

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

«Воронежский государственный технический университет»

Кафедра теплогазоснабжения и нефтегазового дела

**КОМПЬЮТЕРНЫЕ СРЕДСТВА ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к проведению лабораторных работ
для студентов магистратуры направления подготовки
13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»
всех форм обучения**

Воронеж 2023

УДК 620.9:621.1:004(07)
ББК 31.3:32.972я7

Составители:

*канд. техн. наук З. С. Гасанов,
д-р тех. наук А. В. Кочегаров
ст. преподаватель Е. С. Аралов*

Компьютерные средства проектирования энергетических сетей: методические указания к проведению лабораторных работ для студентов магистратуры направления подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» всех форм обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: З. С. Гасанов, А. В. Кочегаров, Е. С. Аралов. — Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2023. — 17 с.

В методических указаниях изложен краткий теоретический материал для выполнения лабораторных работ, в соответствии с программой учебной дисциплины и списком рекомендуемой литературы.

Предназначены для студентов магистратуры направления подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» всех форм обучения.

Методические указания подготовлены в электронном виде и содержатся в файле КСПЭС.2023. pdf.

Библиогр.: 8 назв.

УДК 620.9:621.1:004(07)
ББК 31.3:32.972я7

Рецензент — *М. Н. Жерлыкина, канд. тех. наук, доц. кафедры
жилищно-коммунального хозяйства ВГТУ*

*Издается по решению редакционно-издательского совета
Воронежского государственного технического университета*

ВВЕДЕНИЕ

Лабораторные работы по дисциплине «Компьютерные средства проектирования энергетических сетей» является важным этапом учебного процесса, в котором используются знания, полученные в период обучения.

В настоящем методическом указании изложен краткий теоретический материал для выполнения лабораторных работ в соответствии с программой дисциплины, который соответствует требованиям Государственного образовательного стандарта к минимальному уровню подготовки выпускников данной специальности.

Целью лабораторных работ является закрепление теоретических знаний, полученных обучающимися на лекционных и практических занятиях.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

ПОСТРОЕНИЕ ЛИНЕЙНЫХ БАЗОВЫХ ПРИМИТИВОВ

Цель работы: изучить линейные базовые примитивы графической системы AutoCAD. Научиться рисовать такие объекты как точка, отрезок, многоугольник, прямоугольник, конструктивная линия.

1.1. Базовый примитив

Чертеж в AutoCAD представляет собой не просто изображение, состоящее из отдельных точек (как рисунки в редакторе Paint или на листе бумаги), а своеобразную базу данных. Информация о каждом элементе чертежа хранится в файле и, для того чтобы элемент был виден на экране, AutoCAD считывает параметры элемента из базы и рисует его.

Например, чтобы AutoCAD построил отрезок, ему нужны координаты начала и конца отрезка, поэтому в базе данных чертежа хранится не линия, образующая отрезок, а всего лишь координаты его концов. Все элементы чертежа хранятся в базе в виде координат их характерных точек и некоторой служебной информации (тип и толщина линии, принадлежность слою и др.). В каждый момент, когда тот или иной объект должен появиться на экране, AutoCAD обращается к соответствующей записи в базе данных и строит его. В частности, при загрузке чертежа считываются и строятся все объекты. База располагается в том же файле, что и сам чертеж.

Такое (математическое) представление данных составляет основу любого векторного графического редактора, к числу которых относят все CAD/CAM-программы, AutoCAD, Corel-DRAW. Другие графические редакторы, в которых рисунок — это группа точек, называют растровыми. Наиболее известными среди них можно назвать Paint и Photoshop.

Математическое представление делает возможными такие операции редактирования объектов, которые в принципе невозможны в растровом редакторе или при выполнении построений на бумаге. Например, в AutoCAD можно копировать и перемещать объекты, зеркально отражать или масштабировать их, поворачивать, размножать, разрывать и многое другое.

Чертеж в AutoCAD состоит из базовых примитивов. Как слова, обладающие различным смыслом, состоят из конкретных букв, которых в русском языке 33, так и чертежи состоят из графических примитивов. В AutoCAD можно выделить восемь базовых примитивов, которые используют в ходе работы над двумерными проектами — точка, отрезок, многоугольник, прямоугольник, окружность, дуга, эллипс, сплайн. Они дают возможность выразить на чертеже любую инженерную мысль.

