

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

В.В. Медведев

ПРИМЕНЕНИЕ AUTODESK AUTOCAD ДЛЯ РАЗРАБОТКИ СХЕМНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Методическое пособие к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Проектирование автоматизированных систем» для магистрантов направления «Теплоэнергетика и теплотехника», профиль «Наукоемкие технологии измерений и управления в теплотехнике»

Издательство
Томского политехнического университета
2010

УДК
ББК

Медведев В.В.

Применение Autodesk AutoCAD для разработки схемной документации / В.В. Медведев; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 10 с.

В пособии приведены указания по работе в приложении Autodesk AutoCAD при разработке различных видов документации на АСУ ТП: структурных, функциональных, принципиальных, схем автоматизации и др.

Предназначено для магистрантов направления «Теплоэнергетика и теплотехника», профиль «Научно-технологические измерения и управления в теплотехнике».

УДК
ББК

Рецензенты

Доктор технических наук, профессор ТПУ
П.А. Стрижак

© ФГБОУ ВПО НИ ТПУ, 2014
© Медведев В.В.
© Обложка. Издательство Томского
политехнического университета, 2014

ВВЕДЕНИЕ

В процессе проектирования автоматизированных систем управления объектов теплоэнергетики и оформлении проектной документации широко применяются средства автоматизации проектных операций и проектных процедур. Применение технических средств автоматизации проектных работ позволяет сократить время проектирования систем управления и значительно повысить качество проектной документации. Автоматизация подготовки, преобразования, хранения и воспроизведения графической информации, совершенствование технических средств и программного обеспечения процесса автоматизированного проектирования значительно расширяют возможности проектировщика.

Целью лабораторной работы является ознакомление с приемами проектирования функциональных схем систем автоматизации теплоэнергетических объектов с помощью графического редактора AutoCAD 2006, получение навыков автоматизированного оформления функциональных схем систем управления.

1. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СХЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ

В процессе проектирования функциональных схем автоматизированных систем управления объектов теплоэнергетики, например, паровых котлов и паровых турбин, необходимо решить следующие задачи:

- изучить принципиальную тепловую схему и технологию объекта автоматизации;
- составить перечень контролируемых параметров технологического процесса и технологического оборудования;
- составить перечень регулируемых параметров технологического процесса;
- определить местоположение точек отбора измерительной информации на принципиальной тепловой схеме объекта автоматизации;

- определить предельные значения контролируемых и регулируемых параметров;
- выбрать структуры измерительных каналов и структуры систем автоматического и автоматизированного управления технологических параметров;
- выбрать методы и технические средства получения, преобразования, передачи, представления и хранения измерительной информации;
- выбрать методы и технические средства выработки управляющих воздействий и технические средства воздействия на объект управления;
- решить вопросы размещения технических средств автоматизации на технологическом оборудовании, по месту, на щитах и пультах;
- согласовать параметры измерительных каналов, технических средств систем автоматического и автоматизированного управления технологических параметров.

Завершается процесс проектирования функциональной схемы системы автоматизации теплоэнергетического объекта оформлением схемы, на которой изображают:

- упрощенную принципиальную тепловую схему объекта автоматизации;
- технические средства контроля, автоматического и автоматизированного управления;
- щиты, пульта, микропроцессорные контроллеры, ИВК и УВК;
- линии связи между техническими средствами автоматизации;
- таблицу условных обозначений, не предусмотренных действующими стандартами;
- основную надпись.

Основные сведения по проектированию функциональных схем систем автоматизации приведены в [1-4]. Информация по условным обозначениям и изображению технологического оборудования теплоэнергетических объектов, трубопроводов, технологических сред, запорной арматуры, технических средств систем автоматизации на функциональных схемах автоматизации объектов ТЭС приведена в приложении 1. Объем оснащения паровых котлов и паровых турбин средствами контроля и сигнализации представлен в приложении 2.

2. AUTOCAD 2006. Общие сведения

AutoCAD 2006 представляет собой универсальный графический редактор, широко используемый для автоматизации процесса проектирования и выполнения чертежно-графических работ. Этот редактор работает под управлением операционных систем Microsoft Windows 2000 (SP 4), Windows XP Home Edition, Windows XP Professional Edition, Windows Tablet PC Edition. Для реализации всех возможностей AutoCAD 2006 необходимы, наряду с базовой ПЭВМ, включающей процессор с тактовой частотой не ниже 800 МГц и объемом оперативной памяти не менее 256 Мбайт, графический монитор с высокой разрешающей способностью и средства оформления графической документации. AutoCAD 2006 оснащен эффективной системой обмена информацией с проектировщиком в форме диалога при помощи различных видов меню: строки меню, встроенных, падающих, контекстных, а также средствами представления справочной информации. Дополнительные удобства представляет такое мощное средство AutoCAD, как разделение схемы, чертежа или рисунка по так называемым слоям, в которых объединяют взаимосвязанные элементы описания графического объекта. Слои в системе AutoCAD можно сравнить с листами прозрачной кальки, накладываемыми друг на друга. Использование слоев позволяет при их наложении контролировать совместимость различных частей схемы или чертежа и облегчает общую компоновку графического объекта. Законченные схемы или чертежи могут быть сохранены в виде комплекта слайдов. AutoCAD эффективно используется при решении широкого круга задач в процессе проектирования автоматизированных систем управления объектов теплоэнергетики и оформлении различных видов проектной документации АСУ ТП ТЭС.

Все версии AutoCAD совместимы таким образом, что схемы или чертежи, созданные с помощью одной версии, могут обрабатываться с помощью более поздних версий. При выполнении лабораторной работы используется русифицированная версия AutoCAD 2006.

В тексте методических указаний жирный шрифт и курсив используются для наименований панелей инструментов, меню и ко-

манд AutoCAD, а также некоторых кнопок, клавиш и сведений, на которые следует обратить особое внимание. Нажатие клавиши обозначается заключением ее наименования в квадратные скобки.

