

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Кафедра экономического анализа и прикладной информатики

Д. В. Шаршунюв

ИНФОРМАТИКА И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

ОСНОВЫ РАБОТЫ В САПР AUTOCAD

*Методические указания и задания для лабораторных работ
для студентов, обучающихся по специальностям
1-56 01 01 Землеустройство, 1-56 01 02 Земельный кадастр*

Горки
БГСХА
2019

УДК 004.92(072)

*Рекомендовано методической комиссией
землеустроительного факультета.
Протокол № 3 от 27 ноября 2018 г.*

Автор:

кандидат физико-математических наук, доцент *Д. В. Шаршунов*

Рецензент:

кандидат технических наук, доцент *Г. Н. Лысевский*

Информатика и компьютерная графика. Основы работы в САПР AutoCAD : методические указания и задания для лабораторных работ / Д. В. Шаршунов. — Горки : БГСХА, 2019. — 44 с.

Приведен курс лабораторных работ по дисциплине «Информатика и компьютерная графика», включающий элементы, необходимые для выполнения землеустроительных чертежей.

Для студентов, обучающихся по специальностям 1-56 01 01 Землеустройство, 1-56 01 02 Земельный кадастр.

© УО «Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия», 2019

ВВЕДЕНИЕ

Настоящие методические указания представляют собой цикл лабораторных работ, выполняемых студентами специальностей «Землеустройство» и «Земельный кадастр» в рамках изучения дисциплины «Информатика и компьютерная графика» во втором семестре.

Можно выделить следующие составные части цикла.

Работа 1 посвящена настройке AutoCAD, установке требуемых параметров черчения, размера рабочей области, единиц измерения, параметров отображения. Это обусловлено, исходя из опыта автора, тем обстоятельством, что система автоматизированного проектирования часто «помнит» предыдущие настройки черчения, что может повлиять на качество работы пользователя. Следует отметить, что в случае если пользователь работает постоянно в одних настройках чертежа (масштаб, единицы измерения, размеры рабочей области), то их влияние на качество работы несущественно, но при смене хотя бы одного параметра настройки (а делается это неочевидным способом), возможен ряд проблем.

Работы 2–4 посвящены использованию основных примитивов AutoCAD. Рассматриваются различные варианты черчения линейных, дуговых объектов, замкнутых фигур, объединения объектов в полилинию.

Работа 5 посвящена расстановке размеров на чертеже.

Работа 6 посвящена использованию комбинированного объекта — мультилинии, используемого для черчения стен при построении плана этажа.

Работа 7 посвящена созданию и использованию блоков чертежа.

Все работы рассчитаны на выполнение в русскоязычном варианте студенческой версии AutoCAD, для которой характерна усеченная библиотека стандартных блоков.

Используются следующие обозначения:

Жирным шрифтом выделены названия элементов экранного интерфейса, **ЖИРНЫМ ПРОПИСНЫМ ШРИФТОМ** — команды.

Параметры программы выделены *НАКЛОННЫМ ПРОПИСНЫМ ШРИФТОМ*.


Экранный вывод выделен моноширинным шрифтом.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жарков, Н. В. AutoCAD 2016 / Н. В. Жарков, М. В. Финков, Р. Г. Прокди. — Санкт-Петербург: Наука и Техника, 2016. — 624 с
2. Полещук, Н. Н. Самоучитель AutoCAD 2014 / Н. Н. Полещук. — Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2014. — 464 с.

Работа 1. ЗАПУСК, НАСТРОЙКИ РАБОТЫ AUTOCAD

1.1. Запуск программы

Запуск осуществляется с помощью двойного щелчка левой кнопкой мыши по ярлыку AutoCAD на рабочем столе (значок ) , а также из стартового меню **Пуск | Все программы | Autodesk | AutoCAD 2016 — Русский (Russian)**.

При запуске может появиться диалоговое окно **Начало работы** (рис. 1), в котором необходимо выбрать режим работы. Если такое окно не появилось, то это означает, что система с помощью значения 0 системной переменной *STARTUP* настроена на автоматический вход в новый чертеж со стандартными установками. Это характерно для систем, которые уже использовались.

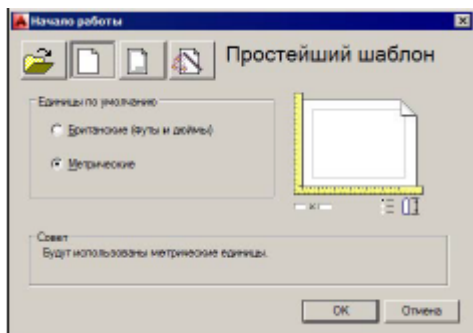


Рис. 1. Окно **Начало работы**

Для создания чертежа достаточно нажать кнопку со значком «+» на наборе вкладок или вызвать команду **Файл | Создать**. В этом случае, как и для выбора шаблона, появится окно **Выбор шаблона** (рис. 2).

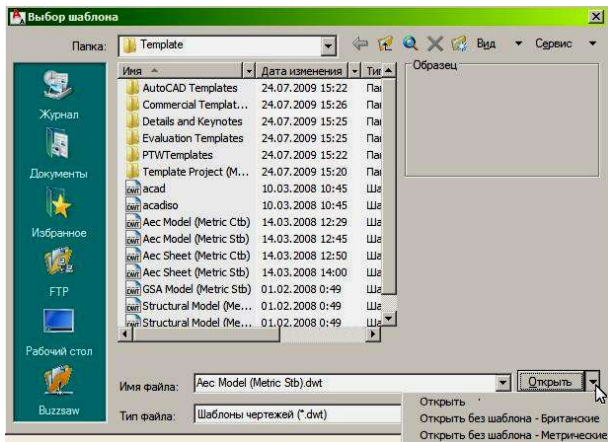


Рис. 2. Окно **Выбор шаблона**

Обычно новый чертеж создается при выборе опции **Открыть без шаблона – Метрические**.

1.2. Настройки AutoCAD

1.2.1. Настройка панелей инструментов

Чтобы отобразить невидимую в данный момент панель, следует щелкнуть правой кнопкой мыши по любой видимой панели и в раскрывшемся списке выбрать название нужной панели. Также отобразить любую панель вы можете, выбрав ее на вкладке **Вид** ленты инструментов в разделе **Окна — Панели инструментов**.

Чтобы удалить кнопку с видимой панели, следует:

1. Вызвать диалоговое окно **Настройка интерфейса пользователя**. Сделать это можно из строки меню **Сервис | Адаптация | Интерфейс** или введя в командную строку `_cui` и нажав `<Enter>`. Либо можно нажать кнопку **Пользовательский интерфейс** на вкладке **Управление** ленты инструментов.

2. Далее в верхнем левом древовидном списке **Адаптация во все файлы** раскрыть перечень панелей. Найти нужную панель и раскрыть список содержащихся на ней команд, щелкнув по значку «+» рядом с ней.

3. В списке команд панели щелкнуть правой кнопкой мыши по той команде, значок которой вы хотите удалить с панели. В появившемся контекстном меню выбрать команду **Удалить**, и кнопка будет удалена.

Чтобы добавить кнопку на панель инструментов:

1. В любом случае сначала необходимо вызвать диалоговое окно **Настройка интерфейса пользователя**.

2. В верхнем левом древовидном списке **Адаптация во все файлы** раскрыть перечень панелей.

3. В списке команд найди команду, которую вы хотите поместить на какую-либо панель, и мышкой перетащить ее на название панели в верхнем списке. При этом рядом с панелью при перетаскивании на нее команды должен справа появиться синий треугольник.

1.2.2. Начальные настройки чертежа

После создания нового чертежа рекомендуется поводить мышкой по чертежу и проверить координаты мыши в строке состояния. Если отображаемые числа свидетельствуют о неправильных единицах (например, координаты отображаются в дюймах) или масштабе (малые или большие числа, не соответствующие ожидаемым значениям), то потребуется изменить настройки чертежа. Это можно сделать либо через упомянутое ранее окно **Начало работы** при запуске программы, либо с помощью команд **ЛИМИТЫ** и **ЕДИНИЦЫ** или их эквивалентов из системного меню **Формат**.

Для вызова окна **Начало работы** в момент запуска AutoCAD введите команду **STARTUP** в окне команд. В ответ на запрос

Новое значение Startup <0>:

введите 1 (отобразить окно). Как результат, в дальнейшем при каждом запуске AutoCAD 2016 будет автоматически открываться окно **Начало работы**. Чтобы оно появилось именно сейчас, вам придется перезапустить AutoCAD 2016.

Подробные настройки делаются в режиме мастера. Они включают:

- настройку линейных единиц;
- настройку угловых единиц;
- настройку направления нулевого угла;
- настройку направления отсчета угла;
- настройку области рисования, неудачно называемую площадью.

Использовать команды **ЛИМИТЫ** и **ЕДИНИЦЫ** можно на любом этапе черчения, но оптимально — в начале.

Команда **ЛИМИТЫ** выдаст следующий запрос:

Левый нижний угол или [ВКЛ/ОТКЛ] <0.0000, 0.0000>:

Далее от вас потребуется ввести координаты верхнего правого угла экрана. При этом в командной строке появится запрос

Правый верхний угол <420.0000, 297.0000>:

Формат области построения соответствует в приведенном примере стандартному формату А3 (420×297 мм).

У первого запроса есть две опции:

1. ВКЛ — Включение контроля лимитов. Если контроль лимитов включен, то пользователь не может вводить точки, координаты которых выходят за лимиты сетки. Поскольку контроль относится только к указываемым точкам, фрагменты объектов могут оказаться за пределами лимитов сетки.

