

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО  
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ  
УЗБЕКИСТАН**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ИСЛАМА КАРИМОВА**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

**по практическим занятиям**

Ташкент-2022

**Гулямов Ш.М., Мухамедханов У.Т., Ешматова Б.И.**  
Проектирование систем управления. Методические указания -  
Ташкент, ТашГТУ, 2022-26 с.

Данные методические указания представляют собой руководство к выполнению практических занятий по дисциплине «Проектирование систем управления». Методические указания рассчитаны для студентов магистратуры по специальности 70711401 - Автоматизация технологических процессов и производств (химическая, нефтехимическая и пищевая промышленности)

Целью данной работы является помощь в развитии самостоятельных навыков при выполнении задач учебно-исследовательского характера по теории и практике компьютерного проектирования систем управления.

*Печатаются по решению научно-методического совета Таш ГТУ  
Протокол №10 от 29 июня 2022 г*

**Рецензенты:**

проф. Варламова Л.П.- (НУУз)

доц. Мамиров У.Ф.- (ТашГТУ)

## Введение

Материалы данного пособия по дисциплине «ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ» предназначены для студентов магистратуры по специальности 70711401 - Автоматизация технологических процессов и производств (химическая, нефтехимическая и пищевая промышленности) содержат практические занятия, которые рассчитаны на 14 аудиторных часов

Предполагается, что студенты знакомы с основами программирования на любом языке (C++, Delphi, Visual Basic, HTML или другой).

Цель проведения практического занятия состоит:

- в закреплении студентами теоретических знаний и использовании их для решения конкретных практических задач;
- в приобретении ими умения самостоятельного обучения навыкам работы с пакетом автоматизированного AutoCAD;
- в овладении студентами навыков онтологического анализа проблемной области и способности создавать концептуальные модели знаний;
- в приобретении умения извлекать знания из данных и формализовать их для дальнейшего хранения и использования в ЭВМ;
- Изучение настройки и установки рабочей среды, создание чертежа с параметрами.
- изучение команд AutoCAD для выполнения чертежей деталей, используемых в робототехнических системах;
- в использовании навыков программирования или применения пакетов стандартных программ.

В ходе беседы проверяется умение студентов отвечать на контрольные вопросы по теоретической и практической части работы.

## Практическое занятие №1

### Изучение работы пакета автоматизированного проектирования AutoCAD

**Цель работы:** обучение навыкам работы с пакетом автоматизированного AutoCAD.

#### **Теоретическая часть:**

В общем случае AutoCAD отличается следующими преимуществами:

- очень широкий набор команд;
- хорошее сочетание простых и сложных функций;
- интуитивное понимание назначения команд;
- широкий выбор периферийных устройств;
- наличие нескольких разноязыковых версий системы;
- широкие возможности системы управления базой данных ABASE;
- наличие встроенного языка программирования AutoLISP;
- хорошее документирование системы;
- большое число используемых добротных прикладных программ, разработанных различными фирмами.

Основные возможности системы можно проиллюстрировать с помощью блок-схемы на рис. 1.1.

При этом графический редактор обеспечивает:

- а) рисование чертежа;
- б) редактирование чертежа;
- в) установку свойств примитивов (тип линии, цвет):
- г) работу с экраном (увеличить или уменьшить изображение, подвинуть, освежить изображение и прочие операции).

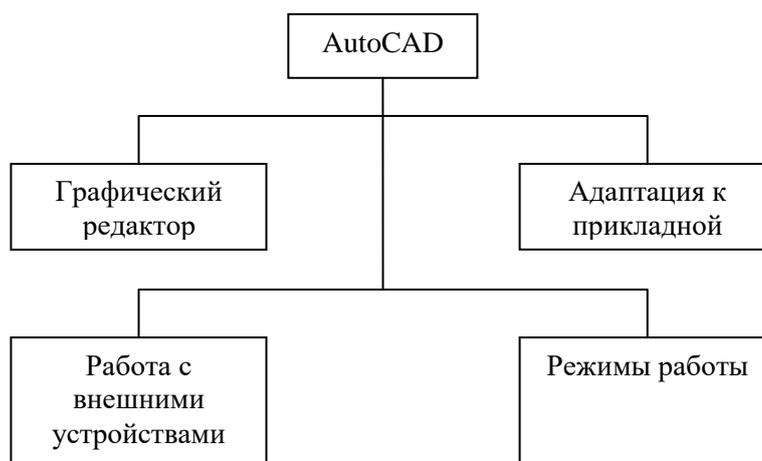


Рис. 1.1. Блок-схема автоматизированного пакета AutoCAD.

В AutoCAD используется два режима работы: *диалоговый* и *пакетный*. Первый режим позволяет в графическом редакторе с помощью стандартного

меню команд создавать изображение в диалоге. Второй режим позволяет, используя непосредственно систему команд AutoCAD, создавать файл-пакет команд, после выполнения которых получается изображение чертежа на экране. Запустить на выполнение этот пакет команд с помощью специальной команды редактора.

Если надо выделить какие-либо связи объектов разными типами линий, а стандартных типов, заданных AutoCAD, не хватает, то средства адаптации AutoCAD к прикладной области позволяют, например, создавать и модифицировать типы линий.

Рисунки в системе AutoCAD строятся из набора графических примитивов. Примитивы зарисовываются по командам, вводимым с клавиатуры, из меню экрана, планшета или многокнопочного устройства указания.

Все команды AutoCAD при этом можно выбрать из меню, которое находится в правой стороне экрана, а для 9, 10 версии из падающего меню. Как правило, выбор команд из экранного меню происходит с помощью «мыши». В статусной строке указывается, в каком слое вы рисуете, заданы ли шаг, сетка, текущие координаты перекрестия устройства указания «мышь» и прочее.