3. ИНТЕРФЕЙС AUTOCAD

3.1 Основные элементы рабочего окна AutoCAD 2006

Центральная область рабочего окна (по умолчанию она черного цвета) называется *графическим экраном*. Это основная рабочая зона, в которой выполняются все графические построения. *Курсор*, который перемещается в этой зоне, по внешнему виду напоминает мишень. Размер перекрестий воображаемой мишени можно изменить в настройках или с помощью системной переменной. Чтобы курсор точно попадал в нужную точку графического объекта, существует в системе специальный механизм. Так, например, при нахождении в области маркера точки курсор как бы приклеивается к ней, пока пользователь не сдвинет мышь в сторону. В это время характерная точка подсвечивается зеленым квадратиком, а в строке состояния можно увидеть координаты этой точки.

В нижней части графического экрана размещены *вкладки Модель (Model), Лист 1 (Layout 1) и Лист 2 (Layout 2)*. По умолчанию при первом запуске AutoCAD 2006 активна вкладка **Модель (Model)**. При щелчке на вкладке **Модель (Model)** проектировщик попадает в пространство модели (двух- или трехмерного представления объекта), а при щелчке на вкладке **Лист (Layout)** проектировщик переходит в пространство листа. Слева от вкладок расположены кнопки с изображениями треугольников, щелкая на которых указателем мыши, можно перемещаться по списку вкладок.

В левом нижнем углу графического экрана отображается пиктограмма *осей координат*.

В правой и нижней части графического экрана расположены *полосы прокрутки*. Пользуясь ими, можно перемещать графический объект по экрану. Имеются также еще две полосы прокрутки, предназначенные для зоны командных строк.

В верхней части рабочего окна расположена *строка меню*. Под ней, а также с одной или с обеих сторон рабочего окна размещаются *панели инструментов*.

В нижней части рабочего окна расположено окно *командной строки*.

Под командной строкой находится панель с кнопками, отвечающими за *режимы рисования*.

Слева от панели с этими кнопками находится *счетчик координат*.

В правой части строки состояния находится кнопка *вызова Коммуникационного центра*.

Рассмотрим имеющиеся в строке меню пункты. В таблице 1 приведены наименования пунктов и их назначение.

Таблица 1

Структура меню AutoCAD

Пункт меню	Команда
Файл (File)	Команды меню Файл (File) позволяют создать новый графический или текстовый объект, открыть ранее созданный объект, установить параметры печати и т.д.
Правка (Edit)	Команды меню Правка (Edit) позволяют выполнять стандартные для операционной системы операции работы с буфером обмена (вырезать, копировать, вставлять), а также специальные вставки.
Вид (View)	Команды меню Вид (View) позволяют управлять изображением графических и текстовых объектов на экране. Это меню содержит такие пункты, как Масштабирование (Zoom) , Панорамирование (Pan) , Раскрашивание (Shade) , Тонирование (Render) и др.
Чистый экран (Clean Screen)	Отметим пункт Чистый экран (Clean Screen) , действие которого дублирует сочетание клавиш [Ctrl]+[O] . Этот пункт используется в тех случаях, в которых необходимо временно скрыть панели управления и заголовки рабочего окна для расширения рабочей зоны графического экрана.
Вставка (Insert)	Команды меню Вставка (Insert) позволяют вставлять в поле схемы или чертежа заранее созданные

	в других приложениях блоки и объекты, а также импортировать различные файлы.
Формат (Format)	Команды меню Формат (Format) позволяют выполнять форматирование и предварительную настройку многих показателей.
	Пункт Слой (Layer) позволяет управлять слоями и их свойствами. Пункт Цвета (Color) устанавливает цвета для новых графических и текстовых объектов. С помощью пункта Тип линии (Linetype) можно загрузить и установить типы линий, а пункт Вес линии (Lineweight) позволяет произвести установку текущего веса линий. С помощью пункта Список масштабов (Scale list) можно вызвать окно, в котором редактируют наборы масштабов. При выборе пунктов Стиль текста (Text Style) и Размерный стиль (Dimension Style) можно создавать, устанавливать и изменять текстовые и размерные стили соответственно. С помощью пункта Стиль таблиц (Table Style) можно изменять стили таблиц. В этом же меню можно выбрать стили печати – Стиль печати (Plot Style) , стили изображения точек – Стиль точки (Point Style) . Для изменения наименования объекта можно использовать пункт Переименовать (Rename) .
Сервис (Tools)	Команды меню Сервис (Tools) позволяют настраивать AutoCAD, вызывать на экран различные вспомогательные окна, а также загружать внешние приложения и управлять ими. В меню Сервис (Tools) есть пункт Орфография (Spelling) , позволяющий проверить орфографию в выбранном тексте, пункт Быстрый выбор (Quick Select) для быстрого создания групп объектов, пункт Порядок следования (Draw Order) , который предоставляет возможность переносить выбранные объекты на заданный план.

С помощью пункта **Свойства (Properties)** можно управлять свойствами объектов. Пункт **Центр управления (DesignCenter)** управляет содержимым схем или чертежей. С помощью пункта **Окно ин-**

инструментальных палитр (Tool Palettes Window) можно вызывать на экран и скрывать окно инструментальных палитр. Пункт **Диспетчер подшивок** (Sheet Set Manager) выводит на экран или скрывает диспетчер подшивок. Пункт **Информационная палитра** (Info Palette) открывает или скрывает окно информационной палитры.

С помощью пункта **Настройки рисования** (Drafting Setting) можно устанавливать необходимые настройки режимов изображения различных объектов. Пункт **Параметры** (Options) вызывает одноименное окно для настройки параметров AutoCAD.