2. ОТКЛ — Отключение режима контроля лимитов. Текущие значения лимитов сохраняются и могут быть использованы при последующем включении режима контроля лимитов.

Команда **ЕДИНИЦЫ** выводит на экран диалоговое окно **Единицы чертежа**, в котором и настраиваются единицы измерения (линейные, угловые, направления).

Если требуется точно соблюдать размеры (включен контроль лимитов), то можно нарисовать ограничивающую рамку.

1.2.3. Режимы рисования

Предназначены для повышения точности и скорости построений с помощью мыши. Включаются кнопками в нижней части экрана. Режим считается включенным, если включена (нажата) соответствующая ему кнопка. Включение и выключение кнопки режима осуществляется щелчком левой кнопки мыши. Рассмотрим некоторые из кнопок режимов рисования.

Кнопка режима **АНЗВ** позволяет включать или выключать автоматическое наложение подразумеваемых (очевидных) зависимостей на строящиеся объекты (например, при построении прямоугольника все углы прямые).

Кнопка режима **ШАГ** дает возможность включать или выключать шаговую привязку к точкам невидимой сетки с определенным настраиваемым шагом (перемещение курсора по экрану осуществляется не

непрерывно, а только по узлам этой сетки) или угловую привязку (вблизи определенных углов перемещения курсора осуществляются только по сегментам с заданным шагом).

Кнопка режима **СЕТКА** позволяет включать или выключать отображаемую в чертеже сетку с настраиваемым шагом. Эта видимая сетка может не совпадать с невидимой сеткой, используемой в режиме **ШАГ**.

Кнопка режима **ОРТО** включает или выключает режим ортогональности. Если этот режим включен, то AutoCAD начинает корректировать вновь строящиеся прямолинейные сегменты отрезков и полилиний до вертикальных или горизонтальных.

Кнопка режима **ОТС-ПОЛЯР** включает или выключает полярное отслеживание, которое является расширением режима **ОРТО** на углы с некоторым настраиваемым шагом.

Кнопка режима **ПРИВЯЗКА** позволяет включать или выключать постоянное действие заданных функций объектной привязки (перечень одновременно действующих привязок настраивается).

При включении с помощью кнопки режима **ОТС-ОБЪЕКТ** объектного отслеживания система AutoCAD позволяет использовать полярное отслеживание от промежуточной точки, указываемой с применением объектной привязки.

Кнопка **ДИН** включает или выключает режим динамического отображения ввода. Если режим выключен, то вводимые или указываемые значения видны только в командной строке и не отображаются в графическом экране около курсора.

Кнопка режима **ВЕС** включает или выключает отображение весов элементов чертежа. Вес линий — это толщина, с которой объект должен быть выведен на принтер (плоттер). На графическом экране объекты отображаются без весов, если кнопка режима **ВЕС** выключена, и с весами — если включена.

Настройка параметров режимов рисования осуществляется с помощью команды **РЕЖИМРИС**, которая открывает диалоговое окно **Режимы рисования**.

1.2.4. Веса линий

Вес линий — это свойство, назначаемое для графических объектов, штриховок, выносок и размерных геометрий, которое позволяет получить более толстые затемненные линии.

Текущий вес линий назначается для всех новых объектов до тех пор, пока другой вес не будет выбран текущим. Помимо задания точного значения для веса линии можно установить параметры ПоСлою или ПоБлоку.

- Если установлен текущий вес линий ПоСлою, то все создаваемые объекты используют вес линий, присвоенный текущему слою.

- Если установлен текущий вес линий ПоБлоку, то объекты, пока они не объединены в блок, создаются с весом линий, установленным по умолчанию. Вставляемым в чертеж блокам присваивается текущий вес линий.

В чертеже веса линий можно включать и отключать. Если используемые веса линий представляются более чем одним пикселом, то время регенерации чертежа возрастает. Для оптимизации производительности можно отключить отображение веса линий в строке состояния. Данная опция не влияет на вывод весов линий при печати.

Для отображения или скрытия весов линий нажмите кнопку **Вес**. Вес линий не отображается в строке состояния по умолчанию. Нажмите кнопку **Адаптация** в строке состояния и выберите пункт **Вес линий**.

Для установки текущего веса линии выполните действия в следующей последовательности:

1. Перейдите на ленту **Главная | Свойства | Вес линий**.
2. В раскрывающемся списке **Вес линий** выберите **Вес линий**.
3. В диалоговом окне **Параметры весов линий** выберите в списке требуемый вес линий.

Можно использовать команды **ВЕСЛИН** и **УСТПОСЛОЮ**.

Для первой из них отображаются следующие запросы:

Отображение текущего значения веса линии

Если значение отличается от ПоСлою, ПоБлоку или ПоУмолчанию, оно отображается в миллиметрах или дюймах.

Вес линий по умолчанию

Значения веса линий могут выбираться из фиксированного ряда значений, среди которых есть специальные значения ПоСлою, ПоБлоку и Обычный. Численные значения весов линий могут выражаться в миллиметрах или дюймах. По умолчанию используются миллиметры. Если введено допустимое значение веса линий, то оно становится текущим значением. Если введено недопустимое значение веса линий, то текущим значением становится ближайшее допустимое значение.

Для настройки вывода на печать объектов с нестандартным весом линий можно воспользоваться стилями печати для управления весом линий, выводимых на печать. Значение веса линии Обычный задается системной переменной *LWDEFAULT*. Исходное значение 0,25 мм (0,01 дюйма). В пространстве модели нулевое значение веса линии соответствует линии толщиной в один пиксел, а при выводе на печать — наименьшей величине, обеспечиваемой используемым печатающим устройством.

?—Список весов линий

Вывод списка допустимых значений веса линий в текущих единицах.

Вызов команды **УСТПОСЛОЮ** позволяет переопределить свойства выбранных объектов на значение ПоСлою. Отображаются следующие запросы:

Объекты не выбраны

Выберите объекты

Задание объекта для наследования свойств слоя (ПоСлою).

Режимы

Отображение диалогового окна **Настройки УстПоСлою**, где можно выбрать свойства объекта, которым присваивается значение ПоСлою.

Объекты выбраны

Изменить ПоБлоку на ПоСлою ?

Задание изменения свойства ПоБлоку на ПоСлою.

Включая блоки ?

Задание применения изменений к блокам.

1.2.5. Масштабирование

2D-чертежи AutoCAD обычно создаются в пространстве модели в полном размере, т. е. в масштабе 1:1. Затем чертежи выводятся на печать в так называемом масштабе печати.

Для масштабирования объектов в пространстве модели используется команда **МАСШТАБ**. Запросы команды:

Выберите объекты

Определение объектов, размер которых требуется изменить.

Базовая точка

Определение базовой точки для масштабирования. Масштабирование выбранных объектов производится относительно базовой точки; это означает, что ее положение не изменяется.

Масштаб

Увеличение размеров выбранных объектов в указанное число раз. Для увеличения объектов следует задать значение, большее 1. Для уменьшения объектов следует задать значение в диапазоне 0–1. Кроме того, увеличивать или уменьшать объекты можно посредством перемещения курсора, удерживая нажатой левую кнопку мыши.

Копировать

Создание копии выбранных объектов для масштабирования.

Опорный отрезок

Масштабирование выбранных объектов относительно существующей и новой длины опорного отрезка.

Можно вывести чертеж на печать из пространства модели. Для этого выберите **Окно** в разделе **Область печати** диалогового окна **Печать**. Затем выберите область, которую требуется вывести на печать, и откройте ее в режиме предварительного просмотра, чтобы убедиться в том, что она отображается нужным образом. Тем не менее печать с листа (т. е. из пространства листа) обычно является предпочтительным вариантом.

Масштаб, как и параметры страницы в режиме модели, определен в текущем шаблоне чертежа. Изменить масштаб и параметры можно следующим образом.

1. Правой кнопкой мыши щелкните по области рисования и выберите **Параметры**.
2. При необходимости щелкните вкладку **Файлы**.
3. В древовидном меню разверните пункт **Настройки шаблона** и внесите изменения, необходимые для доступных объектов.

1.2.6. Точка

Для ввода точки используется команда **ТОЧКА**, единственным вводом которой является:

Текущие режимы точек: PDMODE = 0 PDSIZE = 0.0000
Укажите точку:

Режимы точек определяют форму (PDMODE) и размер (PDSIZE) маркера. Нулевые значения означают, что точка отображается в виде одного пикселя, поэтому ее фактически не видно на чертеже. Изменить это можно следующим образом.

- На ленте **Главная** в группе **Утилиты** выбрать пункт **Отображение точек**, который вызывает диалоговое окно **Отображение точек**, показанное на рис. 3.

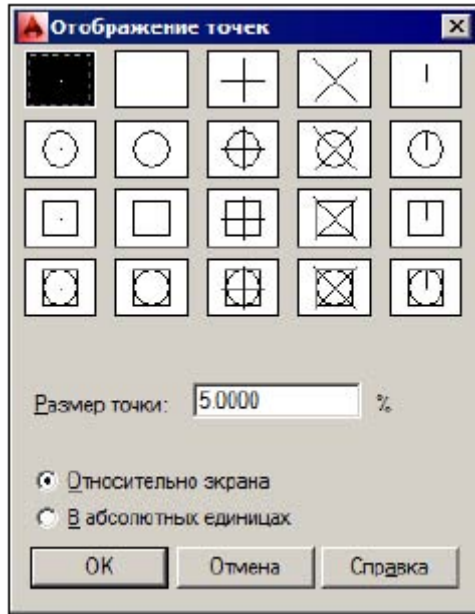


Рис. 3. Окно **Отображение точек**

- С помощью мыши отметить ту форму точки, которую вы хотите получить, и задать размер точки (предпочтительный размер составляет 5 %, как и показано на рисунке).

