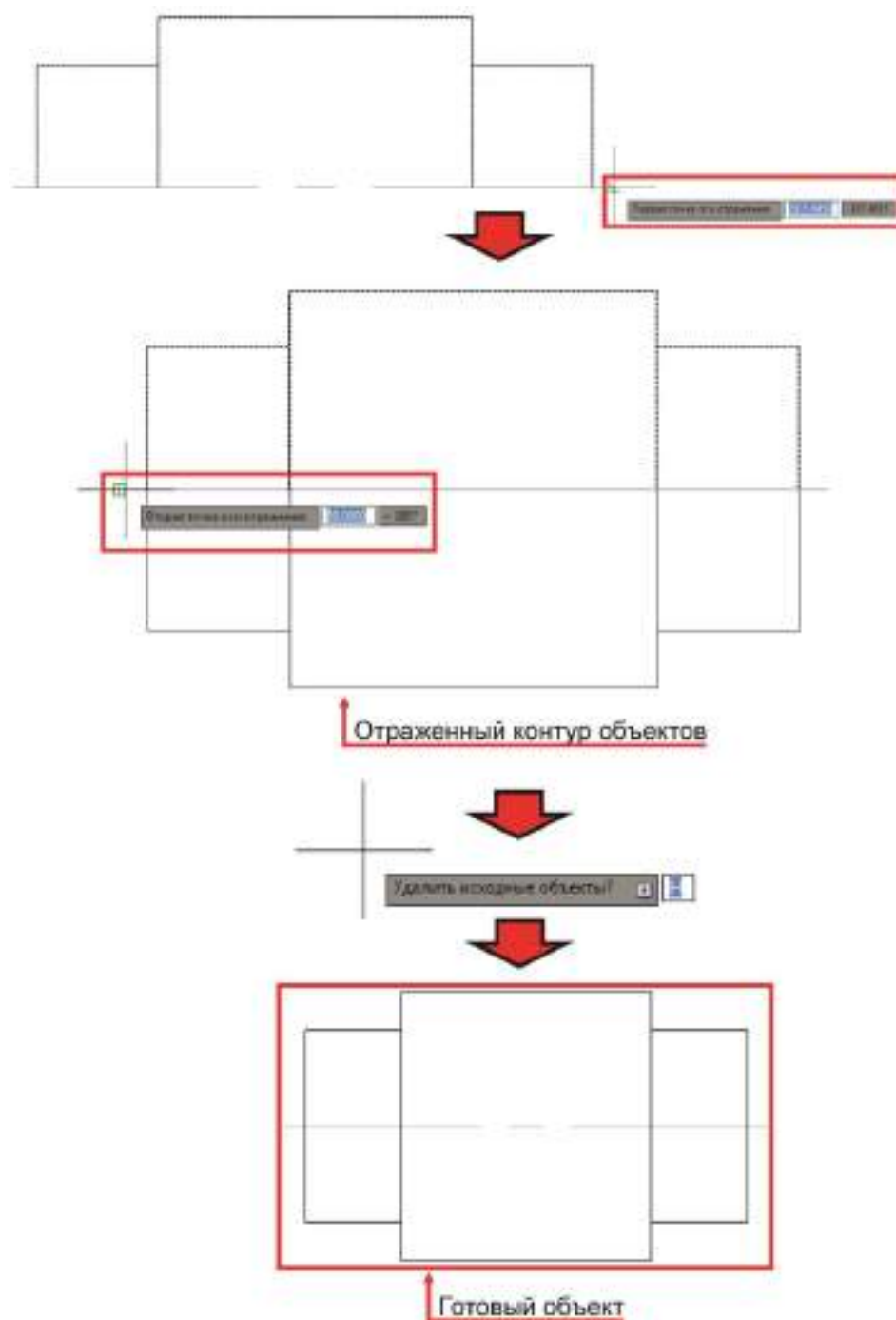


Рисунок 6.5 – Операция зеркального отражения

После указания первой точки, как показано на рисунке 6.5, строится отраженный контур объекта относительно той точки, в которой находится курсор в данный момент. За указанием второй точки оси следует выбор действия относительно исходных объектов, а именно удалять их или нет, по умолчанию исходные объекты не удаляются.

Одной из проблем ранних версий программы являлось отражение текста и текста в размерах после выполнения команды «Зеркало», исправленная в поздних версиях, и на сегодняшний день данная команда лишь выполняет перемещение текста относительно оси на равное расстояние, пример которой показан на рисунке 6.6



Рисунок 6.6 – Операция зеркального отражения текста

В процессе построения сложных объектов у пользователя может возникнуть необходимость построения подобных объектов, аналогичных исходным, но смещенных на равное от них расстояние. Данную задачу позволяет решить команда «Смещение», являющаяся одной из немногих команд, для которой нет необходимости в выборе объектов заранее.

После выбора операции «Смещение» пользователю предлагается ввести расстояние, на которое требуется сместить подобный объект, а затем указать объект, относительно которого будет строиться смещенный контур. Важно заметить, что построение подобных объектов возможно только для каждого конкретного примитива, при этом после построения подобного объекта команда не завершается, а предлагает пользователю выбрать новый объект для смещения.

Существует и другой способ построения смещенных объектов, при котором выбор объекта производится перед указанием расстояния, а расстояние смещения можно указать курсором мыши. Пример построения данного способа показан на рисунке 6.7



Рисунок 6.7 – Операция смещения

Достаточно часто у пользователей возникает необходимость изменения положения объектов в рабочей области, например, для лучшей компоновки видов чертежа. Для выполнения этой цели существует команда «Переместить», выполнение которой полностью аналогично алгоритму копирования за тем лишь исключением, что перемещается исходный объект, а не его копия.

Необходимость выполнения данной команды возникает в случае использования группы объектов или же необходимости перемещения объектов относительно строго определенной геометрии.

Поворот объектов осуществляется при помощи команды «Повернуть» и выполняется по аналогии с командами «Копировать» и «Переместить», то есть выбор объектов, активация команды, выбор базовой точки, поворот на необходимый градус. Следует помнить, что отсчет углов производится от воображаемой горизонтальной линии против часовой стрелки.

Помимо обычного поворота команда повернуть может выполняться еще в двух вариантах: поворот копии, поворот при помощи опорного угла.

Выбор варианта исполнения команды осуществляется после указания базовой точки. Примеры вариантов построения показаны на рисунках 6.8 и 6.9.



Рисунок 6.8 – Поворот копии объекта

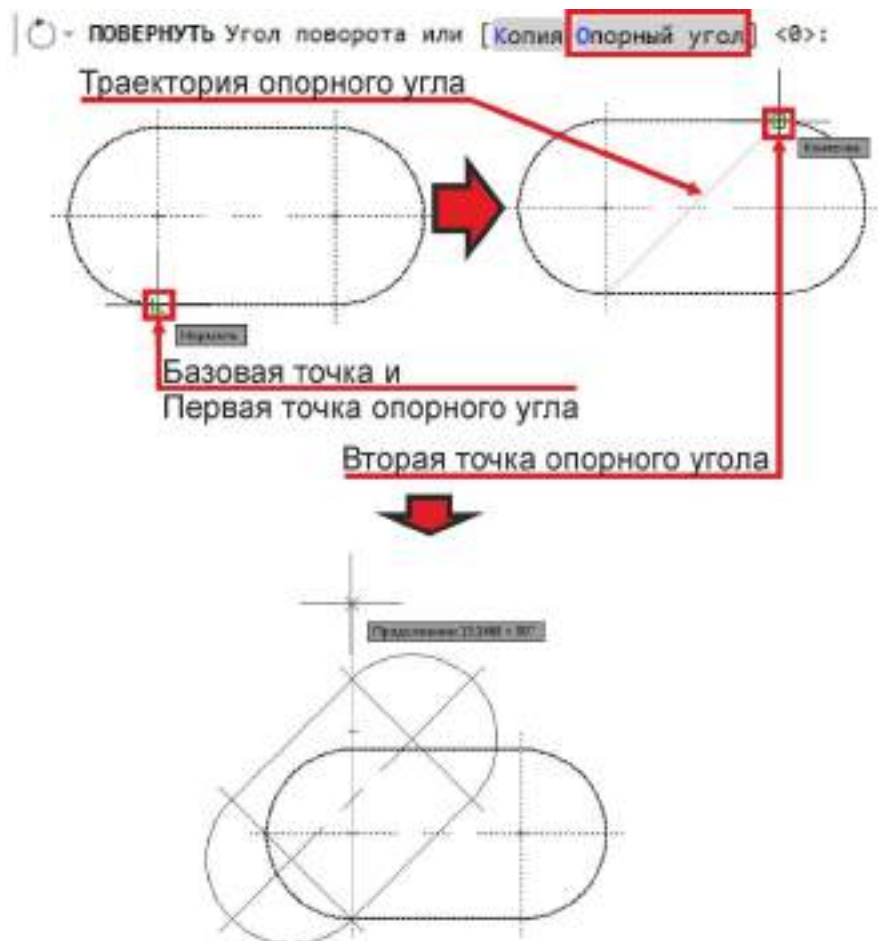


Рисунок 6.9 – Поворот при помощи опорного отрезка

Поворот при помощи опорного угла преимущественно осуществляется при необходимости поворота объектов относительно какой-либо геометрии.

Масштабированием объекта называется изменение его размеров с сохранением пропорций, при этом это может быть как уменьшение, так и увеличение размеров. В системе AutoCAD изменение масштаба объектов происходит при помощи команды «Масштаб» и выполняется полностью аналогично копированию, перемещению, повороту.

Масштабный коэффициент, вводимый после указания базовой точки, может записываться в двух видах: как десятичное число или же дробь, примеры которых показаны на рисунке 6.10.

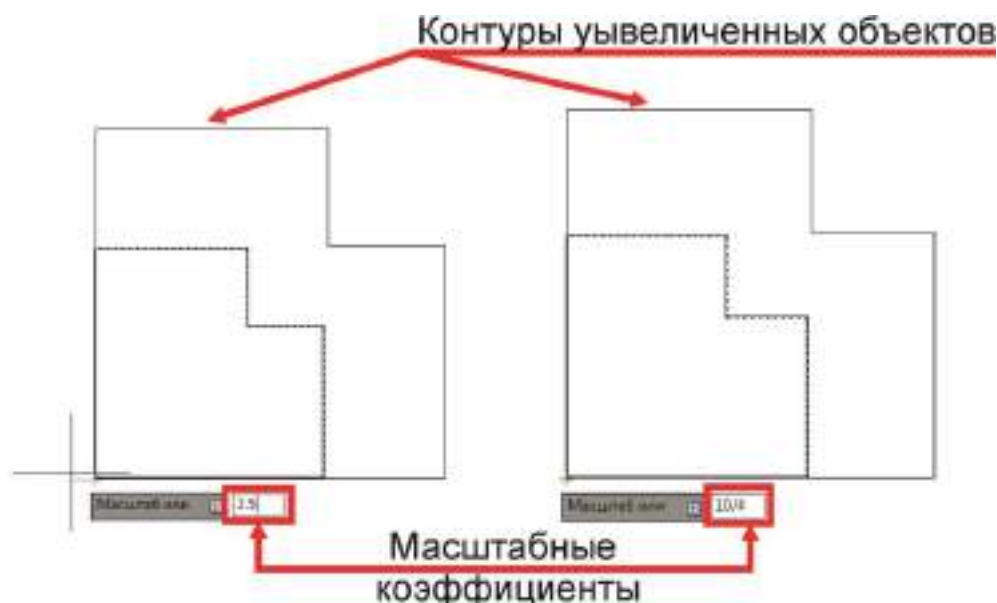
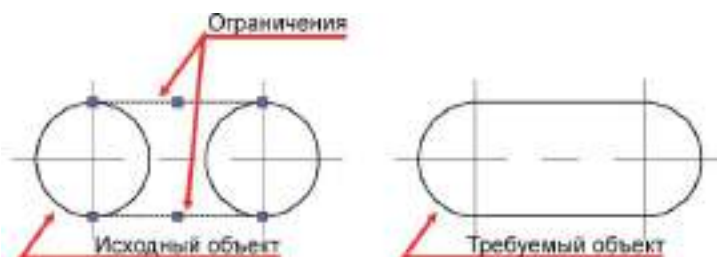


Рисунок 6.10 – Ввод масштабного коэффициента

Из рисунка 6.10 видно, что увеличение объекта в два с половиной раза возможно как при указании в качестве масштабного коэффициента значения «2.5» так и дробью «10/4».

Так же, как и при повороте объекта, при масштабировании возможно масштабирование копии и масштабирование объекта при помощи опорного отрезка, выполнение которых полностью аналогично выполнению операции «Повернуть».

Обрезка и удлинение объектов происходит немного differently от выполнения других команд в связи с необходимостью выбора не объектов обрезки (удлинения), а ограничений, относительно которых и будет производиться обрезка (удлинение). Пример выбора ограничений показан на рисунке 6.11.



### Рисунок 6.11 – Выбор ограничений для обрезки

Рисунок 6.11 показывает, что в случае необходимости удаления внутренних частей окружностей необходимо в качестве ограничений выбрать отрезки, соприкасающиеся с ними. При этом такой выбор ограничений позволяет при необходимости удалить и внешние части окружностей.

Выполнение команды «Удлинить» аналогично команде «Обрезать».

При этом необходимо отметить, что не все примитивы могут выступать в качестве ограничений, так к ограничениям нельзя относить текст, штриховку, а при использовании в качестве ограничения ассоциативных массивов и блоков необходимо указывать все входящие в них элементы лишь после активации команды.

Построение практически всех рабочих чертежей невозможно представить без необходимости вычерчивания таких элементов, как фаски.

Фаской называется поверхность, образованная скосом торцевой кромки материала, и предназначенная для технических, технологических, эргономических целей. Построение фасок в системе AutoCAD осуществляется при помощи одноименной команды «Фаска». Данная команда позволяет производить построение двух видов фасок: первый вид - это фаски с указанием длины двух отрезков, а второй - с указанием длины одного отрезка и угла, под которым должен проходить скос.

Первый способ используется, как правило, при построении фасок с углом 45 градусов, а соответственно с одинаковыми длинами отрезков, второй же способ применим в случае вычерчивания деталей, соединяющихся по посадке с натягом, так как в данном случае предпочтительно используется фаска со скосом в 10-15 градусов.

Команда фаски - одна из немногих, для которой нет необходимости выбора объектов заранее, так как вначале построения необходимо выбрать способ и ввести необходимые переменные.

Пример построения фасок при помощи указания длины показан на рисунке 6.12.

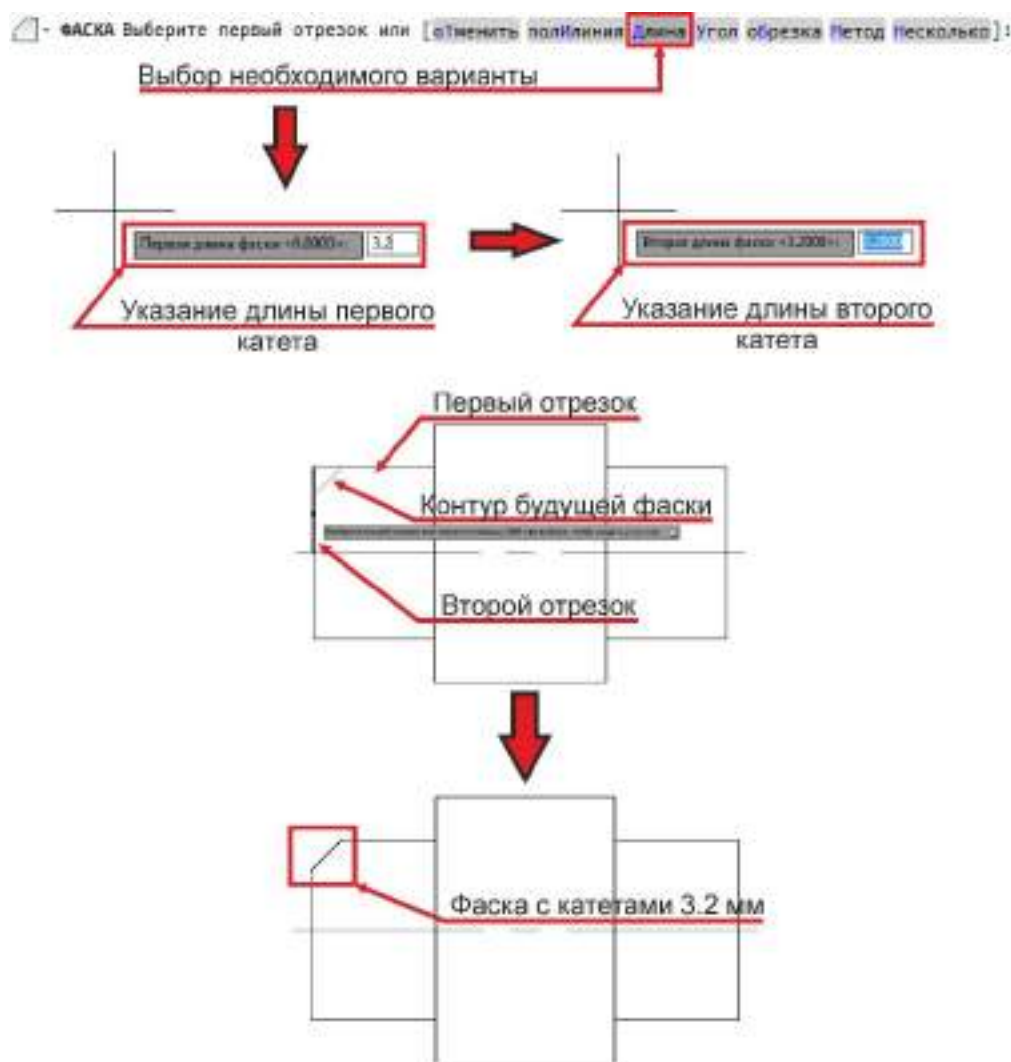


Рисунок 6.12 – Построение фасок указанием длины катетов

Из рисунка 6.12 видно, что, после выбора способа построения фаски, пользователю предлагается ввести длины катетов фаски, причем длина второго катета по умолчанию равна длине первого, после чего необходимо указать два отрезка, относительно которых и следует построить фаску. Как показано на рисунке при наведении курсора на второй отрезок строится контур будущей фаски, позволяющий пользователю еще до построения определить правильность своих действий.

Построение фаски по длине катета и углу принципиально не отличается от рассмотренного варианта, с той лишь разницей, что указывается не длина вто-

рого катета, а угол наклона первого. Угол наклона измеряется относительно первого выбранного отрезка.

Сопряжением в черчение называется плавный переход одной линии в другую. Команда «Сопряжение», расположенная в панели инструментов «Редактирование», обладает практически идентичным набором функций, что и команда «Фаска», а разница заключается в замене вариантов «Длина» и «Угол» на «Радиус». В остальном же алгоритм построения одинаков.

Важным свойством команды «Сопряжение» является возможность построения исключительно внутренних сопряжений. Наиболее близким к данной команде инструментом является команда «Скругление», используемая в большинстве САПР среднего уровня для сглаживания острых граней определенным радиусом, как показано на рисунке 6.13.

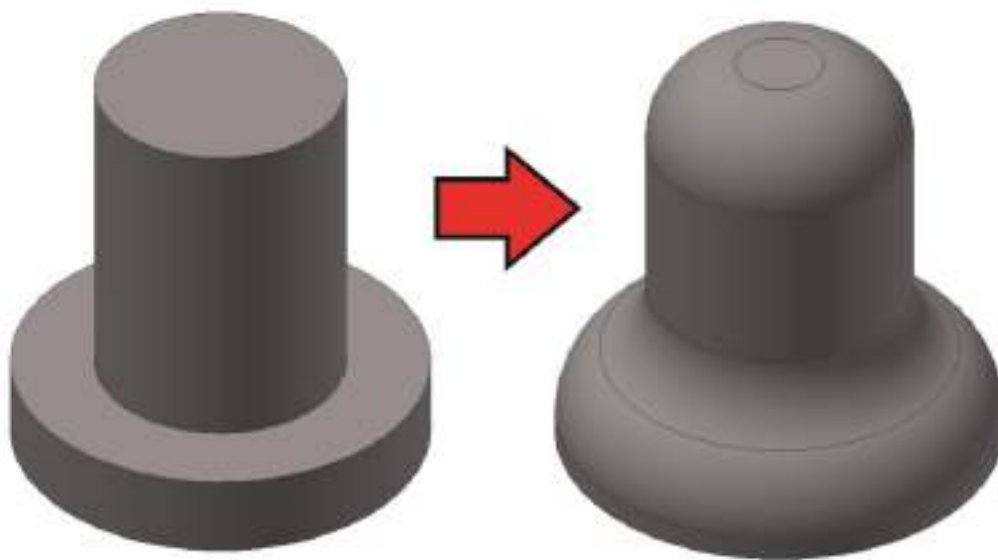


Рисунок 6.13 – Пример применения инструмента «Скругление»

В связи с этим построение внешних сопряжений до сих пор остается неавтоматизированным процессом, создаваемым в несколько действий.

### **ЗАДАНИЯ**

1. Произвести анализ выданного преподавателем задания.
2. Выполнить создание чертежа.



3. При выполнении чертежа использовать наиболее рациональные пути построения геометрии.

4. Произвести сравнительный анализ задания и его реализации в электронном чертеже.

### **СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА**

В качестве отчета по практическому занятию студент предоставляет электронные чертежи изделия либо электронные модели изделия, оформленные в соответствии с требованиями единой системы конструкторской документации или иными указаниями преподавателя.

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Укажите наиболее характерные операции, выполняемые при помощи ручек.

2. В чем заключается разница между различными ручками одного и того же объекта?

3. В чем заключается разница между командами «отменить» и «ой»?

4. Опишите разницу между копированием при помощи команды «копировать» и сочетания клавиш «ctrl-c».

5. Опишите разницу между копированием при помощи команды «копировать» и сочетания клавиш «ctrl-shift-c».

6. Какие общие черты имеет алгоритм выполнения команд «копировать», «повернуть», «переместить» и «масштаб»?

7. Зеркальное отражение объектов может производиться только от явных баз?

8. Что происходит с текстом при выполнении зеркального отражения?

9. Возможно ли построение смещенного контура сразу нескольких объектов?

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Головицына, М. В. Основы САПР : учебное пособие / М. В. Головицына. — 3-е изд. — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 268 с. — ISBN 978-5-4497-0921-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/102040.html> (дата обращения: 18.01.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

2. Косолапов, В. В. Компьютерная графика. Решение практических задач с применением САПР AutoCAD : учебно-методическое пособие / В. В. Косолапов, Е. В. Косолапова. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2019. — 117 с. — ISBN 978-5-4486-0794-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/85748.html> (дата обращения: 18.01.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

3. Феоктистова, А. А. Основы 2D- и 3D-моделирования в программе AutoCAD : учебное пособие / А. А. Феоктистова, О. Л. Стаселько. — Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2017. — 103 с. — ISBN 978-5-9961-1617-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/83707.html> (дата обращения: 18.01.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

## **7 Практическое занятие №7 РАБОТА С МАССИВАМИ ПРИМИТИВОВ**

**Цель работы:** изучения команд создания и тиражирования одинаковых элементов.

### **Формируемые компетенции:**

ОПК-6: Способен использовать современные информационные технологии, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности.

ОПК-10: Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы пригодные для практического применения

**Актуальность темы:** обусловлена необходимостью создания сложных чертежей, являющихся набором модифицированных примитивов. Знания, полученные в рамках работы, потребуются на протяжении всей профессиональной деятельности.

### **ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

Часто помимо рассмотренного выше способа копирования перед пользователем возникает задача построения множества примитивов с одинаковыми свойствами, но расположенных на равных расстояниях или углах между друг другом, пример которых показан на рисунке 7.1

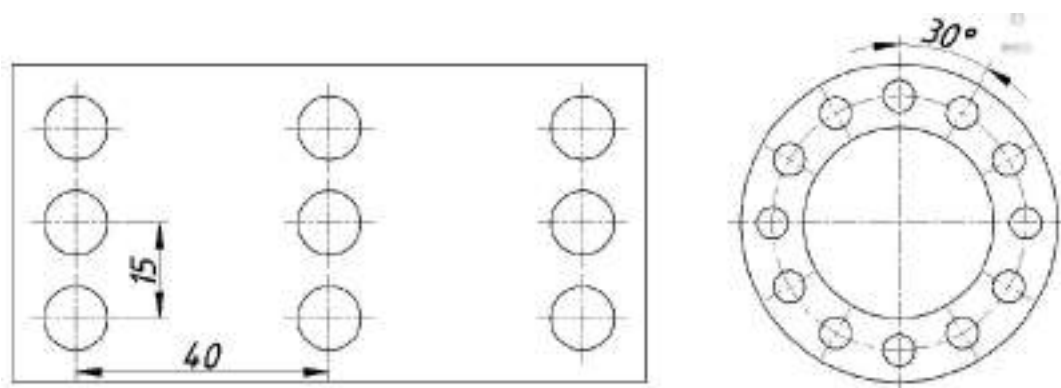


Рисунок 7.1 – Примеры массивов

Для осуществления подобных решений в программе существует функция «Массив». В системах автоматизированного проектирования массивом называется группа объектов, расположенных на определенном расстоянии друг от друга, которые могут быть как однородными, так и нет.

В программе AutoCAD существует три вида массивов: прямоугольный массив, круговой массив и массив по траектории. Любой из видов массива создается при помощи выпадающего списка «Массивы», расположенного в панели инструментов «Редактирование». Для выбора нужного необходимо зажать левую кнопку мыши на элементе «массив» и дождаться открытия списка.

Начиная с версии AutoCAD 2012 появилась возможность построения ассоциативных массивов, которые представляют собой единый объект, редактирование которого возможно при помощи ручек или же специального меню, вызываемого двойным щелчком на любом элементе массива. Важно отметить, что наборы функций для каждого вида массива разные и позволяют настраивать различные параметры.

Прямоугольный массив строиться при помощи одноименной команды, вызов которой осуществляется следующей пиктограммой. В случае выбора объектов заранее, при нажатии на пиктограмму происходит построения массива, который содержит 3 ряда и 4 столбца, как показано на рисунке 7.2, после чего пользователю предлагается либо изменить настройки массива при помощи специальных ручек, либо оставить настройки по умолчанию.

В созданном массиве каждая из ручек отвечает за какой-то определенный параметр, назначение которых показано на рисунке 7.3, из которого видно, что столбцы расположены вертикально слева направо, а ряды - горизонтально снизу вверх.

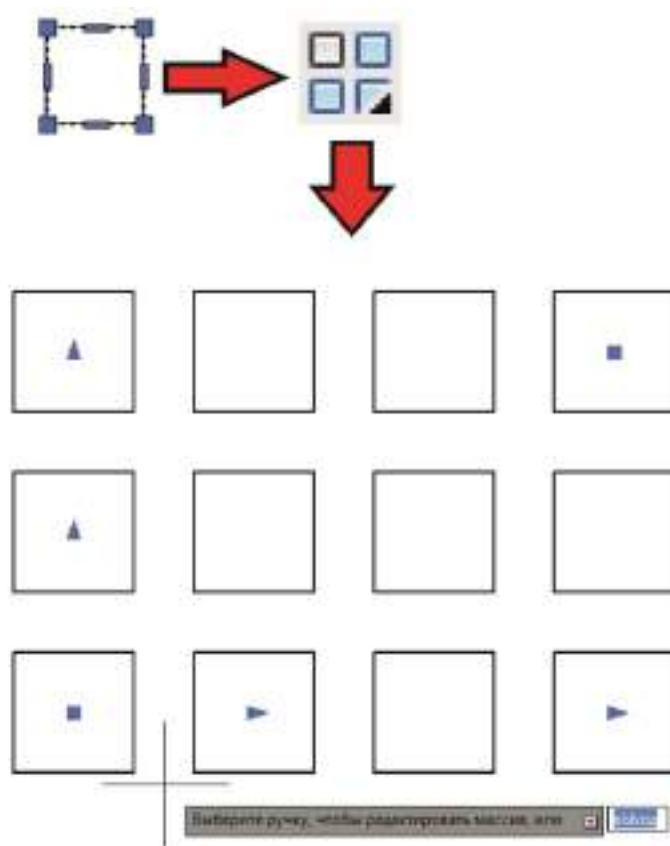


Рисунок 7.2 – Создание прямоугольного массива



Рисунок 7.3 – Назначение ручек прямоугольного массива

Из рисунка 7.3 видно, за какие параметры отвечает каждая ручка. Базовая точка массива позволяет изменять его положение в рабочей области, ручка изменения интервала между столбцами позволяет задавать расстояние между двумя соседними столбцами, ручка изменения количества столбцов позволяет уменьшать или увеличивать их количество. Ручки изменения параметров рядов аналогичны ручкам для столбцов, ручка изменения количества рядов и столбцов позволяет одновременно изменять указанные параметры, при условии отключения режима ортогонального черчения.

Кроме редактирования массива при помощи ручек возможно редактирование с использованием специального меню, открытие которого осуществляется двойным щелчком левой кнопки мыши на любом элементе массива. Данное меню показано на рисунке 7.4.



Рисунок 7.4 – Меню редактирования массива

Из рисунка 7.4 видно, что список настраиваемых параметров несколько шире за счет появления возможности выбора слоя и приращения отметки строки.

Рассмотренные выше способы, позволяя редактировать сам массив, не дают пользователю возможности изменять свойства входящих в него примитивов, а так как массив является по умолчанию ассоциативным и представляет собой единый объект, у пользователя остается возможность изменения только свойств исходного элемента, на основе которого и построен массив. Для этого в контекстном меню необходимо раскрыть список «Массив» и выбрать пункт «Редактировать исходные объекты по месту», после чего указать на любой элемент массива. В результате произведенных действий элементы массива, за исключением редактируемого, затемнятся, и откроется панель инструментов «Редактирование массива», показанная на рисунке 7.5



Рисунок 7.5 – Редактирование элементов массива

Рисунок 7.5 показывает, что при изменении одного массива неактивные элементы также изменяются, показывая пользователю вид массива в случае сохранения изменений, которое происходит при помощи соответствующей пиктограммы в панели инструментов. Для выхода из редактирования исходного элемента массива необходимо из списка контекстного меню «Закрывать сеанс редактирования массива» выбрать необходимое действие, а именно - сохранять или нет изменения, внесенные в процессе редактирования.

Рассмотренные способы редактирования исходного элемента и настройки массива справедливы для кругового массива и массива по траектории.

Круговой массив строится при помощи одноименной команды, выполняемой при нажатии пиктограммы. При построении кругового массива с заранее указанными объектами, выполняется механизм аналогичный построению прямоугольного массива, с той лишь разницей, что появляется дополнительное действие, целью которого является указание центра кругового массива, то есть



точки, относительно которой будет происходить вращение выбранных элементов. Пример построения кругового массива показан на рисунке 7.6

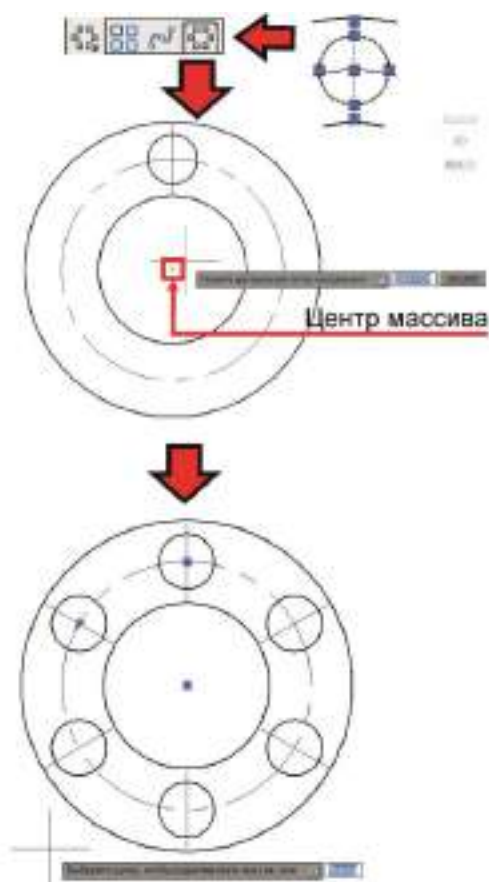


Рисунок 7.6 – Создание кругового массива

После чего пользователю предлагается настроить созданный массив при помощи ручек, назначение которых показано на рисунке 7.7.

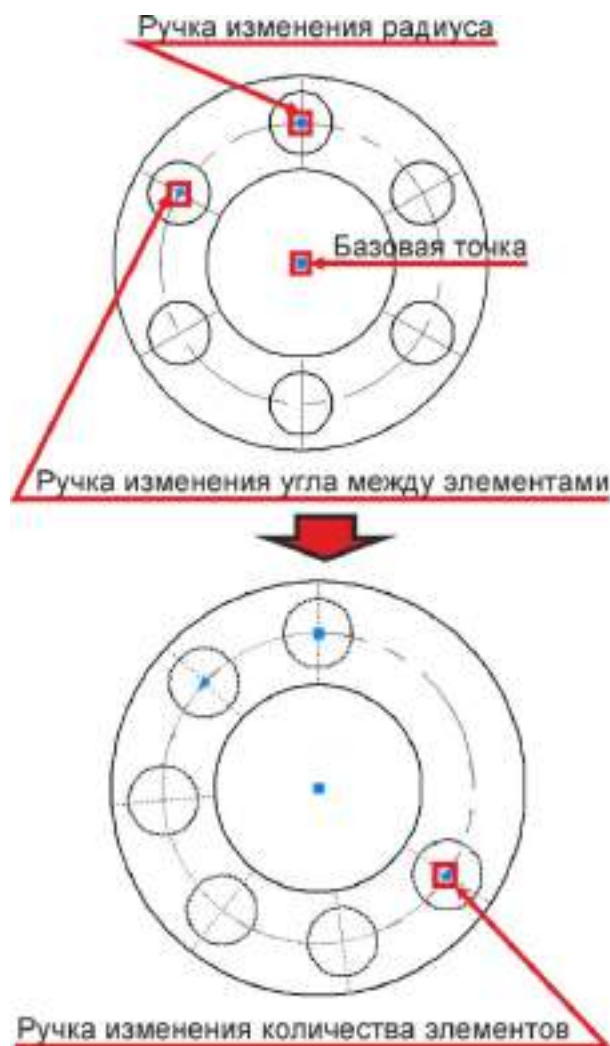


Рисунок 7.7 – Назначение ручек кругового массива

Рисунок 7.7 показывает, что ручка базовой точки выполняет действия, аналогичные прямоугольному массиву, ручка измерения радиуса позволяет настраивать расстояние от центра до элементов (данная ручка имеет и другие функции настройки), а ручка изменения угла позволяет задавать угол между соседними элементами, причем угол не может быть больше чем угол, равный  $360^\circ$ , деленный на количество элементов. Также из рисунка 7.7 видно, что ручка изменения количества элементов при создании массива с настройками по умолчанию не отображается, а для ее появления необходимо уменьшения угла между элементами, также из рисунка видно, что круговой массив может описывать не полный круг, а ограничиваться определенной дугой.

Круговой массив строиться при помощи одноименной команды, выполняемой при нажатии пиктограммы. Для построения данного массива необходима любая криволинейная траектория, как правило, выполненная в виде сплайна. Алгоритм построения данного массива аналогичен алгоритму построения кругового массива, только вместо указания центра от пользователя требуется указание траектории массива. Пример построения массива по траектории показан на рисунке 7.8.

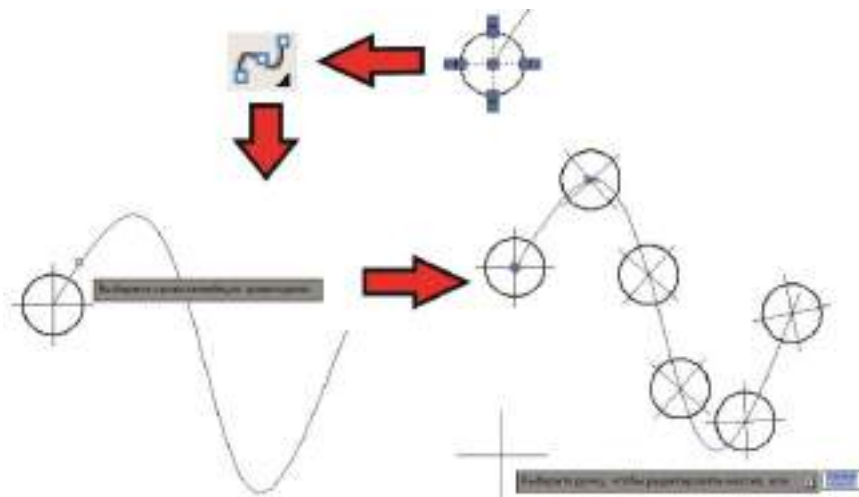


Рисунок 7.8 – Создание массива по траектории

Отличительной особенностью данного массива является отсутствие возможности настройки количества элементов путем его ввода. Количество элементов определяется как переменное значение, зависящее от общей длины траектории и расстояния между двумя соседними элементами. Так же, как и в круговом массиве, ручка в виде квадрата позволяет производить ряд действий по настройке, а ручка в виде стрелки позволяет изменять расстояние между элементами.

Иногда возникают ситуации, когда необходимо изменить только часть объектов массива. Для этого необходимо при создании указать, что массив не должен быть ассоциативным, но в данном случае изменение его параметров станет невозможным, так как создается множество отдельных объектов.

## ЗАДАНИЯ

1. Произвести анализ выданного преподавателем задания.
2. Выполнить создание чертежа.
3. При выполнении чертежа использовать наиболее рациональные пути построения геометрии.
4. Произвести сравнительный анализ задания и его реализации в электронном чертеже.

### **СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА**

В качестве отчета по практическому занятию студент предоставляет электронные чертежи изделия либо электронные модели изделия, оформленные в соответствии с требованиями единой системы конструкторской документации или иными указаниями преподавателя.

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Какое действие выполняет команда «массив»?
2. В чем заключается отличительная особенность массива, выполненного по траектории прямоугольного и кругового массивов?
3. Какие форматы значений используются при записи масштабного коэффициента?
4. В чем главное отличие команд обрезать/удалить от других команд редактирования?
5. Какие примитивы нельзя использовать в качестве ограничений при обрезке?
6. Возможно ли изменение исходных объектов ассоциативного массива?
7. Какие способы построения фасок существуют в системе autocad?
8. Какие виды сопряжений невозможно построить при помощи одноименной команды?
9. Для каких действий необходима команда «расчленить»?

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Головицына, М. В. Основы САПР : учебное пособие / М. В. Головицына. — 3-е изд. — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 268 с. — ISBN 978-5-4497-0921-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/102040.html> (дата обращения: 18.01.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

2. Косолапов, В. В. Компьютерная графика. Решение практических задач с применением САПР AutoCAD : учебно-методическое пособие / В. В. Косолапов, Е. В. Косолапова. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2019. — 117 с. — ISBN 978-5-4486-0794-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/85748.html> (дата обращения: 18.01.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

3. Феоктистова, А. А. Основы 2D- и 3D-моделирования в программе AutoCAD : учебное пособие / А. А. Феоктистова, О. Л. Стаселько. — Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2017. — 103 с. — ISBN 978-5-9961-1617-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/83707.html> (дата обращения: 18.01.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

## **8 Практическое занятие №8 СЛОЖНЫЕ ПРИМИТИВЫ. ШТРИХОВКА. КОНЦЕПЦИЯ СЛОЕВ**

**Цель работы:** изучение сложных примитивов и ознакомление с концепциями использования слоев, как образующего элемента стандартов.

### **Формируемые компетенции:**

ОПК-6: Способен использовать современные информационные технологии, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности.

ОПК-10: Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы пригодные для практического применения

**Актуальность темы:** обуславливается необходимостью полноценного оформления конструкторско-технологической документации с использованием слоев, и сложных примитивов. Знания, полученные в ходе работы, будут необходимы на всей протяженности профессиональной деятельности.

### **ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

Чертеж должен содержать изображение детали и другие данные для ее изготовления и контроля, но при этом изображение контуров детали в большинстве случаев не может дать полное представление о ее структуре из-за сложной внутренней конструкции, в связи с этим выполняются разрезы и сечения, которые в свою очередь всегда сопровождаются штриховкой.

Для построения штриховки существует специальная функция с одноименным названием, расположенная на панели инструментов «Рисование» и вызываемая при помощи пиктограммы, после активации которой открывается диалоговое окно «Штриховка и градиент», показанное на рисунке 8.1.

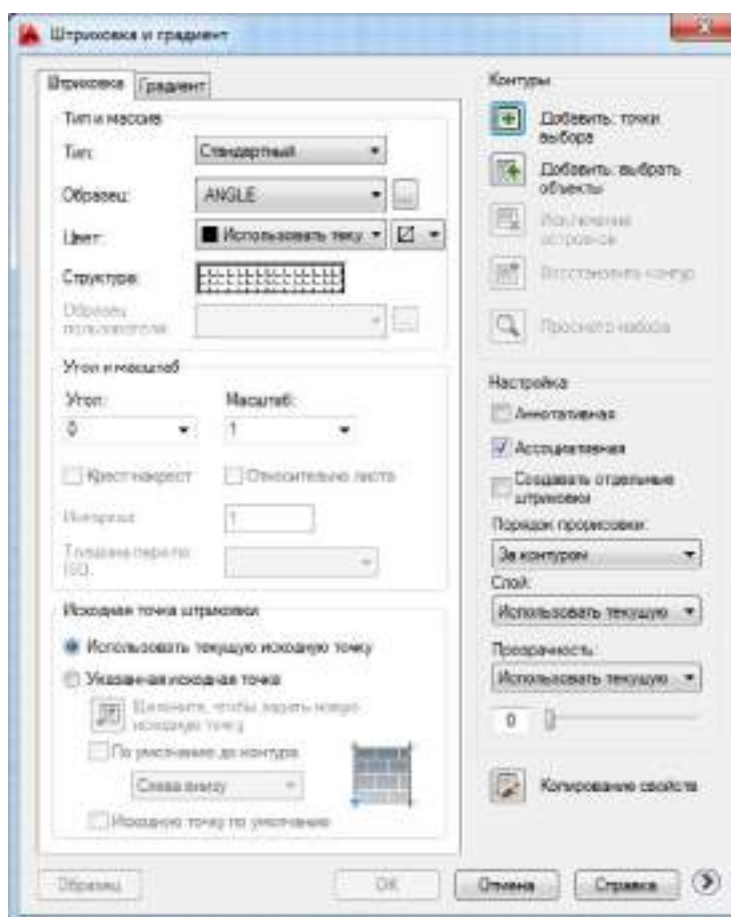


Рисунок 8.1 – Диалоговое окно «Штриховка и градиент»

Данный рисунок показывает структуру диалогового окна, которое состоит из пяти функциональных зон, позволяющих настраивать большую часть параметров штриховки, а также позволяет при помощи вкладок переключаться между созданием штриховки и градиента (активация которого также возможна при помощи панели инструментов «Рисование»). Так, функциональная зона «Тип и массив» позволяет пользователю выбирать один из трех доступных типов штриховки, а именно: «Стандартный»; «Из линий» или же «Пользовательский», выбор которых осуществляется из выпадающего списка «Тип» (рисунок 8.2).

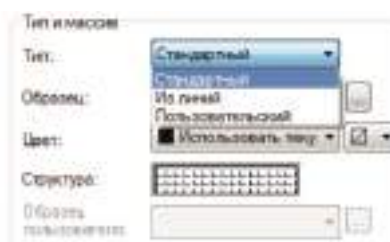


Рисунок 8.2 – Выбор типа штриховки

В зависимости от выбранного типа штриховки становятся активными те или иные участки функциональных зон диалогового окна, пример чего показан на рисунке 8.3.

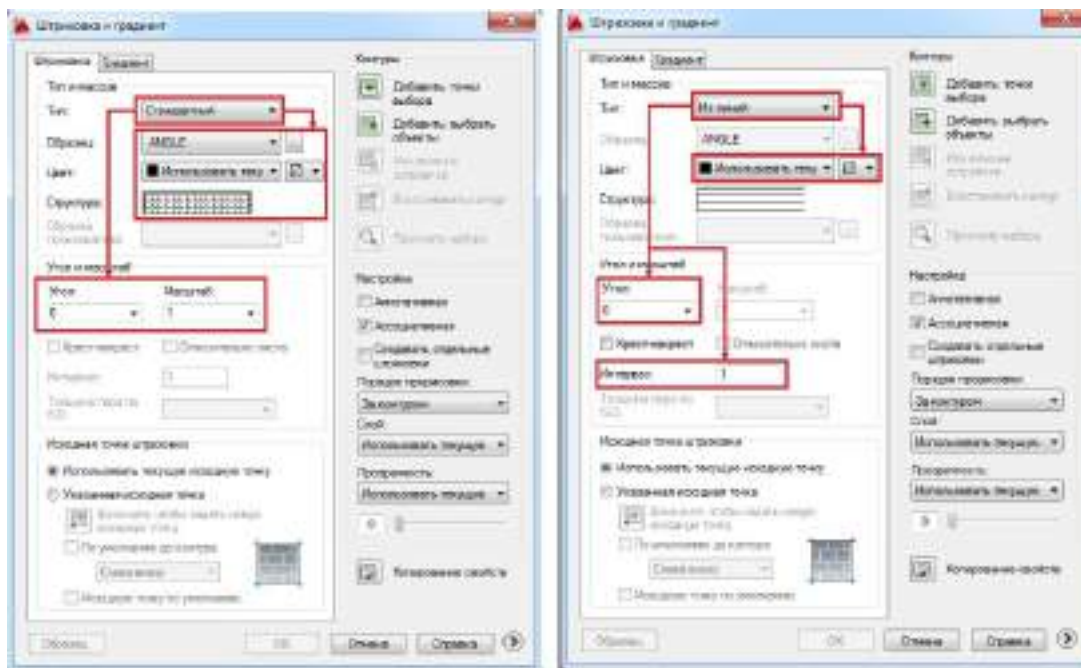


Рисунок 8.3 – Функциональные зоны при разных типах штриховки

Так, при выборе стандартного типа штриховки, пользователь может указать образец и масштаб, а при выборе штриховки из линий у пользователя отключается возможность выбора образца штриховки, но появляется возможность выбора интервала между двумя соседними линиями.

Непосредственное создание штриховки возможно двумя различными способами, первый из которых позволяет пользователю указать точку внутри замкнутого контура, а второй - указать объекты чертежа, образующие замкнутый контур, пример указания штриховок показан на рисунке 8.4.



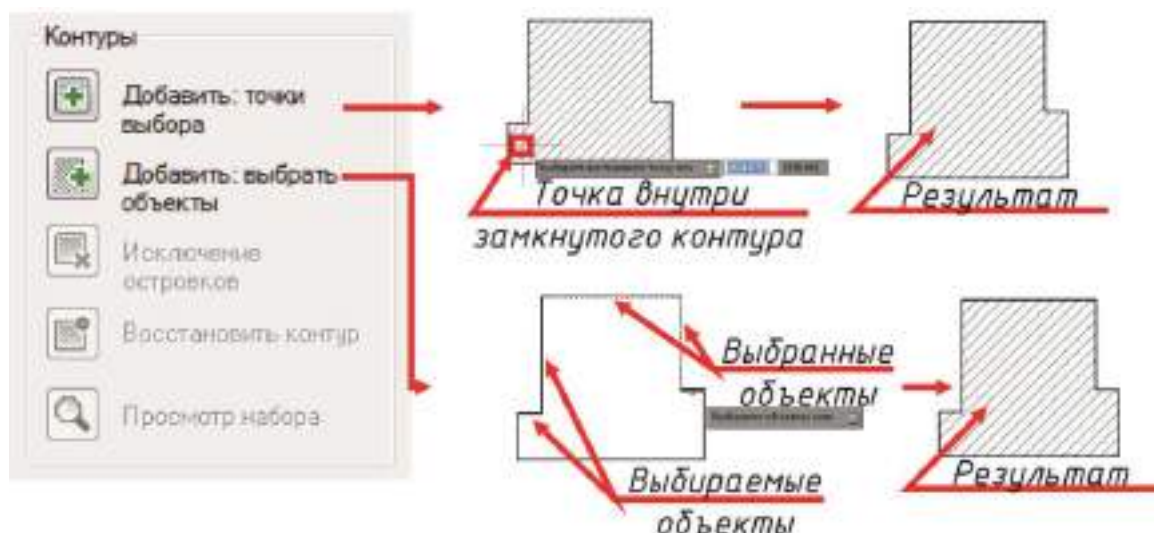


Рисунок 8.4 – Способы создания штриховки

Анализируя способы, представленные на рисунке 8.4, можно сделать выводы: использование способа «Добавить: точки выбора» оптимально для объектов, созданных из множества разных объектов; использование способа «Добавить: объекты выбора» подойдет, в случае необходимости штриховки таких объектов как прямоугольник, многоугольник, полилиния и блок.

Нередки случаи неправильного нанесения штриховки, пример чего показан на рисунке 8.5, как из-за ошибок программы, так и из-за ошибочного указания лишних областей. Для внесения изменений в данной ситуации необходимо, выделив созданную штриховку, вызвать контекстное меню и выбрать в нем команду «Редактировать».

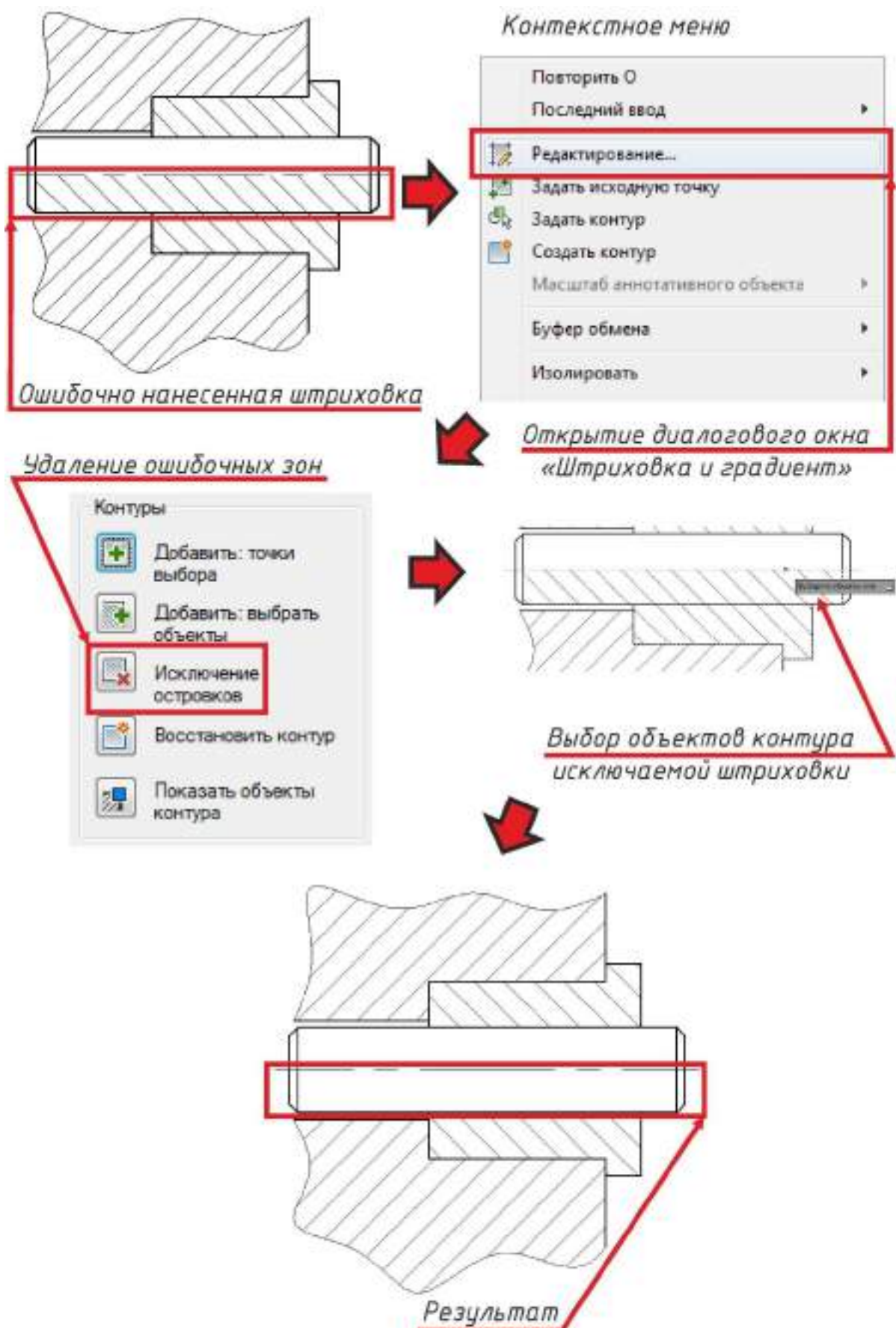


Рисунок 8.5 – Изменение области штриховки

В функциональной зоне «контуры» открывшегося окна «Штриховка и градиент» выбрать функцию «Исключение островков» и указать любой объект контура удаляемой штриховки.

Согласно стандарта ГОСТ 2.306-68 для обозначения различных материалов в разрезах и сечениях существуют разные типы штриховок, не все из которых представлены в системе AutoCAD, что является существенным недостатком по сравнению с аналогичными отечественными системами автоматизированного проектирования. Функционал программы позволяет создавать любые образцы пользовательских штриховок, не требуя от пользователей специальных знаний. Выбор уникальных образцов штриховок, не входящих в стандарт, но представленных в программе, может быть произведен способами, показанными на рисунке 8.6.

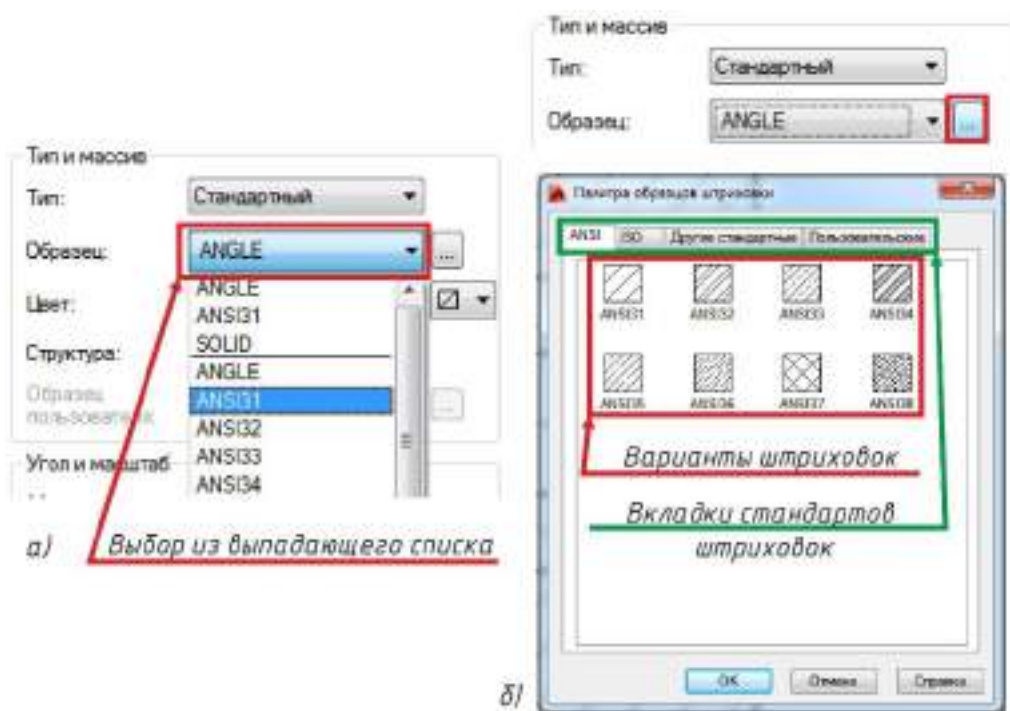


Рисунок 8.6 – Выбор типа штриховок

Представленный рисунок показывает, что выбор из выпадающего списка больше подходит для опытных пользователей (рисунок 8.6а), а выбор при помощи палитры образцов более нагляден в случае незнания буквенно-числовых обозначений (рисунок 8.6б).

Важным свойством создаваемой штриховки является ее ассоциативность (данный параметр включен по умолчанию), то есть изменение штриховки вслед за контуром, внутри которого она располагается. Пример перестроения штриховки вслед за изменением контура показан на рисунке 8.7.

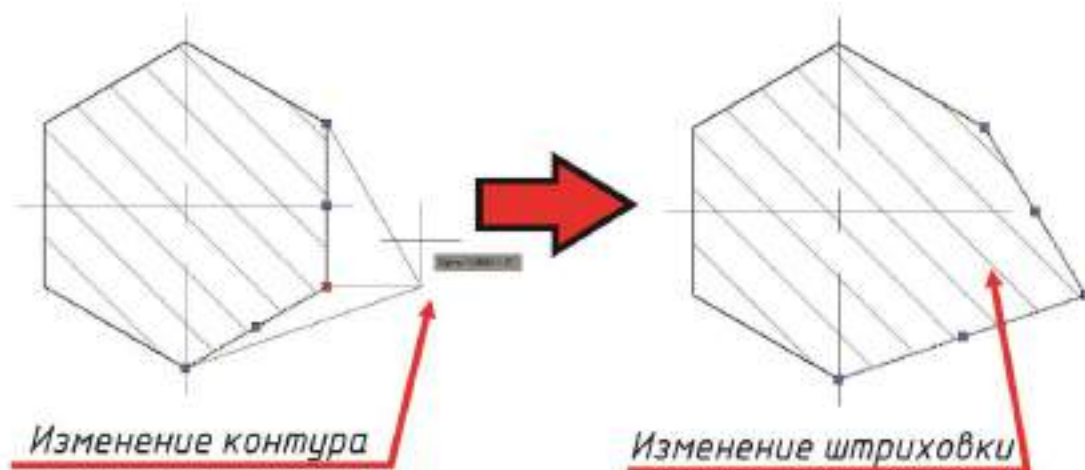


Рисунок 8.7 – Ассоциативность штриховки

Рисунок 8.7 показывает, что изменение штриховки возможно только при условии непрерывности контура, для чего необходимо выделять минимум два примитива и редактировать их за общие управляющие ручки или же изменять положения какого-либо примитива с учетом наложенных на него геометрических зависимостей, рассмотрение которых является отдельной, достаточно сложной задачей.

Кроме рассмотренных возможностей настройки штриховки существуют дополнительные опции. Важнейшей из дополнительных опций является возможность указания допуска замкнутости. Параметр «Допуск замкнутости» задается в единицах измерения чертежа и позволяет наносить штриховку внутри разомкнутых на величину, не превышающую значения допуска, контуров. Также в дополнительных опциях существует возможность настройки параметров выбора контуров и их преобразования. Пример диалогового окна с дополнительными опциями показан на рисунке 8.8.

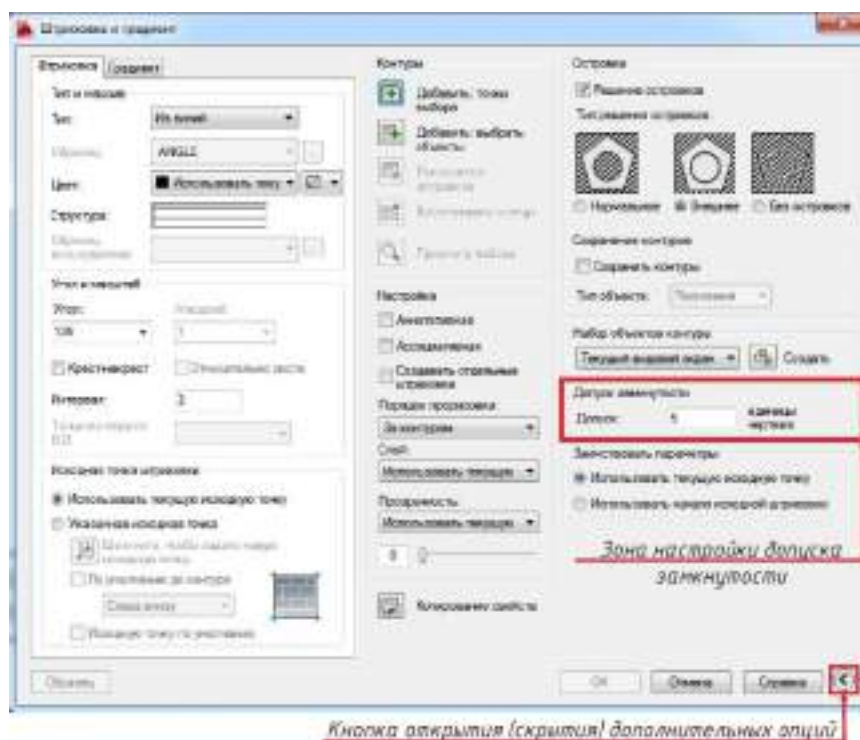


Рисунок 8.8 – Окно «Штриховка и градиент» с дополнительными опциями  
Пример нанесение штриховки в разомкнутом контуре показан на рисунке 8.9.

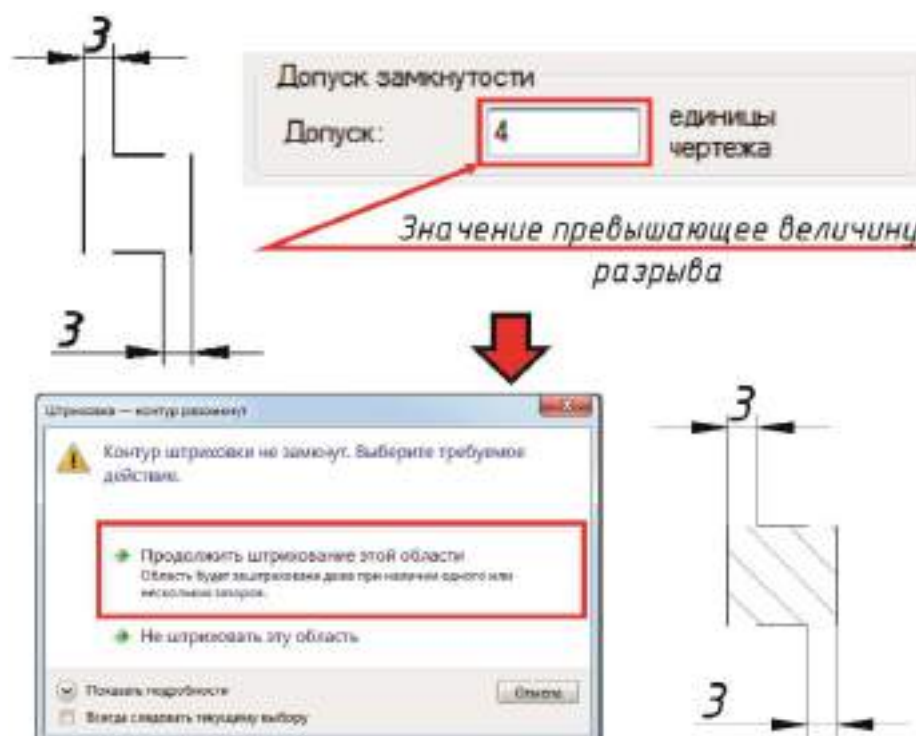


Рисунок 8.9 – Нанесение штриховки в разомкнутом контуре



Следует отметить, что при нанесении штриховки в разомкнутом контуре возможны погрешности построения, связанные с превышением значения допуска над размерами частей штрихуемого объекта.

Изображение детали, выполненное с нанесением всех данных, необходимых для ее изготовления и контроля, представляет собой достаточно сложную конструкцию, состоящую из большого числа примитивов, редактирование которых затруднено.

Специально для облегчения редактирования создаваемых чертежей, а, следовательно, и ускорения процесса проектирования или оформления технической документации, в системе AutoCAD существует возможность работы со слоями.

Наиболее наглядно концепцию слоев можно представить в виде листов кальки, содержащих различные данные чертежа, наложенных друг на друга, пример чего показан на рисунке 8.10.

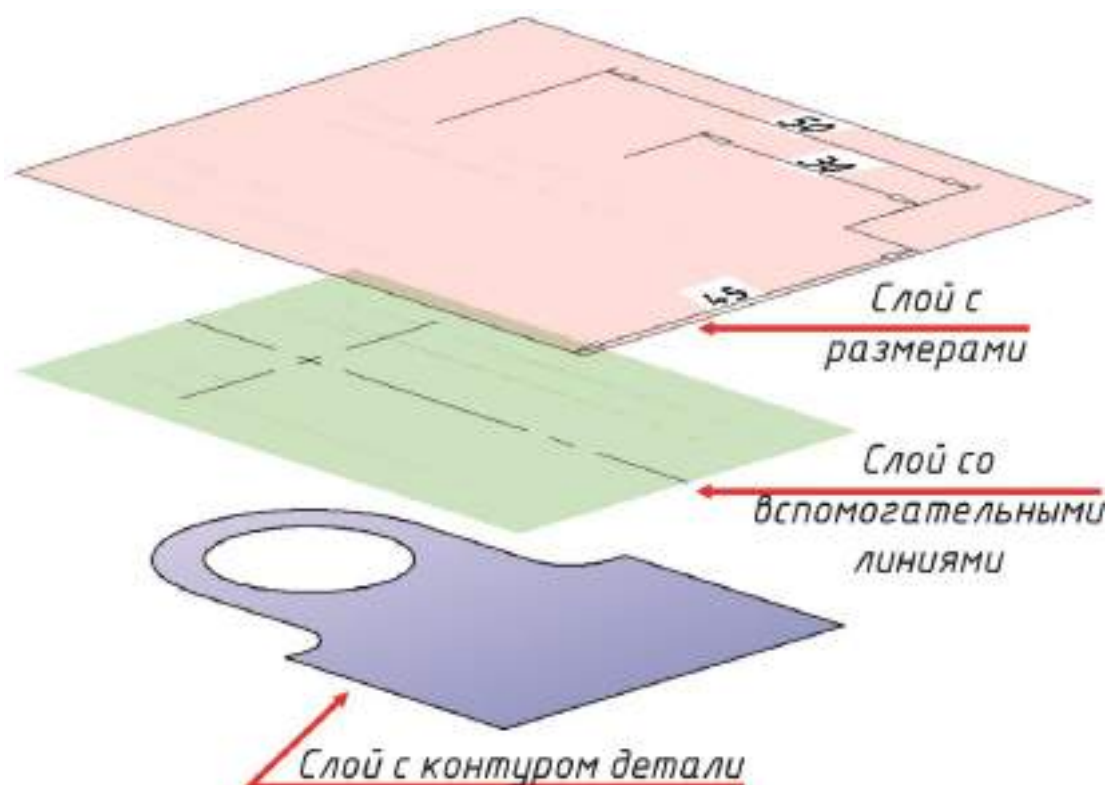


Рисунок 8.10 – Наглядное изображение слоев

Рисунок 8.10 показывает разделение слоев: первый слой содержит контуры детали, второй слой содержит вспомогательные линии, а третий слой содержит размеры.

Облегчение редактирования при работе заключается в возможности отключения или заморозки тех или иных слоев, необходимость в которых в какой-либо момент отсутствует, например, при редактировании контура детали нет необходимости в отображении слоя с размерами.

Работа со слоями в системе AutoCAD осуществляется при помощи панели инструментов «Слои», расположенной в верхней части экрана, слева от панели инструментов «Свойства». Внешний вид панели инструментов «Слои» показан на рисунке 8.11.

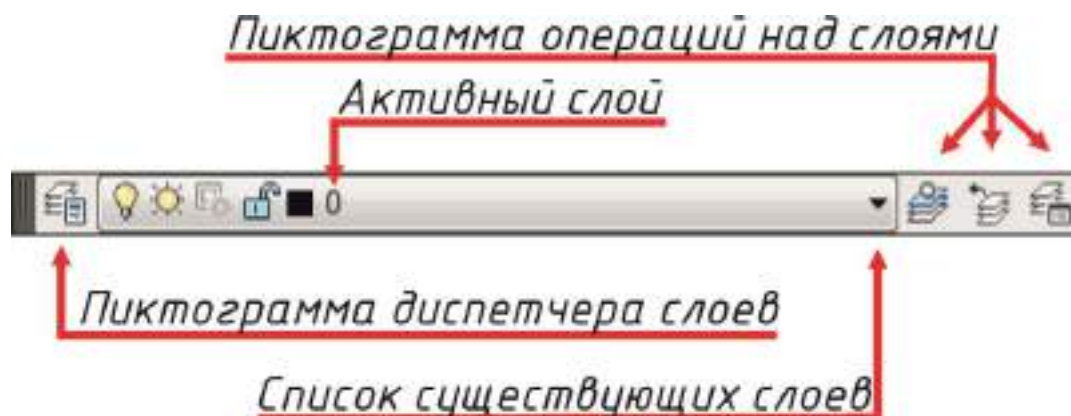


Рисунок 8.11 – Панель инструментов «Слои»

Функционально панель инструментов «Слои» состоит из кнопки вызова диспетчера слоев, выпадающего списка выбора из существующих слоев с отображением активного в настоящий момент слоя, и кнопок операций над слоями.

При создании чертежа по умолчанию создается файл с уже существующим слоем «0», удаление которого невозможно, так как этот слой имеет особый функционал, рассмотрение которого является отдельной задачей. Создание, удаление и настройка слоев производится при помощи диспетчера свойств слоев, показанного на рисунке 8.12, открытие которого производится при помощи соответствующей пиктограммы.

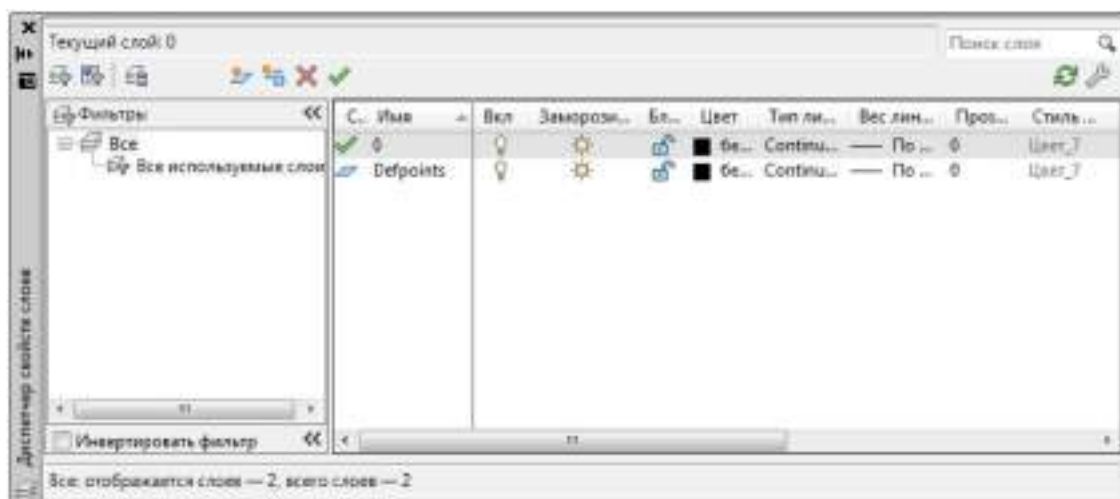


Рисунок 8.12 – Диспетчер свойств слоев

Для создания нового слоя необходимо, нажав пиктограмму «Создать слой», ввести его имя и задать необходимые свойства линий, как показано на рисунке 8.13.