При выборе пункта **Быстрый подсчет** (QuickCalc) открывается палитра калькулятора. Пункт **Редактор блоков** (Block Editor) используют для управления блоками. С помощью пункта **Командная строка** (Command Line) можно убрать с экрана командную строку, расположенную в нижней части рабочего окна. Для быстрого вызова этой команды можно воспользоваться комбинацией клавиш [Ctrl]+[9].

Команды меню **Рисование** (Draw) позволяют создавать различные простые объекты: **Отрезок** (Line), **Луч** (Ray), **Прямая** (Construction Line), **Мультилиния** (Multiline), **Полилиния** (Polyline), **3М Полилиния** (3D Polyline), **Многоугольник** (Polygon), **Прямоугольник** (Rectangle), **Дуга** (Arc), **Круг** (Circle), **Кольцо** (Donut), **Сплайн** (Spline), **Эллипс** (Ellipse).

С помощью пункта **Маскировка** (Wipeout) можно создавать маскирующие объекты, а используя пункт **Поверхности** (Surfaces) – различные поверхности.

В этом же меню присутствуют пункты, позволяющие создавать блоки – **Блок** (Block), таблицы – **Таблица** (Table), точки – **Точка** (Point), а также вводить текст - **Текст** (Text).

При выборе пункта **Штрих** (Hatch) можно использовать штриховку для заполнения контура выбранного объекта.

Пункт **Контур** (Boundari) служит для создания области или полилинии из замкнутых объектов. Пункт **Тела** (Solids) дает возможность рисовать различные тела, варианты которых представлены: **Ящик** (Box), **Шар** (Sphere), **Цилиндр** (Cylinder), **Конус** (Cone), **Клин**

(Wedge), **Тор** (Torus). Пункт **Градиент** (Gradient) используют для оформления рисунков с помощью градиентных заливок.

Команды меню **Размер** (Dimension) позволяют наносить на поле чертежа необходимые размеры, выноски, создавать и изменять размерные стили. Например, с помощью пунктов **Линейный** (Linear), **Параллельный** (Aligned), **Угловой** (Angular) можно наносить линейные, параллельные и угловые размеры соответственно.

Пункт **Размерный стиль** (Dimension Style) позволяет создавать новые и изменять существующие размерные стили, а с помощью пункта **Наклонить** (Oblique) можно изменять наклон выносных линий линейных размеров.

В меню **Размер** (Dimension) имеются также типы размеров **Длина дуги** (Arc Length) и **Ломаный** (Jogged) – нанесение размера с изломом.

Команды меню **Редактирование** (Modify) позволяют выполнять простейшие действия над графическими и текстовыми объектами: масштабирование, перемещение, удлинение и др.

Меню **Редактирование** (Modify) содержит следующие основные пункты:

Стереть (Erase) – позволяет стирать объекты схемы или чертежа;

Копировать (Copy) – позволяет копировать объекты;

Зеркало (Mirror) – создает зеркальные отображения объектов;

Подобие (Offset) – с помощью этого пункта создаются подобные объекты;

Массив (Array) – позволяет упорядочивать несколько объектов в единую структуру;

Переместить (Move) – перемещает объекты;

Повернуть (Rotate) – позволяет повернуть объект относительно базовой точки;

Масштабировать (Scale) – задает масштаб объектов;

Растянуть (Stretch) – позволяет растягивать объекты;

Увеличить (Lengthen) – увеличивает длину или величину углов различных объектов;

Обрезать (Trim) – обрезает объект по режущим кромкам;

Удлинить (Extend) – удлиняет объекты до кромки другого объекта;

Разорвать (Break) – позволяет произвести разрыв объекта между двумя точками;

Фаска (Chamfer) – формирует фаски объектов;

Скругление (Fillet) – округляет кромки объектов.

Объединить (Join) – позволяет объединять графические объекты в форму одного, неразбиваемого графического объекта.

Окно (Window)

Меню **Окно** (Window) позволяет ориентироваться при одновременной работе с несколькими схемами или чертежами. Это меню позволяет поддерживать многодокументный режим работы графического редактора.

С помощью пункта **Рабочие области** (Workspaces) можно создавать, сохранять и модифицировать рабочие области, а также задавать текущую рабочую область.

С помощью пункта **Закрепить положение** (Lock Location) блокируют позицию и размер панелей инструментов, а также рабочих окон.

Меню **Справка** (Help) содержит разделы, помогающие работать со справочной системой, содержащей сведения по различным аспектам работы в AutoCAD.

Панели инструментов

Под строкой меню, а также по одному или обоим краям рабочего окна размещены панели инструментов. По умолчанию это четыре горизонтальные и две или три вертикальные панели инструментов. Панели инструментов содержат кнопки, каждая из которых выполняет определенные функции. Узнать о назначении каждой кнопки можно, подведя к ее изображению указатель мыши. В этом случае появляется всплывающая подсказка, сообщающая о назначении кнопки. Некоторые кнопки на панелях инструментов дублируют пункты меню, рассмотренных выше. Для удобства использования панели инструментов могут быть закрепленными или плавающими,

что дает возможность размещать их в любом месте экрана. Панель инструментов можно переместить, подведя указатель мыши к ее границе и, удерживая левую кнопку мыши нажатой, перемещая панель с помощью мыши в другое место экрана, после чего левую кнопку мыши следует отпустить.

Панель инструментов **Стандартная** (Standart)

Панель инструментов **Стандартная** (Standart) по умолчанию содержит кнопки, предназначенные для вызова базовых команд: создания (Qnew), открытия (Open), сохранения (Save) файла, просмотра проекта перед печатью (Plot Prewiew) и вывода его на печать (Plot), вырезания (Cut), копирования (Copy) и вставки (Paste) элементов, отмены (Undo) и возврата (Redo) действий.

Панели инструментов **Рисование** (Draw) и **Редактирование** (Modify) дублируют пункты одноименных меню, расположенных в верхней части рабочего окна.