- Закрыть диалоговое окно, система автоматически перерисует ранее введенные точки чертежа.

Существует несколько способов задания координат точек.

1. Щелчок левой кнопкой мыши на экране.

2. Ввод с клавиатуры около курсора через запятую целых или вещественных абсолютных координат точки с префиксом #, например, #26,123.5. В приведенном примере заданы абсолютные координаты в миллиметрах. Обратите внимание, что, во-первых, при настройках по умолчанию координаты (и в дальнейшем размеры) указаны в единицах измерения, во-вторых, дробная часть всегда отделяется точкой.

3. Ввод с клавиатуры около курсора или в командной строке в относительных декартовых координатах с префиксом @. После префикса

задаются величины смещений по осям, которые могут принимать и отрицательные значения.

4. Ввод с клавиатуры около курсора или в командной строке в относительных полярных координатах (отсчет ведется от текущей точки). Имеет форму @**расстояние**<**угол**. Единицы измерения определяются настройками чертежа.

5. Ввод около курсора в абсолютных полярных координатах (отсчет ведется от начала координат). Имеет форму #**расстояние**<**угол**.

Задания

1. Запустить AutoCAD.
2. Если окно **Начало работы** не отображается, установить его отображение при запуске по умолчанию.
3. Создать чертеж на основании простейшего шаблона. Сохранить его.
4. Определить настройки чертежа: единицы измерения, размеры.
5. Создать чертеж с помощью мастера со следующими параметрами: размер бумаги A4, единицы линейные — миллиметры, угловые — радианы, направление отсчета углов по часовой стрелке. Сохранить данный чертеж.
6. На первом чертеже включить режим **ОРТО**, на втором — отключить данный режим.
7. Нарисовать по два отрезка под произвольным углом на каждом из чертежей. Просмотреть результат.
8. Включить режим веса линий. Для первого чертежа установить вес линий 1.0, для второго — 1.5. Просмотреть изменения.
9. На первом чертеже выполнить масштабирование одного из отрезков относительно некоторой точки в 4 раза. Точку выделить на чертеже с помощью произвольного маркера.
10. Предъявить результаты работы.

Работа 2. ПРОСТЕЙШИЕ ПРИМИТИВЫ. ОБЪЕКТНЫЕ ПРИВЯЗКИ И РЕЖИМЫ ЧЕРЧЕНИЯ

Простейшими объектами чертежа являются линейные объекты (отрезок, луч и прямая) и дуги окружности.

2.1. Отрезок

Отрезок — часть прямой, ограниченная двумя точками. Рисуется командой **ОТРЕЗОК**, а также инструментом, расположенным на ленте **Главная**. Параметры построения задаются либо с помощью ответов на запросы, либо в рабочей области.

Начальный запрос команды:

Первая точка:

Самый простой способ задания первой точки отрезка — указать ее с помощью мыши на видимой части графического экрана. Также можно воспользоваться одним из способов ввода координат точек с клавиатуры. Следующий запрос:

Следующая точка или [Отменить]:

Для третьей и последующих точек:

Следующая точка или [Замкнуть/Отменить]:

При движении курсора по экрану к предполагаемому положению конечной точки отрезка система AutoCAD, как и при запросе первой точки, динамически показывает запрос, но вместо текущих координат курсора отображает смещение относительно предыдущей точки. Для смещения вводятся расстояние и угол наклона строящегося отрезка относительно горизонтального направления оси X. Нажатие клавиши <Enter> вместо ввода приводит к прекращению рисования отрезка.

Часть запроса (опция, или параметр) на ввод второй точки заключена в квадратные скобки и имеет серый фон. Это означает, что можно или указать на экране следующую точку, или выбрать опцию (вариант следующего шага команды). Если вы выберете опцию **Отменить**, то AutoCAD отменит предыдущую точку и опять попросит начать с первой точки. Опция **Замкнуть** соединяет текущую точку с первой, формируя замкнутый контур.

Есть еще один вариант завершения команды **ОТРЕЗОК** вместо нажатия клавиши <Enter>. Можно поместить указатель мыши внутрь графического экрана и нажать правую кнопку мыши. При этом на месте, где находится курсор, появится контекстное меню, содержание которого зависит от выполняемой в данный момент команды.

Еще один вариант работы с опциями — использование клавиш <↑> и <↓>. В этом случае мы имеем возможность перемещаться по списку опций.

2.2. Луч и прямая

Луч — это примитив, бесконечный в одну сторону и начинающийся в некоторой точке. Для его построения служит команда **ЛУЧ**. Команда может быть вызвана с помощью пункта **Луч** меню **Рисование** или кнопки из панели **Рисование**.

Первый запрос команды:

Начальная точка:

После задания первой точки AutoCAD циклически запрашивает другие точки и строит лучи, проходящие из первой точки через остальные:

Через точку:

Окончание команды — нажатие клавиши `<Enter>` или правой кнопки мыши.

Прямые, в отличие от отрезков и лучей, — это линии, бесконечные в обе стороны. Для их построения используется команда **ПРЯМАЯ**, которая может быть вызвана из выпадающего меню **Рисование** пунктом **Прямая**, а также кнопкой из панели **Рисование**.

Первый запрос команды:

Укажите точку или [Гор / Вер / Угол / Биссект / Отступ]:

Если в этот момент вы укажете точку, то AutoCAD будет строить пучок прямых, проходящих через нее. Для фиксации положения прямой на плоскости достаточно двух точек, через которые она проходит, поэтому следующий запрос таков:

Через точку:

Можно задать несколько точек на плоскости, через которые пройдет пучок прямых.

Для окончания команды используйте клавишу `<Enter>` или правую кнопку мыши.

Следующие пять опций, которые вам доступны в начале работы команды, позволяют рисовать специальным образом расположенные прямые: горизонтальные (Гор); вертикальные (Вер); под определенным углом (Угол); образующие биссектрису некоторого угла, для которого нужно указать вершину и стороны (Биссект); параллельные другому линейному объекту, т. е. отрезку, лучу или прямой (Отступ).

Опция Гор выдает запрос

Через точку:

Необходимо задать точки, через которые пройдут горизонтальные прямые.

Аналогично работает и опция *Вер*.

При использовании опции *Угол* выдается запрос

Угол прямой (0) или [Базовая линия]:

В этот момент нужно задать угол наклона, измеряемый относительно горизонтали (положительного направления оси *X*). Если нажать клавишу *<Enter>*, то углом наклона будет нулевой. Угол можно задать числом (в действующих угловых единицах, обычно в градусах) или указав мышью одну точку. Система выдаст запрос

Вторая точка:

Необходимо задать другие точки, между которыми система AutoCAD построит невидимый отрезок и измерит угол наклона относительно положительного направления оси *X*.

Если использовать опцию *Базовая линия*, то AutoCAD выдаст следующий запрос:

Выберите линейный объект:

Нужно указать опорный линейный объект (отрезок, луч или прямую), относительно которого будет взят запрашиваемый далее угол наклона.

После задания угла появится знакомый нам запрос *Через точку:*, и вам необходимо будет указать точки (или точку), через которые пройдут прямые с заданным углом наклона.

Опция *Биссект* строит прямую, являющуюся биссектрисой угла, для которого нужно указать точку вершины, точки на первой и на второй сторонах (лучах) угла. Поэтому первый запрос системы таков:

Укажите вершину угла:

Следующий запрос о точке на первой стороне угла:

Точка на первом луче угла:

Затем выдается повторяющийся запрос о точке на второй стороне угла:

Точка на втором луче угла:

Если вы зададите несколько точек (и закончите ввод нажатием клавиши *<Enter>* или правой кнопки мыши), то будут построены биссектрисы углов, у которых одинаковые вершины и первая сторона угла, а вторые стороны угла будут меняться.

Опция *Отступ* строит прямые линии, параллельные отрезкам, лучам и другим прямым. При этом система выдает такой запрос:

Величина смещения или [Точка] *<Точка>*:

Здесь необходимо либо ввести число, которое станет расстоянием между параллельными линейными объектами, либо нажать клавишу `<Enter>`, если вы соглашаетесь с предлагаемой системой по умолчанию опцией.

Если вы указали величину смещения, то следующий запрос системы таков:

Выберите линейный объект:

Нужно указать отрезок, луч или прямую. Следующий запрос:

Укажите сторону смещения:

Поскольку к линейному объекту на плоскости могут быть построены две параллельные линии, то необходимо указать любую точку, расположенную по ту же сторону от базового линейного объекта, что и строящаяся параллельная линия.

Если в опции `Отступ` в ответ на запрос `Величина смещения` или `[точка]`: вы выбираете опцию `Точка`, то AutoCAD запрашивает:

Выберите линейный объект:

А затем просит точку, через которую нужно провести параллельную линию:

Через точку:

Вам нужно указать соответствующую точку. Система построит параллельную линию и затем опять повторит запрос `Выберите линейный объект:`, в ответ на который можно указать новый объект для параллельности или закончить команду (с помощью клавиши `<Enter>` или правой кнопки мыши).

2.3. Дуга

Дуга — это примитив, являющийся частью окружности. Для его построения используется команда `ДУГА`. Команда может быть вызвана из панели **Рисование** ленты и одноименной панели инструментов с помощью соответствующей кнопки.

Самый общий вариант команды позволяет построить любой из 11 вариантов дуг.

Первый запрос:

Начальная точка дуги или `[Центр]`:

В ответ можно задать начальную точку дуги или выбрать опцию `Центр`.