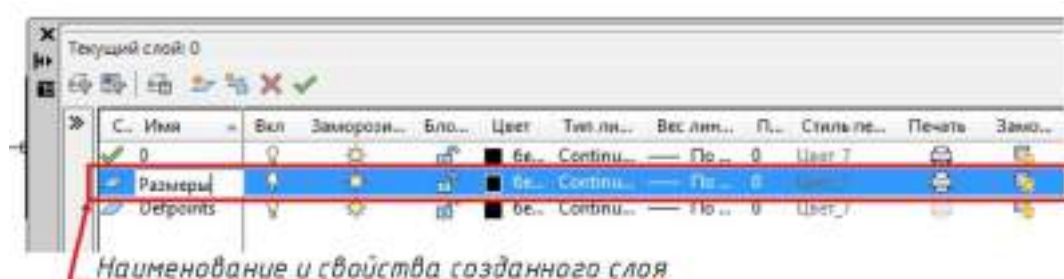


Рисунок 8.13 – Создание нового слоя

Для каждого слоя (как уже существующего, так и создаваемого) существует ряд параметров с возможностью настройки, к которым относятся следующие:

- «Вкл» – параметр включения или отключения слоя для всего чертежа, то есть в выключенном состоянии объекты, расположенные в слое, не будут отображаться в рабочей области;
- «Заморозить» – параметр, позволяющий также как и «ВКЛ» выключить слой, и при этом исключить его из расчета. Прimitives замороженного слоя исключаются из расчета при перестроении чертежей, что позволяло повысить скорость проектирования. По мере развития компьютерной техники необходимость в данной опции представляется весьма сомнительной;



- «Блокировать» – параметр, позволяющий запретить изменение объектов слоя. Объекты заблокированного слоя остаются видимыми в рабочей области, при выделении таких объектов отсутствуют управляющие ручки, но остается возможность привязки;
- «Цвет» – параметр, позволяющий настраивать цвет всех объектов слоя;
- «Тип линий» – параметр, позволяющий изменять тип линий для всех объектов слоя;
- «Вес линий» – параметр, позволяющий настраивать толщину линий всех создаваемых объектов слоя;
- «Прозрачность» – параметр, позволяющей настраивать коэффициент прозрачности объектов в процентном выражении. Наиболее полное раскрытие функционала данного параметра происходит при оцифровке чертежей;
- «Стиль печати» – параметр, позволяющий настраивать способы отображения примитивов при выводе чертежа на печать;
- «Печать» – возможность включения (отключения) отображения слоя при печати;
- «Заморозка на новых ВЭ» – позволяет выключать слой на видовом экране в пространстве листа.

На сегодняшний день существуют два различных подхода к группировке объектов по слоям. Первым подходом является создание слоев, содержащих определенные примитивы с одинаковыми свойствами, но относящихся к различным деталям, например, слой с основными линиями, слой с размерами, слой со штриховками. Вторым подходом является создание слоев, содержащих различные по свойствам примитивы, но относящиеся к одной детали, то есть в случае проектирования сборочной единицы - слой со всеми объектами детали «Вал», «Подшипник» и так далее.

Данные подходы можно назвать: группировкой по свойствам и по назначению соответственно. Использование каждого из них будет иметь как преимущества, так и недостатки один перед другим, но при этом ни один из них не будет оптимальным при работе с достаточно сложными чертежами и проектами, так как не позволит сократить время на проектирование. Оптимальным решением, направленным на ускорение процесса проектирования, будет являться синтез подходов, то есть группировка примитивов и по свойствам, и по назначению. Данный принцип позволит на стадиях эскизного проектирования начать выполнение детализаций без разрыва связей. Примером может служить проектирование редуктора, при котором слои могут быть разделены на детали, общие вспомогательные линии и размеры.

### **ЗАДАНИЯ**

1. Произвести анализ выданного преподавателем задания.
2. Выполнить создание чертежа.
3. При выполнении чертежа использовать наиболее рациональные пути построения геометрии.
4. Произвести сравнительный анализ задания и его реализации в электронном чертеже.

### **СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА**

В качестве отчета по практическому занятию студент предоставляет электронные чертежи изделия либо электронные модели изделия, оформленные в соответствии с требованиями единой системы конструкторской документации или иными указаниями преподавателя.

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Какие способы указания контура штриховки существуют?
2. В чем различия между способами указания контура штриховки?
3. Опишите отличия типов штриховок «Стандартный» и «Из линий».
4. В чем проявляется ассоциативность штриховки?
5. Возможно ли нанесение штриховки в незамкнутом контуре?

6. В чем заключается недостаток штриховки с допуском незамкнутости?
7. Дайте определение понятию слой.
8. Укажите разницу между выключением и заморозкой слоя.
9. Укажите подходы, применяемые к группировке объектов в слоях.

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Головицына, М. В. Основы САПР : учебное пособие / М. В. Головицына. — 3-е изд. — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 268 с. — ISBN 978-5-4497-0921-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/102040.html> (дата обращения: 18.01.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
2. Косолапов, В. В. Компьютерная графика. Решение практических задач с применением САПР AutoCAD : учебно-методическое пособие / В. В. Косолапов, Е. В. Косолапова. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2019. — 117 с. — ISBN 978-5-4486-0794-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/85748.html> (дата обращения: 18.01.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
3. Феоктистова, А. А. Основы 2D- и 3D-моделирования в программе AutoCAD : учебное пособие / А. А. Феоктистова, О. Л. Стаселько. — Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2017. — 103 с. — ISBN 978-5-9961-1617-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/83707.html> (дата обращения: 18.01.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

## **9 Практическое занятие №9 РАЗМЕРЫ И РАЗМЕРНЫЕ СТИЛИ. ПОДСТИЛИ.**

**Цель работы:** Изучение методов нанесения размеров и настройки размерных стилей.

(Работа проводится в интерактивном режиме)

### **Формируемые компетенции:**

ОПК-6: Способен использовать современные информационные технологии, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности.

ОПК-10: Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы пригодные для практического применения

**Актуальность темы:** обуславливается необходимостью полноценного оформления конструкторско-технологической документации с использованием слоев, и сложных примитивов. Знания, полученные в ходе работы, будут необходимы на всей протяженности профессиональной деятельности..

### **ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

Согласно ГОСТ 2.102-68 чертежом называется документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля.

На сегодняшний момент результатом освоения системы автоматизированного проектирования AutoCAD являются документы с изображением детали, но без указания других данных, необходимых для ее изготовления и контроля. К другим данным, в первую очередь, необходимо отнести следующие параметры:

- размеры;
- предельные отклонения;

- шероховатость поверхностей;
- технические требования и характеристики.

Рассмотрим подробнее нанесение размеров на изображение детали в системе AutoCAD.

Нанесение размеров, в системе AutoCAD, осуществляется при помощи одноименной вкладки строки меню или же одноименной панели инструментов, показанной на рисунке 9.1.

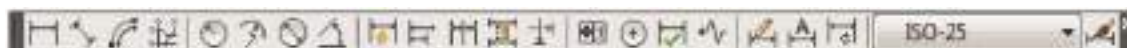


Рисунок 9.1 – Панель инструментов «Размеры»

Данная панель инструментов позволяет наносить и настраивать весь спектр размеров, необходимых для описания детали, но перед началом указания размеров, по аналогии с текстом, необходимо настроить размерный стиль.

Настройка размерного стиля производится при помощи одноименной пиктограммы, расположенной на панели инструментов «Стили» или же в панели инструментов «Размеры». В результате чего перед пользователем открывается диалоговое окно «Диспетчер размерных стилей», показанное на рисунке 9.2.

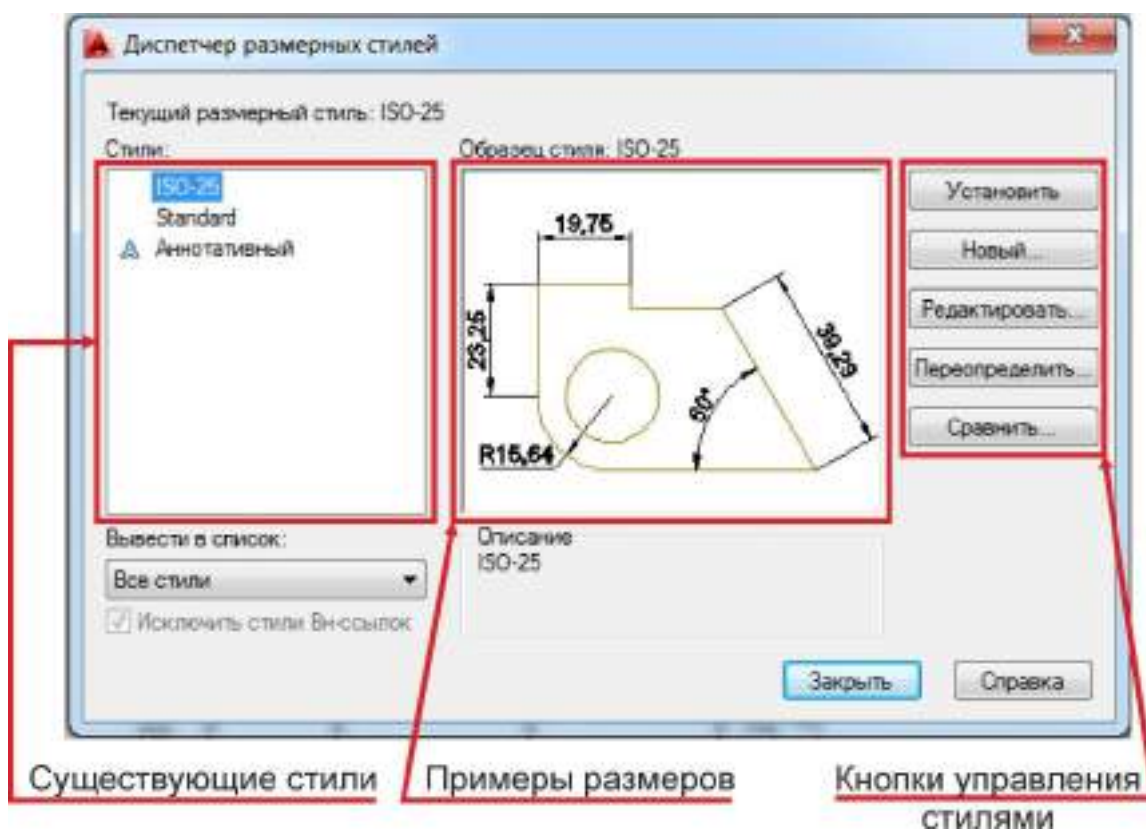


Рисунок 9.2 – Окно «Диспетчер размерных стилей»

Из рисунка 9.2 видно, что окно «Диспетчер размерных стилей» разделено на три функциональных зоны: стили, существующие в документе; пример нанесения размеров для выбранного в настоящий момент размерного стиля; и кнопки управления стилем, активным в настоящий момент. В целом представленное окно аналогично окну «Стили текста», разница между которыми заключается в невозможности изменения параметров размерного стиля непосредственно из появившегося окна. Для создания нового размерного стиля необходимо нажать на кнопке «Новый» и ввести имя создаваемого стиля, после чего указать уже существующий стиль, на основе которого будет создаваться новый, что и показано на рисунке 9.3.

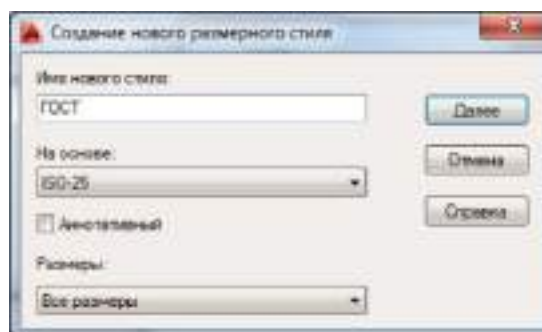


Рисунок 9.3 – Окно «Создание нового размерного стиля»

За наименованием и выбором исходного стиля перед пользователем возникает окно «Новый размерный стиль», показанное на рисунке 9.4 и позволяющее производить тонкую настройку таких параметров, как: используемый текстовый шрифт и его высота; внешний вид используемых стрелок и их размер; правила расположения текста и стрелок; масштаб и многое другое.

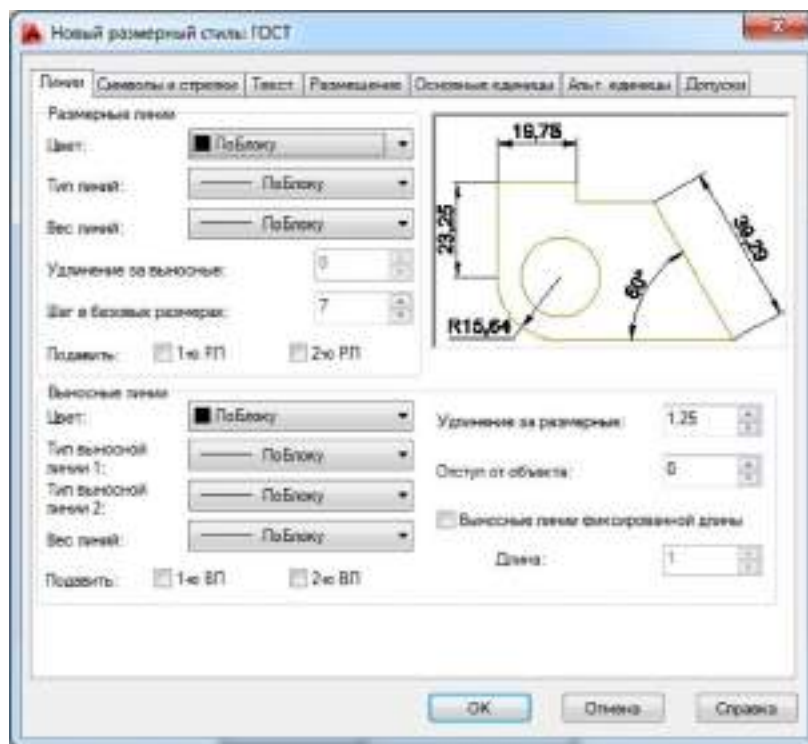


Рисунок 9.4 – Окно «Новый размерный стиль»

Перед рассмотрением конкретных настроек размерных стилей необходимо рассмотреть правила нанесения размеров, регламентированных ГОСТ 2.307-2011.

Размеры на чертеже указываются размерными числами и размерными линиями (рисунок 9.5). Размерные числа должны соответствовать действительным размерам изображаемого предмета независимо от масштаба и точности выполнения чертежа. Размеры подразделяются на линейные и угловые. К линейным размерам относятся – длина, ширина, высота, величина диаметра, радиуса и дуги. К угловым относятся размеры углов. Линейные размеры (в машиностроении) указываются в миллиметрах, при этом единицы измерения на чертеже не указываются.

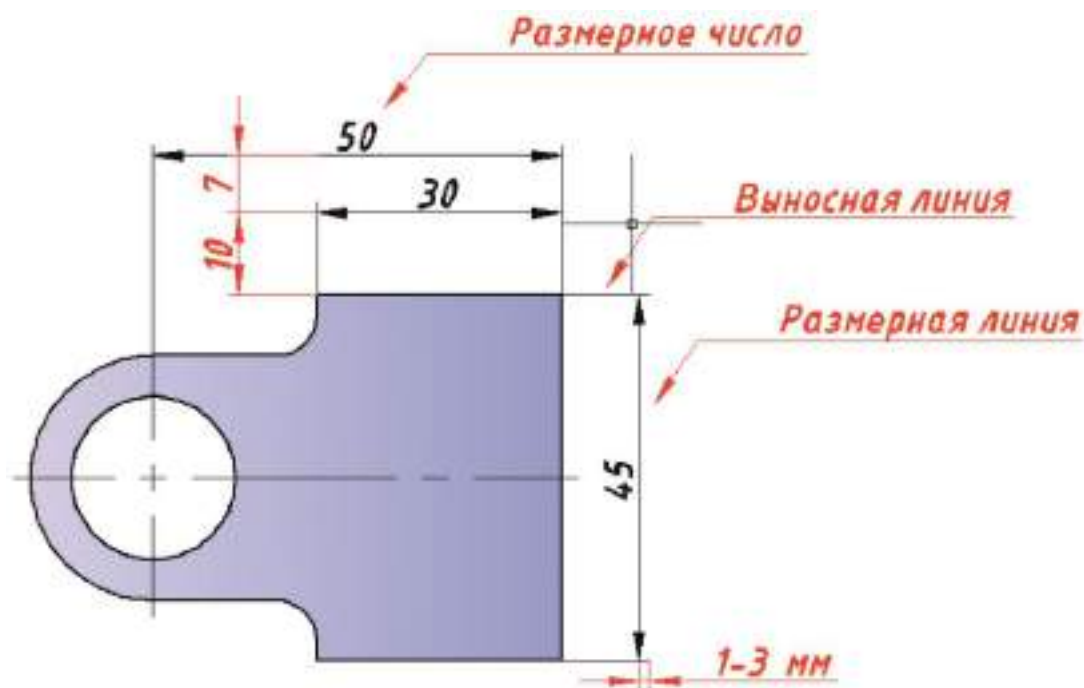


Рисунок 9.5 – Нанесение размеров

Стрелки, ограничивающие размерные линии, должны упираться острием в соответствующие линии контура или в выносные или осевые линии, как показано на рисунке 9.5, а выносные линии выходят за концы стрелок размерных линий на расстояние от 1 до 3 миллиметров. Размерные и выносные линии выполняются сплошными тонкими линиями.

В пределах чертежа размерные числа должны выполняться одним шрифтом, который пользователь выбирает самостоятельно в зависимости от сложности и назначения чертежа, но чаще всего используется шрифт высотой 3,5 мм.

Расстояние между параллельными (концентричными) размерными линиями должно быть не менее 7 мм, а между размерной линией и контуром детали не менее 10 мм. При этом необходимо избегать пересечения выносных линий с размерными.

Рассмотрим настройку описанных правил при помощи окна, показанного на рисунке 9.4, которое также может называться «Изменение размерного стиля». При открытии окна перед пользователем появляются 7 вкладок: «Линии»; «Символы и стрелки»; «Текст»; «Размещение»; «Основные единицы»; «Альт.



единицы»; «Допуски», каждая из которых позволяет настраивать определенный ряд параметров.

Первым необходимо настроить соответствие шрифта, используемого при указании размерных чисел системой AutoCAD, шрифту, регламентированному ГОСТ 2.304-81. Для этого необходимо открыть вкладку «Текст», показанную на рисунке 9.6.

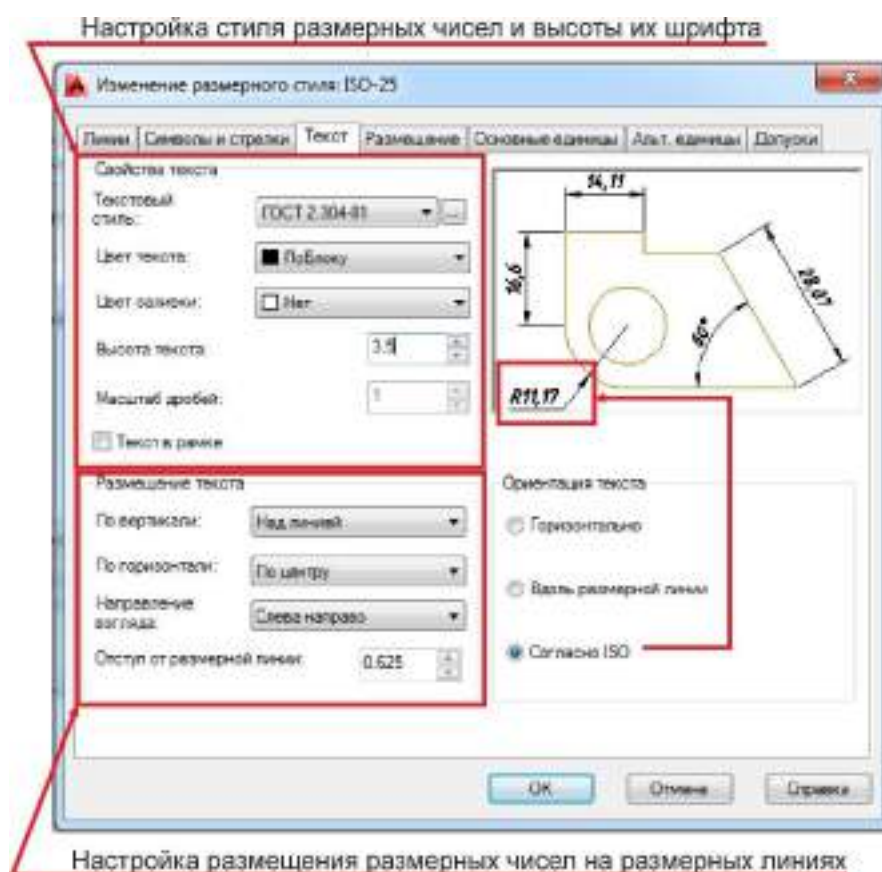


Рисунок 9.6 – Вкладка «Текст»

Рисунок 9.6 показывает, что вкладка «Текст» состоит из четырех функциональных зон: «Свойства текста»; «Размещение текста»; «Ориентация текста» и примера внесенных изменений. Рассматривая зону «Свойства текста» можно заметить, что шрифт размерных чисел строится на основе какого-либо текстового стиля, который мог быть создан ранее или же в процессе редактирования размерного стиля. Изначально размерный стиль ISO-25 использует текстовый стиль «Standard», в то время как при заполнении основной надписи уже настраивался стиль текста в соответствии ГОСТ 2.304-81, в связи с чем возможен его

выбор из выпадающего списка. При настройке свойств размерных чисел важным является необходимость указания высоты текста, которая в данном случае равна 3,5 мм, как и описывалось выше. Также ГОСТ 2.307-2011 регламентирует предпочтительное расположение размерных чисел относительно размерных линий, которые должны располагаться параллельно размерным линиям (горизонтально в случае создания полки) и как можно ближе к их середине, а по вертикали размерные числа должны располагаться над размерной линией. Данные настройки располагаются в функциональной зоне «Размещение текста» (рисунок 9.6), в которой также находится параметр отступа размерных чисел от размерных линий.

На сегодняшний день все более явной тенденцией является расположение размерных чисел на горизонтальной полке в случае, если размер наносится под каким-либо углом относительно горизонтали или из-за нехватки места на размерной линии (кроме вертикальных размеров), для удобства чтения чертежа. Данные настройки позволяет выполнять функциональная зона «Ориентация текста».

По окончании настройки шрифта и правил расположения размерных чисел следует настроить размерные и выносные линии, которые настраиваются при помощи вкладки «Линии», структура которой показана на рисунке 9.7.

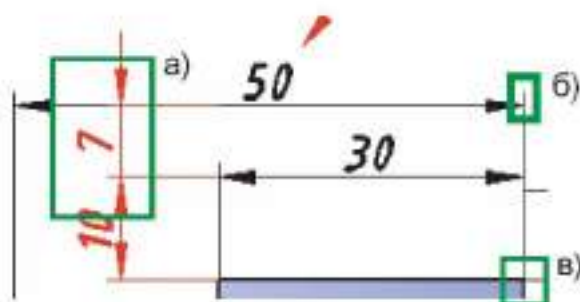
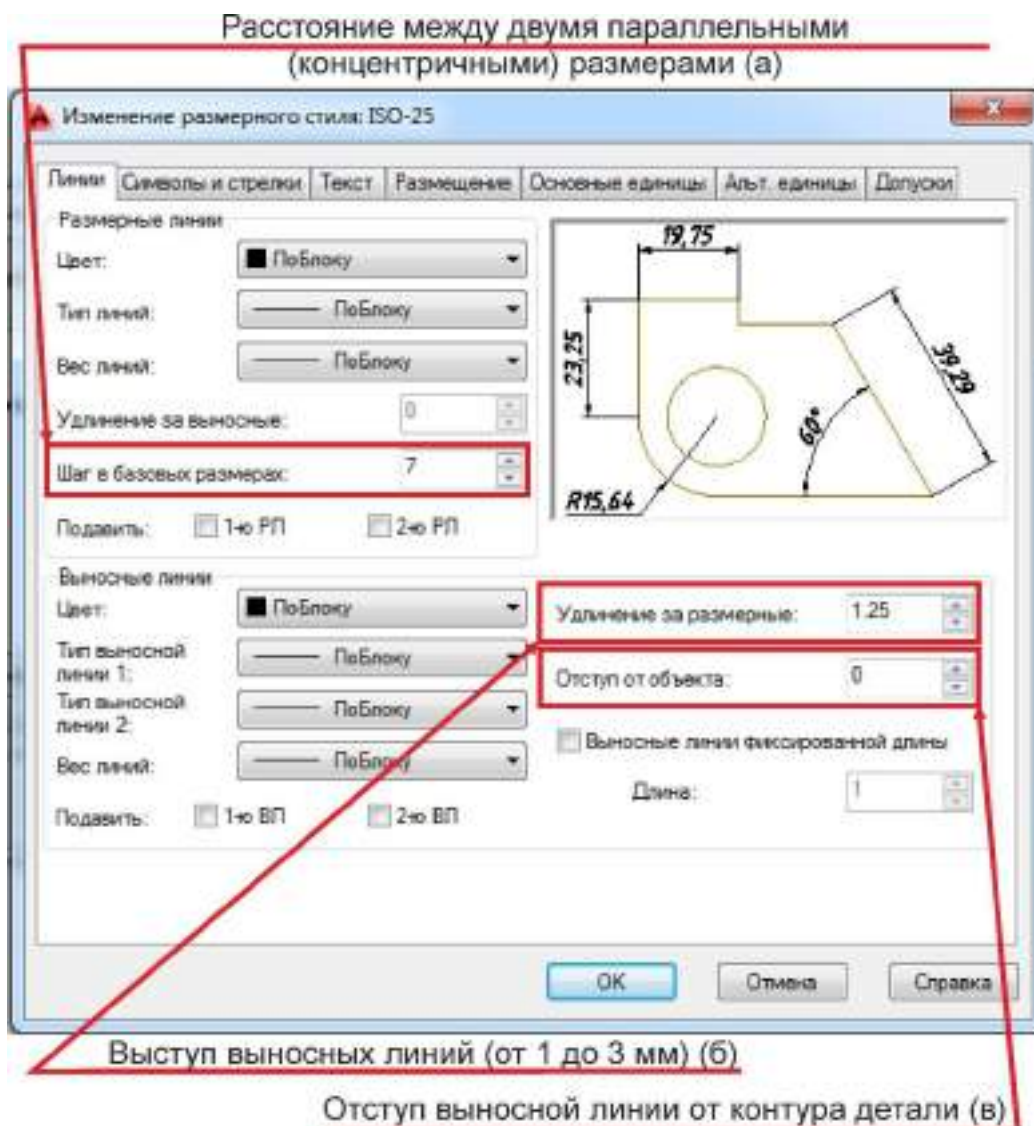


Рисунок 9.7 – Вкладка «Линии»

Вкладка «Линии», как видно из рисунка 9.7, состоит из двух функциональных зон и примера внесенных изменений. В каждой из зон имеется возможность настройки цвета, типа и веса размерных и выносных линий (которые при любом исходном размерном стиле будут выполняться сплошными тонкими ли-

линиями), а также параметры, соблюдение которых регламентировано. Так, параметр «Шаг в базовых размерах» отвечает за расстояние между двумя параллельными (концентричными) размерными линиями, которое как описано выше, должно быть не менее 7 мм (рисунок 9.7а). Помимо расстояния между размерными линиями необходимо настроить выступ выносной линии за размерную, который по умолчанию равен 1,25 мм, что позволяет его использовать не настраивая, так как лимиты, оговоренные в стандарте находятся в пределах от 1 до 3 мм (рисунок 9.7б). Еще одним немаловажным параметром является «Отступ от объекта», позволяющий настраивать расстояние, на котором начинается выносная линия (по умолчанию равное 0,625 мм, что крайне неудобно при работе со сложными чертежами). При необходимости соблюдения стандарта ГОСТ 2.307-2011 данный параметр должен быть равно 0 (рисунок 9.7в).

Следующим этапом настройки вновь созданного размерного стиля является настройка стрелок, которые также как и остальные параметры регламентируются тем же стандартом и должны соответствовать требованиям, представленным на рисунке 9.8.

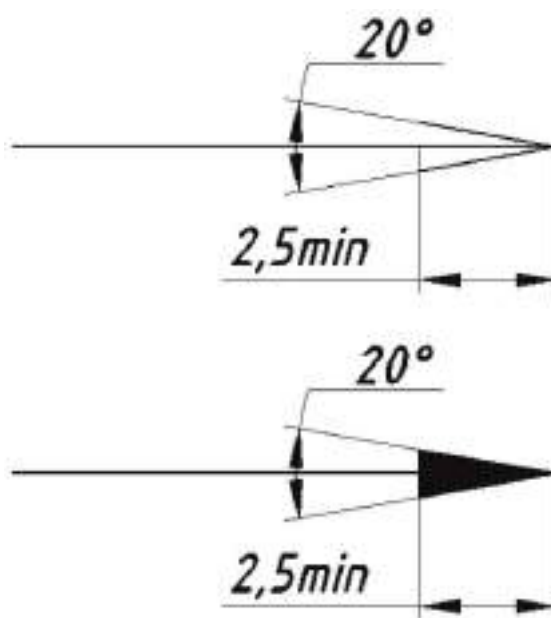


Рисунок 9.8 – Параметры стрелок

Следует отметить, что в стандарте приведены требования к минимальному размеру стрелок, хотя на практике, как правило, стремятся к созданию стрелок,

пропорциональных величине размерных чисел. В связи с этим наиболее оптимальным размером стрелки будет являться размер, равный высоте размерных чисел, а именно 3,5 мм. Для настройки этого параметра необходимо перейти во вкладку «Символы и стрелки» диалогового окна «Изменение размерного стиля», показанного на рисунке 9.9.

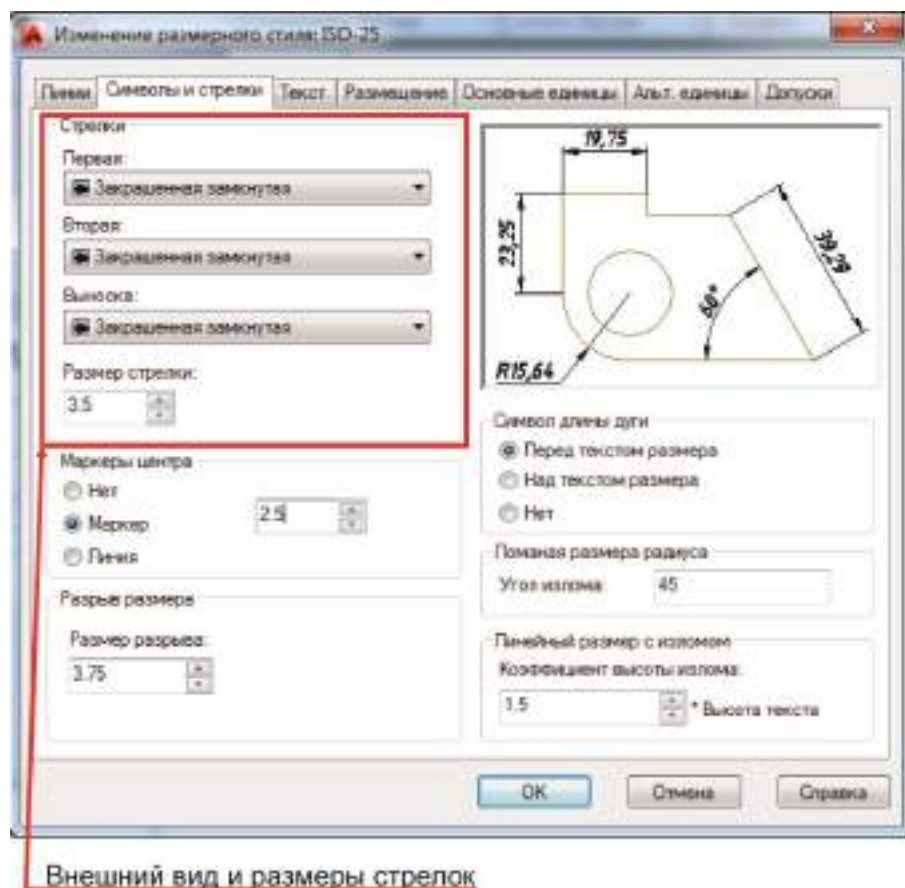


Рисунок 9.9 – Вкладка «Символы и стрелки»

На данном этапе настройки размерного стиля во вкладке «Символы и стрелки» необходимой является лишь функциональная зона «Стрелки», которая позволяет настраивать не только оговоренный ранее размер стрелок, но и их внешний вид. Помимо настройки стрелок данная вкладка позволяет настраивать ряд специфических параметров некоторых видов размеров, например, угол излома размерной линии при нанесении радиуса с изломом или же положение символа длины дуги относительно размерных чисел.

Иногда, при нанесении размеров цепочкой, возникает проблема нехватки места для стрелки, показанная на рисунке 9.10а, в результате чего чертеж ста-

новится нечитаемым. Для исправления данной ситуации в стандарте прописано следующее правило: при недостатке места для стрелок на размерных линиях, расположенных цепочкой, стрелки допускается заменять засечками, наносимыми под углом  $45^\circ$  к размерным линиям (рисунок 9.10б) или четко наносимыми точками (рисунок 9.10в).

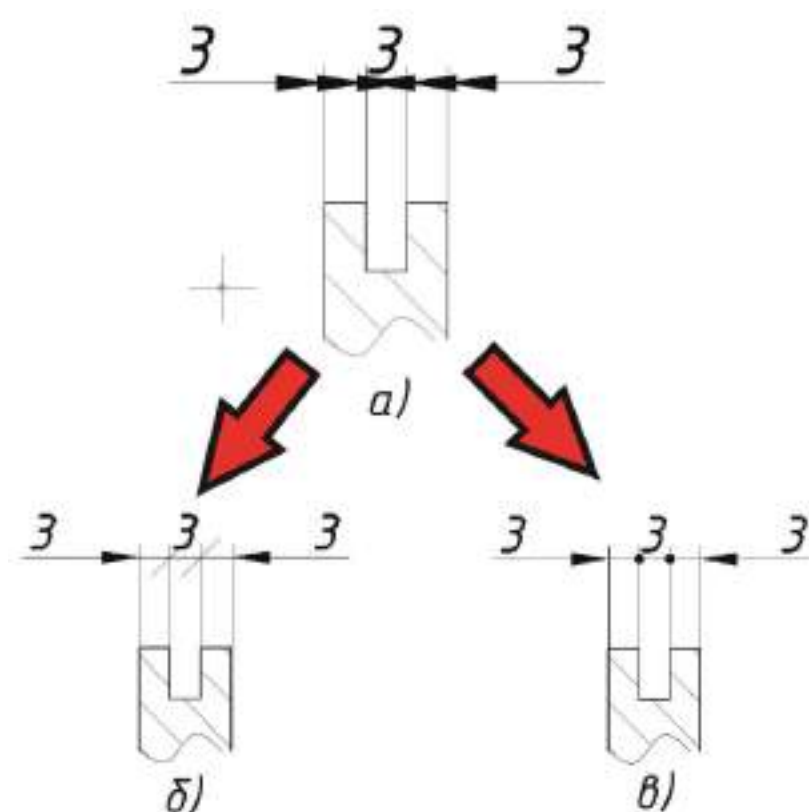


Рисунок 9.10 – Нанесение цепочки размеров

Из рисунка 9.10 видно, что настройка внешнего вида стрелки в размерном стиле для данного случая является неоптимальным решением, так как данный случай может быть единичным, но при этом обязательным для решения. В данном случае наиболее оптимальным является изменение внешнего вида стрелок для каждого конкретного размера, которое производится при помощи палитры «Свойства».

Палитра «Свойства» позволяет просматривать и редактировать весь набор свойств как для каждого конкретного примитива, так и для группы однородных или же разнородных примитивов. Для ее вызова необходимо либо выполнить

двойное нажатие на примитиве, либо нажать на пиктограмму «Свойства», расположенную на панели инструментов «Стандартная» (рисунок 9.11).

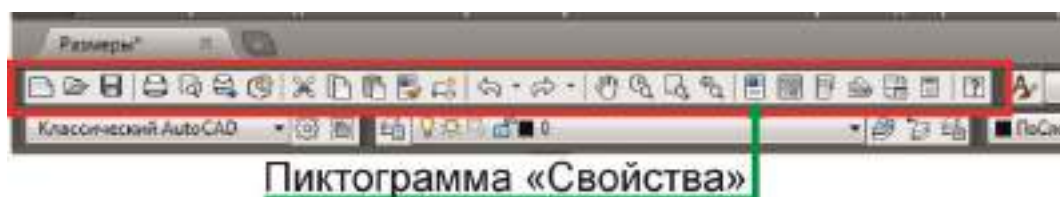


Рисунок 9.11 – Панель инструментов «Стандартная»

На рисунке 9.12 показана палитра «Свойства» с набором параметров для редактирования свойств линейного размера.

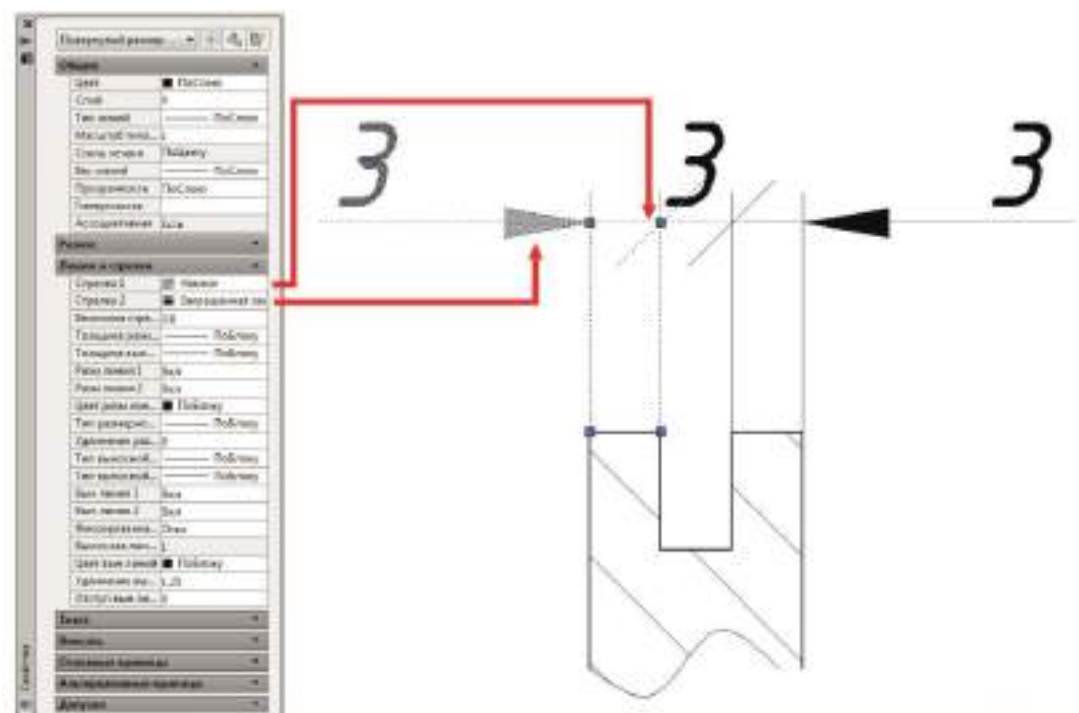


Рисунок 9.12 – Палитра свойства

Как видно, палитра «Свойства» позволяет настраивать общие свойства, рассмотренные нами ранее, и большую часть настроек выбранного примитива, а так как в данном случае выбран размер, то списки свойств во многом повторяют вкладки окна «Изменение размерного стиля».

Совокупность произведенных манипуляций с вновь созданным размерным стилем позволяет адаптировать его к требованиям стандарта, описанным выше, но при этом остается еще ряд параметров, нуждающихся в настройке. Например, необходимо определить алгоритм размещения текста и стрелок относи-



тельно выносных линий в случае невозможности их совместного нанесения в их пределах. Наиболее наглядно данный пример позволяет продемонстрировать ситуацию с нанесением диаметрального размера, пример которого показан на рисунке 9.13.

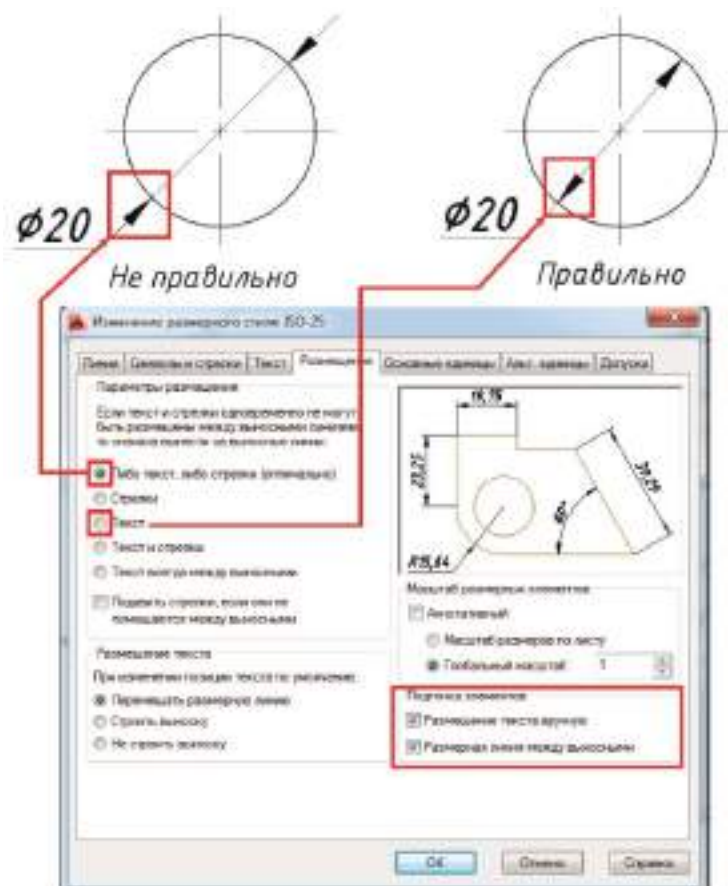


Рисунок 9.13 – Нанесение диаметрального размера

Согласно стандарту, в случае, если при нанесении диаметра невозможно разместить между выносными линиями и текст и стрелки, текст необходимо вынести за них, а в случае, если и стрелки не помещаются то и они выносятся.

Настройка данного правила производится в функциональной зоне «Правила размещения» вкладки «Размещение», и по умолчанию настроено на параметр «Либо текст, либо стрелки», в то время как более правильным будет указание параметра «Текст».

Описанные настройки позволяют практически полностью описать нанесение размеров в соответствии с ГОСТ 2.307-2011, за одним исключением, которым является неправильное нанесение радиусов, так как размерная стрелка при



его нанесении должна быть на той же стороне, что и текст. Для того, чтобы данное требование выполнялось, не существует общей настройки размерного стиля, но возможна настройка каждой конкретной стрелки, для чего необходимо подвести указатель курсора к управляющей ручке, расположенной в вершине стрелки, и, задержав его на короткое время, выбрать из появившегося меню пункт «повернуть стрелки» (рисунок 9.14).



Рисунок 9.14 – Изменение направления стрелки

Помимо изменения описанного параметра в данной вкладке существует возможность настройки ручного размещения текста, в чем достаточно часто возникает необходимость при нанесении ряда симметричных размеров, текст которых должен располагаться в шахматном порядке, пример чего показан на рисунке 9.15.

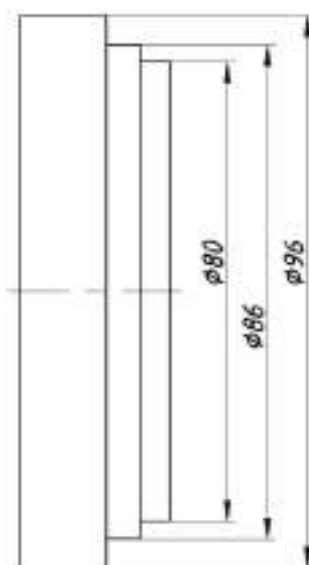


Рисунок 9.15 – Нанесение симметричных размеров

Еще одним немаловажным настраиваемым параметром является масштаб линейных размеров, который можно настраивать двумя способами: при помощи функциональной зоны «Масштаб измерений» вкладки «Основные единицы» или при помощи палитры «Свойства» в одноименном списке. Задание масшта-

ба измерений для всего размерного стиля не всегда является оптимальным решением, так как чаще всего машиностроительные чертежи содержат множество видов с различными масштабами, в связи с этим остается один способ изменения масштаба - при помощи палитры «Свойства», которая позволяет изменять масштаб отдельного размера или группы размеров, не меняя при этом масштаба измерений всего размерного стиля. Пример изменения масштаба измерений показан на рисунке 9.16.

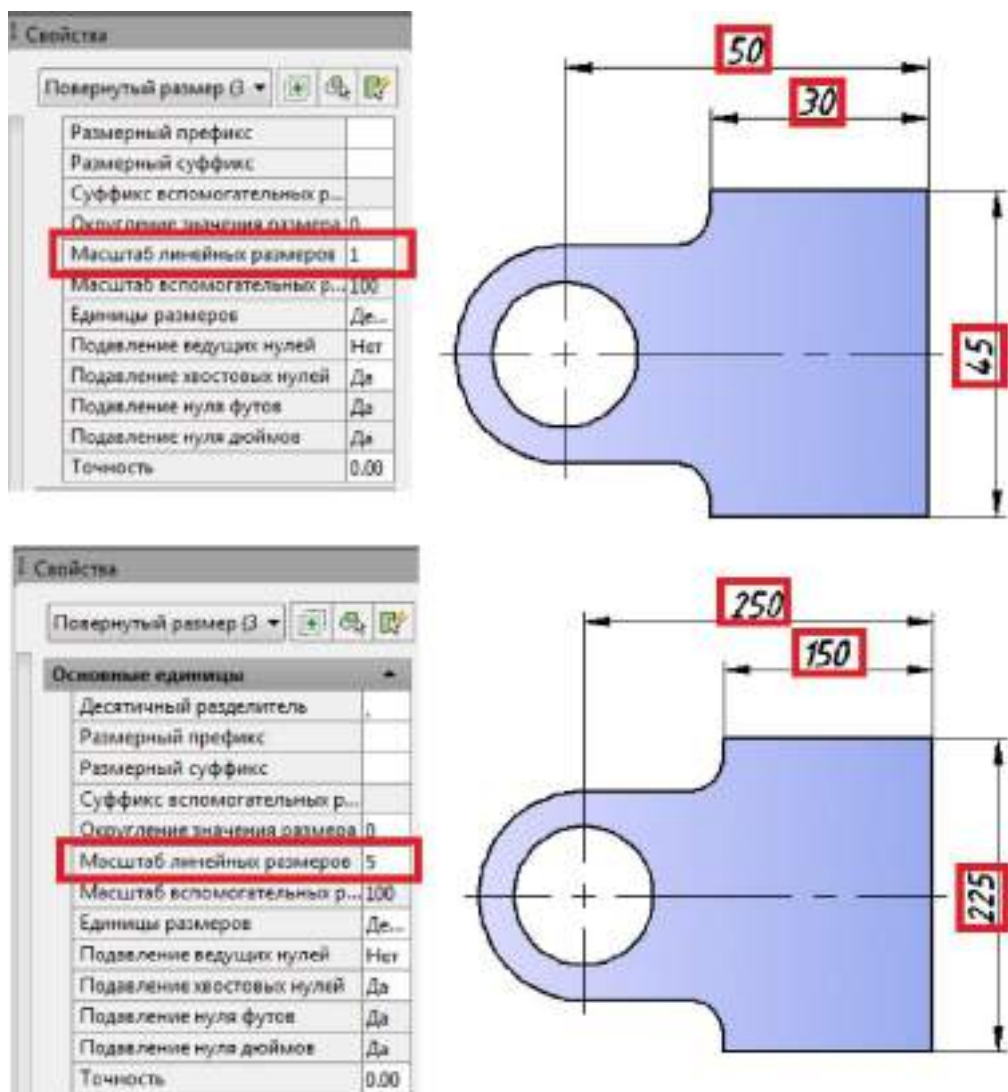


Рисунок 9.16 – Масштаб измерений

После настройки созданного размерного стиля необходимо рассмотреть алгоритм нанесения наиболее распространенных размеров и возможности их редактирования.

Функция «Линейный» позволяет наносить строго горизонтальные или вертикальные размеры, что выполняется при помощи одноименной пиктограммы, и наносится путем указания крайних точек и расстояния от контура. Пример нанесения размера показан на рисунке 9.17.

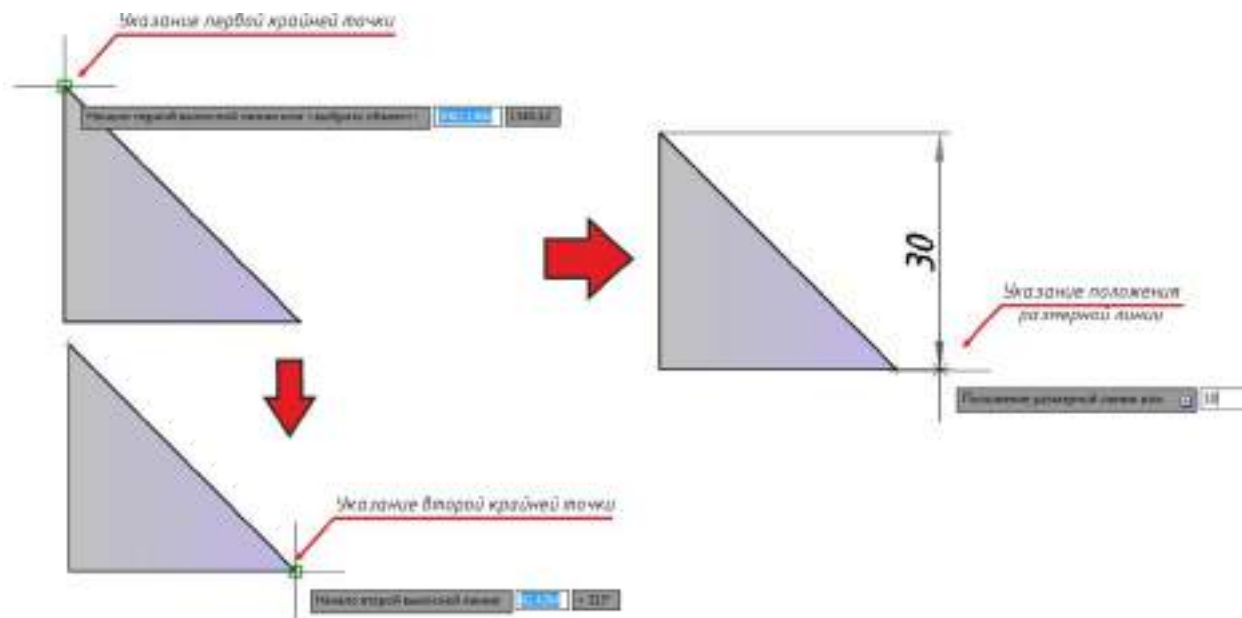


Рисунок 9.17 – Пример нанесения линейного размера

При нанесении линейного размера возможно точное указание расстояния от крайней точки контура до размерной линии, так как оно должно быть не менее 10 мм. Для этого при включенном режиме «Объектное отслеживание» необходимо привести и задержать курсор на точке, относительно которой должен происходить отсчет, и, перемещая курсор в нужном направлении, указать точное значение расстояния при помощи клавиатуры.

Функция «Параллельный» позволяет наносить размеры, расположенные под углом к горизонтали и параллельные при этом каким бы то ни было отрезкам. При этом алгоритм нанесения параллельного размера в точности совпадает с алгоритмом нанесения линейного размера. Пример нанесения параллельного размера показан на рисунке 9.18.

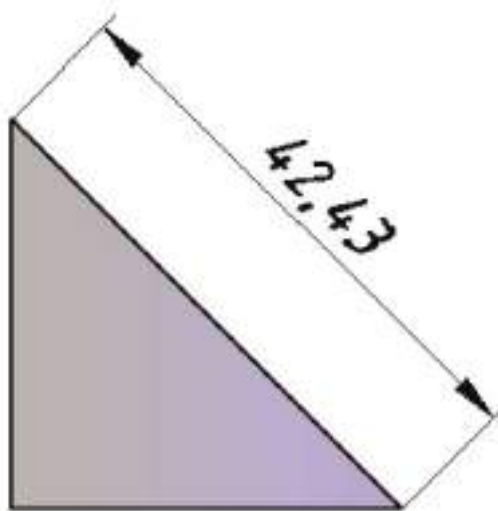


Рисунок 9.18 – Пример нанесения параллельного размера

Нанесение размеров длины дуги, радиуса и диаметра строится по несколько иному алгоритму. Для их нанесения нет необходимости в указании двух точек, а достаточно указать лишь дугу (окружность), после чего указывается положение размерной линии. Пример указания данных размеров показан на рисунке 9.19.

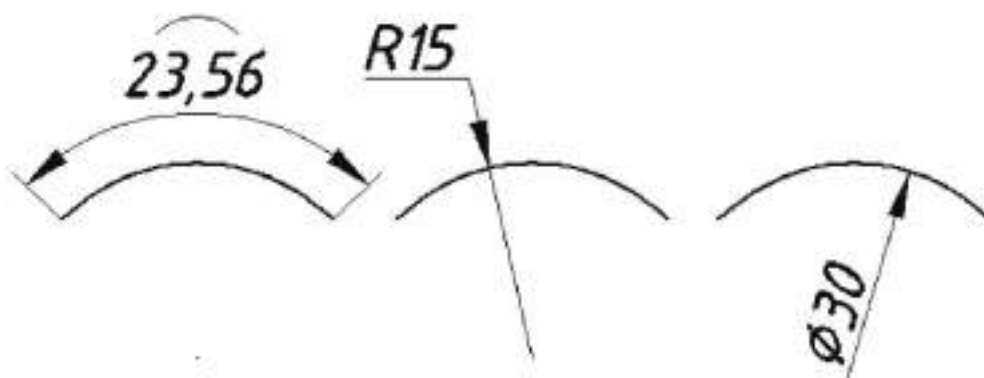


Рисунок 9.19 – Пример нанесения длины дуги, радиуса и диаметра

Функция «Угловой» по алгоритму схожа с нанесением длины дуги, с той разницей, что необходимо указывать два отрезка, наклоненных относительно друг друга.

При оформлении чертежей часто возникает задача нанесения большого числа размеров, исходящих от одной базы (рисунок 9.20). Для этого в системе AutoCAD существует функция «Базовый», позволяющая, используя базовый размер, наносить остальные указанием лишь одной крайней точки.

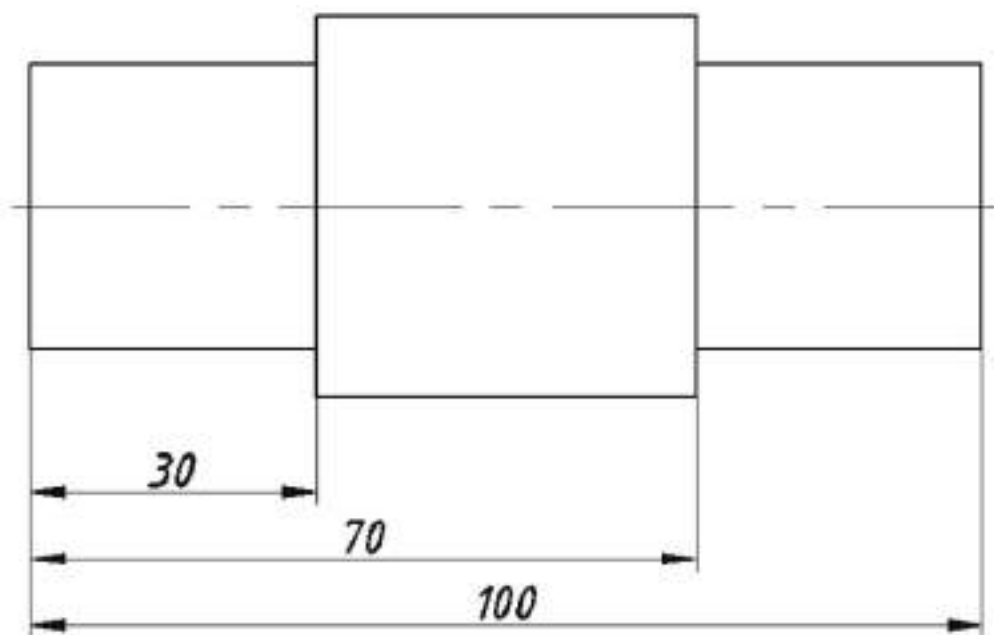


Рисунок 9.20 – Пример нанесения размеров исходящих от общей базы

Нанесение размеров при помощи данной функции осуществляется по следующему алгоритму: активировав функцию «Базовый» пользователю предлагается выбрать исходный размер, в качестве которого может быть использован линейный, параллельный и угловой размеры, после чего указать крайние точки следующих размеров. Каждый следующий размер будет располагаться на расстоянии, настроенном ранее, и равном в данном конкретном случае 7 мм. В случае неверного определения базовой поверхности программой, необходимо выбрать из имеющихся вариантов выполнения команды вариант «Выбор» и указать противоположную выносную линию размера, пример изменения показан на рисунке 9.21. Также возможен случай, при котором пользователь может нанести данную категорию размеров, не используя команду «Базовый», из-за чего между параллельными (концентричными) размерами будет различное расстояние. Устранение рассмотренной ошибки возможно при помощи команды «Смещение размеров», которая после ее активации расположит все размеры относительно исходного на равное расстояние. Расстояние смещения, используемое по умолчанию, задается размерным стилем, но может и отличаться от такового.



Рисунок 9.21 – Изменение базовой поверхности

Выполнение данной функции осуществляется по следующему алгоритму. После активации команды пользователю необходимо выбрать исходный (базовый) размер и указать зависимые размеры, затем программа запросит расстояние смещения, которое может быть равно параметру «Авто», настроенному ранее или же введено с клавиатуры, (рисунок 9.22). В случае нулевого смещения размеров относительно друг друга функция работать не будет.

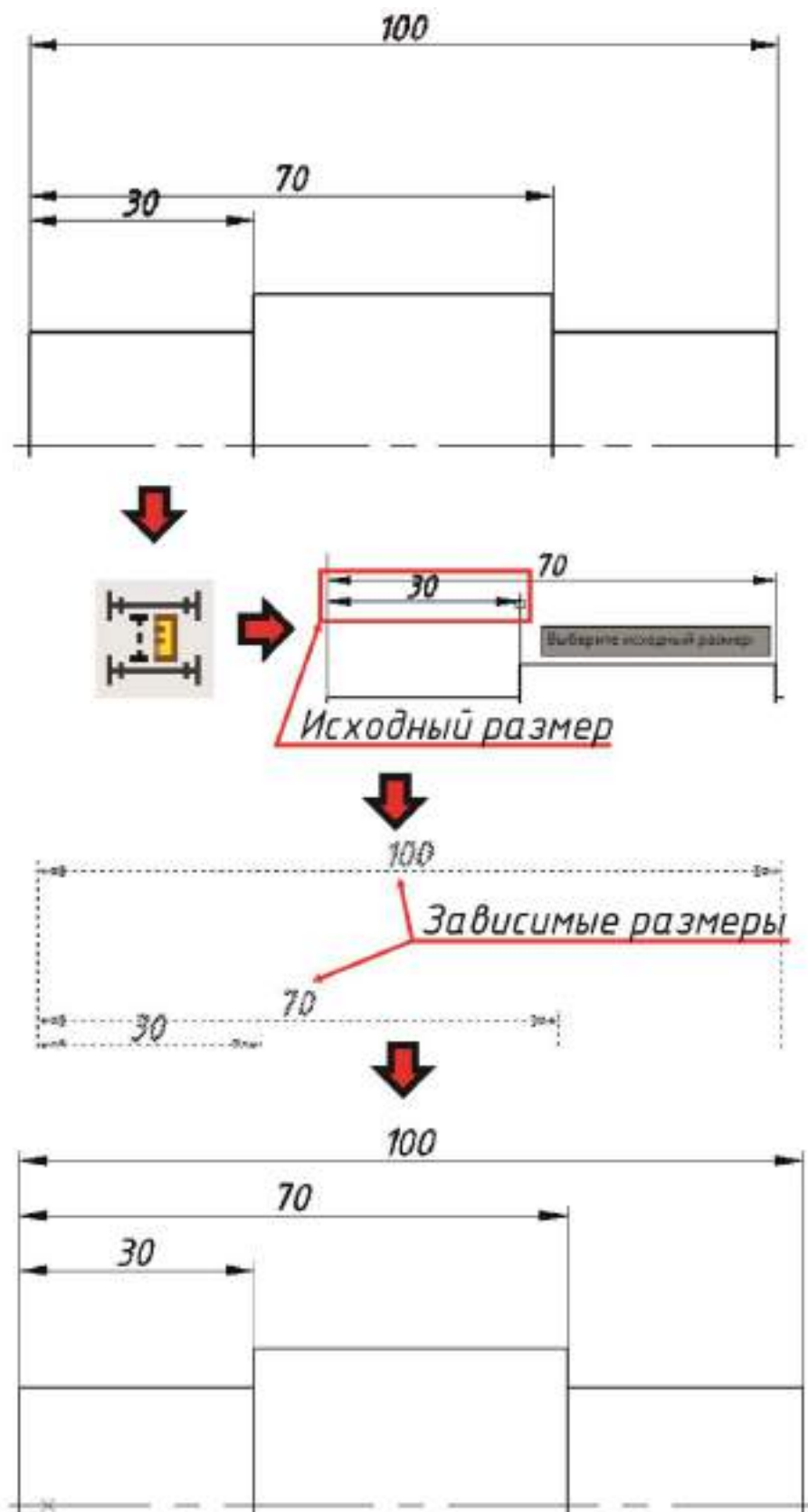


Рисунок 9.22 – Смещение размеров

Помимо нанесения размеров от базовых поверхностей в машиностроении распространено нанесение размеров цепочкой (рисунок 9.23), для чего в систе-

ме AutoCAD существует функция «Цепь», выполнение которой полностью аналогично выполнению функции «Базовый».

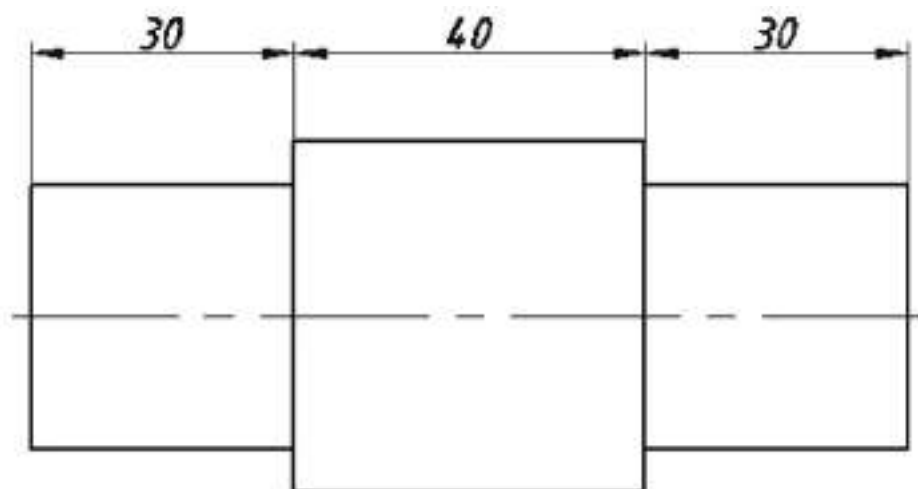


Рисунок 9.23 – Нанесение размеров цепочкой

Нанесение текста рядом с размерными числами, например, указания количества одинаковых отверстий или угла фаски, производится двойным нажатием левой кнопки мыши на размерном числе, после чего открывается текстовый редактор. Параметры настройки текста в текстовом редакторе такие же, как при редактировании многострочного текста. Пример дополнения размерных чисел показан на рисунке 9.24.

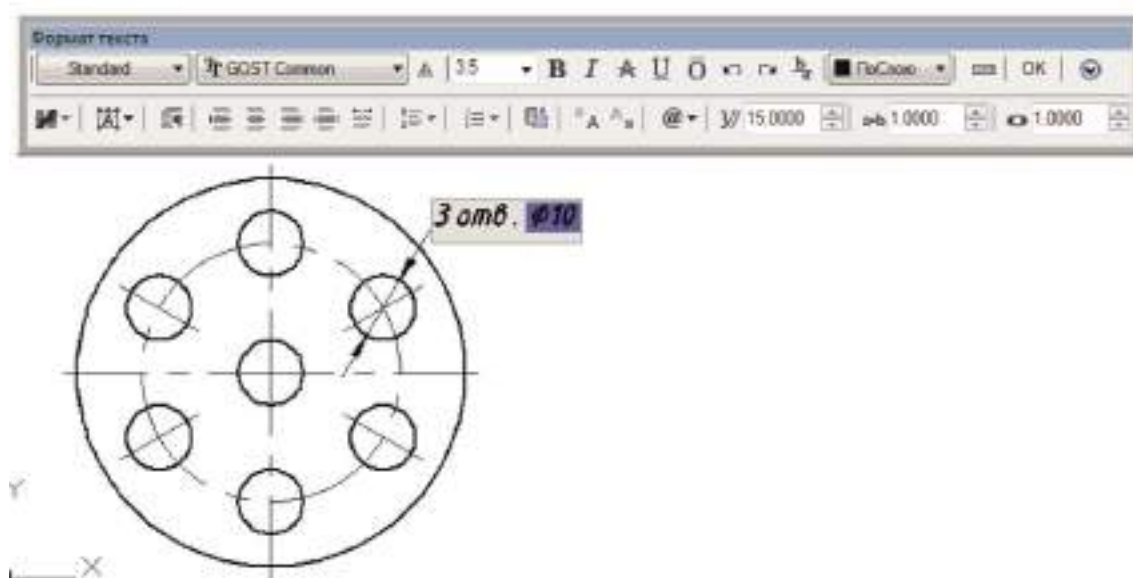


Рисунок 9.24 – Дополнение текста размерного числа

## ЗАДАНИЯ



1. Произвести анализ выданного преподавателем задания.
2. Выполнить создание чертежа.
3. При чертежа использовать наиболее рациональные пути построения геометрии.
4. Произвести сравнительный анализ задания и его реализации в электронном чертеже.

## **СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА**

В качестве отчета по практическому занятию студент предоставляет электронные чертежи изделия либо электронные модели изделия, оформленные в соответствии с требованиями единой системы конструкторской документации или иными указаниями преподавателя.

## **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Дайте определение понятию чертеж.
2. Что относится к другим данным при выполнении чертежа.
3. Возможно ли изменение внешнего вида одной стрелки при помощи размерного стиля?
4. При помощи чего оптимально изменять внешний вид одной или нескольких стрелок?
5. Какими способами возможно изменение масштаба линейных размеров?
6. Какие размеры возможно нанести на чертеж, используя функцию «Линейный»?
7. На какое расстояние произойдет смещение размеров при использовании одноименной функции при условии выбора параметра «Авто»?
8. Возможно ли применение функции «Смещение размеров» к размерам, расположенным с нулевым смещением относительно друг друга?
9. Что происходит после двойного нажатия клавиши мыши на размерном числе?

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Головицына, М. В. Основы САПР : учебное пособие / М. В. Головицына. — 3-е изд. — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 268 с. — ISBN 978-5-4497-0921-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/102040.html> (дата обращения: 18.01.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

2. Косолапов, В. В. Компьютерная графика. Решение практических задач с применением САПР AutoCAD : учебно-методическое пособие / В. В. Косолапов, Е. В. Косолапова. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2019. — 117 с. — ISBN 978-5-4486-0794-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/85748.html> (дата обращения: 18.01.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

3. Феоктистова, А. А. Основы 2D- и 3D-моделирования в программе AutoCAD : учебное пособие / А. А. Феоктистова, О. Л. Стаселько. — Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2017. — 103 с. — ISBN 978-5-9961-1617-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/83707.html> (дата обращения: 18.01.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

## **10 Практическое занятие №10 ПОДГОТОВКА ДОКУМЕНТОВ К ПУБЛИКАЦИИ ДЛЯ ПЕЧАТИ ИЛИ ПЕРЕДАЧИ НА ОБОРУДОВАНИЯ С ЧИСЛОВЫМ ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ**

**Цель работы:** изучение методов преобразования чертежей в различные форматы, а также механизмов передачи чертежей со всеми вспомогательными файлами.

### **Формируемые компетенции:**

ОПК-6: Способен использовать современные информационные технологии, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности.

ОПК-10: Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы пригодные для практического применения

**Актуальность темы:** обусловлена необходимостью изучения методов ко-операции при работе над проектами. Знания, полученные в рамках лабораторной работы, будут необходимы на протяжении всей профессиональной деятельности.

### **ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

После завершения всех необходимых построений специалистам часто требуется распечатать чертеж в Autocad. Вывод документа на печать пользователь может выполнить различными способами. В зависимости от поставленных задач можно поставить единичную печать или наоборот, пакетную. В другом случае печать чертежей осуществляется через "публикацию". Это позволяет распечатывать одновременно несколько листов из

различных файлов. Далее будет рассмотрено, как осуществить печать чертежей из autocad оперативно и грамотно.

Необходимость использования шрифтов, не входящих в стандартный набор программы, или же использование внешних ссылок в чертежах, имеет и свои негативные стороны, а именно - при переносе чертежа с одного компьютера на другой необходимо переносить и все файлы внешних ссылок или шрифтов. В противном случае настройки чертежа и вставленные ссылки не будут адекватно отображены.

Особо остро данная проблема проявляется при распечатке чертежей, потому что, как правило, работа над чертежами ведется на одном компьютере, а печатать достаточно часто приходится выполнять на другом. В связи с этим перед пользователем возникает задача поиска всех необходимых шрифтов или же внешних ссылок, что в некоторых случаях крайне затруднительно.

В системе автоматизированного проектирования AutoCAD существует возможность создания комплектов файлов на основе чертежа, то есть в данный комплект программа автоматически соберет все те файлы, на которые ссылается чертеж, будь то внешние ссылки в виде документов, изображений, или же шрифты.

Для выполнения данного действия пользователю необходимо открыть вкладку «Публикация» меню приложения и выбрать пункт «Сформировать комплект», в результате чего открывается окно «Формирование комплекта файлов», показанное на рисунке 10.1.

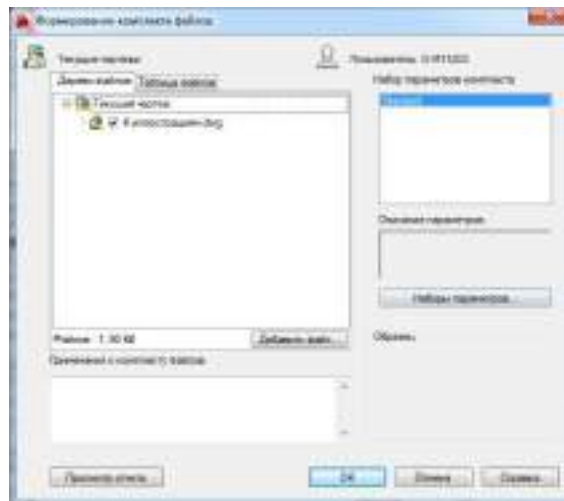


Рисунок 10.1 – Формирование комплекта файлов

Данное окно позволяет пользователю просматривать файлы, входящие в формируемый комплект, а также настраивать способ формирования и необходимые вхождения. Для настройки необходимо нажать кнопку «Выбрать параметры», после чего перед пользователем откроется окно наборов параметров комплекта, которое по аналогии с текстовыми и размерными стилями позволяет создавать различные наборы, а при выборе пункта «Редактировать» позволяет перейти непосредственно к настройке, окно которой показано на рисунке 10.2.

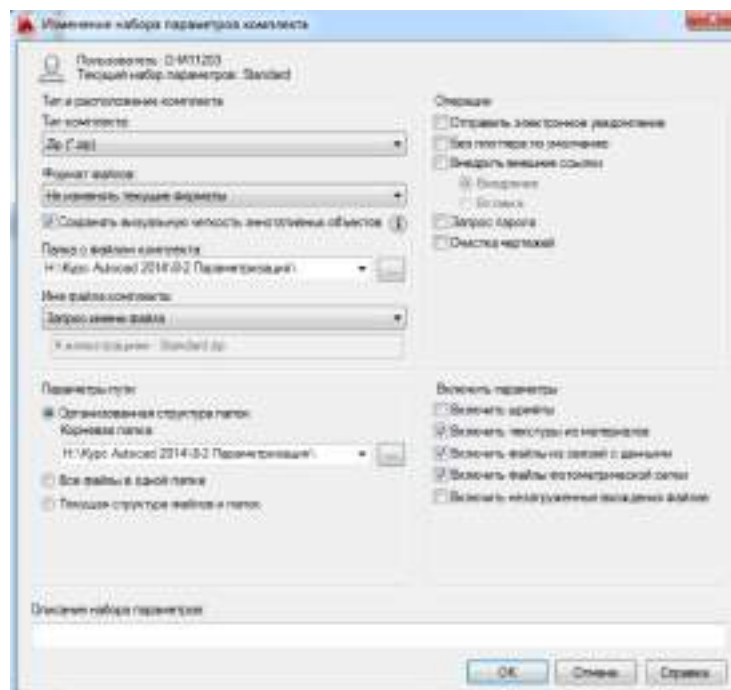


Рисунок 10.2 – Изменение набора параметров

Представленное на рисунке 10.2 окно позволяет производить следующие настройки:

- Тип комплекта, который может формироваться в виде папки с файлами, самораспаковывающегося EXE-файла, архивного файла (для операционных систем Windows 7 и 8 подходит только папка с файлами);
- Расположение комплекта файлов (за предварительное расположение принимается путь к чертежу);
- Параметры вхождения объектов в комплект (шрифты, внешние ссылки).

Результатом формирования комплекта файлов является чертеж, корректно отображаемый на любом компьютере.

Чтобы преобразовать чертежи, сохранённые в форматах AutoCAD, в pdf - файлы, необходимо открыть последовательно каждый чертёж в программе AutoCAD и произвести с ним следующие действия:

В Автокаде жмём "Печать". В открывшемся окне выбираем Принтер/плоттер Имя: DWG To PDF.pc3 (Рисунок 10.3).

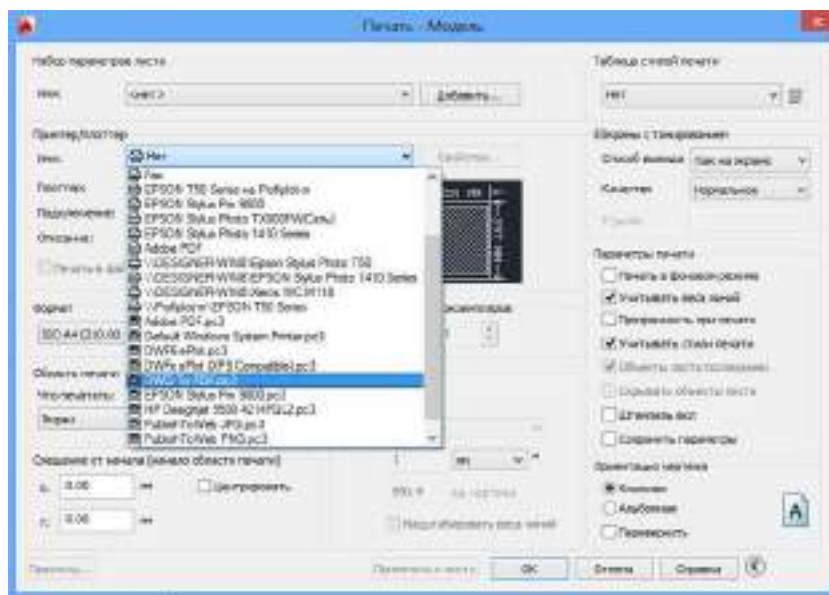


Рисунок 10.3 – Диалоговое окно «Печать»

«Свойства». Далее выбираем и нажимаем "Дополнительные свойства" (Рисунок 10.4).

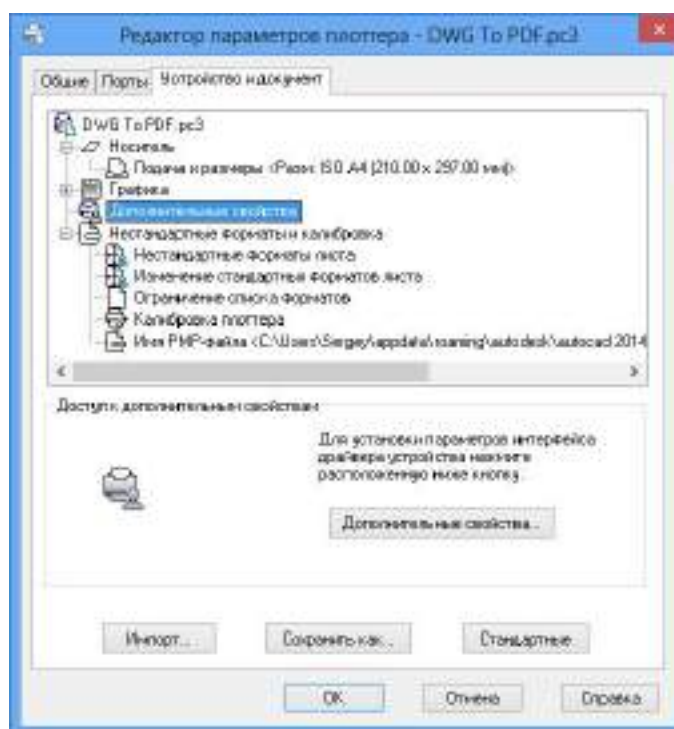


Рисунок 10.4 – Настройка устройства вывода

Там где «Шрифты» ставим точку "Включить все" и потом галочку "В виде линий" (это для того, чтобы потом все шрифты читались независимо от их наличия в компьютере) (Рисунок 10.5).

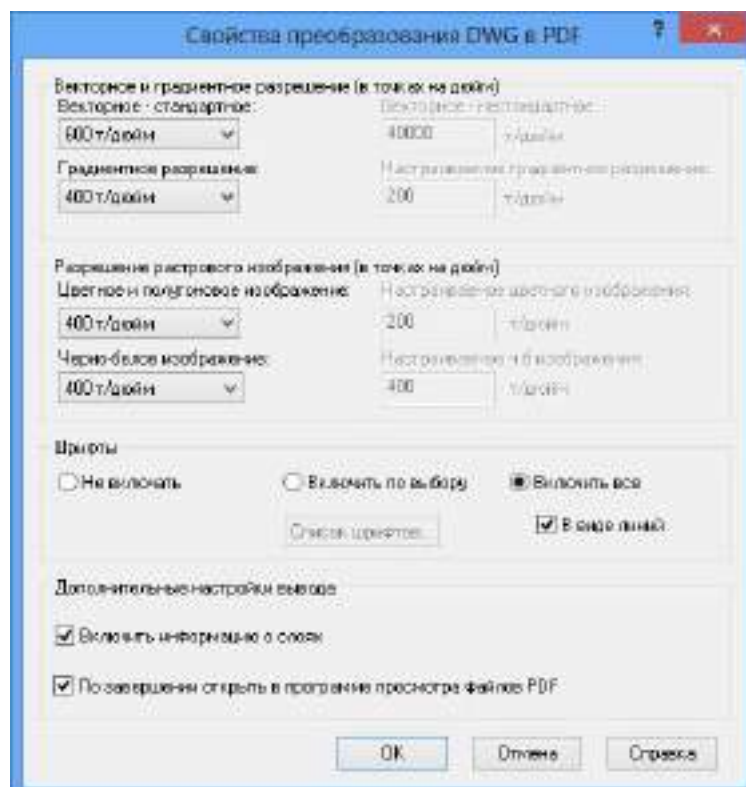


Рисунок 10.5 – Свойства преобразования

Если размер чертежа стандартный (например: A0, A1, A2, A3, A4), то переходим к пункту 7, иначе выбираем Нестандартные форматы листа (Рисунок 10.6).

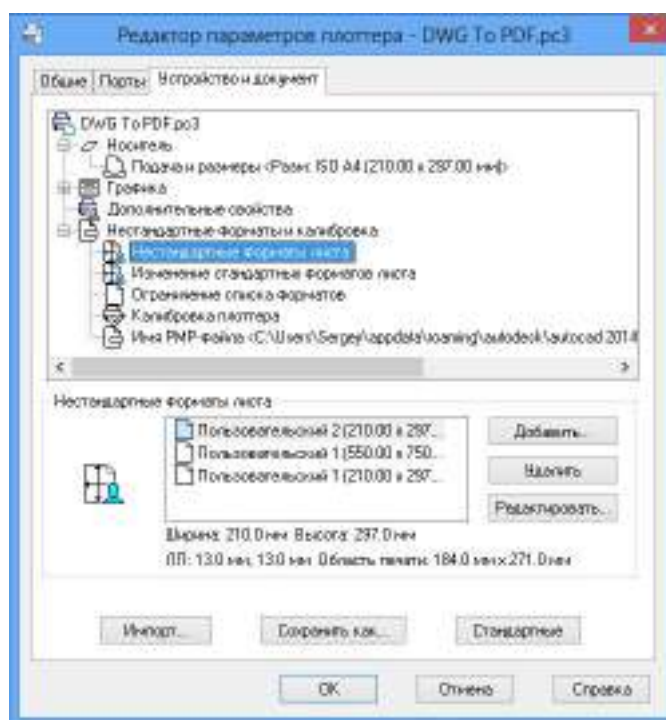


Рисунок 10.6 – Настройка нестандартного размера листа

Ставим точку "Сохранить изменения в следующем файле" (чтобы настройки сохранились для следующих чертежей, если это необходимо). Далее опять "OK" (Рисунок 10.7).

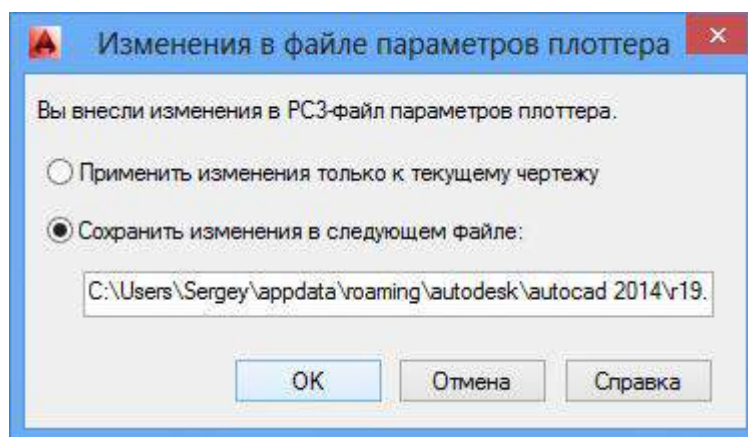


Рисунок 10.7 – Сохранение изменений



Выбираем размер листа из списка Формат: либо тот лист, что мы создали, либо другой нужный. В области печати "Что печатать" выбираем "Рамка" (Рисунок 10.8). Выбираем внешние границы чертежа.

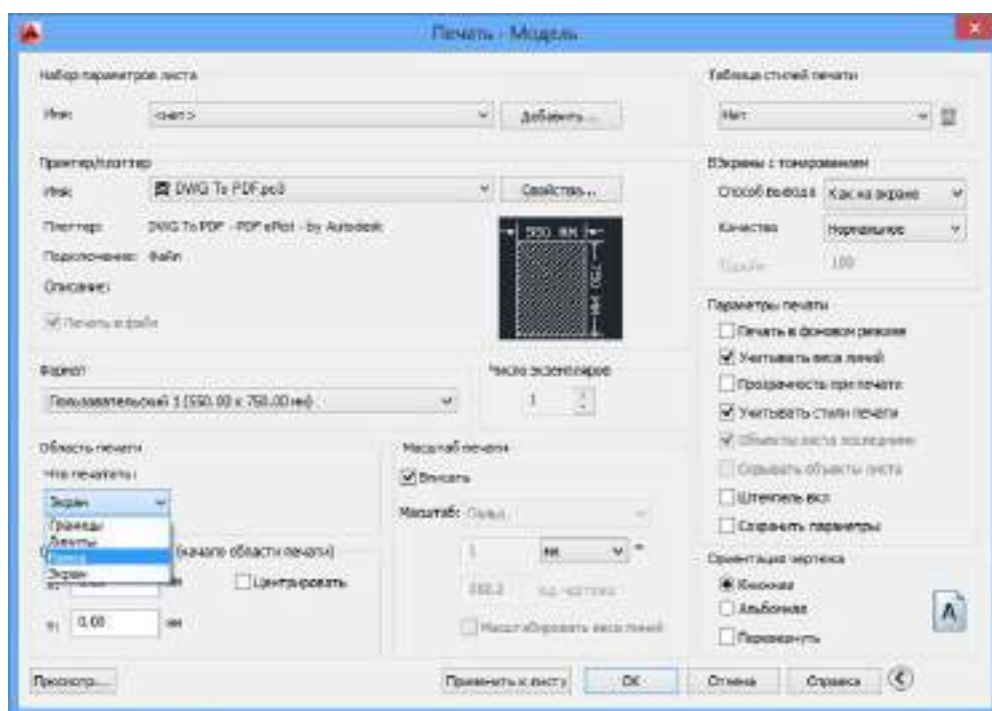


Рисунок 10.8 – Выбор области печати

Ставим галочку "Центрировать". Устанавливаем масштаб печати. В Таблице стилей печати выбираем "monochrome.ctb" (если чертёж должен получиться чёрно-белый) или «другое» (Рисунок 10.9).

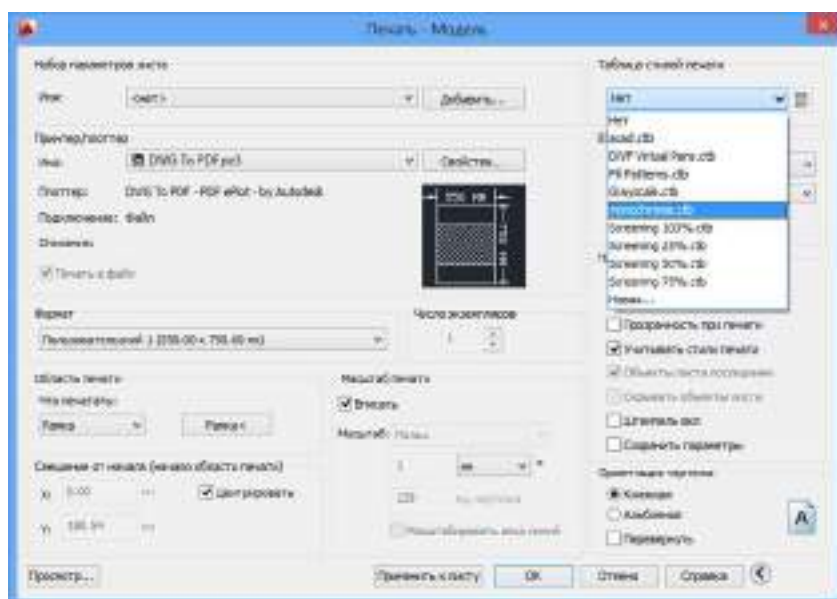


Рисунок 10.9 – Выбор стиля печати

Ставим галочки "Учитывать веса линий" и "Учитывать стили печати". При необходимости меняем ориентацию чертежа точкой "книжная" или "альбомная". "Применить к листу" (Рисунок 10.10). Жмём "Просмотр" и проверяем, что получилось.

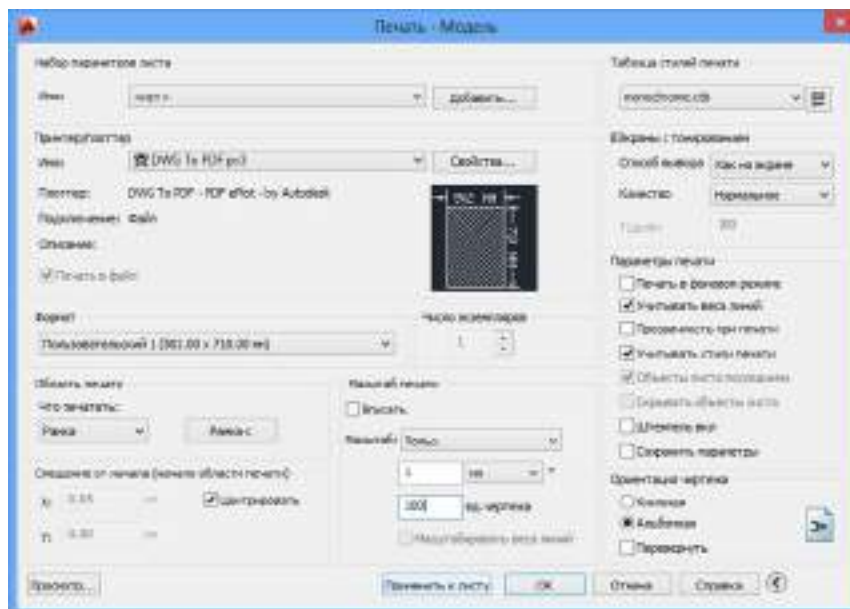


Рисунок 10.10 – Применение настроек

Если что-то не удовлетворяет, жмём "Крестик" (отмена), если всё в порядке - жмём на значок принтера "Печать". В открывшемся окне выбираем папку, пишем названия файла, далее жмём "Сохранить" (Рисунок 10.11).

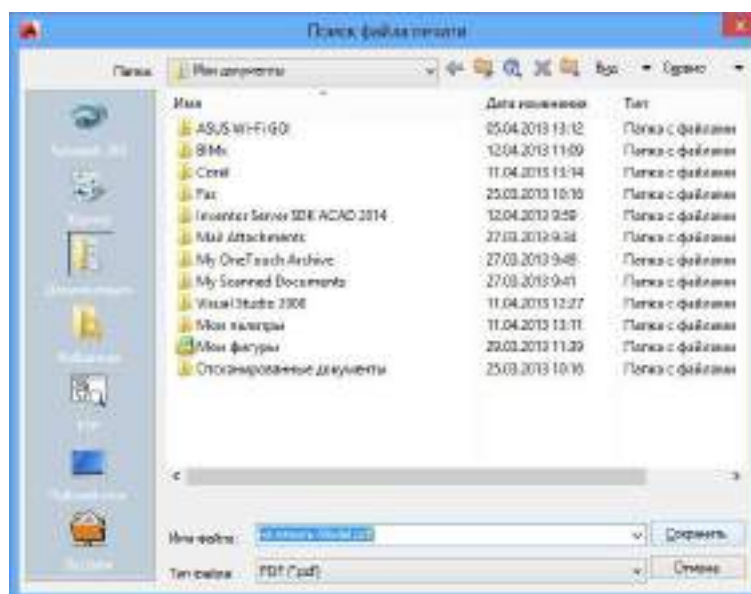


Рисунок 10.11 – Сохранение PDF файла

## **ЗАДАНИЯ**

1. Выполнить преобразование выполненных в рамках курса чертежей в PDF файлы

## **СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА**

В качестве отчета по практическому занятию студент предоставляет электронные чертежи изделия либо электронные модели изделия, оформленные в соответствии с требованиями единой системы конструкторской документации или иными указаниями преподавателя.

## **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Опишите алгоритм печати.
2. Опишите алгоритм формирования комплекта файлов для передачи.
3. Возможно ли формирование комплекта файлов без дополнительных шрифтов.
4. Какие форматы существуют для сохранения комплектов файлов?
5. Алгоритм определения нестандартных форматов листов.
6. Какие существуют способы задания области печати.

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Головицына, М. В. Основы САПР : учебное пособие / М. В. Головицына. — 3-е изд. — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 268 с. — ISBN 978-5-4497-0921-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/102040.html>
2. Косолапов, В. В. Компьютерная графика. Решение практических задач с применением САПР AutoCAD : учебно-методическое пособие / В. В. Косолапов, Е. В. Косолапова. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2019. — 117 с. — ISBN 978-5-4486-0794-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/85748.html>
3. Феоктистова, А. А. Основы 2D- и 3D-моделирования в программе AutoCAD : учебное пособие / А. А. Феоктистова, О. Л. Стаселько. — Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2017. — 103 с. — ISBN 978-5-9961-1617-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/83707.html>

## **11 Практическое занятие №11 БЛОКИ. БИБЛИОТЕКИ БЛОКОВ. ЦЕНТР УПРАВЛЕНИЯ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ ПАЛИТРЫ**

**Цель работы:** Изучение методов ускорения процесса проектирования и оформления конструкторско-технологической документации в среде Autodesk Autocad.

### **Формируемые компетенции:**

ОПК-6: Способен использовать современные информационные технологии, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности.

ОПК-10: Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы пригодные для практического применения

**Актуальность темы:** обусловлена необходимостью повышения производительности труда и снижения трудоемкости конструкторско-технологической подготовки. Знания, полученные в процессе выполнения лабораторной работы, будут необходимы на протяжении всей профессиональной деятельности.

### **ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

При изучении системы AutoCAD ранее рассматривалась ситуация, при которой возникает необходимость использования ряда одинаковых объектов в различных местах чертежа, пример показан на рисунке 11.1, для разрешения которой пользователю предлагалось использовать операцию копирования.

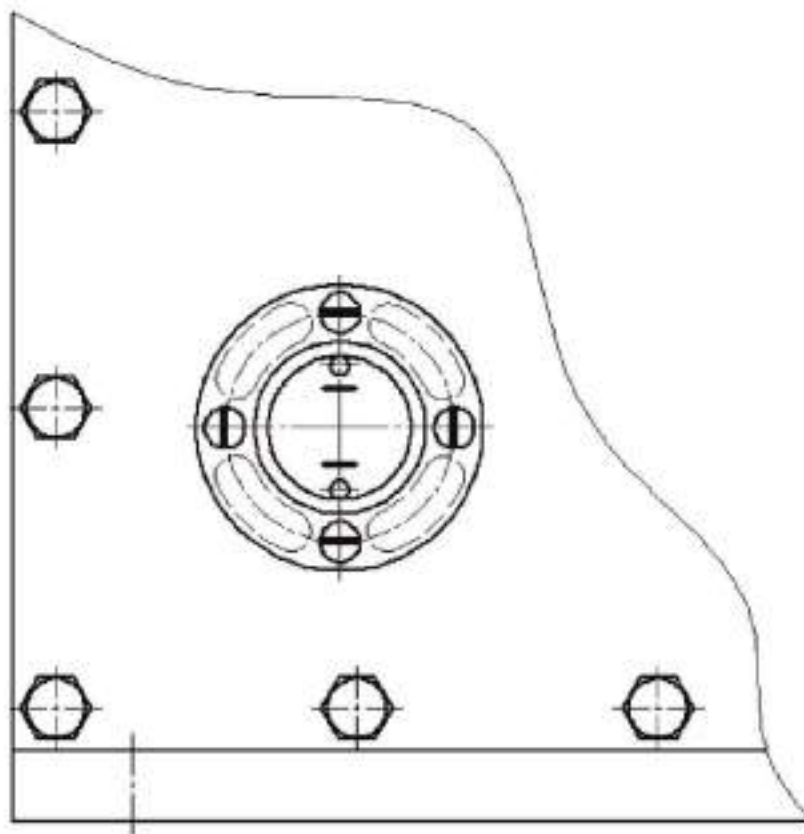


Рисунок 11.1 – Одинаковые объекты чертежа

В случае возникновения необходимости внесения изменений в повторяющиеся объекты пользователю придется создать новый объект, после чего удалив все устаревшие, опять повторить процедуру копирования. При этом существенно повысить скорость процесса проектирования такой подход неспособен.

Для ускорения процесса проектирования и уменьшения числа рутинных операций в системе автоматизированного проектирования AutoCAD существуют блоки.

Блоком называется совокупность связанных примитивов, обрабатываемых программой как единое целое.

В качестве блоков, состоящих из множества примитивов, могут выступать различные узлы и агрегаты в машиностроении, а также элементы оформления чертежа, такие как основная надпись, обозначения шероховатостей, разрезов и сечений.

Создание блока осуществляется при помощи команды «Создать блок», расположенной в панели инструментов «Рисование», после активации которой перед пользователем появляется диалоговое окно «Определение блока», показанное на рисунке 11.2.

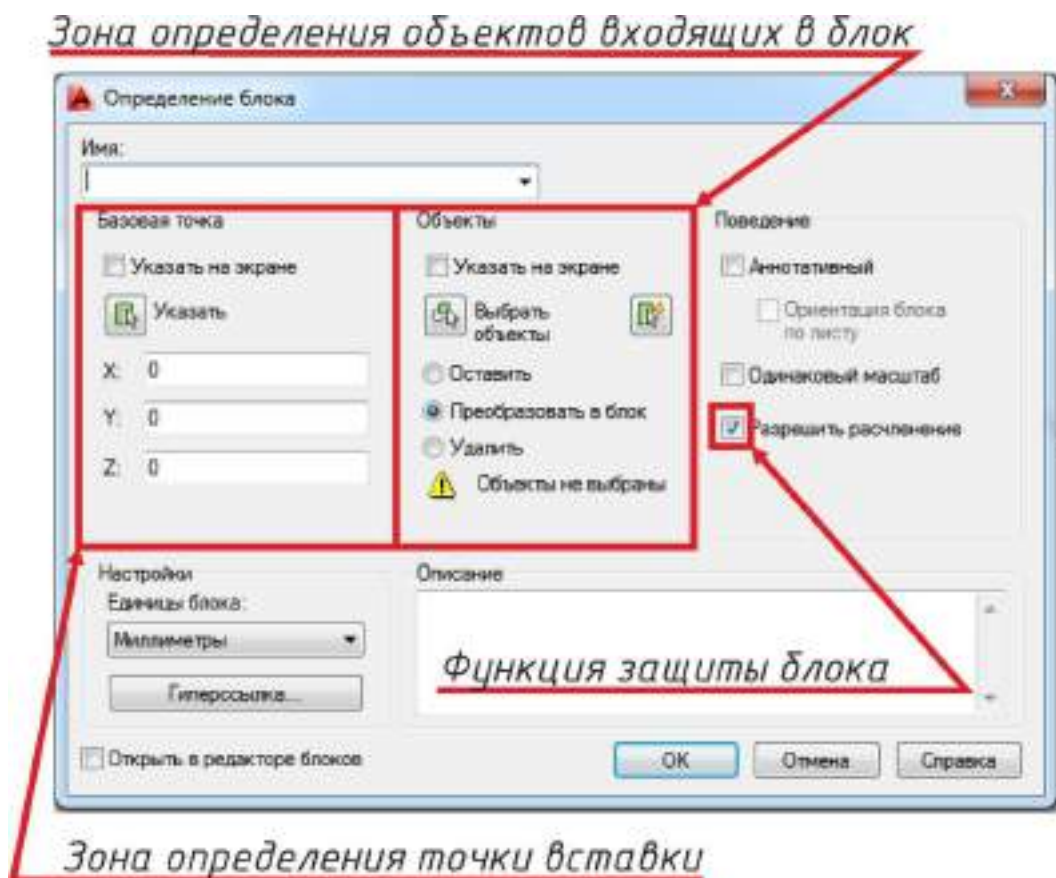


Рисунок 11.2 – Диалоговое окно «Определение блока»

В открывшемся диалоговом окне пользователю предлагается выполнить ряд действий, направленных на полное описание блока. Так, первоначально пользователю необходимо ввести имя блока, после чего задать базовую точку (точку вставки блока) и объекты, составляющие блок, а также параметры его помещения на чертеж.

Базовая точка может быть указана тремя способами: указанием на чертеже после закрытия диалогового окна; указанием на чертеже до закрытия диалогового окна; и указанием точных координат. В том случае, если пользователем базовая точка не указана в явном виде, за нее принимается точка с координатами 0,0, что в большинстве случаев крайне неудобно.

Объекты, составляющие блок, также могут выбираться несколькими способами: указанием объектов непосредственно на чертеже как до, так и после закрытия диалогового окна, использованием функции «Быстрый выбор», рассмотренной ранее, а также еще одним не явным способом, аналогичным способам редактирования объектов. Как и при редактировании объектов при создании блока примитивы могут быть выбраны до активации команды, одним из известных способов. Это в большинстве случаев позволяет сократить время создания блока.

Помимо выбора объектов, функциональная зона «Объекты» позволяет настраивать действие относительно объектов, на основе которых и происходит создание блока, а именно три варианта действия: оставить в исходном состоянии; преобразовать в блок; удалить с чертежа после создания блока.

Еще одной важной деталью при создании блока является возможность его защиты от редактирования, для чего необходимо отключить пункт «Разрешить расчленение». В результате данного действия сторонние пользователи, использующие созданный блок, не смогут разбить его на примитивы.

Вставка уже созданного блока в чертеж производится при помощи команды «Вставить блок», расположенной на панели инструментов «Рисование», вызов которой открывает перед пользователем диалоговое окно «Вставка блока», показанное на рисунке 11.3.

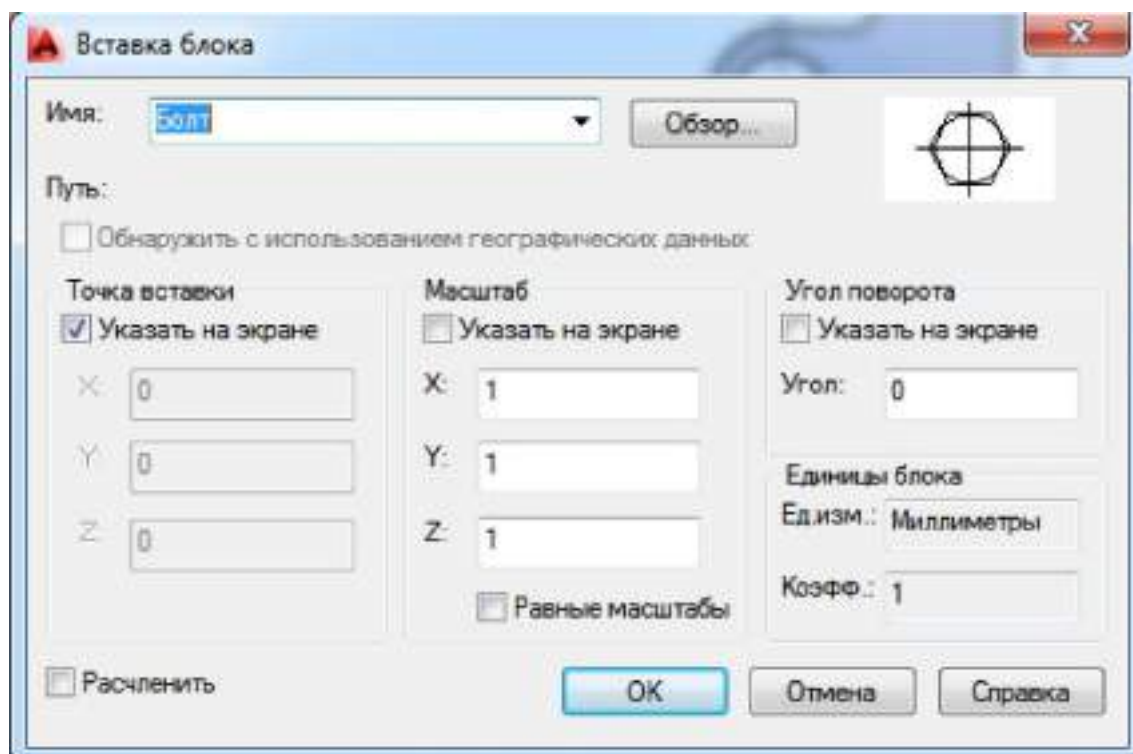


Рисунок 11.3 – Диалоговое окно «Вставка блока»

Анализируя диалоговое окно, представленное на рисунке 11.3, можно заметить, что выбор вставляемого блока осуществляется при помощи выпадающего списка или же из ранее созданного файла, имеется возможность выбора точки вставки, масштаба и угла поворота блока. В выпадающем списке содержаться только те имена блоков, которые входят в чертеж или же созданы в нем.

При этом создание блока и его последующая вставка не позволяют на данном этапе существенно сократить время проектирования, так как необходимо произвести расстановку блоков в необходимых местах, выполнить данное действие в максимально короткие сроки и при этом позволяет их копирование. Потенциал блоков, как элемента, позволяющего существенно ускорить процесс проектирования, в полной мере проявляется при необходимости внесения изменений, в связи с тем, что изменение геометрии блока влечет за собой изменение геометрии всех одноименных вхождений этого же блока. Пример чего показан на рисунке 6.4.



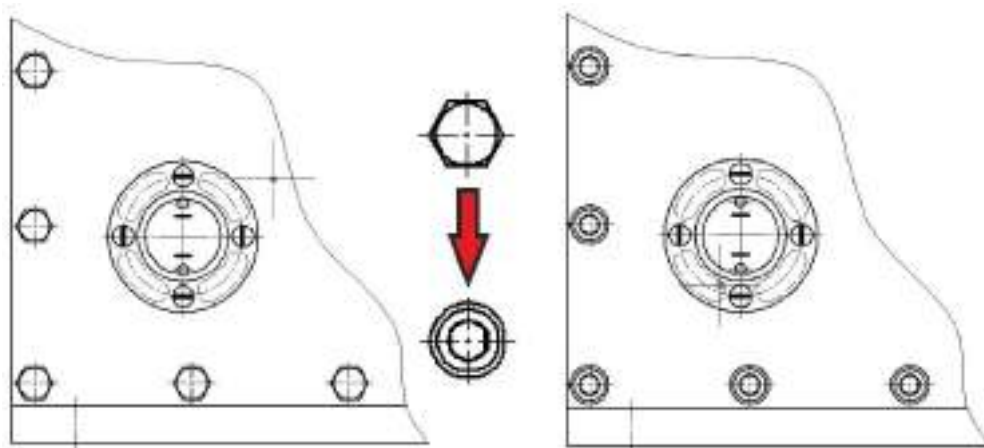


Рисунок 6.11.4 – Изменение блока

Редактирование блока возможно двумя способами: изменением уже существующего; созданием нового блока с таким же именем. И если второй способ рассмотрен выше, то редактирование блока производится в редакторе блоков, который активируется двойным нажатием левой кнопки мыши на любом блоке, после чего следует выбор необходимого блока из появившегося окна, показанного на рисунке 11.5.

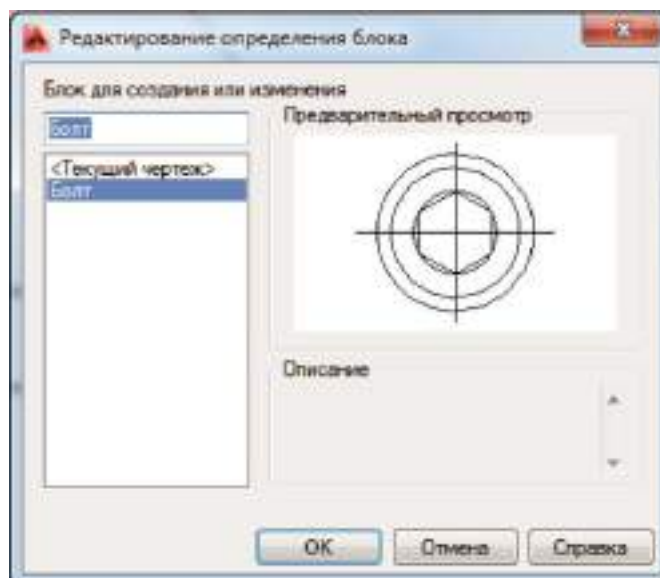


Рисунок 11.5 – Открытие редактора блоков

За выбором блока перед пользователем открывается «Редактор блоков», о чем свидетельствует изменение фона рабочей области, появление дополнительной одноименной плавающей панели инструментов и инструментальной палитры «Палитра вариаций блока», пример чего показан на рисунке 11.6.

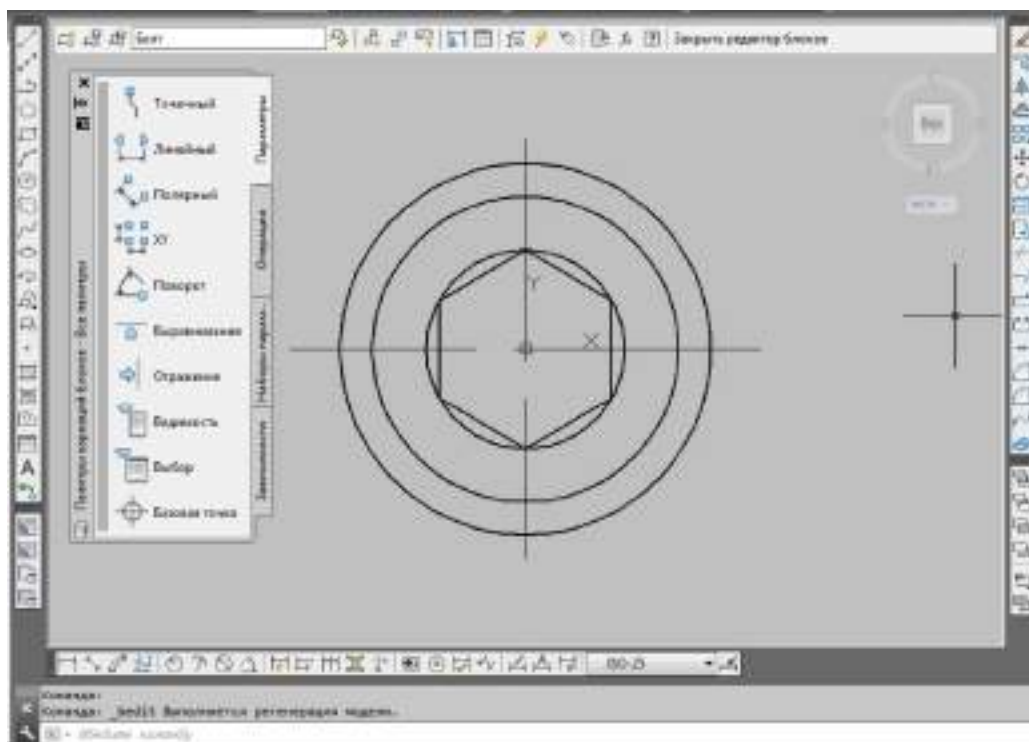


Рисунок 11.6 – «Редактор блока»

Редактор блоков позволяет выполнять тонкую настройку созданных блоков с использованием различных параметров, операций и атрибутов, что в дальнейшем будет рассматриваться более подробно. На данном же этапе освоения программы пользователь может изменять лишь геометрию блока, используя при этом стандартные функции панелей инструментов «Рисование» и «Редактирование».

Созданные пользователем блоки могут использоваться как в рамках одного чертежа (внутренние блоки), так и в рамках нескольких чертежей (внешние блоки), для чего создаются библиотеки блоков.

Библиотекой компонентов называется чертеж, хранящий некоторое количество определений блоков. Пользователь может использовать библиотеки, поставляемые совместно с AutoCAD, разработанные сторонними организациями и лицами, а также создавать свои собственные.

Файлы библиотек компонентов кроме своего функционального назначения ничем не отличаются от файлов обычных чертежей. Создание пользовательской библиотеки компонентов не отличается от создания чертежа, то есть поз-

воляет пользователю применять весь доступный функционал программы. Примером библиотеки компонентов может служить чертеж, содержащий блоки шестигранных гаек, построенных в соответствии с ГОСТ 15521-70.

Вставка внешних блоков, сохраненных в отдельных файлах, существенно отличается от вставки блоков внутренних. Для вставки внешних блоков необходимо использовать «Центр управления».

Центр управления позволяет выполнять поиск и предварительный просмотр чертежей, используется также для вставки различных элементов, в том числе блоков и внешних ссылок, в текущий чертеж.

Открытие центра управления осуществляется при помощи панели инструментов «Стандартная» и расположенной на ней пиктограммы «Центр управления», в результате активации которой перед пользователем открывается окно, представленное на рисунке 11.7. Представленное окно по своей структуре и функционалу очень похоже на обычное окно проводника операционной системы, с той разницей, что папки в операционной системе могут содержать различные файлы и хранить там различные типы данных, в то время, как чертеж обладает определенным набором разделов с четко разделенными типами данных. Например, в каждом файле чертежа будет раздел «Блоки» или же «Размерные стили».

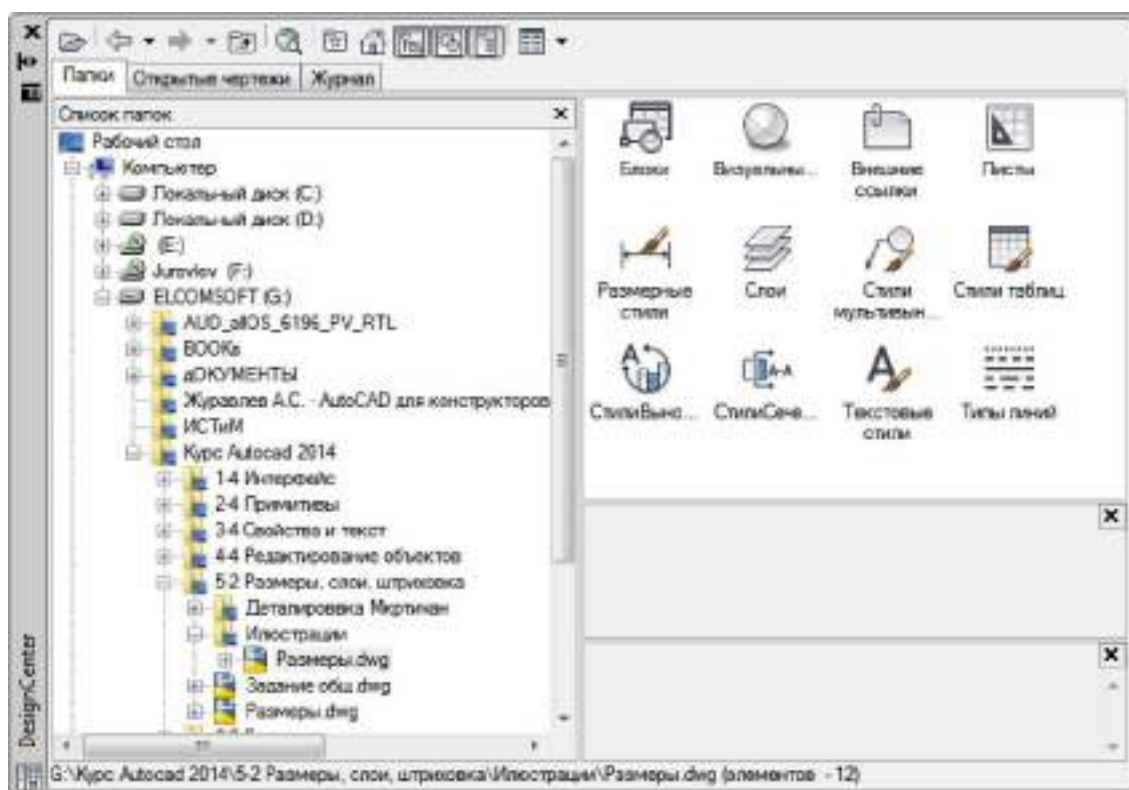


Рисунок 11.7 – Центр управления

Для просмотра содержимого каждого раздела, по аналогии с проводником операционной системы, необходимо выполнить двойное нажатие левой кнопки мыши. А для добавления выбранного элемента в текущий чертеж, необходимо нажать на нем правой кнопкой мыши, после чего выбрать пункт «Вставить» или «Добавить» в зависимости от элемента, пример чего показан на рисунке 11.8.

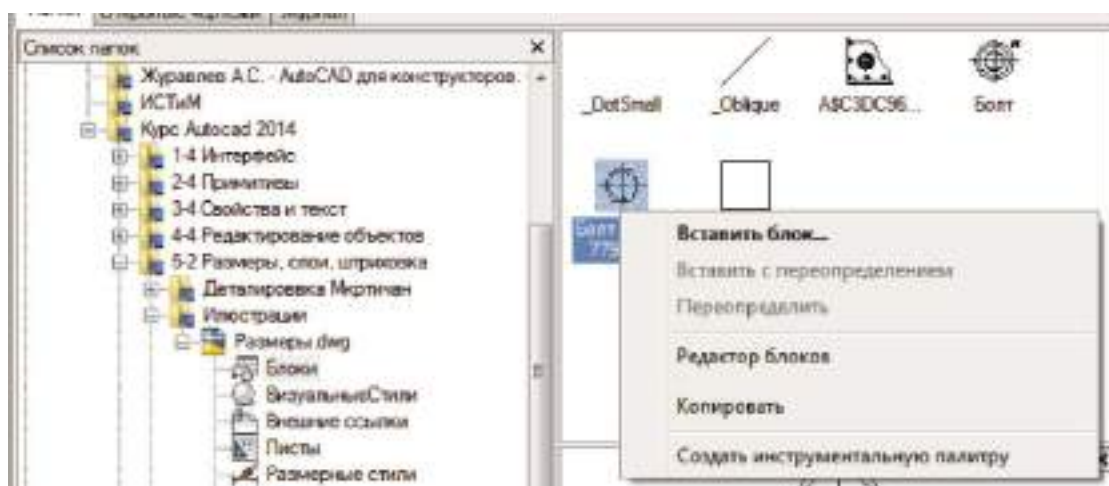


Рисунок 11.8 – Добавление блока в чертеж

Необходимо заметить, что при изменении исходного файла внешнего блока не происходит немедленных изменений в файлах, в которые он вставлен, и для их обновления необходимо произвести повторную операцию вставки. При этом центр управления позволяет не только добавлять блоки в чертеж, но и создавать пользовательские инструментальные палитры, содержащие элементы, сгруппированные по усмотрению пользователя.

Инструментальные палитры представляют собой окно с различными вкладками, позволяющими наиболее эффективно организовывать инструменты проектирования от блоков до штриховок.

Открытие окна инструментальных палитр осуществляется при помощи одноименной команды, пиктограмма которой располагается в панели инструментов «Стандартная», а внешний вид показан на рисунке 11.9.



Рисунок 11.9 – Окно инструментальных палитр



2. Создать инструментальную палитру «Форматы», содержащую все элементы библиотеки, созданной ранее.

3. Создать библиотеки компонентов с выданным преподавателем заданием.

### **СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА**

В качестве отчета по практическому занятию студент предоставляет электронные чертежи изделия либо электронные модели изделия, оформленные в соответствии с требованиями единой системы конструкторской документации или иными указаниями преподавателя.

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Дайте определение понятию блок.
2. Для каких целей в системах автоматизированного проектирования используются блоки?
3. Перечислите способы указания базовой точки при создании блока.
4. Перечислите способы выделения объектов при создании блока.
5. В чем заключается отличие между файлом чертежа и библиотеки?
6. В чем заключается разница между внутренними и внешними блоками?
7. Какие действия позволяет выполнять центр управления?
8. В чем разница между изменением внешних и внутренних блоков?
9. Инструментальные палитры служат ...
10. В чем разница между созданием инструментальной панели с помощью центра управления и без него?

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Головицына, М. В. Основы САПР : учебное пособие / М. В. Головицына. — 3-е изд. — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 268 с. — ISBN 978-5-4497-0921-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт].

— URL: <http://www.iprbookshop.ru/102040.html> (дата обращения: 18.01.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

2. Косолапов, В. В. Компьютерная графика. Решение практических задач с применением САПР AutoCAD : учебно-методическое пособие / В. В. Косолапов, Е. В. Косолапова. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2019. — 117 с. — ISBN 978-5-4486-0794-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/85748.html> (дата обращения: 18.01.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

3. Феоктистова, А. А. Основы 2D- и 3D-моделирования в программе AutoCAD : учебное пособие / А. А. Феоктистова, О. Л. Стаселько. — Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2017. — 103 с. — ISBN 978-5-9961-1617-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/83707.html> (дата обращения: 18.01.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей



## 12 Практическое занятие №12 *АТТРИБУТЫ. АЛГОРИТМ СОЗДАНИЯ И НАСТРОЙКИ.*

**Цель работы:** Изучение методов ускорения процесса проектирования и оформления конструкторско-технологической документации в среде Autodesk Autocad.

### **Формируемые компетенции:**

ОПК-6: Способен использовать современные информационные технологии, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности.

ОПК-10: Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы пригодные для практического применения

**Актуальность темы:** обусловлена необходимостью повышения производительности труда и снижения трудоемкости конструкторско-технологической подготовки. Знания, полученные в процессе выполнения лабораторной работы, будут необходимы на протяжении всей профессиональной деятельности.

### **ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

Атрибутом блока называют текстовую информацию, которая может изменяться при вставке блока в рисунок. С её помощью можно выполнять надписи к блокам, ее можно выводить в отдельный файл для использования в электронных таблицах, базах данных или как исходный материал для создания различного рода спецификаций.

Для возможности использовать атрибуты блока (*block attribute*) необходимо вначале специальной командой создать их описание. Описанием атрибута

является текстовый объект, описывающий характеристики и свойства атрибута и имеющий название - Имя атрибута (*Tag*).

После создания описания атрибута его надо включить в определение блока в качестве одного из объектов, входящих в блок. После этого при каждой вставке блока в рисунок AutoCAD будет запрашиваться значения атрибута — таким образом, для каждого вхождения блока можно определять другое значение атрибута, т. е. вводить новый текст. При этом значение атрибута располагается в том месте, где в исходном рисунке было расположено Имя атрибута (*Tag*).

Большинство команд редактирования объектов воспринимает атрибуты блока и блок как один объект. Например, при перемещении или копировании блока вместе с ним перемещаются или копируются его атрибуты так, как будто бы они являются обычным текстом, включенным в определение блока. Однако имеются специальные команды, которые позволяют редактировать атрибуты отдельно от блока как самостоятельный текст.

С блоком можно связывать несколько атрибутов. Только необходимо, чтобы они имели разные имена. При вставке блоков с несколькими атрибутами значение каждого из них запрашивается в отдельности. Есть возможность создавать постоянные атрибуты, которые имеют неизменные значения во всех вхождениях блока и не запрашиваются при его вставке.

Атрибуты могут быть невидимыми на экране — так называемые скрытые атрибуты. Однако, так как они хранятся в базе рисунка, то их можно, как и видимые, извлекать из рисунка и выводить в отдельный файл для использования другими приложениями.

При вставке блока с атрибутами их значения можно вводить в командной строке (что не всегда удобно), или в специальном диалоговом окне Ввод атрибутов (*Enter Attributes*), выводом которого управляет системная переменная *att-dia*.

При создании описания атрибутов задаются параметры формирования текста, который будет запрашиваться при вставке блока с атрибутами в рисунок, и место расположения этого текста относительно элементов блока.

Хотя созданию описания атрибутов не обязательно должно предшествовать создание графических объектов блока, для которых описываются атрибуты, лучше все же вначале создать эти объекты, а затем переходить к созданию описания атрибутов. В таком случае легче и проще правильно расположить описания атрибутов относительно графических элементов блока. При необходимости создать атрибуты к существующему блоку вначале его лучше расчленить, хотя это требование и необязательное.

Для создания описания атрибутов используется команда Атопр (*attdef*), которая вызывается одним из следующих способов:

- меню: Рисование => Блок=> Задание атрибутов (Draw => Block=>Define Attributes)
- командная строка: Атопр (*attdef*).

После вызова команды AutoCAD откроет диалоговое окно Описание атрибута (*Attribute Definition*), показанное на рисунке 11.11, в котором определяется его имя, подсказка и начальное значение, режимы вставки и отображения атрибута, а также параметры, которыми будет выводиться текст, и точка его вставки.

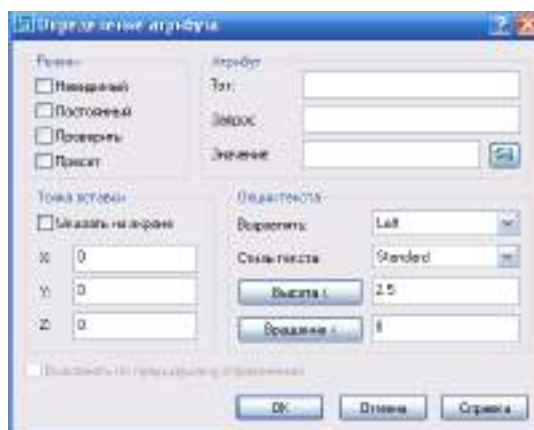


Рисунок 11.11 – Окно «Определение атрибута»

Рассмотрим назначение основных полей управления и опций окна Описание атрибута (*Attribute Definition*).

В зоне Режим (*Mode*) расположены переключатели выбора одного из четырех необязательных режимов отображения атрибутов: Скрытый (*Invisible*), Постоянный (*Constant*) Контролируемый (*Verify*) и Установленный (*Preset*).

Опция Скрытый (*Invisible*) устанавливает режим, при котором значение атрибута блока, вставленного в рисунок, не должно отображаться на экране.

Опция Постоянный (*Constant*) задает режим ввода фиксированных значений атрибута для всех вхождений блока. Это значит, что значение постоянного атрибута не будет запрашиваться при вставке блока, а будет выводиться значение по умолчанию, то есть то, которое определено при описании атрибута.

Выбор опции Контролируемый (*Verify*) устанавливает режим, когда AutoCAD проверяет значение вводимого атрибута и сравнивает его со значением, принятым по умолчанию. Если эти значения не совпадают, он выдает предупреждение Проверьте значения атрибутов (*Verify attribute values*). Пользователь может ввести как новое значение, так и значение по умолчанию. Данный режим обрабатывается только при задании значений атрибутов в командной строке.

При выборе режима Установленный (*Preset*) AutoCAD в процессе вставки блока автоматически присваивает атрибуту значение по умолчанию. Однако, если пользователю необходимо изменить его, это можно выполнить после отрисовки блока командой редактирования атрибутов. Данный режим игнорируется при вводе значений атрибутов из диалогового окна, так как основное его назначение — уменьшить количество запросов при задании значений атрибутов, а при использовании диалоговыми окнами запросы не выводятся.

В зоне Атрибут (*Attribute*) задается Имя (*Tag*), Подсказка (*Prompt*) и Значение (*Value*) для атрибута. Каждое из полей этой зоны может содержать до 256 строчных либо прописных русских или английских символов.

В поле Имя (*Tag*) вводится имя атрибута, которое используется для идентификации каждого вхождения атрибута в рисунок. Поле Имя (*Tag*) должно быть обязательно определено, т. е. оно является обязательным для заполнения при описании определения атрибута в отличие от остальных двух необязательных полей, расположенных в зоне Атрибут (*Attribute*).

В поле Подсказка (*Prompt*) задается текст подсказки, которая выводится при вставке блока в командной строке либо в диалоговом окне. Если при описании атрибута оставить поле Подсказка (*Prompt*) пустым, то в качестве подсказки AutoCAD будет использовать данные из поля Имя (*Tag*). При выборе в зоне Режим (*Mode*) опции Постоянный (*Constant*) данное поле будет недоступным, так как для постоянных атрибутов подсказка не выводится.

Поле Значение (*Value*) предназначено для ввода значения атрибута, которой будет использоваться при вставке блока как значение по умолчанию.

Поля X, Y и Z, расположенные в зоне Точка вставки (*Insertion Point*), предназначены для ввода численных значений координат точки вставки атрибута, которые определяются в текущей системе координат. Точку вставки можно задать на экране, если установить флажок в поле Указать на экране (*Specify On-screen*), либо указать числовые значения координат X, Y и Z для вставки блока.

В зоне Параметры текста (*Text Options*) задаются выравнивание, текстовый стиль, высота и угол поворота текста атрибута.

В поле раскрывающегося списка Выравнивание (*Justification*) выбирается порядок выравнивания текста атрибута относительно точки, определенной в поле Точка вставки (*Insertion Point*). Т. е. параметром Точка вставки (*Insertion Point*) задается точка вставки атрибута в рисунок относительно блока, а параметр Выравнивание (*Justification*) устанавливает порядок выравнивания текста относительно этой точки.

В поле Текстовый стиль (*Text Style*) выбирается из текстовых стилей, имеющих в данном чертеже, один, которым будут отрисовываться символы атрибута.

В поле Высота (*Height*) указывается высота символов текста атрибута. При этом высоту можно определить двумя способами. Либо в текстовом поле ввести численное значение высоты символов в единицах измерения, принятых в рисунке, либо нажать кнопку Высота (*Height*) и после того, как AutoCAD временно закроет окно, указать две точки на экране, расстояние между которыми будет воспринято как высота символов. Если в определении текстового стиля указана конкретная высота символов либо выбрана опция выравнивания Вписать (*Justification*), поле ввода высоты текста будет недоступным.

Таким же образом, как высоту текста, можно определить угол поворота текста атрибута относительно оси X. Это значение также можно либо ввести в поле Поворот (*Rotation*), либо указать на экране после щелчка по кнопке Поворот (*Rotation*).

### **ЗАДАНИЯ**

1. Создать библиотеку блоков с необходимыми атрибутами, по выданному преподавателем заданию.
2. Создать инструментальную палитру, содержащую все элементы библиотеки, созданной ранее.

### **СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА**

В качестве отчета по практическому занятию студент предоставляет электронные чертежи изделия либо электронные модели изделия, оформленные в соответствии с требованиями единой системы конструкторской документации или иными указаниями преподавателя.

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Дайте определение понятию атрибут.
2. Для каких целей в системах автоматизированного проектирования используются атрибуты?

3. Перечислите свойства атрибутов.
4. В чем разница между однострочными и многострочными атрибутами?
5. Укажите примеры использования атрибутов?

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Головицына, М. В. Основы САПР : учебное пособие / М. В. Головицына. — 3-е изд. — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 268 с. — ISBN 978-5-4497-0921-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/102040.html> (дата обращения: 18.01.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

2. Косолапов, В. В. Компьютерная графика. Решение практических задач с применением САПР AutoCAD : учебно-методическое пособие / В. В. Косолапов, Е. В. Косолапова. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2019. — 117 с. — ISBN 978-5-4486-0794-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/85748.html> (дата обращения: 18.01.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

3. Феоктистова, А. А. Основы 2D- и 3D-моделирования в программе AutoCAD : учебное пособие / А. А. Феоктистова, О. Л. Стаселько. — Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2017. — 103 с. — ISBN 978-5-9961-1617-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/83707.html> (дата обращения: 18.01.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

## 13 Практическое занятие №13 ДИНАМИЧЕСКИЕ БЛОКИ. СОЗДАНИЕ, НАСТРОЙКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ.

**Цель работы:** изучение методики создания динамических блоков в среде Autodesk Autocad.

### **Формируемые компетенции:**

ОПК-6: Способен использовать современные информационные технологии, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности.

ОПК-10: Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы пригодные для практического применения

**Актуальность темы:** обусловлена необходимостью повышения производительности труда и снижения трудоемкости конструкторско-технологической подготовки. Знания, полученные в процессе выполнения лабораторной работы, будут необходимы на протяжении всей профессиональной деятельности.

### **ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

Блоки в системе автоматизированного проектирования AutoCAD могут содержать не только постоянную часть, но и переменную, то есть изменяемую геометрию или текстовую часть. Данные блоки называются динамическими.

Динамические блоки - один из важнейших элементов AutoCAD, открывающий самые широкие возможности по адаптации системы автоматизированного проектирования под нужды предприятия.

В плане гибкости возможностей динамические блоки сравнимы с элементами, созданными программистами, но в отличие от программ их создание доступно каждому пользователю.



Области применения динамических блоков (как и статических) можно условно разбить на две большие группы:

- блоки оформления;
- блоки автоматизации непосредственно рабочих процессов при проектировании.

На сегодняшний день, ввиду большого количества дополнительных программ, созданных на базе AutoCAD, может показаться, что блоки оформления не так актуальны, однако данное утверждение ошибочно. Блоки оформления, являясь достаточно простыми по своей работе, служат отличной базой для изучения возможностей динамических блоков, они также позволяют перейти к выполнению более сложных групп блоков.

Процесс создания динамических блоков на начальных этапах неотличим от процесса создания статического блока, а основные различия появляются при работе с блоком в редакторе.

Ранее уже рассматривалось, что редактор блоков, помимо возможностей создания геометрии и текста, содержит ряд дополнительных панелей и палитр. Данные панели и палитры как раз и позволяют преобразовывать статические блоки в динамические.

Наиболее важным элементом при создании динамического блока и настройке его поведения является элемент «Палитры вариаций блоков», представленный на рисунке 11.12.

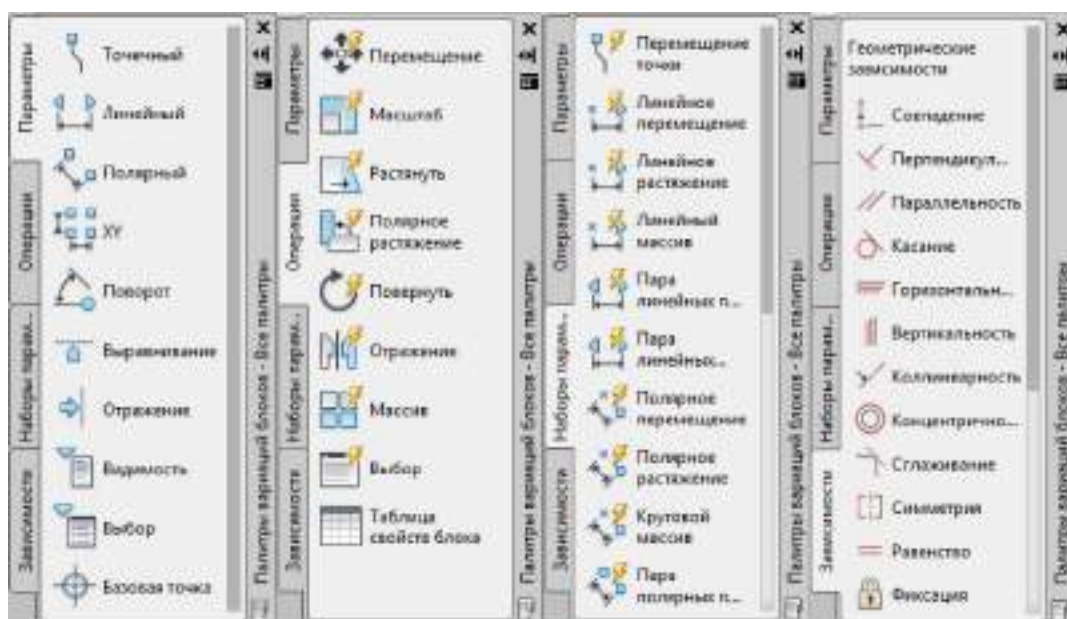


Рисунок 11.12 – Палитры вариаций блоков

Палитры вариаций блоков позволяют производить полное описание геометрии блока путем ввода параметров и операций с ними, а также за счет наложения различных геометрических и размерных зависимостей.

Данный элемент состоит из четырех вкладок: параметры; операции; наборы параметров; зависимости; каждая из которых отвечает за определённые действия с примитивами, входящими в блок, например, параметр «Линейный» позволяет производить изменение размера примитивов за счет использования таких операций как «Растянуть», «Масштаб».

Пример динамического блока с возможностью изменения размера примитивов показан на рисунке 11.13.

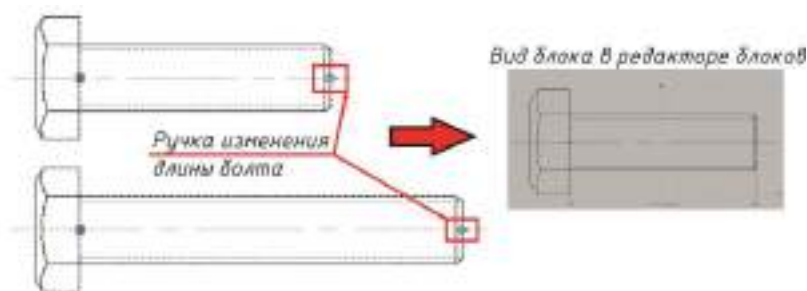


Рисунок 11.13 – Динамический блок

На рисунке 11.13 показан динамический блок, представляющий собой болт с диаметром резьбы 6 мм и возможностью изменения длины. Данная возможность достигается путем ввода параметра «Линейный» и операции «Растянуть».

В таблице 11.1 приведен список всех параметров и применимых к ним операций.

Таблица 11.1 – Типы параметров и связанные операции

| Тип параметра | Тип ручки                                                                           |              | Операции, которые можно связать с параметром                         |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------------------------------------|
| Точечный      |    | Стандартный  | Переместить, Растянуть                                               |
| Линейный      |    | Линейный     | Переместить, Масштаб, Растянуть, Массив                              |
| Полярный      |    | Стандартный  | Переместить, Масштаб, Растянуть, Полярное растяжение, Массив,        |
| ХУ            |    | Стандартный  | Переместить, Масштаб, Растянуть, Массив                              |
| Поворот       |    | Поворот      | Поворот                                                              |
| Отражение     |    | Отразить     | Отразить                                                             |
| Выравнивание  |  | Выравнивание | Нет (операция подразумевается и содержится внутри параметра).        |
| Видимость     |  | Поискать     | Нет (операция подразумевается и определяется состояниями видимости). |
| Выбор         |  | Поискать     | Поискать                                                             |
| Базовая точка |  | Стандартный  | Нет                                                                  |

Рассмотрим подробнее процедуру создания представленного динамического блока. Так, после создания блока и открытия редактора блоков у пользователя появляется возможность добавления параметров.

Для изменения длины стержня болта необходимо добавить в определение блока параметр «Линейный», что показано на рисунке 11.14.

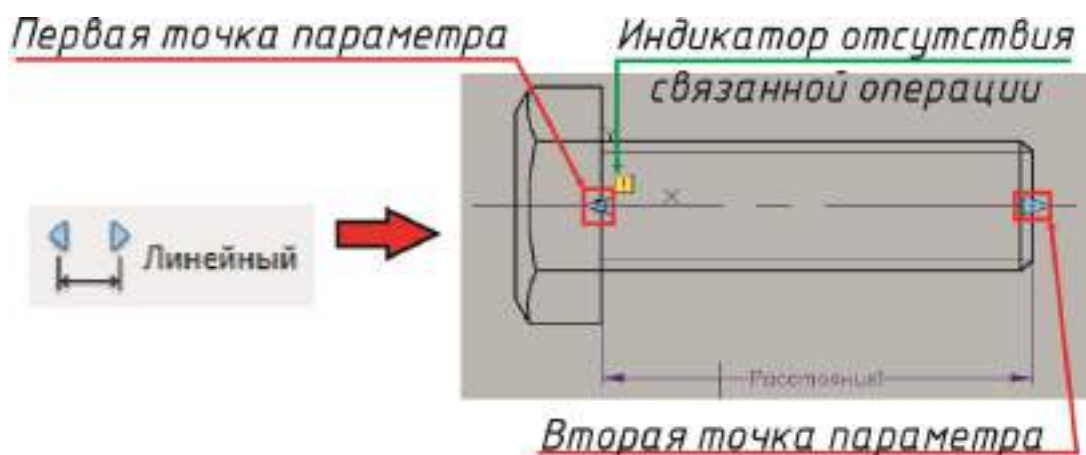


Рисунок 11.14 – Добавление параметра «Линейный»

Но при этом одного лишь параметра недостаточно для преобразования статического блока в динамический, о чем свидетельствует восклицательный знак, появление которого означает, что с параметром в настоящее время не связана ни одна операция. Из таблицы 11.1 видно, что параметр «Линейный» можно связать со следующими операциями: «Масштаб»; «Растянуть»; «Переместить»; «Массив». И наиболее подходящей из представленных операций будет являться «Растянуть», так как необходимо изменять лишь длину стержня болта, оставляя неизменным его головку. Добавление операции в определение блока происходит следующим образом: после выбора необходимой операции пользователю нужно выбрать параметр, указать точку (ручку) параметра, с которой необходимо связать операцию, указать область действия операции и примитивы, на которые распространяется действие операции (рисунок 11.15).

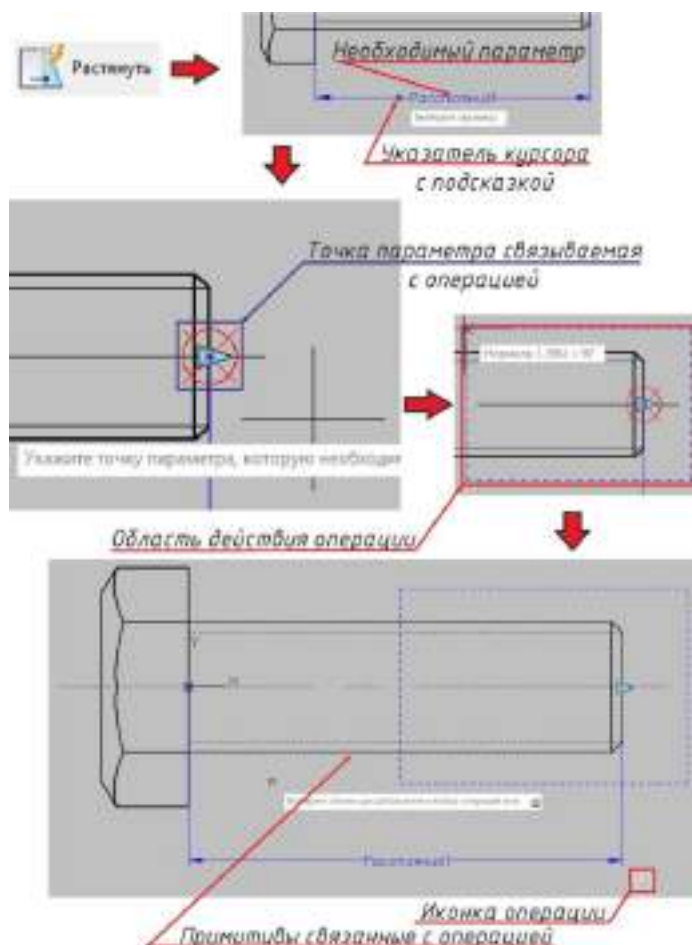


Рисунок 11.15 – Добавление операции «Растянуть»

Важно заметить, что существует разница между объектами, полностью попадающими в область действия операции и объектами, попадающими в нее частично. Действие команды «Растянуть», относительно примитивов, попадающих в нее, полностью аналогично команде переместить, то есть при перемещении управляющей ручки размер примитивов не изменяется, а объекты, частично попадающие в область действия операции, при перемещении управляющей ручки изменяют размеры.

Немаловажным моментом при создании динамических блоков является удаление управляющих ручек, необходимость в которых отсутствует. Для этого необходимо открыть свойства параметра, аналогично открытию свойств любого примитива, и в разделе «Разное» указать количество ручек, равное единице (рисунок 11.16).

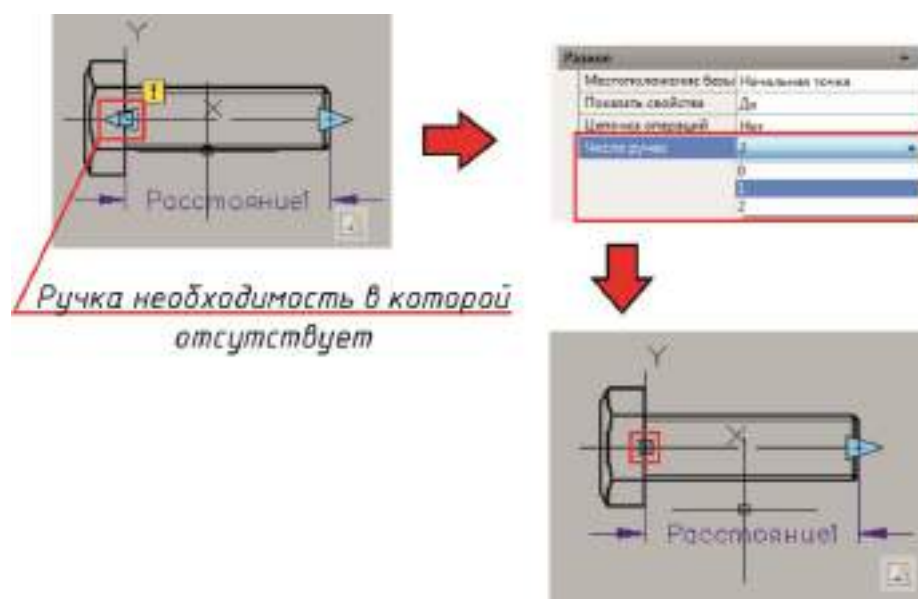


Рисунок 11.16 – Изменение количества управляющих ручек

Для проверки корректности работы созданной операции в программе предусмотрена возможность тестирования блока, которая активируется при помощи пиктограммы «Тестировать блок», расположенной в панели инструментов «Редактор блоков».

Из всего вышеописанного следует вывод о том, что для создания динамического блока необходимо вводить операции, содержащие параметры, область действия и объекты, или же параметры и объекты.

В большинстве своем динамические блоки содержат более одной операции и достаточно сложны при построении, но их создание позволяет существенно сократить время проектирования.

### **ЗАДАНИЯ**

1. Проанализировать ГОСТ 2.308-73 и построенный динамический блок обозначения шероховатости. Найти ошибку (ошибки) построения и исправить их.
2. Проанализировать ГОСТ 2.104-68 и создать динамический блок основной надписи.
3. Проанализировать выданный согласно варианту стандарт и построить динамический блок.

### **СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА**

В качестве отчета по практическому занятию студент предоставляет электронные чертежи изделия либо электронные модели изделия, оформленные в соответствии с требованиями единой системы конструкторской документации или иными указаниями преподавателя.

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. В чем заключается отличие между статическими и динамическими блоками?
2. Алгоритм создания динамических блоков?
3. При помощи чего в динамическом блоке изменяется количество управляющих ручек?
4. Механизм добавления нескольких параметров видимости в динамический блок.
5. Какие команды редактирования существуют в динамических блоках?

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Головицына, М. В. Основы САПР : учебное пособие / М. В. Головицына. — 3-е изд. — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 268 с. — ISBN 978-5-4497-0921-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/102040.html> (дата обращения: 18.01.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
2. Косолапов, В. В. Компьютерная графика. Решение практических задач с применением САПР AutoCAD : учебно-методическое пособие / В. В. Косолапов, Е. В. Косолапова. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2019. — 117 с. — ISBN 978-5-4486-0794-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/85748.html> (дата обращения: 18.01.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
3. Феоктистова, А. А. Основы 2D- и 3D-моделирования в программе AutoCAD : учебное пособие / А. А. Феоктистова, О. Л. Стаселько. — Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2017. — 103 с. — ISBN 978-5-9961-1617-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/83707.html> (дата обращения: 18.01.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

## 14 Практическое занятие №14 АЛГОРИТМ СОЗДАНИЯ ДИНАМИЧЕСКОГО БЛОКА НА ПРИМЕРЕ ЗНАКА ШЕРОХОВАТОСТИ.

**Цель работы:** изучение методики создания динамических блоков в среде Autodesk Autocad.

### **Формируемые компетенции:**

ОПК-6: Способен использовать современные информационные технологии, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности.

ОПК-10: Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы пригодные для практического применения

**Актуальность темы:** обусловлена необходимостью повышения производительности труда и снижения трудоемкости конструкторско-технологической подготовки. Знания, полученные в процессе выполнения лабораторной работы, будут необходимы на протяжении всей профессиональной деятельности.

### **ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

Примером достаточно сложного динамического блока может служить блок обозначения шероховатости, внешний вид и правила нанесения которого регламентируются ГОСТ 2.308-73.

Согласно данному стандарту, шероховатости должны наноситься в соответствии с рисунком 11.17.



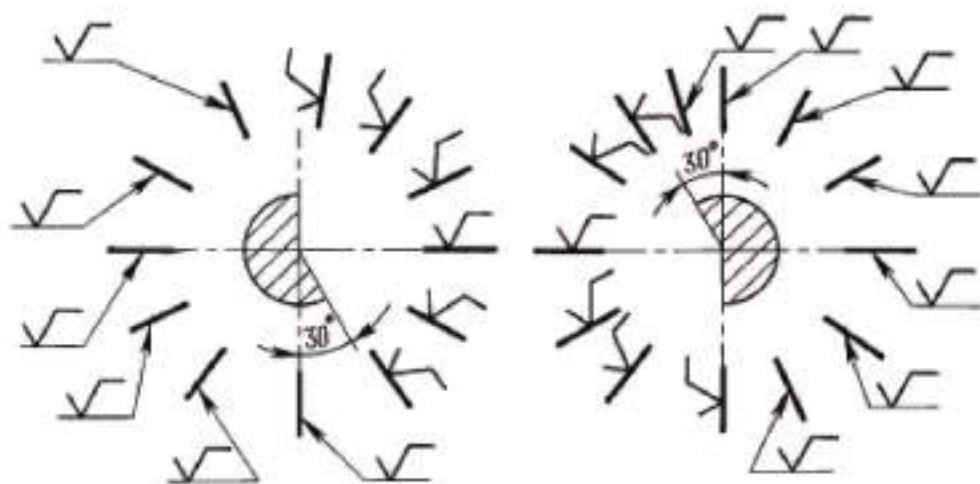


Рисунок 11.17 – Правила нанесения шероховатости

Анализируя представленный рисунок, можно сделать вывод о том, что при создании динамического блока необходимо предусмотреть возможность его поворота и зеркального отражения. При этом важно определить последовательность добавления параметров и операций, так как ось зеркального отображения должна поворачиваться вместе с блоком, в связи с этим, первой необходимо добавить операцию отражения, а уже затем операцию поворота.

Последовательность создания операции отражения аналогична операции растягивания. Согласно таблице 11.1 для создания операции «Отразить» необходимо ввести в определение блока параметр «Отражение», затем активировать операцию, указать параметр и объекты, пример чего показан на рисунке 11.18.

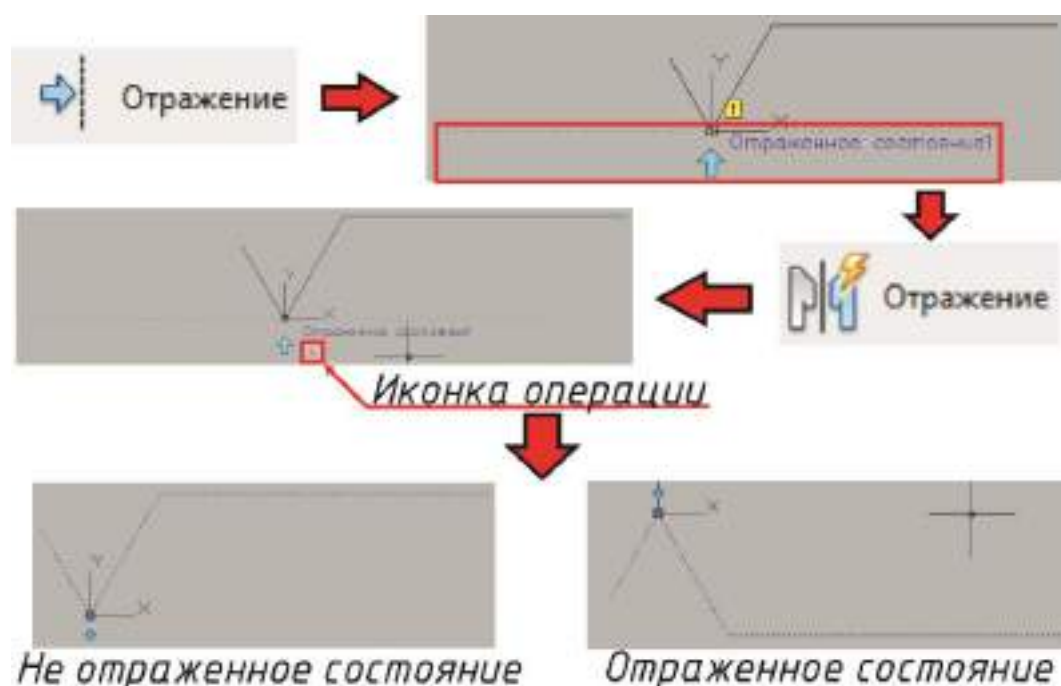


Рисунок 11.18 – Операция «Отразить»

При добавлении операции поворота, помимо примитивов, из которых состоит обозначение шероховатости, необходимо в качестве объектов выбирать также и параметр отражения с его управляющей ручкой. Примеры действия операции «Повернуть» при выбранных параметрах, и ручке, а также невыбранных, показаны на рисунке 11.19а и 11.19б соответственно.

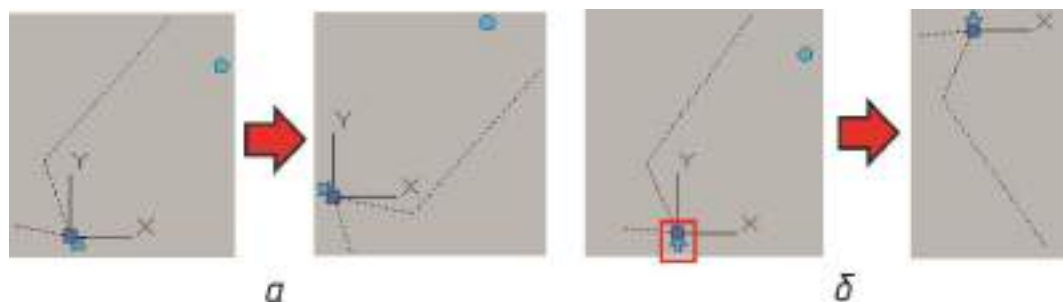


Рисунок 11.19 – Операция «Повернуть»

Как видно из рисунка 11.19б, если параметр и ручка не добавлены в набор объектов операции «Повернуть», то операция зеркального отражения выполняется некорректно.

Далее необходимо рассмотреть создание и настройку атрибутов, так как в обозначении шероховатости необходимо указывать значение шероховатости.

Атрибут – это признаки или свойства, представленные в текстовом виде и использующиеся преимущественно в блоках для обозначения каких-либо параметров.

На примере обозначения шероховатости, атрибутом может выступать надпись, расположенная под полкой и описывающая параметр шероховатости (рисунок 11.20).

$$\sqrt{Ra\ 0,4}; \sqrt{Rz\ 50}$$

Рисунок 11.20 – Обозначение шероховатости

Данное обозначение шероховатости является наиболее часто используемым, но при этом упрощенным, полное же обозначение приведено в ГОСТ 2.308-73.

Создание атрибута производится при помощи пиктограммы «Описание атрибута», при активации которой перед пользователем возникает диалоговое окно, показанное на рисунке 11.21.

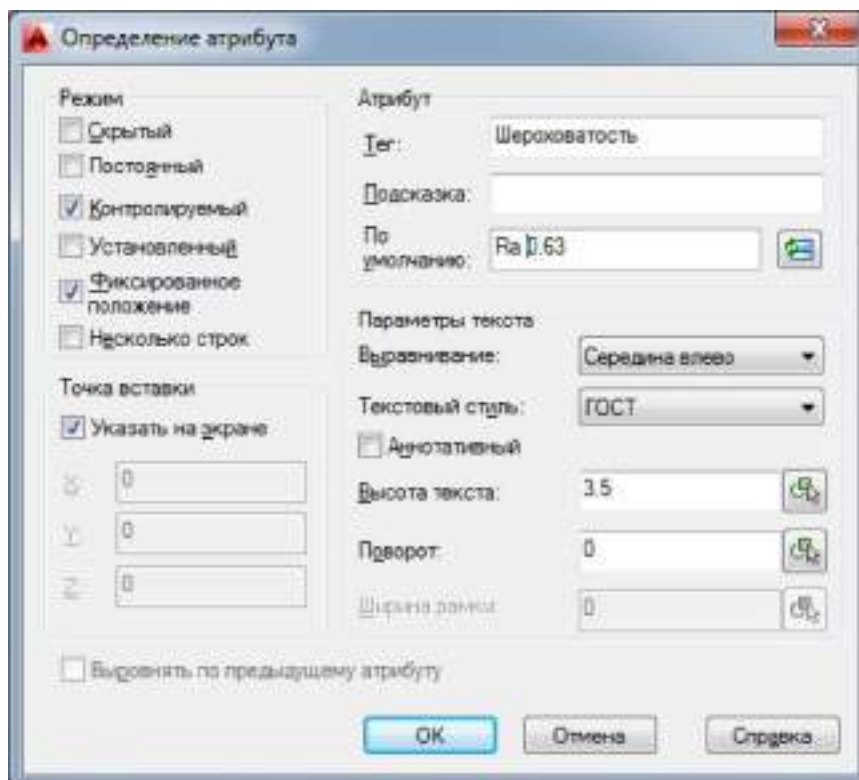


Рисунок 11.21 – Диалоговое окно «Описание атрибута»

Представленное диалоговое окно состоит из 4 функциональных зон: «Режим»; «Точка вставки»; «Атрибут»; «Параметры текста». Функциональная зона «Режим» позволяет настраивать параметры поведения атрибута при вставке блока в чертеж, свойства каждого из режимов описываемого атрибута представлены в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Режимы описываемых атрибутов

| Наименование режима     | Описание режима                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Скрытый                 | Указывает, что значение атрибута вставленного блока не должно быть видно на экране или выводиться на печать.                                                                                                            |
| Постоянный              | Задаёт фиксированное значение атрибута для всех вхождений блока.                                                                                                                                                        |
| Контролируемый          | Позволяет проверить правильность значения атрибута во время процесса вставки блока.                                                                                                                                     |
| Установленный           | Присваивает атрибуту при вставке блока значение по умолчанию.                                                                                                                                                           |
| Фиксированное положение | Фиксация положения атрибута внутри вхождения блока. При отмене фиксации атрибута его можно перемещать относительно остальной части блока с помощью ручек редактирования; размер многострочных атрибутов можно изменить. |
| Многострочный           | При выборе этого параметра значение атрибута может содержать несколько строк текста. В этом случае можно задать ширину рамки атрибута.                                                                                  |

Функциональная зона «Точка вставки» аналогична таковой при создании блока, а функциональная зона «Параметры текста» во многом схожа со свойствами однострочного текста.

Функциональная зона «Атрибут» позволяет настраивать «Тег» (метку) атрибута, которая будет отображаться в окне диспетчера блоков, редакторе блоков, а также в таблицах выбора. Параметр «Подсказка» позволяет задавать текстовое сообщение, появляющееся при вводе значения атрибута, а параметр «По умолчанию» позволяет задавать исходное значение атрибута при вставке в чертеж.

Пример блока обозначения шероховатости с настройками, показанными на рисунке 11.21, представлен на рисунке 11.22.

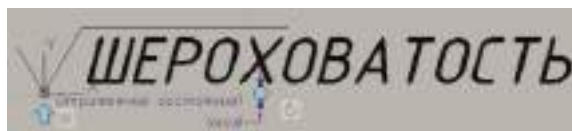


Рисунок 11.22 – Блок с созданным атрибутом

Важно заметить, что после вставки атрибута для корректной работы ранее созданных операций необходимо переопределить наборы объектов, входящих в них, так как в противном случае вставленный атрибут не будет обрабатываться операциями «Отражение» и «Повернуть».

После добавление в описание блока атрибута и его сохранения, автоматическое обновление блока в рабочей области чертежа не происходит. Для устранения данной ошибки необходимо выполнить следующие действия: во вкладке «Редактировать» выбрать пункт «Объект» затем «Атрибуты» и «Диспетчер атрибутов блоков».

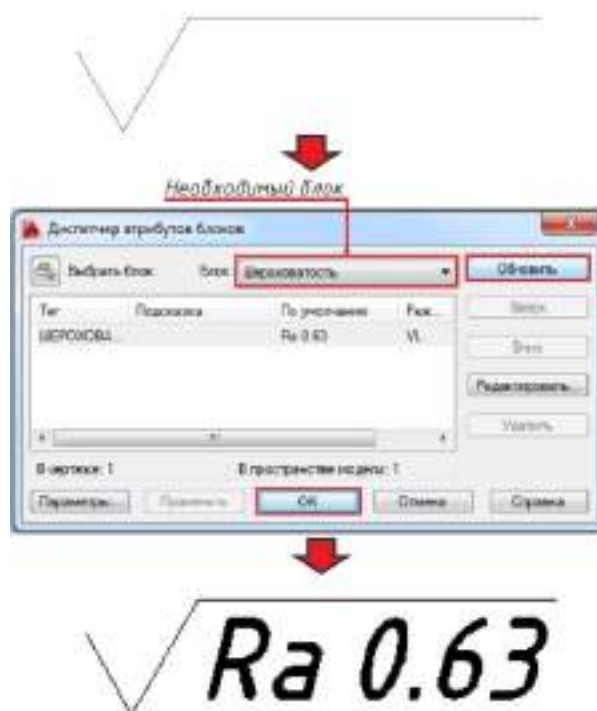


Рисунок 11.23 – Диспетчер атрибутов блоков

В появившемся окне (рисунок 11.23) необходимо выбрать нужный блок и нажать кнопку «Обновить». Результатом выполнения данных действий станет появление в блоке созданного ранее атрибута, настроенного по умолчанию. Также появится разница изменения при вставке блока в чертеж и при двойном

нажатию на него. Так как в режимах работы атрибута установлен параметр «Контролируемы», при вставке блока необходимо ввести его значение в появившемся окне «Редактирование блоков», показанном на рисунке 11.24.

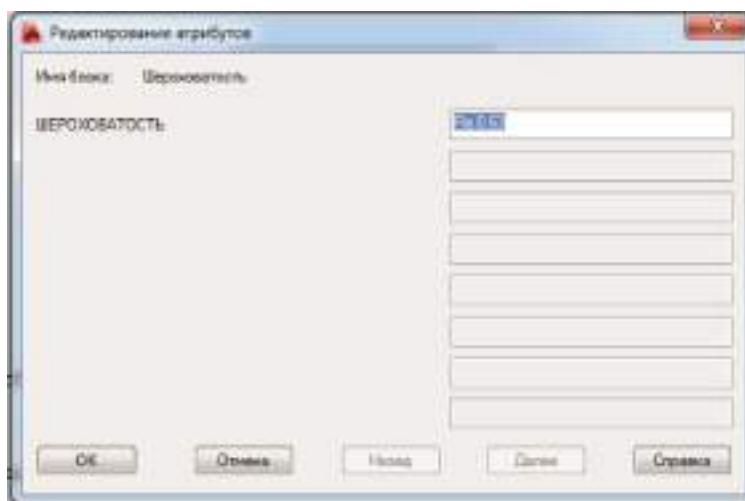


Рисунок 11.24 – окно «Редактирование атрибутов»

Данная настройка не всегда удобна и применительно к данному случаю не является оптимальной, поэтому для отключения ввода значения атрибута во время вставки необходимо открыть редактор блоков и в свойствах атрибута установить значение параметра «Контролируемый» - на «Нет», а значение параметра «Установленный» - на «Да». В результате вставки блока атрибуту будет присваиваться значение, заданное по умолчанию.

Еще одним отличием блоков с атрибутами от блоков без таковых является открытие редактора атрибутов вместо редактора блоков при двойном нажатии на блок. Редактор блоков же можно открыть при помощи контекстного меню.

Анализируя технические чертежи, можно выявить наиболее часто используемые значения параметров шероховатости, каковыми являются значения от Ra 0,4 до Ra 50, в связи с этим наиболее оптимальным способом работы с блоком будет являться выбор значения шероховатости из заложенных в блок ранее. Для выполнения данной настройки необходимо заложить в описание блока соответствующую операцию, а именно «Таблицы выбора свойств», содержащую одну ручку выбора. Пример добавления данной таблицы показан на рисунке 11.25.

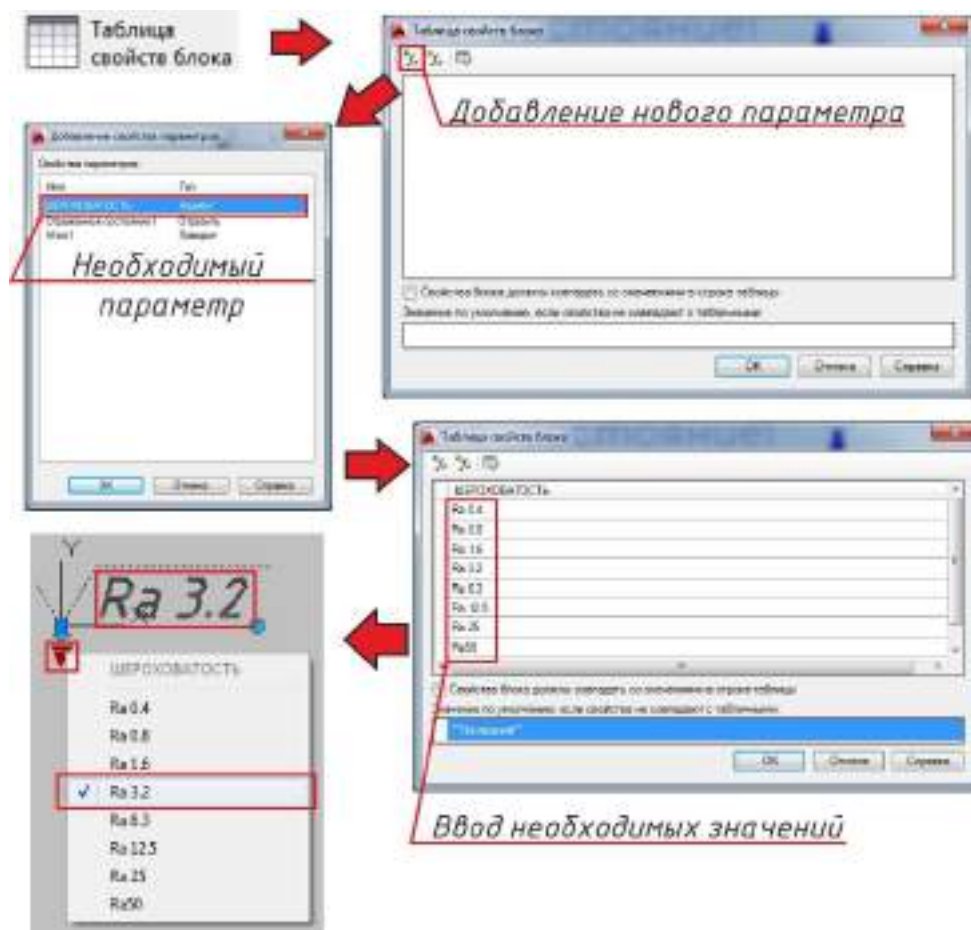


Рисунок 11.25 – Создание и настройка «Таблицы выбора свойств»

Еще одним фактором, необходимым при создании блока обозначения шероховатости, является необходимость разделения обозначений по способу получения заданной шероховатости. Конструктором может быть предусмотрено три варианта обозначения шероховатости: достижение заданной шероховатости снятием слоя материала; без снятия слоя материала и неуказанный способ достижения требуемой шероховатости; пример чего показан на рисунке 11.26а, 11.26б и 11.26в соответственно.

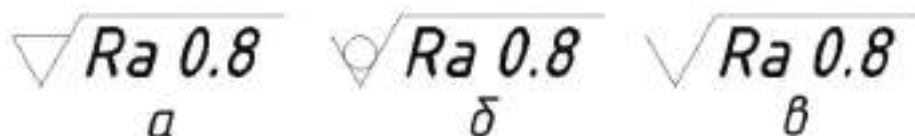


Рисунок 11.26 – Виды обозначения параметра шероховатости

Из представленного рисунка видно, что возникает необходимость создания такого блока, отдельные части геометрии которого необходимо скрывать или же отображать в зависимости от ситуации. В системе AutoCAD при создании

динамического блока существует возможность выполнения данного действия при помощи параметра «Видимость» и состояний видимости.

Для настройки состояний видимости необходимо добавить параметр «Видимость», а затем перейти к управлению состояниями видимости при помощи одноименной пиктограммы, активация которой открывает окно «Состояния видимости», показанное на рисунке 11.27.

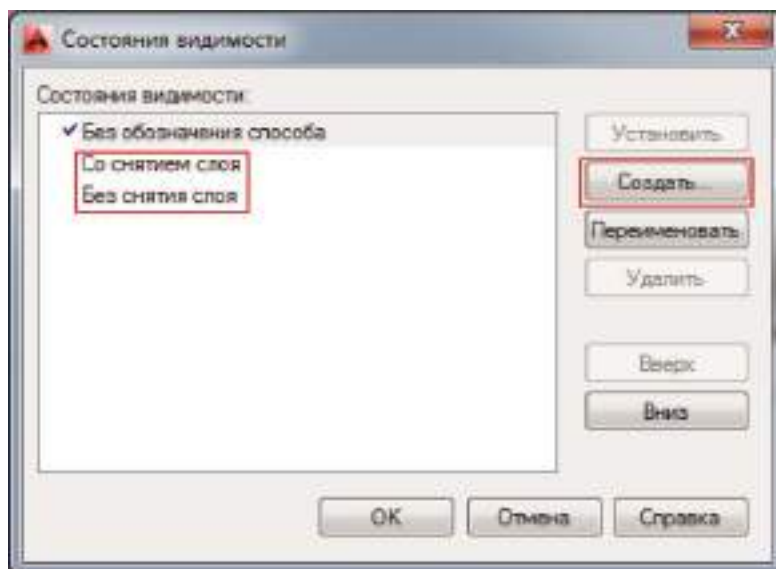


Рисунок 11.27 – Окно «Состояния видимости»

В данном окне пользователь имеет возможность создания новых состояний или же изменение старых. При этом при создании нового состояния пользователь имеет возможность настройки видимости объектов относительно предыдущего состояния.

Переключение между состояниями видимости, а также преобразование в видимый или не видимый объект в данном слое, осуществляется при помощи группы команд расположенных в правой части панели инструментов «Редактор блоков».



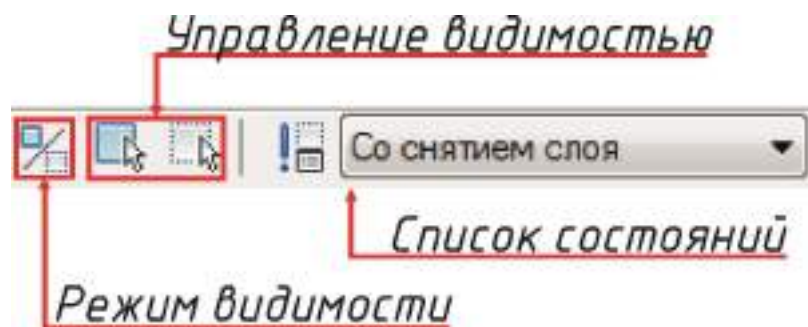


Рисунок 11.28 – Элементы управления состояниями

Режим видимости позволяет устанавливать отображение скрытых для данного состояния объектов, то есть при его включении все невидимые в состоянии примитивы будут отображаться траекториями, с возможностью выделения и управления их видимостью в данном состоянии. Элементы управления видимостью позволяют отображать или же скрывать объекты для каждого состояния. Список состояний видимости служит для перехода между различными состояниями видимости. Важным условием является переопределение набора объектов каждой операции при добавлении различных примитивов в состояние видимости. Так, например, необходимо переопределить объекты операций отражения и поворота в случае появления дополнительной полки в состоянии видимости «Со снятием слоя материала». Переопределение объектов операции делается однократно в случае добавления всех примитивов в набор.

После выполнения настройки видимости блок обозначения шероховатости должен принять вид, показанный на рисунке 11.29.



Рисунок 11.29 – Динамический блок обозначения шероховатости

Из всего описанного выше следует, что хоть создание динамического блока и является сложным и трудоемким процессом, он позволяет существенно повысить качество и скорость проектирования. Данное преимущество достигается за счет сочетания в одном блоке нескольких вариантов построения, в то время как многие следуют другим путем и вместо одного изменяемого блока создают массу одинаковых блоков, различающихся по одному параметру или расположению элементов.

При этом не следует забывать, что хоть динамические блоки и позволяют существенно повысить производительность при проектировании и оформлении чертежей, они представляют собой средство малой автоматизации процесса, в то время как создание программ позволяет решать более сложные процессы.

### **ЗАДАНИЯ**

1. Проанализировать ГОСТ 2.308-73 и построенный динамический блок обозначения шероховатости. Найти ошибку (ошибки) построения и исправить их.
2. Проанализировать ГОСТ 2.104-68 и создать динамический блок основной надписи.
3. Проанализировать выданный согласно варианту стандарт и построить динамический блок.

### **СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА**

В качестве отчета по практическому занятию студент предоставляет электронные чертежи изделия либо электронные модели изделия, оформленные в соответствии с требованиями единой системы конструкторской документации или иными указаниями преподавателя.

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Типы управляющих ручек в динамическом блоке.
2. Атрибуты и их назначения в динамических и статических блоках.
3. Режимы работы атрибутов.

4. Возможно ли построение спецификации на основе атрибутов блоков.
5. Алгоритм создания и наполнения таблицы параметров блока.

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Головицына, М. В. Основы САПР : учебное пособие / М. В. Головицына. — 3-е изд. — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 268 с. — ISBN 978-5-4497-0921-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/102040.html> (дата обращения: 18.01.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
2. Косолапов, В. В. Компьютерная графика. Решение практических задач с применением САПР AutoCAD : учебно-методическое пособие / В. В. Косолапов, Е. В. Косолапова. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2019. — 117 с. — ISBN 978-5-4486-0794-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/85748.html> (дата обращения: 18.01.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
3. Феоктистова, А. А. Основы 2D- и 3D-моделирования в программе AutoCAD : учебное пособие / А. А. Феоктистова, О. Л. Стаселько. — Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2017. — 103 с. — ISBN 978-5-9961-1617-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/83707.html> (дата обращения: 18.01.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

## 15 Практическое занятие №15 ГЕОМЕТРИЧЕСКИЯ ПАРАМЕТРИЗАЦИЯ

**Цель работы:** изучение основ параметрического подхода к вопросу проектирования в среде Autodesk Autocad, а также к вопросам оформления конструкторско-технологической документации.

### **Формируемые компетенции:**

ОПК-6: Способен использовать современные информационные технологии, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности.

ОПК-10: Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы пригодные для практического применения

**Актуальность темы:** обусловлена необходимостью повышения производительности труда и снижения трудоемкости конструкторско-технологической подготовки. Знания, полученные в процессе выполнения лабораторной работы, будут необходимы на протяжении всей профессиональной деятельности.

### **ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

Рассмотренные ранее возможности системы автоматизированного проектирования AutoCAD, в том числе и использование динамических блоков, хоть и позволяют существенно снизить время выполнения рутинных операций, но служат в своей большей части инструментами, облегчающими процесс оформления конструкторско-технологической документации. В то время как сам процесс проектирования практически не затрагивается из-за использования лишь частично изменяющихся элементов. Одним из возможных решений данной проблемы может послужить внедрение в процесс проектирование элементов параметризации, то есть наложения определенных зависимостей между различ-

ными элементами. Примером использования параметризации в процессе проектирования может служить структурный анализ различных механизмов и машин.

При этом не следует забывать, что система автоматизированного проектирования AutoCAD является системой низшего уровня и ее возможности ограничены.

В изучаемой системе автоматизированного проектирования, как и в большинстве систем низшего и среднего уровня, существуют два типа зависимостей, позволяющих производить параметризацию. К первому типу относятся геометрические зависимости, а ко второму типу относятся размерные.

Геометрическими зависимостями называются те зависимости, которые позволяют устанавливать ограничения геометрии одних объектов относительно других, например, устанавливать параллельность линий или концентричность дуг и окружностей.

Размерными зависимостями называются те зависимости, которые устанавливаются путем добавления параметрических размеров, то есть, объект которому присвоен параметрический размер, будет изменяться при изменении данного размера.

Рассмотрим подробнее каждый вид зависимостей и способы их наложения.

Как уже описано выше, геометрические зависимости позволяют устанавливать правила построения геометрии одних объектов относительно геометрии других. Назначение же геометрических зависимостей возможно при помощи различных способов и панелей инструментов:

- в автоматическом режиме при помощи режима черчения «Подразумеваемые зависимости» (данный способ подойдет опытным пользователям), используется в большинстве систем среднего уровня;

- в ручном режиме при помощи панели инструментов «Геометрическая зависимость», которая показана на рисунке 11.30 (данный способ отлично подходит при изучении параметризации);



Рисунок 11.30 – Панель инструментов «Геометрическая зависимость»

– в ручном режиме при помощи панели инструментов «Параметризация», которая содержит ряд дополнительных возможностей и представлена на рисунке 11.31;



Рисунок 11.31 – Панель инструментов «Параметризация»

– в автоматизированном режиме, путем автоматического наложения определенных зависимостей на уже имеющуюся геометрию.

В представленной, на рисунке 11.30, панели инструментов собраны все существующие типы геометрических зависимостей, к которым относятся:



**Совпадение.** Соединяет два объекта в одной точке (точки могут лежать и на продолжении объекта).



**Коллинеарность.** Располагает два (или несколько) отрезка (ов) на одной воображаемой прямой.



**Параллельность.** Делает параллельными два отрезка или два сегмента полилинии.



**Перпендикулярность.** Делает перпендикулярными два отрезка или два сегмента полилинии.



**Касание.** Устанавливает касание двух объектов, например дуги и отрезка.



**Сглаживание.** Продлевает сплайн до отрезка, дуги, полилинии или сплайна.



**Концентричность.** Размещает центры двух окружностей, дуг или эллипсов в одной точке.



**Фиксация.** Закрывает для изменения координаты точки на объекте относительно абсолютной системы координат.



**Горизонтальность.** Устанавливает отрезок (или 2 точки объекта) горизонтально.



**Вертикальность.** Устанавливает отрезок (или 2 точки объекта) вертикально.



**Симметрия.** Подобно зеркалу. Сохраняет симметрию объектов.



**Равенство.** Сохраняет равенство длины двух или нескольких линий.

Наложение геометрических зависимостей возможно, как для определенных точек на объекте, так и для всего объекта в целом и зависит от типа выбранной зависимости. Наложения зависимости «Совпадение» показано на рисунке 11.32, и выполняется по следующему алгоритму:

- активация команды «Совпадение»;
- выбор точек, в которых объекты должны быть соединены, при этом на ближайшей к курсору точке объекта появляется специальный символ.

Из рисунка 11.32 видно, что по завершению наложения зависимости в точке совпадения появляется синий прямоугольник, сигнализирующий о наличии таковой, а при наведении курсора на данный прямоугольник перед пользователем возникает иконка зависимости.

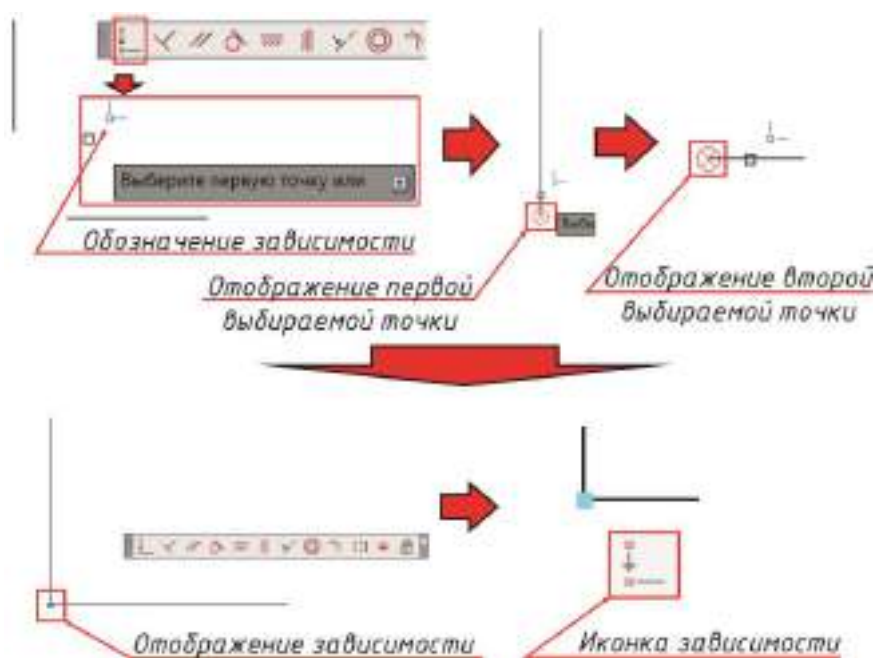


Рисунок 11.32 – Зависимость «Совпадение»

Наложение всех остальных геометрических зависимостей выполняется аналогичным образом за тем лишь исключением, что иконка зависимости отображается без синего прямоугольника. Отображения всех наложенных геометрических зависимостей не всегда положительно сказывается на процессе про-

ектирования, в связи с чем в системе существует возможность выбора режима отображения зависимостей, который может принимать следующие варианты: отображение всех зависимостей; скрытие всех зависимостей; отображения зависимостей лишь определенных объектов. Переключение между режимами отображения возможно при помощи панели инструментов «Параметризация», на которой для данной цели выделена группа пиктограмм, показанная на рисунке 11.33.

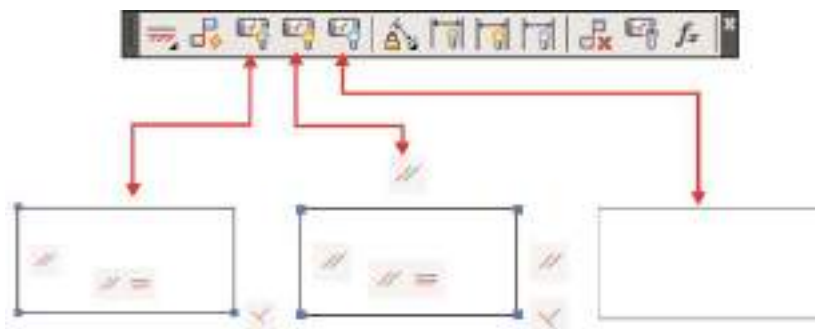


Рисунок 11.33 – Режимы видимости

Способ ручного наложения зависимостей - не всегда оптимальный, так как является наиболее трудоемким процессом, требующим от пользователя построения точного чертежа и лишь затем указания всех необходимых ограничений. В то же время существует возможность существенного облегчения данной задачи за счет использования функции «Автоналожение зависимостей», которая позволяет в автоматическом режиме накладывать зависимости на уже построенную геометрию. Пример автоматической установки ограничений показан на рисунке 11.34.

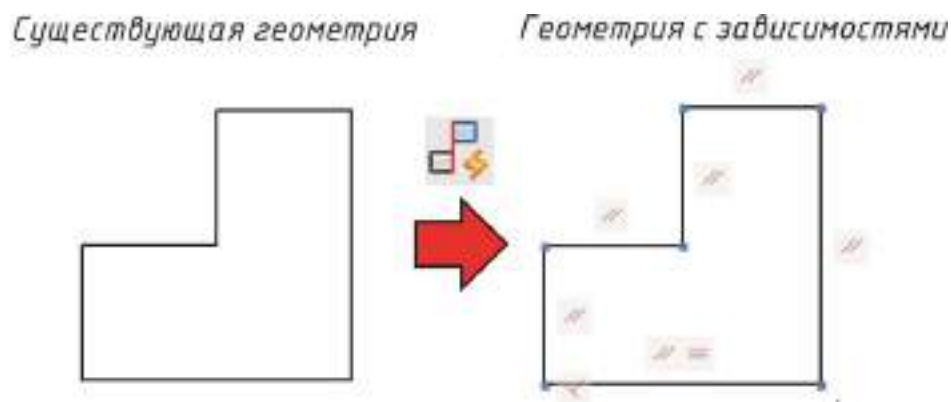


Рисунок 11.34 – Функция «Автоналожение зависимости»



Из рисунка 11.34 видно, что при автоматической установке ограничений существующей геометрии, системой добавлены следующие зависимости: «Совпадение»; «Параллельность»; «Перпендикулярность» и «Горизонтальность». Анализируя геометрию с данным набором ограничений можно сделать вывод о том, что набор будет являться избыточным, в случае, если построенные объекты должны быть подвижными или являются деталью какого-либо механизма. Так зависимость «Горизонтальность» в сумме с остальными ограничениями делает невозможным корректное выполнение такой операции, как «Поворот», или же ее выполнение приведет к потере зависимости, что показано на рисунке 11.35.



Рисунок 11.35 – Поворот объекта с зависимостью «Горизонтальность»

Рисунок 11.35 показывает, что при попытке поворота геометрии с избыточным набором зависимостей программа предлагает выбор: снять мешающие зависимости или же оставить неизменными. В первом случае зависимость горизонтальности снимается, а поведение поворачиваемой геометрии становится предсказуемым, во втором случае зависимость сохраняется в неизменном виде, а поведение поворачиваемой геометрии невозможно спрогнозировать.

В связи с этим существует необходимость совместного использования как ручного метода установки ограничений, так и автоматического, для чего необходимо произвести настройку последнего с указанием типов зависимостей, которые могут устанавливаться при его использовании. Для этого необходимо от-

крыть окно «Параметры зависимостей...» при помощи одноименной пиктограммы, расположенной на панели инструментов «Параметризация».

Представленное на рисунке 11.36, окно позволяет производить полную настройку работы как геометрических зависимостей, так и размерных, для чего существуют 3 вкладки: «Геометрические»; «Размерные»; «Автоограничение».

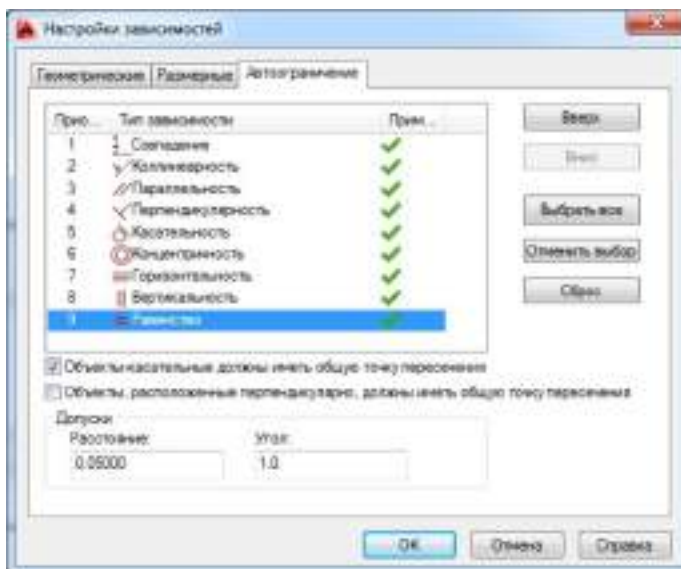


Рисунок 11.36 – Диалоговое окно «Параметры зависимостей...»

Вкладка «Геометрические» позволяет производить настройку ограничений, устанавливаемых программой при включенном режиме «Подразумеваемые зависимости».

Вкладка «Размерные» позволяет настраивать режимы отображения размерных зависимостей.

При помощи вкладки «Автоограничение» настраиваются виды зависимостей, устанавливаемые командой «Автоналожение зависимостей». Как уже было описано выше, наиболее оптимальным способом установки ограничений является смешанный, при котором наиболее трудоемкие зависимости устанавливались бы автоматически, а зависимости, влияющие на поведение геометрии объекта в пределах сборочного чертежа, устанавливались бы пользователем. Например, зависимость «Совпадение» устанавливается при помощи функции «Автоналожение зависимостей», а все остальные зависимости - вручную. Настройка системы на случай, описанный в примере, производится снятием

всех флажков, кроме «Совпадение», во вкладке «Автоограничение» параметров зависимостей.

Важным замечанием является то, что способ создания эскизов аналогичный способу, используемому в системах автоматизированного проектирования среднего уровня, не является оптимальным, в системах низшего уровня. Используя же смешанный способ наложения зависимостей, пользователь получает возможность избежать неопределенности построенной геометрии.

Объект с полностью параметризованной геометрией можно изменять в зависимости от изменения какого-либо из параметров, а для точного их изменения применяются размерные зависимости.

### **ЗАДАНИЯ**

1. Произвести анализ выданного преподавателем задания.
2. Задать правила поведения примитивов относительно друг друга.
4. Произвести сравнительный анализ задания и его реализации в электронном чертеже.

### **СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА**

В качестве отчета по практическому занятию студент предоставляет электронные чертежи изделия либо электронные модели изделия, оформленные в соответствии с требованиями единой системы конструкторской документации или иными указаниями преподавателя.

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Существующие типы параметризации в САПР.
2. Геометрическая параметризация.
3. Типы геометрических параметров.
4. Настройка отображения геометрических параметров.
5. Удаление геометрических зависимостей

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Головицына, М. В. Основы САПР : учебное пособие / М. В. Головицына. — 3-е изд. — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 268 с. — ISBN 978-5-4497-0921-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/102040.html> (дата обращения: 18.01.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

2. Косолапов, В. В. Компьютерная графика. Решение практических задач с применением САПР AutoCAD : учебно-методическое пособие / В. В. Косолапов, Е. В. Косолапова. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2019. — 117 с. — ISBN 978-5-4486-0794-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/85748.html> (дата обращения: 18.01.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

3. Феоктистова, А. А. Основы 2D- и 3D-моделирования в программе AutoCAD : учебное пособие / А. А. Феоктистова, О. Л. Стаселько. — Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2017. — 103 с. — ISBN 978-5-9961-1617-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/83707.html> (дата обращения: 18.01.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

## 16 Практическое занятие №16 РАЗМЕРНАЯ ПАРАМЕТРИЗАЦИЯ.

**Цель работы:** изучение основ параметрического подхода к вопросу проектирования в среде Autodesk Autocad, а также к вопросам оформления конструкторско-технологической документации.

### **Формируемые компетенции:**

ОПК-6: Способен использовать современные информационные технологии, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности.

ОПК-10: Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы пригодные для практического применения

**Актуальность темы:** обусловлена необходимостью повышения производительности труда и снижения трудоемкости конструкторско-технологической подготовки. Знания, полученные в процессе выполнения лабораторной работы, будут необходимы на протяжении всей профессиональной деятельности.

### **ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

Размерные зависимости, так же как и геометрические зависимости, могут быть добавлены в чертеж при помощи нескольких панелей инструментов, одна из которых уже известная «Параметризация», а вторая - «Размерные зависимости» (рисунок 11.37). При назначении размерных зависимостей у пользователя отсутствует возможность автоматизации процесса, так как правила назначения данных зависимостей несколько сложнее назначения геометрических за счет возможности использования пользовательских параметров и необходимости четкого представления результатов добавления.



### Рисунок 11.37 – Панель инструментов «Размерные зависимости»

Показанная на рисунке 11.37 панель инструментов позволяет задавать следующие типы размерных зависимостей: параллельный размер; горизонтальный размер; вертикальный размер; угловой размер; радиус; диаметр, которые по своей сути не отличаются от статических размеров, наносимых при помощи вкладки «Размеры».

Алгоритм нанесения данного типа зависимостей является совмещением алгоритмов нанесения размеров и геометрических зависимостей. Так, например, на рисунке 11.38, показано нанесение горизонтальной размерной зависимости на прямоугольник.

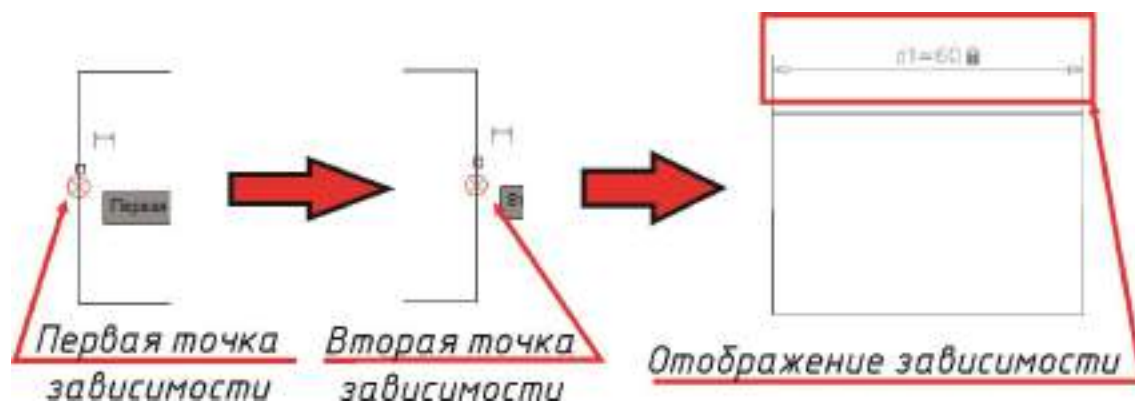


Рисунок 11.38 – Нанесения размерных зависимостей

Как видно из рисунка 11.38, нанесение размерной зависимости, так же как и геометрической, сопровождается появлением специального символа на ближайшей к курсору точке, а затем следует указание местоположения относительно геометрии, что в свою очередь не отличается от нанесения обычного размера.

После установки размерной зависимости появляется возможность изменения геометрии объекта путем внесения изменения в значения размерной зависимости, для этого необходимо дважды кликнуть по надписи размерной зависимости и ввести при помощи клавиатуры необходимое значение. Сложностью в нанесении размерных зависимостей является непрогнозируемое поведение геометрии объектов при их изменении из-за отсутствия или неполного набора

геометрических зависимостей, описывающих взаимодействие между объектами. В связи с чем возникает необходимость нанесения геометрических зависимостей перед размерными.

Размерные зависимости, нанесенные с параметрами по умолчанию, не выводятся на печать, из-за чего возникает неудобство в процессе проектирования, так как появляется необходимость нанесения как обычных размеров, так и размерных зависимостей, что загромождает чертеж или схему какого-либо механизма. Решением данной проблемы является настройка внешнего вида размерных зависимостей с целью приведения их к виду обычных размеров и их последующая настройка при помощи диспетчера параметров.

Первым этапом при изменении внешнего вида размерных зависимостей является приведение формата записи размерных чисел в соответствие со стандартами. Для этого необходимо во вкладке «Размерные» диалогового окна «Параметры зависимостей...» (рисунок 11.36) установить формат имени размера и выбрать из выпадающего списка пункт «Значения», в результате чего размерные числа примут вид, показанный на рисунке 11.39.

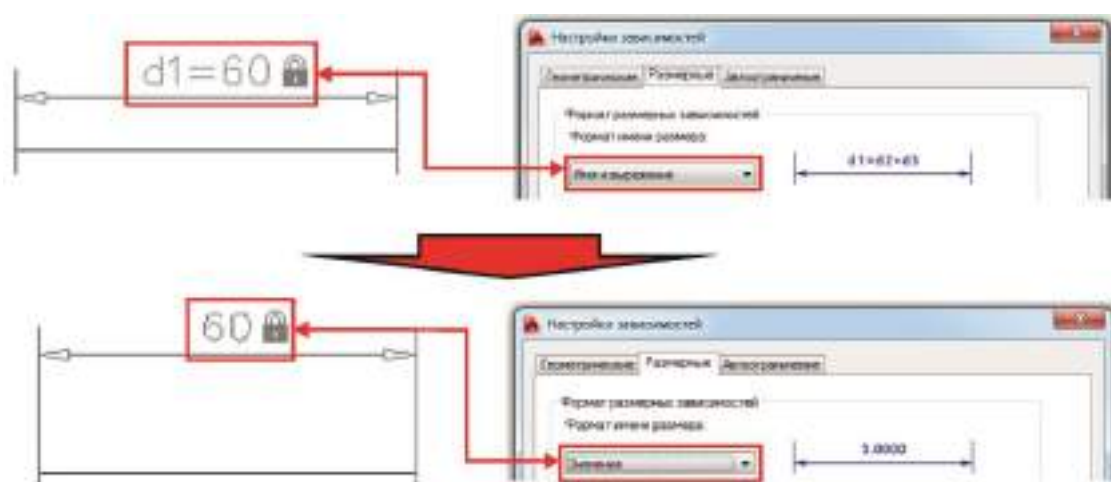


Рисунок 11.39 – Изменение формата размерных чисел

Вторым этапом приведения внешнего вида размерной зависимости в соответствие со стандартом является изменение его свойств в одноименной палитре, что показано на рисунке 11.40.

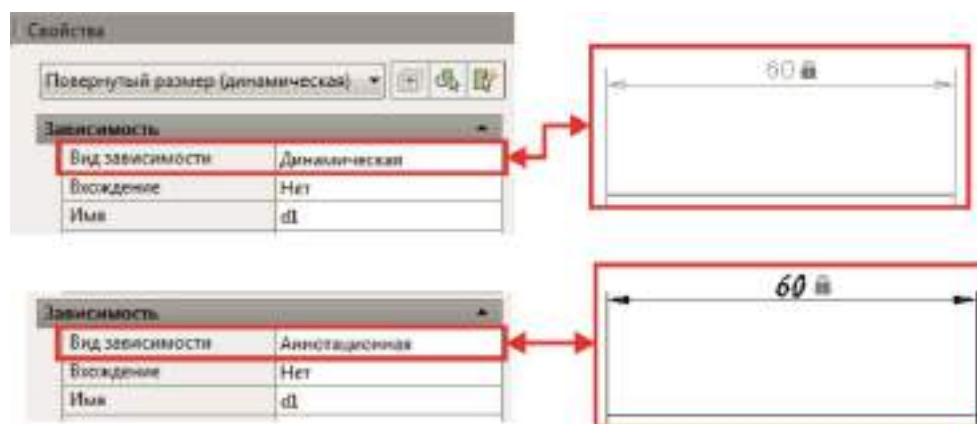


Рисунок 11.40 – Изменение внешнего вида размерной зависимости

При изменении свойств размерной зависимости важно помнить о том, что все параметры внешнего вида принимаются на основании установленного размерного стиля. При данной настройке внешнего вида размерных зависимостей у пользователя остается возможность их разграничения с обыкновенными размерами за счет наличия иконки замка рядом с размерным числом. Редактирование же размерных зависимостей осуществляется без изменений при помощи двойного щелчка мыши на размерном числе.

В изучаемой системе, помимо назначения числовых параметров размерных зависимостей, существует возможность их определения при помощи математических выражений, при этом в качестве переменных в данных выражениях могут выступать как имеющиеся зависимости, так и пользовательские параметры. Наиболее доступным способом создания выражений одних зависимостей за счет других является диспетчер параметров, открытие которого осуществляется одноименной пиктограммой, расположенной на панели инструментов «Параметризация».

Рассмотрим пример параметризованного прямоугольника, у которого один параметр выражается через другой, например, ширина через длину. Пример данного прямоугольника показан на рисунке 11.41.



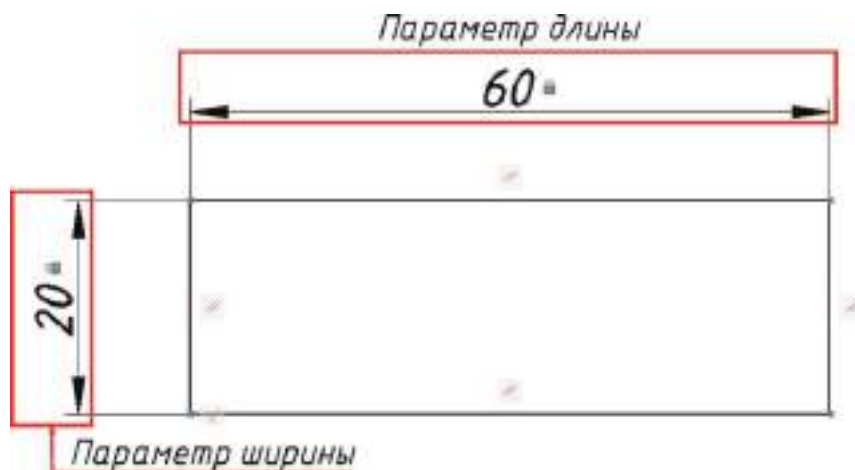


Рисунок 11.41 – Параметризованный объект

Из рисунка 11.41 видно, что оба размера прямоугольника являются размерными зависимостями, но при этом неявным остается способ задания данных размеров, для определения которого необходимо открыть диспетчер параметров, внешний вид которого, для данного чертежа, показан на рисунке 11.42.

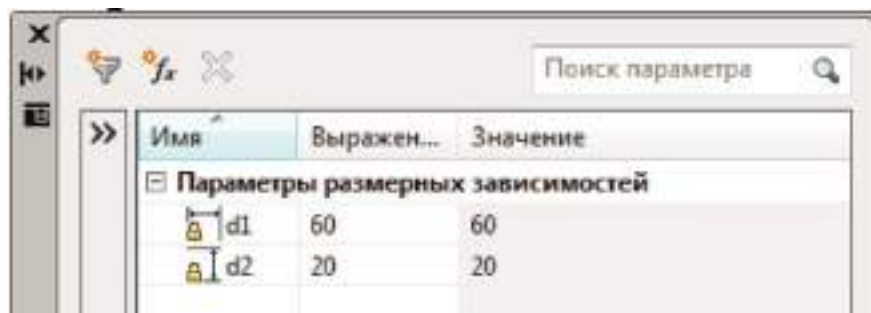


Рисунок 11.42 – Диспетчер параметров

Диспетчер параметров показывает, что размерные зависимости «d1» и «d2» являются независимыми друг от друга и устанавливаются пользователем, в то время, как поставлена задача рассчитывать ширину прямоугольника в зависимости от длины. Для выполнения данного действия в первую очередь необходимо переименовать переменные «d1» и «d2», заданные системой, в более привычные «a» и «b». Данное действие внесет больше ясности в процесс построения выражений, так как при большом количестве параметров пользователь может путаться. Производится данное действие путем двойного щелчка мыши на необходимом параметре, а затем его вводе с клавиатуры. Вторым этапом является задание непосредственно выражения, для чего необходимо в

столбце «Выражение» диспетчера параметров дважды кликнуть по соответствующей ячейке необходимого параметра и при помощи клавиатуры задать необходимую формулу, например « $a/3+15$ », в результате чего зависимости в диспетчере параметров примут вид, показанный на рисунке 11.43.

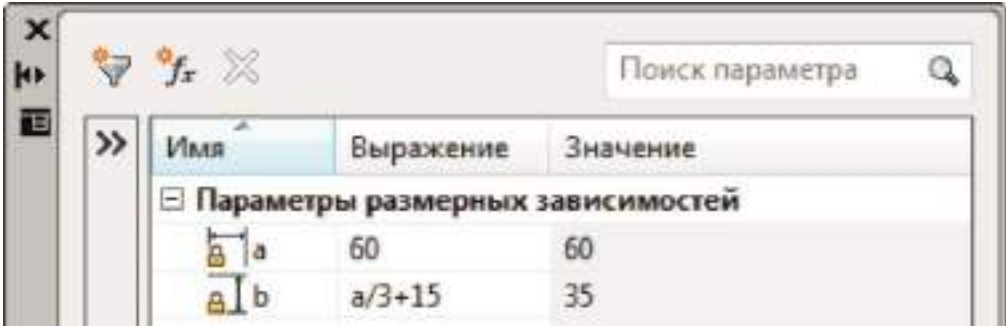


Рисунок 11.43 – Диспетчер параметров с измененными зависимостями

Теперь при изменении параметра «а» будет производиться автоматический пересчет параметра «b», пример чего показан на рисунке 8.15.

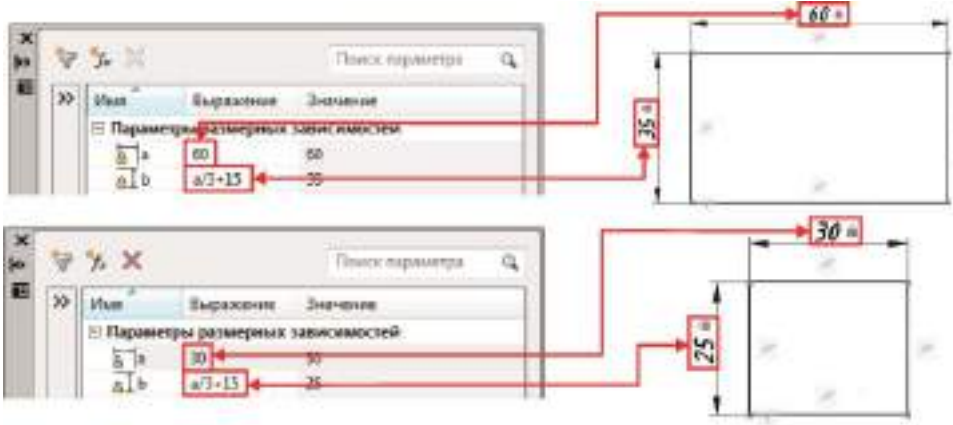


Рисунок 11.44 – Изменение параметров

Параметры размерных зависимостей и пользовательские переменные поддерживают использование операторов в выражениях, представленные в таблице 11.3.

Таблица 11.3 – Операторы

| Оператор | Описание                  |
|----------|---------------------------|
| +        | Сложение                  |
| -        | Вычитание                 |
| %        | Модуль с плавающей точкой |
| *        | Умножение                 |
| /        | Деление                   |
| ^        | Возведение в степень      |

| Оператор | Описание                              |
|----------|---------------------------------------|
| ()       | Круглые скобки, разделитель выражения |
| .        | Десятичный разделитель                |

Также в выражениях возможно использование функций, приведенных в таблице 11.4.

Таблица 11.4 – Функции

| Функция                                 | Синтаксис                                                  |
|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Косинус                                 | $\cos(\text{выражение})$                                   |
| Синус                                   | $\sin(\text{выражение})$                                   |
| Касательная                             | $\tan(\text{выражение})$                                   |
| Арккосинус                              | $\arccos(\text{выражение})$                                |
| Арсинус                                 | $\arcsin(\text{выражение})$                                |
| Арктангенс                              | $\arctan(\text{выражение})$                                |
| Гиперболический косинус                 | $\cosh(\text{выражение})$                                  |
| Гиперболический синус                   | $\sinh(\text{выражение})$                                  |
| Гиперболический тангенс                 | $\tanh(\text{выражение})$                                  |
| Гиперболический арккосинус              | $\operatorname{acosh}(\text{выражение})$                   |
| Гиперболический арксинус                | $\operatorname{asinh}(\text{выражение})$                   |
| Гиперболический арктангенс              | $\operatorname{atanh}(\text{выражение})$                   |
| Квадратный корень                       | $\sqrt{\text{выражение}}$                                  |
| Сигнум-функция (-1,0,1)                 | $\operatorname{sign}(\text{выражение})$                    |
| Округление до ближайшего целого числа   | $\operatorname{round}(\text{выражение})$                   |
| Усечение десятичной дроби               | $\operatorname{trunc}(\text{выражение})$                   |
| Округление в меньшую сторону            | $\operatorname{floor}(\text{выражение})$                   |
| Округление в большую сторону            | $\operatorname{ceil}(\text{выражение})$                    |
| Абсолютная величина                     | $\operatorname{abs}(\text{выражение})$                     |
| Наибольший элемент в последовательности | $\max(\text{выражение1}; \text{выражение2})$               |
| Наименьший элемент в последовательности | $\min(\text{выражение1}; \text{выражение2})$               |
| Градусы в радианы                       | $\operatorname{d2r}(\text{выражение})$                     |
| Радианы в градусы                       | $\operatorname{r2d}(\text{выражение})$                     |
| Логарифм, основание e                   | $\ln(\text{выражение})$                                    |
| Логарифм, основание 10                  | $\log(\text{выражение})$                                   |
| Степень, основание e                    | $\exp(\text{выражение})$                                   |
| Степень, основание 10                   | $\exp10(\text{выражение})$                                 |
| Степенная функция                       | $\operatorname{pow}(\text{выражение1}; \text{выражение2})$ |
| Случайное десятичное, 0-1               | Случайное                                                  |

Выше уже было указано, что помимо использования размерных зависимостей, существует возможность создания пользовательских параметров, на основании которых может происходить расчет размерных, или же наоборот, на основании размерных параметров может происходить расчет пользовательских.

Данное свойство пользовательских параметров открывает широкие возможности по автоматизации процесса проектирования новых механизмов и машин, за счет построения таблиц и дополнительной геометрии.

Примером подобной взаимосвязи может служить расчет делительного диаметра зубчатого колеса, который является произведением модуля зубчатой передачи на количество зубьев колеса. Для расчета данного параметра необходимо в диспетчере параметров ввести два пользовательских параметра с именами «m» и «z», то есть модуль и число зубьев соответственно (рисунок 11.45). Ввод пользовательских параметров осуществляется при помощи пиктограммы, расположенной в левом верхнем углу диспетчера.

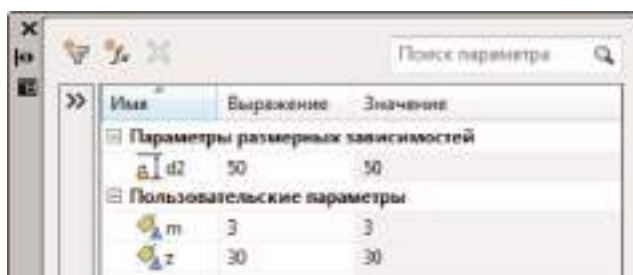


Рисунок 11.45 – Пользовательские параметры

Завершающим этапом является задание выражения для параметра «d2», которое будет иметь вид «m\*z», в результате чего произойдет перестроение параметризованной ранее геометрии (рисунок 11.46).

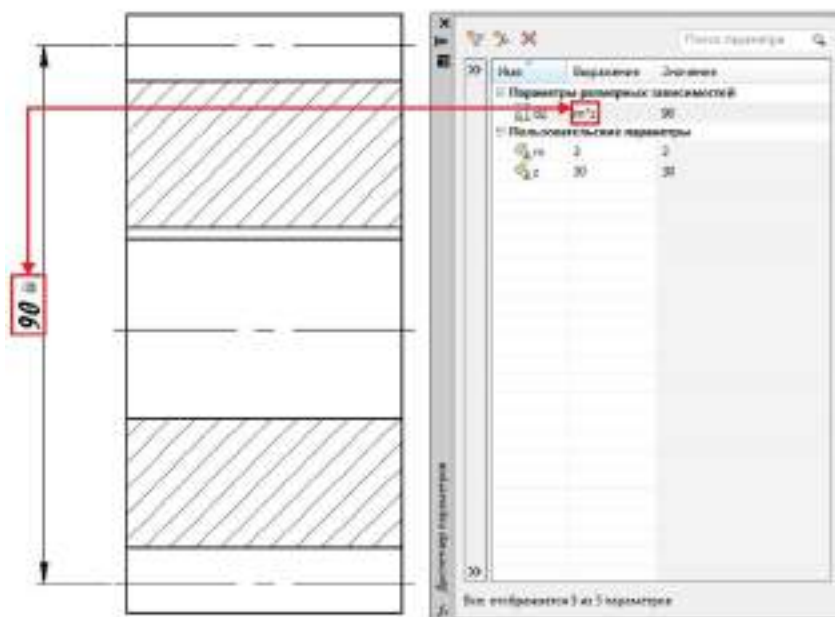


Рисунок 11.46 – Использование пользовательских параметров

Из всего вышеописанного следует вывод об области использования функционала параметризации. Параметризация позволит произвести автоматизацию сложных сборочных чертежей, чертежей типовых деталей, отличающихся размерами, а также позволит существенно увеличить функционал динамических блоков.

### ЗАДАНИЯ

1. Произвести анализ выданного преподавателем задания.
2. Построить параметрическую модель стандартизированной детали по выданному преподавателем заданию.
4. Произвести сравнительный анализ задания и его реализации в электронном чертеже.

### СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

В качестве отчета по практическому занятию студент предоставляет электронные чертежи изделия, либо электронные модели изделия, оформленные в соответствии с требованиями единой системы конструкторской документации или иными указаниями преподавателя.

## **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Размерная параметризация.
2. Диспетчер параметров и работа с ним.
3. Отличия переменных, инициированных размерными зависимостями, и пользовательских переменных.
4. Пользовательские переменные и их инициализация.
5. Математические выражения, доступные в среде Autodesk Autocad.
6. Особенности работы с диспетчером параметров при вычислении математических выражений.
7. Алгоритм построения траектории перемещения точки на звене механизма.

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Головицына, М. В. Основы САПР : учебное пособие / М. В. Головицына. — 3-е изд. — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 268 с. — ISBN 978-5-4497-0921-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/102040.html> (дата обращения: 18.01.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
2. Косолапов, В. В. Компьютерная графика. Решение практических задач с применением САПР AutoCAD : учебно-методическое пособие / В. В. Косолапов, Е. В. Косолапова. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2019. — 117 с. — ISBN 978-5-4486-0794-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/85748.html> (дата обращения: 18.01.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
3. Феоктистова, А. А. Основы 2D- и 3D-моделирования в программе AutoCAD : учебное пособие / А. А. Феоктистова, О. Л. Стаселько. — Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2017. — 103 с. — ISBN 978-5-9961-1617-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR

BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/83707.html> (дата обращения: 18.01.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

## 17 Практическое занятие №17 ПАРАМЕТРИЗАЦИЯ В ДИНАМИЧЕСКИХ БЛОКАХ.

**Цель работы:** изучение основ параметрического подхода к вопросу проектирования в среде Autodesk Autocad, а также к вопросам оформления конструкторско-технологической документации.

### **Формируемые компетенции:**

ОПК-6: Способен использовать современные информационные технологии, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности.

ОПК-10: Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы пригодные для практического применения

**Актуальность темы:** обусловлена необходимостью повышения производительности труда и снижения трудоемкости конструкторско-технологической подготовки. Знания, полученные в процессе выполнения лабораторной работы, будут необходимы на протяжении всей профессиональной деятельности.

### **ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

В качестве примера использования параметризации при создании динамических блоков необходимо рассмотреть создание структурной схемы кривошипно-шатунного механизма.

Для создания динамического блока с параметрическими зависимостями необходимо первоначально создать структурную схему кривошипно-шатунного механизма, показанную на рисунке 11.47, после чего создать описание блока с именем КШМ.



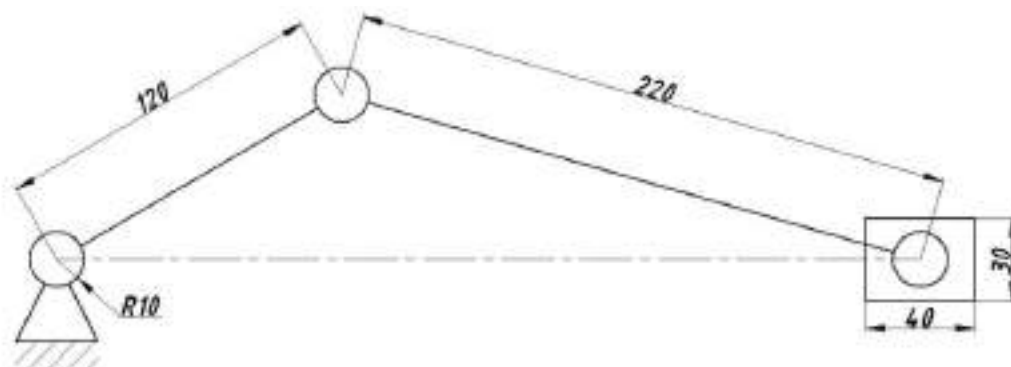


Рисунок 11.47 – Структурная схема КИМ

После создания описания блока необходимо открыть редактор блоков, в котором и продолжится дальнейшая работа.

Первоначально в редакторе блоков необходимо указать все геометрические зависимости, полностью описывающие поведение построенной схемы.

Первой геометрической зависимостью, описывающей поведение геометрии, должна стать зависимость «Фиксация», которая позволит зафиксировать центр неподвижного шарнира (рисунок 11.48)

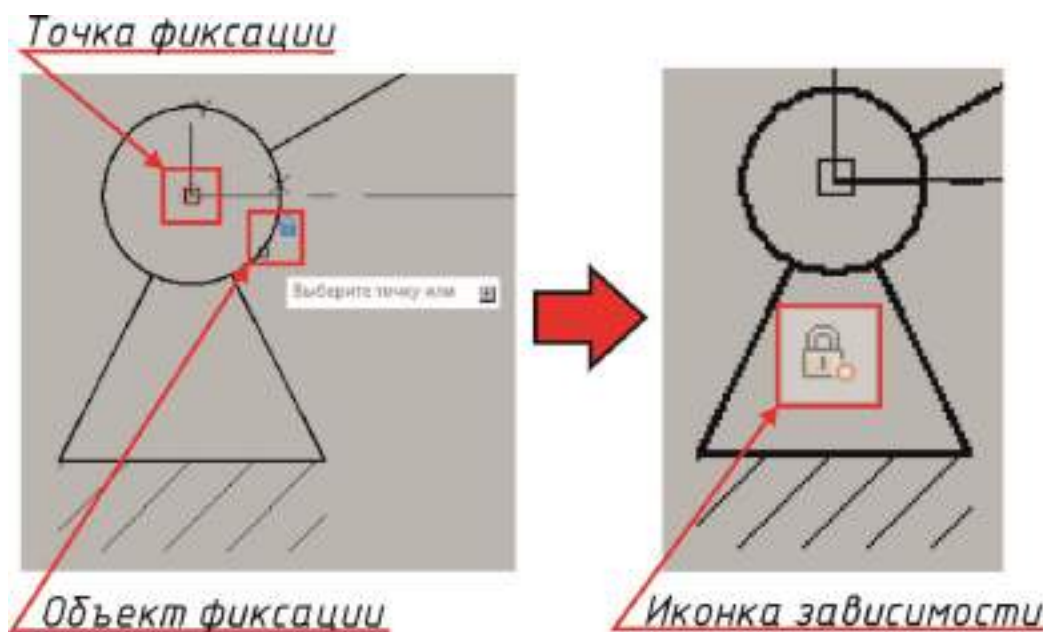


Рисунок 11.48 – Зависимость «Фиксация»

Следующим этапом построения параметрической схемы является создание вспомогательной геометрии, необходимой для связи звеньев. Так, для связи шарниров с кривошипом и шатуном необходимо построить дополнительные

линии, которые бы соединялись с центрами шарниров и концами указанных звеньев (рисунок 11.49).

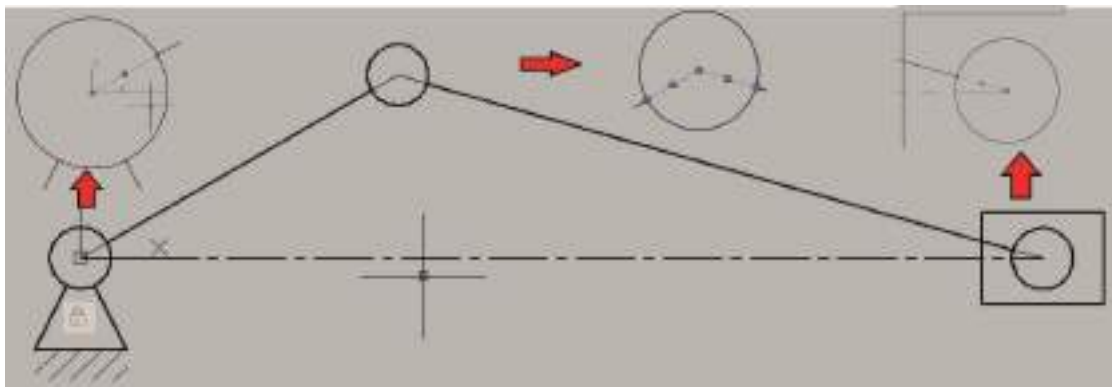


Рисунок 11.49 – Вспомогательная геометрия

Построенную дополнительную геометрию необходимо преобразовать во вспомогательную. Данное действие вызвано необходимостью скрытия построенных объектов при вставке блока в рабочую область чертежа. Преобразование производится при помощи команды «Вспомогательная геометрия» (БЛОКОНСТР).

Пиктограмма данной команды в рабочем пространстве «Классический AutoCAD» отсутствует и для ее добавления необходимо открыть окно адаптации интерфейса («Сервис» → «Адаптация» → «Интерфейс»), и из списка всех команд добавить ее в панель инструментов «Параметризация».

Преобразование объектов во вспомогательные производится следующим образом: выполняется активация команды, выбор необходимых объектов и непосредственно преобразование нажатием клавиши «Ввод» клавиатуры (рисунок 11.50).

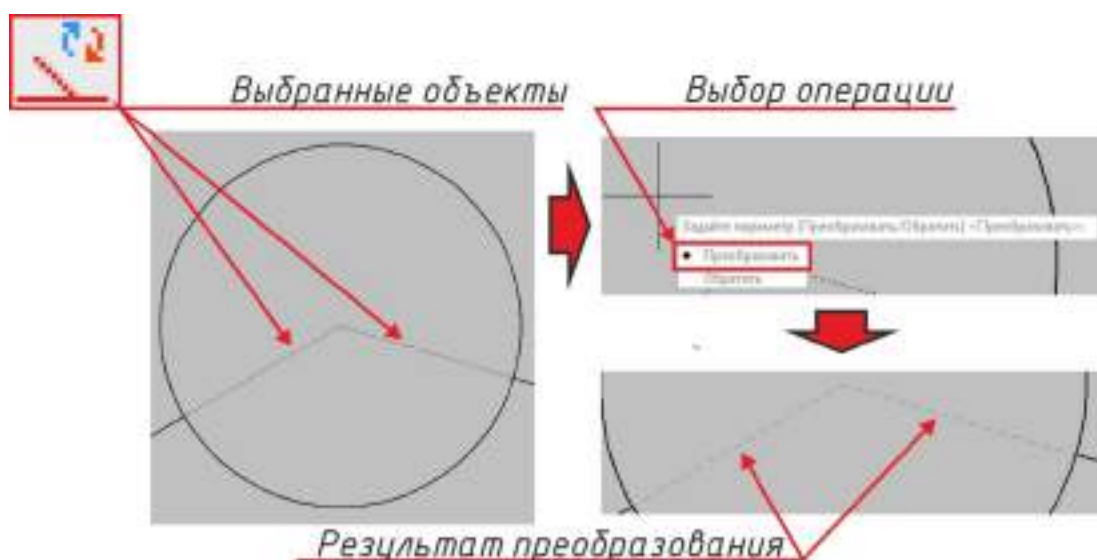


Рисунок 11.50 – Преобразование геометрии

Теперь необходимо наложить зависимости совпадения между вспомогательными отрезками и центрами шарниров, а также между отрезками звеньев и вспомогательными отрезками. При этом зависимость совпадения должна быть добавлена между крайними точками звеньев и шарнирами, с той лишь разницей, что шарниры должны быть выбраны как объекты. Помимо зависимостей совпадения необходимо наложить зависимость коллинеарности между отрезками звеньев и соответствующими им вспомогательными отрезками, пример чего показан на рисунке 11.51.

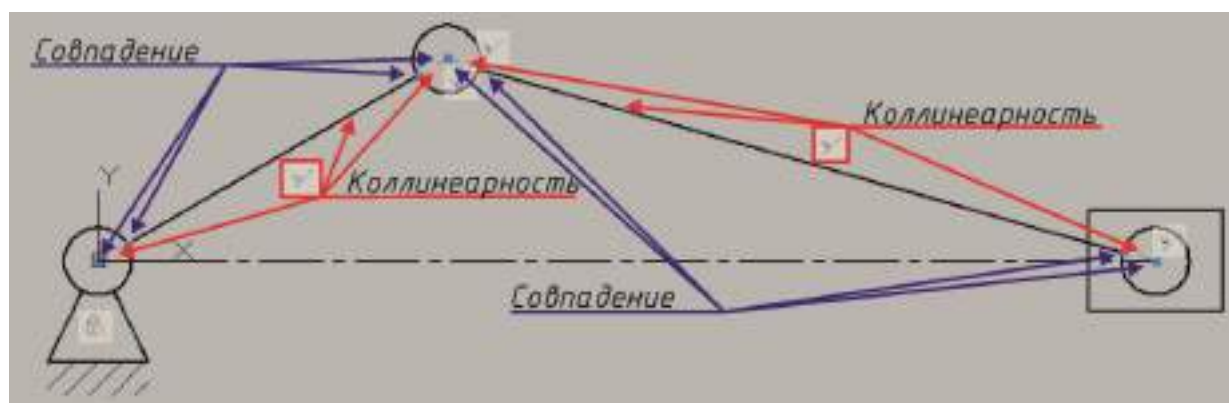


Рисунок 11.51 – Зависимости между вспомогательными и основными объектами

Для тестирования адекватности работы параметризованной схемы необходимо в описание динамического блока добавить операцию поворота, объектом которой должен выступать кривошип.

Следующим шагом параметризации является привязка неподвижного шарнира и шарнира поршня к одному горизонтальному отрезку, представленному на рисунке 11.47 осевой линией, для чего необходимо указать центры шарниров и отрезок как объект (рисунок 11.52). Данное действие выполняется с целью ограничения подвижности поршня по вертикали.

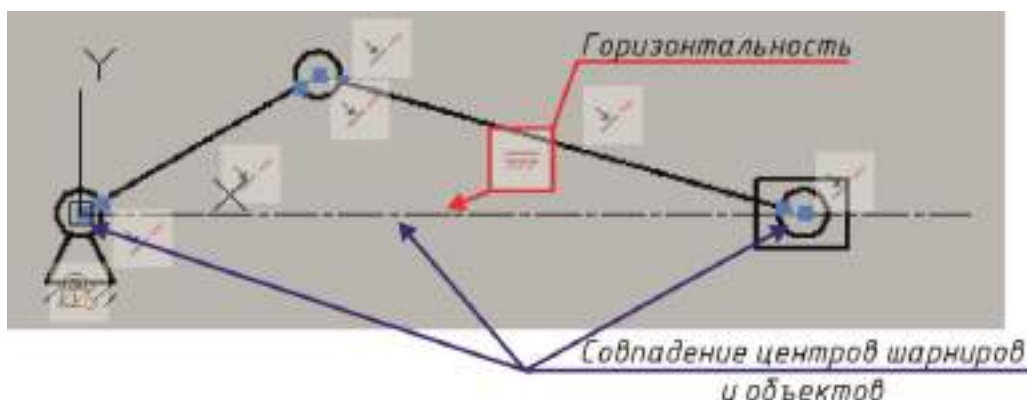


Рисунок 11.52 – Ограничение подвижности поршня

После установки всех геометрических зависимостей структурной схеме кривошипно-шатунного механизма необходимо присвоить размерные зависимости, а именно - расстояния между шарнирами, которые будут ограничивать изменение размеров кривошипа и шатуна (рисунок 11.53).



Рисунок 11.53 – Размерные зависимости

По результатам тестирования работы блока видно, что принципиально построенная схема кривошипно-шатунного механизма работает верно. За тем

лишь исключением, что непосредственно поршень не связан с шарниром. Результаты тестирования представлены на рисунке 11.54.

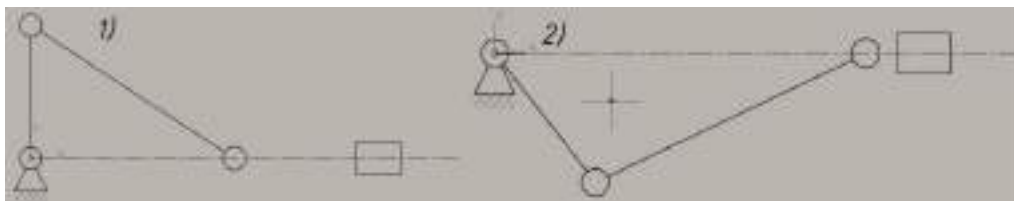


Рисунок 11.54 – Результаты тестирования

Связь поршня с шарниром наиболее целесообразно выполнить при помощи функции «Автоналожение зависимостей», предварительно настроив таким образом, чтобы зависимости горизонтальности и вертикальности не накладывались. После выполнения функции «Автоналожение зависимостей» пользователю останется добавить зависимость совпадения центра поршня с центром шарнира, а также размерные параметры поршня и параметр выступа осевой линии за границы поршня. Геометрия поршня с наложенными зависимостями показана на рисунке 11.55.

Выполнение всех данных действий позволяет создать динамический блок структурной схемы кривошипно-шатунного механизма с возможностью изменения положения исполнительного элемента, результаты работы построенного блока показаны на рисунке 11.56.

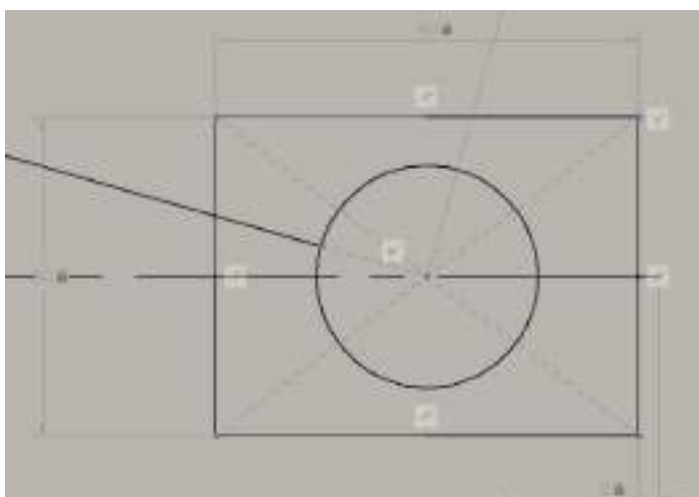


Рисунок 11.55 – Геометрия поршня

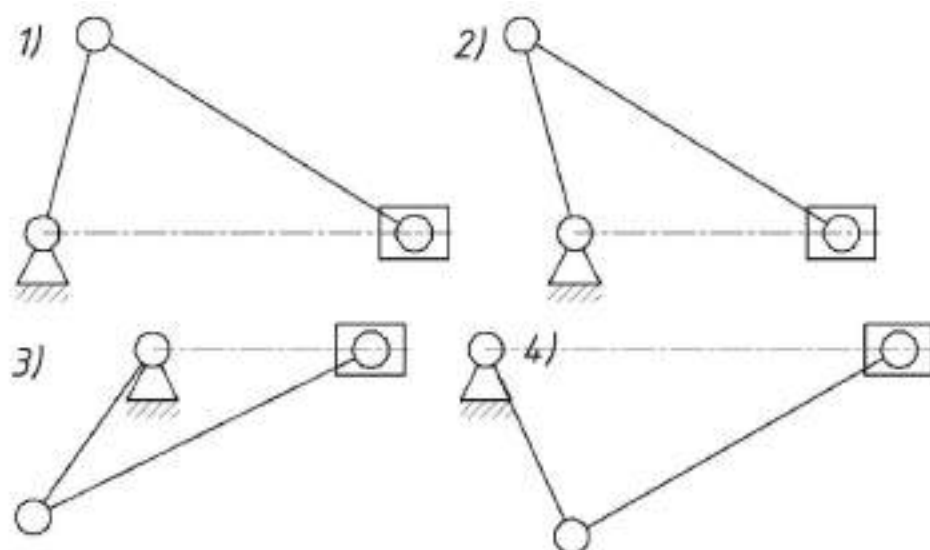


Рисунок 11.56 – Результаты работы блока

Составленный блок может служить основой для структурного или кинематического анализа механизма, например, в случае необходимости определения траектории перемещения точки «С», расположенной посередине шатуна (рисунок 11.57). Пример траектории показан на рисунке 11.58.

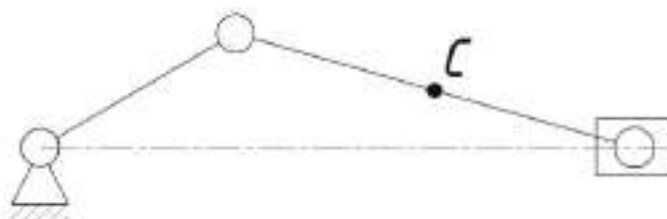


Рисунок 11.57 – Точка «С»

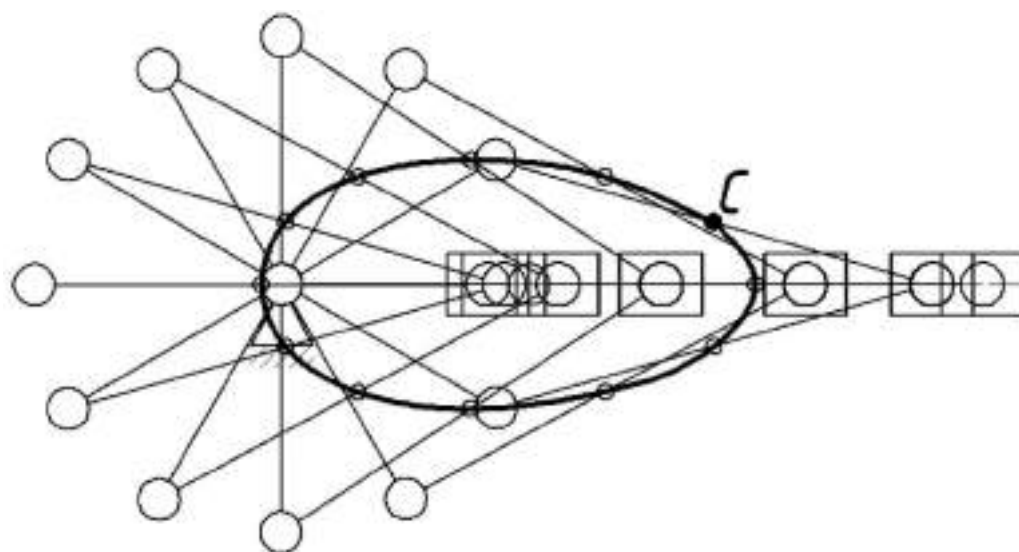


Рисунок 11.58 – Траектория перемещения точки «С»

Исходя, из данного примера можно сделать вывод о том, что практическая область применения параметризации заключается в проектировании деталей машин, создании и анализе как принципиальных схем, так и сборочных чертежей машин и механизмов.

### **ЗАДАНИЯ**

1. Произвести анализ выданного преподавателем задания.
2. Выполнить создание кинематической схемы механизма и определить траекторию перемещения указанной преподавателем точки.
4. Произвести сравнительный анализ задания и его реализации в электронном чертеже.

### **СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА**

В качестве отчета по практическому занятию студент предоставляет электронные чертежи изделия либо электронные модели изделия, оформленные в соответствии с требованиями единой системы конструкторской документации или иными указаниями преподавателя.

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Работа элементов параметризации в среде динамических блоков.
2. Алгоритм построения траектории перемещения точки на звене механизма.
3. Способы построения графика перемещения заданной точки при параметризации.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Головицына, М. В. Основы САПР : учебное пособие / М. В. Головицына. — 3-е изд. — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 268 с. — ISBN 978-5-4497-0921-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/102040.html> (дата обращения: 18.01.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

2. Косолапов, В. В. Компьютерная графика. Решение практических задач с применением САПР AutoCAD : учебно-методическое пособие / В. В. Косолапов, Е. В. Косолапова. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2019. — 117 с. — ISBN 978-5-4486-0794-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/85748.html> (дата обращения: 18.01.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

3. Феоктистова, А. А. Основы 2D- и 3D-моделирования в программе AutoCAD : учебное пособие / А. А. Феоктистова, О. Л. Стаселько. — Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2017. — 103 с. — ISBN 978-5-9961-1617-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/83707.html> (дата обращения: 18.01.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей



## 18 Практическое занятие №18 ПОСТРОЕНИЕ ЧЕРТЕЖА С ФИЗИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА

**Цель работы:** изучение методики выполнения чертежей изделий по существующим образцам с использованием измерительного инструмента.

### **Формируемые компетенции:**

ОПК-6: Способен использовать современные информационные технологии, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности.

ОПК-10: Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы пригодные для практического применения

**Актуальность темы:** обусловлена необходимостью интеграции в процесс проектирования изделий большого числа деталей сторонних разработчиков. Знания, полученные в рамках лабораторной работы, будут необходимы в профессиональной деятельности.

### **ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

Процесс проектирования, как правило, неразрывно связан с высокой степенью неопределенности. Одним из факторов данной неопределенности выступает отсутствие всей необходимой технической информации об объекте проектирования и его составных частях. Например, при проектировании сложных машин и механизмов перед конструктором возникает вопрос использования большого количества покупных изделий, для которых может отсутствовать необходимая информация.

В результате данной неопределенности возникает задача самостоятельной разработки недостающих чертежей, требования и технологий использования покупных изделий.

Одним из методов устранения данной неопределенности является измерение детали с последующим построением ее рабочего или монтажного чертежа.

С этой целью на начальном этапе необходимо проанализировать деталь и определиться с количеством необходимых видов, разрезов и пояснений для ее полного описания. На рисунке 11.59, представлено изображение детали «Опора»



Рисунок 11.59 – Пример детали

После выполнения анализа при помощи имеющегося измерительного инструмента производится замер всех необходимых размеров и нанесение измеренных данных на эскиз детали.

Измерение производится при помощи имеющегося измерительного инструмента, как правило, штангенциркуля ШЦ-1-125.

С его помощью можно измерить внешние и внутренние размеры деталей. Штангенциркули приобрели широкую популярность в быту, так как он имеет простое устройство и удобен в пользовании. С помощью такого прибора можно быстро и легко произвести измерение с высокой точностью. Устройство штангенциркуля представлено на рисунке 11.60

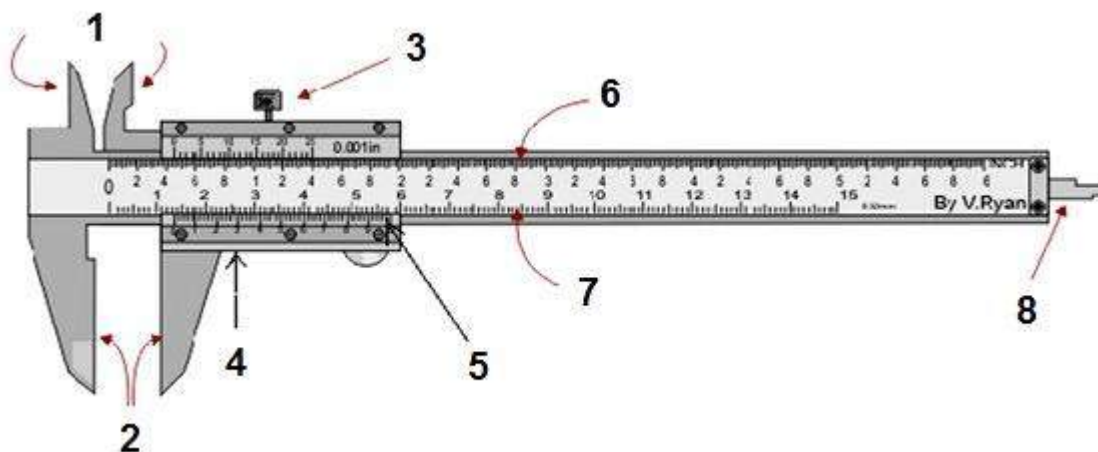


Рисунок 11.60 – Конструкция штангенциркуля

- 1 — Губки для внутренних измерений
- 2 — Губки для наружных измерений
- 3 — Зажимной винт
- 4 — Подвижная рамка
- 5 — Нониус
- 6 — Штанга
- 7 — Шкала штанги
- 8 — Глубинометр

У всех аналогичных штангенциркулю инструментов имеется измерительная штанга, благодаря которой прибор получил такое название. На штанге имеется основная шкала, которая необходима при измерении в первую очередь.

Подвижная рамка с нанесенной шкалой имеет возможность перемещаться по штанге. Шкала на штанге называется нониусом, который имеет

более точную разметку по долям делений. Это обеспечивает повышенную точность измерений. Степень точности штангенциркуля в зависимости от исполнения может достигать сотых долей миллиметра. Штангенциркули имеют губки двух видов: для измерения внутренних размеров и для измерения наружных размеров.

Также имеется еще один измерительный элемент прибора, который называется глубиномером. С помощью него можно измерить глубину отверстий и другие размеры.

Цифровые штангенциркули устроены аналогичным образом. Однако вместо нониуса применяется цифровая шкала, повышающая удобство применения и точность измерения прибором.

Как и все измерительные приборы, цифровые приборы оснащены шкалой с ценой деления 0,01 мм. Допустимой погрешностью считается отклонение результата измерения в меньшую или большую сторону на 10%. В промышленности все измерительные инструменты каждые полгода подвергаются метрологическому контролю.

В торговой сети продаются штангенциркули, упакованные в футляре. При приобретении инструмента рекомендуется осмотреть измерительные губки. Они должны быть ровными и при их сжатии не должно быть просвета.

Шкала нониуса при сомкнутых губках должна находиться в нулевом положении. Линии отметки делений шкалы по нониусу должны быть нанесены четко. В комплект прибора должен входить паспорт с отметкой о произведенной поверке на точность.

Правила измерения размеров при помощи штангенциркуля:

- проверить инструмент. Для этого губки штангенциркуля свести вместе и проверить точность их смыкания на наличие между ними просвета;
- инструмент взять в правую руку, а измеряемую деталь в левую руку;.
- для измерения внешнего размера детали необходимо развести нижние губки инструмента и расположить между ними контролируемую де-

таль. При этом следует быть осторожным, так как края губок острые и можно получить травму при неаккуратном обращении с инструментом;

- губки штангенциркуля сжать до соприкосновения с деталью. Если материал детали имеет мягкую структуру, то сильное сжатие губок приведет к неточности измерения. Поэтому губки необходимо сдавливать осторожно, только до соприкосновения с поверхностью детали. Для передвижения рамки штангенциркуля используют большой палец руки;

- проверить расположение губок относительно детали. Они должны находиться на равном расстоянии от краев детали, наличие перекосов инструмента не допускается;

- зафиксировать винт, предназначенный для зажима подвижной рамки. Это позволяет сохранить положение рамки для точных результатов измерения. Затягивать винт целесообразно большим и указательным пальцем, одновременно этой же рукой удерживать инструмент в одном положении, чтобы не сдвигать его для обеспечения точности измерения;

- отложить деталь в сторону, а зафиксированный штангенциркуль без детали взять для снятия результатов замера;

- этап снятия показаний инструмента является очень важным, так как неточность при измерении может привести к серьезным последствиям на производстве;

- расположить штангенциркуль перед глазами и приступить к анализу показаний, примеры которых представлены на рисунке 11.61

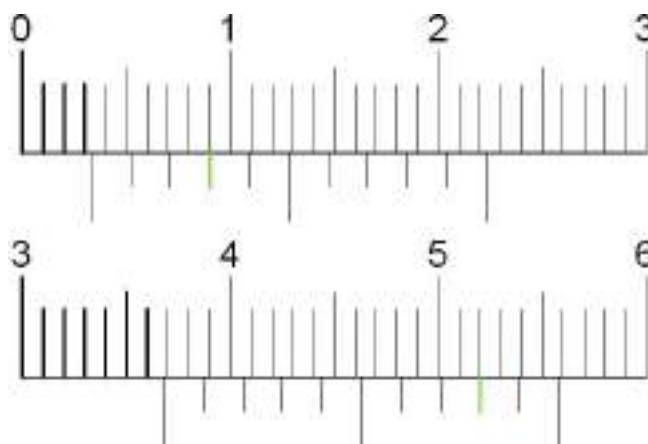


Рисунок 11.61 – Пример анализируемых данных

- далее нужно вычислить доли миллиметра. Для этого на шкале нониуса надо найти деление, совпадающее с делением на шкале штанги;

результат измерения равен сумме двух величин: числа целых миллиметров и долей мм. Если нулевой штрих нониуса точно совпал с одним из штрихов основной шкалы, полученный размер выражается целым числом;

- по окончании работы с инструментом очистить его, ослабить винт, сомкнуть губки и положить в чехол. Если инструмент будет долго храниться, то рекомендуется обработать его антикоррозийным раствором.

245

## **ЗАДАНИЯ**

1. Выполнить измерение, выданной преподавателем, детали.
2. Выполнить построение эскиза с размещением всех необходимых данных для производства.
3. Оформить конструкторскую документацию по разработанному эскизу с учетом всех требований.

## **СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА**

В качестве отчета по практическому занятию студент предоставляет электронные чертежи изделия либо электронные модели изделия, оформленные в соответствии с требованиями единой системы конструкторской документации или иными указаниями преподавателя.

## **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Виды штангенинструмента.
2. Алгоритм измерения штангенинструментом.
3. Алгоритм построения чертежа по физической детали.
4. Конструкция штангенциркуля с нониусом.
5. Отличия нониусного штангенциркуля от цифрового.
6. Отличие эскиза от рабочего чертежа.
7. Определение эскиза.
8. Определение чертежа.
9. Алгоритм определения показаний нониусного штангенинструмента.

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Головицына, М. В. Основы САПР : учебное пособие / М. В. Головицына. — 3-е изд. — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 268 с. — ISBN 978-5-4497-0921-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/102040.html> (дата обращения: 18.01.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

2. Косолапов, В. В. Компьютерная графика. Решение практических задач с применением САПР AutoCAD : учебно-методическое пособие / В. В. Косолапов, Е. В. Косолапова. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2019. — 117 с. — ISBN 978-5-4486-0794-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/85748.html> (дата обращения: 18.01.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

3. Феоктистова, А. А. Основы 2D- и 3D-моделирования в программе AutoCAD : учебное пособие / А. А. Феоктистова, О. Л. Стаселько. — Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2017. — 103 с. — ISBN 978-5-9961-1617-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/83707.html> (дата обращения: 18.01.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

## **Методические указания**

по организации самостоятельной работы обучающихся  
по дисциплине «Компьютерное проектирование в машиностроении»  
для студентов направления подготовки  
15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»  
направленность (профиль) «Технология машиностроения»

Ставрополь 2026

В методических указаниях по организации самостоятельной работы, составленных в соответствии с требованиями ФГОС ВО, основное внимание уделено изучению систем автоматизированного проектирования и автоматизации проектной деятельности с их использованием.

Предназначен для студентов, обучающихся по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств (направленность (профиль) «Технология машиностроения»), квалификация выпускника – бакалавр.

Составители:

старший преподаватель кафедры ТМ и ТБ Герасимов Р.В.

к.т.н., доцент кафедры ТМ и ТБ Сидоренко С.А.

Рецензенты:

канд. техн. наук, доцент М.А. Шпак

инженер 2-ой категории ПАО «Завод Сигнал» А.Р. Баландин

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                       |    |
|-------------------------------------------------------|----|
| Введение.....                                         | 4  |
| 1 Общая характеристика самостоятельной работы .....   | 6  |
| 2 План-график выполнения самостоятельной работы ..... | 8  |
| 3 Контрольные точки и виды отчетности по ним.....     | 9  |
| Список рекомендуемой литературы .....                 | 29 |

## Введение

В настоящее время все больше компаний для повышения конкурентоспособности переходят от двухмерного проектирования к трехмерному. Трехмерное проектирование деталей позволяет существенно сократить как сроки подготовки технической документации, так и сроки самого процесса проектирования, а также повысить его качество. Как правило, в качестве систем трехмерного проектирования используются системы автоматизированного проектирования среднего уровня.

Несмотря на широчайшее распространение САПР низшего уровня, при помощи которых выполняется около 70 процентов всех проектных работ, системы автоматизированного проектирования среднего уровня набирают все большую популярность. Данные системы по своим возможностям и функционалу все сильнее напоминают системы высшего уровня, но при этом в удобстве использования намного их превосходят, и хотя полностью охватывают функционал систем низшего уровня, уступают им по простоте интерфейса.

Говоря о твердотельном моделировании, как в машиностроении так и в любой другой сфере проектирования, необходимо прежде всего понимать, что данный термин является сокращением от трехмерного твердотельного параметрического моделирования и является весьма отстраненным понятием по отношению к термину «Трехмерное моделирование».

Создание параметрических моделей заложено в саму идеологию систем автоматизированного проектирования среднего и высшего уровней, а параметрическое описание объектов является базой для всего последующего процесса проектирования.

На сегодняшний день, системы автоматизированного проектирования поддерживают параметризацию, которую можно разделить на несколько групп: табличную, иерархичную, вариационную и геометрическую, которые в зависимости от конкретной САПР представлены в той или иной форме, но

практически всегда находящие отражение в функционале системы.

Процесс параметрического моделирования представляет собой- процесс описания конструктором математической модели объекта с различными параметрами, например, геометрическими, размерными, логическими и другими, изменение которых ведет к изменению конфигурации детали или сборки. Данное свойство позволяет решать сразу множество проблем при проектировании новых изделий, тем самым, снижая стоимость разработки и увеличивая жизненный цикл изделия.

Понимание принципов построения трехмерных твердотельных моделей позволит конструктору использовать в своей деятельности любые доступные в настоящий момент инструменты из создания, к которым относятся системы автоматизированного проектирования. Знание же инструментов создания твердотельных моделей и технологии их эффективного использования позволит существенно сократить как время разработки, так и переход между системами автоматизированного проектирования различных производителей. В данном курсе, предлагается рассмотреть процессы создания трехмерных твердотельных моделей деталей и сборок на примере использования системы автоматизированного проектирования среднего уровня Inventor Professional компании Autodesk.

## **1 Общая характеристика самостоятельной работы**

**Цель:** Целью изучения дисциплины «Компьютерное моделирование в машиностроении» является формирование набора общепрофессиональной и профессиональной компетенций будущего бакалавра по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств.

### **Задачи дисциплины:**

- ознакомление с многообразием средств автоматизации процессов жизненного цикла изделия
- изучение современных средств автоматизации процессов жизненного цикла изделия;
- изучение основополагающих принципов и получения навыков построения информационных моделей для использования в рамках автоматизации различных этапов жизненного цикла изделия.
- приобретение практических навыков работы с современными системами автоматизированного проектирования.

**Цели и задачи самостоятельной работы:** Самостоятельная работа направлена на решения ряда задач, к которым относятся:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умения использовать справочную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов:
- творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;

– развитие исследовательских умений.

**Актуальность:** Повсеместный переход промышленных предприятий от двухмерного проектирования к трехмерному обуславливает необходимость изучения принципиальных подходов к проектированию изделий. Знания полученные в рамках изучения дисциплины необходимы на протяжении всей профессиональной деятельности.

### **Виды самостоятельной работы**

Рабочей программой по Компьютерное проектирование в машиностроении предусмотрено самостоятельное изучение материалов по темам практических работ. Для успешного выполнения данного вида работ, необходимо самостоятельно детально изучить материалы по представленным темам по рекомендуемым источникам информации:

| №<br>п/п | Темы для самостоятельного изучения                                      | Рекомендуемые источники информации<br>(№ источника) |                |              |                  |
|----------|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------|--------------|------------------|
|          |                                                                         | Основная                                            | Дополнительная | Методическая | Интернет-ресурсы |
| 1        | Введение в компьютерное проектирование в машиностроении.                | 1                                                   | 1, 2           | 1, 2, 3      | 1, 2, 3, 4, 5    |
| 2        | Задачи САПР. Классификация САПР. Виды обеспечения САПР.                 | 1                                                   | 1, 2           | 1, 2, 3      | 1, 2, 3, 4, 5    |
| 3        | Конструкторские САПР (CAD).                                             | 1                                                   | 1, 2           | 1, 2, 3      | 1, 2, 3, 4, 5    |
| 4        | Расчетные САПР (CAE).                                                   | 1                                                   | 1, 2           | 1, 2, 3      | 1, 2, 3, 4, 5    |
| 5        | Системы автоматизированной подготовки технологических процессов (CAPP). | 1                                                   | 1, 2           | 1, 2, 3      | 1, 2, 3, 4, 5    |
| 6        | Системы автоматизированной подготовки управляющих программ (CAM).       | 1                                                   | 1, 2           | 1, 2, 3      | 1, 2, 3, 4, 5    |
| 7        | Реверс-инжиниринг.                                                      | 1                                                   | 1, 2           | 1, 2, 3      | 1, 2, 3, 4, 5    |
| 8        | Системы управления документацией и жизненным циклом изделия (PDM/PLM)   | 1                                                   | 1, 2           | 1, 2, 3      | 1, 2, 3, 4, 5    |

При изучении материалов по каждой теме необходимо составить краткий конспект наиболее важной информации.

Помимо самостоятельного изучения материалов по темам к самостоя-

тельной работе студентов относится подготовка к лабораторным занятиям по результатам которой студент представляет отчет преподавателю и проходит собеседование. Отчет по лабораторной работе представляет собой электронный чертеж или электронную модель изделия выполненные согласно требованиям единой системы конструкторской документации.

При самостоятельной подготовке к лабораторному занятию студент:

- организует свою деятельность в соответствии с методическим руководством по выполнению практических работ;
- изучает информационные материалы;
- подготавливает и оформляет материалы лабораторных работ в соответствии с требованиями.

В результате выполнения указанных видов самостоятельной работы происходит формирование общепрофессиональных компетенций представленных ниже:

ОПК-6: Способен использовать современные информационные технологии, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности.

ОПК-10: Способен разрабатывать и применять современные цифровые программы проектирования технологических приспособлений и технологических процессов различных машиностроительных производств.

## **2 План-график выполнения самостоятельной работы**

Правильная организация самостоятельной работы и ее систематичность, позволяет развивать умения и навыки; проводить систематизацию полученных знаний, обеспечивать высокий уровень успеваемости в период обучения, получить навыки повышения профессионального уровня.

При самостоятельном изучении материалов по представленным темам следует придерживаться приведенного ниже графика:

| №<br>п/п | Темы для самостоятельного изучения | Срок<br>изучения<br>материалов |
|----------|------------------------------------|--------------------------------|
|----------|------------------------------------|--------------------------------|



|   |                                                                         |           |
|---|-------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1 | Введение в компьютерное проектирование в машиностроении.                | 2 неделя  |
| 2 | Задачи САПР. Классификация САПР. Виды обеспечения САПР.                 | 4 неделя  |
| 3 | Конструкторские САПР (CAD).                                             | 8 неделя  |
| 4 | Расчетные САПР (CAE).                                                   | 10 неделя |
| 5 | Системы автоматизированной подготовки технологических процессов (CAPP). | 12 неделя |
| 6 | Системы автоматизированной подготовки управляющих программ (CAM).       | 14 неделя |
| 7 | Реверс-инжиниринг.                                                      | 16 неделя |
| 8 | Системы управления документацией и жизненным циклом изделия (PDM/PLM)   | 17 неделя |

### Технологическая карта самостоятельной работы обучающегося очной формы обучения

| Коды реализуемых компетенций, индикатора(ов)      | Вид деятельности студентов          | Средства и технологии оценки | Объем часов, в том числе |                                    |       |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|--------------------------|------------------------------------|-------|
|                                                   |                                     |                              | СРС                      | Контактная работа с преподавателем | Всего |
| 5 семестр                                         |                                     |                              |                          |                                    |       |
| ИД-2 <sub>ОПК-6</sub> ;<br>ИД-2 <sub>ОПК-10</sub> | Подготовка к лекциям                | Конспект                     | 1,6                      | 0,2                                | 1,8   |
| ИД-2 <sub>ОПК-6</sub> ;<br>ИД-2 <sub>ОПК-10</sub> | Подготовка к практическим занятиям  | Отчет                        | 6,5                      | 0,7                                | 7,2   |
| ИД-2 <sub>ОПК-6</sub> ;<br>ИД-2 <sub>ОПК-10</sub> | Самостоятельное изучение материалов | Конспект                     | 31,5                     | 3,5                                | 35    |
| ИД-2 <sub>ОПК-6</sub> ;<br>ИД-2 <sub>ОПК-10</sub> | Выполнение контрольной работы       | Отчет                        | 9                        | 1                                  | 10    |
| Итого за 5 семестр                                |                                     |                              | 48,6                     | 5,4                                | 54    |
| Итого                                             |                                     |                              | 48,6                     | 5,4                                | 54    |

### 3 Контрольные точки и виды отчетности по ним

При изучении дисциплины студентами очной формы обучения в соответствии с рабочей программой требуется сдать представленные ниже контрольные точки.

#### Описание шкалы оценивания

В рамках рейтинговой системы успеваемость студентов по каждой дисциплине оценивается в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

#### Промежуточная аттестация

Процедура зачета как отдельное контрольное мероприятие не проводится, оценивание знаний обучающегося происходит по результатам текущего контроля.

Зачет выставляется по результатам работы в семестре.

**Критерии оценивания компетенций указаны после каждого вида самостоятельной работы**

**Типовые контрольные задания в иные материалы характеризующие этапы формирования компетенций**

#### **Вопросы для собеседования**

1. Понятие ЖЦИ.
2. Этапы ЖЦИ.
3. Задачи систем автоматизированного проектирования
4. Технологии реализации задач.
2. Классификация систем автоматизированного проектирования
3. Системы легкого класса
4. Спектр задач, решаемых при помощи САЕ программ
5. Прочностные расчеты
6. Методы автоматизированного построения технологических процессов
7. Связь конструкторских и технологических подсистем САПР
8. 2.5 осевые станки с ЧПУ. Особенности подготовки управляющих программ
9. Оборудование для лазерного раскроя
10. Оборудование для физического измерения объектов реверс-инжиниринга
11. Преобразование стереолитографических моделей в твердотельные
12. Функционал PDM систем
13. Необходимость разграничения ролей в PDM системах
14. CAD системы среднего уровня
15. Виды параметризации
16. Трехмерное сканирование физических объектов
17. Ограничения технологии сканирования объектов
18. Автоматизация стадий ЖЦИ.
19. Параметрическая и структурная оптимизации
20. Понятие цифрового прототипа
21. Геометрическая и вариативная параметризации и их влияние на процесс оптимизации
22. Автоматизация передачи параметров из конструкторских в технологические подсистемы САПР
23. ПО для автоматизации процессов подготовки УП для раскроя
24. Технологии трехмерного сканирования объектов. Достоинства и недостатки
25. Спектр решаемых задач PDM систем
26. Технологии шаблонирования типовых деталей и машин
27. Подготовка физически объектов к сканированию.

#### **1. Критерии оценивания компетенций\***

**Оценка «отлично»** выставляется студенту, если продемонстрированы: уверенное владение информацией в полном объеме, навыки и умения реализуются для нестандартных условий, при ответе на вопрос привлечены дополнительные источники информации, в том числе и многовариантный анализ ситуации, что свидетельствует о повышенном уровне усвоения компетенций.

**Оценка «хорошо»** выставляется студенту, если продемонстрированы: владение информацией в полном объеме; уверенное владение умениями и навыками реализуются для

типовых ситуаций уверенно, что свидетельствует о базовом уровне усвоения компетенций.

**Оценка «удовлетворительно»** выставляется студенту, если теоретические знания имеются, но они разрознены и бессистемны; умения и навыки реализуются для типовых ситуаций с ошибками, что свидетельствует о частичном усвоении базового уровня усвоения компетенций.

**Оценка «неудовлетворительно»** выставляется студенту, если знания, умения и навыки отсутствуют, что свидетельствует о недостаточном уровне усвоения компетенций.

## **2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Процедура проведения данного оценочного мероприятия включает в себя: диалог преподавателя со студентом и ответ студентом на вопросы по темам дисциплины. Перед собеседованием по теме студент должен выполнить и защитить практические работы.

Предлагаемые студенту задания позволяют проверить компетенции ИД-2<sub>ОПК-6</sub>, ИД-2<sub>ОПК-10</sub>. Освоение компетенций на повышенном уровне предполагает изучение дополнительной научной и учебной литературы и четкие ответы на вопросы без ошибок. При освоении компетенции на базовом уровне студент изучил основную литературу, при ответе возможны 2...3 негрубые ошибки.

Для подготовки к данному оценочному мероприятию необходимо изучить рекомендуемую литературу

При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования своими конспектами лекций, методическими указаниями по дисциплине, тетрадями по практическим занятиям и лабораторным работам, справочными таблицами.

При проверке задания, оцениваются:

- степень усвоения программного материала;
- способность рассуждать и сопоставлять материал из разных источников;
- правильность и четкость ответов;
- правильность речи в быстром или умеренном темпе;
- умение использовать методическую, научную и техническую литературу;
- инициативность в поиске информации.

Оценочный лист

| <b>ПК</b>                                       | <b>Пункты оценки</b>                                                   | <b>Отметка о сформированности</b> |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| ИД-2 <sub>ОПК-6</sub><br>ИД-2 <sub>ОПК-10</sub> | степень усвоения программного материала                                |                                   |
|                                                 | способность рассуждать и сопоставлять материал из разных источников    |                                   |
|                                                 | способность связывать теорию с практикой, другими темами данного курса |                                   |
|                                                 | правильность и четкость ответов                                        |                                   |
|                                                 | правильность речи в быстром или умеренном темпе                        |                                   |
|                                                 | умение использовать методическую, научную и техническую литературу     |                                   |
|                                                 | инициативность в поиске информации                                     |                                   |

## Комплект заданий для контрольной работы

**Тема контрольной работы** «Подготовка комплекта конструкторской документации на сборочную единицу в среде Nanocad»

Исходные данные выдаются индивидуальной по вариантам.

### Задания к контрольной работе:

1. Провести анализ последовательности сборки сборочной единицы.
2. Выполнить рабочие чертежи оригинальных деталей в среде Nanocad.
3. Выполнить чертеж сборочной единицы в среде Nanocad.
4. Выполнить статические блоки в виде стандартных деталей входящих в состав сборочной единицы в среде Nanocad.
5. Разработать спецификацию на сборочную единицу в среде Nanocad.
6. Разработать динамические блоки в виде стандартных деталей входящих в состав сборочной единицы в среде Nanocad.
7. Разработать параметрические модели деталей в среде Nanocad.

### 1. Критерии оценивания компетенций

**Оценка «отлично»** выставляется студенту, если продемонстрированы: уверенное владение информацией в полном объеме, навыки и умения реализуются для нестандартных условий обработки.

**Оценка «хорошо»** выставляется студенту, если продемонстрированы: владение информацией в полном объеме; уверенное владение умениями и навыками реализуются для типовых ситуаций уверенно.

**Оценка «удовлетворительно»** выставляется студенту, если продемонстрированы: владение информацией в не полном объеме; владение умениями и навыками реализуются не в полном объеме.

**Оценка «неудовлетворительно»** выставляется студенту, если теоретические знания имеются, но они разрознены и бессистемны; умения и навыки реализуются для типовых ситуаций с ошибками.

### 2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура проведения данного оценочного мероприятия включает в себя: защиту контрольной работы.

Предлагаемые студенту задания по контрольной работе позволяют проверить компетенции ИД-2<sub>ОПК-6</sub>, ИД-2<sub>ОПК-10</sub>

При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования любыми источниками.

При проверке заданий, оцениваются: соответствие содержания заданию на контрольную работу, последовательность и рациональность выполнения заданий, самостоятельность выполнения работы, правильность и точность расчётов, правильность выполнения чертежей и их соответствие действующим стандартам, ЕСКД и другим нормативным документам.

#### Оценочный лист

| ПК                                              | Пункты оценки                                          | Отметка о сформированности |
|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|----------------------------|
| ИД-2 <sub>ОПК-6</sub><br>ИД-2 <sub>ОПК-10</sub> | соответствие содержания заданию на контрольную работу  |                            |
|                                                 | последовательность и рациональность выполнения заданий |                            |

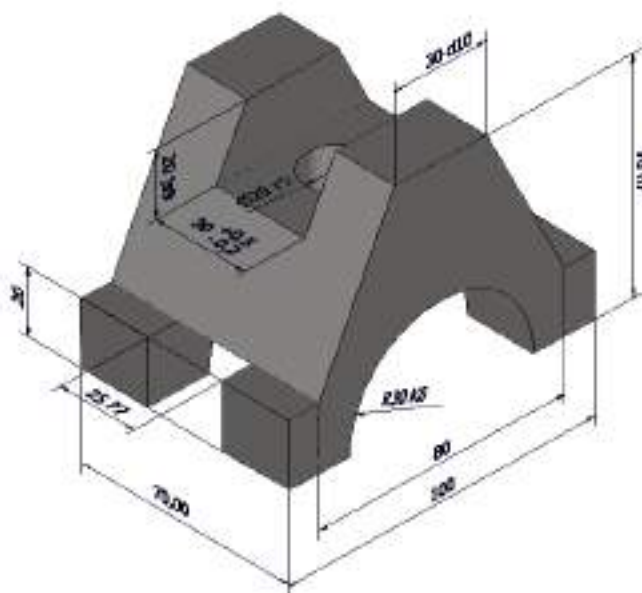
|  |                                                                                                                 |  |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  | самостоятельность выполнения работы                                                                             |  |
|  | правильность и точность расчётов                                                                                |  |
|  | правильность выполнения чертежей и их соответствие действующим стандартам, ЕСКД и другим нормативным документам |  |

## Интерактивные формы проведения практических занятий

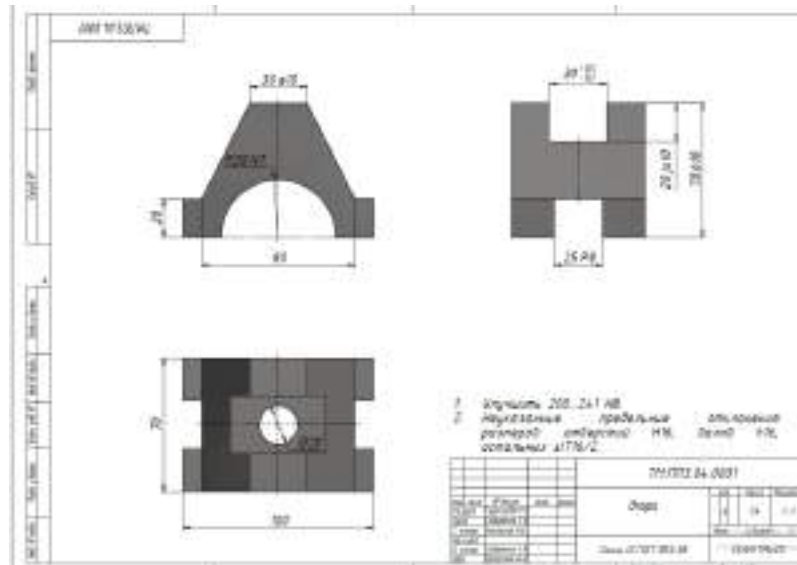
### Практическое занятие № 3

**Кейс-задача:** Геометрические примитивы. Предварительная подготовка файла. Использование простых примитивов

- 1. Место кейса в структуре учебной дисциплины** позволяет на практике изучить типовые команды векторных графических редакторов.
  - 2. Сюжет** в рамках практического занятия производится построение электронного чертежа простой детали.
  - 3. Продолжительность:** 2 часа.
  - 4. Задания для студентов.** В качестве задания для выполнения кейса студенту предоставляется 3D-модель простой детали в виде PDF файла, производимой на предприятиях, осуществляющих практическую подготовку.
- Пример представления задания:



Пример выполнения задания:



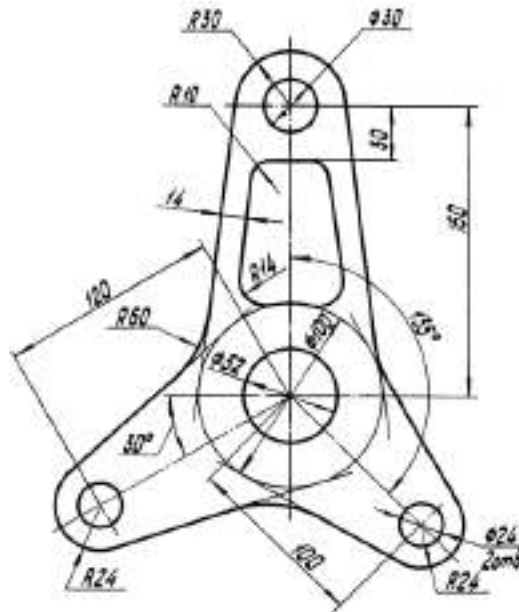
## 5. Этапы работы с кейсом

1. Анализ 3D-модели на предмет корректности геометрии и построений
2. Создание файла чертежа и необходимых видов, сечений разрезов
3. Нанесение аннотаций

### Практическое занятие № 6

**Кейс-задача:** Команды редактирования объектов

1. **Место кейса в структуре учебной дисциплины** позволяет на практике изучить типовые команды редактирования примитивов в векторных графических редакторах.
  2. **Сюжет** в рамках практического занятия производится построение электронного чертежа простой детали.
  3. **Продолжительность:** 2 часа.
  4. **Задания для студентов.** В качестве задания для выполнения кейса студенту предоставляется эскиз простой детали в виде PDF файла.
- Пример представления задания:



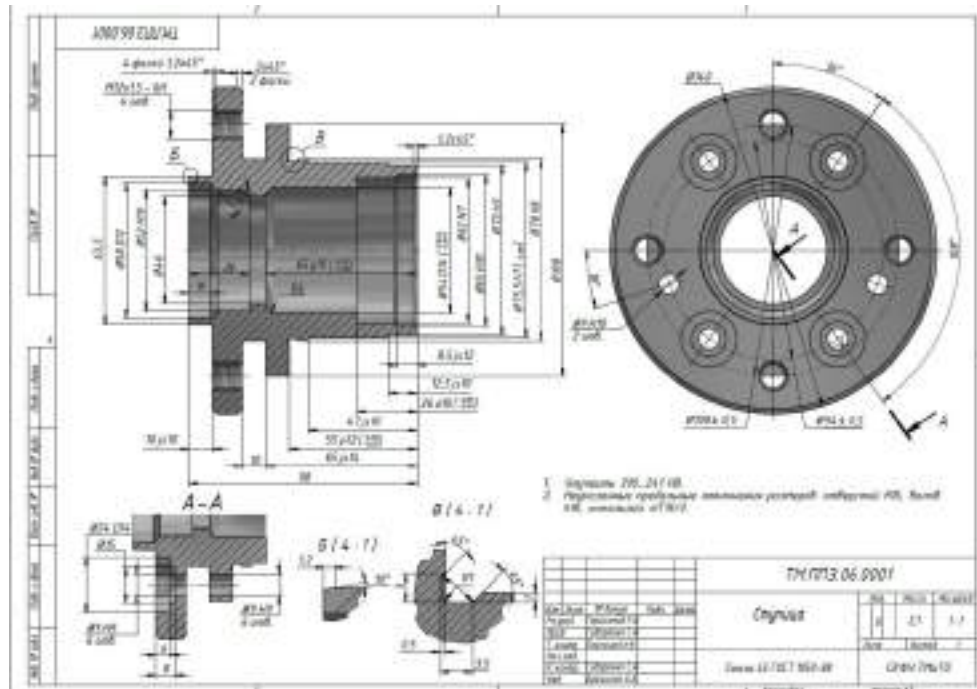
#### 5. Этапы работы с кейсом

1. Анализ эскиза детали
2. Создание файла чертежа и необходимых видов, сечений разрезов
3. Нанесение аннотаций

### Практическое занятие № 9

**Кейс-задача:** Размеры и размерные стили. Подстили.

1. **Место кейса в структуре учебной дисциплины** позволяет на практике изучить типовые команды редактирования примитивов в векторных графических редакторах.
  2. **Сюжет** в рамках практического занятия производится построение электронного чертежа простой детали.
  3. **Продолжительность:** 2 часа.
  4. **Задания для студентов.** В качестве задания для выполнения кейса студенту предоставляется эскиз простой детали в виде PDF файла.
- Пример представления задания:



### 5. Этапы работы с кейсом

1. Анализ эскиза детали
2. Создание файла чертежа и необходимых видов, сечений разрезов
3. Нанесение аннотаций

## Практическое занятие № 10

**Кейс-задача:** Подготовка документов к публикации для печати или передачи на оборудовании с числовым программным управлением

1. **Место кейса в структуре учебной дисциплины** позволяет на практике изучить типовые команды создания «твердых копий» конструкторской документации.
2. **Сюжет** в рамках практического занятия производится сборка комплекта «твердых» копий конструкторской документации.
3. **Продолжительность:** 2 часа.
4. **Задания для студентов.** В качестве задания для выполнения кейса студент использует созданные на предыдущих занятиях чертежи.

Пример представления задания:

### 5. Этапы работы с кейсом

1. Подготовка комплекта чертежей к печати
2. Печать чертежей в PDF-формат
3. Организация комплекта конструкторской документации в виде альбома чертежей

### 1. Критерии оценивания компетенций

**Оценка «отлично»** выставляется студенту, если продемонстрированы: уверенное владение информацией в полном объеме, навыки и умения реализуются для нестандартных условий обработки.

**Оценка «хорошо»** выставляется студенту, если продемонстрированы: владение информацией в полном объеме; уверенное владение умениями и навыками реализуются для типовых ситуаций уверенно.



**Оценка «удовлетворительно»** выставляется студенту, если продемонстрированы: владение информацией в не полном объеме; владение умениями и навыками реализуются не в полном объеме.

**Оценка «неудовлетворительно»** выставляется студенту, если теоретические знания имеются, но они разрознены и бессистемны; умения и навыки реализуются для типовых ситуаций с ошибками.

## **2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Процедура проведения данного оценочного мероприятия включает в себя: защиту выполненной работы.

Предлагаемые студенту задание (кейс) работе позволяет проверить компетенции ИД-2<sub>ОПК-6</sub>, ИД-2<sub>ОПК-10</sub>.

При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования любыми источниками.

При проверке заданий, оцениваются: соответствие чертежа, последовательность и рациональность выполнения задания, самостоятельность выполнения работы, правильность и точность расчётов, правильность выполнения чертежа и его соответствие действующим стандартам, ЕСКД и другим нормативным документам.

**Оценочный лист**

| <b>ПК</b>                                       | <b>Пункты оценки</b>                                                                                            | <b>Отметка о сформированности</b> |
|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| ИД-2 <sub>ОПК-6</sub><br>ИД-2 <sub>ОПК-10</sub> | соответствие содержания заданию на контрольную работу                                                           |                                   |
|                                                 | последовательность и рациональность выполнения заданий                                                          |                                   |
|                                                 | самостоятельность выполнения работы                                                                             |                                   |
|                                                 | правильность и точность расчётов                                                                                |                                   |
|                                                 | правильность выполнения чертежей и их соответствие действующим стандартам, ЕСКД и другим нормативным документам |                                   |

### Паспорт фонда тестовых заданий

| №<br>п/<br>п | Проверяемые темы дисциплины | Проверяемые компетенции             | Тип теста*      |                 |                 |                 |
|--------------|-----------------------------|-------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|              |                             |                                     | зф <sup>1</sup> | оф <sup>2</sup> | ус <sup>3</sup> | пп <sup>4</sup> |
| 1            | Темы 1-8                    | ОПК-6<br>(ИД-2 <sub>ОПК-6</sub> )   | +               |                 | +               | +               |
| 2            | Темы 1-8                    | ОПК-10<br>(ИД-2 <sub>ОПК-10</sub> ) | +               |                 |                 |                 |
|              | Всего                       | 45                                  | 40              |                 | 1               | 4               |

\* отметить тип теста «+»

<sup>1</sup> задания закрытой формы (с выбором одного или нескольких правильных ответов из предложенного набора вариантов);

<sup>2</sup> задания открытой формы (ответ формулируется самостоятельно);

<sup>3</sup> задания на установление соответствия (с установлением правильного соответствия между элементами двух представленных множеств);

<sup>4</sup> задания на установление правильной последовательности (с указанием правильного порядка перечисленного набора элементов).

1

I:

S: Комплекс взаимосвязанных процессов, протекающих от момента возникновения потребности в определенном изделии до ее полного удовлетворения и утилизации изделия называется ...

+ : жизненным циклом изделия

- : стадией жизненного цикла изделия

- : этапом жизненного цикла изделия

2

I:

S: Организационно-техническая система, входящая в структуру проектной организации и осуществляющая проектирование при помощи комплекса средств автоматизированного проектирования является ...

+ : системой автоматизированного проектирования (САПР)

- : системой автоматического проектирования (САПР)

- : системой автоматизированного производства (САПР)

3

I:

S: Определите последовательность стадий жизненного цикла изделия.

1. Обоснование разработки

2. Подготовка и составление технического задания

3. Научно-исследовательские работы

4. Опытнo-конструкторские работы

5. Подготовка производства и производства

6. Эксплуатация

7. Утилизация

4

I:

S: Определите последовательность этапов опытно-конструкторских работ.

1. Разработка технического задания
2. Разработка технического предложения
3. Разработка эскизного проекта
4. Разработка технического проекта
5. Разработка комплекта рабочей документации
6. Изготовление и испытание опытных образцов

5

I:

S: Определение окончательных технических решений, позволяющих сформировать полное представление о разрабатываемом изделии, его устройстве, а также всех иных необходимых данных производится на этапе ...

- + : технического проекта
- : эскизного проекта
- : технического предложения
- : технического задания

6

I:

S: Снижение сроков и стоимости проектирования при помощи САПР возможно за счет ...

- + : сокращения трудоемкости проектирования
- + : уменьшения времени выполнения НИОКР и подготовки производства
- + : уменьшении стоимости проектных работ
- + : повышения качества предлагаемых решений и сокращения затрат на испытания

7

I:

S: Снижение трудоемкости проектирования основывается на следующих возможностях САПР.

- + : автоматизированном выполнении типовых задач и расчетов
- + : использовании средств информационной поддержки процесса проектирования
- + : автоматизации процесса подготовки конструкторской и технологической документации
- : параллельной организацией работ над различными стадиями жизненного цикла изделия
- : внедрении структурной оптимизации в процесс проектирования

8

I:

S: Совокупность взаимосвязанных информационных, организационных, мультимедийных устройств (компьютеры, устройства вывода информации, устройства дополненной или виртуальной реальности), а также коммуникационного оборудования (линии связи и оборудование для их организации) принято называть ...

- + : техническим обеспечением САПР
- : информационным обеспечением САПР
- : программным обеспечением САПР
- : организационным обеспечением САПР

9

I:

S: Совокупность компьютерных программ, требующихся для реализации процесса проектирования принято называть ...

- : техническим обеспечением САПР
- : информационным обеспечением САПР
- +: программным обеспечением САПР
- : организационным обеспечением САПР

10

I:

S: Классификация ПО для автоматизированного проектирования по спектру решаемых задач разделяет программное обеспечение на следующие группы ...

- +: CAD/CAM/CAPP/CAE/PDM
- : одноуровневые, двухуровневые, трехуровневые
- : системы малой, средней и высокой производительности
- : одноэтапные, многоэтапные и комплексные

11

I:

S: Отличительной особенностью каркасных 3D-моделей является возможность ...

- +: определения принадлежности точек ребрам и вершинам
- : определения принадлежности точек ребрам, вершинам и граням
- : определения принадлежности точек ребрам, вершинам, граням и внутренним объемам модели
- : определения только координат расположения модели

12

I:

S: 3D-модели состоящие из множества простых геометрических объектов в виде четырехугольников, треугольников или многоугольников называются ...

- +: полигональными
- : сплайновыми
- : твердотельными

13

I:

S: Отличительной особенностью поверхностных 3D-моделей является возможность ...

- : определения принадлежности точек ребрам и вершинам
- +: определения принадлежности точек ребрам, вершинам и граням
- : определения принадлежности точек ребрам, вершинам, граням и внутренним объемам модели
- : определения только координат расположения модели

14

I:

S: Отличительной особенностью твердотельных 3D-моделей является возможность ...

- : определения принадлежности точек ребрам и вершинам

- : определения принадлежности точек ребрам, вершинам и граням
- +: определения принадлежности точек ребрам, вершинам, граням и внутренним объемам модели
- : определения только координат расположения модели

15

I:

S: На текущий момент важнейшим элементом, являющимся исходными данными для целого комплекса подсистем САПР, таких как CAE/CAM/CAPP является ...

- +: 3D-модель изделия
- : электронный чертеж изделия
- : бумажный чертеж изделия
- : эскиз изделия

16

I:

S: Укажите типы документов использование которых характерно для большинства машиностроительных CAD-систем

- +: сборочные модели
- +: модели отдельных деталей
- +: чертежи
- : презентации
- : текстовые документы

17

I:

S: Укажите какие элементы системы параметризации как правило используются в большинстве машиностроительных CAD-систем

- +: размерная параметризация
- +: геометрическая параметризация
- +: иерархическая параметризация
- : параметризация на основе истории построения

18

I:

S: Какая из ветвей параметризации позволяет построить в рамках одной 3D-модели множество исполнений с различными размерами, но сходной геометрией

- +: табличная
- : геометрическая
- : размерная
- : иерархическая

19

I:

S: Файл, включающий в себя вхождения отдельных деталей, правила их взаимного расположения и ограничения степеней свободы, сведения о количестве деталей, массовых и инерционных свойствах, а также иные необходимые данные является

- +: сборочной моделью
- : моделью отдельной детали
- : чертежом изделия

- : картой раскроя материала
- : схемой сборки-разборки

20

I:

S: Среда САД-системы позволяющая выполнять построение плоских и объемных эскизов с замкнутыми или разомкнутыми контурами; создание конструктивных элементов методами твердотельного или поверхностного моделирования, свободного моделирования, а также построение вспомогательной геометрии, при помощи выдавливания смещения, вращения; использование специализированных конструктивных элементов, фасок, скруглений, отверстий; использование библиотек моделирования, содержащих составные части твердотельной или поверхностной геометрии, иными словами параметрических элементов является средой работы с

- + : моделями отдельных деталей
- : сборочными моделями
- : чертежами
- : схемами сборки-разборки изделия

21

I:

S: САЕ-системы являются системами ...

- + : для автоматизации инженерных расчетов
- : системами моделирования геометрии
- : системами автоматизированной подготовки управляющих программ
- : системами инженерного документооборота

22

I:

S: Задача топологической оптимизации относится к ...

- + : методам структурной оптимизации, при которых производится изменение конструкции изделия
- : методам параметрической оптимизации, при которых производится перебор вариантов существующей конструкции с различными размерами

23

I:

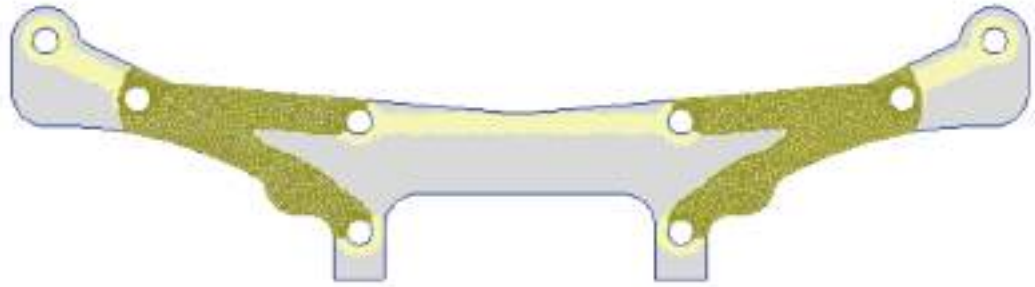
S: Расположите этапы алгоритма выполнения расчета в правильной последовательности.

1. Подготовка геометрической информации
2. Настройка типа расчета и исходных данных
3. Настройка элементов сетки конечных элементов
4. Определение материала, расчетной схемы, задание нагрузок и опор
5. Проведение расчета
6. Интерпретация результатов расчета

24

I:

S: На рисунке ниже представлен результат ... оптимизации конструкции.



- + : топологической
- : генеративного дизайна
- : параметрической
- : правильный вариант отсутствует

25

I:

S: К САЕ-системам относится программное обеспечение для решения следующего ряда инженерных задач:

- + : прочностного анализа
- + : анализа устойчивости, определения собственных частот и форм колебаний
- + : исследования динамики
- + : определения геометрии изделия по заданным нагрузкам и ограничениям

26

I:

S: САРР-системы являются системами ...

- + : автоматизации технологической подготовки производства
- : моделирования геометрии
- : автоматизированной подготовки управляющих программ
- : инженерного документооборота

27

I:

S: Задача поиска наиболее похожего изделия в существующей базе технологических процессов и его изменение под геометрию и параметры текущей детали характерно для ...

- + : Модификационного подхода
- : Генераторного подхода
- : Агрегатного подхода
- : Ручного проектирования технологического процесса

28

I:

S: Метод распознавания у деталей типовых конструктивных элементов и применения к ним типовых технологических процессов в соответствии с определенным шаблоном характерен для ...

- : Модификационного подхода
- + : Генераторного подхода
- : Агрегатного подхода
- : Ручного проектирования технологического процесса

29

I:

S: САМ-системы являются системами ...

-: автоматизации технологической подготовки производства

-: моделирования геометрии

+: автоматизированной подготовки управляющих программ

-: инженерного документооборота

30

I:

S: CAD-системы являются системами ...

-: автоматизации технологической подготовки производства

+: моделирования геометрии

-: автоматизированной подготовки управляющих программ

-: инженерного документооборота

31

I:

S: Определите последовательность этапов при разработке управляющей программы в среде САМ-системы.

1: Подготовка исходных данных, в виде электронного чертежа или 3D-модели

2: Технологическая проработка.

3: Создание «Настройки» (Операции или установка) в среде САМ-системе

4: Наполнение «Настройки» (Операции или установка) стратегиями (переходами)

5: Оценка корректности построения траекторий движения инструмента.

6: Преобразование траекторий движения инструмента в код управляющей программы.

32

I:

S: За преобразование траекторий движения инструмента в САМ-системе в код управляющей программы на конкретный станок отвечает.

+: постпроцессор.

-: настройки САМ-системы

-: система УЧПУ

-: геометрический решатель

33

I:

S: В специализированных редакторах G-кода функция «Backplot» позволяет ...

+: визуализировать траекторию перемещения инструмента

-: выполнить твердотельную симуляцию процесса обработки

-: выполнить верификацию кода управляющей программы

34

I:

S: Соотнесите аббревиатуры наименований технологии аддитивного производства с технологией:

L1: FDM или FFF



L2: SLA

L3: DLP

L4: SLS

L5: CJP

R1: Метод послойного наложения расплавленной полимерной нити

R2: Стереолитография (полимеризация в чане)

R3: Цифровая обработка светом (полимеризация в чане)

R4: Выборочное лазерное спекание

R5: Струйная трехмерная печать

35

I:

S: Оборудование с числовым программным управлением, предназначенное для послойного наращивания материала в рабочей области, относится к ...

+: аддитивному.

-: субтрактивному.

-: токарному.

-: фрезерному.

36

I:

S: Процесс изучения существующего изделия или процесса и воссоздание его цифрового двойника (макета) с целью дальнейшего анализа, копирования или модернизации и пр. называется ...

+: реверс-инжинирингом

-: моделированием изделия

-: технологической подготовкой

37

I:

S: К какому методу измерений относится лазерное 3D-сканирование?

+: бесконтактному

-: контактному

-: томографии

-: фотограмметрии

38

I:

S: К какому методу измерений относится сканирование при помощи координатно-измерительных машин?

-: бесконтактному

+: контактному

-: томографии

-: фотограмметрии

39

I:

S: Результатом 3D-сканирования объекта является ...

+: облако точек

-: поверхностная модель

- : твердотельная модель
- : каркасная модель

40

I:

S: Для чего применяется 3D-сканирование?

- +: реверс-инжиниринг
- +: метрологический контроль
- : прочностное исследование

41

I:

S: для чего предназначен режим черчения «Орто» в системах Autocad/Nanocad?

- +: для создания только горизонтальных и вертикальных отрезков
- : для перемещения курсора по сетке
- : для появления информации об объекте рядом с курсором
- : для создания отрезков под определенными углами

42

I:

S: Какой из представленных примитивов систем Autocad/Nanocad не относится к простым?

- +: размер
- : отрезок
- : луч
- : сплайн

43

I:

S: В каком расширении системы Autocad/Nanocad сохраняют чертежи?

- +: dwg
- : dwf
- : jpg
- : bmp

44

I:

S: Какой параметр не описывается при создании слоя?

- +: координаты объектов слоя
- : цвет примитивов слоя
- : тип линий слоя
- : вес линий слоя
- : прозрачность примитивов слоя

45 Как называется строка, в которой производится вывод информации пользователю?

- +: строка состояния
- : заголовок
- : командная строка
- : строка информации

### 1. Критерии оценивания компетенций

**Оценка «отлично»** выставляется студенту, если продемонстрированы: уверенное владение информацией в полном объеме, навыки и умения реализуются для нестандартных условий обработки.

**Оценка «хорошо»** выставляется студенту, если продемонстрированы: владение информацией в полном объеме; уверенное владение умениями и навыками реализуются для типовых ситуаций уверенно.

**Оценка «удовлетворительно»** выставляется студенту, если продемонстрированы: владение информацией в не полном объеме; владение умениями и навыками реализуются не в полном объеме.

**Оценка «неудовлетворительно»** выставляется студенту, если теоретические знания имеются, но они разрознены и бессистемны; умения и навыки реализуются для типовых ситуаций с ошибками.

### 2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура проведения данного оценочного мероприятия включает в себя: защиту контрольной работы.

Предлагаемые студенту задания по контрольной работе позволяют проверить компетенции ИД-2<sub>ОПК-6</sub>, ИД-2<sub>ОПК-10</sub>.

При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования любыми источниками.

При проверке заданий, оцениваются: соответствие содержания заданию на контрольной работу, последовательность и рациональность выполнения заданий, самостоятельность выполнения работы, правильность и точность расчётов, правильность выполнения чертежей и их соответствие действующим стандартам, ЕСКД и другим нормативным документам.

**Оценочный лист**

| ПК                                              | Пункты оценки                                                                                                   | Отметка о сформированности |
|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| ИД-2 <sub>ОПК-6</sub><br>ИД-2 <sub>ОПК-10</sub> | соответствие содержания заданию на контрольную работу                                                           |                            |
|                                                 | последовательность и рациональность выполнения заданий                                                          |                            |
|                                                 | самостоятельность выполнения работы                                                                             |                            |
|                                                 | правильность и точность расчётов                                                                                |                            |
|                                                 | правильность выполнения чертежей и их соответствие действующим стандартам, ЕСКД и другим нормативным документам |                            |

## Список рекомендуемой литературы

### Основная литература:

1. Головицына, М. В. Основы САПР : учебное пособие / М. В. Головицына. — 3-е изд. — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 268 с. — ISBN 978-5-4497-0921-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/102040.html>

### Дополнительная литература

1. Косолапов, В. В. Компьютерная графика. Решение практических задач с применением САПР AutoCAD : учебно-методическое пособие / В. В. Косолапов, Е. В. Косолапова. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2019. — 117 с. — ISBN 978-5-4486-0794-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/85748.html>

2. Феоктистова, А. А. Основы 2D- и 3D-моделирования в программе AutoCAD : учебное пособие / А. А. Феоктистова, О. Л. Стаселько. — Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2017. — 103 с. — ISBN 978-5-9961-1617-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/83707.html>

### Интернет-ресурсы:

1. САПР для инженера [Электронный ресурс]. URL: <https://mikhailov-andrey-s.blogspot.ru/>

2. Сообщество пользователей Autodesk [Электронный ресурс]. URL: <http://autodeskcommunity.ru/>

3. Журнал «САПР и графика [Электронный ресурс]. URL: <https://sapr.ru/> (Дата обращения 18.01.2023).

4. Журнал CAD/CAM/CAE Observer [Электронный ресурс]. URL: <http://www.cadcamcae.lv/>

5. Интернет портал ISICAD [Электронный ресурс]. URL: <http://isicad.ru/ru/>

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

## **Методические указания**

по выполнению контрольной работы  
по дисциплине «Компьютерное проектирование в машиностроении»  
для студентов направления подготовки  
15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение  
машиностроительных производств»

Ставрополь 2026

В методических указаниях по выполнению контрольной работы, составленных в соответствии с требованиями ФГОС ВО, основное внимание уделено изучению систем автоматизированного проектирования и автоматизации проектной деятельности с их использованием.

Предназначен для студентов, обучающихся по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств (направленность (профиль) «Технология машиностроения»), квалификация выпускника – бакалавр.

Составители:

старший преподаватель кафедры ТМ и ТБ Герасимов Р.В.

к.т.н., доцент кафедры ТМ и ТБ Сидоренко С.А.

Рецензенты:

канд. техн. наук, доцент М.А. Шпак

инженер 2-ой категории ПАО «Завод Сигнал» А.Р. Баландин

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                 |           |
|-----------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Введение .....</b>                                           | <b>4</b>  |
| <b>1 Общая характеристика контрольной работы.....</b>           | <b>6</b>  |
| <b>2 Формулировка задания и его объем.....</b>                  | <b>6</b>  |
| <b>3 Общие требования к написанию и оформлению работы .....</b> | <b>7</b>  |
| <b>4 Рекомендации по выполнению задания .....</b>               | <b>8</b>  |
| <b>5 План-график выполнения работы .....</b>                    | <b>9</b>  |
| <b>6 Критерии оценивания работы.....</b>                        | <b>10</b> |
| <b>7 Порядок защиты контрольной работы .....</b>                | <b>10</b> |
| <b>Список рекомендуемой литературы .....</b>                    | <b>11</b> |
| <b>Приложение 1 .....</b>                                       | <b>14</b> |

## Введение

В настоящее время все больше компаний для повышения конкурентоспособности переходят от двухмерного проектирования к трехмерному. Трехмерное проектирование деталей позволяет существенно сократить как сроки подготовки технической документации, так и сроки самого процесса проектирования, а также повысить его качество. Как правило, в качестве систем трехмерного проектирования используются системы автоматизированного проектирования среднего уровня.

Несмотря на широчайшее распространение САПР низшего уровня, при помощи которых выполняется около 70 процентов всех проектных работ, системы автоматизированного проектирования среднего уровня набирают все большую популярность. Данные системы по своим возможностям и функционалу все сильнее напоминают системы высшего уровня, но при этом в удобстве использования намного их превосходят, и хотя полностью охватывают функционал систем низшего уровня, уступают им по простоте интерфейса.

Говоря о твердотельном моделировании, как в машиностроении так и в любой другой сфере проектирования, необходимо прежде всего понимать, что данный термин является сокращением от трехмерного твердотельного параметрического моделирования и является весьма отстраненным понятием по отношению к термину «Трехмерное моделирование».

Создание параметрических моделей заложено в саму идеологию систем автоматизированного проектирования среднего и высшего уровней, а параметрическое описание объектов является базой для всего последующего процесса проектирования.

На сегодняшний день, системы автоматизированного проектирования поддерживают параметризацию, которую можно разделить на несколько групп: табличную, иерархичную, вариационную и геометрическую, которые в зависимости от конкретной САПР представлены в той или иной форме, но



практически всегда находящие отражение в функционале системы.

Процесс параметрического моделирования представляет собой- процесс описания конструктором математической модели объекта с различными параметрами, например, геометрическими, размерными, логическими и другими, изменение которых ведет к изменению конфигурации детали или сборки. Данное свойство позволяет решать сразу множество проблем при проектировании новых изделий, тем самым, снижая стоимость разработки и увеличивая жизненный цикл изделия.

Понимание принципов построения трехмерных твердотельных моделей позволит конструктору использовать в своей деятельности любые доступные в настоящий момент инструменты из создания, к которым относятся системы автоматизированного проектирования. Знание же инструментов создания твердотельных моделей и технологии их эффективного использования позволит существенно сократить как время разработки, так и переход между системами автоматизированного проектирования различных производителей. В данном курсе, предлагается рассмотреть процессы создания трехмерных твердотельных моделей деталей и сборок на примере использования системы автоматизированного проектирования среднего уровня Inventor Professional компании Autodesk.

## **1 Общая характеристика контрольной работы**

**Цель:** выполнения контрольной работы является закрепление и расширение практических навыков применения систем автоматизированного проектирования среднего уровня в рамках будущей профессиональной деятельности, а также формирования набора компетенций, состоящего из общепрофессиональной и профессиональной.

**Задачи:**

- изучение принципов работы с системами автоматизированного проектирования среднего уровня;
- приобретение практических навыков работы с современными системами автоматизированного проектирования среднего уровня;
- изучение инструментов автоматизации рутинных процессов при подготовке конструкторской документации;
- развитие навыков самостоятельной работы;
- углубление и расширение теоретических знаний и практических навыков по дисциплине «Компьютерное проектирование в машиностроении».

**Формируемые компетенции**

ОПК-6: Способен использовать современные информационные технологии, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности.

ОПК-10: Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы пригодные для практического применения

## **2 Формулировка задания и его объем**

Тема контрольной работы «Подготовка комплекта конструкторской до-

кументации на сборочную единицу в среде Nanocad»

Исходные данные выдаются индивидуальной по вариантам.

Задания к контрольной работе:

1. Провести анализ последовательности сборки сборочной единицы.
2. Выполнить рабочие чертежи оригинальных деталей в среде Nanocad.
3. Выполнить чертеж сборочной единицы в среде Nanocad.
4. Выполнить статические блоки в виде стандартных деталей входящих в состав сборочной единицы в среде Nanocad.
5. Разработать спецификацию на сборочную единицу в среде Nanocad.
6. Разработать динамические блоки в виде стандартных деталей входящих в состав сборочной единицы в среде Nanocad.
7. Разработать параметрические модели деталей в среде Nanocad.

В рамках выполнения контрольной работы необходимо создать комплект конструкторской документации в виде сборочного чертежа изделия, рабочих чертежей деталей в него входящих и спецификации. согласно выданным заданиям. В

Выполненная контрольная работа должна представлять комплект из 10-20 электронных чертежей изделий, выполненных на соответствующих форматах.

Варианты заданий для выполнения работы представлены в приложении.

### **3 Общие требования к написанию и оформлению работы**

Контрольная работа выполняется в виде комплекта конструкторской документации в виде сборочного чертежа изделия, рабочих чертежей деталей в него входящих и спецификации. Выполненные чертежи не должны противоречить единой системе конструкторской документации.

Комплект чертежей сохраняется в нативных форматах используемых систем автоматизированного проектирования, а также в формате PDF.

В результате выполнения работы студент формирует комплект электронных документов передаваемый на проверку преподавателю.

В части создания чертежей при выполнении контрольной работы следует придерживаться правил, изложенных в единой системе конструкторской документации.

При выполнении контрольных работ предпочтительно использование студенческих версии системы автоматизированного проектирования Nanocad, компании Autodesk. При этом использование иных систем автоматизированного проектирования не запрещается.

#### **4 Рекомендации по выполнению задания**

При выполнении контрольной работы следует опираться на рекомендации представленные в указаниях к практическим занятиям №1-18.

При этом особое внимание необходимо уделить следующим аспектам моделирования:

- выполнению правила симметрии моделей;
- сокращению до необходимого минимума количества переменных в модели, для минимизации возможности появления проблемы параметризации;
- преобразование имен переменных в соответствии с рекомендациями стандартов;
- учету особенностей систем автоматизированного проектирования при выполнении математических операции в процессе построения моделей.

Контрольная работа состоит из 10-20 чертежей.

Задание состоит из рабочих чертежей изделий, описания работы механизма и последовательности его сборки. На первоначальном этапе необходимо ознакомиться с описанием изделия, последовательностью сборки, списком

стандартных деталей и рабочими чертежами на оригинальные детали. После ознакомления необходимо провести анализ чертежей и приступить к построению их электронных вариантов с учетом требований актуальных версий стандартов, входящих в единую систему конструкторской документации. Завершающим этапом является построение сборочного чертежа и спецификации к нему.

## **5 План-график выполнения работы**

Выдача задания к контрольной работе осуществляется во время занятий по дисциплине «Компьютерное проектирование в машиностроении» не позднее 2 недели обучения.

Сдача контрольной работы на проверку осуществляется не позднее 15 недели 3 семестра на лабораторных работах по дисциплине «Компьютерное проектирование в машиностроении».

После проверки контрольной работы преподавателем студент получает допуск к его защите. Защита работы осуществляется не позднее последней лабораторной работы в 5 семестре.

При выполнении контрольной работы:

- Студент обязан пользоваться оригинальной, рекомендуемой учебной, справочной и научной литературой, методическими разработками, а также иными доступными источниками информации.

- Комплект электронных документов должен быть выполнена и сформирован в строгом соответствии с требованием ГОСТов, ЕСКД и других нормативных документов.

Выполнение контрольной работы должно быть под контролем руководителя КР, согласно представленному выше графику.

Рекомендованный план выполнения контрольной работы:

Анализ описания и рабочих чертежей деталей – 4 неделя;

Создание рабочих чертежей деталей – 10 неделя;

Создание сборочного чертежа изделия и спецификации к нему – 14 недели.

## **6 Критерии оценивания работы**

Оценка «**отлично**» выставляется студенту, если продемонстрированы: уверенное владение информацией в полном объеме, навыки и умения реализуются для нестандартных условий обработки.

Оценка «**хорошо**» выставляется студенту, если продемонстрированы: владение информацией в полном объеме; уверенное владение умениями и навыками реализуются для типовых ситуаций уверенно.

Оценка «**удовлетворительно**» выставляется студенту, если продемонстрированы: владение информацией в не полном объеме; владение умениями и навыками реализуются не в полном объеме.

Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется студенту, если теоретические знания имеются, но они разрознены и бессистемны; умения и навыки реализуются для типовых ситуаций с ошибками.

## **7 Порядок защиты контрольной работы**

Допуск к защите контрольной работы осуществляется при наличии у студента комплекта электронных документов, оформленных в соответствии с единой системой конструкторской документации. Защита контрольной работы проходит в форме собеседования по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

Максимальное количество баллов студент получает, если контрольная работы соответствует требованиям описанным в единой системе конструкторской документации, а ответы на задаваемые вопросы полностью раскрывает

суть работы. Основанием для снижением оценки являются:

- Бессистемность и разрозненность теоретических знаний;
- Наличие ошибок оформления комплекта электронных документов;

Отчет может быть отправлен на доработку в следующих случаях:

- Допущения при выполнении контрольной работы не критических ошибок.

Предлагаемые студенту задания позволяют проверить компетенцию ИД-2<sub>ОПК-6</sub>; ИД-2<sub>ОПК-10</sub>; Для подготовки к данному оценочному мероприятию необходимо систематическая подготовка к практическим занятиям и лекциям.

При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования любыми источниками.

### **Список рекомендуемой литературы**

#### Перечень основной литературы

1. Головицына, М. В. Основы САПР : учебное пособие / М. В. Головицына. — 3-е изд. — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 268 с. — ISBN 978-5-4497-0921-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/102040.html> (дата обращения: 17.04.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

#### Перечень дополнительной литературы

1. Косолапов, В. В. Компьютерная графика. Решение практических задач с применением САПР Autocad : учебно-методическое пособие / В. В. Косолапов, Е. В. Косолапова. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2019. — 117 с. — ISBN 978-5-4486-0794-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/85748.html> (дата обращения: 17.04.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

2. Феоктистова, А. А. Основы 2D- и 3D-моделирования в программе Autocad : учебное пособие / А. А. Феоктистова, О. Л. Стаселько. — Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2017. — 103 с. — ISBN 978-5-9961-1617-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/83707.html> (дата обращения: 17.04.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Методические указания к выполнению практических занятий по дисциплине «Компьютерное проектирование в машиностроении. Часть 1» для студентов направления подготовки 15.03.05 – Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств (рукопись) / Сост. Герасимов Р.В. Сидоренко С.А. – Ставрополь, СКФУ, 2026.

2. Методические указания к выполнению практических занятий по дисциплине «Компьютерное проектирование в машиностроении. Часть 2» для студентов направления подготовки 15.03.05 – Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств (рукопись) / Сост. Герасимов Р.В. Сидоренко С.А. – Ставрополь, СКФУ, 2026.

3. Методические указания к самостоятельной работе по дисциплине «Компьютерное проектирование в машиностроении» для студентов направления подготовки 15.03.05 – Конструкторско-технологическое обеспечение ма-



шиностроительных производств (рукопись) / Сост. Герасимов Р.В. Сидоренко С.А. – Ставрополь, СКФУ, 2026.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. САПР для инженера [Электронный ресурс]. URL: <https://mikhailov-andrey-s.blogspot.ru/>
2. Сообщество пользователей Autodesk [Электронный ресурс]. URL: <http://autodeskcommunity.ru/>
3. Журнал «САПР и графика» [Электронный ресурс]. URL: <https://sapr.ru/>
4. Журнал CAD/CAM/CAE Observer [Электронный ресурс]. URL: <http://www.cadcamcae.lv/>
5. Интернет портал ISICAD [Электронный ресурс]. URL: <http://isicad.ru/ru/>

# Вариант 1

По рабочим чертежам деталей и изделий выполнять сборочный чертёж приспособления в двух проекциях — вид сверху и вид слева. При этом корпус из сборочного чертежа выносить в тот же масштаб, в каком он изображён на чертежах 1—5. Масштаб сборочного чертежа 1:1. Прислуживать к изображению сборочного чертежа, выполненного с конструкцией каждой детали и её всеми обозначениями на рабочих чертежах.

Примечания. Чертежи деталей 2, 6, 8, 10, 12, 13, 14 и 17 не даны. На них указать по ГОСТу и техническим спецификациям: дет. 2 — винт М10Х33, ГОСТ 1489—64\*; дет. 6 — шпилька М14 длиной 40, ГОСТ 3758—66, 14 шт.; болты 13 и в условиях обозначения указать степень точности шариком; дет. 10 — шпилька, ГОСТ 1489—66, 14 шт.; дет. 12 — шпилька, ГОСТ 3758—66; дет. 13 — гайка, ГОСТ 1059—70, 14 шт.; дет. 14 — шпилька, ГОСТ 3758—66 и дет. 17 — шпилька, ГОСТ 3758—66. Нормативные размеры стандартных деталей указать по таблицам ГОСТов, учитывая обозначение этих деталей в сборочной конструкции изделия. Количество деталей установить самим. Обозначения стандартных деталей в спецификации сборочного чертежа должны отвечать условиям обозначения в ГОСТах.

Устройство и работа приспособления. Точная обработка шаровых поверхностей на токарном станке возможна без специальных приспособлений. Показавшимся с устройством одного такого приспособления, предназначенного для обработки выпуклых и вогнутых шаровых поверхностей различных радиусов. Приспособление собирают в следующем порядке.

В кольцевую вилочку корпуса 8 запрессовывают коническое кольцо 7 — коническое кольцо упорного подшипника. В канавку кольца укладывают сорос для шарика 6. В отверстие  $\varnothing 40$ А, корпуса 8 вставляют резцодержатель 5, в который предварительно запрессовывают кольцо 5; нижней плоскостью кольцо опирается на

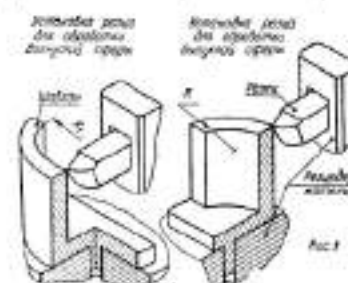
шарик 6. Резцодержатель крепят к корпусу гайкой 9, которую стопорят винтом 10. В паз на хвостовике резцодержателя закрепляют шпильку 12, каток на хвостовике насаживают червячное колесо 11 и закрепляют их обе гайкой 13.

В нижней части корпуса 8 имеются две проушины. Между проушинами вводят шарик 14, после чего в отверстие проушины и червяка закладывает шпильку 16 со шпилькой 17. На свободный конец шпильки  $\varnothing 20$ А шпилькой 17 крепят рукоятку 18, в которую вставляют ручку 19. Чтобы ручка не выскочила, конец её после сборки расклинивают. Шарик 16 с червяком 14 вращают рукояткой 18. Червяк передаёт вращение червячному колесу 11 и связанному с ним при помощи шпильки 12 резцодержателю 5. При этом шарик 14 упорно подшипника катится по шарикам по неподвижному коническому кольцу 7. В нижней части резцодержателя сделано прямоугольное отверстие, в которое вставляют резец 3.

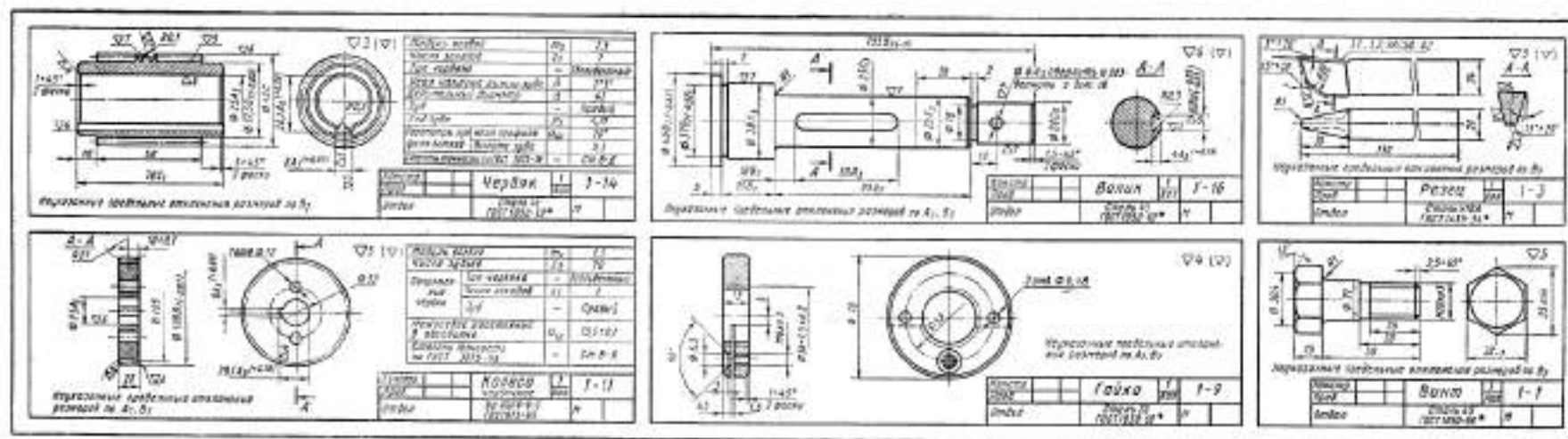
Корпус 8 надевают на шпильку задней бабки токарного станка и закрепляют винтом 1. Шпильку выдвигают наружу, внутри которой выдвигается шпилька задней бабки. При вращении шпильки задней бабки шпилька получает вращательное движение вдоль станной токарной станка.

Рассмотрим, как работает приспособление. Деталь, на которой должна обрабатываться шаровая поверхность (выступ или впадина), закрепляют в патроне токарного станка. Деталь вращается вместе с патроном. Резец устанавливают в резцодержателе на нужной радиусе точности с помощью специального шаблона (рис. 1). Хвостовик шаблона вставляют в отверстие  $\varnothing 12$ А резцодержателя.

Шаблон рассчитан на два радиуса точности: R — для выпуклой сферы и R<sub>1</sub> — для вогнутой. Закрепив резец в нужном положении винтами 2, удаляют шаблон и устанавливают приспособление на



шпильку. Вращая шпильку задней бабки, подводит резец приспособления к обрабатываемой детали и шпильку рукоятки 18 на некоторый угол то в одну, то в другую направлении сообщает резцу вращательное движение в горизонтальной плоскости. Соприкасаясь с обрабатываемой деталью, резец обтачивает её поверхность по сфере заданного радиуса.





## Вариант 2

Выполнить сборочный чертёж регулятора по рабочим чертежам его деталей и составлен устройством. На главном виде сборочного чертежа корпус 13 расположить так, как он изображён на главном виде чертежа детали. Масштаб сборочного чертежа 2:1. Проставить в выделенном сборочном чертеже, элементность самостружущей сборки детали и со всеми обозначениями на рабочих чертежах.

Примечание. Рабочие чертежи деталей 2 и 3 не даны: дет. 2 — гайка М16х1,5, ГОСТ 1229-70; дет. 3 — винт М6, ГОСТ 11736-70.

Стандартные детали указать по коду ГОСТа и техническим требованиям; соответствие на размеры выбрать по таблицам ГОСТа, учитывая назначение деталей в сборочной единице. Необходимое количество деталей указать только.

**Устройство и работа регулятора.** Прибор служит для регулирования и автоматического поддержания заданного давления в пневмосистемах, обслуживающих различные станки, приспособления и другие механизмы.

Регулятор собирают в следующем порядке.

В отверстие  $\varnothing 10A$  корпуса 13 запрессовывают сверху запорную с плоскостью корпуса штулку 14.

Далее собирают клапан. В расточку  $\varnothing 26$  клапана 19 закладывают прокладку 16; затем в отверстие  $\varnothing 5$  запрессовывают но-

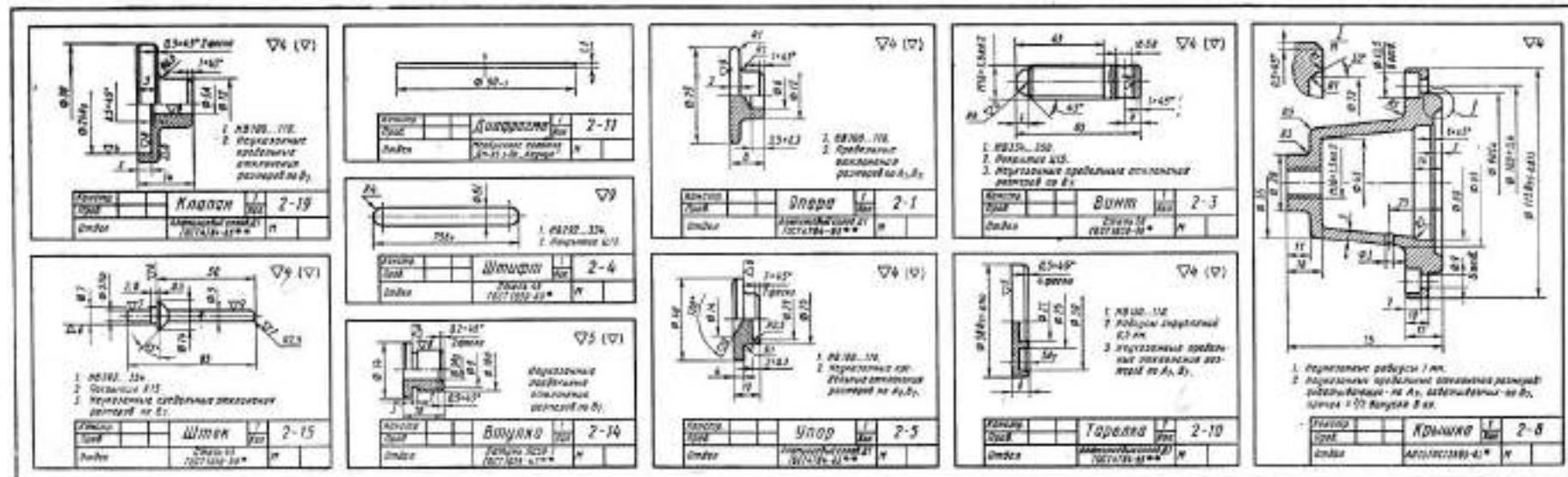
ровым концом шток 15 до упора в плоскость шайбы 21, предварительно смазанной на прокладку. На выступ клапана  $\varnothing 12$  надевают пружину 18, другой конец пружины вставляют в отверстие  $\varnothing 20$  пробки 20. На пробку надевают кольцо 17. После этого шток 15 вводят снизу в отверстие штулки 14, а пробку 20 заворачивают до отказа в корпус 13. В расточку корпуса закладывают кольцо 12, а на свободный конец штока надевают отпор 1 и накладывают диафрагму 11. На диафрагму ставят плоским дном тарелку 10. В кольцевые канавки тарелки вставляют пружины 6 и 7. На них устанавливают упор 5 так, чтобы его выступ  $\varnothing 25$  погружился внутрь пружины. На пружины надевают крышку 8. Крышку закрепляют с корпусом 13 винтами 9.

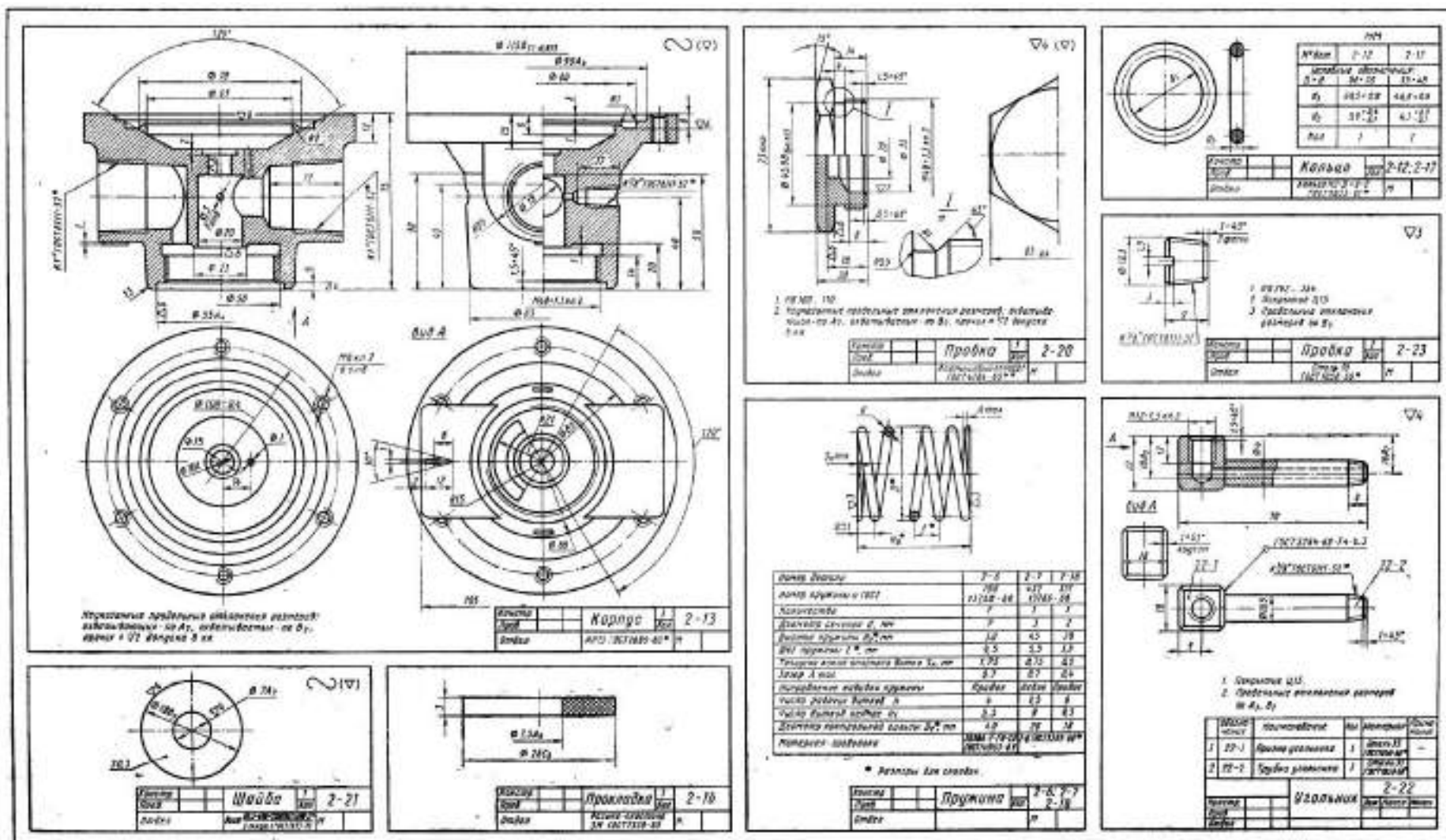
В отверстие винта 3 запрессовывают штифт 4 так, чтобы его концы выступали симметрично по обе стороны головки винта. На винт надевают гайку 2. Винт 3 заворачивают в крышку 8 до упора 5. Винт 3 служит для регулирования скатки пружины. Гайка 2 выполняет функцию контргайки, фиксируя винт 3 в любом выбранном положении.

В одно отверстие  $K^{1/4}$  корпуса заворачивают до упора пробку 22, а в другое — угольник 22, служащий для установки манометра.

Регулятор работает следующим образом. При заворачивании винта 3 пружины 7 и 6 передают давление винта на диафрагму 11 и далее через шток 15 на пружину 18. При этом клапан 19 опускается и приоткрывает центральное отверстие корпуса, создавая к нему проход для воздуха, поступающего из сети (направление подачи воздуха в регулятор указывает стрелка, отлитая на корпусе). Далее воздух поступает по трём каналам в манометр, в пневмосистему обслуживаемого агрегата и через отверстие  $\varnothing 1$  в верхнюю поддиафрагменную полость, где устанавливается определенное давление (равное или меньше давления в сети). Под действием этого давления диафрагма 11 сжимает пружины 6 и 7. Одновременно освобождается пружина 18, которая поднимает клапан 19, запирающий отверстие корпуса. Таким образом давление сети прекращается, и в нижней полости корпуса наступает разрежение, которое передается верхней поддиафрагменной полостью. Диафрагма под действием пружин 6 и 7 сжимает пружину 18, образуя щель, в которую поступает очередная порция воздуха из сети.

Вращением винта 3 можно регулировать зазор между шайбой 21 и торцом отверстия  $\varnothing 20$ , а это значит — и давление на выходе из регулятора. Стабильность давления регулируется автоматически.





## Вариант 3

Выполнить оборочный чертёж приспособления по рабочим чертежам его деталей и описанию. На главном виде оборочного чертежа корпус 5 располагать так, как он изображен на главном виде рабочего чертежа детали. Масштаб оборочного чертежа 1:1. Приступая к выполнению оборочного чертежа, ознакомиться с конструкцией каждой детали и со всеми условиями обозначения на рабочих чертежах.

Примечание. Чертежи деталей 1, 2, 7, 10, 13, 16, 17, 19, 21 и 22 не даны: дет. 1 — гайка, ГОСТ 5915—70; дет. 2 — шайба, ГОСТ 11371—69; дет. 7 — винт М12х45, ГОСТ 1480—64; дет. 10 — шайба 47х40, ГОСТ 3126—70; дет. 13 — винт, ГОСТ 11738—72; дет. 17 — шайба 107х45, ГОСТ 3126—70; дет. 19 — винт М10х40, ГОСТ 1480—64; дет. 21 — винт, ГОСТ 1480—64; дет. 22 — винт, ГОСТ 1480—64.

Перечисленные детали найти по номеру ГОСТа с техническим описанием. Недостающие размеры стандартных деталей выбрать по таблицам ГОСТа, учитывая толщину листа деталей в оборочной проекции; необходимые количества деталей установить самим. Обозначения стандартных деталей в спецификации оборочного чертежа должны отвечать условиям обозначения, принятым в ГОСТах.

Назначение и устройство приспособления. Приспособление служит для обточки изношенных поверхностей торца различных радиусов, например впадины на резце заготовки червячного колеса. Значения радиусов зависят от длины вылета резца. Приспособление собирают в следующем порядке. К корпусу 5 приспособлена накладка 16 и шпилька 17 прикреплены накладкой 14. В нижней части ее имеется паз шириной 50 мм, в который установлена рейка 15 торцом с отверстием  $\varnothing 12$ . Чтобы рейка не выскочила, установлены две планки 12, прокреплённые винтами 22 и накладкой 14. В рейку 15 запрессована серьга 30. Ось отверстия ее  $\varnothing 11$  расположена вдоль

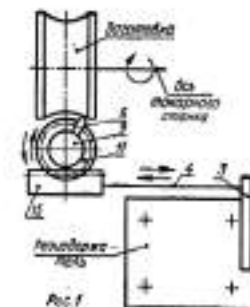
рейки. Серьга дополнительно прикреплена к рейке установочным винтом 21. В отверстие серьги вставляется один конец тиги 4 так, чтобы свободный конец тиги был направлен в сторону планки 2. Серьга скреплена с тигой гайкой 1 с шайбой 2. Второй конец тиги вставлен в паз планки 3 и прикреплен к ней также гайкой 1 с шайбой 2. Верхняя выступающая часть планки 3 должна быть обращена на главном виде к зрителю.

В верхней части накладной 14 сделан расточка  $\varnothing 45A_1$ , в которую вставлен резцедержатель 9, предварительно соединённый с зубчатым колесом 11 штифтом 10. Цилиндрическую часть резцедержателя  $\varnothing 45X$  вставляют в расточку накладки до упора, при этом зубчатое колесо 11 должно войти в зацепление с рейкой 15. На главном виде оборочного чертежа резцедержатель изобразить повернутым цилиндрической частью  $\varnothing 36$  корпусу. Резцедержатель скрепляют с накладкой 14 фланцем 8 и винтами 13. Резец 6 вводят в паз резцедержателя так, чтобы режущая часть его выходила за край накладки 14, и затем закрепляют винтом 7.

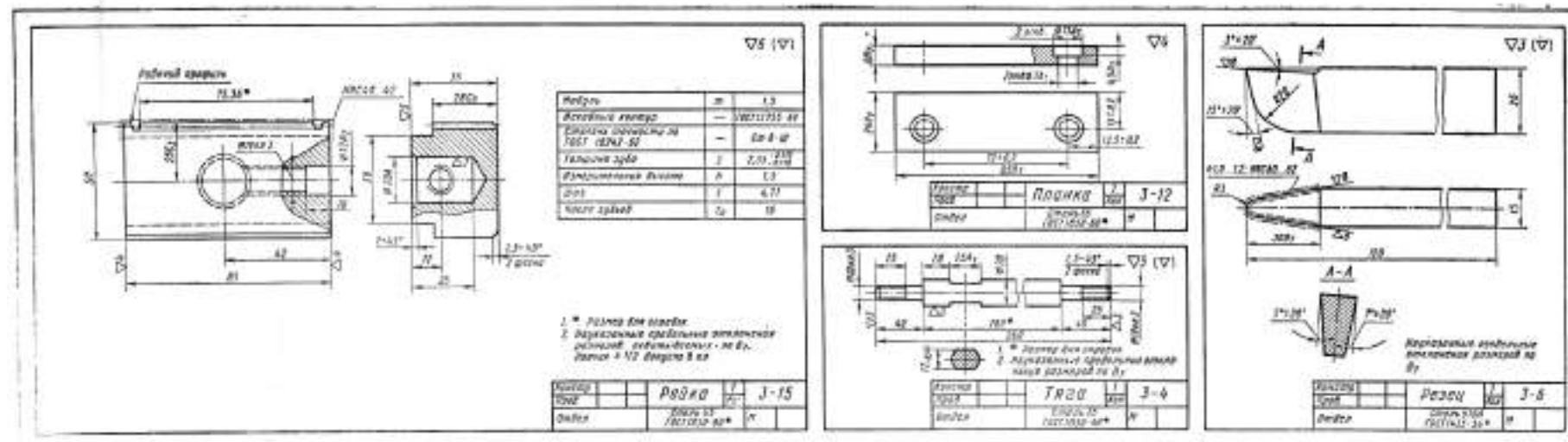
Корпус 5 приспособления устанавливают направляющими, имеющими форму заостренных хвостов, на продольные салазки суппорта токарного станка и закрепляют с помощью планки 18 и винтов 19. Далее, по которой должна обрабатываться заготовленная поверхность, закрепляют в затраве или центрах токарного станка, и она получает вращательное движение.

Планка 3, закреплённая в резцедержателе<sup>1</sup>, выдвигает тигу 4 и

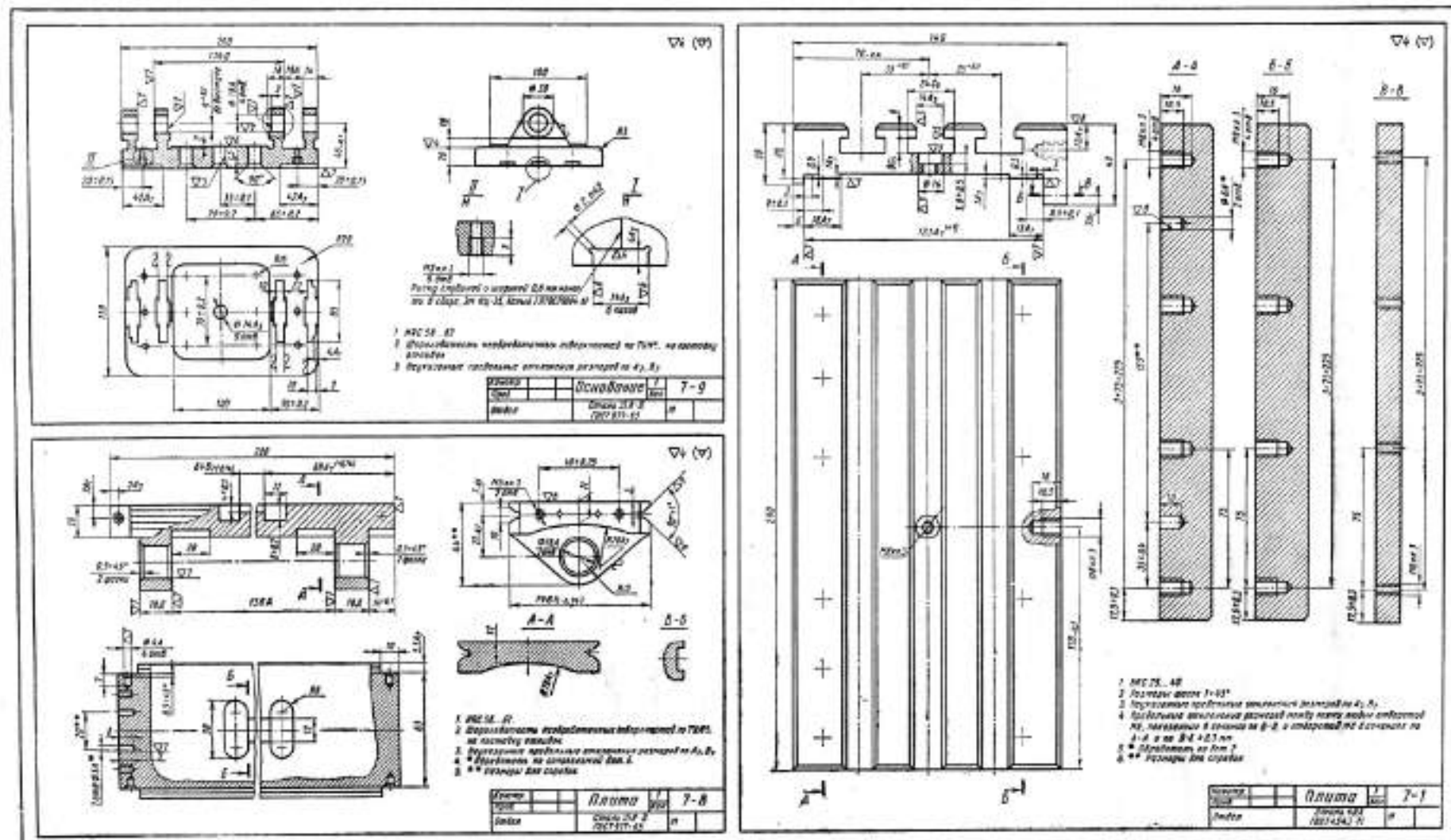
<sup>1</sup> Резцедержатель токарного станка.

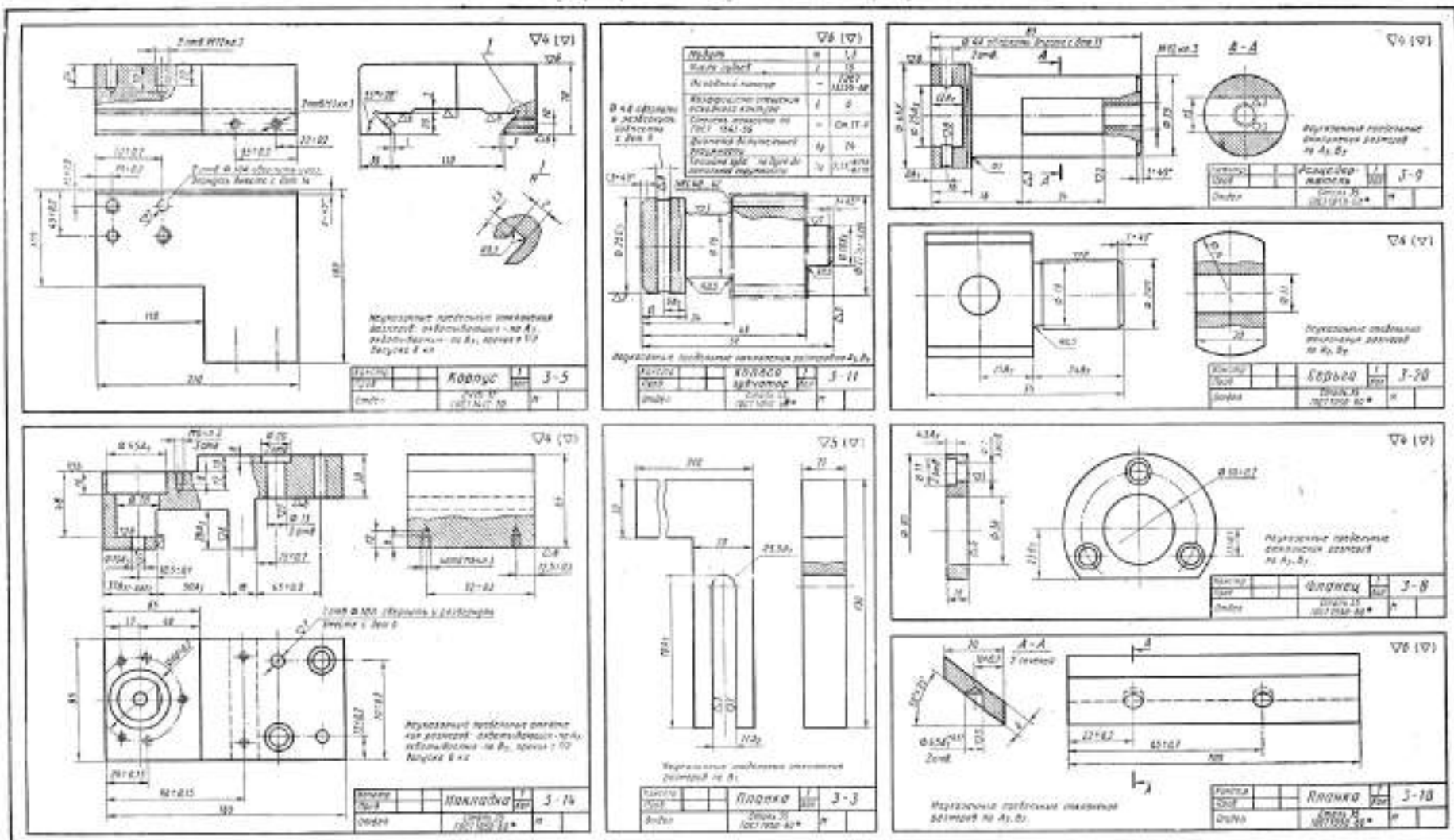


связанную с ней рейку 15, сообщая ей возвратно-поступательные движения. Так как корпус 5 смонтированный на нём детали закреплёны неподвижно, то зубчатое колесо 11, сцепленное с рейкой 15, получает вращательное движение. Режущая кромка резца описывает дугу определённого радиуса, зависящего от высоты резца, и обрабатывает заготовку (рис. 1).











## Вариант 4

Выполнить оборочный чертёж манипулятора по рабочим чертежам этих деталей и сборки. Масштаб оборочного чертежа 2:1.

Чертеж выложить в одной проекции (главный вид) с полными размерами. На оборочном чертеже коробки дет. 1 расположить так, как она изображена на главном виде рабочего чертежа детали. Для ускорения соединения между отдельными деталями выполнить свободными дилатационными размерами в скобках. Проставить к выложенному оборочному чертежу, закончившемуся с конструкцией каждой детали и с полным обозначением на рабочем чертеже.

При выполнении чертежа деталей 3, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 22, 24, 27, 28, 29 и 32 не дамы: детали 3, 13, 15, 16, 24 и 27 — шпильки, ГОСТ 14473—72; дет. 9 — винт, ГОСТ 1475—64; детали 10 и 11 — гайки, ГОСТ 1475—70; дет. 22 — шайба, ГОСТ 3128—70; дет. 28 — винт, ГОСТ 14473—72; дет. 29 — шайба, ГОСТ 1475—64; дет. 19 — латунка 3,5 В; дет. 12 — зеркало ДСК-75; дет. 20 — провод КМД Ади 1—2000, 4—6,75 мм; дет. 26 — трубка латунная (выполнена по месту).

Размеры перечисленных деталей, кроме указанных 12, 19, 20, выбирать по таблицам ГОСТов, учитывая назначения их в сборочной единице; необходимые количества деталей указать в слове.

**Назначение и устройство манипулятора.** Манипулятор предназначен для работы с гамма-излучателями, заключёнными в ампулы, при зарядке, перемещении в ремонтные контейнеры. Манипулятор может быть использован в лабораторных гамма-лабораториях, радиационно-терапевтических и др., где применяются ампулированные гамма-излучатели с активностью не выше 1000 к-иВ рад/ч. Собирают манипулятор в следующем порядке. В трубку 2 со стороны отверстия  $\varnothing 10$  А<sub>2</sub> устанавливают штулку 4 так, чтобы отверстие  $\varnothing 3,5$  в трубке и коническое углубление штулки совпали. Затем трубку устанавливают в отверстие  $\varnothing 12$  коробки 1; при этом отверстие  $\varnothing 3,5$  трубки должно совпадать с отверстием МЗ коробки, а конец трубки стать заподлицо с левой плоскостью коробки. Положение трубки фиксируют установочным винтом 5, вкрученным в отверстие МЗ. С правой стороны в трубку устанавливают штулку 26 латунную на длину 12 мм, а с левой стороны — шток 3 тем концом, на котором резьба длиной 18 мм. Далее, пропускают шток через отверстие штулки 4 и 26, выводят его из трубки 2 на длину, примерно, 20 мм и привинчивают на этот конец болт 8 на длину около 15 мм. На другой конец штока надевают штулку 25 цилиндрической

выступом вперед и крепят ее к коробке винтом 27, после чего на этот конец штока навинчивают головку 36.

В отверстие 27 3,5 мм внутренней стенки коробки 1, с наружной стороны, устанавливают нарезанной частью штырь 34 и закрепляют каждый гайкой 17, под которую кладут шайбу 32. В левое отверстие коробки устанавливают штырь с отверстием  $\varnothing 2$  мм. Перед установкой штыря на каждый из них навинчивают до отказа гайку 17. К правому штырю подсоединяют провод 29, который закрепляют гайкой 17 с шайбой 32. Второй конец провода пропускают через прямоугольное окно в трубке и отверстие, образующие продольным каналом по штулкам 4 и 26 в внутренней поверхности трубки, и выводят наружу.

В среднее верхнее отверстие задней стенки коробки, с наружной стороны, устанавливают винт 28 и на него надевают распорную втулку 30, спусковой крючок 31 и вторую распорную втулку. При этом следят, чтобы спусковой крючок вошел в среднюю впадину зубьев штока. Пружину 35 с одной стороны прикрепляют к левому штырю, а с другой — к спусковому крючку. Затем коробку закрывают крышкой 33, которую крепят пятью винтами 28 с гайками 17 (на главном виде сборочного чертежа коробку показаны со снятой крышкой). Гайка винта, который служит осью спускового крючка, находится в гнезде крючка, а остальные гайки — в гнездах задней стенки коробки.

Теперь детали 1, 2, 3, 4, 5, 8, 17, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35 и 36 собраны в отдельный узел.

Затем собирают второй узел. Детали 7 и 21 располагают так, чтобы прорезь длиной 90 мм колеса 7 была внизу, занимала горизонтальное положение и находилась слева, а ось отверстий в проушине трубки 21 была бы перпендикулярна фронтальной плоскости. При этом ось второго колеса трубки должна занимать вертикальное положение. Затем в прямоугольные окна этих деталей заводят планку 14 и крепят через крайние ее отверстия винтами 15 с гайками 10. К левому присоединяют деталь 18 винтом 16 и гайкой 17. При правильном соединении деталь 18 должна обхватывать деталь 14. Широкой частью деталь 18 должна быть обращена вниз.

В детали 21 и 7 со стороны свободных концов устанавливают захваты 23 и закрепляют штырями 22. При этом внутренняя поверхность губок захвата должна образовывать цилиндрическую поверхность с общей осью. Для увеличения надежности захватывания ампулы на внутреннюю поверхность губок захвата накладывают ленту 20 толщиной 1,5 мм. На вертикальную часть колеса надевают хомут 6 на высоте 105 мм от торца и стягивают его через верхнее отверстие винтом 13 и гайкой 19. Хомут надевают так, чтобы стягивающий винт находился с правой стороны колеса.

Этим заканчивают сборку второго узла, в который входят детали 6, 7, 10, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 22 и 23.

Далее собирают третий узел, состоящий из зеркала 12 и кронштейна 11. На кронштейн со стороны загиба проушины кладут зеркало и закрепляют его, загавля латунь кронштейна из латунную сторону зеркала.

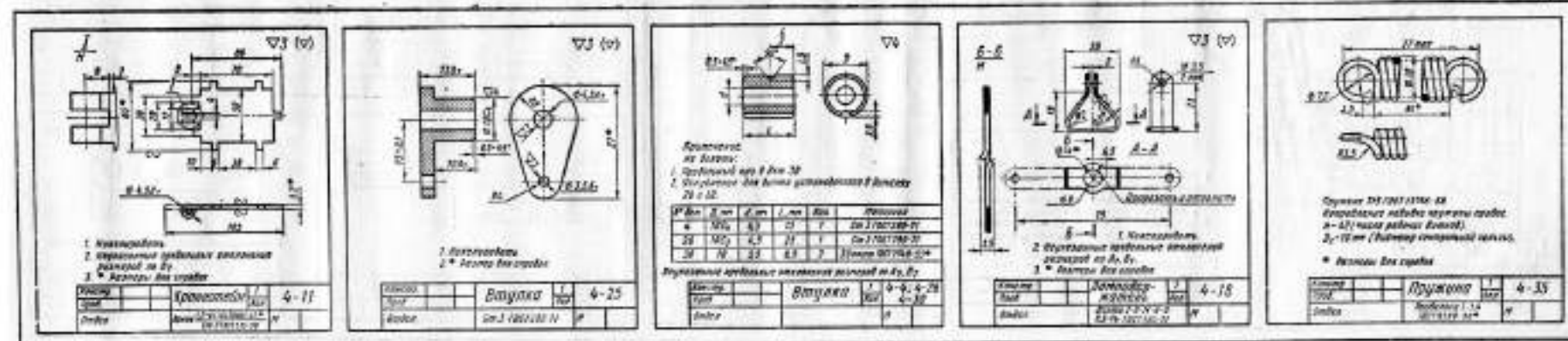
Затем собирают манипулятор из готовых узлов. Трубку 2 вставляют в колесо 7. Для этого проушину ползуна 8 заводят в прорезь колеса, которое до упора насаживают на штулку 26. Снаружи детали 2 и 7 соединяют хомутом 6, который стягивают винтом 24 с гайками 10. Ползун вместе со штоком перемещают вдоль оси колеса до тех пор, пока проушина ползуна не войдет в вилку трубки 21 и отверстие в проушине не сопадёт с отверстием винта; детали 8 и 21 соединяют винтом 5 с гайкой 10. Первый и второй узлы собраны.

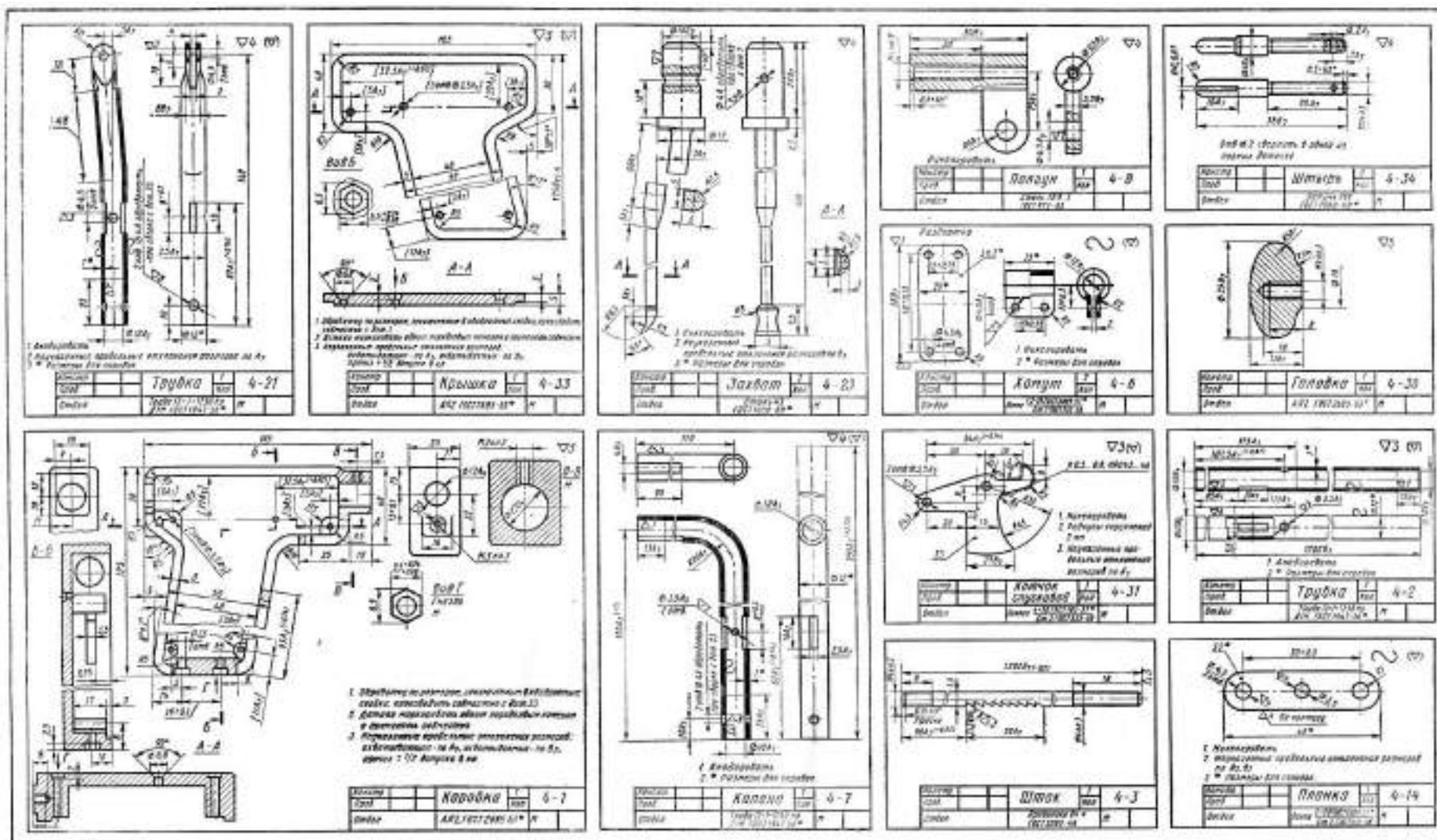
К хомуту на вертикальной части колеса через его нижнее отверстие крепят кронштейн с зеркалом винтом 13 и гайкой 19. При этом зеркало должно занять горизонтальное положение и быть обращено латунной стороной вниз. Латунку навинчивают в деталь 18. Провод к латунке подводят через колесо 7 и выводят из него через прямоугольное отверстие со стороны латунки. После этого провода слегка натягивают, зажимают конец и припаивают припоем ПОС 40, ГОСТ 1499—70, к появлению латунки.

Примечание. 1. На чертеже 4—8 размер 1,5 — высота зуба колеса.

2. На чертеже 4—21 размер 2,5 А<sub>2</sub> — ширина осей, выходящих из трубки 18.

3. На чертеже 4—30 длина обозначенной втулки должна быть не 5,5, а 7,5.





## Вариант 5

Выполнение сборочных чертежей ограничителя по чертёжам его деталей и техническим условиям. Масштаб сборочного чертежа 1:1.

1. В зависимости от Числа делений 1, 2, 3, 4, 14, 15, 16, 19, 21 и 22 мм diam. 1/8" и 1/4" для конусов ГОСТа и для конусов (сферических) - дит. 7 - шлицевый, ГОСТ 307-66\*; дит. 2 - гаечка, ГОСТ 2098-60\*; дит. 3 и 15 - шлицевые мушкетеры, ГОСТ 6403-70; дит. 4 - шлиц. ГОСТ 1431-72; дит. 14 - гаечка, ГОСТ 2030-70; дит. 16 - шлиц. ГОСТ 1477-64\*; дит. 19 - шлицев. ГОСТ 11371-68\*; дит. 22 - гаечка, ГОСТ 1945-70; дит. 22 - шпикалка А. 8104110, ГОСТ 11371-68. 2. Для стачивания конусов и цилиндрических делений на шлицевые ГОСТов, ГОСТов, ГОСТов, ГОСТов и делений и делений и сборочной единицы; необязательно количество делений указывается самим.

**Устройство и работа ограничителя.** При перегрузке грузоподъемных устройств наблюдается обрыв канатов, поломка отдельных деталей, что может привести к аварии. Чтобы предупредить аварию, применяют ограничители. Ограничитель собирают в следующем порядке.

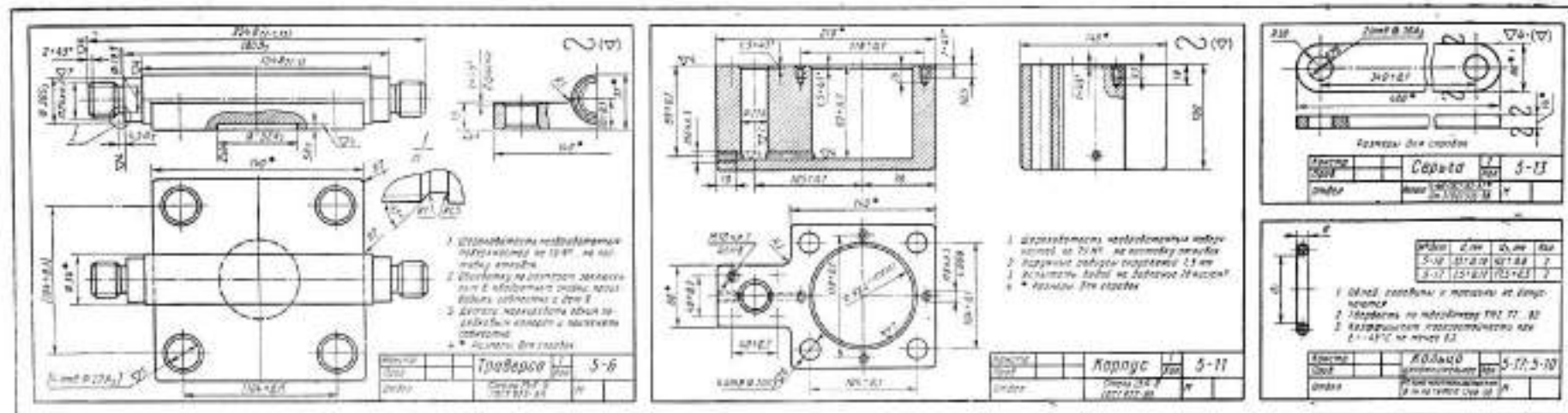
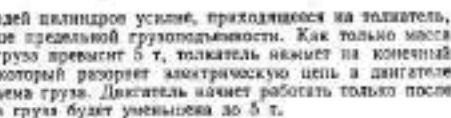
В отверстие 106 корпуса 11 завертывают винт 15 и обтягивают. После этого на дно корпуса устанавливают поршень 7 с шайбами на него кольцами 10. Затем закручивают ограничитель (отверстие 22А в корпусе 11) заданной рабочей жидкостью (маслом автола и терпентинного масла) и дают выйти воздуху, выходящему под поршнем при заливке рабочей жидкости в любое гидравлическое устройство. При отсутствии воздуха в рабочих камерах недостаточен. Как только первая порция жидкости вытеснит воздух замеры 22А, поршень медленно поднимают, доводя жидкость до тех пор, пока поршень не достигнет на 35 мм от дна. После этого в камеру устанавливают толкатель 23 с уплотнительными кольцами 17. Бурилку 24 40 толкатель должен упереться в поверхность корпуса. На выступ

нижнюю часть толкатель надевают пружину 16 и крышку 20. Крышку крепят к корпусу шпильками 22 и гайками 21 с шайбами 19. Гайки затягивают настолько, чтобы пружина осталась в свободном состоянии.

В отверстие корпуса  $\varnothing 204$ , устанавливают стойки 5 шейками  $\varnothing 20С$ , и закрепляют гайками 2 с шайбами 3. Чтобы гайки самопротягивались не отвинчивались, в отверстие  $\varnothing 3$  стойки устанавливают шпильки 1. На противоположные концы стоек и на поршневые надрезы крышки 9 корпуса. Выступ  $\varnothing 98С$  крышки должен войти в рабочую камеру корпуса. Крышку закрепляют на корпусе шпильками 8. После этого на стойки насаживают traversы 6 так, чтобы хвостовики поршня 7 входили в углубления  $\varnothing 52$ . На шпильки  $\varnothing 30С$ , traversы 6 и на концы бен 12 блока надевают серыги 13. Серыги закрепляют гайками 14 с шайбами 15 (на головном вале помечают серыги в вертикальном положении). Далее на стойки 5 надевают фланец 4 ушком вверх и закрепляют его гайками 2 с шайбами 3 и шпильками 1.

Соборный ограничитель поддерживает в вертикальном положении крана или телфера грузоподъемностью 5 т. В обоих случаях предусматривается двукратный запас с уравнительным блоком, который связывается с тросовыми и подвешивает на ось 12. Фланец 4 навешивают поперушкой на ось, с которой был снят уравнительный блок (рис. 1).

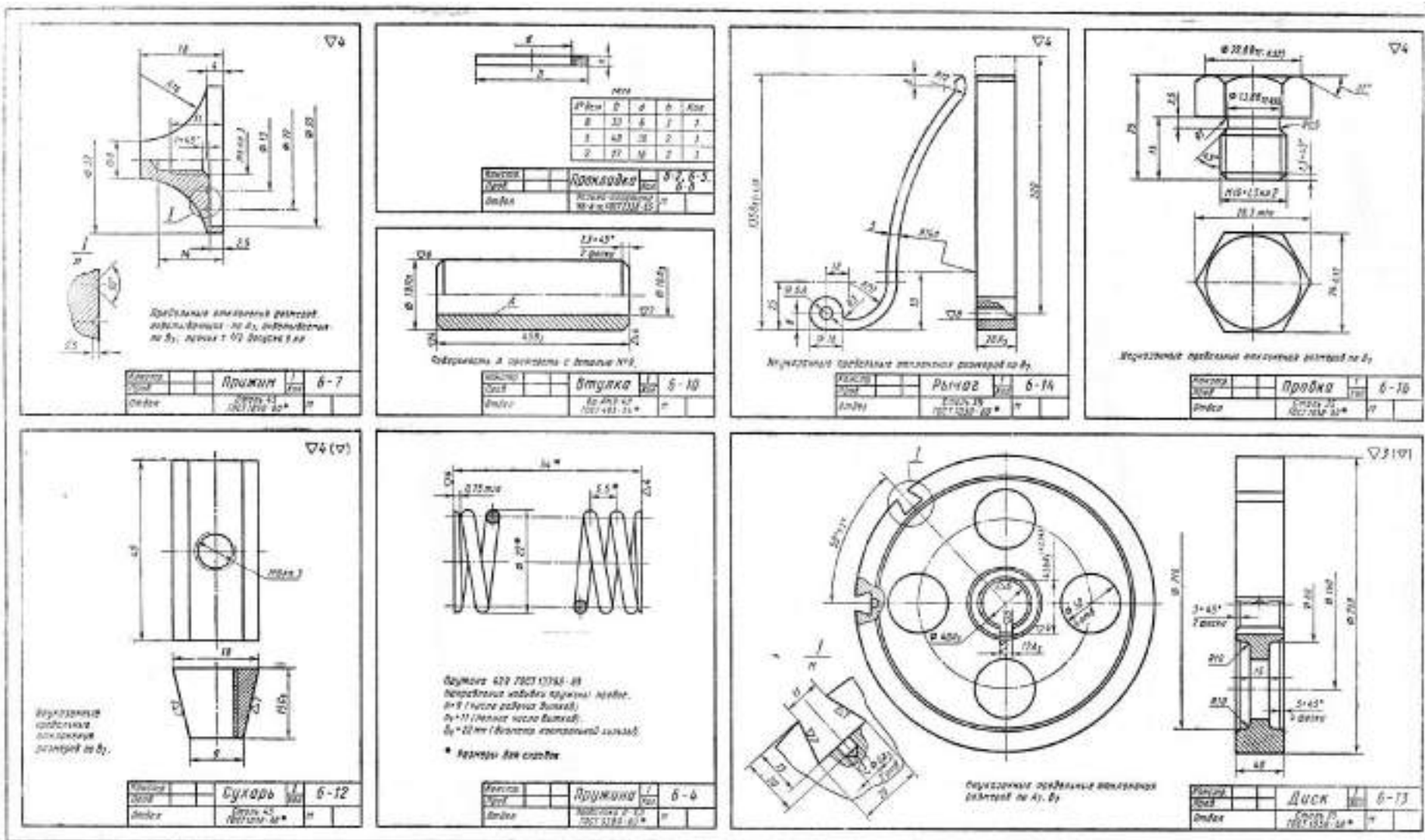
Собранный и установленный на место гидравлический агрегат работает следующим образом. Усилие от поднимаемого груза передается через роверы 13 на traversy 6, который давит на поршень 7. Поршень выжимает жидкость под толкателя 20 и поднимает его. При этом толкатель сжимает пружину 18. Вследствие



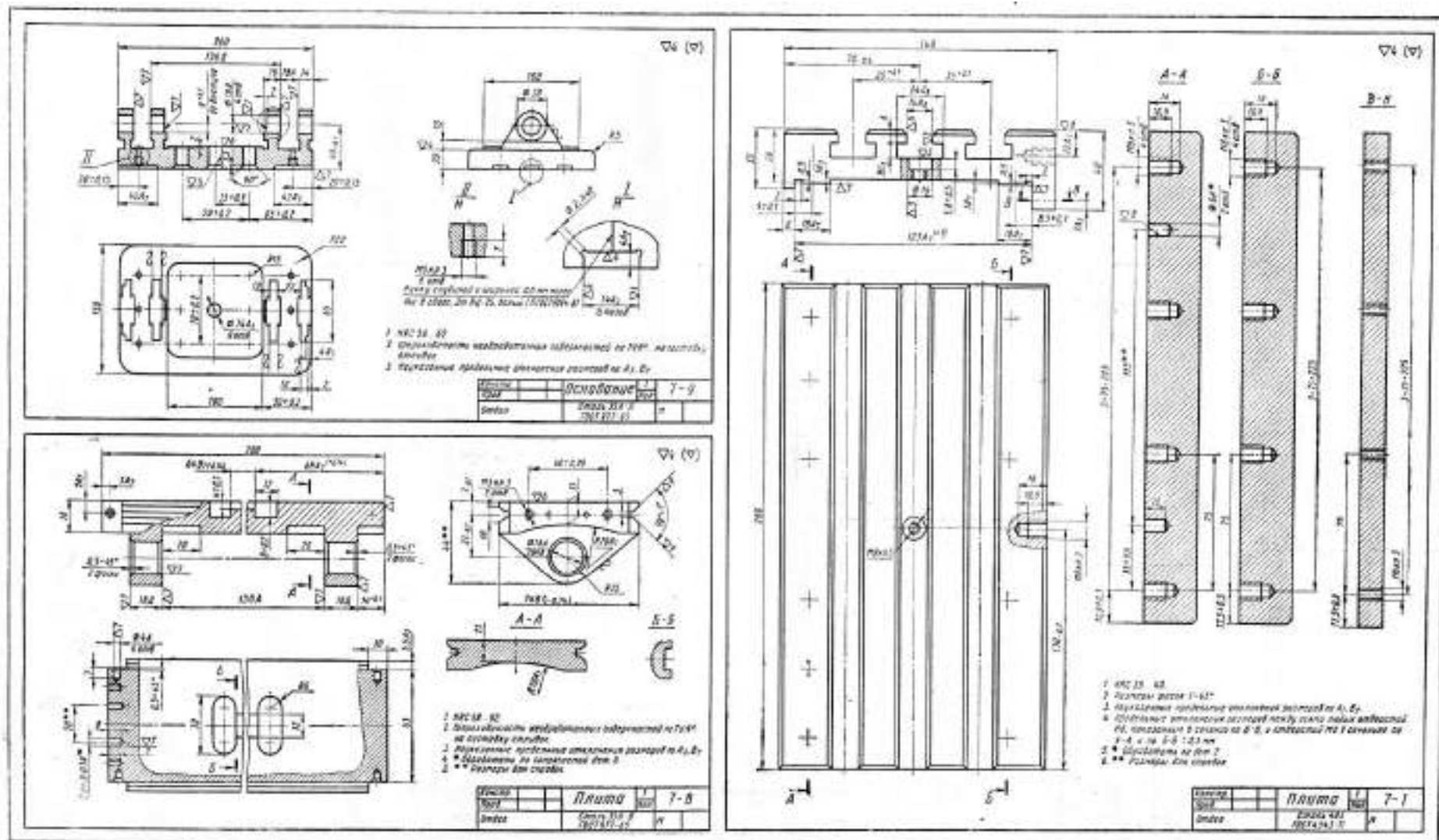














## Вариант 8

Присутствуя к выполнению сборочного чертежа, ознакомиться с конструкторской кинематической и со всеми обозначениями на рабочих чертежах.

Примечание. Чертежи деталей 5, 6, 9, 13 и 14 по разн. дет. 5 — лист №8, ГОСТ 1477—64\*; дет. 6 — листы 41×26, ГОСТ 3128—70; дет. 9 — лист №8, ГОСТ 1477—64\*; дет. 13 — листы 65×88, ГОСТ 3722—68, материал ШХ9 (окисленный); дет. 14 — лист №9, ГОСТ 1401—72.

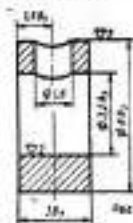
Перечисленные стандартные детали найти по номеру ГОСТа в техническом справочнике. Недостаточные размеры этих деталей выбрать по таблицам ГОСТов, установить количество деталей в сборочной единице; необходимое количество деталей установить самим. Обозначения стандартных деталей в спецификации сборочного чертежа должны соответствовать условным обозначениям, принятым в ГОСТах.

**Устройство и работа кондуктора.** Кондуктор с бункерной загрузкой деталей служит для сверления и напайки отверстия  $\varnothing 1,6$  мм (рис. 1); конструкцией обеспечивается полуавтоматический установ и съем пайбы.

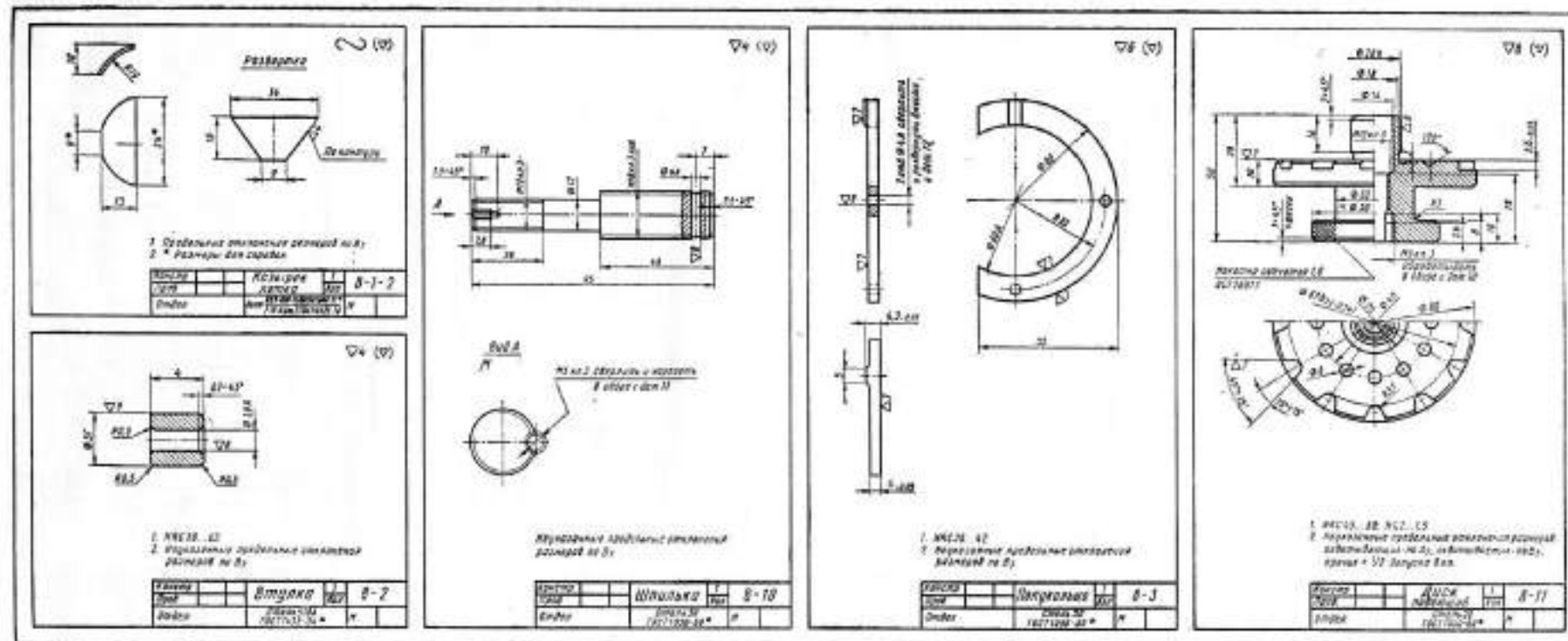
В расточку Ø 80 корпуса 12 закладывают полукольцо 3 так, чтобы выступ его шириной 5 мм оказался снаружи. Полукольцо

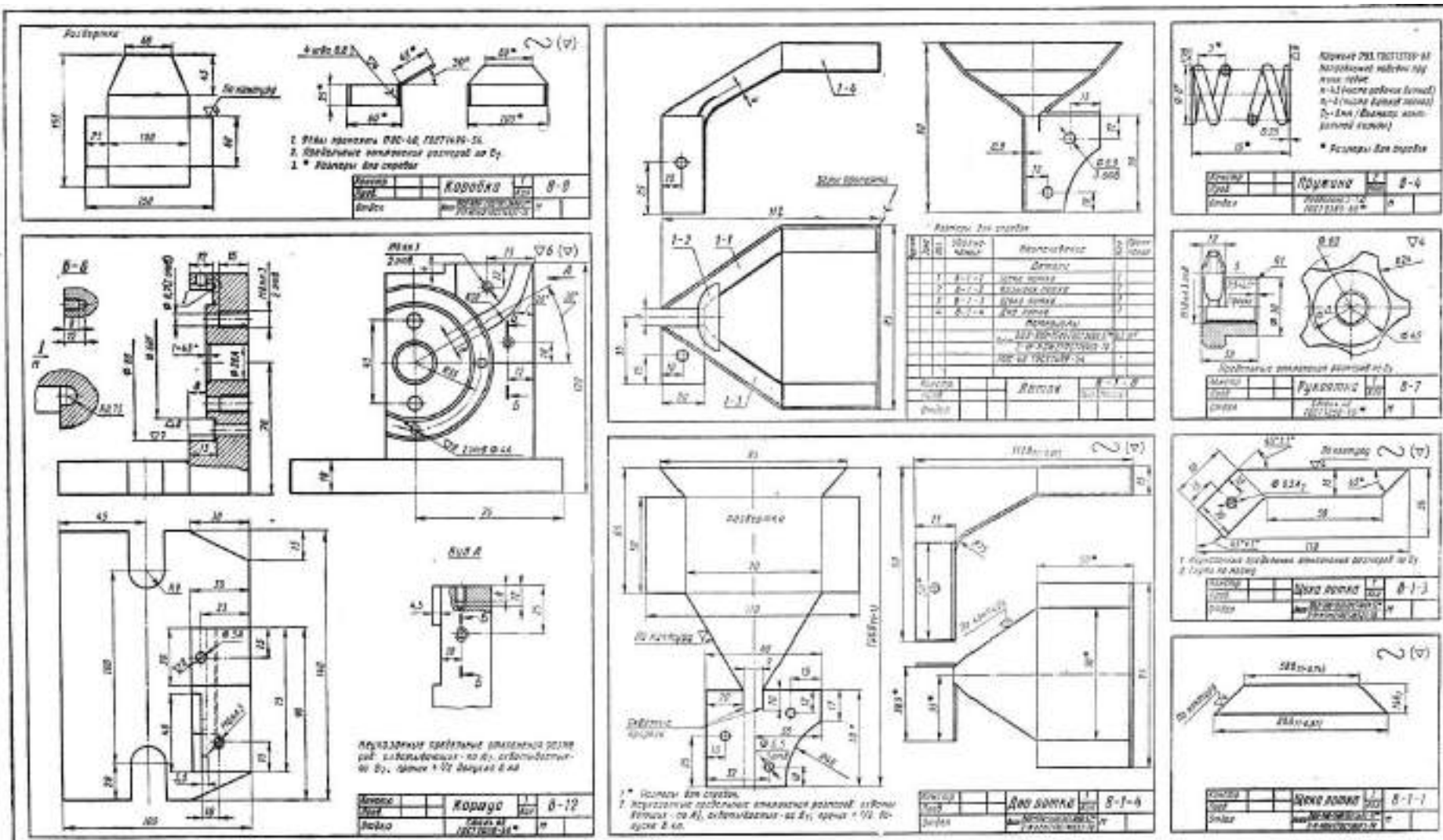
крепят штифтами 6. В отверстие 2 в корпусе 12 впрессовывают ступицу 2 заподлицо с плоскостью корпуса. Бункер-лоток, состоящий из четырех деталей, спаянных одна с другой (см. чертеж 1—4), помещают к корпусу 12 штифтами 14 так, чтобы концы 1—4

приверяют к корпусу 12 винтами 13 так, чтобы концы 14 бункера оказались над отверстием канала шириной 8 мм в корпусе. Рукоятку 7 со стороны стержня  $\varnothing 12$  шпильки 10 навинчивают так, чтобы звездочка оказалась со стороны отверстия  $\varnothing 4$  шпильки. В это отверстие заправляют шпильку 6, которой прорезают санинговую рукоятку. Между деталями 6 и 7 предусматривается зазор 0,2—0,3 мм. Шпильку устанавливают в отверстие  $\varnothing 20$  корпуса 12 так, чтобы конец ее с резьбой М12 входил со стороны фиксации стержня  $\varnothing 20$ . На свободный конец шпильки навинчивают диск 11 в ступицу его винтов 9. В каждое отверстие М8 корпуса закладывают шарик 13, рукоятку 4 и



завинчивают винтом 5 заводилом с плоскостной корпус. В лоток 1 засыпают заготовку, которые, поступают в канал корпуса 12. Из канала заготовка попадает в гнездо диска 11. Заготовкой, не попавшей в канал, падает в коробку 6, из которой их периодически пересыпают в лоток 1. Подвижный диск рабочий вращает рукоятку, для чего поворачивает рукоятку 7 на  $\frac{1}{12}$  оборота влево. При этом вначале выбирается зазор между рукояткой и штифтом 6, что происходит благодаря левой резьбе, штифтовой пары, а затем поворачивается на  $\frac{1}{12}$  оборота диск 11, и шарик-фиксатор 13 заскакивает в отверстие диска. После этого рабочий поворачивает рукоятку 7 на  $\frac{1}{12}$  оборота влево, подгибая тем самым подвижный диск 11 к корпусу 12. При этом штифт 6 зажимается в верхнем гнезде диска. Рабочий вводит сверло через ступицу 2 и просверливает в штифте отверстие. При последующих оборотах диска штифт выдвигает из гнезда на лоток коробки 6. Для удаления стружки из гнезда выступающую часть внутренней поверхности диска периодически обдувают сжатой воздухом.





## Вариант 9

Выполнить сборочный чертеж насоса в масштабе 1:1 по рабочим чертежам деталей и описанию его устройства. Приступая к выполнению сборочного чертежа, ознакомьтесь с конструкцией каждой детали и ее всеми обозначениями на рабочих чертежах.

**Примечание.** Чертежи деталей 9, 10, 11, 13, 17, 19, 20, 22, 24, 25, 26, 28 и 34 не даны. Не следует искать по номеру ГОСТа и техническим спецификациям: дет. 9 — шайба стопорная 11—2, ГОСТ 3893—80; дет. 19 — гайка, ГОСТ 8815—76; дет. 11, 17 и 24 — болты, ГОСТ 7798—76; дет. 13 — болт, ГОСТ 7805—70; дет. 17 — роликоподшипник 7306, ГОСТ 223—71; дет. 20 — шайба 24—500, ГОСТ 11371—89; дет. 22 и 28 — штифты, ГОСТ 3126—76; дет. 24 — шпилька, ГОСТ 387—67; дет. 25 — шайба, ГОСТ 11371—89; дет. 26 — шарикоподшипник 1206, ГОСТ 6730—81.

Недостатки размеров и материалов стандартных деталей подобрать по таблицам ГОСТов, учитывая возможность этих деталей в сборочной единице; необходимого качества деталей установить самим. Обозначения стандартных деталей в спецификации сборочного чертежа должны отвечать указанным обозначениям, принятым в ГОСТах. Чертежи на прокладках 5, 7, 12, 15, 29, 31 и 32 не даны, так как их формы и размеры зависят от основного устройства насоса.

**Устройство и работа насоса.** Станции САГ служат для автоматической подачи густой смазки в трущихся поверхностях механизма через определенные промежутки времени, соответствующие принятому режиму смазки. Основной сборочной единицей САГ является двухплунжерный нагнетательный насос. Собирают насос в следующем порядке.

В отверстие  $\varnothing 65A$  корпуса 1 вставляют цилиндр 30 с надетой на него прокладкой 29 из картона толщиной 1,5 мм.

Перед установкой цилиндра в его боковое отверстие  $\varnothing 6A$  запрессовывают и расчеканивают штифт 28. Цилиндр в корпус крепят болтами 34. Затем собирают плунжеры. В отверстие  $\varnothing 5A$  шатуна 3 устанавливают штифт 22. Нижнюю часть шатуна с запрессованным в отверстие  $\varnothing 30H$  шарикоподшипником 26 заводят в валку рабочего плунжера 2. Штут соединяют с плунжером пальцем 23. Для предотвращения осевого смещения шарикоподшипника в валку плунжера с обеих сторон подшипника устанавливают шайбы 25.

На выступающий из вала конец пальца надевают еще одну шайбу 25, после чего палец крепят шпилькой 24. Аналогично собирают второй штут с распределительным плунжером 27. Собранные плунжеры вставляют в соответствующие отверстия цилиндра 30: рабочий плунжер в отверстие  $\varnothing 12A$ , распределительный — в отверстие  $\varnothing 10A$ .

На шпильку  $\varnothing 25H$  эксцентрикового вала 16 надевают упорные шайбы 20, затем запрессовывают внутренние ободки роликоподшипников 19. В таком виде вал вставляют в корпус 1 через отверстие  $\varnothing 85A$ .

Наружные ободки роликоподшипников запрессовывают в стаканы 4 и 18. Стаканы затем вставляют в соответствующие отверстия  $\varnothing 85A$ , а корпус в крепят болтами 17. Под стаканы ставят предварительно картонные прокладки 15 толщиной 1,5 мм.

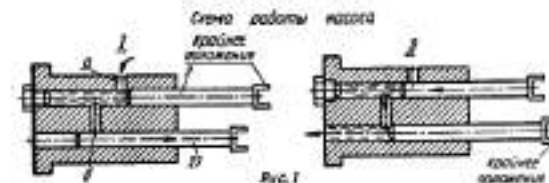
Рабочий плунжер соединяют с эксцентриковым валом следующим образом. В штут 3 и крышку шатуна 8 помещают вкладыши 21. Вкладыши фиксируют установленными ранее в корпус и крышку шатуна штифтами 22. Штут и крышку вместе с вкладышами соединяют на эксцентрик вала  $\varnothing 50X$  болтами 13 и гайками 10. Для предупреждения самоотвинчивания гаек под них ставят стопорные шайбы 9, концы которых отгибают на грань гайки и толкуют шатуна. Для уплотнения этого соединения между штутном и крышкой с обеих сторон ставят прокладки 7 (две штуки толщиной 0,1 мм каждая). Также соединяют распределительный плунжер 27 с другим эксцентриком вала.

Верхнее отверстие корпуса закрывают крышкой 6 с картонной прокладкой 5 толщиной 1,5 мм, а торцовое отверстие корпуса — крышкой 14 с картонной прокладкой 12 толщиной 1,5 мм. Обе крышки крепят к корпусу шпильками 11. В цилиндре 30 отверстие M14, являющееся продолжением полости рабочего плунжера, закрывают пробкой 33 с алюминиевой прокладкой 31 толщиной 2 мм. Отверстие M14 в нижней части корпуса также закрывают пробкой 33 с картонной прокладкой 32 толщиной 1,5 мм.

Познакомившись с работой двухплунжерного насоса. При вращении эксцентрикового вала в направлении, указанном на кор-

пусе стрелкой, оба плунжера совершают взаимно-поступательное движение. Вследствие относительного углового смещения эксцентриков рабочий плунжер при движении несколько опережает распределительный плунжер.

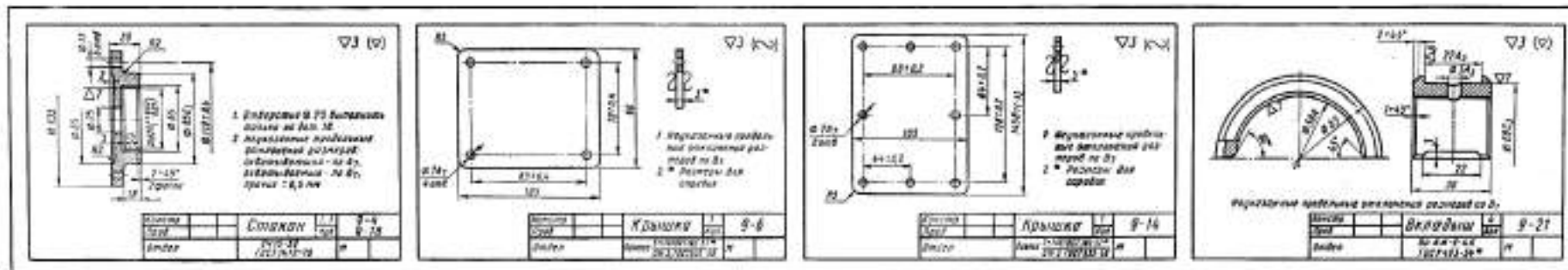
В положении 1 (рис. 1) рабочий плунжер 2 находится в правом крайнем положении, а распределительный плунжер 27 движется

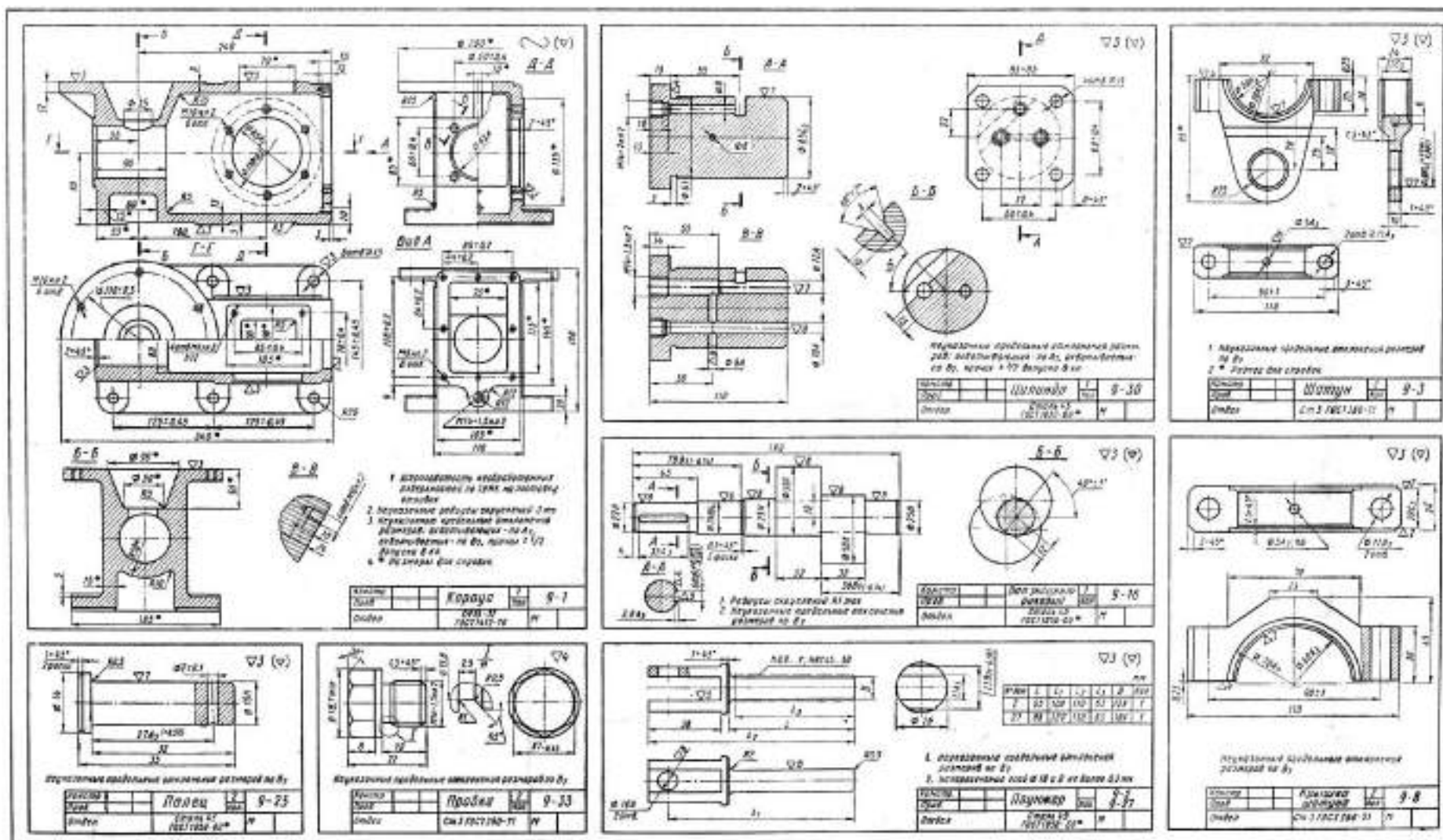


вправо; при этом полость цилиндра рабочего плунжера заволакуется смазкой через всасывающий клап, соединенный с резервуаром смазки. Канал 6, соединяющий полости рабочего и распределительного плунжеров, перекрыт распределительным плунжером.

В положении 11 распределительный плунжер, продолжая двигаться вправо, открывает канал 6, вследствие чего рабочий плунжер, двигаясь по направлению, указанному стрелкой, начинает вытеснять смазку по каналу 6 в полость распределительного плунжера и трубопровода магистраль. Давление в магистрали быстро возрастает; по достижении заданной величины давления срабатывает регулятор станции и отключает электродвигатель.

Через определенные интервалы времени командный электромагнитический прибор станции включает электродвигатель; в результате этого плунжерный насос начинает нагнетать смазку по другому трубопроводу, и весь процесс повторяется.





# Вариант 10

Выполнить чертежи чертёж редуктора по рабочим чертежам деталей и сборки устройства. Масштаб сборки чертёж 2,5:1.

Примечание. Чертеж дт. 11 (фланц, ГОСТ 17473-72) не дан; размеры и материалы шланга надо выбрать по справочнику.

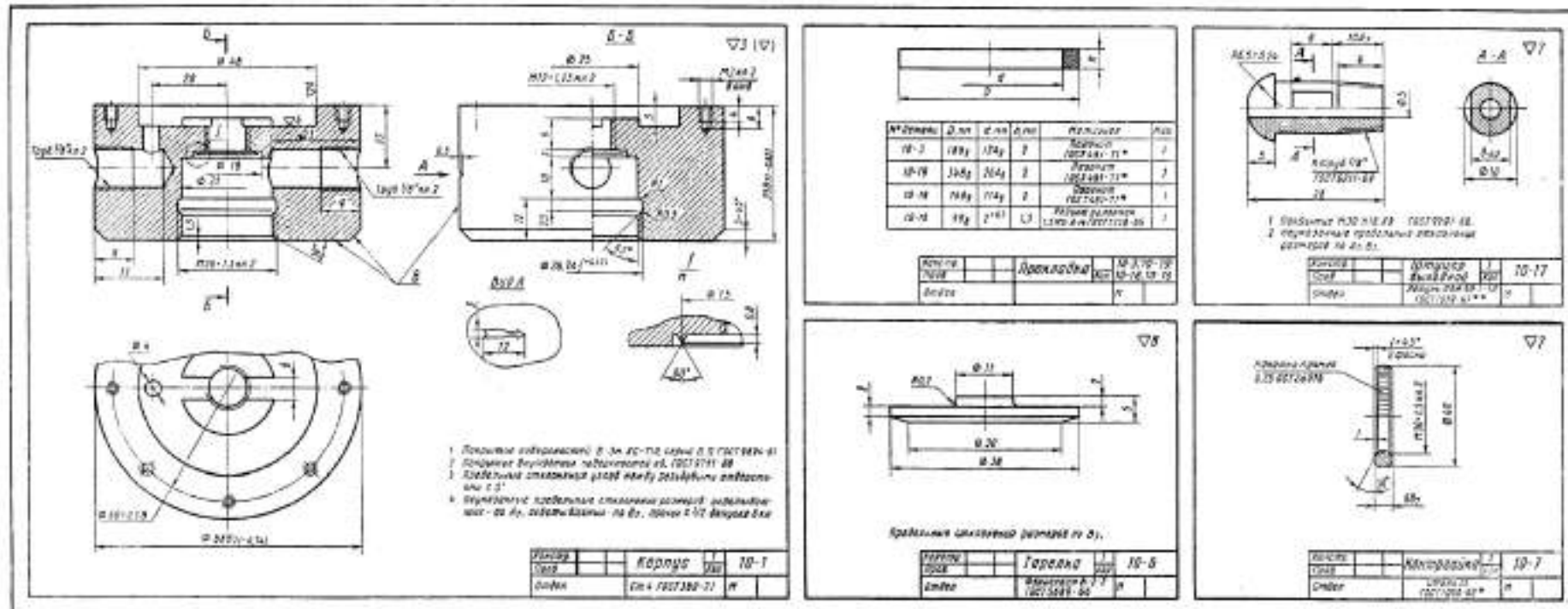
**Устройство и работа редуктора.** Редуктор предназначен для снижения давления сжатого воздуха и поддержания постоянства этого давления. Собирают редуктор в следующем порядке.

В отверстие М12 корпуса 1 со стороны отверстия М26 ввертывают до упора направляющую штулку 2. Предварительно на конец штулки с резьбой М12 надевают прокладку 3. Шток 14 золотника задаточным концом вводят на всю глубину в отверстие золотника 22; затем на шток надевают прокладку 16 на выкатанной резинке так, чтобы она вошла в расщелину золотника 22. После этого кромки золотника закатываются. Золотник 22 штоком вводят в отверстие 3 направляющей штулки 2 со стороны отверстия 124. Затем в отверстие М26 корпуса вставляют пружину 21 и ввертывают до упора пробку 20 с вдетой на нее проклад-

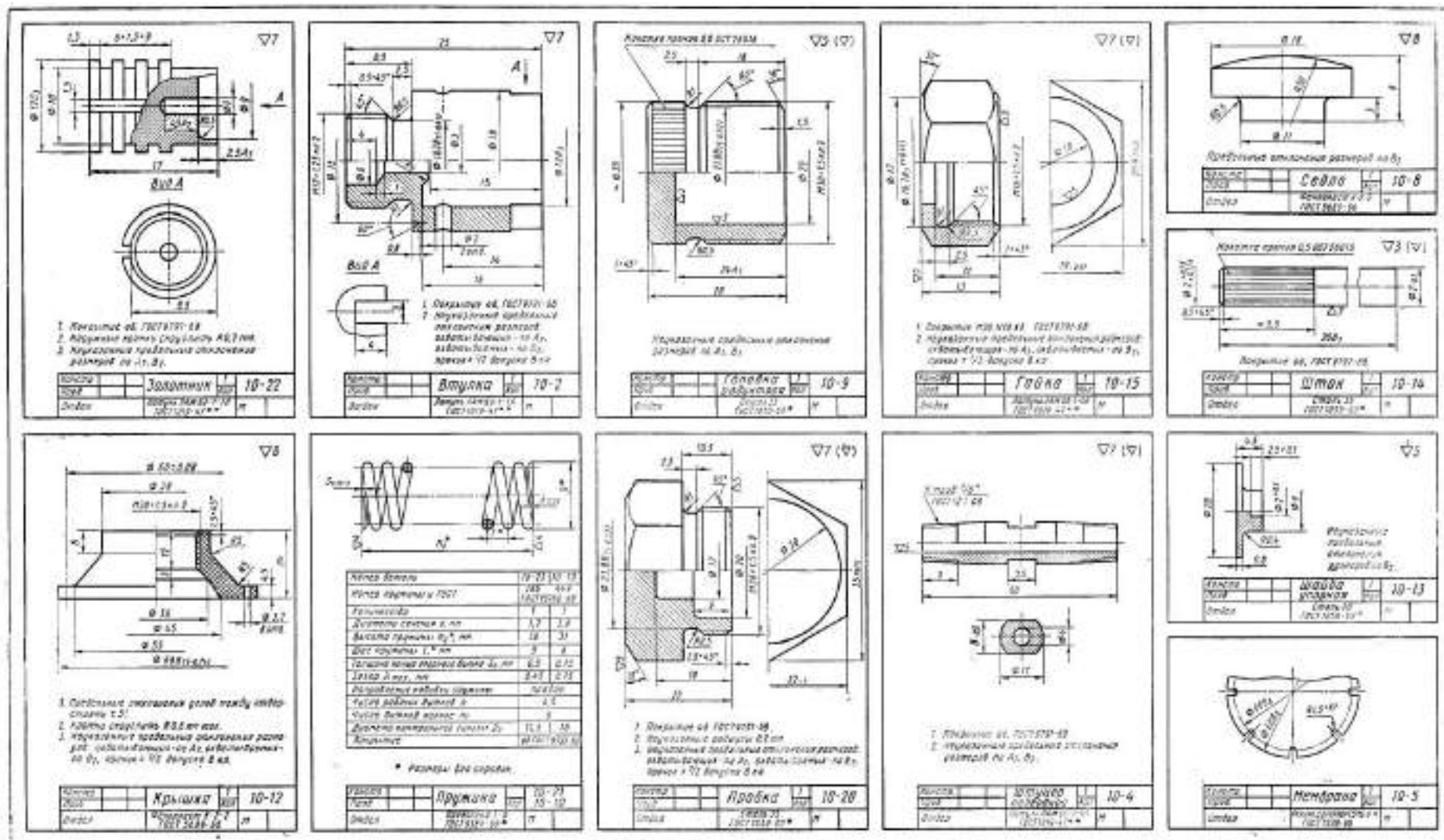
кой 19. На шток 14 золотника со стороны отверстия 48 корпуса надевают упорную шайбу 13; на нее последовательно накладывают резиновую мембрану 5 и гладкой стороной к мембране тарелку 6. После этого к корпусу крепят крышку 12 винтами 11. В отверстие крышки вставляют пружину 10 так, чтобы выступ тарелки входил в пружину. С другого конца в пружину вставляют выступом седло 8, после чего в крышку ввертывают головку 9 редуктора. Самооткидывание головки предотвращается контргайкой 7. Подводящий штуцер 4 ввертывают в отверстие корпуса Труба 1/4 кл. 2, которое сообщается с цилиндрической полостью 25. Другой конец штуцера служит для соединения с трубой, подводящей воздух к редуктору. В отверстие корпуса с резьбой Труба 1/4 кл. 2, сообщаемое с цилиндрической полостью 46, ввертывают выходной штуцер 17, на который предварительно надевают гайку 15 со вставленной в нее прокладку прокладкой 18. Эту гайку ввертывают на выходную трубку.

Рассмотрим принцип работы редуктора. Воздух из подво-

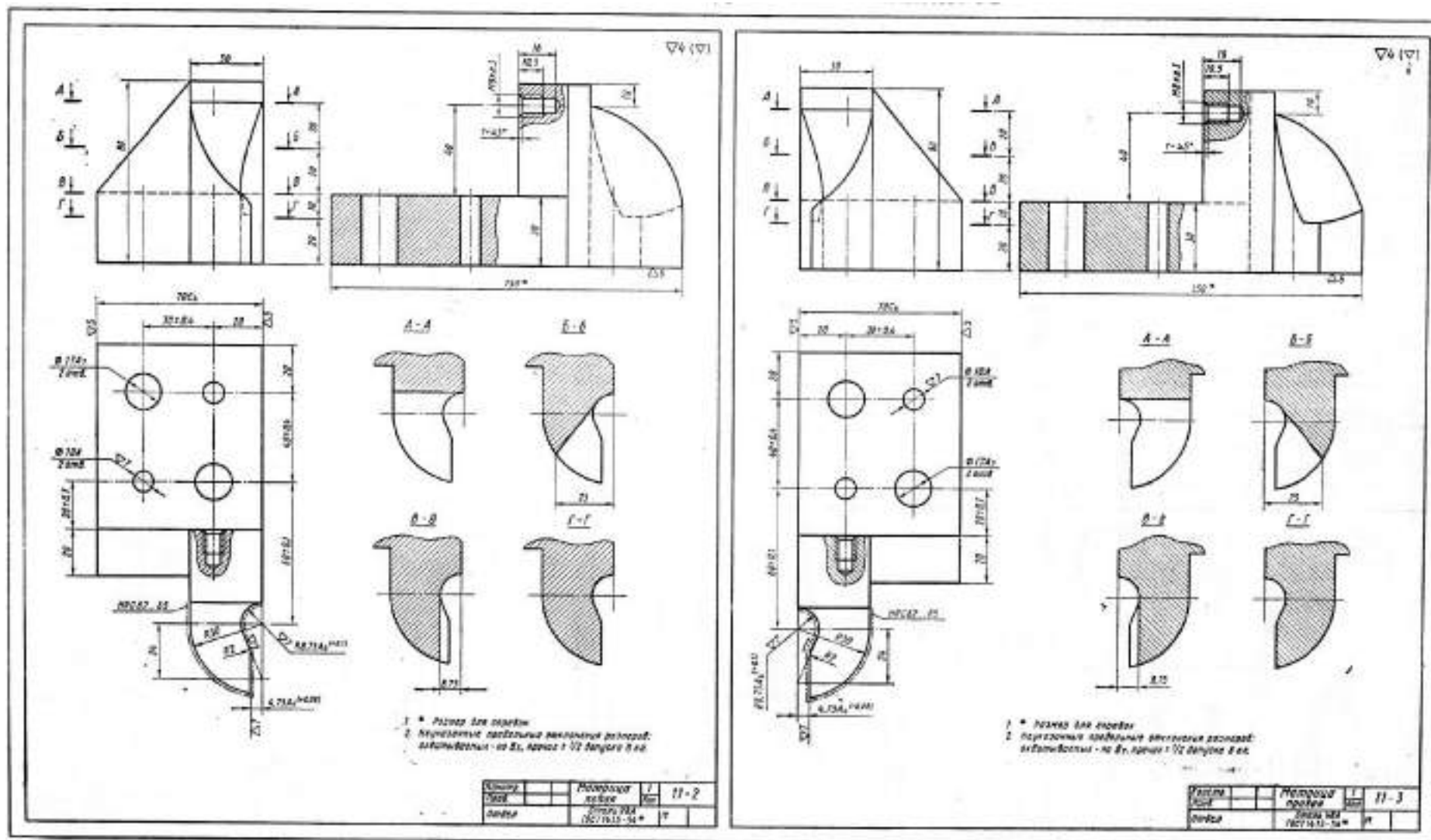
дного штуцера 4 поступает в нижнюю камеру корпуса 1 и далее направляется в отверстие 3 штулки 2, которое под действием пружины 21 перекрывается окладным 16 золотником. Воздух может проникнуть к выходному штуцеру 17 лишь при отходе золотника 22 вниз. Золотник отводится вниз головкой 9 редуктора. При вращении головки, закрученной в крышку 12, пружина 10 давит на мембрану 5 и прогибает ее вниз. При этом мембрана давит на шайбу 13, отжимая золотник с выкаткой, и открывает отверстие 3 штулки 2. Величина давления, поддерживаемая редуктором, зависит от степени открытия отверстия 3, которая устанавливается головкой 9 редуктора. Повышение давления подводящего воздуха вызывает прогибание мембраны вниз под действием пружины 10 и, следовательно, дополнительный выпуск воздуха, который доводит давление в отводном штуцере до требуемой величины. Увеличение давления воздуха вызывает прогиб мембраны вверх, что позволяет пружине 21 уменьшить открытие отверстия 3, т. е. уменьшить количество и давление поступающего воздуха.













## Вариант 12

Выполнить сборочный чертёж изделия по рабочим чертежам его деталей и сборки. Масштаб сборочного чертежа 1:1. Приступить к выполнению сборочного чертежа, ознакомившись с конструкцией каждой детали и с теми обозначениями на рабочих чертежах. На первом виде сборочного чертежа пометку 3 рисовать выступом вверх так, чтобы пронизанный имс в месте выхода была сила.

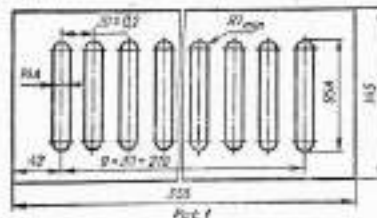
Примечание. Чертежи деталей 1, 7, 16, 16 в 18 мм даны. Их надо поить по чертежу ГОСТа в указанных размерах: дет. 1 в 18 — отбрасывать закругление, ГОСТ 3128—70, дет. 7 — нет, ГОСТ 1677—54\*; дет. 16 в 18 — нет, ГОСТ 1420—72. Размеры стандартных деталей выбрать по таблицам ГОСТов, учитывая название деталей и способ их связи. Необходимо количество деталей указать на чертеже.

**Устройство и работа штампа.** Рассматриваемый штамп предназначен для изготовления из фанеры диэлектрических решеток. Форма решетки показана на рис. 1.

Шаги собирают в следующем порядке. На выступ подушки 3 устанавливают матрицу 5, при этом прямоугольный вырез размером 24 мм в подушке и на матрице должен совпадать. В отверстие Ø 84, вытисни, расположенное на расстоянии 45 мм от ее края, вставляют до отказа упор 6 фаской 1×45° вниз и закрепляют винтом 4. Направляющую пилу 8 накладывают на матрицу так, чтобы гребень для двенадцатичесных головок винтов 10 оказался поверху, а несимметричный вырез пилы — на стороне матрицы, являющейся прямоугольной шире. Возвратное положение деталей 3, 5 и 6 фиксируют штампиком 1, после чего их срезают винтами 10. Температуру деталей 1, 3, 4, 5, 6, 8 и 10 собирают в отдельный узел.

Далее собирают второй узел. Хвостовик 17 цилиндрической частью Ø 60С, вставляют до упора в отверстие верхней плиты пунокодержателя 15 со стороны, не имеющей фаски. Фаска на цилинд-

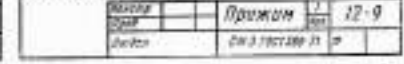
рической части хвостоника и фески в отверстии плависнодермателли образуют разделку под сварку, по которой детали сваривают.

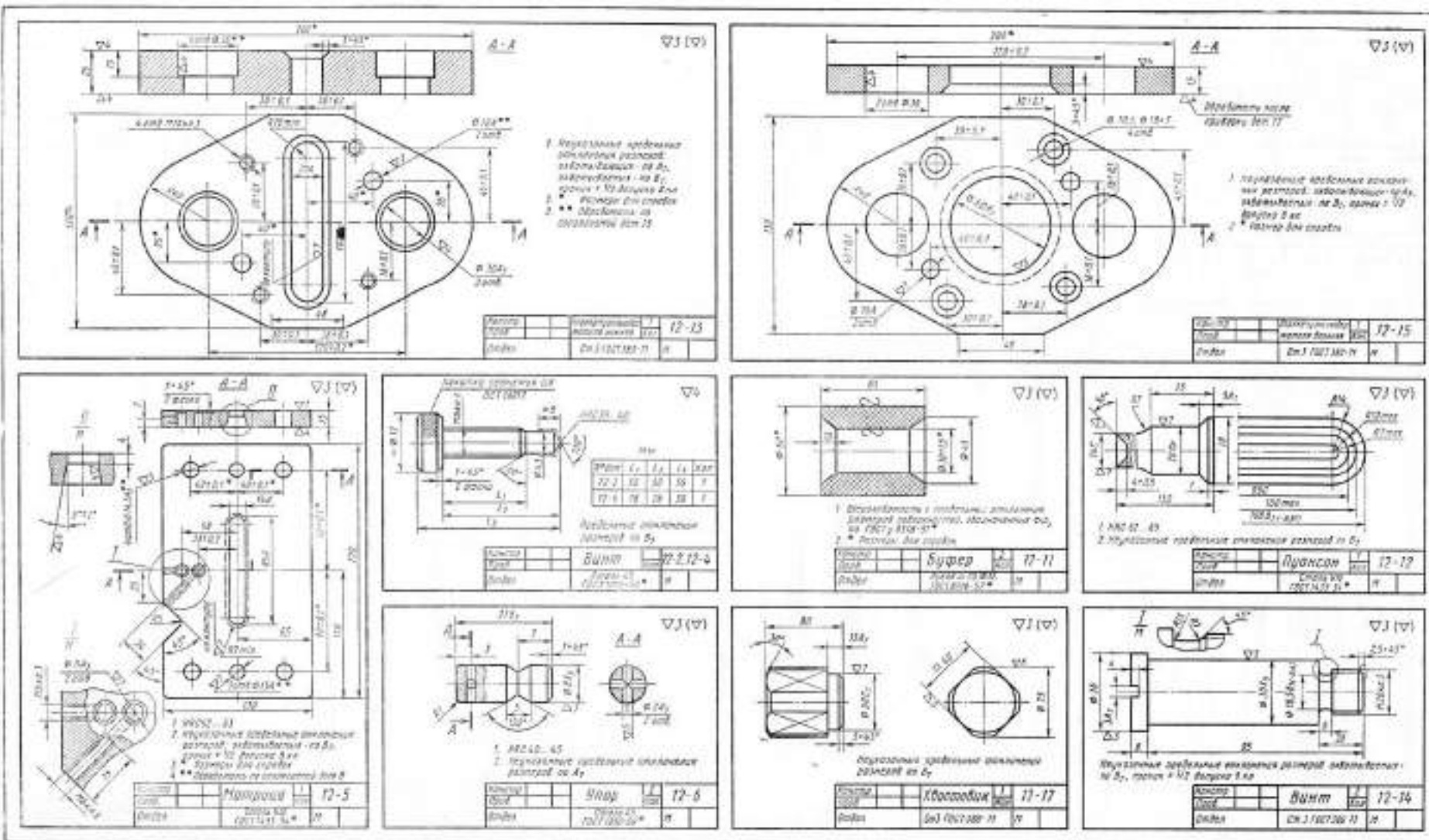


После этого собирают штамп из указанных узлов: вставляют палец 15 палецонсооседрателя устанавливают на нижнюю палец 13 с таким расчетом, чтобы ось отверстий 25 104 на обеих деталях совпали. Достигнув указанного положения, в это отверстие вставляют штамп 16 и скрепляют узлы винтами 16. Теперь второй и третий узлы собирают.

Квадратный хвостовик 17 устанавливают в гнездо штока эксцентрикового пресса. На главном виде сборочного чертежа выступ фланца 9 должен выходить на 8—10 мм в осн. направляющей плиты 8.

Рассмотрим работу штампа. Фанерную заготовку короткой стороной подложат в окно 146х15 мм выпирающей плиты 8 до упора 6. Затем прижимом 5 равномерно и близко к линии реза принимают часть заготовки к матрице, а пуансон вырубает в ней отверстие (рис. 1). Когда первые отверстия во всех заготовках будут вырублены, упор переставляют во второе отверстие матрицы, которое расположено на расстоянии 33 мм от продольной оси окна, и закрепляют винтом 2. После этого заготовку той же стороной подложат в окно 1 ранее вырубленным отверстием надвинут на упор. Натянув на себя до отказа заготовку, вырубят второе отверстие. Так поступают со всеми заготовками партии. Затем, не переставляя упора, заготовку той же стороной подложат в окно 4 вторым отверстием надвинут на упор. Натянув на себя до отказа заготовку, вырубят третье отверстие и т. д. Во всей заготовке вырубят десять отверстий. В результате этого крайние отверстия будут находиться на расстоянии 35 мм от краев короткой стороны заготовки.





# Вариант 13

Выполнить сборочный чертёж домкрата по рабочим чертежам его деталей в единичном устройстве. Масштаб 1:1.

Примечание. Чертежи деталей 3, 6, 11, 15, 21, 22, 23, 24 указаны: дет. 3 — винт М6х20, ГОСТ 1481—64\*; дет. 6 — винт М6х10, ГОСТ 17475—79; дет. 11 — шпираль Ø 10, ГОСТ 3723—60; дет. 15 — винт М4х6, ГОСТ 1481—72; дет. 21 — шпираль 3х15, ГОСТ 307—66\*; дет. 22 — болт М5х45, ГОСТ 7798—79; дет. 23 — гайка М6, ГОСТ 9427—76; дет. 24 — шайба 8, ГОСТ 11371—66\*. Недостающие размеры стандартных деталей выбрать по таблицам ГОСТов.

Устройство и работа домкрата. Домкрат предназначен для подъёма ферм мостовых кранов при замене их секций.

Собирают домкрат в следующем порядке. К боковой поверхности цилиндра 1 на расстоянии 5 мм от гладкого торца его приваривают плоским швом с катетом 5 мм трубку 2 так, чтобы отверстие Ø 5 цилиндра выходило внутрь трубки.

В манжету 3 устанавливают шайбу 5, затем манжету крепят к плунжеру 16 винтом 6. В сферическое гнездо плунжера помещают шайру 11; чтобы он не выпал, на плунжер навинчивают до упора

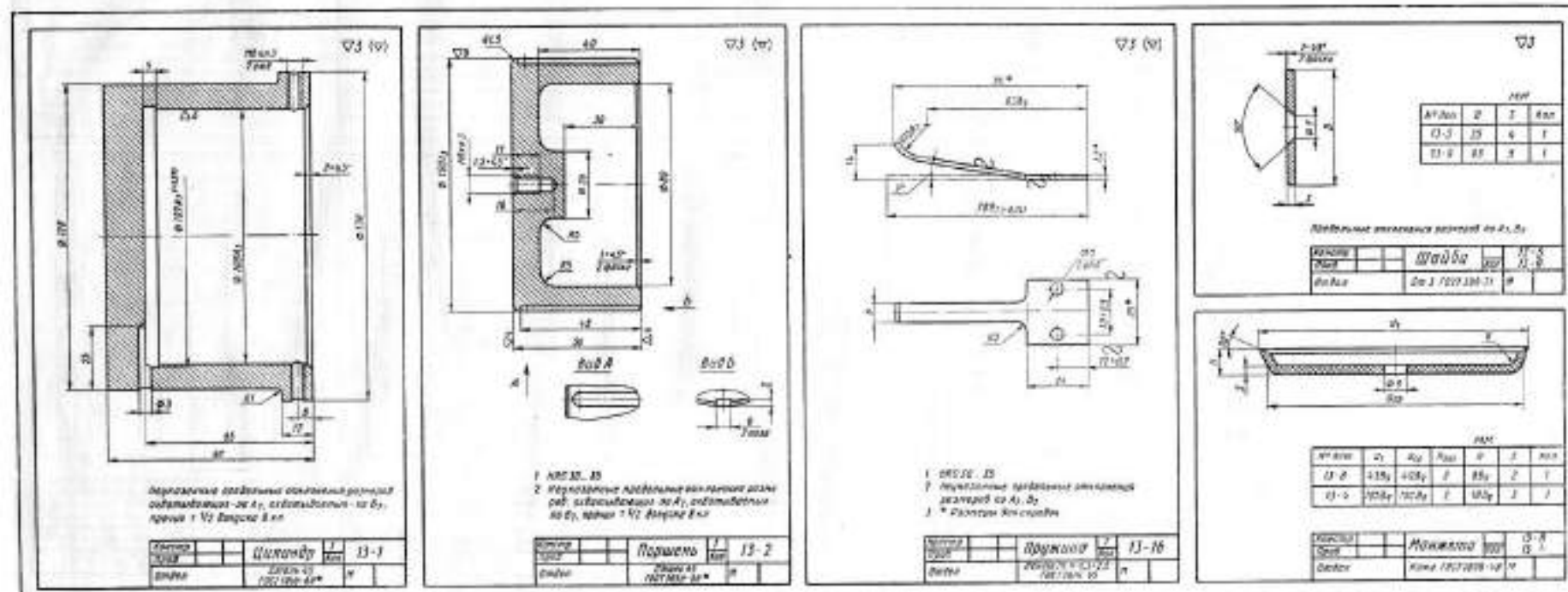
гайку 12. Плунжер в сборе устанавливают в трубку 7 манжетой во внутрь.

На резьбу М56 трубки навинчивают до отказа гайку 14. Затем в эту гайку навинчивают винт 13 до тех пор, пока шпираль 11 не войдёт в сферическое гнездо винта.

На хвостовое колесо 17 с обеих сторон надевают шкив 18 так, чтобы расстояние между ними было 10 мм. Шкив соединяют пальцем 20, на который надеты собачка 19. От выпадения пальца удерживается шпиралью 21. Собачку на палец надевают так, чтобы зуб её вошёл во впадину зуба хвостового колеса; к хвостовому колесу собачку прижимает пружина 16, которую крепят к шкам винтами 15. Между шками устанавливают ручку 25 так, чтобы ось отверстия Ø 8,5 шкив и ручки совпала. Затем в эти отверстия вводят болты 22, которые закрепляют гайками 23 с шайбами 24. Хвостовое колесо в сборе надевают на квадратный конец винта 13 так, чтобы пружина 16 оказалась на чертеже сверху.

К поршню 2 винтом 5 крепят манжету 4 со вставленной в неё заранее шайбой 3. В цилиндр 1 наливают масло, которое через отверстие Ø 5 цилиндра проходит в трубку 7 и заполняет в ней все свободное пространство. Поршень в сборе устанавливают в цилиндр 1 манжетой вниз. В отверстие М6 цилиндра навинчивают два винта 3, которые служат упорами и не позволяют поршню выходить за пределы цилиндра. На чертеже поршень удобнее показать в нижнем крайнем положении при вертикальной оси цилиндра 1, а винт 13 повернутым до отказа.

На этом сборку домкрата заканчивают. Во время ремонта крана домкрат ставят на толстую подкрановую рельсу и приводят в действие вращением винта 13 при помощи ручки 25 и хвостового механизма. Винт 13, вращаясь в гайке 14, давит на плунжер 16 шпиралью 11. Масло, находящееся в трубке между плунжером и цилиндром, нагнетается под поршень, поднимая его, а вместе с ним и ферму крана.





## Вариант 14

Измеряют, обводят чертой штангой по рабочим черткам его детали и описанное устройство. Установить необходимые зазоры. Масштаб чертёжа 1:1.

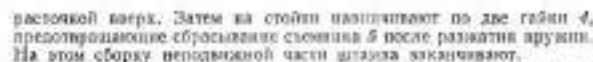
Примечание. Чертежи деталей 2, 4, 10, 16, 24 и 28 не даны. Их следует выдать в техническом сопровождении на условиях ГОСТов: дет. 2 — лист М 10х16, ГОСТ 1491—72; дет. 4 — лист М10, ГОСТ 2127—70; дет. 10 — листы квадратный 10х10, ГОСТ 3128—70; дет. 16 — лист М10х20, ГОСТ 1491—72; дет. 24 — листы квадратный 10х10, ГОСТ 3128—70; дет. 28 — листы квадратный Мх30, ГОСТ 3128—70.

Обозначения стандартных деталей и спецификации обозначено черточкой, должны соответствовать обозначениям, вносимым в контактные листы ГОСТах.

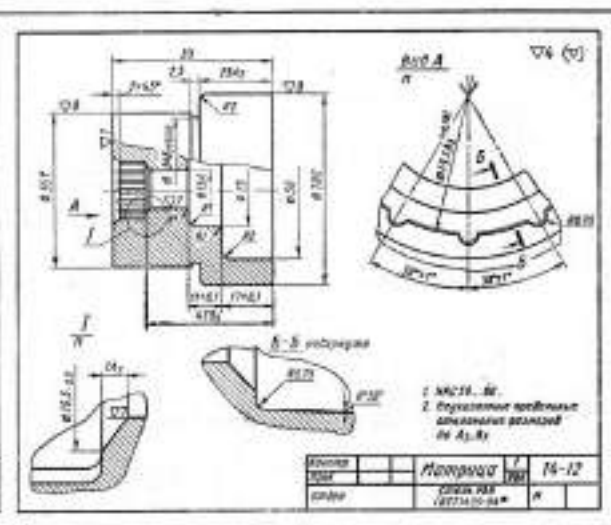
**Назначение и устройство штампа.** Штампы такой конструкции могут служить для холодной штамповки небольших алюминиевых деталей методом выдавливания (в основном обратным выдавливанием) на кривошипных прессах. Штамп, чертежи деталей которого приведены в задании, предназначен для выдавливания алюминиевых колышек, изображенных на рис. 1. Штамп состоит из подвижной (верхней) и неподвижной (нижней) частей. Нижнюю часть собирают так. В отверстие  $\varnothing 10$  основания 8 забивают сверху на глубину 15—20 мм штампик 10. На штампик надевают прокладку 16 и укладывают в расточку  $\varnothing 130$  основания 8 так, чтобы отверстия  $\varnothing 8,5$  деталей 8 и 15 совпали. В эти отверстия головками вверх пропускают пальцы 14. Сверху на них и прокладку 15 кладут диск 13, а на него головкой вниз — выталкиватель 15. Затем отлитый собирают детали 11, 12 и 17. Их оставляют одну в другую до упора; матрицу 12 в кольцо 11, а кольцо 11 — в ободок 17. Собранный узел надевают на выступающий верх стержень  $\varnothing 13$  выталкивателя 16 и на

штифты 10, при этом диск 13 должен оказаться в расточке 9. 50 матрицы 12. Узел крепят планшета 18 к основанию 8.

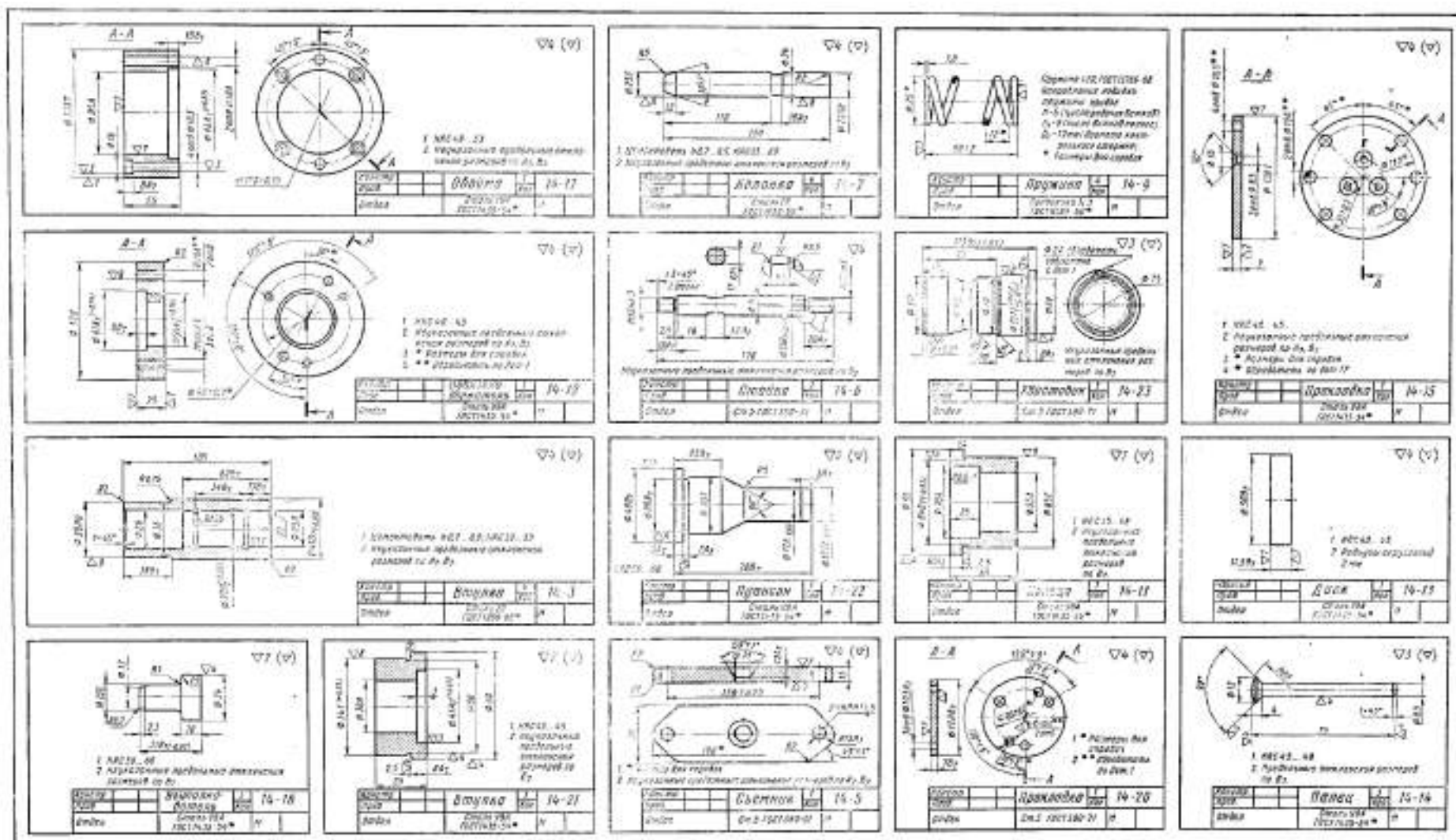
В отверстия 25 основанию 4 запрессовывают на глубину 50 мм колодки 7, а в гнезда М10 заворачивают стойки 6, на которые надевают пружины 3. На пружины укладывают сепаратор 5 конусной



Поверхнюю часть собирают так. В отверстие 23 10 планты / забивают одну заплотку с пералей плоскостно штифты 24, а в отверстие 24 — хвостовик 23 до упора в расточку планты. Хвостовик 23 фиксируют отосекательны планты / штифты 25. На штифты 24







## Вариант 15

Изготовить сборочный чертёж лубрикатора по рабочим чертежам деталей и окончательному устройству. На главном виде сборочного чертежа корпус 1 расчертить так, как он изображён на главном виде рабочего чертежа детали. Масштаб сборочного чертежа 2:1.

Дать именованные. Чертежи деталей 2, 7, 8, 12, 17, 26 и 28 по далям: дет. 2 — метр, ГОСТ 1471—64\*; дет. 7 — гайка, ГОСТ 1029—70; дет. 8 — шайба, ГОСТ 11371—88\*; дет. 8 — винт М4х16 ГОСТ 1475—64\*; дет. 17 — винт ГОСТ 17475—72; дет. 18 — шпилька ГОСТ 8792—68; дет. 20 — винт ГОСТ 1491—72. Порочные детали следует выдать по номеру ГОСТа в технических отчислениях. Подходящие размеры стандартных деталей выбрать по таблицам ГОСТов, учитывая наличие или отсутствия деталей в сборочной единице; необходимое количество деталей установить самим. Обозначения стандартных деталей и стандартизации сборочного чертежа должны отвечать условиям обозначения, принятым в ГОСТах.

**Устройство и работа лубрикатора.** Лубрикаторы называют аппараты, предназначенные для автоматизированной подачи смазки под давлением к поверхностям трения. Подача смазки начинается в момент пуска механизма и продолжается автоматически в течение всего периода его работы. Лубрикатор простой конструкции — двенадцатиточечный: жидкая смазка под давлением периодически подается в двенадцать точек — поверхностей трения. Сборочный лубрикатор и следующий чертёж.

В отверстие  $\varnothing 14,4$  корпуса 1 с задней стороны вставляют штулку 2 лезвием к внешней стороне корпуса и закрепляют винтом 3. Затем с передней стороны в отверстие  $\varnothing 14,4$  корпуса 1 вставляют нарезанный кончик червяка 4 до упора. После этого устанавливают вторую штулку 2 лезвием к передней стороне корпуса и закрепляют винтом 3. Червяк собран.

На хвостовик  $\varnothing 10,1$ , вал 16 навешивают штулку 6 буртиком  $\varnothing 15$  до упора. Вал 16 с штулкой 6 концом со шпоночным пазом устанавливают сверху в отверстие  $\varnothing 15,4$  корпуса 1 до упора. На выступающую часть вала снизу надевают червячное колесо 22, которое входит в зацепление с червяком 4. В шпоночный паз колеса вставляют шпильку 18. Колесо закрепляют на валу 16 винтом 20 с шайбой 21. В расщепку  $\varnothing 45$  корпуса 1 вставляют крышку 19 и прикрепляют к корпусу винтами 17.

На рабочую поверхность изогнутой реборды диска 15 навешивают плунжеры 5, после чего диск вместе с плунжерами опускают на корпус 1, при этом плунжеры вдавливаются в отверстия  $\varnothing 5,4$  корпуса, а диск падает на вал 16, так чтобы зуб диска вошёл в вырез штулки 6. В отверстие М4 плунжером 5 ввертывают заострённый кончик винта 8; подложив винтом фиксируют гайками 7.

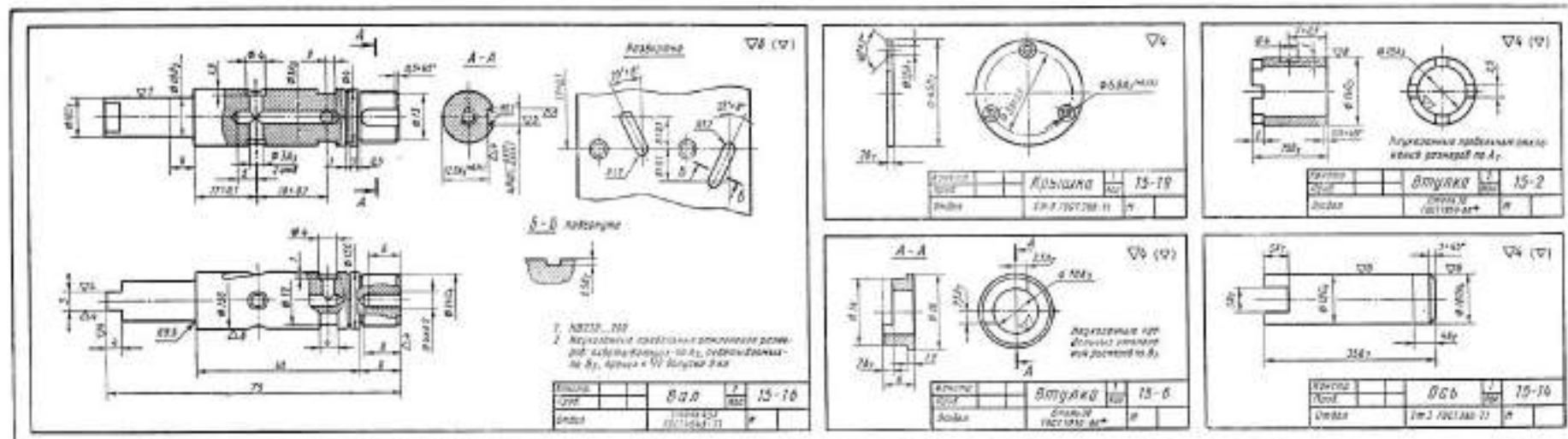
Колпак лубрикатора собирают сначала отдельным узлом из деталей 9, 10, 11, 12, 13 и 14. В расщепку  $\varnothing 10,4$  ручки 11 ввертывают ось 14. На ось надевают до упора стакан 12 до упора в ручку, а затем пружину 10. Выступающую часть оси вводят в отверстие  $\varnothing 10,4$  колпак 9. На ось 14 надевают шайбу 13 заодно с ним валом оси. Дно вала раскрывают. Узел собран. Колпак в сборе навешивают на корпус. Рассмотрев, как работает лубрикатор.

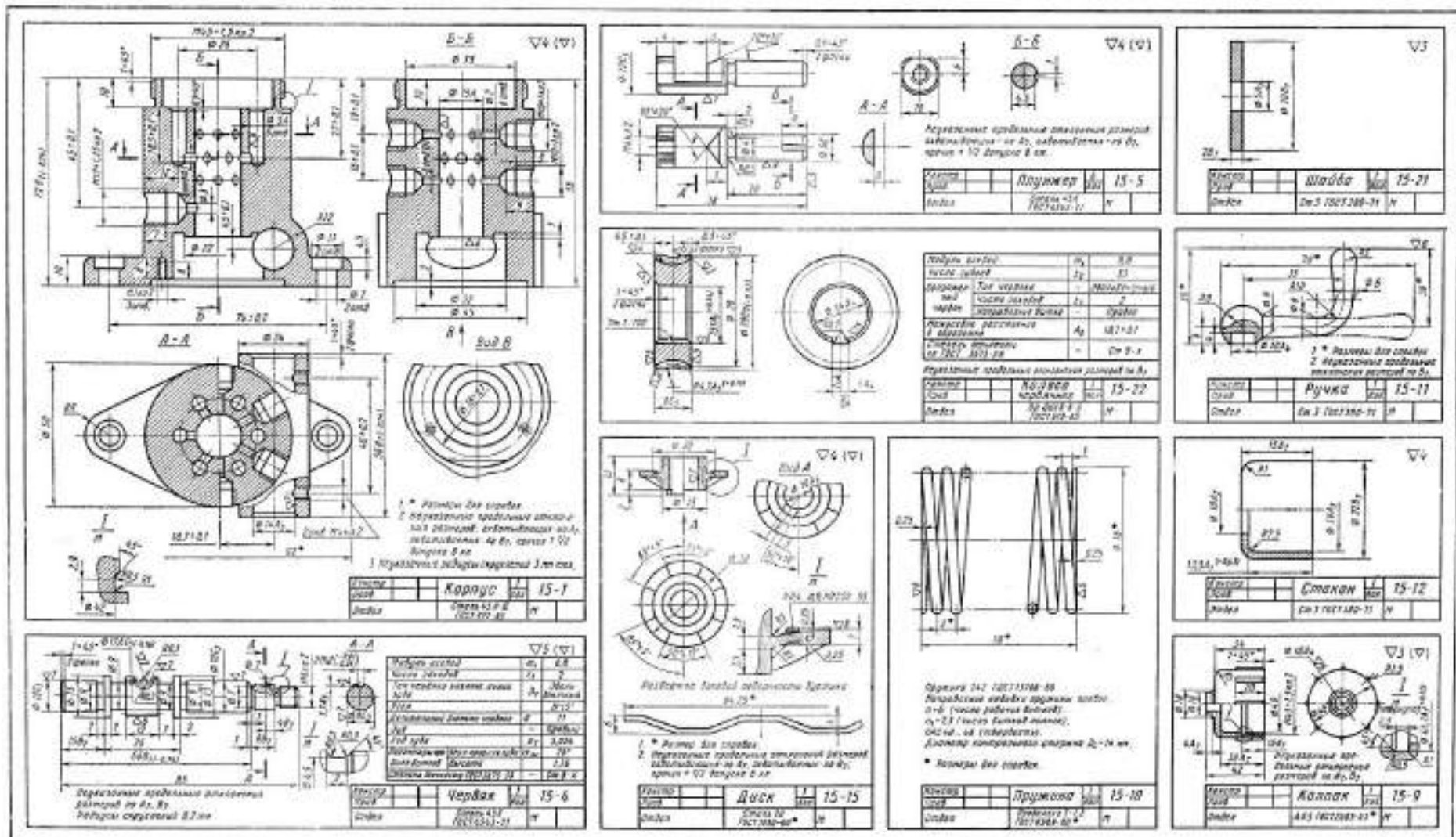
Лубрикатор получает вращение от электродвигателя. Вращение через червяк 4 и червячное колесо 22 передаётся на рабочий вал 16, на который вращается диск 15. При вращении вала 16 диск 15 вследствие изогнутой поверхности реборды смещает плунжеры 5 вза-

дательно-поступательным движением. За один оборот вала диск движется поднимает и опускает каждый плунжер. При подъёме плунжера под ним создаётся разреженное пространство. Это пространство заполняется маслом, поступающим по маслопроводу через всасывающее отверстие М12 в корпусе 1 и систему распределительных отверстий вала 16 (продольного и двух поперечных  $\varnothing 3,4$ ) и горизонтальные отверстия  $\varnothing 3$  корпуса. При опускании плунжера масло на высоте цилиндра через систему распределительных отверстий рабочего вала 16 поступает в маслопроводы подачи масла к поверхностям трения, подсоединённым к отверстиям М10 корпуса. Одновременно два плунжера загнетают масло, для подачи смазки в маслопроводы, расположенные одна на верхнем, другой на нижнем радиусе отверстий М10 корпуса, остальные два плунжера находятся в промежуточных положениях.

Подный цикл работы лубрикатора завершается за один оборот рабочего вала. Интервал между подачами смазки в одну точку равен  $1/12$  времени цикла. Лубрикатор можно регулировать двумя способами: регулировочными винтами 8 плунжера 5, изменяя скорость вращения вала 16.

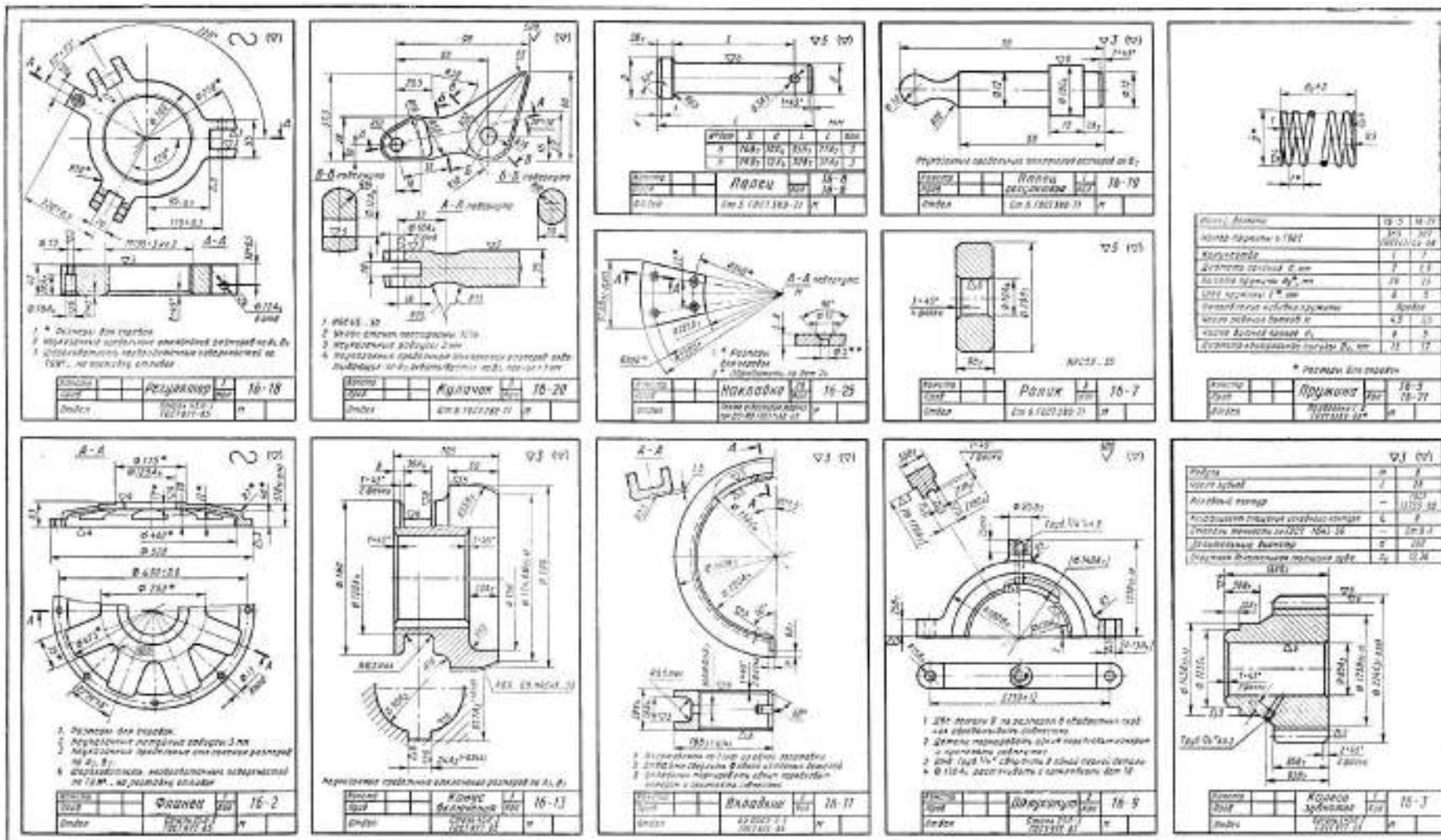
Кроме основного электропривода, лубрикатор оборудован дополнительным устройством, установленным на колпак 9 для ручной подачи смазки к поверхностям трения, необходимый во время пуска машины: при нажатии ручки 11 пружина 10 сжимается, вал оси 14 соединяется с выступом рабочего вала 16, и вращательное движение от ручки 11 передаётся валу 16.











# Вариант 17

Выполнить сборочный чертёж редуктора по рабочим чертежам его деталей и описанию устройства. На последнем листе сборочного чертежа корпус 1 разложить так, как он собирается на последнем листе рабочего чертежа детали. Масштаб сборочного чертежа 1:1. Присутствие в выполнении сборочного чертежа, выполняющего с конструкцией каждой детали и её всеми обозначениями из рабочих чертежей.

Примечание. Рабочие чертежи деталей 2, 3, 4, 5, 14, 15, 24, 25, 27 и 31 не даны: дет. 2 — прокладка Ø 50/60х1 из фибры; дет. 3 — диафрагма Ø 90хх2,5 из резины; дет. 4 — штифт Ø10х1,5х60, ГОСТ 3125—74; дет. 14 — прокладка Ø 41/48х2 из фибры; дет. 15 — пробка Ø 9х3 из резины; дет. 22 — штифт Ø10х1,5х60, ГОСТ 3125—74; дет. 25 — ступица Ø 27х1,5 из алюминия; дет. 27 — прокладка Ø 10/23х3 из фибры; дет. 31 — прокладка Ø 5/12х1 из фибры.

Стандартные детали следует брать по номеру ГОСТа в технической документации. Недостающие размеры деталей выбрать по таблицам ГОСТов, учитывая взаимное расположение деталей в сборочной единице. Необходимое количество деталей установить самим. Остальные детали надо измерить по размерам, указанным в их условных обозначениях. Обозначения стандартных деталей и спецификации сборочного чертежа должны отвечать условным обозначениям, принятым в ГОСТах.

Устройство и работа редуктора. Одноканальный редуктор предназначен для понижения давления кислорода и поддержания его на заданном уровне. Кислород к редуктору поступает из баллона или магистральной. Собирают редуктор в следующем порядке.

В отверстие Ø 10А корпуса 1 со стороны отверстия М16 ввинчивают фаской 2,5 мм запрессовывают седло 13 до упора. Затем в отверстие М16 ввинчивают ступицу 11. На цилиндрическую часть Ø 2С,

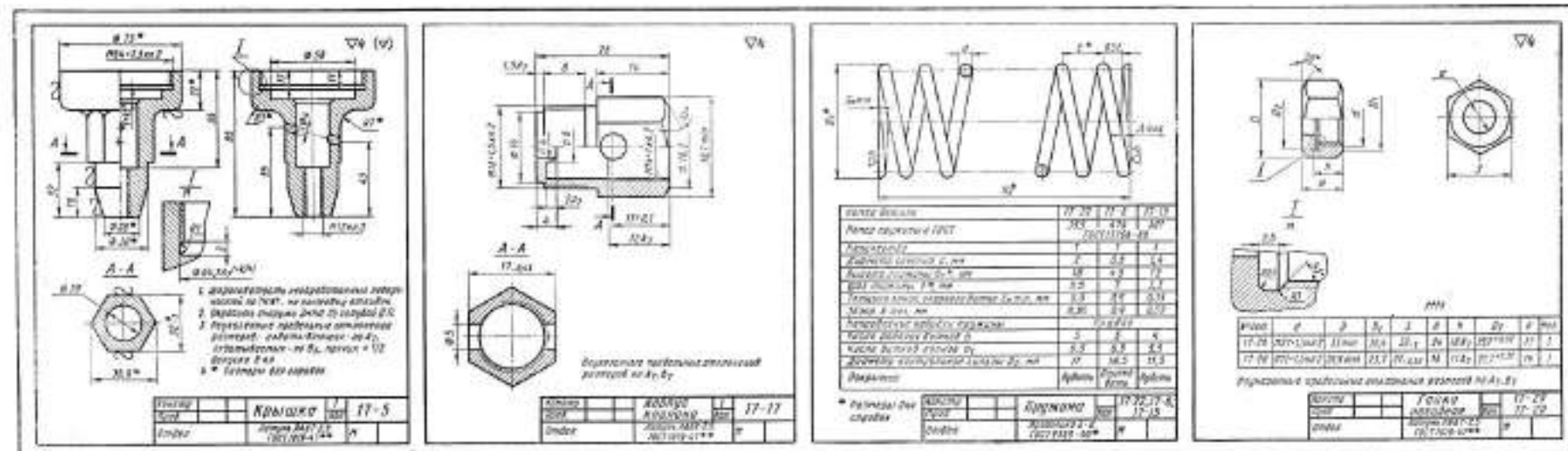
стержня 12 надевают тарелку 10; концы стержня расклинивают винтом. Стержень в сборе вводят в отверстие Ø 6А, сдвигая 13 до упора. В гнездо Ø 7А корпуса клапана 24 запрессовывают эбонитовую ступицу 35, а в гнездо Ø 1А, запрессовывают штифт 23 заводом с торцом корпуса. Клапан в сборе вставляют в отверстие Ø 15А, корпуса 1 до упора штифта в конце стержня 12. В гнездо Ø 12 корпуса клапана 24 помещают пружину 22, на пружину надевают упор 21. На корпус 1 навинчивают наконечную гайку 20 так, чтобы корпус клапана 24 был прижат к стержню 12.

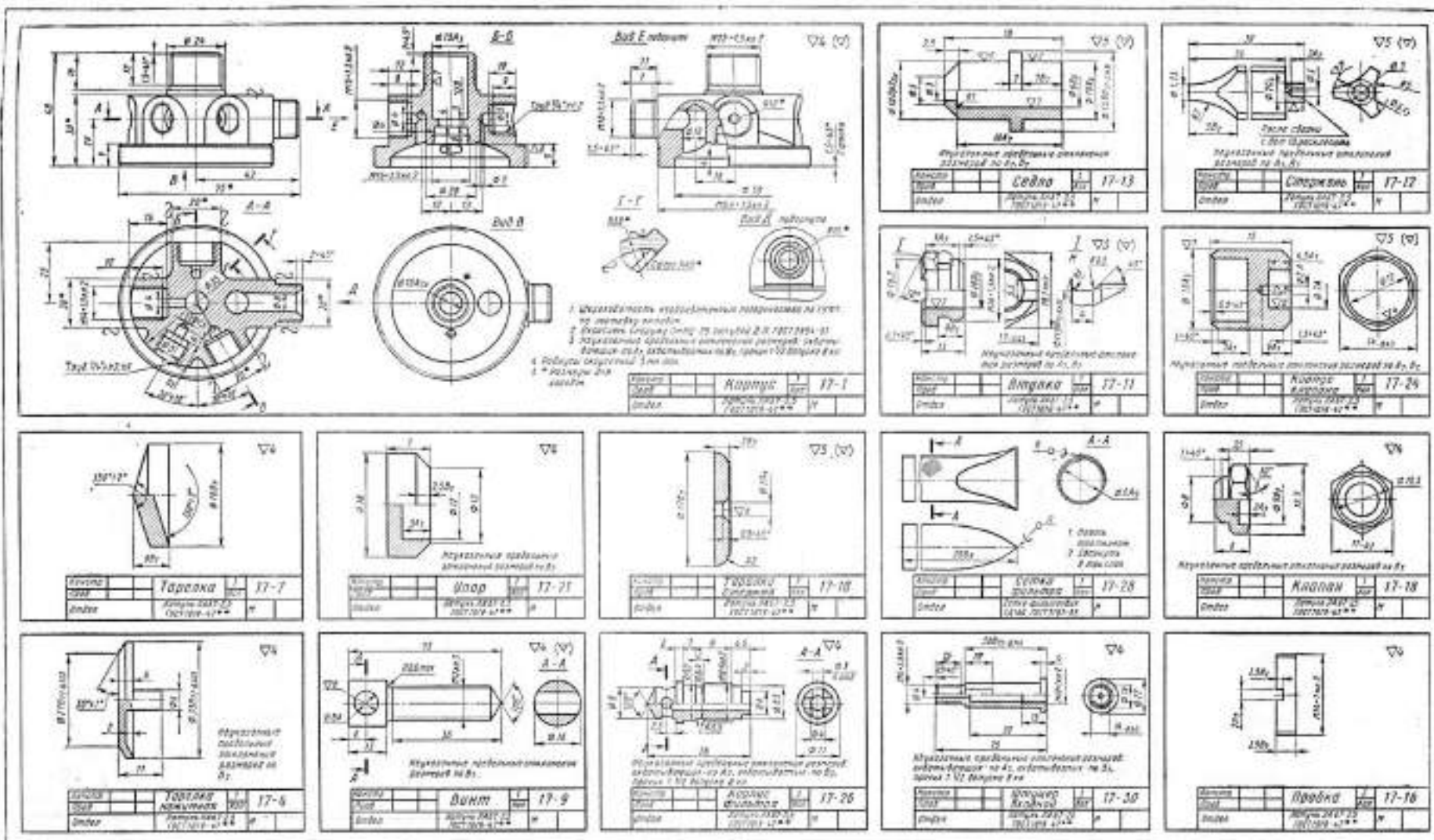
Крышку собирают отдельным узлом. Она состоит из деталей 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 и 9. В отверстие Ø 8А винта 9 запрессовывают штифт 8 так, чтобы выступающие части его были равны. Винт ввинчивают в крышку 5. В отверстие Ø 20 крышки плоским торцом вводят тарелку 7 до упора. Затем вставляют пружину 6. На пружину устанавливают наконечную тарелку 4 так, чтобы её стержень Ø 6 вошёл внутрь пружины. В расточку крышки 5 устанавливают фибровую прокладку 2, затем резиновую диафрагму 3. Крышку в сборе навинчивают на корпус 1 так, чтобы диафрагма 3 касалась тарелки 10.

На входной штуцер 30 надевают стержень, имеющий резьбу, наконечную гайку 29 до упора. Штуцер ввинчивают в отверстие М14 корпуса 1, в гнездо которого предварительно установлена прокладка 31. К цилиндрической части Ø 6 корпуса фильтра 36 приваривают сетку 28. Со стороны сетки на корпус фильтра надевают фибровую

прокладку 27 до упора; при этом концы сетки фильтра сворачивают в трубочку. Фильтр в сборе ввинчивают в штуцер 30.

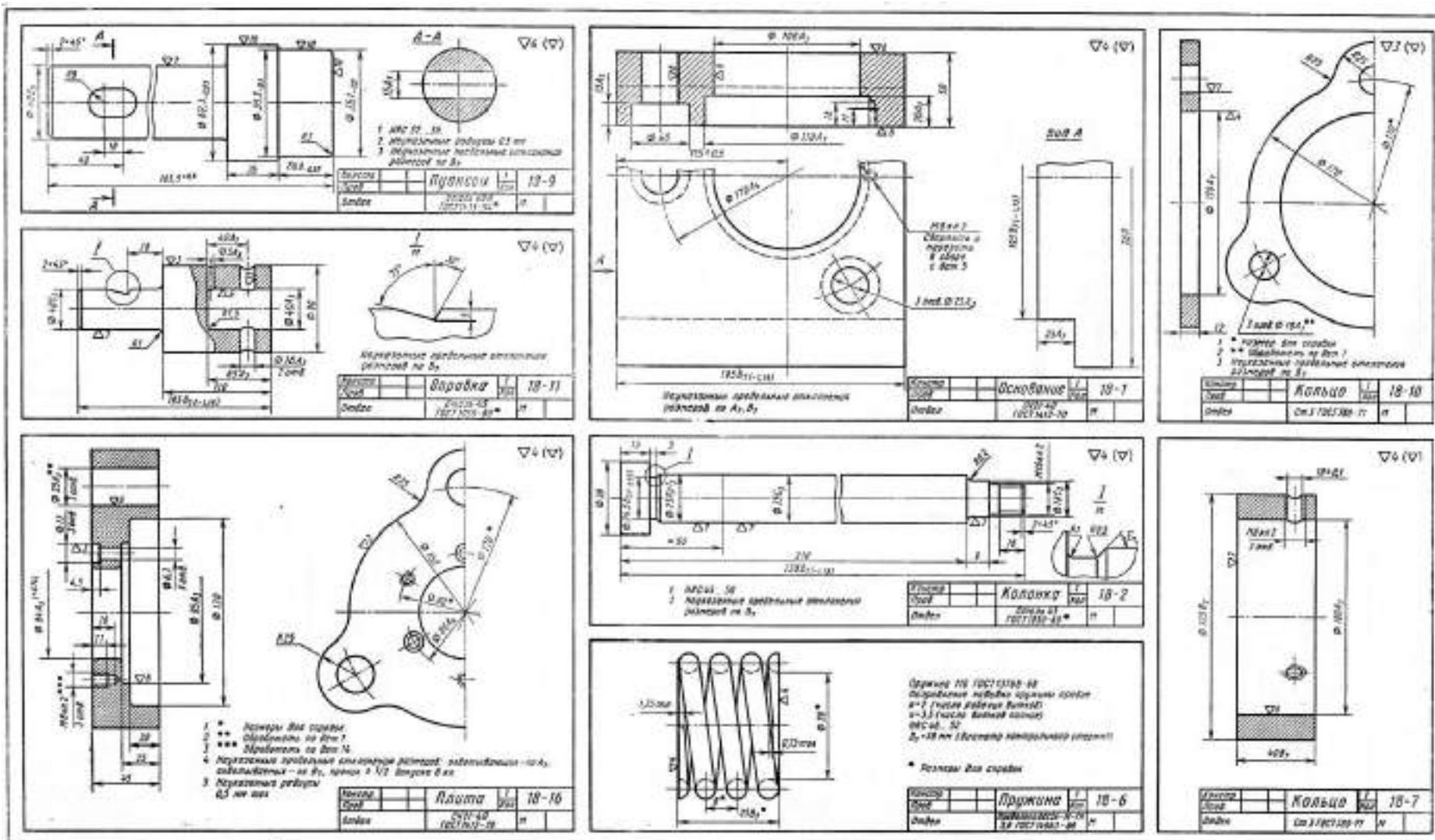
Предохранительный клапан собирают отдельным узлом. Он состоит из деталей 15, 16, 17, 18 и 19. В гнездо Ø 9 клапана 18 вставляют резиновую пробку 15, затем клапан 18 вводят в отверстие корпуса 17 так, чтобы пробка перекрыла отверстие Ø 4. Пружину 13 помещают в отверстие корпуса 17, затем ввинчивают пробку 16. Собранный предохранительный клапан ввинчивают в гнездо М16 корпуса 1, в которое предварительно устанавливают прокладку 14. Собранный редуктор подсоединяют к кислородному баллону жёстким штуцером 30 с наконечной гайкой 29. В корпус входного штуцера вставляют фильтр, предохраняющий редуктор от засорения. При вращении винта 9 по часовой стрелке усилие пружины 6 через наконечную тарелку 4, диафрагму 3 и стержень 12 передается на регулирующий клапан (детали 22, 24, 25), который опускается и открывается проход газа через отверстие седла 13 в рабочую камеру корпуса 1. Оборот газа производится через отверстие Ø 8 корпуса 1. В отверстие Труба 1/4" корпуса 1 ввинчивают для манометра, один показывает давление в баллоне, а второй — в рабочей камере редуктора. Величина давления в рабочей камере зависит от степени сжатия пружины 6. В корпусе редуктора установлен предохранительный клапан, срабатывающий при начале вытекания газа при сжатии, превышающем наибольшее рабочее давление в 1,2 раза.











## Вариант 19

Выполнить оборочный чертёж приспособления по рабочим чертежам его деталей и техническому устройству. Машштаб оборочного чертежа 2:1.

Детали и материалы. Рабочие чертежи деталей 3, 5, 7, 10, 15, 21 и 22 см. лист 1; 11 — лист 1А, ГОСТ 1481—73; дет. 5 — прокатная 20х3х120 из мягкой стали; дет. 7 — прокат ПВД Ø 1,5 мм, ГОСТ 16812—79; дет. 10 — лист 1А, ГОСТ 1931—72; 15 — трубка латунная, ГОСТ 783—61; дет. 19 — лист 1А, ГОСТ 1470—64; дет. 21 — шайба 3, ГОСТ 9238—62; дет. 22 — гайка М8, ГОСТ 9150—70. Чертежом стандартных деталей следует пользоваться по коду ГОСТа и по техническим сторонам. Указать и указать размеры этих деталей выбрать в таблицах ГОСТов, укажите их значения в оборочном чертеже; указать количество этих деталей установить сажки. Обозначения стандартных деталей в оборочном чертеже чертёж должен указать условными обозначениями, арабскими и ГОСТом. Чертеж нестандартной дет. 5 вычеркнуть по приведенным ниже размерам.

Устройство и работа приспособления. Служащее приспособление предназначено для установки под различными углами изделий при обработке их на шлифовальном станке. На электромагнитном столе приспособления можно быстро и надежно закреплять изделия различной формы, поэтому приспособление является универсальным.

Приспособление собирают в следующем порядке.

Вначале собирают электромагнитный стол. На боковую поверхность сердечника электромагнита 14 высотой 30 мм намотывают провод 7 слоем толщиной 17 мм. Затем на сердечник накладывают планку 5 и скрепляют с ней винтами 13. Оба конца обмотки выводят в боковое отверстие Ø 10 корпуса 1 электромагнита и сердечник в сборе вставляют в корпус 1 (плоской вверх) так, чтобы выступавшие концы винтов 13 попали в отверстие Ø 6,5 корпуса. Пространство между корпусом и обмоткой электромагнита заливают герметиком массой 16 запаяв его с верхней плоскостью корпуса в пластину.

В пазы крышки 3 укладывают вставки 4 подрезами вниз. Между боковыми поверхностями вставок 4 и втулкой крышки 2 вставляют

лиот прокладку 5 так, чтобы торцы деталей 4 и 5 оказались запаянными с боковой поверхностью крышки 3. Затем крышку 2 соединяют с корпусом 1 винтами 3.

Закрепление изделия на ось постоянного тока при помощи контакта, собранного из деталей 20, 21, 22, 23, 24. На штырь 24 навешивают гайки 22 до схода резьбы, затем их оставляют в отверстиях стакана 23 до упора (резьбой внутрь стакана). Концы проводов, выходящие в отверстие корпуса 1, зажимают и обматывают одним-двумя слоями изоленты; затем на каждый штырь накладывают шайбу 21 и зажимают две гайки 22, одна из которых играет роль контргайки. После этого стакан 23 вставляют в штырь 20 до упора. Штырь служит для присоединения шнура от сети. Штырь 20 скрепляют с корпусом винтами. Ролик 12 крепят к корпусу 1 винтом 10, ось гнезда которого просверлена в корпусе под углом 45°. На этом заканчивается сборка электромагнитного стола. Переходим к сборке поворотных устройств. К нижней площадке плиты 9 крепят ролик 8 винтами 10. В паз шириной 80А нижней плиты 17 заводят плиту 9 так, чтобы ось отверстия Ø 14А совпала, а ролик 8 оказался между плитой 9 и 17. Ось 15 вставляют в отверстие Ø 14А узла нижней плиты 9 и плиты 17 и соединяют эти детали шарнирно. Выпадение оси препятствует винт 18.

Кулачку 11 прикрепляют винтами 10 к плите 17 на расстоянии 37 мм от торца так, чтобы выпуклая сторона ее была обращена к оси 15. В проем кулачка заводят второй винт 10 и закручивают в гнездо детали 5. Свободными концами с отверстиями Ø 12А плиту 9 заводят в паз 80А корпуса 1 так, чтобы ось отверстия Ø 12А на обеих деталях совпала, а ролик 12 оказался между корпусом 1 и плитой 9. В отверстие Ø 12А детали 1 в 9 вставляют ось 19, соединяющую шар-

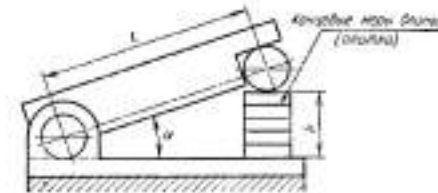
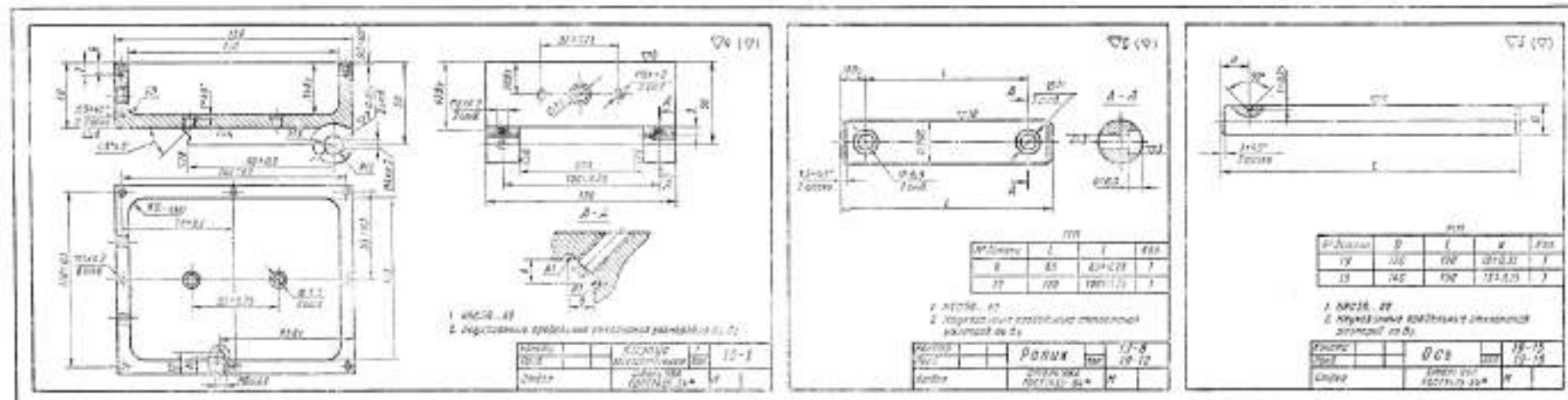


Рис. 1

ниры эти детали. Ось 19 вставляют в корпус 1 винтом 18. Вторую кулачку 11 крепят винтом 10 к детали 9; при этом выпуклая сторона кулачка должна быть обращена к оси 19.

Для изгиба обрабатываемой детали на угол  $\alpha$  под ролик 12 подкладывают блок конических мер длины (по ГОСТу 9038—59), высоту  $h$  которого подсчитывают по формуле (рис. 1)  $h = L \sin \alpha$ .

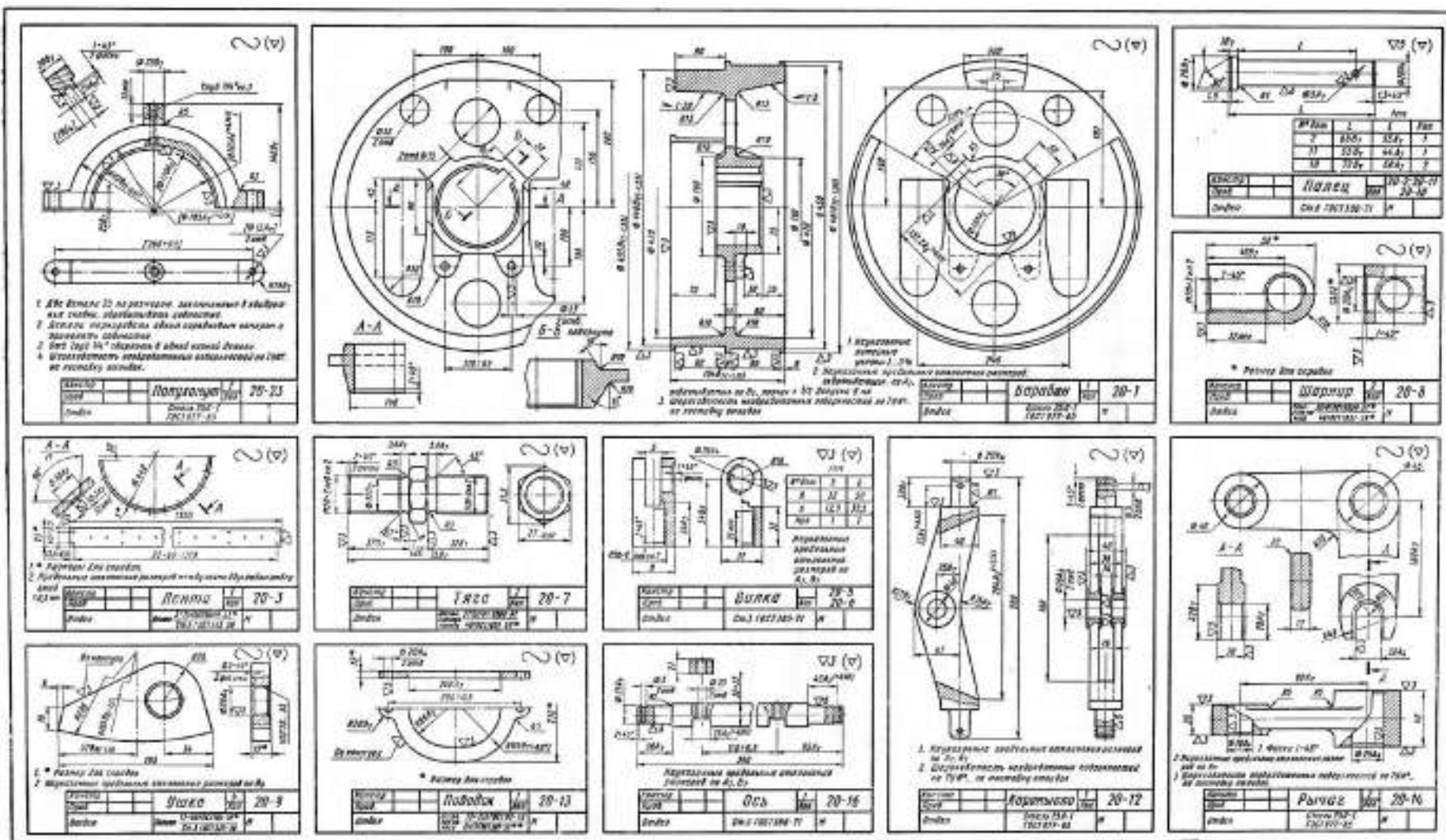
Почему такое приспособление называют секционным. Углы поворота плит можно изменять в пределах от 0 до 45°. После установки на нужный угол плиту закрепляют винтами 10 в кулачке 11. Наклон детали на второй заданный угол производят аналогично: под ролик 8 подкладывают блок конических мер длины. Для упрощения расчета расстояние между центрами осей и ролика в каждой плите равно 100 мм.











# Вариант 21

Выполнить сборочный чертёж литейной машинки из рабочих чертежей и деталей и описать устройство. Масштаб сборочного чертежа 2:1.

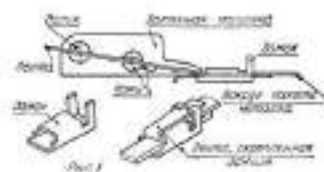
Примечание. Чертежи деталей 3, 5, 6, 17, 19, 20 и 21 не даны; дет. 3 — лист А4-8, ГОСТ 149—72; дет. 5 — ось штифта цилиндрический 60/60<sub>h7</sub> > 60, ГОСТ 3129—70, материал — сталь 45; дет. 6 — ось штифта цилиндрический 60/60<sub>h7</sub> > 60, ГОСТ 3129—70, материал — сталь 45; дет. 17 — штифт конический 60/30, ГОСТ 3129—70; дет. 19 — штифт конический 40/30, ГОСТ 3129—70; дет. 20 — штифт конический 110/60<sub>h7</sub> > 25, ГОСТ 3129—70; дет. 21 — валок 20, ГОСТ 3129—70; дет. 21 — шпонки 6/6 > 10, ГОСТ 8769—68. Надписанные размеры стандартных деталей набрать по таблицам ГОСТов.

Устройство и работа литейной машинки. Для упаковки металла служит стальная упаковочная лента, концы которой скрепляют специальными штампованными замками. Натянутое и обрезанное ленту при этом литейной машинкой (рис. 1).

Машинку собирают в следующем порядке. Втулки 6 и 22 запрессовывают в отверстия  $\varnothing 36H_8/k_7$  и  $\varnothing 28H_8/k_7$  корпуса 1 так, чтобы буртики втулок оказались в проточках  $\varnothing 40$  и  $\varnothing 32$  корпуса. Одну пружину 13 крепят между стенками в дну корпуса винтами 3 так, чтобы поджим пружины был направлен в сторону установленных втулок 6 и 22. Между стенками корпуса на оси 5, запрессованной в отверстие  $\varnothing 64H_8/k_7$  корпуса, укрепляют одну собачку 12. Поверхность собачки 120 должна быть обращена к пружине. Вторую пружину 13 крепят винтами 3 к корпусу рычага 14. Между пружинами должен быть направлен в сторону ушка рычага 14. Между ушками рычага

на оси 8 укрепляют вторую собачку 12. Поверхность собачки 120 должна быть обращена к пружине.

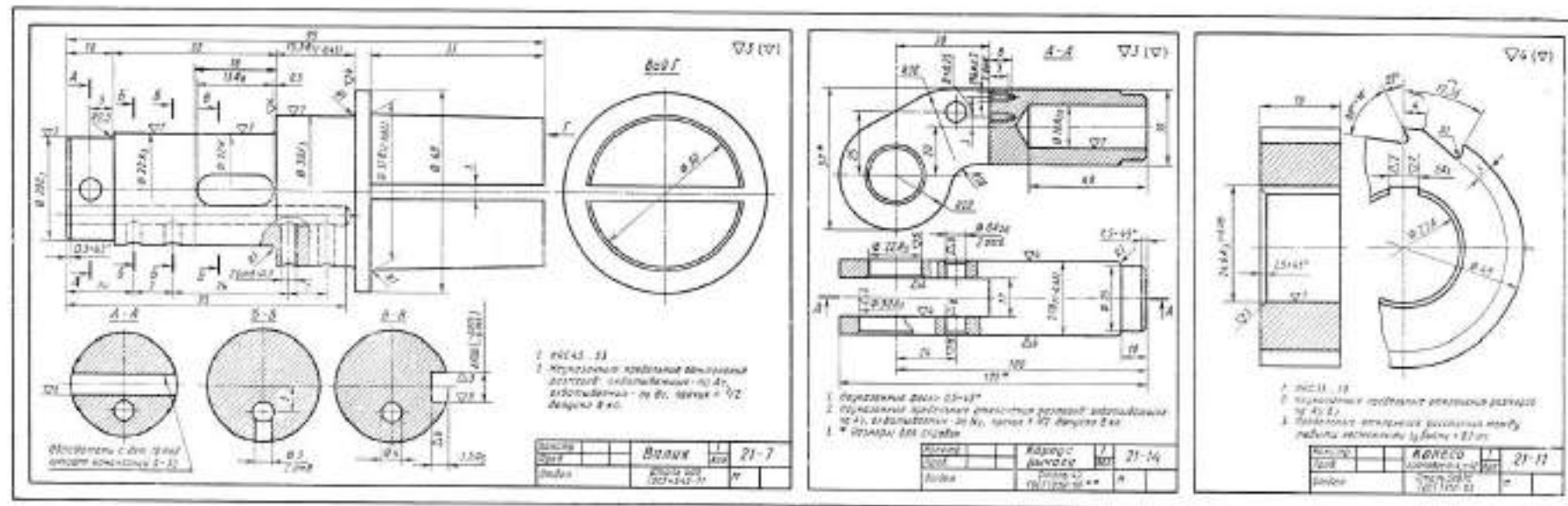
Хропное колесо 11 заклинивают между ушками рычага 14 так, чтобы ось отскочила на рычаге к хропному колесу создали после

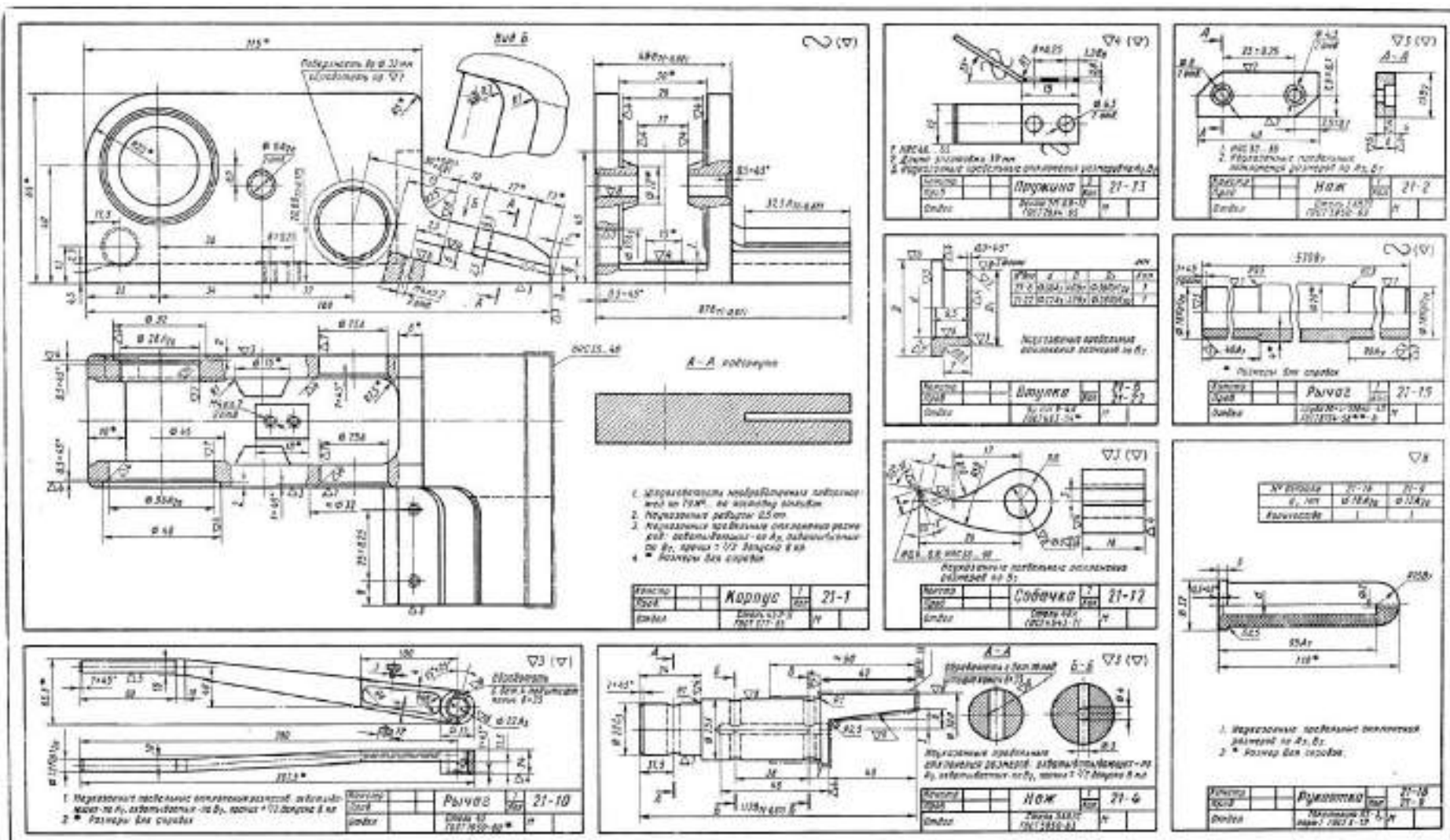


этого рычаг в сборе входит в корпус 1; отверстие  $\varnothing 18H_8/k_7$  рычага должно быть обращено в сторону расширенной части корпуса 1. Валок 7 с предварительно посаженной шпонкой 21 концом  $\varnothing 20C_7$  устанавливают до упора в корпус со стороны запрессованной втулки 6. При этом ушки корпуса рычага 14 и хропное колесо 11 должны быть насажены на валок. Хропное колесо надо установить так, чтобы

зубья собачки входили до половины зубьев хропного колеса. Затем на конец валика  $\varnothing 20C_7$  надевают установочное колесо 20, которое крепят к валку штифтом 16. В отверстие  $\varnothing 18H_8/k_7$  корпуса рычага 14 на длину 40 мм запрессовывают рычаг 16. На свободный конец рычага надевают рукоятку 10. Нож 2 крепят к корпусу контактами 3; нож 4 устанавливают до упора в корпус так, чтобы режущий конец его был обращен к ножу 2. На конец ножа 4  $\varnothing 22C_7$  надевают рычаг 10, причем фаска в отверстии рычага должна быть обращена к корпусу. Рычаг 10 крепят к ножу 4 штифтом 17. На конец рычага надевают рукоятку 9. Штифт 19 запрессовывают в отверстие корпуса  $\varnothing 12H_8/k_7$  на глубину стенки корпуса. Штифт служит для ограничения хода рычага 10.

Машинка работает следующим образом. Упаковочную ленту толщиной 0,8—1,5 мм и шириной 25—30 мм устанавливают в прорезь корпуса высотой 2,5 мм и протягивают в прорезь валика 7. Нож 4 рычагом 10 поворачивают так, чтобы он не мешал проворачиванию ленты через прорезь валика. При повороте рычага 10 вверх собачка 12, укрепленная на корпусе рычага, сцепится со зубьями хропного колеса 11. При повороте рычага вниз собачка поворачивает хропное колесо, а следовательно, и валок 7, заклинивающий на себя упаковочную ленту. В валике 7 и ноже 4 сделаны внутри отверстия, через которые подается сыпучий материал на трущиеся поверхности. Ленту срезают ножом 2 и 4, для чего поворачивают рычаг 10.







## Вариант 22

Выполнить оборочный чертёж приставки по рабочим чертежам деталей и сборочного устройства. Указать на оборочном чертеже детали, на которых виден оборочный чертёж. Указать на оборочном чертеже детали, на которых виден оборочный чертёж. Указать на оборочном чертеже детали, на которых виден оборочный чертёж.

П р и м е ч а н и е. Чертежи деталей 5, 9, 10, 11, 17, 18, 24, 27 и 29 не даны. Их следует найти и технически сопроводить по указанным в тексте ГОСТам. Дет. 5 — индикатор, основной прибор для измерения глубины отпечатка шарика (рис. 1).

На оборочном чертеже его показать на главном виде детали, прорезавшей для изображения поперечного сечения. Дет. 9 — обойма 5, ГОСТ 11371—68; дет. 10 — гайка М5, ГОСТ 2206—70; дет. 11 — штифт цилиндрический 36×16, ГОСТ 3128—70; дет. 17 — штифт М4×10, ГОСТ 17473—72; дет. 18 — штифт М4×12, ГОСТ 1691—72; дет. 24 — шарик 110 5, ГОСТ 3722—70; дет. 27 — штифт 15×6, ГОСТ 389—67; дет. 29 — штифт М3×6, ГОСТ 17473—72.

Детали 9, 10, 17 и 18 подлежат переименованию. На оборочном чертеже отметить это в спецификации в графе «Примечания».

**Устройство и работа прибора.** Приставка предназначена для испытания твердости металлов. Свойства твердости характеризуется глубиной отпечатка шарика определенного диаметра на поверхности испытываемого образца под действием заданной нагрузки и в течение определенного времени.

Рассмотрим порядок сборки прибора в работу его.

В отверстие  $\varnothing 12$  корпуса 1 сверху запрессовывают втулку 8. Плоскость среза и отверстие  $\varnothing 8$  не должны быть параллельны продольной оси корпуса. В отверстие втулки снизу пропускают винт 7 и затягивают гайкой 10 с шайбой 9.

Далее собирают вместе детали 11, 12, 13, 19 и 24.

В отверстие  $\varnothing 4$  штока 12 запрессовывают втулку 19 так, чтобы ребро ее было направлено в сторону оборочной выемки штока. В эту выемку закладывают шарик 24. Затем шток вставляют шариком вниз в отверстие цилиндра 13. При этом отверстие штока  $\varnothing 3$  должно быть расположено против сквозной прорези цилиндра 13. В это отверстие забивают штифт 11, который ограничивает движение штока в цилиндре в пределах прорези. Собранные детали вставляют в корпус 1 снизу так, чтобы цилиндр 13 вошел в расточку  $\varnothing 22$  до упора в зачеканку, а прорези его располагались вдоль корпуса, причем нижняя зачеканка должна быть сверху. Шток 12 при этом устанавливают так, чтобы ребро втулки 19 расположилось на уровне оси отверстия  $\varnothing 3$  втулки 7.

Цилиндр 13 закрепляют в корпусе винтом 18 и гайкой 14. Затем рычаг 6 коротким плечом вводят снизу зачеканку в прорезь цилиндра под призму 19, а затем устанавливают в корпусе горизонтально. Через ушки винты 7 в отверстие рычага 6 пропускают палец 20, удерживаемый от выпадения шлангом 27.

К корпусу 1 снизу крепят тремя винтами 29 крышку 28. Снизу на цилиндр 13 навинчивают гайку 20. Ее положение по высоте на цилиндре 13 обусловлено положением шаровой опоры 23, о чем сказано ниже.

На конец штока 12 с шариком надевают пружину 25, а затем на цилиндр навинчивают до упора в гайку 20 обойму 21. В обойму помещают шаровую опору 23 большого диаметра конического отверстия сверху. Опора 23 удерживается от выпадения крышкой 28, навинчиваемой на обойму 21. Обойму 21 фиксируют гайкой 20 в та-

ком положении, при котором торцевая плоскость шаровой опоры 23 оказывается ниже плоскости, касательной к шарiku 24, и к моменту начала испытания (сдвигания шарика в образце) — касательной к шарiku.

На чертеже изображен момент начала испытания. При этом определяется положение обоймы 21 и гайки 20 по высоте. Между гайкой 20 и крышкой 28 будет зазор  $\sim 1,5$  мм.

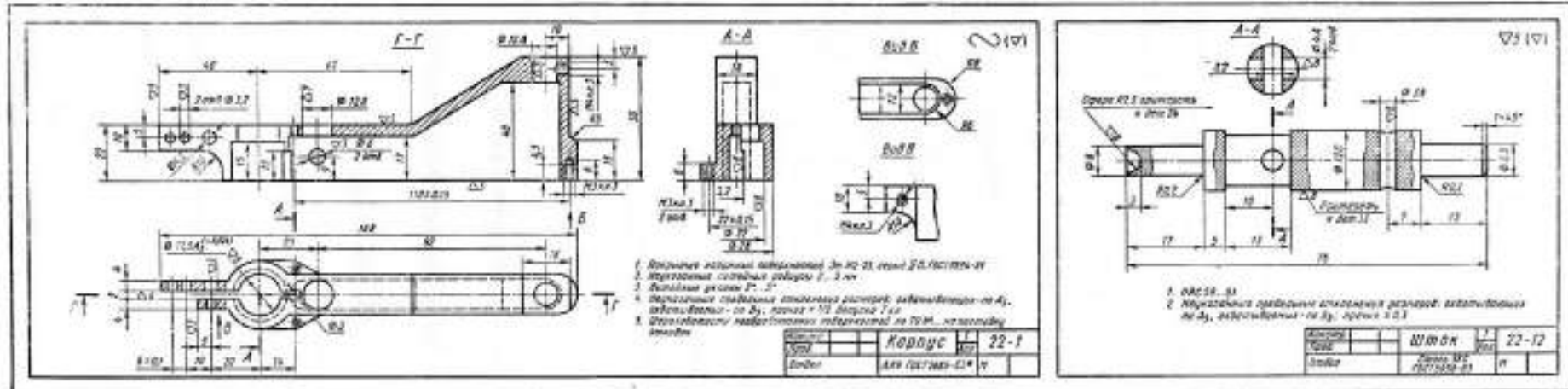
Слева к корпусу 1 винтами 17 крепят дополнительное плечо 15, на которое навинчивают противовес 16. Расточка  $\varnothing 8$  противовеса обращена к плечу 15.

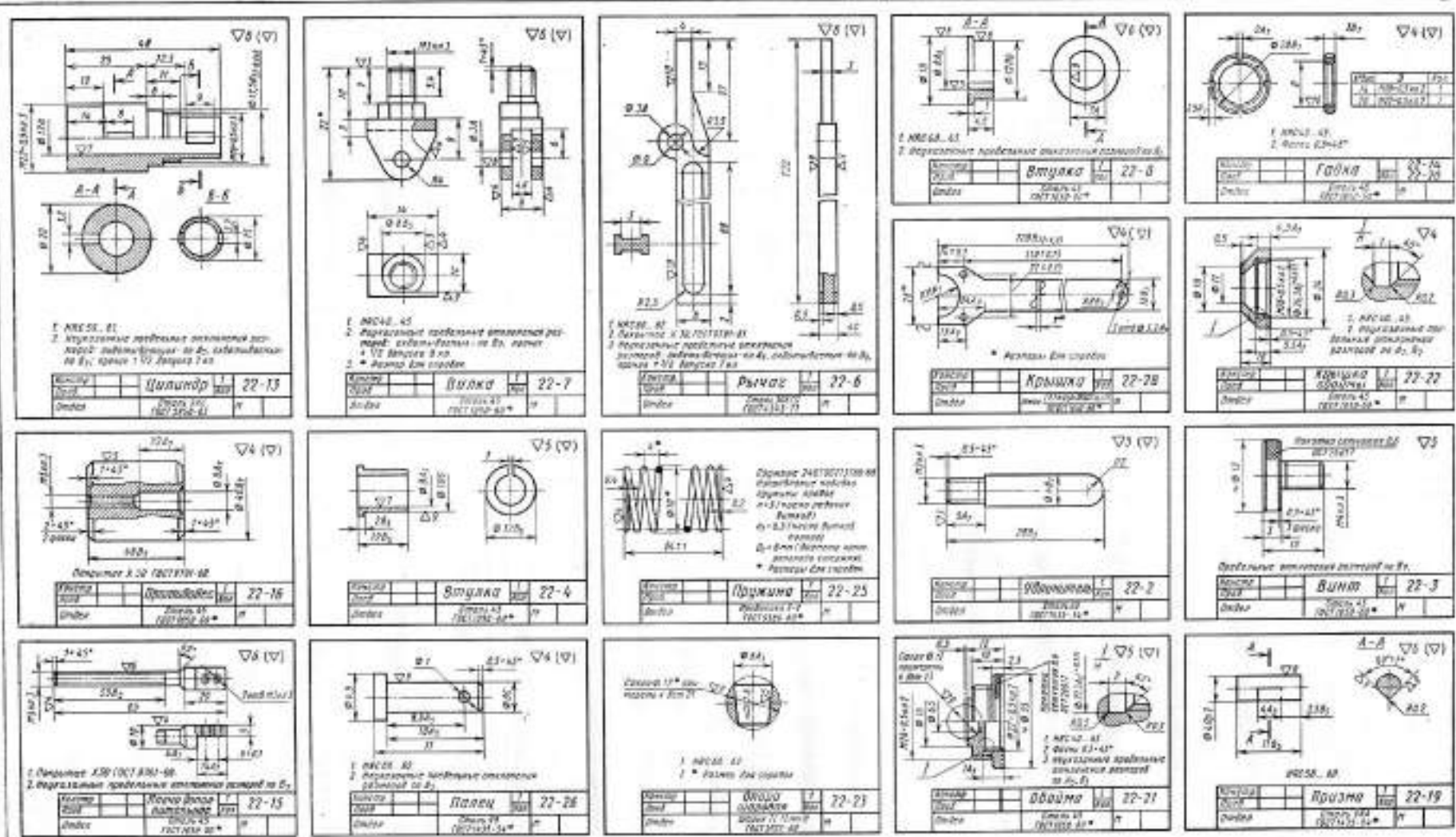
В отверстие  $\varnothing 10$  корпуса 1 вставляют иглу 4. Через нее пропускают индикатор 5 с предварительно ввернутым в его гнездо удлинителем 2. Индикатор фиксируют в корпусе винтом 3 и подложкой, когда удлинитель 2 касается дна плеча рычага 6.

При измерении твердости приставка перемещается вместе со штоком прессы (шток на чертеже не показан) вертикально по направлению к поверхности исследуемого образца. При соприкосновении с образцом шаровой опоры 23, выступающей из крышки обоймы 22, движение приставки прекращается. Наступает момент вдавливания шарика в образец под действием нагрузки, передаваемой через шток 12. Пружина 25 сжимается, штифт 11 скользит в пазу цилиндра 13, призма 19 поднимает плечо рычага 6. Длинное плечо рычага толкает удлинитель 2 индикатора 5. Стрелка индикатора показывает глубину отпечатка шарика 24, в соответствии с которой по таблице рассчитывают твердость.

Негоризонтальность плоскости испытуемого образца компенсируется поворотом шаровой опоры 23 в пределах, предусмотренных конусностью ее отверстия.

1. Обойма 22 изготовлена по стандартному шару.





# Вариант 23

Выполнить сборочный чертеж приспособления по рабочим чертежам его деталей и кинематическому устройству. На главном виде сборочного чертежа корпус 1 расположить так, как он изображен на главном виде рабочего чертежа детали. Масштаб сборочного чертежа 1:1. Приспособление к выполнению задания, ознакомиться с конструкторской документацией и со всеми обозначениями на рабочих чертежах.

Примечание. Чертежи деталей 2, 3, 4, 10, 12, 14, 16, 18 и 21 не даны: дет. 2 — валок, ГОСТ 8789—68; дет. 3 — гайка, ГОСТ 3057—74; дет. 10 — шайба, ГОСТ 11371—68; дет. 12 — винт М10х3, ГОСТ 1477—69; дет. 14 — штифт штифтовый, ГОСТ 4037—74; дет. 16 — болт, ГОСТ 3026—70; дет. 20 — шпилька, ГОСТ 4086—68; дет. 23 — винт М10х8, ГОСТ 1477—69. Переменные стандартные детали надо выбрать по каталогу ГОСТа и технической документации. Неисполненные размеры этих деталей выбрать по таблицам ГОСТа, приняв за основу размеры деталей в сборочных единицах; обозначение количества их установить самим. Обозначения стандартных деталей в спецификации сборочного чертежа должны соответствовать обозначениям, принятым в ГОСТах.

**Устройство и работа приспособления.** При фрезеровании зубчатых реек на горизонтально-фрезерном станке необходимо после изготовления каждой заготовки между зубцами перемещать стол станка точно на величину шага рейки. Для этой цели служит специальное приспособление.

Приспособление собирают в следующем порядке. Приспособление состоит из нескольких узлов, каждый из которых отдельно собирают отдельно, а затем монтируют вместе.

Узел 1. На валок 2 надевают зубчатое колесо 3 так, что планка валика 2 выступает за плоский торец колеса на 19 мм. Валок соединяют с колесом шпонкой 3.

Узел 2. В отверстие зубчатого колеса 22 запрессовывают бронзовую втулку 19; фланец втулки должен быть обращен в сторону удлиненной части ступицы колеса. На ступицу 22 зубчатого колеса 22 надевают зубчатое колесо 21 так, чтобы плоский торец последнего сел на выступ 20 детали 22. Зубчатые колеса 22 и 21 скрепляют шпилькой 20.

Узел 3. В отверстие 23 18-й детали 7 со стороны фланца запрессовывают до упора коротким концом втулку 12. Фиксатор 16 с пружиной 11 вставляют во втулку 12 (резьбой М6 со стороны запрессованного конца втулки). При этом стержень фиксатора 8 проходит между концами винтов 13, а пружина 11 ими задерживается. Чтобы фиксатор не мог выскочить из втулки 12, в его отверстие 24, через прорез в втулке забивают штифт 14. На конец фиксатора навешивают до упора ручку 15. Правильно собранный фиксатор должен при опущении ручки подниматься вместе с ней, а при отпуске ручки — возвращаться пружиной в первоначальное положение.

Узел 4. В отверстие 25 корпуса 1 запрессовывают до упора валик 18. Для большей надежности валик дополнительно стопорят в корпусе винтами 23. Два отверстия под винты сверлят и нарезают совместно в корпусе и валике при сборке; ось отверстий располагается в вертикальной плоскости на расстоянии 16 мм. В другое от-

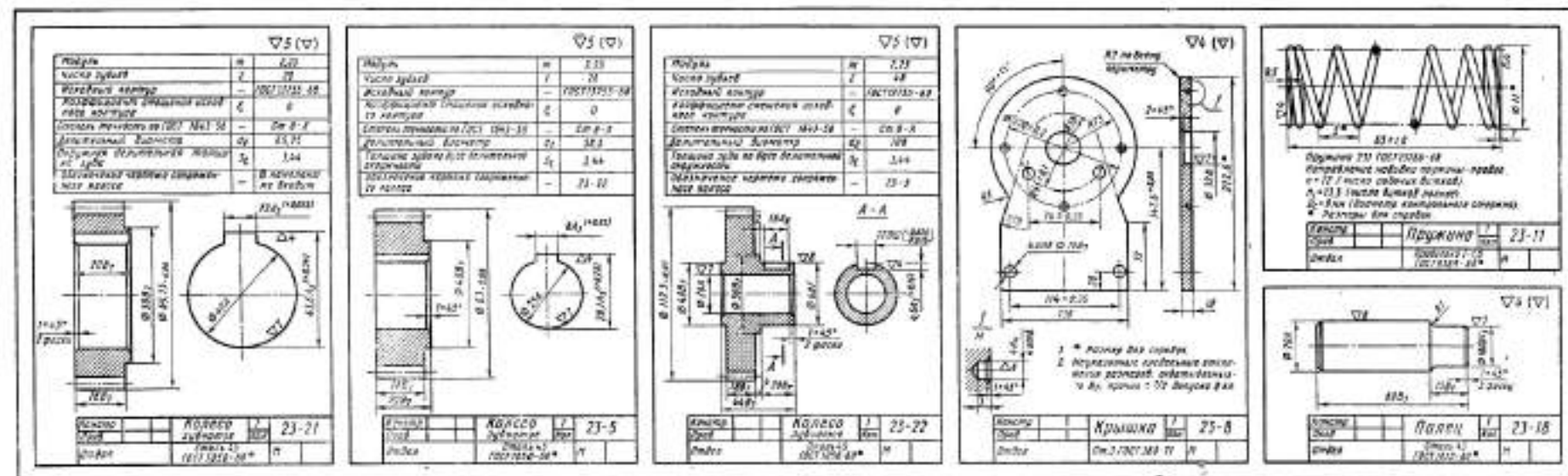
верстие корпуса 25А с внутренней стороны запрессовывают до упора втулку 4.

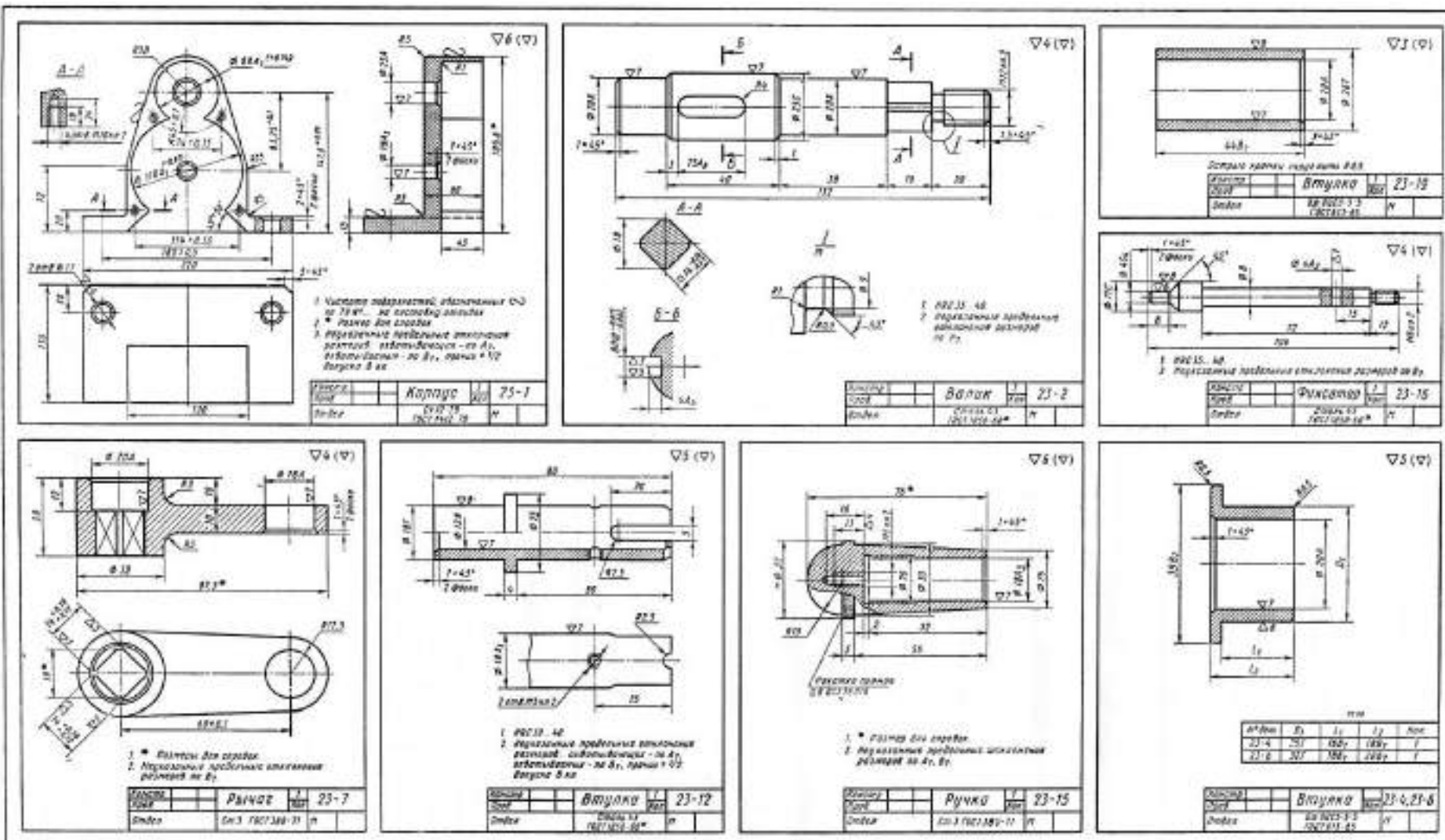
Узел 5. В отверстие 23А крышки 8 со стороны фланца запрессовывают до упора втулку 6. Втулки 6 и 4 служат подшипниками для валика 2.

Затем монтируют головные узлы. Валик 2 в сборе вставляют коротким концом во втулку 4. Узел 11 надевают на валик 18; при этом зубчатые колеса 5 и 22 должны войти в зацепление. Затем корпус закрывают крышкой 8 (гвозди 24А, в крышке должны быть обращены наружу); крышку крепят к корпусу болтами 17. На квадратный конец выступающего снизу крышки валика 2 надевают рычаг 7 в сборе с узлом 11 и закрепляют на валике гайкой 9, под которую предварительно подкладывают шайбу 10.

Этим заканчивают сборку приспособления. Теперь фиксатор может быть введен в любое отверстие 23 4А, на крышке приспособления. При повороте фиксатора на 90° поворачивается на некоторый угол и зубчатое колесо 21, которое передает вращение зубчатому колесу привода подачи стола горизонтально-фрезерного станка (он входит в комплект приспособления).

Передаточные числа зубчатых колес заранее подбирают так, чтобы при повороте фиксатора на 90° стол фрезерного станка, на котором закреплено приспособление, передвигался на величину шага нарезаемой рейки.







## Вариант 24

Изготовить оборотный чертёж штампа по рабочим чертежам его деталей и окончательному устройству. Масштаб оборотного чертежа 1:1. Прорисовать и выложить окончательный чертёж, ознакомившись с конструкцией каждой детали и со всеми обозначениями на рабочих чертежах.

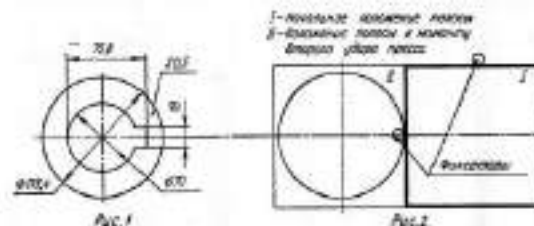
Примечание. Чертежи деталей 8, 18, 22 и 24 не даны. Их надо снять по чертежам ГОСТа и технической спецификации: дет. 8 — лист МБХ 20, ГОСТ 1481—72; дет. 18 — лист 107Х 180, ГОСТ 3128—70; дет. 22 — лист МБХ 40, ГОСТ 1481—72; дет. 24 — лист 107Х 50, ГОСТ 3128—70. Количество и материал стандартных деталей выбрать самим, учитывая назначения этих деталей в оборотной стороне.

**Устройство и работа штампа.** Штмп предназначен для вырубки за один ход пресса наружного и внутреннего контуров пластин ротора. Пластина изображена на рис. 1.

Основные рабочие части штампа: матрица 13, служащая для вырубке наружного контура детали, пуансон-матрица 4, которая служит пуансоном для наружного контура детали и матрицей для пробивки отверстий, и диспробавший пуансон 9.

Штмп собирают в следующем порядке. Сначала собирают нижнюю часть штампа. В два отверстия  $\varnothing 38,4$  нижней плиты 1 запрессовывают колонки 14 стержнями  $\varnothing 25$  вверх. Пуансон-матрицу 4 скрепляют с плитой 1 винтами 23, головки которых располагают в разрезных пазах плиты глубиной 10 мм. Поднятие детали 4 из плиты 1 фиксируют штифтами 24. В два глухих отверстия  $\varnothing 14$  пуансон-матрицы вставляют пружины 10, а сверху в них закладывают фиксаторы 11 так, чтобы их концы  $\varnothing 10,5$ , были обращены вверх.

На цилиндрический выступ  $\varnothing 119,4$  пуансон-матрицы 4 надевают срезинки 12 так, чтобы в его отверстия  $\varnothing 10,5$ , попали фиксаторы 11. В четыре гнезда  $\varnothing 22$  плиты 1 закладывают пружины 3, после чего сквозные отверстия в плите через пружинные пропускот



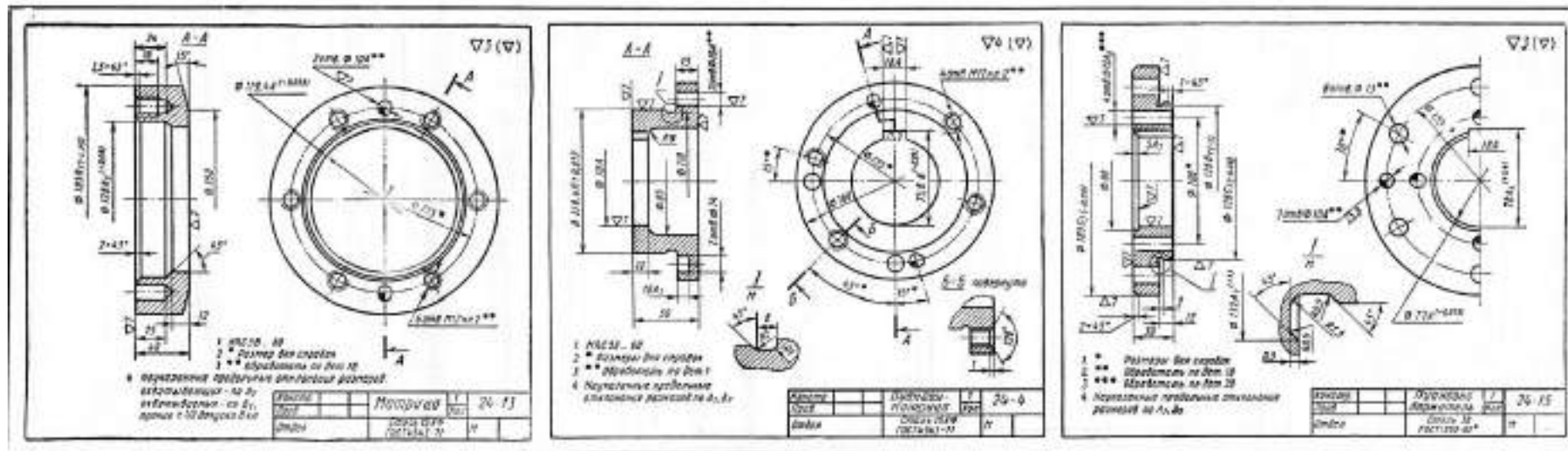
ноты 2. Головки винтов должны войти в разрезки  $\varnothing 20$  плиты 1. Винты до упора заворачивают в срезинки 12. Пружины 3 в 10 следует вымерить в сжатом состоянии так, чтобы верхние плоскости деталей 4 и 12 сошлись. Сборку нижней части штампа на этом заканчивают.

Затем собирают верхнюю часть штампа. В отверстия  $\varnothing 38,4$  верхней плиты 20 запрессовывают со стороны фаски до упора стержни 17. В паз пуансона 9 закладывают планку 7 так, чтобы торцы ее оказались заподлицо с торцами пуансона; обе детали скрепляют со стороны фаски диска. В пуансонодержатель 15 со стороны расточки  $\varnothing 80$  запрессовывают до упора пуансон 9 в сборе с планкой 7. В матрицу 13 со стороны расточки  $\varnothing 128,4$  закладывают кольцо выбрасывателя 5. Пуансонодержатель 15 с пуансоном 9 ставят

в матрицу 13 так, чтобы оси отверстий гнезд обеих деталей сошлись. Верхнюю плиту 20 насаживают расточкой  $\varnothing 185,4$  на пуансонодержатель 15. В четыре отверстия  $\varnothing 10,4$ , деталей 20 и 15 вставляют пальцы 6 до упора в деталь 5. На головки пальцев накладывают диск 19. На шток 22 надевают хвостовик 18 так, чтобы он попал в расточку  $\varnothing 190,4$ , плиты 20; тогда диск 19 может свободно перемещаться в осевом направлении в расточке хвостовика глубиной 25 мм.

Детали 18, 15, 18 и 20 фиксируют одну относительно другой штифтами 16 и скрепляют винтами 21. На этом заканчивают сборку верхней части штампа. Собранный верхнюю часть штампа стучатками 17 надевают на направляющие колонки 14 хвостовиком 18 вверх.

Поясним работу штампа. В зазор между верхней и нижней частями штампа подают заготовку в виде полосы. Боковая кромка полосы скользит по одному фиксатору 11. Величина подачи полосы ограничивается вторым фиксатором 11 (рис. 2). Во время рабочего хода штампа фиксаторы упираются в срезинки 12. Когда верхняя часть штампа поднимается, фиксаторы под действием пружин выступают над плоскостью срезинки. Направляющие стержни и колонки обеспечивают совпадение контуров пуансона и матрицы. Верхняя часть штампа обокривается с приспособлением, подающим сжатый воздух. Когда начинается движение диска вниз (при поднятом положении верхней части штампа), автоматически включается подача сжатого воздуха. Диск 19 через пальцы 6 и кольцо выбрасывателя 5 выталкивает готовую деталь из матрицы 13 вниз, во время падения она сдувается струей сжатого воздуха. Отходы полосы, из которой вырубят пластины ротора, с пуансон-матрицы 4 сжимают срезинки 12, который поднимается при разжатии пружин 3. Отходы от пробивки отверстий проваливаются под стол пресса.





# Вариант 25

По рабочей чертежи и выданным ограничениям выполнить сборочный чертеж в трех проекциях. На сборочном чертеже нижнюю подвеску 6 расположить так, как это изображено в задании. Масштаб сборочного чертежа 1:1. Присутствие в выданном задании, выполненном с конструкторской задачей и ее актом обозначения на рабочей чертежи.

Примечание. Чертежи деталей 3, 4, 5, 15, 19, 20, 21 и 24 не даны. Их надо найти по номеру ГОСТа и техническим обозначениям. Нормативные размеры и материалы стандартных деталей также надо найти по ГОСТу, учитывая обозначения на сборочном чертеже.

Дет. 3 — гайка, ГОСТ 9227—70; дет. 4 — шпилька, АМ17×45 (15/30) О18, ГОСТ 11765—66; дет. 5 — шайба пружинная, ГОСТ 6802—70; дет. 15 — винт, ГОСТ 17473—73; дет. 19 — гайка, ГОСТ 2506—70; дет. 20 — шайба, ГОСТ 11371—66; дет. 21 — гайка, ГОСТ 2506—70; дет. 24 — гайка, ГОСТ 2506—70. Обозначения стандартных деталей в спецификации сборочного чертежа должны соответствовать обозначениям, принятым в ГОСТах.

**Устройство и работа ограничителя.** Ограничитель предназначен для выключения мостового крана в случае превышения нормы грузоподъемности. Конструкция ограничителя основана на том, что канат работает в зоне пропорциональности (удлинение пропорционально нагрузке).

Собирают ограничитель в следующем порядке.

Две сменные вставки 1 запрессовывают в пружины 2, а две другие — в нижнюю подвеску 8 и верхнюю подвеску 6. Под вставки в деталях 2, 6 и 8 сделаны соответствующие пазы. Углубления для вставок по вставкам должны оказаться во всех случаях с нижней стороны. Один пружин вместе со вставкой крепят шпильками 4,

шайбами 5, гайками 3 и нижней подвеске 8, другой — к верхней подвеске 6. Вставки при этом должны быть обращены одна к другой.

В верхнюю подвеску 6 ввертывают колодки 7 так, чтобы нижний торец подвески (без фланса) опирался на буртики колодок.

В нижнюю подвеску 8 со стороны планки забивают в отверстие  $\varnothing 104$  пальцы 22. Затем свободные концы колодок 7 пропускают через отверстия  $\varnothing 154$  нижней подвески 8. При этом пружины 2, присоединенный к верхней подвеске 6, должны оказаться над такими же пружинами, присоединенным к нижней подвеске. На выступающую снизу концы колодок 7 надевают пружины 16, затем балку 17 (ее средняя часть должна оказаться выше концов и со стороны планки нижней подвески 8). После этого на концы колодок навешивают гайки с контргайками 19 (на чертеже пружины изображены схематично приблизительно на 5 мм).

В рычаги 9 и 18 запрессовывают призмы 12. Затем рычаги располагают так, чтобы концы с тисцами  $\varnothing 1,5$  были обращены в одну сторону, ось этих тисц совпала и тисцы оказались одно против другого. В гнезда рычагов вставляют концы пружины 13. Пружину размещают между рычагами. На призмы 12 ставят пружины 11. Рамку 10 шпильками скрепляют, вставляя в пазы пружин 11. Для этого надо рычаги вместе с навешенными призмами обложить, сжав пружины 13.

Соединенные таким образом рычаги 9 и 18 навешивают на свободные концы пальцев 22. Рычаг 9 навешивают на верхний палец, рычаг 18 — на нижний. Закрепляют рычаги гайками 21 с шайбами 20. Гайки затягивают так, чтобы рычаги свободно вращались на пальцах.

В приваренную рамку нижней подвески заводят концевой выключатель ВК-211<sup>1</sup> и крепят четырьмя винтами. Свободный конец рычага 9 должен упираться в ролик концевой выключателя. Это положение рычага 9 подстраивается через рычаг 18 регулировочным винтом 23, который ввертывают в резьбовое отверстие шайбы 17 и концом упираются в рычаг 18. Положение винта 23 фиксируют контргайкой 24.

Концевой выключатель, всю систему рычагов и шайбу закрывают кожухом 14, который крепят четырьмя винтами 15 и нижней подвеске.

Для крепления ограничителя на канате надо отсоединять пружины 2 с запрессованными вставками 1 от верхней и нижней подвесок, ввести канат в углубления вставок на подвесках и снова присоединять пружины, зажав канат. Ограничитель можно крепить на любой металл каната. При нагрузке участок каната между подвесками 6 и 8 удлинится, что заставит опуститься нижнюю подвеску. При этом сработает система рычагов и, в случае перегрузки, рычаг 9 заставит выключатель ВК-211 остановить подъемный механизм.

Ограничитель выдерживает по максимальной грузу регулировочным винтом 23.

Ограничитель пригоден для канатов различных диаметров: для этого используют сменные вставки.

<sup>1</sup> Готовые сборки кранов, выпускаемые предприятиями Министерства электротехнической промышленности. На сборочном чертеже концевой выключатель не изображен; рычаг 18 и 9 вставляются в горизонтальное положение.