Помимо восьми базовых примитивов есть еще и производные. Их AutoCAD формирует автоматически на основе базовых. Например, такие примитивы как Текст или Штриховка, программа рисует сама с помощью отрезков и дуг.

Большинство примитивов, которые можно использовать в двумерных проектах AutoCAD сосредоточены на панели инструментов Черчение. Для того чтобы воспользоваться каким-либо из них, нужно щелкнуть мышкой по соответствующей кнопке на панели и далее отвечать на запросы, выводимые AutoCAD. Кроме этого, можно набрать соответствующую команду с клавиатуры и нажать Enter.

1.2. Построение многоугольника

Для того чтобы AutoCAD построил многоугольник нужно указать количество сторон, координаты центра и радиус окружности, относительно которой многоугольник вписан или описан. Есть возможность построения по центру и координатам начала и конца одной из сторон. Длины всех сторон многоугольника равны. В работе с этим примитивом нужно внимательно читать сообщения и запросы, выводимые в командную строку.

Выбор инструмента осуществляется щелчком по кнопке Многоугольник в панели Черчение, вводом команды Polygon или из ниспадающего меню Черчение запуском команды Многоугольник.

После запуска команды будут выводиться следующие запросы:

Command: `_polygon` Enter number of sides <5>: — введите количество сторон.

Specify center of polygon or [Edge]: — укажите центр многоугольника или [длину его стороны].

Если указан центр, то будут выданы запросы:

Enter an option [Inscribed in circle/Circumscribed about circle] <I>: — многоугольник вписан в окружность “I” или описан вокруг нее “C”.

Specify radius of circle: — укажите радиус окружности. Здесь можно мышкой повернуть многоугольник на любой угол и растянуть до требуемого размера.

Если выбран параметр Edge, то будут выданы запросы:

Specify first endpoint of edge: — укажите первую точку стороны.

Specify second endpoint of edge: — укажите конечную точку стороны. Здесь можно мышкой повернуть и растянуть многоугольник или ввести длину стороны с клавиатуры.

Пример. Построим многоугольник с шестью сторонами, описанный вокруг окружности диаметром 50. Центр многоугольника расположен в точке (100,150).

Command: _polygon Enter number of sides <4>: 6

Specify center of polygon or [Edge]: 100,150

Enter an option [Inscribed in circle/Circumscribed about circle] <I>: C

Specify radius of circle: 50

Пример. Построим пятиугольник с длиной каждой стороны 40.

Command: _polygon Enter number of sides <6>: 5

Specify center of polygon or [Edge]: E

Specify first endpoint of edge: 200,100

Specify second endpoint of edge: 40

В ответ на запрос Specify first endpoint of edge координаты первой точки стороны можно вводить любым способом — точные значения с клавиатуры, щелкнуть мышкой, использовать автоматизированные методы определения точки, например, объектную привязку.

1.3. Построение конструкционной линии

Конструкционная или вспомогательная линия — это прямая, которая пересекает весь экран при любом увеличении.

Выбор инструмента осуществляют щелчком по кнопке Конструкционная линия на панели Черчение, вводом команды Xline или из ниспадающего меню Черчение запуском команды Конструкционная линия.

По умолчанию AutoCAD строит конструкционную линию по двум точкам. Первая называется корневой, вторая — вспомогательной. Процесс простановки линий циклический, поэтому выходить из него следует принудительно — нажав Esc или Enter.

Пример. Командный диалог построения вспомогательной линии с корневой точкой (50, 60). Координаты вспомогательной точки вводят щелчком мышки.

Command: xline

Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]: 50, 60

Specify through point:

Команда xline имеет следующие параметры:

Hor — проводить только горизонтальные прямые. В этом режиме вводится только одна точка на запрос Specify through point;

Ver — проводить только вертикальные прямые;

Ang — проводить прямые под заданным углом;

Bisect – провести биссектрису. В данном режиме необходимо указать вершину угла (Specify angle vertex point) и по одной точке на его сторонах.