Если вы просто нажмете клавишу <Enter>, тогда в качестве начальной точки будет принята конечная точка последнего объекта чертежа (но только последнего среди отрезков, дуг и открытых полилиний) и AutoCAD будет строить дугу, касательную к этому объекту. После этого запрашивается конечная точка (центр и радиус дуги вычисляются по конечной точке и условию касания к объекту):

Конечная точка дуги:

После указания точки строится дуга, являющаяся продолжением предыдущего объекта.

Если в ответ на запрос Начальная точка дуги или [Центр]: вы вводите начальную точку, то система AutoCAD запрашивает:

Вторая точка дуги или [Центр/Конец]:

Если указать вторую точку, следует запрос

Конечная точка дуги:

В результате получается дуга, построенная по трем точкам. Вместо второй точки можно было выбрать опцию Центр, на что система AutoCAD запрашивает:

Центр дуги:

После указания точки центра следующий запрос:

Конечная точка дуги или [Угол/Длина хорды]:

Если указать конечную точку дуги, то AutoCAD ее подправляет, вычислив радиус дуги по первой точке и центру.

Есть еще два варианта завершения процесса построения дуги: Угол и Длина хорды.

При выборе опции Угол появляется запрос

Центральный угол:

Угол может быть введен со знаком с помощью клавиатуры или указан мышью.

Если вместо опции Угол выбрать опцию Длина хорды, то выдается запрос

Длина хорды:

Длина хорды может быть задана либо числом со знаком, либо точкой (в этом случае в качестве длины будет взято расстояние от начальной точки дуги до новой точки). Знак длины (а длина при вводе числа с клавиатуры может быть и отрицательной) влияет на направление обхода дуги.

2.4. Объектные привязки

Изменить порядок прорисовки серии объектов и способ их соединения можно с помощью функций объектной привязки, являющихся геометрическими ограничениями. К ним относятся:

- перпендикулярность (два линейных объекта должны быть взаимно перпендикулярны);
- параллельность (два линейных объекта должны быть параллельны);
- горизонтальность (линейный объект должен быть горизонтален в заданной системе координат);
- вертикальность (линейный объект должен быть вертикален в определенной системе координат);
- касательность (объекты должны касаться друг друга);
- сглаживание (G2) (сплайн должен стыковаться с другим объектом с сохранением непрерывности второй производной, т. е. угла касательной и радиуса кривизны);
- коллинеарность (линейные объекты должны лежать на одной прямой);
- концентричность (дуговые объекты должны иметь общий центр);
- симметрия (объекты должны быть симметричными относительно третьего линейного объекта);
- равенство (линейные объекты должны иметь равные длины, а дуговые — равные радиусы);
- совпадение (выбранные точки должны совпадать);
- фиксация (точка или объект не могут изменять положение).

Также на прорисовку влияет объектная привязка — способ связывания двух пересекающихся объектов. На панели инструментов **Объектная привязка** собраны следующие кнопки:

- отслеживание с помощью промежуточной точки;
- смещение от другой (вспомогательной) точки;
- конечная точка;
- средняя точка;
- точка пересечения двух объектов или их продолжений;
- точка мнимого пересечения двух объектов или их продолжений (точка пересечения одного объекта с проекцией другого объекта);
- точка продолжения линейного или дугового сегмента;
- центр дуги, окружности или эллипса;
- точка квадранта дуги, окружности или эллипса (это точки, расположенные на 0° , 90° , 180° и 270°);

- точка касания;
- перпендикулярно объекту;
- параллельно объекту;
- точка вставки текста, блока, внешней ссылки;
- узловая точка;
- ближайшая к объекту точка;
- без использования объектной привязки;
- вызов диалогового окна настройки постоянных режимов привязки.

Задания

На отдельных чертежах (при необходимости) выполнить построение следующих примитивов:

1. Построить отрезки, используя декартовы и полярные, относительные и абсолютные координаты:

1) от точки (15, 260) до точки (40, 350); от точки (140, 200) до точки (75, 300);

2) длиной 50 под углом 45° к горизонтали от точки (80, 150);

3) длиной 120 от точки (60, 80) под углом 35° к прямой, имеющей угол -20° к горизонтали и проходящей через точку (60, 30).

2. Построить углы и их биссектрисы по следующим данным:

1) с вершиной (20, 20) от горизонтальной опорной линии под углом 80° ;

2) с вершиной (80, 80), опорная линия проходит через точку (100, 120) под углом 130° ;

3) с вершиной (140, 140), опорная линия проходит через точку (170, 170) под углом 130° .

3. Построить треугольники по вершинам, провести медиану и высоту для точки В:

1) А (300, 100), В (30, 30), С (210, 200);

2) А(200, 100), В (280, 200), С (80,10);

3) А(20, 20), В (180, 170), С (200,10).

4. На четырех параллельных прямых с расстоянием между ними 20 отложить отрезки длиной 50 с помощью маркеров точек так, чтобы начало последующего находилось бы на одном уровне с концом предыдущего.

5. Построить дуги:

1) проходящую через точки:

- (150, 110), (145, 150), (200, 240);
 - (280, 50), (360, 200), (400, 120);
- 2) с центром (195, 185), конечные точки (130, 156) и (136, 221);
- 3) с конечными точками (183, 156) и (200, 188), угол 86°;
- 4) с начальной точкой (100, 80), центром (280, 200), углом 70°.

Работа 3. МНОГОУГОЛЬНИКИ, КРУГИ И ЭЛЛИПСЫ

3.1. Прямоугольник

Вычерчивание прямоугольников осуществляет команда **ПРЯМОУГ.**

Начальный запрос команды:

Первый угол или [Фаска / Уровень / Сопряжение / Высота / Ширина] :

Если указать точку, она станет первым углом будущего прямоугольника, для которого AutoCAD запросит точку противоположного угла, площадь, размеры или угол поворота:

Второй угол или [Площадь/Размер/поворот] :

Если указать вторую точку, то обе введенные точки станут точками одной из диагоналей прямоугольника.

Если вместо второй точки выбрать опцию Площадь, то система сначала запросит значение площади, а затем будет выведен запрос о том, какой из размеров (длина или ширина) следует ввести (второй будет вычислен по площади).

Если выбрать опцию Размеры, то последуют запросы длины и ширины прямоугольника.

После ввода обоих размеров система AutoCAD снова запрашивает вторую точку прямоугольника, указание которой является только заданием ориентации прямоугольника, поскольку первая точка и размеры уже известны. Опция поворот позволяет задать угол поворота строящегося объекта относительно горизонтальной оси.

Опции начального запроса:

- Фаска — задание длин фаски в каждом углу прямоугольника;
- Сопряжение — задание радиуса сопряжения углов прямоугольника;
- Уровень — задание уровня для построения прямоугольника, смещенного по оси Z трехмерного пространства (для трехмерных построений);

- **Высота** — задание высоты для построения прямоугольника, выдвинутого вдоль оси *Z* трехмерного пространства (для трехмерных построений);

- **Ширина** — задание ширины полилинии, которой на самом деле является строящийся прямоугольник.

Если пользователь при работе с данным чертежом задает какие-то опции, то они запоминаются и выводятся на экран при новом обращении в качестве параметров по умолчанию.

3.2. Многоугольники

Команда **МН-УГОЛ** рисует правильный многоугольник либо по конечным точкам одной стороны, либо по точке центра и радиусу вписанной или описанной окружности.

Первый запрос команды **МН-УГОЛ**:

Число сторон <4>:

Здесь вам нужно задать число сторон многоугольника (в скобках в качестве подсказки число сторон в предыдущем вызове команды **МН-УГОЛ**; в первый раз предлагается 4).

Следующий запрос:

Укажите центр многоугольника или [Сторона]:

Если вы выбираете опцию Сторона, то система AutoCAD запрашивает две конечные точки стороны многоугольника и по ним строит многоугольник. Если вы вместо опции указываете точку, то система запрашивает, каким образом будет задан размер многоугольника:

Задайте параметр размещения [Вписанный в окружность/Описанный вокруг окружности] <В>:

При ответе В многоугольник вписывается в некоторую окружность, при ответе О — описывается вокруг окружности. Следующий запрос о величине радиуса окружности, в которую вписывается или около которой описывается многоугольник:

Радиус окружности:

3.3. Круг и кольцо

Для рисования окружности выполняется команда **КРУГ**, для рисования кольца — **КОЛЬЦО**.

Запросы рисования окружности:

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

Если вы в ответ на этот запрос указываете точку, то она становится центром будущей окружности и выдается следующий запрос:

Радиус круга или [Диаметр]:

Радиус можно задать и точкой (AutoCAD измерит расстояние от центра окружности до новой точки и возьмет его в качестве радиуса.

Если выбрать опцию Диаметр, то выдается запрос на ввод диаметра:

Диаметр круга:

Диаметр можно задать числом или указанием точки (AutoCAD в этом случае измеряет расстояние от ранее указанного центра до новой точки и берет это расстояние в качестве величины диаметра).

Если в самом начале команды **КРУГ** вместо центра окружности выбрать опцию 3Т, то AutoCAD будет строить окружность по трем точкам плоскости. Поочередно выводятся запросы на первую, вторую и третью точки, и после правильного их указания (а они не должны лежать на одной прямой) окружность появляется на экране. Если выбрана опция 2Т, то тогда запрашиваются всего две точки, но считается, что обе точки являются концами диаметра будущей окружности. Система AutoCAD выдает также запросы

Первая конечная точка диаметра круга:

и

Вторая конечная точка диаметра круга:

Опция ККР позволяет построить окружность, касающуюся двух других объектов и имеющую заданный радиус. Первый запрос:

Укажите точку на объекте, задающую первую касательную:

В тот момент, когда вы подводите курсор к выбранному объекту, система AutoCAD показывает его обнаружение подсказкой **Задержанная касательная**. Это означает, что точная точка касания к объекту будет вычислена позднее. Второй запрос:

Укажите точку на объекте, задающую вторую касательную:

Третий запрос:

Радиус круга:

Радиус можно задать числом или двумя точками, расстояние между которыми и станет его величиной. Если построение с указанными данными невозможно, то система выдает соответствующее сообщение.