Команды можно также набрать с клавиатуры. Набранные команды отображаются в строке подсказок в нижней части экрана после слова Команда (Command).

После ввода команды необходимо ответить на запросы системы и таким же образом определить параметры выбранного примитива.

Как только параметры определены, нажатием клавиши Enter примитив отображается на экране графического дисплея. После этого можно ввести следующую команду.

Команды AutoCAD позволяют вносить в рисунок различные изменения. Примитив можно стирать, перемещать, копировать и размножать. На графическом дисплее можно изменить ракурс и поле зрения, а также получить справочную информацию о рисунках. Рисунки можно воспроизводить на бумаге с помощью принтера или плоттера.

### ***Задание на выполнение работы***

1. Войдите в AutoCAD
2. Задайте начальные установки для создания рисунка
3. С помощью простейших примитивов нарисуйте прямоугольник, круг, кольцо и полукруг
4. Выйдите из AutoCAD.

### ***Практическая часть***

- а) Загрузите AutoCAD
- б) На экране появится диалоговое окно
- в) В нём необходимо выбрать опцию «Создать», это означает, что вы хотите создать новый рисунок, AutoCAD задаст ему автоматически имя drawing

1. После этого вы попадёте в графический редактор системы AutoCAD, при этом необходимо запомнить, что любому рисунку в AutoCAD соответствует файл с расширением \*.dwg.

До начала рисования мим надо определить (или точнее переопределить, если используется стандартный прототип чертежа) некоторые параметры:

1. Зададим формат чертежа:

Команда: LIMITS;

Левый нижний угол: 0.0000, 0.0000>; enter

Правый верхний угол: < 12.0000, 9.0000>:<297.0, 210.0> enter.

2. Зададим значение разрешающей способности: Команда: SNAP: Значение шага: 1 enter.

3. Установим режим вывода на экран координатной сетки: Команда: GRID; Режим: ON; enter.

### *Указания к выполнению пункта 3*

1. Начертим прямоугольную рамку на расстоянии 5.0 единиц от края листа.

Команда: LINE;

От точки: 5.0, 5.0 enter;

К точке: 5.0, 205.0 enter;

К точке: 292.0, 205.0 enter;

К точке: 292.0, 5.0 enter;

К точке: @287 <180; (292 под углом 180) enter

К точке: enter.

2. Нарисуем круг с радиусом 30.0 единиц и центром в точке(50.0,100.0).

Команда: CIRCLE;

Базовая точка: 50.0,100.0;

Тип: DRAG;

Радиус: 30.0;

3. Начертим кольцо с наружным диаметром 60.0 единиц и внутренним 40.0 единиц.

Команда: DONUT;

Центр 140.0,100.0;

Наружный диаметр: 60.0;

Внутренний диаметр: 40.0.

4. Нарисуем полукруг, используя три точки: начальную (200.0,100.0), промежуточную (220.0, 130.0) и конечную (250.0,100.0).

Команда: ARC;

Начальная точка: 200.0, 130.0;

Вторая точка: 220.0,130.0;

Конечная точка: 250.0,100.0;  
Команда: LINE;  
От точки: 200..0100.0:  
К точке: 250.0,100.0;  
К точке: enter/

Существуют следующие команды для выхода из AutoCAD.

По команде QUIT выход из редактора осуществляется без запоминания чертежа. При этом все, что было нарисовано за текущий сеанс, пропадает. Система перед выходом спрашивает у вас, действительно ли вы хотите выйти без запоминания чертежа. По команде END вы покидаете графический редактор с запоминанием чертежа под тем именем, под которым вы вошли в графический редактор, задав имя при выборе кнопки 1 основного меню AutoCAD. Теперь чертеж с указанным именем можно только редактировать.

Команда SAVE позволяет в любой момент запомнить изменения в файле чертежа. В отличие от команды END выхода из редактора не происходит. При выходе из редактора вы снова попадаете в основное меню.

### ***Отчет по работе должен включать:***

- Цель работы.
- Описание работы.
- Описание задач основного меню.
- Описание команд начальной установки.

### ***Контрольные вопросы:***

1. Какими возможностями располагает пакет автоматизированного проектирования AutoCAD?
2. На какие области разбивается экран монитора при выполнении чертежей в AutoCAD?
3. Что вы знаете о примитивах AutoCAD?
4. Как задаются начальные установки для выполнения чертежей?
5. Опишите самые простые команды для черчения.
6. Какие имеются способы выхода из AutoCAD?

## Практическое занятие № 2

### Настройка рабочей среды

**Цель работы:** Изучение настройки и установки рабочей среды, создание чертежа с параметрами.

**Теоретическая часть:** Прежде чем начать работу с новым чертежом, необходимо настроить рабочую среду. Для этой цели в AutoCAD 2000 существует мастер настройки рабочей среды, открывающийся сразу после загрузки системы.

В верхней части диалогового окна положено четыре кнопки, с помощью которых можно создать новый чертеж или открыть существующий для внесения изменений. В зависимости от того, какие кнопки будут выбраны, изменяются заголовки отдельных элементов в центре диалогового окна. Существуют следующие режимы:

{Open a Drawing} - открывает существующий файл;

{Start from Scratch (без шаблона)} - позволяет создать новый чертеж с параметрами, которые AutoCAD устанавливает по умолчанию;

{Use a Template} - служит для установки в новом чертеже параметров из ранее созданных шаблонов;

{Use a Wizard} - запускает пошаговый процесс параметров установки нового чертежа

Advanced Setup (Детальная установка) и Quick Setup (Быстрая установка).

#### ДЕТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ПАРАМЕТРОВ РАБОЧЕЙ СРЕДЫ

Мастер детальной установки содержит пять этапов и позволяет определить тип единиц измерения линейных величин, настроить формат представления угловых величин, задать базу данных для отсчета угловых величин, задать направление отсчета угловых величин, установить лимиты чертежа.

#### **Шаг 1: Единицы измерения**

Тип представления единиц устанавливается аналогично этапу быстрой установки параметров рабочей среды.

#### **Шаг 2: Углы**

Устанавливаются формат и точность единиц измерения углов. Существуют следующие единицы: Decimal Degrees (десятичные градусы); Deg/Min/Sec (градусы/минуты/секунды); Grads (градусы); Radian (радианы); Surveyor (топографические).

#### **Шаг 3: Нулевое направление угла**

На этом этапе при необходимости можно переопределить нулевое направление угла: восток, север, запад, юг.

#### ***Шаг 4: Направление возрастания значений углов***

Здесь можно выбрать направление возрастания значений углов: против часовой стрелки

#### ***Шаг 5: Установка лимита чертежа***

Установить лимиты рабочего поля можно аналогично этапу быстрой установки параметров рабочей среды.

### **БЫСТРАЯ УСТАНОВКА ПАРАМЕТРОВ РАБОЧЕЙ СРЕДЫ**

Быстрая установка параметров с помощью мастера состоит из двух этапов и позволяет задавать единицы измерения расстояний и лимитов рисунка. Рассмотрим детально каждый из этих этапов.

#### ***Шаг 1: Единицы измерения***

Обычно в AutoCAD черчение ведется в масштабе, соответствующем реальным размерам. На этом этапе можно задать тип и точность представления единиц. Тип единиц определяет интерпретацию в системе вводимых значений, отображаемых координат и размеров. В AutoCAD, при построении линий определенной длины используется одна из пяти систем линейных единиц: Decimal (десятичные). Engineering (технические). Architectural (архитектурные). Fractional (с дробной частью). Scientific (научные). Необходимо помнить, что архитектурный и технический типы отражают размеры в дюймах.

#### ***Шаг 2: Установка лимитов чертежа***

Возможность установки лимитов рабочего поля чертежа позволяет в дальнейшем правильно расположить рисунок на листе заданного формата. Установленных лимитов должно быть достаточно для размещения рисунков, размеров, основной надписи и прочей информации. Если в процессе черчения выясняется, что чертеж не укладывается в лимиты, их можно увеличить.

### **СОЗДАНИЕ ЧЕРТЕЖА С ПАРАМЕТРАМИ, ЗАДАННЫМИ ПО УМОЛЧАНИЮ**

Иногда бывают ситуации, когда желательно открыть чертеж без предварительно заданных параметров. Поскольку чертеж в AutoCAD без параметров существовать не может, то, выбрав опцию Start from Scratch, вам необходимо в списке Default Setting (Текущие установки) выбрать единицы измерения: English (британские) или Metric (метрические). После нажатия (Ж) вы можете приступить непосредственно к черчению.

## ОТКРЫТИЕ НОВОГО ЧЕРТЕЖА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ШАБЛОНА

Шаблоны являются очень удобным средством стандартизации чертежей. В AutoCAD они играют ту же роль, что и шаблон текстового процессора в Microsoft Word. В предыдущих версиях AutoCAD аналогичную роль играл прототип чертежа, но он представлял собой обычный файл чертежа, а в шаблоне содержится информация о таких параметрах, как размеры рабочего поля (лимиты чертежа), единицы измерения (десятичные или архитектурные) и др. Зачастую в шаблонах содержатся не только параметры настройки чертежа, но и стандартные фрагменты, например, титульный блок — рамка и штамп с заготовкой основной записи. Рассмотрим пример создания нового шаблона.

1. Откройте чертеж «template» (смотрите файл CD-ROM - «template, dwg»).
2. В строке состояния нажмите кнопку Paper для перемещения в модель пространства.
3. В меню Modify выберите Erase.
4. В командной строке наберите all (все) и нажмите Enter. Всё, что было выделено на чертеже, удалится.
5. Откройте диалоговое окно Drafting Settings (закладку Snap and Grip), используя меню Tools => Drafting Settings, или подведите с помощью мышки графический курсор на кнопку GRID или SNAP, находящуюся в статусной строке, и после щелчка правой кнопки выберите Settings.
6. В окне Snap X spacing и Snap Y spacing введите 5.
7. В окне Grid X и Grid Y введите 10
8. Нажмите ОК для завершения установок.
9. Установите слой Geometry текущим.
10. В меню DIMENSION выберите Style. Появится диалоговое окно Dimension Style Manager
11. В списке Style выберите NEW-ISO-25 и установите его текущим с помощью клавиши Set Current.
12. В меню File выберите Save as.
13. В открывшем диалоговом окне Save Drawing As введите имя файла, например. A4 ISO, и выберите тип записи как AutoCAD 2000 drawing (\*.dwt). Затем нажмите Save

Откроется диалоговое окно Template Description. В окне Description сделайте комментарий к созданному **прототипу**, например, «Новый файл-шаблон A4 ISO», и в окне Measurement выберите единицы измерения, например, Metric.

14. Нажмите ОК для завершения операции создания нового шаблона.

Для того, чтобы открыть новый чертеж на основе созданного шаблона, выберите опцию Use a Template (Использовать шаблон) диалоговом окне Startup. После выбора этой опции AutoCAD выведет в центре окна список всех доступных шаблонов. Выбрав «A4 ISO, dwt», вы сможете начать работу с чертежом.

**Отчет должен содержать:**

1. Цель работы.
2. Описание работы.
3. Чертеж, выполненный в стандартной рабочей среде.
4. Чертеж, выполненный в собственной рабочей среде.

**Контрольные вопросы:**

1. Каким образом создается новый чертёж?
2. Детальная установка параметров рабочей среды.
3. Используемые системы линейных единиц.
4. Каким образом открывается новый чертеж с использованием шаблона?