Панель инструментов **Свойства** (Properties) предназначена для изменения свойств объектов, таких, как цвет отображений, вес и тип линий.

Панель инструментов **Стили** (Styles) предназначена для быстрого доступа к текстовым, размерным стилям и стилям таблиц. С помощью кнопки **Стиль текста** (Text Style) можно создавать и преобразовывать текстовые стили. С помощью кнопки **Размерный стиль** (Dimension Style) можно создавать и изменять размерные стили. Кнопка **Стиль таблицы** (Table Style) используется для создания новых стилей таблиц.

Панель инструментов **Порядок следования** (Draw Order) предназначена для перемещения объектов на передний или задний план относительно всех или только выбранных объектов.

В AutoCAD имеется еще целый ряд панелей, которые используются значительно реже панелей инструментов, перечисленных выше.

Управление панелями инструментов

Панели инструментов можно отображать и скрывать, в зависимости от необходимости. Для этих операций используют пункт меню

Вид ► Панели инструментов (View ► Toolbars). После выбора этого пункта меню открывается диалоговое окно, в котором следует выбрать панели инструментов, которые необходимо отобразить или скрыть. Более простой способ удаления с экрана или отображения панелей инструментов – щелчок правой кнопкой мыши при указании на одну из панелей инструментов. В появившемся списке всех доступных панелей против названий панелей, которые отражены на экране, установлены флажки. Следует установить флажки против тех названий панелей, которые необходимо вызвать на экран и снять флажки против тех названий панелей, которые необходимо убрать с экрана. Состав панелей инструментов и положение кнопок на них может быть изменено с помощью команды **Сервис ► Настройка ► Интерфейс (Tools ► Customize ► Interface)** или с помощью пункта **Настройка (Customize)** в контекстном меню при указании на любую панель инструментов. Можно также создавать свои собственные панели инструментов.

Строка состояния

В нижней части рабочего окна под областью командной строки находится строка состояния. В этой строке размещены кнопки режимов рисования и счетчик координат.

Режимы рисования

В строке состояния размещены следующие кнопки, отвечающие за режимы рисования:

ШАГ (SNAP), СЕТКА (GRID), ОРТО (ORTHO), ОТС-ПОЛЯР (POLAR), ПРИВЯЗКА (OSNAP), ОТС-ОБЪЕКТ (OTRACK), ДИН (DYN), ВЕС (LWT), МОДЕЛЬ (MODEL).

Режим считается включенным, если нажата соответствующая ему кнопка. Любую из кнопок, отвечающих за режимы рисования, можно либо убрать с панели, либо добавить на панель. Для этого можно воспользоваться меню строки состояния, которое обозначено тре-

угольной кнопкой в правой части строки состояния и появляется при щелчке левой клавишей мыши при указании этой кнопки.

ШАГ (SNAP)

Кнопка **ШАГ (SNAP)** задает параметры шаговой привязки, то есть управляет режимом привязки к точкам сетки с определенным шагом. Этой кнопке соответствует функциональная клавиша **F9**.

Кнопка **СЕТКА (GRID)** позволяет включать или отключать отображаемую сетку, состоящую из точек. Этой кнопке соответствует функциональная клавиша **F7**.

Кнопка **ОРТО (ORTHO)** позволяет включать или отключать специальный режим ортогональности (свойство объектов, при наличии которого касательные к ним в точке пересечения перпендикулярны друг другу). При включенном режиме **ОРТО (ORTHO)** в процессе построения линий указатель мыши может перемещаться или в вертикальном, или в горизонтальном направлении. Этой кнопке соответствует функциональная клавиша **F8**.

С помощью кнопки **ОТС-ПОЛЯР (POLAR)** можно включать или отключать режим полярного отслеживания. Этот режим представляет собой расширение режима **ОРТО (ORTHO)** и обеспечивает высокую точность построения объектов. Полярное отслеживание представляет собой процесс отслеживания фиксированного направления от текущей точки привязки. При нахождении графического курсора в точке привязки через некоторое время появляется оранжевое перекрестие, отмечающее начало процесса полярного отслеживания. Отсчет полярного угла начинается против часовой стрелки от горизонтальной оси, направленной вправо. Кнопке **ОТС-ПОЛЯР (POLAR)** соответствует функциональная клавиша **F10**.

Кнопка **ПРИВЯЗКА (OSNAP)** позволяет включать или отключать режимы выбора определенных точек в процессе редактирования схемы или чертежа. Этой кнопке соответствует функциональная клавиша **F3**.

Кнопка **ОТС-ОБЪЕКТ (OTRACK)** позволяет включать или отключать режим объектного отслеживания, при котором можно использовать полярное отслеживание как средство обеспечения высокой точности построений от промежуточной точки, указываемой с

помощью объектной привязки. Отслеживание объектных привязок представляет собой метод, являющийся комбинацией объектных привязок и полярных отслеживаний. Этой кнопке соответствует функциональная клавиша **F11**.

Кнопка **ДИН** (DYN) предназначена для включения или отключения режима динамического ввода. Этот режим предназначен для дублирования в области курсора информации, выводимой в командной строке. Этой кнопке соответствует функциональная клавиша **F12**. AutoCAD при создании объектов автоматически отображает размеры для построения непосредственно на схеме или чертеже. Также имеется возможность редактировать размеры прямо на схеме или чертеже. В активной области схемы или чертежа при включенном режиме динамического ввода выводится информация из командной строки и список параметров команды.

С помощью кнопки **ВЕС** (LWT) можно включать или отключать режим отображения линий в соответствии с их весом. При создании примитивов в AutoCAD можно задать не только толщину линий, с которой они будут отображаться на экране, но и толщину, с которой они будут выводиться на печать. Последнее свойство называется весом линии. Веса линий могут отображаться на экране или же быть видны только при печати. Для отображения весов линий на экране необходимо, чтобы описываемый режим находился во включенном состоянии.

Кнопка **МОДЕЛЬ** (MODEL) предназначена для переключений между пространствами модели и листа.

Счетчик координат

Счетчик координат находится слева от панели режимов рисования. Он предназначен для отображения текущих координат указателя мыши, находящегося в области графического экрана, и служит для его точной ориентации в поле схемы или чертежа. Включить или отключить счетчик координат можно, щелкнув левой клавишей мыши на счетчике координат.

Счетчик координат можно включать и отключать с помощью функциональной клавиши **F6**.

В этом же месте строки состояния выводится справочная информация по выполняемой команде. При наведении указателя мыши на какую-либо кнопку панели инструментов в строке состояния появится описание этой кнопки.

Командная строка

В нижней части области экрана находится окно командной строки. В этой области отображаются вводимые команды. Командная строка представляет собой средство диалога проектировщика и AutoCAD. Когда проектировщик вызывает команду из главного меню или с помощью панелей инструментов, в командной строке автоматически отображается наименование вызываемой команды. Практически у каждой команды есть определенные параметры или предназначенная для ввода дополнительная информация (например, координаты точек). В этом случае проектировщик должен прочитать вопрос, который появляется в командной строке, и ответить на него. До этого момента нельзя вызывать новую команду и выходить из AutoCAD, иначе выполняемая команда будет прервана.

Для удобства использования вид командной строки можно редактировать. Можно, например, увеличить видимую область с помощью мыши, но при этом будет уменьшаться область графического экрана. Для увеличения размеров командной строки до размеров окна можно воспользоваться клавишей **F2**. После ее нажатия открывается текстовое окно AutoCAD, подобное окну командной строки. В текстовом окне можно просматривать последовательность ввода предыдущих команд, а также вводить новые команды. Текстовое окно можно сворачивать и растягивать как обычное приложение Windows. Для закрытия текстового окна необходимо повторно нажать клавишу **F2**.

Контекстное меню

Контекстное меню – это меню, которое вызывается щелчком правой клавиши мыши при нахождении указателя мыши над каким-либо объектом интерфейса или при выполнении команды во время построения примитивов. Содержимое контекстного меню может быть различным в зависимости от местоположения указателя мыши или выполняемой команды.

При использовании контекстных меню практически отпадает необходимость в присутствии на экране некоторых панелей инструментов. Например, если при построении какого-либо объекта возникает необходимость привязки, достаточно, удерживая клавишу [Shift], щелкнуть правой клавишей мыши при нахождении ее указателя в графической области экрана. При этом рядом с указателем мыши появится контекстное меню, содержащее все варианты привязки. Достаточно выбрать необходимый вариант привязки и продолжить работу.

Динамический ввод

Динамический ввод является способом ввода команд и различных параметров непосредственно в графической области рабочего окна. Он фактически является заменой ввода в командную строку с целью увеличения скорости работы проектировщика и уменьшения рассеивания внимания при переводе взгляда от графической области рабочего окна к командной строке и обратно. Сообщения командной строки дублируются около указателя мыши. В области этого указателя отображаются динамические размеры изображаемого объекта, которые здесь же можно редактировать. Для вызова списка параметров текущей команды можно нажать клавишу динамического ввода с направленной вниз стрелкой.

Для отключения динамического ввода необходимо нажать кнопку **ДИН** (DYN), расположенную справа внизу рабочего окна.

В меню **Сервис** (Tools) содержится пункт **Командная строка**, при выборе которого командная строка убирается с экрана. Для быстрого

вызова командной строки на экран можно воспользоваться сочетанием клавиш [Ctrl]+[9].

Вид указателя мыши в различных режимах

Реакция AutoCAD на действия проектировщика проявляется в текстовом виде в окне команд, изменением данных или цвета в полях динамического ввода и в изменениях внешнего вида указателя мыши. Необходимо правильно интерпретировать эту реакцию. Например, достаточно следить за сообщениями в окне команд, чтобы понять, в каком случае предлагается ввести данные. Наглядной реакцией AutoCAD на действия проектировщика является изменение внешнего вида указателя мыши. Стандартным видом указателя мыши является перекрестие двух отрезков прямых линий с небольшим квадратом в центре перекрестия. В режиме выделения точек указатель мыши имеет вид перекрестия без квадрата в точке пересечения. В режиме выделения объектов указатель мыши имеет вид небольшого квадрата.

Стандартный вид указателя мыши говорит о том, что AutoCAD ожидает инструкций. Кроме того, в этом режиме можно редактировать элементы чертежа с помощью квадратных маркеров, возникающих в момент выделения в конечных точках объекта, а в некоторых случаях и в его центре.

Указатель мыши в режиме выделения точек возникает в тот момент, когда AutoCAD ждет ввода координат какой-либо точки. В этот момент можно выделить точку щелчком левой клавиши мыши или ввести ее координаты с клавиатуры.

Указатель мыши в режиме выделения объектов говорит о том, что щелчок на границе любого объекта чертежа приведет к его выделению.

Кроме перечисленных видов, указатель мыши в режиме выделения точек приобретает вид маркера привязки к объекту со всплывающей подсказкой после включения функции **Объектная привязка** (Object snap, Osnap).

При включении функции **Полярное отслеживание** (Polar tracking) или **Объектное отслеживание** (Object snap tracking) появляется вектор отслеживания с отсчетами координат. Первая функция позволяет чертить ортогональные линии, а вторая – выравнивать точки в пространстве по геометрии выбранного объекта.

4. УПРАВЛЕНИЕ ЭКРАННЫМ ОТОБРАЖЕНИЕМ

Использование сетки как вспомогательного объекта

В режиме показа сетки AutoCAD демонстрирует набор точек, расположенных на одинаковом расстоянии друг от друга. Они применяются как вспомогательные объекты для определения расстояния или местоположения. Кроме того, сетка позволяет получить представление о примерных размерах различных объектов и их пропорциях.

Чтобы сделать сетку видимой или убрать ее с экрана, можно воспользоваться одной из следующих операций:

- 1) щелкнуть на кнопке **СЕТКА** (GRID) в строке состояния;
- 2) нажать клавишу [F7];
- 3) нажать комбинацию клавиш [Ctrl]+[G];
- 4) ввести в окно команд команду **СЕТКА** (grid).

После выполнения одного из перечисленных действий необходимо указать расстояние между точками и в области чертежа появится сетка с заданными параметрами. Чтобы убрать сетку, следует повторить любое из перечисленных действий.

Сетка появляется только в пределах заданной рабочей области, поэтому ее отсутствие на экране после включения может быть связано с тем, что рабочая область чертежа находится за границами экрана, или расстояние между отдельными точками слишком мало для корректного отображения сетки. В этом случае в окне команд появляется сообщение о том, что плотность сетки слишком велика:

Grid too dense to display:

Если размер рабочего пространства меньше области чертежа, сетка появляется только в небольшой области экрана. Чтобы развернуть рабочую область на весь экран, необходимо выбрать в меню **Вид** (View) команду **Масштаб ► Все** (Zoom ► All).

Привязка к сетке и другим объектам с регулярной структурой

В процессе создания изображений различных объектов можно использовать такой режим, при котором указатель мыши как бы притягивается к определенным местам сетки. Этот режим называют режимом привязки.

Для перехода в режим привязки необходимо выполнить одну из следующих операций:

- 1) щелкнуть на кнопке **ШАГ (SNAP)**;
- 2) нажать клавишу **[F9]**;
- 3) нажать комбинацию клавиш **[Ctrl]+[B]**;
- 4) ввести в окно команд **ШАГ (snap)** и указать интервал перемещения Указателя мыши.

Для выхода из режима привязки необходимо повторить одно из перечисленных выше действий. По умолчанию шаг сетки и интервал перемещения указателя мыши имеют одинаковую величину, поэтому при одновременном включении сетки и режима привязки указатель мыши перемещается по точкам сетки. Возможно изменение интервала привязки указателя мыши, поэтому в общем случае шаг сетки и интервал привязки могут отличаться друг от друга.

Настройка сетки и привязки

Сетка и привязка имеют несколько различных параметров. Эти параметры настраиваются в окне диалога **Параметры вычерчивания (Drafting Settings)**, открыть которое можно одним из следующих способов:

- 1) щелкнуть правой кнопкой мыши на кнопке **СЕТКА (GRID)** или **ШАГ (SNAP)** в строке состояния и выбрать в появившемся меню команду **Параметры (Settings)**;
- 2) выбрать в меню **Сервис (Tools)** команду **Параметры вычерчивания (Drafting Settings)** и перейти на вкладку **Шаг привязки и сетка (Snap and Grid)**;
- 3) ввести в окно команд команду **ds** и нажать клавишу **[Enter]**. Затем в открывшемся окне диалога перейти на вкладку **Шаг привязки и сетка (Snap and Grid)**, на которой произвести редактирование параметров сетки и привязки.

Задание интервалов по осям X и Y как для сетки, так и для привязки можно в полях разделов **Сетка (Grid)** и **Шаг (Snap)**. При этом значение, введенное в поле координаты X, автоматически появляется в поле коор-

динаты Y. Значение в поле координаты Y можно изменять независимо от значения в поле координаты X.

Объектная привязка и отслеживание

Объектная привязка представляет собой способ точного вычисления координат объектов без построения вспомогательных линий. В основном объектная привязка применяется для использования возможности присоединения к графическим объектам новых объектов.

В AutoCAD имеется панель инструментов **Объектная привязка** (Object Snap), которую можно вызвать, щелкнув правой кнопкой мыши при указании на любую из панелей инструментов и выбрав в появившемся контекстном меню пункт **Объектная привязка** (Object Snap). На появившейся панели инструментов можно увидеть все возможные виды привязок, которые имеются в AutoCAD.

Виды привязки

Панель инструментов **Объектная привязка** (Object Snap) содержит следующие кнопки.

Точка отслеживания (Temporary track point). Создает временную точку для объектной привязки к временной вспомогательной точке.

Отслеживание (Snap From). Позволяет произвести привязку со смещением от другой опорной точки.

Конечная точка (Snap to Endpoint). Производит привязку к конечной точке объекта.

Середина (Snap to Midpoint). Осуществляет привязку к середине объекта или сегмента.

Пересечение (Snap to Intersection). Вызывает привязку к точке пересечения двух объектов.

Кажущееся пересечение (Snap to Apparent Intersect). Вызывает привязку к точке кажущегося пересечения двух объектов, находящихся в разных плоскостях. Данный вид привязки используется в основном в трехмерном моделировании.

Продолжение линии (Snap to Extension). Вызывает привязку к воображаемому продолжению линейного или дугового сегмента.

Центр (Snap to Center). Позволяет произвести привязку к центру окружности, дуги, эллипса.

Квадрант (Snap to Quadrant). Производит привязку к точке квадранта дуги, круга, эллипса.

Касательная (Snap to Tangent). Вызывает привязку к точке на окружности, сплайне, эллипсе, в которой создаваемый объект будет являться для нее касательной.

Нормаль (Snap to Perpendicular). Позволяет выполнить привязку к точке, лежащей на перпендикуляре к другому объекту.

Параллельно (Snap to Parallel). Вызывает привязку параллельно выбранному объекту.

Точка вставки (Snap to Insert). Привязка к точке вставки текста, блока и т. д.

Узел (Snap to Node). Осуществляет привязку к объекту типа «точка».

Ближайшая (Snap to Nearest). Позволяет выполнить привязку к ближайшей точке объекта.

Нет (Snap to None). Отключает режим объектной привязки для указания данной точки.

Настройки объектной привязки (Osnap Setting). Позволяет производить настройку текущих режимов объектной привязки.

Полярное отслеживание

Полярное отслеживание представляет собой процесс отслеживания фиксированного направления от текущей точки привязки. Режим полярного отслеживания можно включить, щелкнув левой клавишей мыши при указании на кнопку **ОТС-ПОЛЯР** (POLAR) в строке состояния или нажав функциональную клавишу [F10]. После активирования этого режима AutoCAD начинает отслеживать определенные направления от текущей точки. По умолчанию шаг полярных углов, которые отслеживаются, равен 90°. Уменьшить шаг полярного отслеживания можно, щелкнув правой клавишей мыши при указании на кнопку **ОТС-ПОЛЯР** (POLAR) и выбрав в контекстном меню пункт **Настройки** (Settings). В открывшемся окне настроек полярного отслеживания можно выбрать другой шаг углов.

После установки графического курсора в точке привязки через некоторое время появляется оранжевое перекрестие, которое отмечает начало процесса полярного отслеживания. Отсчет полярного угла начинается против часовой стрелки от горизонтальной оси, направленной вправо (значение по умолчанию).

Объектное отслеживание

Объектное отслеживание представляет собой способ, облегчающий выбор точек, лежащих на линиях отслеживания и проходящих через точки объектов, указываемых с помощью объектной привязки. Объектное отслеживание расширяет и дополняет возможности объектной привязки. Этот режим включается с помощью кнопки **ОТС-ОБЪЕКТ** (OTRACK) в строке состояния или с помощью функциональной клавиши **F11**.

Управление отображением объектов схемы или чертежа

Команда **Панорамирование** (Pan) дает возможность перемещать видимую область чертежа. Эту команду используют в тех случаях, в которых работают над проектами большого размера, не уместяющимися полностью на экране.

Для использования команды **Панорамирование** (Pan) необходимо выбрать одноименную кнопку на панели инструментов **Стандартная** (Standard), переместить указатель в виде ладони на рабочую область экрана, нажать левую клавишу мыши и, не отпуская ее, перетаскивать изображение в рабочей области экрана до тех пор, пока не появится нужная часть проекта. Чтобы завершить выполнение команды, необходимо нажать клавишу **[Enter]** или **[Esc]**.

Полосы прокрутки

Для перемещения изображения в рабочей области экрана служат также горизонтальная и вертикальная полосы прокрутки. Позиция ползунка на каждой из них позволяет определить, какая часть чертежа представлена в рабочей области экрана – левая, правая или средняя. Для перемещения изображения в рабочей области экрана указатель мыши необходимо подвести к ползунку на вертикальной или горизонтальной полосе прокрутки и, удерживая нажатой левую клавишу мыши, перетаскивать ползунок по горизонтальной или вертикальной полосе прокрутки до тех пор, пока в рабочей области экрана не появится нужная часть проекта.

Для перемещения изображения в рабочей области экрана можно использовать также кнопки с изображениями стрелок, расположенные рядом с концами полос прокрутки. Поместив указатель мыши на изображение одной из этих кнопок и нажав на левую клавишу мыши, можно

переместить изображение в рабочей области экрана в направлении, противоположном направлению стрелки.

Масштабирование

Масштабирование изображения дает возможность увеличить или уменьшить изображения объектов в рабочей области экрана. Масштабирование изображения можно производить с помощью команды **Масштабирование (Zoom)**. Для выполнения этой команды необходимо нажать кнопку **Масштабирование (Zoom)** на панели инструментов **Стандартная (Standard)**, затем поместить указатель мыши в среднюю часть рабочей области экрана и, нажав левую клавишу мыши, перемещать указатель вверх для увеличения масштаба изображения или вниз – для уменьшения масштаба изображения.

Для реализации различных вариантов команды **Масштабирование (Zoom)** предусмотрена специальная панель инструментов. С ее помощью можно выполнять такие операции, как масштабирование выделенных объектов до размера экрана, масштабирование по выбранной точке и т. д.

5. РАБОТА С ФАЙЛАМИ AUTOCAD

Создание файла новой схемы или чертежа

Создание файла новой схемы или чертежа производится в следующей последовательности.

- 1) Выбрать в меню **Файл (File)** команду **Заккрыть (Close)**, чтобы закрыть текущий файл, и щелкнуть на кнопке **Нет (No)** в окне диалога с вопросом о необходимости сохранения сделанных изменений. Панели инструментов исчезнут, а рабочее окно AutoCAD приобретет серый цвет.
- 2) Выбрать в меню **Файл (File)** команду **Создать (New)**, чтобы открыть окно диалога **Выбор шаблона (Select Template)**.
- 3) Выбрать файл acad.dwt и щелкнуть на кнопке **Открыть (Open)**. Откроется новый файл.
- 4) Чтобы присвоить файлу имя, необходимо выбрать в меню **Файл (File)** команду **Сохранить как (Save As)**. Появится окно диалога **Сохранение чертежа (Save Drawing As)**.

- 5) Ввести в поле **Имя файла** (File Name) наименование файла. Для функциональной схемы имя файла может выглядеть следующим образом - fs1242. В этом имени 1 - последняя цифра номера группы, 2 – номер подгруппы, 4 – номер рабочего места, 2 – номер листа схемы. Файл следует сохранить в каталоге PAS, подкаталоге PAS1 или PAS2 в соответствии с номером подгруппы с именем, соответствующем номеру группы, Щелкнуть на кнопке **Сохранить** (Save), и в соответствующей папке появится файл fs1242.dwg.

Выбранный шаблон представляет собой файл AutoCAD со стандартными параметрами, который служит основой для первого листа функциональной схемы автоматизированной системы управления.

Выбор единиц измерения и точности их представления

Выбор единиц измерения и точности их представления при необходимости производится следующим образом.