Запросы при рисовании кольца проще. Первый запрос:

Внутренний диаметр кольца <0.5000>:

Второй запрос:

Внешний диаметр кольца <1.0000>:

После задания обоих диаметров размеры кольца уже могут быть вычислены, и AutoCAD в цикле задает вопрос о точке центра для группы колец одного размера:

Центр кольца или <выход>:

3.4. Эллипс и его дуга

Для рисования эллипсов и эллиптических дуг используется команда **ЭЛЛИПС**.

Первый запрос:

Конечная точка оси эллипса или [Дуга/Центр]:

Для рисования эллипса указываем одну из конечных точек эллипса или выбираем опцию Центр, для эллиптических дуг выбираем опцию Дуга.

Для рисования эллипса по осям далее указываем вторую конечную точку оси. Затем потребуются ответить на запрос

Длина другой оси или [Поворот]:

Система AutoCAD по первым точкам вычисляет центр эллипса. Если указать третью точку, то система вычислит расстояние от центра до этой точки, возьмет его в качестве длины второй полуоси и построит по этим данным эллипс. Если в последнем случае вместо длины второй оси выбрать опцию Поворот, то эллипс будет построен как проекция окружности, повернутой в пространстве относительно главной оси на указанный вами угол. Отношение длин полуосей вычисляется как величина косинуса введенного угла.

Если в ответ на запрос первой точки выбрать опцию Центр, то запрашиваются:

Центр эллипса

Конечная точка оси:

Длина другой оси или [Поворот]

Для построения эллиптической дуги нужно в ответ на запрос первой точки выбрать опцию Дуга. Далее следуют запросы:

Конечная точка оси эллиптической дуги или [Центр]:

Вторая конечная точка оси:

Длина другой оси или [Поворот]:

Начальный угол или [Параметр]:

Конечный угол или [Параметр/Внутренний угол]

Можно задать конечный угол или ввести внутренний угол дуги. Выбрав опцию Параметр, вы задаете углы с помощью значения параметра в параметрическом векторном уравнении эллипса.

Задания

1. Построить прямоугольники (если вершина не указана, то подобрать самостоятельно так, чтобы не загромождать чертеж):

- 1) по вершинам (50, 240) и (280, 110);
- 2) с вершиной (60, 70) и размерами 80 на 60.

2. Построить правильный многоугольник по следующим данным:

- 1) число сторон 8, с центром (200, 200), описанный около окружности радиуса 90;
- 2) число сторон 12, сторона (10, 80) – (150, 180);
- 3) число сторон 13, центр (300, 300), радиус вписанной окружности 80.

3. Нарисовать окружность с центром (250, 200) радиуса 100.

4. Построить окружности по двум и трем точкам:

- 1) (200, 150), (300, 280);
- 2) (100, 100), (300, 200), (270, 250).

5. Построить окружность радиуса 80, касающуюся двух прямых, пересекающихся в точке (150, 300) под углом 45° .

6. Построить кольцо в произвольной точке экрана с радиусами: внутренний — 100 и внешний — 130.

Работа 4. ПОЛИЛИНИЯ

Полилиния — это составной примитив из одного или нескольких связанных между собой прямолинейных и дуговых сегментов. Полилиния обрабатывается как единое целое.

Для рисования полилинии служит команда **ПЛИНИЯ**, которая может быть вызвана с помощью кнопки из панели **Рисование** ленты **Главная** и одноименной панели инструментов или с помощью пункта меню **Рисование | Полилиния**.

Первый запрос системы при выполнении команды:

Начальная точка:

Нужно указать начальную точку полилинии. Следующий запрос более сложный:

Текущая ширина полилинии равна 0.0000
Следующая точка или [Дуга / Полуширина / длИна/
Отменить / Ширина] :

Полилиния — один из немногих объектов, которые могут иметь ненулевую ширину. Ширина предыдущей полилинии запоминается и предлагается в качестве ширины по умолчанию для следующей. Об этом AutoCAD информирует вас сообщением Текущая ширина полилинии.

Если в этот момент указать точку в рабочей области, то она станет второй точкой линии. Далее система AutoCAD с каждой точкой будет повторять предыдущий запрос, но уже после второй точки к нему добавится опция Замкнуть:

Следующая точка или [Дуга / Замкнуть / Полуширина / длИна / Отменить / Ширина] :

Таким образом, можно последовательно указать несколько точек, которые станут вершинами ломаной линии (полилинии, состоящей из одних прямолинейных сегментов). Кроме указания точек, можно выбрать следующие опции:

- Дуга — переход в режим рисования дуговых сегментов полилинии;
- Замкнуть — добавление еще одного прямолинейного участка, замыкающего полилинию (одновременно команда **ПЛИНИЯ** завершается);
- Полуширина — задание ширины, но в терминах полуширины (например, требуемая полная ширина линии 10 задается полушириной 5);
- длИна — построение сегмента, являющегося продолжением предыдущего участка с заданной длиной, при этом длину можно задать числом или точкой;
- Отменить — отмена последней операции в команде **ПЛИНИЯ**;
- Ширина — задание ширины очередного сегмента полилинии (причем ширина в начале участка может не совпадать с шириной в конце участка); ширина распределяется поровну по обе стороны от оси полилинии, на которой лежат вершины (точки) полилинии.

В случае перехода в режим рисования дуг (опция Дуга) AutoCAD предлагает следующий выбор:

Конечная точка дуги или [Угол / Центр / Замкнуть / Направление / Полуширина / Линейный / Радиус / Вторая / Отменить / Ширина] :

В этот момент после указания конечной точки дуги система AutoCAD строит дуговой сегмент, касающийся предыдущего участка полилинии. Опции задают:

- Угол — величину центрального угла для дугового сегмента;
- Центр — центр для дугового сегмента;
- Замкнуть — замыкание полилинии с помощью дугового сегмента;
- Направление — направление касательной для построения дугового сегмента;
- Полуширина — полуширину для следующего сегмента;
- Линейный — режим рисования прямолинейных сегментов (выход из режима рисования дуг);
- Радиус — радиус для дугового сегмента;
- Вторая — вторую точку для построения дугового сегмента по трем точкам;
- Отменить — откат в построении внутри команды **ПЛИНИЯ**;
- Ширина — ширину для следующего сегмента.

Способы построения дуговых сегментов аналогичны способам построения дуг команды **ДУГА**. В любой момент можно из режима рисования прямолинейных сегментов перейти в режим рисования дуговых сегментов, и наоборот. Также в любой момент можно задать новую ширину или полуширину для следующего сегмента полилинии. Можно отметить следующие особенности полилинии, по сравнению с более простыми примитивами (отрезками и дугами):

- полилиния является единым объектом, что удобно для операций удаления или редактирования (например, построения параллельного контура);
- полилиния удобна для рисования жирных (основных) линий чертежа;
- переменная ширина сегментов полилинии может быть использована для графических эффектов (построения стрелок и т. п.).

4.1. Расчленение полилинии

Полилиния является сложным объектом. Однако в любое время она может быть преобразована в группу отрезков и дуг, из которых составлена. Это выполняется с помощью команды **РАСЧЛЕНИТЬ**, которую можно вызвать кнопкой из панели **Редактирование** ленты и

одноименной панели инструментов или пунктом **Расчленить** в выпадающем меню **Редактировать**.

При расчленении теряется информация о ширине, так как получающиеся отрезок и дуги не могут иметь ширину.

4.2. Объединение в полилинию

В системе имеется возможность объединения в полилинию ранее нарисованных последовательно связанных отрезков и дуг.

Для этого используется команда **ПОЛРЕД**, которой соответствует кнопка из панели **Редактирование** ленты и панели инструментов **Редактирование-2**, а также пункт выпадающего меню **Редактировать | Объект | Полилиния**.

Первый запрос команды **ПОЛРЕД**:

Выберите полилинию или [Несколько] :

Укажите первый из отрезков, которые будут объединены. Система AutoCAD обнаруживает, что отмеченный объект не является полилинией, и выдает следующий запрос:

Выбранный объект – не полилиния. Сделать его полилинией? <Д> :

Нажмите клавишу <Enter> или введите Д, тогда выбранный отрезок преобразуется в полилинию из одного сегмента и будет готов присоединить к себе другие отрезки. Далее последует запрос

Задайте параметр [Замкнуть / Добавить / Ширина / Вершина / Сгладить / Сплайн / Убрать сглаживание / Типлин / oБратить / Отменить] :

Если необходимо добавить дугу или отрезок, выберите **Добавить**. Следующий запрос будет циклически повторяться:

Выберите объекты:

Укажите присоединяемые примитивы (дуги или отрезки), щелкая левой кнопкой мыши поочередно на каждом из них, и завершите выбор объектов нажатием клавиши <Enter>.

Система AutoCAD присоединит к полилинии сегменты и выдает сообщение об этом:

Добавлено сегментов :

Далее AutoCAD повторяет запрос

Задайте параметр [Замкнуть / Добавить / Ширина / Вершина / СГладить / Сплайн / Убрать сглаживание / Типлин / oБратить / Отменить] :

На данный запрос следует ответить нажатием клавиши <Enter>, завершая команду **ПОЛРЕД**.

Задание

Нарисовать чертеж, используя полилинию, по образцу рис. 4.