### Практическое занятие № 3

#### Изучение команд для выполнения чертежей и схем

**Цель работы:** изучение команд AutoCAD для выполнения чертежей деталей, используемых в робототехнических системах

**Теоретическая часть:**

В таблице приведены некоторые команды AutoCAD, используемые для выполнения чертежей.

Команды	Опции
AutoCAD	Вывод первой страницы меню AutoCAD
*****	Режимы привязки
<b>BLOCKS</b>	Создание библиотек элементов
<b>DISPLAY</b>	Режимы, связанные с визуализацией рисунков
<b>SETTING</b>	Изменение цвета, типа линий, шаг, лимиты, сетка
<b>DIM</b>	Образование чертежа
<b>EDIT</b>	Редактирование
<b>DRAW</b>	Черчение
<b>LAYER</b>	Работа со слоями
<b>INQUIRY</b>	Справки о примитивах, периметрах площадей
<b>UTILITS</b>	Выход в ДОС, запись чертежей в разных форматах
<b>PLOT</b>	Получение твердой копии
<b>SAVE</b>	Запомнить чертеж

При выборе кнопки DRAW экранного меню вы попадаете в меню для рисования. Оно состоит из названий примитивов.

1. ARC. С помощью данной команды можно осуществить восемь способов построения дуги. Эти способы задаются опциями. Дуги вычерчиваются по трем точкам, лежащим на дуге; по начальной, конечной и

центральной точке и т.д.

2. CIRCLE. Данная команда рисует окружность по центру и радиусу, двум и трем точкам, касательной и радиусу.

3. DONUT. При выполнении данной команды вычерчиваются заполненные кружки и окружности. Запрашиваются координаты центра, а также диаметры внутренней и внешней окружностей. Если диаметры не равны, то получится кольцо.

4. TEXT. Используется	По умолчанию
text*.	Опция вправо
tex*t.	Опция центр
te*xt.	Опция

Положение текста и шрифт, по которым пишется текст, определяются командой STYLE. С помощью этой команды можно задать гарнитуру текста, то есть способ его написания.

10. POLYGON - позволяет строить многоугольники с числом сторон от 3 до 1024. Длина многоугольника либо задается явно, либо определяется радиусом описанной вписанной окружности.

11. SOLID - позволяет вычерчивать сплошные области путем ввода их как четырехугольные или треугольные секции. Если режим FILL отключен, то рисуются незакрашенные области. Для экономии времени его сначала отключают и перед окончательным выводом изображения включают.

12. TRACE. Команда используется, когда требуется, чтобы линии были сплошными и имели заданную толщину. Трассы вычерчиваются сплошными только при включенном режиме заполнения FILL. В противном случае, когда он выключен, вычерчиваются только линии трассы.

### ***Задание при выполнении работы***

1. Проанализировать полученный от преподавателя в качестве задания один из чертежей деталей, приведенных на рисунке, и описать его основные характерные особенности.

2. Начертить на миллиметровой бумаге в масштабе 1,0 (единица AutoCAD = 1.0 мм) полученный чертеж детали с указанием координаты опорных точек.

3. Составить программу в командах AutoCAD для черчения заданного чертежа.

4. С помощью составленной программы нарисовать на экране дисплея чертеж детали.

5. Вывести полученный рисунок на принтер или графопостроитель.

To point: 1

10.0,70.0

To point:

140.0,100.0

To point:

Для выполнения пункта 4 задания необходимо с помощью клавиатуры или устройства ввода «мышь» набрать составленную программу. Если полученное изображение совпадает с эскизом-прототипом, приступаем к выполнению следующего пункта задания.

***Отчет должен включать:***

1. Цель работы.
2. Описание работы.
3. Анализ и описание заданного чертежа.
4. Эскиз - прототип на миллиметровой бумаге.
5. Программу выполнения чертежа в командах AutoCAD.
6. Распечатку полученного чертежа на графопостроителе.
7. Выводы

***Контрольные вопросы:***

1. Какими кнопками располагает экранное меню?
2. Какие команды используются для черчения?
3. Как можно получить специальные типы линий в AutoCAD?
4. С помощью каких команд производится штриховка поверхностей?
5. С помощью каких команд и каких устройств можно получить твердую копию чертежа?

**Практическое занятие № 4  
Нанесение размеров и выносок**

***Цель работы:*** Замена традиционной процедуры простановок размеров командой быстрого образмеривания QDIM.

***Теоретическая часть.***

Простановка размеров является одной из наиболее трудоемких операций. В AutoCAD появился новый инструмент QDIM, который позволяет быстро проставить размерные цепочки.

При помощи нового контекстного меню дополнительные опции позволяют быстро изменять размерный стиль, точность, размещение текста. Кроме этого, появилась возможность быстрого редактирования размеров, доступа ко всем стилям и системным переменным размеров, позволяя пользователям редактировать стиль динамически с визуальным откликом, а затем применять эти изменения к текущим стилям в качестве переопределений, постоянных изменений или сохранить в виде нового размерного стиля.

В сочетании с единым и полноценным интерфейсом простановки размеров эти усовершенствования делают общую задачу образмеривания проще, а ее решение более быстрым и эффективным.

### ***Последовательность выполнения работы:***

1. Открыть чертеж DIM layout.
2. Дважды щелкнуть в правом плавающем видовом окне для перехода в пространство модели.
3. Указав курсором на инструментальную панель и щелкнув правой кнопкой мыши, выбрать DIMENSION. На экране появится панель инструментов.
4. Щелкнуть по пиктограмме быстрого образмеривания (QDIM или W).
5. Указать на 1 край детали.
6. В ответ появится запрос системы: Select geometry to dimension.
7. Ввести F и пробел, затем последовательно пересечь точечной линией все осевые линии.
8. Нажать пробел после выбора последней осевой линии и. сделать щелчок правой кнопкой мыши — появится цепочка последовательных размеров.
9. Вывести в появившемся контекстном меню строку Baseline.
10. Определить положение размеров и установить их, щелкнув левой кнопкой мыши.
11. В результате чертеж дополняется цепочкой размеров.

### ***Задание на выполнение работы***

- Вызвать на экран созданный ранее чертеж или схему.
- Заданным способом образмеривания дополнить чертеж выносками размеров
- Выбрать стиль простановок размеров.
- Закончить чертеж или схему.

### ***Отчет должен включать:***

1. Цель работы.
2. Описание работы.
3. Чертеж, без вынесения размеров.
4. Образмеренный чертеж.

### ***Контрольные вопросы:***

1. Какие виды образмеривания в AutoCAD вы знаете?
2. Что означает пиктограмма QDIM?
3. Как выбирается стиль простановки размеров?

## Практическое занятие №5

### Выполнение технических чертежей робототехнических комплексов в цвете

**Цель работы:** научить пользователя навыкам цветного изображения и раскрашивания рисунков и чертежей.

#### **Теоретическая часть:**

Для выполнения раскрашивания необходимо войти в подменю DRAW. Рассмотрение начнем с команды TRACE. После ввода команды TRACE пользователю сообщается предлагаемая по умолчанию ширина полосы и дается возможность ввести другую ширину. Затем пользователь вводит последовательность координат точек, которые подлежат соединению полосой заданной ширины. Эта последовательность завершается нажатием клавиши Enter в ответ на запрос ввода очередной точки. После ввода координат текущей точки графический редактор автоматически вычисляет правильный угол сопряжения законченного сегмента с предыдущим сегментом полосы. Торцевые концы полосы всегда строятся перпендикулярно осевой линии. Закраской полосы можно управлять выбором соответствующей опции режима FILL в подменю команды TRACE.

Режим заполнения «FILL ON» целесообразно включать после вычерчивания всей полосы.

Команда PLINE, более гибкая по сравнению с командой TRACE, потому что позволяет создавать полосы с изменяющейся толщиной. Для этого существует несколько опций данной команды.

Получив координаты начальной точки полилинии, графический редактор сообщает пользователю принимаемое по умолчанию значение ширины сегментов. В ходе последующего диалога эту величину можно изменить.

Подобно команде TRACE, команда SOLID позволяет вычерчивать закрашенные области. При этом предлагается работа только с трех- и четырехугольными составляющими область фрагментами. После выбора в подменю DRAW пункта SOLID сначала указываются две точки, определяющие первую сторону трех- или четырехугольного фрагмента. После этого вводятся конечные точки второй (противоположной) стороны. Причем, если создается треугольный фрагмент, то указывается только одна точка. Чтобы завершить генерацию области, на запрос третьей точки необходимо ответить нажатием клавиши Enter.

Для закрашивания кругов и колец используется команда DOUGHUT. Для построения кольца или круга в подменю DRAW необходимо выбрать команду DOUGHUT. В ходе диалога сначала запрашивается внутренний диаметр кольца. Здесь можно либо принять по умолчанию текущее (последнее ранее введенное) или ввести новое значение внутреннего диаметра. Внутренний диаметр для закрашивания круга должен быть равен нулю (отрицательное значение не воспринимается). На следующий запрос (внешнего диаметра) необходимо отвечать вводом положительного значения, что означает ввод текущего (последнего ранее введенного) значения. После ввода диаметра кольца система запрашивает координаты его центра. Этот запрос будет

повторяться до тех пор, пока не будет дан пустой ответ. Цвет запрашиваемых поверхностей задается по слоям, т.е. каждому слою присваивается свой цвет, как в предыдущей работе мы присваивали тип линии.

### ***Задание на выполнение работы***

1. Получить в качестве задания план расположения оборудования РТК или другой технический рисунок с позиции получения многоцветного наглядного изображения
2. Начертить на миллиметровой бумаге технический рисунок с указанием опорных точек.
3. Составить программу в командах AutoCAD для рисования заданного рисунка.
4. Набрать на ПЭВМ составленную программу.
5. Получить рисунок на экране дисплея.
6. Вывести полученный рисунок на принтер или плоттер.

*Отчет по работе должен включать:*

- Цель практической работы.
- Описание лабораторной работы.
- Анализ и описание заданного рисунка.
- Эскиз-прототип рисунка с указанием координат на миллиметровой бумаге.
- Программа рисования заданного рисунка в командах AutoCAD.
- Выводы.

### ***Контрольные вопросы:***

1. Какие команды в AutoCAD используются для закрашивания поверхностей?
2. Как можно получить желаемый цвет?
3. Как закрашивается круг?
4. Как закрашиваются многоугольные фигуры?

## Практическое занятие №6

### Функция работ с трехмерными объектами

**Цель работы:** Изучение функции работ с трехмерными объектами

#### **Теоретическая часть:**

Функция 3DORBIT позволяет не только создавать, но и выверять и редактировать построения в изометрии.

Благодаря интегрированным контекстным меню AutoCAD можно динамически переходить от изометрии к видам в перспективе.

Кроме того, появляется возможность увидеть сечение модели динамическими плоскостями, что облегчает визуальное понимание сложных трехмерных моделей, просматривать внутренние элементы сборочных чертежей.

Такие новые инструменты визуализации, как передняя и задняя секущие плоскости, помогают лучше понимать и передавать свои замыслы, кроме того, разнообразные режимы тонирования, такие как каркас или тонирование по методу Гуро, могут быть применены в различных видовых экранах, позволяя работать как в двухмерных, так и в 3-х мерных видах.

Задание на выполнение лабораторной работы.

1. Открыть чертеж "когрус". Для работы потребуются 2 инструментальные панели - shade и 3DORBIT. Вызвать их, щелкнув правой клавишей мыши на любой инструментальной панели и выбрав их поочередно.
2. Переместить указатель в центр фигуры и, удерживая левую кнопку мыши, установить новый ракурс детали. Если указатель будет размещен вне пределов круга, то при перемещении курсора модель будет вращаться вокруг центральной точки экрана.
3. Для изменения точки зрения или в случае, когда деталь уходит за пределы экрана, можно использовать команду Dview, опции Point.
4. Для тонирования детали выбираем одну из пиктограмм, находящихся в инструментальной панели shade.
5. Выбрав принятый ракурс детали, завершить команду 3DORBIT - EXIT.
6. Если необходим просмотр сечений модели с помощью динамических плоскостей (передней и задней), воспользоваться диалоговым окном Adjust Clipping Planes, вызвать которое можно через пиктограмму №3D, находящуюся в инструментальной панели 3DORBIT.
7. Перемещая переднюю секущую плоскость, посмотрите, как изменяется отображаемый вид.
8. Нажав пиктограмму задней секущей плоскости 5 Back Clipping on/off, плавно перемещая же ее, следя за изменениями на экране.
9. Если нужно перемещать обе секущие плоскости, нажать пиктограмму gf.

#### **Контрольные вопросы:**

1. Какие режимы тонирования можно выбрать?
2. С помощью какой команды включается тонирование?
3. Для чего нужна команда Dview?

## **Практическое занятие №7**

### **Открытие нескольких чертежей**

**Цель работы:** ознакомиться с возможностями AutoCAD 2000 по загрузке нескольких файлов чертежей.

#### **Теоретическая часть:**

##### **Последовательное выполнение команд.**

Позволяя переключаться между чертежами без отмены текущей команды, последовательное исполнение команд значительно сокращает число прерываний рабочего процесса.

Есть несколько способов загрузить один или несколько уже существующих файлов чертежей в AutoCAD 2000.

1. Если AutoCAD еще не запущен, войдите в систему. В диалоговом окне Startup выберите режим Open a Drawing. Если нужных файлов в списке Select a File не оказалось, нажмите кнопку Browse. В открывшемся диалоговом окне Select File выберите необходимые вам файлы (используйте клавиши Shift или Control), которые будут загружены после щелчка на кнопке Open.

Для того, чтобы загрузить существующие файлы чертежей во время сеанса работы AutoCAD, нужно с помощью пиктограммы VS (Open) или меню File =>Open открывать диалоговое окно Select File. Дальнейшие действия ничем не отличаются от описанных выше.

Нужные файлы можно выбрать в Windows Explorer (Проводник) и с помощью мыши перенести в AutoCAD, применив технологию drag-and-drop (если файлов несколько, выберите их, удерживая клавиши Shift или Control).

#### **На заметку**

Если не выбрали третий способ открытия файлов, обратите внимание, что для того, чтобы каждый файл загрузился в отдельном окне, перемещать файлы нужно в верхнюю область окна AutoCAD, а не в окно чертежа, это приведет к выполнению команды Insert, в результате чего вы внедрите выбранный чертеж в ранее открытый.

После загрузки нескольких чертежей, используя меню Window, находящееся в системном меню, можно расположить окна открытых чертежей каскадом или упорядочить их горизонтально или вертикально. Перемещаться между чертежами при проектировании можно с помощью комбинации клавиш Ctrl + Tab или Ctrl + F6.

#### **Порядок выполнения работы.**

1. После создания чертежей по предыдущим практическим работам.
2. Вызвать их и используя меню, расположить окна открытых чертежей каскадом или упорядочить их горизонтально или вертикально.

3. Вызвать их
4. Вывести на печать получившийся чертеж, состоящий из трех других.

***Отчет должен содержать:***

1. Цель практической работы.
2. Описание практической работы.
3. Вариант задания с исполненной распечаткой.
4. Программные комментарии на языке Auto LISP, получаемые после нажатия клавиши F2 дважды.

***Контрольные вопросы:***

1. Как осуществить одновременный вызов 3-х и более чертежей?
2. Как разместить чертежи, если они представляются неполными?
3. Для чего используется диалоговое окно Select File?

**Практическое занятие №8**  
**Копирование объектов между чертежами-1**

***Цель работы:*** изучить копирование объектов между чертежами.

***Теоретическая часть:***

Полученный файл можно открыть двумя способами. Следующий пример наглядно показывает:

1. В диалоговом окне Select File укажите мышью файл "TEST.DWG" и нажмите кнопку Open. Появится окно-предупреждение, позволяющее полностью открыть чертеж (Fully Open) или загрузить только те слои, которые были загружены ранее, в предыдущем примере.

2. Закройте чертеж и снова откройте его, но уже нажав на кнопку Partial Load. В появившемся окне-предупреждении можно восстановить предыдущую частичную загрузку (Restore) или выбрать необходимые слои и виды в окне Partial Open (Specify).

**ЦЕНТР УПРАВЛЕНИЯ AutoCAD Design Center (ADC)**

Центр управления AutoCAD DesignCenter организует данные в логическую структуру и ускоряет работу с чертежами. Внешне он напоминает Windows Explorer и позволяет быстро находить, просматривать, вызывать и применять специфические компоненты чертежа (например, блоки, слои и типы линий) из открытых или закрытых файлов AutoCAD независимо от их местоположения (на локальных или удаленных дисках). Дополнительная автоматизация доступна для блоков: если блок и целевой чертеж имеют присвоенные единицы измерения, то блок автоматически масштабируется с тем, чтобы подстроиться под единицы измерения текущего чертежа.

В ADC также входит мощный инструмент поиска, позволяющий отыскивать чертеж, используя информацию о его содержимом (название слоев или блоков, краткая информация о чертеже, дата выполнения и т.д.).

Следует отметить, что функции частичного открытия или загрузки используют при работе с чертежами, размер которых более 10 Мбайт.

**"Копирование объектов между чертежами"**

Копирование выбранных объектов между открытыми чертежами осуществляется несколькими способами:

1. стандартными клавишами Windows (Ctrl-C и Ctrl-v, Ctrl-Ins и Shift-bis);
2. используя меню Edit из системного меню (Cut, Copy, Paste и т.д.);
3. с помощью, так называемого контекстного меню по умолчанию;

Чтобы вызвать данное меню, необходимо переместить мышь в графическую область чертежа и нажать правую кнопку мыши. Эта операция доступна, когда никакая команда не активна.

Рассмотрим пример копирования объектов между чертежами с базовой точкой.

1. Запустите AutoCAD 2000 и загрузите два чертежа. Первый, находящийся в файле "Istfloor.dwg", входит в стандартную установку AutoCAD ("//ACAD2000/SAMPLE/"), второй - чистый лист.
2. Во втором чертеже необходимо перейти в пространство листа (Layout)
3. Отсортируйте окна открытых чертежей по вертикали. Для этого из системного меню выберите Window => Tile Vertically

4. На чертеже "Istnoor" выберите штамп, используя стандартные методы выделения. Удерживая правую кнопку мыши, перенесите его в другой чертеж.
5. Вставьте выбранную форматку, используя оригинальные координаты (Paste to Orig Coords).

### ***Контрольные вопросы:***

1. Какая опция позволяет открыть несколько чертежей?
2. Как открыть окно частичного открытия чертежей?
3. Как загрузить диалоговое окно Pastial load?
4. Какие команды языка Autolisp используются для процедуры частичной загрузки
5. Какие способы копирования существуют?
6. При помощи каких клавиш осуществляется копирование?
7. При помощи какого меню осуществляется копирование?
8. Что нужно сделать, чтобы вызвать контекстное меню по умолчанию?

## Практическое занятие №9 Копирование объектов между чертежами-2

**Цель работы:** овладеть навыками копирования чертежей или их фрагментов.

### **Теоретическая часть.**

Копирование выбранных объектов между открытыми чертежами осуществляется несколькими способами:

1. стандартными клавишами Windows (Ctrl-C и Ctrl-v, Ctrl-Ins и Shift-bis);
2. используя меню Edit из системного меню (Cut, Copy, Paste и т.д.);
3. с помощью так называемого контекстного меню по умолчанию;

Чтобы вызвать данное меню, необходимо переместить мышь в графическую область чертежа и нажать правую кнопку мыши. Эта операция доступна, когда никакая команда не активна.

Рассмотрим пример копирования объектов между чертежами с базовой точкой.

1. Запустите AutoCAD 2000 и загрузите два чертежа. Первый, находящийся в файле "Istfloor.dwg", входит в стандартную установку AutoCAD ("//ACAD2000/SAMPLE/"), второй - чистый лист.
2. Во втором чертеже необходимо перейти в пространство листа (Layout1)
3. Отсортируйте окна открытых чертежей по вертикали. Для этого из системного меню выберите Win-dow => Tile Vertically
4. На чертеже "Istnoor" выберите штамп, используя стандартные методы выделения. Удерживая правую кнопку мыши, перенесите его в другой чертеж.
5. Вставьте выбранную форматку, используя оригинальные координаты (Paste to Orig Coords).

### **Отчет должен содержать:**

1. Цель практической работы.
2. Описание практической работы.
3. Два начальных чертежа.
4. Чертеж, полученный в результате копирования.

### **Контрольные вопросы:**

1. Какие способы копирования существуют?
2. При помощи каких клавиш осуществляется копирование?
3. При помощи какого меню осуществляется копирование?
4. Что нужно сделать, чтобы вызвать контекстное меню по умолчанию?

### **На заметку:**

- Обратите внимание, что при переходе границы чертежа изменяется внешний вид курсора. Курсор в виде перечеркнутого круга означает, что в данном окне активна какая-либо команда.
- Аналогичные операции внутри одного чертежа приводят к простому перемещению объектов, копированию или вставке как блока.
- При удержании клавиши Control и левой кнопки происходит простое копирование (при этом нет возможности задания точек вставки).

## Практическое занятие №10

### Полярный, ортогональный режимы и привязка координат.

**Цель работы:** изучить возможности установки полярного и ортогонального режимов работы в AutoCAD. Ознакомиться с различными видами привязки

**Теоретическая часть.**

В AutoCAD имеется возможность установить полярный [POLAR] и ортогональный [ORTHO] режимы, при которых система принудительно проводит линии построения под различными определенными пользователем углами.

Полярный и ортогональный режимы не могут устанавливаться одновременно, т.е. во время сеанса работы можно включить другой.

Ортогональный режим является частным случаем полярного, при его установке линии направлены вдоль осей координат под углом 0, 90, 180 или 270 градусов. Ортогональный режим действует только по отношению к точкам, которые указываются мышью на экране. Если же значения координат точки вводятся с клавиатуры, то получают более высокий приоритет и воспринимаются системой независимо от установки этого режима.

Установка данного режима также влияет на редактирование чертежа, так как объекты можно двигать только параллельно осям координат (по вертикали или горизонтали).

Применение устройства указания для точного ввода координат требует использования специальных команд:

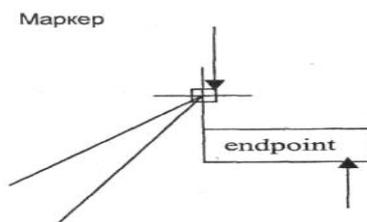
- шаговая привязка [SNAP] — привязка координат к узлам невидимой сетки;
- объектная привязка [OSNAP — object snap] – привязка координат к различным точкам уже созданных объектов.

При вводе точек можно использовать геометрию объектов, имеющих в чертеже. В AutoCAD такой способ называется объектной привязкой [OSNAP]. Он позволяет задавать новые точки относительно характерных точек уже существующих геометрических объектов.

Управление объектной привязкой осуществляется из диалогового окна Drafting Settings, закладка Object Snap, которое вызывается одним из следующих способов:

1. Используя меню Tools => Drafting Settings;
2. С помощью мыши подвести курсор на кнопку OSNAP или OTRACK, находящуюся в статусной строке, и по нажатию правой кнопки выбрать Settings;
3. Используя контекстное меню, которое вызывается щелчком правой кнопки мыши при нажатой клавише Shift.

В табл.1 перечислены опции команд объектной привязки. Одной из наиболее существенных функций, значительно облегчающих работу в AutoCAD, является AutoSnap (Автопривязка). Она позволяет упростить все операции, связанные с объектной привязкой. Когда графический курсор проходит вблизи заданной пользователем точки, система извещает об этом следующим образом (рис. 1.10)



*Контекстная подсказка привязки*

*Рис. 1.10. Пример подсказки при использовании AutoSnap*

*Таблица 1. Опции команд объектной привязки*

Опция	Действие системы
Endpoint	Привязка к ближайшей конечной точке линии или дуги мультилинии, границы области и трехмерного тела.
Midpoint	Средняя точка таких объектов, как линия, дуга, мультилиния.
Center	Центр окружности, дуги или эллипса.
Node	Привязка к точечному элементу.
Quadrant	Привязка к ближайшей точке квадранта на дуге, окружности или эллипсе.
Intersektion	Пересечение двух линий с дугой или окружностью, двух окружностей и / или дуг, сплайнов, границ области.
Extension	Новая функция привязки к продолжениям объектов. Помогает пользователю строить объекты, опираясь на линии, являющиеся временным продолжением
Insertion	Привязка к точке вставки текста, атрибута, формы, определения атрибута или блока
Perpendicular	Привязка к точке на линии, окружности, эллипсе, сплайне или дуге, которая образует совместно с последней точкой нормаль к этому объекту
Tangent	Привязка к точке на линии, дуге или окружности, которая при соединении с последней точкой образует касательную
Nearest	Привязка к точке на окружности или дуге, которая является ближайшей к позиции перекрестия
Appar-entnter-section B	Привязка к точке кажущегося пересечения
Parallel	Новая функция привязки объектов к параллелям, что расширяет возможности построения объектов, параллельных существующим

Parallel Новая функция привязки объектов к параллелям, что расширяет возможности построения объектов, параллельных существующим

- точка отмечается маркером, форма которого зависит от типа привязки и ближайшей к курсору точки;
- возле точки появляется контекстная подсказка привязки (SnapTip);
- графический курсор "примагничивается" к найденной точке

На заметку:

\*Переход между активными режимами привязки осуществляется с помощью клавиши Tab.

***Контрольные вопросы:***

1. Какие существуют привязки?
2. Особенности ортогонального и полярного режимов.
3. Можно ли при работе использовать ортогональный и полярный режимы вместе?

## Литература

1. Yusupbekov N.R., Muxamedov B.I., G'ulomov Sh.M. *Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish*. –Toshkent: O'qituvchi, 2011. -576 b.
2. Адилов Ф.Т. *Построение информационно- управляющих систем для непрерывных промышленных производств*. –Тошкент: ТашГТУ, 2015. -160с.
3. ArbenÇela, Mongi Ben Gaid. *Optimal Design of Distributed Control and Embedded Systems*. –Germany: Springer, 2014. 466p.
4. Yusupbekov N.R., Muxitdinov D.P., Avazov Yu.Sh. *Avtomatika va nazorat o'lchov asboblarning tuzilishi va vazifasi. Kasb-hunar kollejlari uchun darslik*. -Т.: Iqtisod-moliya, 2010. -224 b.
5. Юсупбеков Н.Р., Адилов Ф.Т., Хилалова С.Ш. *Построение компьютерных тренажеров для подготовки операторов технологических процессов и производств*. –Т.: ТашГТУ, 2004.
6. *Автоматизированное проектирование средств и систем управления: курс лекций / Е.Е. Носкова, Д.В. Капулин, Ю.В. Краснобаев, С.В. Ченцов*.–Красноярск: ИПК СФУ, 2009. – 272 с. – (Автоматизированное проектирование средств и систем управления: УМКД № 1604-2008 / рук. творч. коллектива С.В. Ченцов).
7. Ли, К. *Основы САПР (CAD/CAM/CAE): Т. 1 / К. Ли*. – СПб.: Питер, 2004. – 560 с.
8. Рождественский, Д.А. *Автоматизация проектирования систем и средств управления: Т. 1 : Учеб. пособие / Д. А. Рождественский*. – Томск : Том. межвуз. центр дистанц. образования, 2004. – 167 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Введение .....</b>	<b>3</b>
<b>Практическое занятие №1</b>	
Изучение работы пакета автоматизированного проектирования AutoCAD.....	4
<b>Практическое занятие №2</b>	
Настройка рабочей среды.....	8
<b>Практическое занятие № 3</b>	
Изучение команд для выполнения чертежей и схем.....	11
<b>Практическое занятие №4</b>	
Нанесение размеров и выносок .....	13
<b>Практическое занятие №5</b>	
Выполнение технических чертежей робототехнических комплексов в цвете.....	15
<b>Практическое занятие №6</b>	
Функция работ с трехмерными объектами.....	17
<b>Практическое занятие №7</b>	
Открытие нескольких чертежей .....	18
<b>Практическое занятие №8</b>	
Копирование объектов между чертежами.....	19
<b>Практическое занятие №9</b>	
Копирование объектов между чертежами.....	21
<b>Практическое занятие №10</b>	
Полярный, ортогональный режимы и привязка координат.....	22
<b>Литература.....</b>	<b>25</b>

Редактор

Покачалова Н.С.