- 1) Выбрать в меню **Формат** (Format) команду **Единицы** (Units), чтобы открыть окно диалога **Единицы измерения** (Drawing Units).
- 2) В раскрывающемся списке **Тип** (Type) раздела **Линейные** (Length) выбрать требуемый вариант представления линейных единиц измерения.
- 3) В раскрывающемся списке **Тип** (Type) раздела **Линейные** (Length) выбрать требуемую точность представления линейных единиц измерения.
- 4) Щелкнуть на кнопке **Ок**. После этой операции все расстояния в AutoCAD будут измеряться в выбранных единицах с выбранной точностью их представления.

Задание области схемы или чертежа

Область схемы или чертежа в AutoCAD не имеет визуальных границ, поэтому перед началом работы необходимо задать границы, в которых будет создаваться схема или чертеж. Установка или изменение этих границ производится следующим образом.

1. В меню **Формат** (Format) выбирается команда **Лимиты** (Drawing Limits). В окне команд появится приглашение, предлагающее указать координаты левой нижней вершины листа:

Переустановка лимитов пространства модели (Reset Model space limits):

Левый нижний угол или [Вкл/Откл] (Specify lower left corner [ON/OFF] <0.0000, 0.0000>:

2. Нажимается клавиша [**Enter**], чтобы принять заданное по умолчанию положение левого нижнего угла листа. Оно располагается в начале координат. Появится новое приглашение,

предлагающее задать координаты правой верхней вершины листа:

Правый верхний угол (Specify upper right corner) <420.0000, 297.0000>:

3. Вводятся координаты правой верхней вершины листа с учетом того, что чертеж или схема

в полном масштабе должны попасть в рабочую область.

4. Нажимается клавиша [**Enter**], чтобы принять заданное по умолчанию или вновь заданное положение правого верхнего угла листа.

Для быстрого перехода к области, заданной с помощью команды **Лимиты** (Drawing Limits), необходимо выбрать команду **Вид ► Масштаб ► Все** (View ► Zoom ► All). Можно использовать также параметры **ВКЛ/ОТКЛ** (ON/OFF) команды **Лимиты** (Drawing Limits) для размещения чертежа или схемы в границах заданной рабочей области. Сетка, состоящая из расположенных на равном расстоянии друг от друга точек, появляющаяся при нажатии кнопки [**GRID**] в строке состояния, размещается в границах рабочей области, заданной с помощью команды **Лимиты** (Drawing Limits).

Сохранение файла схемы или чертежа

После создания файла схемы или чертежа необходимо выполнить его первое сохранение. Для этого следует выбрать кнопку **Сохранить** (Save), расположенную на панели инструментов **Стандартная** (Standard). Откроется окно, в котором необходимо выбрать папку для сохранения и ввести присвоенное схеме или чертежу имя.

Завершение работы AutoCAD 2006

Для завершения работы AutoCAD 2006 необходимо выполнить команду **Файл ► Выход** (File ► Exit) или нажать кнопку закрытия AutoCAD 2006, которая расположена в правом верхнем углу рабочего окна AutoCAD. Можно также использовать сочетание клавиш [Ctrl]+[Q]. Если после последнего сохранения в схеме или чертеже были произведены какие-либо изменения, при закрытии AutoCAD необходимо ответить на запрос о сохранении этих изменений.

6. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

- 1) Загрузить AutoCAD 2006, создать и сохранить файл функциональной схемы.
- 2) Подготовить AutoCAD 2006 к проектированию функциональной схемы.
- 3) Установить границы функциональной схемы формата А3, построить линии обрезки и рамку схемы. Изобразить и заполнить основную надпись схемы.
- 4) Изобразить основные примитивы AutoCAD, используя различные опции и способы задания координат.
- 5) Изменить параметры примитивов с помощью различных способов редактирования параметров объектов. Освоить способы управления экранном отображением.
- 6) Изобразить упрощенную принципиальную тепловую схему объекта автоматизации в соответствии с индивидуальным заданием.
- 7) Определить объем оснащения технологического объекта ТЭС средствами автоматизации.
- 8) Выбрать структуру измерительных каналов и каналов регулирования.
- 9) Определить местоположение точек отбора измерительной информации, средств автоматизации и регулирующих органов.
- 10) Составить и оформить функциональную схему системы автоматизации.

7. ЛИТЕРАТУРА

- 1) Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справ. пособие /А.С. Ключев, Б.В. Глазов, А.Х. Дубровский: Под ред. А.С. Ключева.- 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 464 с.
- 2) Проектирование автоматизированных систем управления технологических процессов: Справ. пособие /А.И. Емельянов, О.В. Капник. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 400 с.
- 3) ГОСТ 21.404-85 Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах. – М.: Изд-во стандартов, 1987. – 16 с.
- 4) Волошенко А.В., Медведев В.В. Технологические измерения и приборы. Курсовое проектирование: Учеб. пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2006. – 120 с.
- 5) Омура Дж. AutoCAD 2006. Экспресс-курс. – СПб.: Питер, 2006. – 416 с.

Учебное издание

МЕДВЕДЕВ Валерий Васильевич

ПРИМЕНЕНИЕ AUTODESK AUTOCAD ДЛЯ РАЗРАБОТКИ СХЕМНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Учебное пособие
Издано в авторской редакции

Научный редактор *кандидат технических наук*
Андык В.С.

Компьютерная верстка *И.О. Фамилия*
Дизайн обложки *И.О. Фамилия*


Подписано к печати 20.07.2014. Формат 60x84/16. Бумага «Снегурочка».
Печать XEROX. Усл.печ.л. 9,01. Уч.-изд.л. 8,16.
Заказ . Тираж 20 экз.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Система менеджмента качества

Издательства Томского политехнического университета сертифицирована

NATIONAL QUALITY ASSURANCE по стандарту BS EN ISO
9001:2008

ИЗДАТЕЛЬСТВО  ТПУ. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
Тел./факс: 8(3822)56-35-35, www.tpu.ru