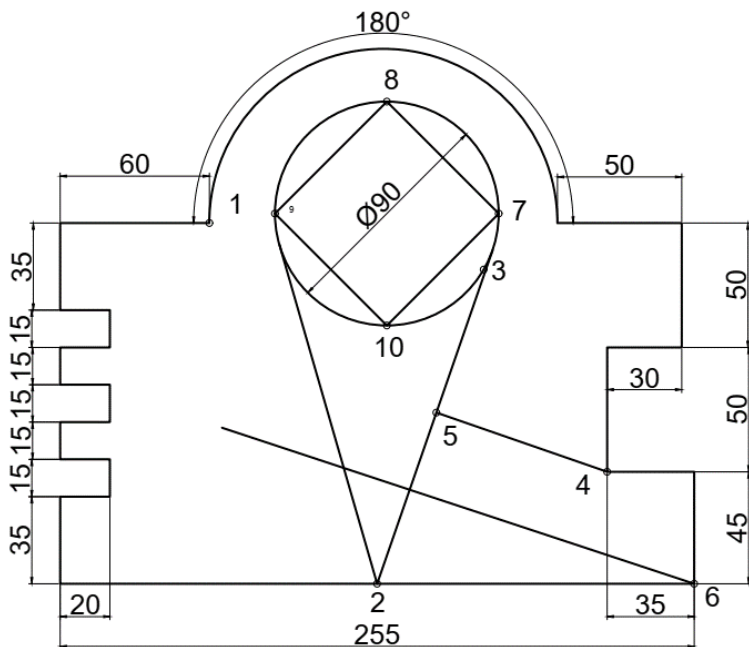


Рис. 4. Образец чертежа для рисования полилинии

Контур должен иметь толщину 1, рисование ведется на листе формата А3, размеры заданы в миллиметрах.

Предварительная подготовка к построению включает:

- задание пределов рабочей области 420 на 297 мм с помощью команды **ЛИМИТЫ**;
- проверку единиц черчения (команда **ЕДИНИЦЫ**);
- задание объектной привязки **Конточка** для внешнего контура;
- включение режима ортогональности для внешнего контура.

Само черчение выполняется следующим образом:

1. Построить контур из отрезков, начиная с точки 1, в направлении, указанном стрелкой, от дуги.
2. Построить дугу, используя команду **ДУГА** (параметры — начало, конец, угол), задав ее начальную и конечную точки объектной привязкой **Конточка**, а угловое содержание — числом.
3. Построить окружность, используя команду **КРУГ**, задав ее центр объектной привязкой как центр дуги.
4. Из точки 2 (середины отрезка) построить две касательные линии к окружности.
5. Соединить четыре квадрантные точки окружности (7–8–9–10–7).
6. Опустить из точки 4 перпендикуляр на отрезок 2–3.
7. Из точки 6 провести отрезок, параллельный отрезку 4–5, длиной 200.

Работа 5. РАССТАНОВКА РАЗМЕРОВ

Операции нанесения размеров, допусков и выносных линий (выносков) выполняются с помощью команд, которым соответствуют пункты выпадающего меню **Размеры**, кнопки ленты **Аннотации** | **Размеры** и кнопки панели инструментов **Размер**.

По умолчанию в AutoCAD все размеры создаются ассоциативными, т. е. зависимыми от объектов, к которым данные размеры привязаны. Это означает, что при редактировании основного объекта будут автоматически изменяться и все связанные с ним размеры.

Предусмотрено несколько команд простановки размеров.

Первая команда — **РЗМЛИНЕЙНЫЙ** предназначена для установки линейных размеров.

Рассмотрим ее на примере.

На стандартном листе формата А4 в масштабе 1:1 постройте прямоугольник с верхней левой точкой (100, 100) со сторонами 300 и 230 (введите команду **ПРЯМОУГ**, на первый запрос введите #100, 100, на второй выберите опцию **Размеры**, далее последовательно введите числа 300 и 230).

В окне команд введем команду **РЗМЛИНЕЙНЫЙ**.

Первый запрос:

Начало первой выносной линии или <выбрать объект>:

Данный запрос определяет два возможных режима построения размерной линии.

При использовании первого режима размерная линия строится как привязанная к двум точкам объекта. Требуется ответить на запросы:

Начало второй выносной линии:

и

Положение размерной линии или [Мтекст / Текст / Угол / Горизонтальный / Вертикальный / Повернутый]:

Опции последнего запроса имеют следующий смысл:

Мтекст — ввести более сложный размерный текст, использующий возможности мультитекста (в том числе со вставкой поля);

Текст — ввести размерный текст, отличный от текста, предлагаемого по умолчанию;

Угол — задать угол поворота размерного текста относительно размерной линии;

Горизонтальный — проставить горизонтальный размер;

Вертикальный — нанести вертикальный размер;

Повернутый — проставить повернутый (наклонный) размер;

AutoCAD запросит: Угол поворота размерной линии:, при этом угол можно будет задать числом на клавиатуре или снова указать две точки по концам измеряемого объекта, и система вычислит требуемый угол поворота.

При использовании второго режима нужно указать отрезок, дугу, круг или сегмент полилинии. Система AutoCAD по объекту сама вычисляет конечные точки (для круга — крайние точки по горизонтали или по вертикали) и далее выдает обычный запрос о положении размерной линии и сопутствующих опциях.

В нашем случае (для простановки ширины и высоты прямоугольника) способ простановки размеров роли не играет (возможные варианты ввода — в качестве начала первой линии выберите одну из вершин прямоугольника, затем выберите соседнюю вершину или сторону). Для сложных объектов предпочтительнее второй способ.

Для упрощения простановки линейных размеров используется команда **РЗМПАРАЛ**, которая позволяет проставить линейный размер параллельно выбранному отрезку или двум указанным точкам.

Длина дуги проставляется с помощью команды **РЗМДУГИ**, радиус и диаметр окружности — **РЗМРАДИУС** и **РЗМДИАМЕТР**.

Задания

1. С помощью стандартных примитивов создать следующие геометрические объекты и проставить их размеры (рис. 5):

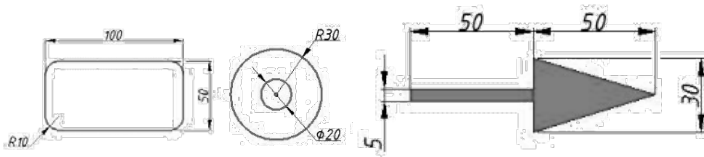


Рис. 5. Примитивы для расстановки размеров

В первом случае используйте команду **ПРЯМОУГ**. Обратитесь к параметрам **Сопряжение** и **Размеры**.

Для выполнения второго задания используйте команду **КРУГ** по центру и радиусу, а также по центру и диаметру.

Стрелку начертите с использованием команды **ПЛИНИЯ**. Задайте параметр **Ширина**.

2. Построить фигуры с указанием размеров (рис. 6).

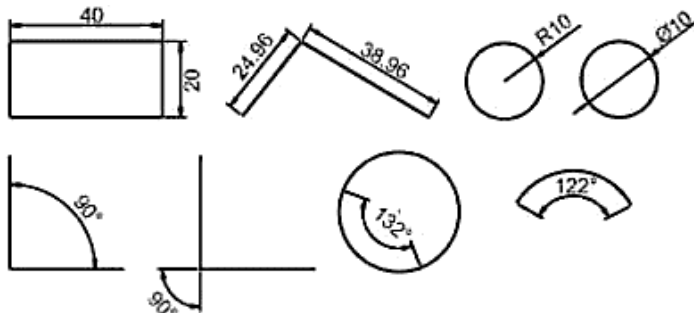


Рис. 6. Образцы фигур для нанесения размеров

3. Для чертежа из предыдущей работы расставить размеры (можно использовать предыдущую работу).

Работа 6. МУЛЬТИЛИНИЯ. РЕДАКТИРОВАНИЕ МУЛЬТИЛИНИИ

Мультилиния (многоэлементная линия) представляет собой набор параллельных линий, создающихся одновременно с помощью одной команды. Количество линий, составляющих мультилинию, может варьироваться от 2 до 16.

Построение мультилиний в AutoCAD осуществляется с помощью команды **МЛИНИЯ**, вызвать которую можно одним из следующих способов:

- из строки меню **Рисование** | **Мультилиния**;
- вводом в командную строку **МЛИНИЯ**.

Первый запрос команды:

Текущие настройки: Расположение = Верх, Масштаб = 20,00, Стиль = Стандарт Начальная точка или [Расположение/Масштаб/Стиль] :

Далее можно либо сразу приступить к построению мультилинии с параметрами, установленными по умолчанию (верхняя строка запроса), либо можно изменить эти параметры, выбрав одну из опций:

Расположение – выбрав данную опцию, вы сможете указать, как должна строиться мультилиния:

- **Центр** — мультилиния строится путем указания начальной и конечной точек оси мультилинии (условной невидимой линии, проходящей через ее центр);

- **Верх и Низ** — мультилиния строится путем указания начальных и конечных точек крайней верхней или крайней нижней линии мультилинии;

- **Масштаб** — опция, позволяющая изменить общую ширину мультилинии относительно стандартного размера. Стандартный размер устанавливается для каждого стиля индивидуально в настройках стиля;

- **Стиль** — позволяет задать другой стиль для мультилинии.

Стили создаются при помощи команды **МЛСТИЛЬ**, вызывающей специальное диалоговое окно, позволяющее визуальнo сконструировать или изменить стиль мультилинии.

Задание

Нарисовать план этажа здания с лестницей (рис. 7).