Command: xline,

Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]: B

Specify angle vertex point:

Specify angle start point:

Specify angle end point:

Offset – провести конструкционную прямую параллельную выбранному линейному объекту. В данном режиме необходимо ввести расстояние отступа (offset distance), выбрать линию (Select a line object) и щелкнуть по той стороне от линии, в которой должна пройти прямая (Specify side to offset).

Пример. Построить конструкционную линию, параллельную заданному линейному объекту, и расположенную от него на расстоянии 20.

Command: xline

Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]: O

Specify offset distance or [Through] <1.0000>: 20

Select a line object:

Specify side to offset:

Параметр Through позволяет указывать не расстояние от объекта, а координаты точки, через которую должна пройти конструкционная линия, параллельная выбранному линейному объекту.

Помимо конструкционных прямых, AutoCAD может чертить конструкционные лучи. Для построения луча нужно ввести команду Ray.

Контрольные вопросы к лабораторной работе № 1

1. Для чего предназначена панель инструментов Рисование?
2. Для чего предназначена панель инструментов Редактирование?
3. Как выполнить построение точки?
4. Как выполнить построение фигуры, подобной данной?
5. Как построить многоугольник?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

ШТРИХОВКИ

Цель работы: изучить штриховки графической системы AutoCAD.

2.1. Общие положения

Составной примитив AutoCAD Штриховка применяют для заполнения замкнутой области определенным узором или заливки его сплошным цветом.

AutoCAD содержит более 50 встроенных типов штриховки, параметры которых можно настраивать. Наиболее важными параметрами являются угол наклона линий и расстояние между ними (масштаб). Кроме этого пользователь может создавать штриховку самостоятельно и сохранять ее в отдельном файле.

По умолчанию AutoCAD ставит ассоциативную штриховку, которая автоматически перерисовывается после изменения размеров контура или его перемещения. Неассоциативная штриховка не изменяется вслед за границей контура.

Все линии, из которых состоит штриховка, программа рассматривает как один объект – блок. Поэтому для выделения нанесенной штриховки достаточно щелкнуть мышкой по любой из её линий. Если штриховка выделена, то удалить ее можно нажатием Delete.

2.2. Выбор инструмента для нанесения штриховки

Запуск режима штрихования осуществляется щелчком мышкой по кнопке Штриховка на панели инструментов Черчение, вводом команды Bhatch или из ниспадающего меню Черчение запуском команды Штриховка. После этого будет выведено диалоговое окно. В этом окне нужно выбрать тип штриховки, ее параметры и метод указания граничного контура. После выбора метода указания окно исчезает, пользователь указывает области штрихования (как правило, одним щелчком мышки внутри замкнутого контура), нажимает Enter, а затем в появившемся вновь окне нажимает ОК.

2.3. Метод наследования

Бывают ситуации, когда один объект нужно заштриховать именно так, как заштрихован другой. Конечно, можно посмотреть все параметры штриховки исходного объекта и заштриховать второй на их основе, но можно поступить проще – скопировать параметры. Для этого следует действовать по следующему алгоритму:

1. Войти в режим нанесения штриховки..
2. Нажать на кнопку Наследованные свойства (7). Диалоговое окно исчезнет.
3. На чертеже выбрать штриховку, свойства которой должны быть скопированы.
4. Указать ограничивающий контур любым способом.
5. Дважды нажать Enter.

Данный метод удобен в тех случаях, когда исходная штриховка настроена особым образом и нет времени искать точные значения ее параметров.

Контрольные вопросы к лабораторной работе № 2

1. Для чего используется штриховка?
2. Является ли штриховка единым блоком?
3. Продемонстрируйте общий алгоритм нанесения штриховки.
4. Продемонстрируйте как выбрать определенный тип штриховки.
5. Как установить требуемый угол штриховки.
6. Что такое масштаб штриховки и как его установить?
7. Опишите и продемонстрируйте метод “точка в контуре”.
8. Опишите и продемонстрируйте метод “выбор объектов”.
9. Продемонстрируйте штрихование незамкнутого контура.
10. Чем отличаются ассоциативная и неассоциативная штриховки?
11. Продемонстрируйте нанесение штриховки методом наследования.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ

Цель работы: изучить возможности нанесения и редактирования размеров в системе AutoCAD.

3.1. Общие положения

AutoCAD позволяет ставить размеры автоматически. Для этого нужно выбрать тип размера и указать начальную и конечную точки выносных линий. Программа рассчитывает расстояние или угол в единицах чертежа с заданной точностью. По умолчанию в размерный текст выводится число с точностью до двух знаков после запятой.

Размерный блок рассматривается программой как единый объект, состоящий из выносных линий (выносок), размерной линии со стрелками и размерного текста. В угловых размерах в качестве размерной линии используют дугу. Диаметры и радиусы выводятся без выносных линий.

В AutoCAD есть возможность настройки стиля (внешнего вида) проставляемых размеров. Например, одних только стрелок на размерной линии существует 20 типов. Как правило, настройки сделанные по умолчанию вполне достаточны для выполнения инженерных чертежей в стандарте ISO. Если необходимо изменить стиль, то для этого следует запустить из ниспадающего меню Размер команду Стиль. Инструменты нанесения размеров сосредоточены в ниспадающем меню Размер и панели инструментов Размеры. Каждый тип размера имеет собственную команду, которую можно вводить с клавиатуры.

3.2. Типы размеров

3.2.1. Линейный размер (dimlinear)

Линейный размер может быть только вертикальным или горизонтальным. Простановка линейного размера выполняется по следующему алгоритму:

1. Войти в режим простановки линейного размера. Для этого можно щелкнуть по кнопке 1 на панели Размеры или из ниспадающего меню Размер запустить команду Линейный.

2. Указать первую точку измеряемой линии. Наиболее точно это получается с помощью объектной привязки.

3. Указать вторую точку измеряемой линии. Появятся выноски, размерная линия и текст.

4. Щелкнуть мышкой в точке, через которую должна пройти размерная линия. Есть возможность ставить линейный размер немного быстрее – без указания опорных точек для выносок. Для этого нужно использовать параметр `<select object>`. После запуска команды простановки линейного размера достаточно нажать Enter, выбрать измеряемую линию и щелкнуть по точке, через которую пройдет линия размера. Данный способ удобен при образмеривании одного линейного объекта. Линии, состоящие из нескольких фрагментов, так измерять нельзя.

Параметры команды `dimlinear`.

`Mtext` – набор многострочного текста.

`Text` – ввод размерного текста. Например, Около $\angle$ мм. Угловые скобки обозначают место, в котором автоматически записывается размер. Если скобки удалить, то значение размера выводиться не будет.

`Angle` – поворот размерного текста относительно размерной линии.

`Horizontal` – указание на вывод именно горизонтального размера. (По умолчанию AutoCAD сам выбирает какой размер ставить).

`Vertical` – указание на простановку вертикального размера.

`Rotated` – позволяет изменить угол наклона выносных линий и построить линейный размер, который будет представлять не длину выбранного отрезка, а размер проекции этого отрезка на плоскость, параллельную размерной линии.

3.2.2. Выровненный размер (*dimaligned*)

Выровненный размер используют для простановки размера наклонных объектов.

Размер можно ставить указанием начальных точек выносок (используя объектную привязку) или после запуска команды нажать Enter, выбрать весь объект и указать точку, через которую должна пройти размерная линия.

3.2.3. Радиальный размер (*dimradius*)

Для простановки радиуса нужно запустить команду, выбрать объект (дугу или окружность) и щелкнуть по точке, через которую проходит размерная линия. Если в момент ввода точки указатель мышки расположен внутри объекта, то надпись тоже будет расположена внутри, если снаружи – то снаружи. В том

случае если размерный текст не помещается внутри объекта, он автоматически выставляется за пределами контура. Перед текстом AutoCAD ставит букву R.

3.2.4. Диаметральный размер (*dimdiameter*)

Диаметральный размер можно поставить не только к окружности, но и к дуге. Команда работает аналогично радиальному размеру – запустить команду, выбрать объект, указать точку, через которую должна проходить размерная линия. Перед числовым значением AutoCAD ставит знак диаметра $\varnothing$.

3.2.5. Угловой размер (*dimangular*)

Существует несколько режимов простановки угловых размеров. В зависимости от ситуации применяют разные алгоритмы действий. Угловой размер между двумя отрезками выставляют по следующему алгоритму:

1. Запустить команду.
2. Мышкой выбрать отрезки (1 и 2), угол между которыми нас интересует.
3. Указать точку (3), через которую пройдет размерная линия.

Контрольные вопросы к лабораторной работе № 3

1. Из каких элементов состоит размерный блок?
2. Продемонстрируйте действие режима Линейный размер.
3. Продемонстрируйте режим Выровненный размер.
4. Продемонстрируйте действие режима Радиальный размер.
5. Продемонстрируйте режим Диаметральный размер.
6. Продемонстрируйте действие режима Угловой размер.
7. Продемонстрируйте режим Размер с основной линией.
8. Продемонстрируйте режим Продолженный размер.
9. Продемонстрируйте действие режима Быстрая выноска.
10. Покажите редактирование размеров с помощью ручек.
11. Продемонстрируйте возможности редактирования размеров с помощью контекстного меню.
12. Покажите возможности редактирования размеров с помощью таблицы свойств.
13. Продемонстрируйте возможности редактирования размеров с помощью команды Правка размеров.
14. Продемонстрируйте возможности редактирования размеров с помощью команды Правка текста размера.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

НАБОР ТЕКСТА

Цель работы: изучить возможности набора и редактирования текста в системе AutoCAD.

4.1. Общие данные

Текст является обязательным элементом любого чертежа. Программа AutoCAD выделяет два вида текстовых объектов – однострочный и многострочный текст. Каждый из них вводится и обрабатывается разными командами.

Однострочный текст в инженерных чертежах используется чаще. Он бывает элементом штампа, спецификаций, пояснительных подписей и вводится командой Dtext. Многострочный текст применяют для вывода блоков с большим количеством строк при создании пояснительных записок или описательного материала к чертежам. Он вводится командой Mtext с помощью встроенного в AutoCAD редактора.

Для создания текста AutoCAD использует как собственные векторные шрифты, так и стандартные шрифты Windows. Векторные шрифты, например, txt.shx, менее красивы, зато быстрее обрабатываются компьютером.

4.2. Однострочный текст

Для начала вывода однострочного текста нужно использовать команду dtext или из ниспадающего меню Черчение запустить Текст/Текстовая строка. Нажатие кнопки Параграф в панели Черчение приводит к запуску команды для создания многострочного текста – mtext.

Однострочный текст можно ввести по следующему алгоритму:

1. Ввести команду Dtext.
2. Указать точку на чертеже, в которой будет расположен левый нижний угол текстового блока.
3. В ответ на запрос программы указать высоту букв. Рекомендуется 2,5 мм.
4. В ответ на запрос программы указать угол наклона строки текста. Как правило, угол бывает равным 0.
5. Ввести строку текста и нажать Enter дважды.

Высота шрифта 2,5 мм соответствует шрифту 14 пунктов. Высота измеряется в принятых на данном чертеже единицах и задает размер заглавных букв. Угол поворота текста AutoCAD отсчитывает от точки вставки против часовой стрелки. Горизонтальному тексту соответствует угол 0°. По мере ввода текст можно видеть на экране.

Для завершения ввода текста нужно дважды нажать Enter. Если нажать только один раз, то программа приступит к формированию второй строки и так далее пока Enter не сработает в пустой строке. В результате получатся независимые строки, которые можно редактировать отдельно. Текстовую строку разрешено копировать или перемещать как любой объект AutoCAD.

4.3. Многострочный текст

При выводе многострочного текста сначала нужно указать размеры воображаемого прямоугольника, в котором будет находиться абзац. На основе этой информации AutoCAD проводит выравнивание границ абзаца, автоматический переход на следующую строку и прочее.

Для того чтобы вывести на экран блок многострочного текста, можно действовать по следующему алгоритму.

1. Запустить команду Mtext. Кроме этого можно щелкнуть по кнопке Параграф на панели Черчение или из ниспадающего меню Черчение запустить Текст/Параграф.

2. Указать координаты противоположных углов прямоугольника, в котором будет размещен абзац. Наиболее рационально вводить верхний левый и правый нижний углы.

3. На экране появится встроенный в AutoCAD текстовый редактор, в котором следует набрать и отредактировать текст, а затем щелкнуть по кнопке ОК. Настраиваемых параметров у многострочного текста значительно больше, чем у однострочного, но они все сгруппированы в меню текстового редактора, поэтому доступны и просты в использовании.

4.4. Стил ь текста

Стил ь – это совокупность настроек внешнего вида текста. Среди них высота букв, шрифт, плотность букв в строке, угол их наклона и другие. По умолчанию AutoCAD выводит текст в стиле Standard. Его настроек достаточно в большинстве случаев. Но пользователь может создать свой стил ь с необходимыми для конкретной задачи параметрами. Создать новый стил ь можно запустив из ниспадающего меню Формат команду Стил ь текста. При работе со стил ями важно помнить, в каком именно стиле вводится текст в данный момент. Переключаться между стил ями можно в команде Dtext с помощью выбора параметра Стил ь, а в команде Mtext в закладке “Свойства”.

Контрольные вопросы к лабораторной работе № 4

1. Какие типы текстовых блоков различает AutoCAD?
2. Продемонстрируйте общий алгоритм ввода однострочного текста.
3. Зачем требуется дважды нажимать Enter при выходе из команды Dtext.
4. Продемонстрируйте вывод слов “Отражательная печь” в строку шириной 22 мм.
5. Чем отличаются режимы выравнивания Вписанный и По ширине команды Dtext.
6. Чем отличаются режимы выравнивания Лево и Право команды Dtext.
7. Продемонстрируйте три способа редактирования однострочного текста.

8. Продемонстрируйте применение управляющих кодов.
9. Продемонстрируйте вывод многострочного текста.
10. Продемонстрируйте работу команд, расположенных на вкладке “Символ” текстового редактора AutoCAD.
11. Продемонстрируйте работу команд вкладки “Свойства”.
12. Продемонстрируйте работу команд, расположенных на вкладке “Межстрочное расстояние”.
13. Продемонстрируйте работу команд, расположенных на вкладке “Найти/Заменить” текстового редактора AutoCAD.
14. Продемонстрируйте метод редактирования многострочного текстового блока.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

СВОЙСТВА ОБЪЕКТОВ

Цель работы: изучить основные свойства двумерных объектов: слой, цвет, тип и толщина линии. Научится задавать эти параметры при работе с настройками слоя.

5.1. Слои

Все построения в AutoCAD выполняются на определенном слое. Слоев может быть любое количество. Они входят в информационную базу чертежа. Слои можно рассматривать как прозрачные пленки с выполненными на них построениями. Пленки лежат друг на друге, поэтому создается впечатление целостной картины.

5.2. Цвет линий

Информативность цветных чертежей значительно выше, чем черно-белых. AutoCAD позволяет присваивать цвета как целым слоям, так и отдельным элементам чертежа. Один и тот же цвет может быть присвоен любому количеству слоев и объектов.

Наиболее рационально присваивать цвет всему слою и в рамках данного слоя выполнять все построения одним цветом. Для того чтобы присвоить слою определенный цвет, нужно в диалоговом окне Настройка свойств слоя в строке этого слоя щелкнуть по текущему слову в столбце цвет.

5.3. Тип линий

Тип – это внешний вид линии. Каждый тип имеет свое название. Например, непрерывная линия рисуется типом Continuous, точка-тире – ACAD_ISO04W100.

AutoCAD поддерживает изменение типов линий уже созданных объектов, но наиболее правильно сразу, перед началом работы, присвоить соответствующие типы слоям и уже на слоях рисовать фигуры. В частности, вспомогательные линии нужно выводить на отдельном слое и, желательно, своим цветом и толщиной линии.

Для того чтобы задать определенный тип линий по слою, необходимо вызвать диалоговое окно Настройка свойств слоя, щелкнуть в соответствующей строке по названию текущего типа линии, в появившемся диалоговом окне Выбор типа линии, щелкнуть по строке нужного типа и нажать ОК.

Контрольные вопросы к лабораторной работе № 5

1. Что такое слой в AutoCAD?
2. Можно ли рисовать на нескольких слоях?
3. Создайте новый слой с красным цветом линий.
4. Продемонстрируйте методы переключения между слоями.
5. Опишите команды управления слоем.
6. Сколько цветов поддерживает AutoCAD?
7. Создайте новый слой с синим цветом линий, выведите на него красный и зеленый отрезки.
8. Продемонстрируйте метод загрузки новых типов линий в проект.
9. Покажите алгоритм изменения масштаба типа линии.
10. Установите толщину линий равной 0,35.
11. Продемонстрируйте действие команды показывать толщину линий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Компьютерная графика: интерфейс пользователя в программе AutoCAD 2018: учебное пособие / Н. Л. Золотарева, М. Н. Подоприхин; ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет». — Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2020. — 81 с.
2. Компьютерная графика. Текст. Нанесение размеров. Сопряжение. Методические указания к выполнению графических заданий для студентов среднего профессионального образования / Воронеж. гос. техн. ун-т; сост.: Н. Л. Золотарева. — Воронеж, 2018. — 45 с.
3. Полещук Н.Н. Самоучитель AutoCAD. — СПб.: БХВ-Петербург, 2019. — 480 с.
4. Компьютерная графика. Текст. Нанесение размеров. Методические указания к выполнению графических заданий для студентов 1-го курса специальности ПСК дневной формы обучения / Воронеж. гос. техн. ун-т; сост.: Н. Л. Золотарева, Л. В. Менченко. — Воронеж, 2017. — 26 с.
5. Чебрякова Ю. С. Метод указ. к лабораторным работам по дисциплине «CAD-системы в электротехнике» / Ю. С. Чебрякова. — Владими: 2016. — 123 с.
6. Левковец Л. Б. AutoCAD 2009 для начинающих / Л. Б. Левковец. — СПб.: БХВ-Петербург, 2008. — 576 с.
7. Левковец Л. Б. AutoCAD 2009. Базовый курс на примерах / Л. Б. Левковец. — СПб.: БХВ-Петербург, 2008. — 592 с.
8. Инженерная графика. Практические занятия в системе AutoCAD: учеб. пособие. Ч. 1 / Е. М. Девятова, О. Ф. Трофимов, А. Н. Граблём. — М.: МГИУ, 2007. — 52 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
Лабораторная работа № 1. Построение линейных базовых примитивов	3
1.1. Базовый примитив.....	3
1.2. Построение многоугольника.....	4
1.3. Построение конструкционной линии.....	5
Контрольные вопросы к лабораторной работе № 1.....	6
Лабораторная работа № 2. Штриховки.....	6
2.1. Общие положения.....	6
2.2. Выбор инструмента для нанесения штриховки.....	7
2.3. Метод наследования.....	7
Контрольные вопросы к лабораторной работе №2.....	7
Лабораторная работа № 3. Нанесение размеров.....	8
3.1. Общие положения	8
3.2. Типы размеров.....	8
3.2.1. Линейный размер (dimlinear).....	8
3.2.2. Выровненный размер (dimaligned).....	9
3.2.3. Радиальный размер (dimradius).....	9
3.2.4. Диаметральный размер (dimdiametr).....	10
3.2.5. Угловой размер (dimangular).....	10
Контрольные вопросы к лабораторной работе № 3.....	10
Лабораторная работа № 4. Набор текста.....	10
4.1. Общие данные.....	11
4.2. Однострочный текст.....	11
4.3. Многострочный текст.....	11
4.4. Стиль текста.....	12
Контрольные вопросы к лабораторной работе №4.....	12
Лабораторная работа № 5. Свойства объектов.....	13
5.1. Слои.....	13
5.2. Цвет линий.....	13
5.3. Тип линий.....	13
Контрольные вопросы к лабораторной работе №5.....	14
Библиографический список.....	15

КОМПЬЮТЕРНЫЕ СРЕДСТВА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к проведению лабораторных работ
для студентов магистратуры направления подготовки
13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»
всех форм обучения

Составители:
Гасанов Зугум Сагидович
Кочегаров Алексей Викторович
Аралов Егор Сергеевич

Издается в авторской редакции

Подписано к изданию 07.12.2023.
Уч.-изд. л. 0,8.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»
394006 Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84