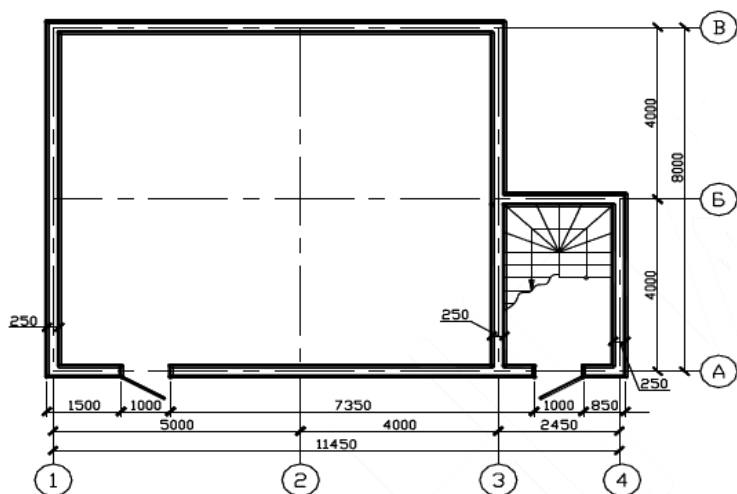


Рис. 7. План этажа

1. Подготовка чертежа:

1.1. Назначить границы чертежа с 0,0 до 42000, 29700.

1.2. Задать и включить сетку с интервалом 1000.

1.3. Показать все поле чертежа (**Зуммирование / Все**).

1.4. Зафиксировать объектные привязки пер и кон.

1.5. Задать угловой шаг для полярного отслеживания 30° .

1.6. Включить режим **ОРТО** или режим полярного отслеживания.

1.7. Создать слои разного цвета с именами: *ВСПОМ* — для вспомогательных линий, *ОСИ* — для осей (тип линии *ОСЕВАЯ*), *ЛЕСТНИЦА* — для лестницы, *СТЕНЫ* — для стен (толщина линии 0.6).

2. Черчение вспомогательных линий построения:

2.1. В слое *ВСПОМ* начертить с помощью команды **ПРЯМАЯ** горизонталь и вертикаль.

2.2. Раскопировать горизонтальную линию вниз командой параллельного размножения **СМЕЩЕНИЕ** в соответствии с заданием.

2.3. Раскопировать вертикальную линию вправо командой параллельного размножения **СМЕЩЕНИЕ**.

3. Черчение стен:

3.1. Начертить стены в слое *СТЕНЫ* в соответствии с заданием командой **МЛИНИЯ** с настройками: Расположение — центр, Масштаб – 250, Стилль — STANDARD.

3.2. Отредактировать стыки стен командой **МЛРЕД** (Редактирование мультилинии).

3.3. Создать ПСК с началом в точке 1 (меню **Сервис | Новая ПСК | Начало**).

3.4. «Вырезать» дверные проемы командой **МЛРЕД**.

4. Формирование дверей:

командой **ОТРЕЗОК** начертить в проемах двери (включив Полярное отслеживание с настройкой угла 30°).

5. Формирование лестницы:

5.1. Начертить заготовку для лестницы в слое *ЛЕСТНИЦА* — вертикальную линию длиной, равной ширине лестничного марша, 1100.

5.2. Круговым массивом размножить ступени на угол 90° (команда **МАССИВ**).

5.3. Командой **УДЛИНИТЬ** растянуть линии ступеней до стен.

5.4. Прямоугольным массивом размножить ступени вниз со смещением в ширину ступени 300 (команда **МАССИВ**).

5.5. Командой зеркального отображения **ЗЕРКАЛО** сформировать лестницу целиком. Удалить лишние ступени.

5.6. Показать направление подъема стрелкой.

Стрелку можно начертить командой размера **МВЫНОСКА**, предварительно настроив длину стрелки и количество точек поворота в команде **Формат | Стилль мультивыноски**.

5.7. Командой **ПЛИНИЯ** сформировать ломаную линию.

5.8. Командой **ПОЛРЕД** (опция СП) сгладить ломаную.

5.9. Командой **ОБРЕЗАТЬ** отрезать лишние части отрезков ступеней лестницы.

6. Формирование осей:

6.1. Начертить одну ось в слое *ОСИ* поверх вспомогательной линии (команда **ОТРЕЗОК**).

6.2. Начертить окружность радиуса .800 по двум точкам диаметра (команда **КРУГ**).

6.3. Вписать внутрь окружности текст «1» высотой шрифта 500 (**ДТЕКСТ | Выравнивание: сЕредина**).

6.4. Раскопировать ось с окружностью и с текстом по всем точкам пересечения осей (команда **КОПИРОВАТЬ**).

6.5. Изменить обозначение осей (текст) с помощью команды **ДИАЛРЕД**.

Работа 7. БЛОКИ

Блок — это объект или набор объектов, который имеет индивидуальное имя и воспринимается как один объект. Блок имеет базовую точку и может применяться для вставки в любое место чертежа, причем в процессе вставки возможен его поворот и масштабирование с различными коэффициентами по разным осям. Блок может содержать атрибуты — переменные надписи, задаваемые пользователем. Прimitив, который образуется от операции вставки блока, называется вхождением блока. В чертеже может быть любое количество вхождений одного и того же блока.

Блоки могут быть статическими и динамическими. Динамический блок — это двумерный параметрический объект, изменение параметров которого приводит к появлению на чертеже похожего объекта, но с другими размерами, углами наклона внутренних элементов, их количеством и т. д. Статические блоки с помощью специального редактора можно превратить в динамические. Динамические блоки при необходимости можно вернуть к их первоначальному статическому состоянию.

Для того чтобы образовать определение блока, нужно применить команду **БЛОК** (рис. 8).

В поле раскрывающегося списка **Имя** нужно ввести имя создаваемого (или изменяемого) определения блока. Длина имени — до 255 символов, могут быть проблемы с русскими именами и пробелами.

Область **Базовая точка** предназначена для задания базовой точки блока (на эту точку блок будет позиционироваться на поле чертежа при вставке). Координаты точки можно ввести с клавиатуры, заполнив поля **X**, **Y** и **Z**, можно щелкнуть мышкой.

Флажок **Указать на экране** позволяет отложить указание базовой точки до закрытия окна, для чего будет задан вопрос о ее указании.

В списке **Описание** можно ввести комментарий к создаваемому определению блока.

Кнопка **Гиперссылка** позволяет связать с блоком гиперссылку.

Если установить флажок **Открыть** в редакторе блоков, то сразу после закрытия окна **Определение блока** откроется окно редактора динамических блоков.

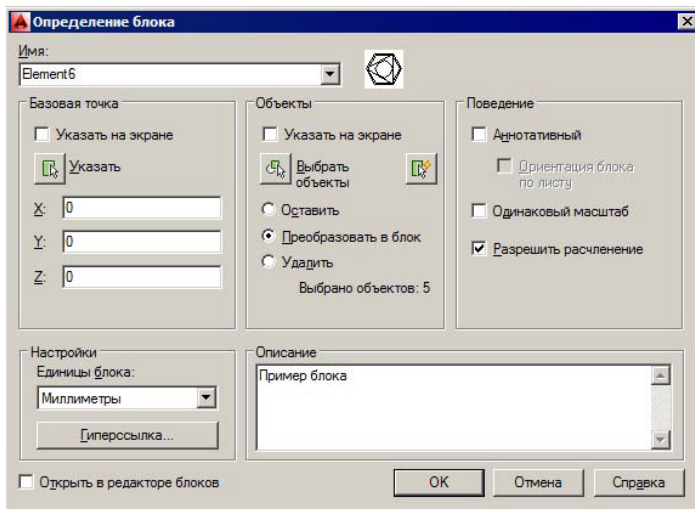


Рис. 8. Окно **Определение блока**

Команда **ВСТАВИТЬ** вызовет диалоговое окно **Вставка блока**, показанное на рис. 9.

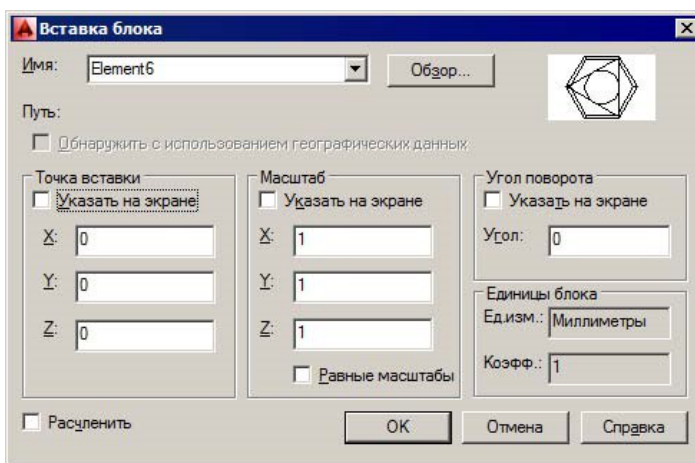


Рис. 9. Окно **Вставка блока**

Данное окно позволяет вставлять в текущий чертеж определенные в нем статические и динамические блоки (а также DWG-файлы других чертежей).

В области **Точка вставки** нужно задать точку текущего чертежа, с которого будет совмещена базовая точка блока. Если установить флажок **Указать на экране**, то после закрытия окна точка вставки будет отдельно запрошена системой. Если этот флажок сброшен, то для ввода доступны поля **X**, **Y** и **Z**, в которых необходимо заполнить координаты точки вставки. Чаще всего используется указание точки на экране. Для двумерных чертежей параметр поля **Z** задается нулевым.

Область **Масштаб** предназначена для ввода по каждой из трех осей масштабных коэффициентов, с которыми блок будет вставляться. Если все три масштабных коэффициента (по осям **X**, **Y** и **Z**) равны 1, то блок будет вставлен с теми же размерами, какие были у объектов, использованных в определении блока. Если по какой-то оси масштабный коэффициент меньше 1, то блок при вставке сжимается вдоль этой оси, если больше 1 — растягивается с таким коэффициентом. Масштабные коэффициенты могут быть и отрицательными (тогда изображение блока по данной координате переворачивается).

В области **Угол поворота** задается угол поворота блока относительно точки вставки (положительные значения — при повороте против часовой стрелки). Если значение угла поворота будет равно нулю, то блок не поворачивается.

Установка флажка **Указать на экране** означает, что после закрытия диалогового окна угол будет указан мышью.

Поле **Угол** используется для задания угла числом с помощью клавиатуры. В области **Единицы блока** показано, какие единицы измерения и коэффициент пересчета размеров были заданы в определении блока. При этом поле **Коэфф.** отображает дополнительный масштабный коэффициент для вставки.

Последний флажок — **Расчленить**, расположенный в левом нижнем углу диалогового окна **Вставка блока**, предназначен для расчленения блока сразу после его вставки. В этом случае изображение блока вставляется с заданными параметрами масштабных коэффициентов и угла и тут же раскладывается на отдельные примитивы. Изображение вставленного блока при этом уже не будет единым объектом (т. е. не будет вхождением блока).

С помощью редактора блоков можно преобразовать двумерный статический блок в динамический.

Для вызова редактора блоков следует воспользоваться командой **БЛОКРЕД**.

Команда **БЛОКРЕД** открывает диалоговое окно **Редактирование определения блока** (рис. 10). В этом окне необходимо выбрать имя блока, который должен стать динамическим (или у которого необходимо изменить динамические свойства).

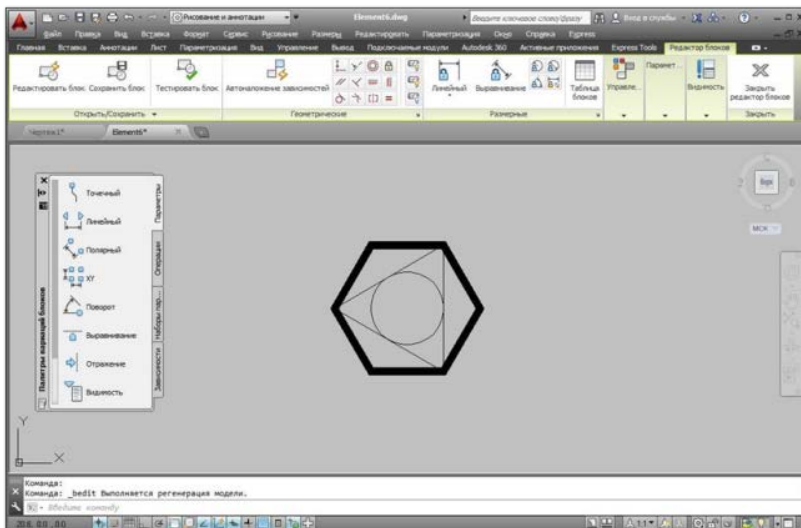


Рис. 10. Окно **Редактирование блока**

Вслед за выбором блока система AutoCAD переходит в режим задания (редактирования) динамических свойств блока.

Доступны следующие палитры ограничений блоков:

Параметры — выбор параметров, с которыми будут связаны операции редактирования; задание местоположения ручек параметров и выбор названий и расположения ярлыков параметров;

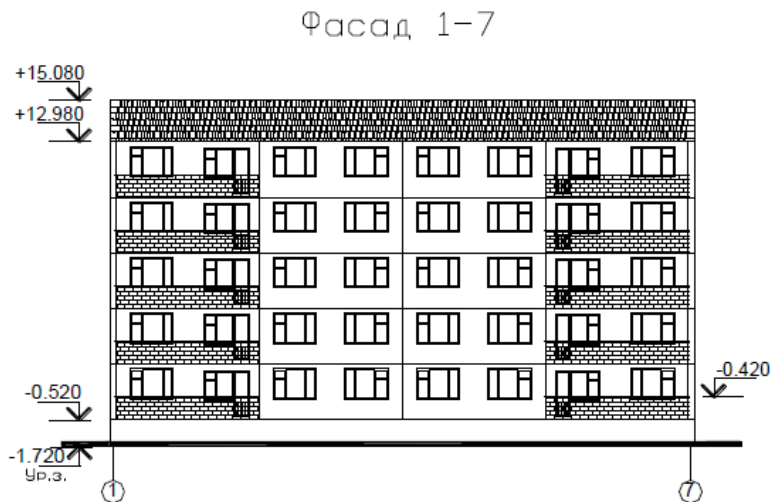
Операции — выбор операций, которые можно применять к параметрам;

Наборы параметров — задание наборов параметров с автоматическим добавлением определенных операций;

Зависимости — наложение геометрических и размерных зависимостей на элементы блока.

Задание

Используя блоки, нарисовать чертеж фасада здания (рис. 11).



1. Создать рабочую среду:

- назначить границы чертежа с 0,0 до 42000,29700;
- задать и включить сетку с шагом 1000;
- показать все поле чертежа (**Зуммирование | Все**);
- зафиксировать объектные привязки **КОНТОЧКА**;
- включить ортогональное черчение, объектное отслеживание.

2. Создать блок *ОКНО1* (рис. 12).

Начертить окно по часовой стрелке в соответствии с размерами (размеры не проставлять), используя команду **МЛИНИЯ** (Расположение = Верх, Масштаб = 70.00, Стилль = STANDARD). Рекомендуется сначала начертить внешний контур рамы, а затем, пользуясь режимом объектного отслеживания, перекладины.

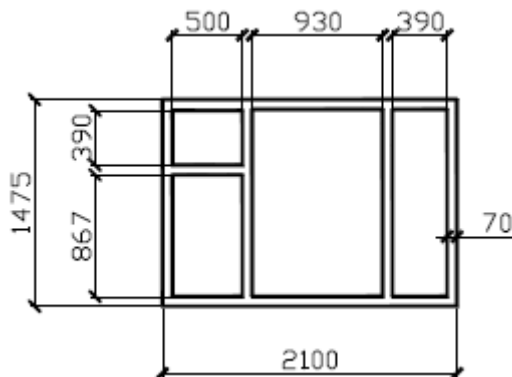


Рис. 12. Блок *ОКНО1*

3. Сформировать аналогичным образом блок *ОКНО2*, исключив из блока *ОКНО1* правую фрамугу.

4. Сформировать основную панель.

Сформировать блок *PANEL* (рис.13) в виде прямоугольника с размерами 3000 (высота) на 6500.

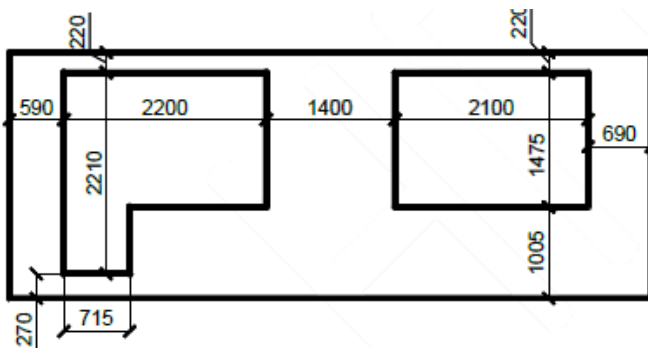


Рис. 13. Блок *PANEL*

Вставить в оконный проем панели из внутренней библиотеки созданный блок с окном без масштабирования и поворота (**ВСТАВКА | БЛОК**).

Вставить во второй оконный проем панели блок с окном с коэффициентом масштабирования -1 по оси X , а по оси Y – с коэффициентом 1 .

Вызвать блок *PANEL*, привязавшись к правому нижнему углу первой панели.

Отредактировать панель после расчленения.

5. Сформировать блок *BALKON* как заштрихованную мультилинию высотой 1200 . Длина блока равна длине панели.

6. Размножить панели, используя команды **МАССИВ** и **ЗЕРКАЛО**.

7. Начертить крышу, заштриховать ее.

8. Начертить цоколь, уровень земли, оси.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	4
Работа 1. ЗАПУСК, НАСТРОЙКИ РАБОТЫ AUTOCAD	4
Работа 2. ПРОСТЕЙШИЕ ПРИМИТИВЫ. ОБЪЕКТНЫЕ ПРИВЯЗКИ	
И РЕЖИМЫ ЧЕРЧЕНИЯ.....	13
Работа 3. МНОГОУГОЛЬНИКИ, КРУГИ И ЭЛЛИПСЫ	21
Работа 4. ПОЛИЛИНИЯ.....	25
Работа 5. РАССТАНОВКА РАЗМЕРОВ.....	30
Работа 6. МУЛЬТИЛИНИЯ. РЕДАКТИРОВАНИЕ МУЛЬТИЛИНИИ.....	32
Работа 7. БЛОКИ	36

Учебное издание

Шаршунов Дмитрий Вячеславович

ОСНОВЫ РАБОТЫ В САПР AUTOCAD

Методические указания и задания для лабораторных работ

Редактор *Н. Н. Пьянусова*
Технический редактор *Н. Л. Якубовская*
Корректор *А. С. Зайцева*

Подписано в печать 19.12.2019. Формат 60×84^{1/16}. Бумага офсетная.
Ризография. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 2,56. Уч.-изд. л. 2,18.
Тираж 50 экз. Заказ .

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».
Свидетельство о ГРИИРПИ № 1/52 от 09.10.2013.
Ул. Мичурина, 13, 213407, г. Горки.

Отпечатано в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».
Ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки.