

Лекция

Современные компьютерные технологии при проектировании горно-обогатительных предприятий

В наш век информационных технологий, когда дигитализация проникла в все сферы жизни современного общества (экономические, политические, социальные), подменяя их, помогая им развиваться, являясь при этом сопутствующим и одновременно неотъемлемым средством предоставления и анализа данных, необходимо отчетливо понимать, что без применения автоматизированных и цифровых технологий невозможно организовать четкое и слаженное функционирование сложной системы.

Тенденции развития информационного общества заставляют постоянно отслеживать и обрабатывать большие объемы информации. Для оперативного принятия эффективных управленческих решений необходимо применять геоинформационные системы. Программное обеспечение, разработанное специально для горной промышленности, позволяет решать следующие задачи:

- объединение разрозненных данных, представленных в разных форматах, в единую структуру;
- наглядное отображение информации для повышения эффективности восприятия данных;
- повышение достоверности информации при обработке данных из нескольких источников;
- оперативное отображение информации за счет автоматизации обработки данных;
- комплексная оценка текущей ситуации, основанная на данных различных систем, размещенных на оцениваемой территории, в сравнении с прилегающими территориями;
- отображение динамики развития текущей ситуации при сравнении показателей предыдущих периодов;
- моделирование развития событий и прогнозирование показателей с учетом воздействия внешних факторов;
- свободное перемещение в трехмерном пространстве;
- анимация трехмерных моделей (движение по маршруту);
- просмотр территории, информации об объектах в трехмерном виде, а также датчиков, расположенных на критически важных объектах, и их информации;
- трехмерное моделирование критически важных объектов, природных и техногенных опасных ситуаций
- получение и отображение информации о различных объектах, населенных пунктах и окружающей территории, находящихся в 3D-пространстве;
- моделирование времени суток;

- создание мультимедиа-презентаций с использованием различных механизмов облета территории;
- поэтажное моделирование и отображение объектов;
- снижение управленческих рисков при принятии решений и корректировке текущей ситуации за счет целостного понимания развития процессов;
- эффективность исполнения и контроль поставленных задач при оперативном обмене данными и автоматизации процессов отображения результатов.

В горной промышленности хорошо зарекомендовало себя пространственное моделирование горных работ. Для принятия решений по оценке запасов, планированию и проектированию горных работ в мировой практике используются интегрированные горные компьютерные системы. Наиболее известными являются продукты **Geovia (Gemcom), Micromine, Vulcan, Datamine, K-MINE**.

При системном анализе горнодобывающих предприятий выделены три направления исследований:

- выявление граничных условий долгосрочного развития (обоснование стратегии развития);
- решение задач поведения сложных систем (диагностика сложных систем);
- анализ системных параметров.

В этих системах изначально предполагается создание трёхмерных моделей месторождений и решение взаимосвязанного комплекса задач горного производства на основе построенных моделей. Такой подход соответствует природе горнотехнических объектов и характеру решаемых задач.

Анализ включает мониторинг и регистрацию следующих показателей:

- экономических, которые характеризуют эффективность и коэффициент полезного действия предприятия, занимающегося добычей угля и конкурентные преимущества получаемой продукции;
- социальных, которые позволяют проанализировать последствия разработки и освоения месторождений на социальную сферу (месторождение рассматривается не отдельно, как изолированная система, а с учетом развития горнопромышленного комплекса области, имеющего свою материальную и ресурсную инфраструктурную базу, технологические и социально-экономические связи между разноотраслевыми предприятиями);
- экологических – отражающих изменения природной среды в результате освоения месторождения.

Задачи моделирования развития горных работ, решаемые в интегрированных компьютерных системах, как правило, идентичны по своей функциональности и включают следующие этапы:

- расчёт объёмов добычных и подготовительных работ по периодам планирования исходя из производительности оборудования;
- трёхмерная визуализация развития горных работ с выделением цветовой гаммой отработанных участков добычных единиц и проводимых горных выработок в различные периоды планирования;
- построение диаграмм, отражающих сроки начала и окончания работ в добычных забоях, а также сроки проведения подготовительных выработок;
- визуализация увязанных с диаграммами табличных данных, отражающих объёмы и тоннаж добытого полезного ископаемого по периодам планирования;
- отражение на диаграммах движения по забоям добычного и подготовительного оборудования.

При моделировании развития горных работ хорошо зарекомендовала себя система **MINE2-4D**. Главным достоинством ее является способность интегрировать перспективные и текущие планы. Обычно в процессе планирования создается долгосрочный план на весь срок службы шахты.

Другие достоинства программы:

- Быстрый переход от проекта к планированию;
- Представление плана в виде электронных таблиц, анимации или высококачественной графики;
- Возможность легко импортировать данные из других систем.

MINEMAX и её пакет **iGantt** – является мощным инструментом для календарного планирования открытых и подземных горных работ, который объединяет возможности диаграмм Gantt, трехмерную визуализацию и электронные таблицы.

Преимущества

пакета:

1. Удобный в работе интерактивный интерфейс диаграммы Gantt позволяет новым пользователям создавать графики с первого дня;
2. Производительность увеличивается путем интеграции с другим деловым программным обеспечением и базами данных;
3. Создается набор планов с учетом непредвиденных обстоятельств и возможных экономических/рыночных изменений;
4. Быстрый пересчет планов с использованием iGantt при появлении незапланированных событий;
5. Дополнительный модуль оптимизации NPV с учетом эксплуатационных ограничений;
6. Задаваемые пользователями сообщения системы позволяют следить за ключевыми целями производства в табличной или в графической форме;
7. Трехмерные изображения графиков и презентаций и визуальная проверка практичности плана.

Для ведения горных работ очень важным является финансовый фактор, так как он зачастую выступает ограничивающим. Для проведения

моделирования с учётом финансового расчёта широко распространена программа компании Runge, а именно их программное обеспечение **ХРАС Underground Design**, разработанное специально для угольных шахт. Данный пакет способен импортировать геологические модели пластов из всех известных систем такого рода. ПО имеет совместимую с «Автокадом» графику, позволяет спланировать любой сценарий развития горных работ и оценить его экономические показатели. Запасы угля, их качество рассчитываются автоматически при указании границ развития горных работ. Перечисленные особенности, по сути, характеризуют современные требования к реализации автоматизированных систем планирования для горнодобывающих предприятий.

Широкое применение получила система K-MINE.

Комплекс позволяет автоматизировать процессы инженерного сопровождения горных работ, ведения и совместного использования горнотехнической документации в электронном виде для горнодобывающих и горно-перерабатывающих предприятий с подземным способом добычи полезных ископаемых (шахт).

Основные параметры и определяющие факторы (геометрии, количества, качества, динамики) находятся в сложной взаимосвязи и в комплексе составляют для каждого объекта настолько значительный информационный массив данных, что получение достоверных выводов в большинстве задач изучения освоения недр, принятия решений в проектировании и управлении горным предприятием возможно лишь на основе компьютерных информационных систем.

В обобщенном виде процесс информационного обеспечения в любой области деятельности включает три стадии: измерение и регистрация данных об объекте; обработка, отбор и хранение данных; анализ, обобщение и выработка альтернатив решений. Каждая из перечисленных стадий обеспечивается соответствующей подсистемой: информационно-измерительной, информационной вычислительной, моделирующей и т.д. Системный подход в информационном обеспечении изучения освоения недр, а также работы горных предприятий реализуется с помощью информационных (компьютерных) технологий, представляющих определенную последовательность процедур, характерных для всех трех стадий.

Данное программное обеспечение позволяет реализовывать весь спектр работ, касаемых компьютерного математического моделирования:

1. маркшейдерское обеспечение:

- обработка данных полевых измерений;

- позиционные геометрические задачи маркшейдерской службы;
- расчет объемов и площадей;
- автоматизация измерений;
- ведение учетной маркшейдерской документации.

2. геологическое обеспечение:

- ведение базы данных геологического опробования;
- обработка данных геологического опробования;
- расчет количественных и качественных показателей отработки;
- интерпретация геологических данных и геометрические построения;
- формирование геологической отчетной документации.

3. проектирование горных и карьерных работ:

- проектирование БВР при проходке выработок;
- создание «проволочных» моделей выработок;
- разделение выработок по назначению (откаточные орты, штреки, квершлагги, восстающие, наклонные выработки);
- формирование и ведение паспортов размещения шпуров в выработке;
- разбивка проектируемых выработок по их простиранию, построение профилей поперечного сечения вдоль осей выработок;
- проектирование схем расстановки шпуров в выработках различного целевого назначения.

4. проектирование буровзрывных работ, если такие требуются согласно плану на проект:

- обработка данных полевых измерений;
- подэтажные системы разработки с разбуриванием горного массива веерами скважин;
- подэтажные системы разработки с разбуриванием горного массива пучками скважин из боковых ниш;
- системы разработки слоями с разбуриванием массива горизонтальными скважинами.

Современные компьютерные программы для построения модели развития горных работ, на российских угольных предприятиях, пока не получили должного распространения по ряду причин. Внедрение такого программного обеспечения требует большого количества затрат с точки зрения перестройки работы отдельных специалистов и подразделений, обучение специалистов, сложность увязки программ именно с данным горным предприятием. Кроме того, в зарубежных системах иногда невозможно подготовить графическую документацию в формате, принятом на предприятии и требуемом контролирующими органами. Все эти причины сдерживают широкое распространение инновационных технологий обработки информации.

В результате анализа современных методов моделирования угольного предприятия рассмотрены основные программные продукты, имеющиеся

сейчас на рынке, это прежде всего ставшие уже классическими программные продукты, зарекомендовавшие себя, а также новые разработки. Хочется отметить, что каждая система моделирования имеет свои плюсы и минусы, специфику использования, а также требующие разные уровни подготовки профессионального штата сотрудников.

Список литературы

1. Солдатов В. К. Моделирование горного производства. Апатиты, 1988, 41 с.
2. Марков С.П. Системный анализ развития горнодобывающих предприятий. – Л.: Наука, 1991.
3. Янченко Е.А. Автоматизированная информационная система горно-обогатительного предприятия. Информационные технологии в горном деле. В 2-х кн. Под редакцией А.А.Козырева 1994, 66 с.
4. Сергеев С.А. Оценка производственных показателей шахты на основе имитационного моделирования с учётом неопределённости экономических и геотехнологических факторов. — Киров: КИР, 2001. — 210 с.
5. Могильный С.Г., Шоломицкий А.А., Мотылев А.А. Развитие идей цифрового моделирования открытых горных разработок — М: 2014. – С. 323.

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Современный уровень программных и технических средств компьютерной графики дает возможность перехода от традиционных методов конструирования и геометрического моделирования к новым информационным технологиям, к использованию систем автоматизированного проектирования.

AutoCAD – система автоматизированного проектирования, позволяющая в режиме диалога создавать двухмерные и трехмерные модели объектов, получать конструкторскую документацию.

Геометрическая модель - это совокупность сведений, достаточных для имитации геометрической формы физического объекта. Чем точнее геометрическая модель, тем более она приближена к истинной форме объекта. Информация с помощью программных и технических средств вводится в компьютер и в дальнейшем может быть использована для получения чертежей модели (объекта) на экране и любом другом носителе. Геометрическая модель может быть как двухмерная, так и трехмерная. Чертеж - это графическое представление модели.

Геометрические модели в AutoCAD создаются из геометрических объектов, формируемых командами рисования (табл. 1.1), а также с помощью средств их редактирования.

Геометрические объекты в AutoCAD делятся по принципу редактирования на простые (точка, отрезок, дуга, круг, конус, клин и т.д.) и сложные (полилиния, мультилиния, размеры, штриховка, блок и т.д.). Сложные можно расчленять на отдельные графические объекты, из которых они созданы.

1.1 Команды создания двумерных геометрических объектов

Таблица 1.1

Перечень команд рисования (меню Рисование, панель Рисование)

Кнопка	Команда	Описание
1	2	3
	Отрезок	Создание связанной последовательности сегментов прямых линий. Сегмент является объектом-отрезком, который можно редактировать отдельно
	Прямая	Построение бесконечной прямой линии
	Полилиния	Создание связанной последовательности линейных и дуговых сегментов; все эти сегменты являются единым объектом

1	2	3
	Круг	Построение окружностей
	Многоугольник	Построение равносторонних многоугольников в виде замкнутых полилиний
	Прямоугольник	Построение прямоугольника
	Дуга	Построение дуг
	Точка	Создание объектов-точек

Важным моментом при создании геометрических моделей физических объектов является задание точек.

Существует несколько способов их задания: с помощью координат, с помощью объектной привязки, с помощью авто-отслеживания и т.д.

Ввод координат точек в AutoCAD

- формат абсолютных координат — X, Y
- формат относительных координат — $@\Delta X, \Delta Y$
- формат полярных координат — $@\rho<45$, где ρ — расстояние, 45 — градусы.

1.2 Средства обеспечения точности геометрических построений

1.2.1 Объектная привязка

Процесс конструирования и проектирования неотделим от точных геометрических построений, в которых требуется восстанавливать перпендикуляры, проводить касательные, находить конечные точки и середины отрезков и дуг и т.п. Подобные задачи невозможно решать простым указанием точек на рабочем поле чертежа. Для этого в AutoCAD существует специальное средство — объектная привязка, позволяющее задать точку с определенными позиционными свойствами вместо ввода значений координат, привязывая курсор к характерным точкам имеющихся объектов (табл. 1.2).

Таблица 1.2

Режимы объектной привязки

Кнопка	Режим	Описание
1	2	3
	Конточка	Привязка к конечным точкам отрезков, дуг, сегментов полилинии
	Середина	Привязка к серединам отрезков, дуг, сегментов полилинии
	Пересечение	Привязка к точкам пересечений объектов
	Кажущееся пересечение	Привязка к пересечению объектов в текущей видовой проекции
	Продолжение линии	Привязка к мнимому продолжению отрезков, дуг
	Центр	Привязка к центрам окружностей, дуг, эллипсов
	Квадрант	Привязка к квадрантным точкам окружностей, дуг и эллипсов
	Касательная	Нахождение точек касания окружностей, дуг, эллипсов.
	Нормаль	Проведение линий, перпендикулярных указанным объектам
	Параллельно	Проведение линий, параллельных указанным прямым линиям
	Точка вставки	Привязка к точкам вставки блока или текстовой строки
	Узел	Привязка к точкам
	Ближайшая	Привязка к точкам, принадлежащим указанным объектам
	Точка отслеживания	Создание временной точки
	Смещение	Привязка со смещением от временной опорной точки

Задание объектной привязки

Объектная привязка работает только при запросах на указание точек.

Для задания объектной привязки в запросе точки:

- нажать кнопку объектной привязки на панели «Объектная привязка» (рис. 1.1);
- нажать клавишу «Shift» и щелкнуть правой кнопкой мыши для вызова контекстного меню (КМ) объектной привязки (рис. 1.2) ;
- в командной строке ввести имя режима объектной привязки (три первые буквы).



Рис. 1.1

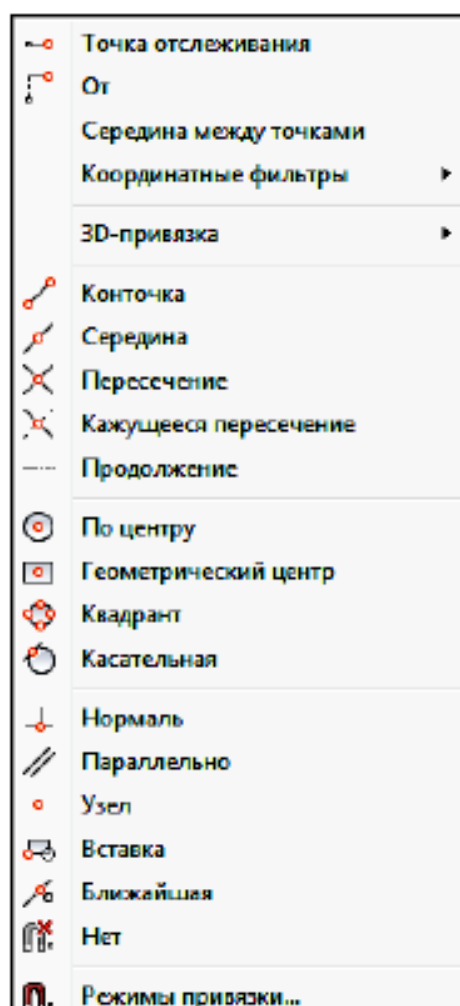


Рис. 1.2

Использование текущего режима объектной привязки

Если есть необходимость использовать один или несколько режимов объектной привязки более одного раза, то можно установить эти режимы в качестве текущих. Можно задать один или несколько текущих режимов объектной привязки на вкладке «Объектная привязка» в диалоговом окне «Режимы рисования» (рис.1.3), доступ к которому можно получить из меню «Сервис» или выбором пункта «Параметры объектной привязки» контекстного меню кнопки 2 «Объектная привязка» статусной строки (рис. 1.4).

Диалоговое окно «Режимы рисования»

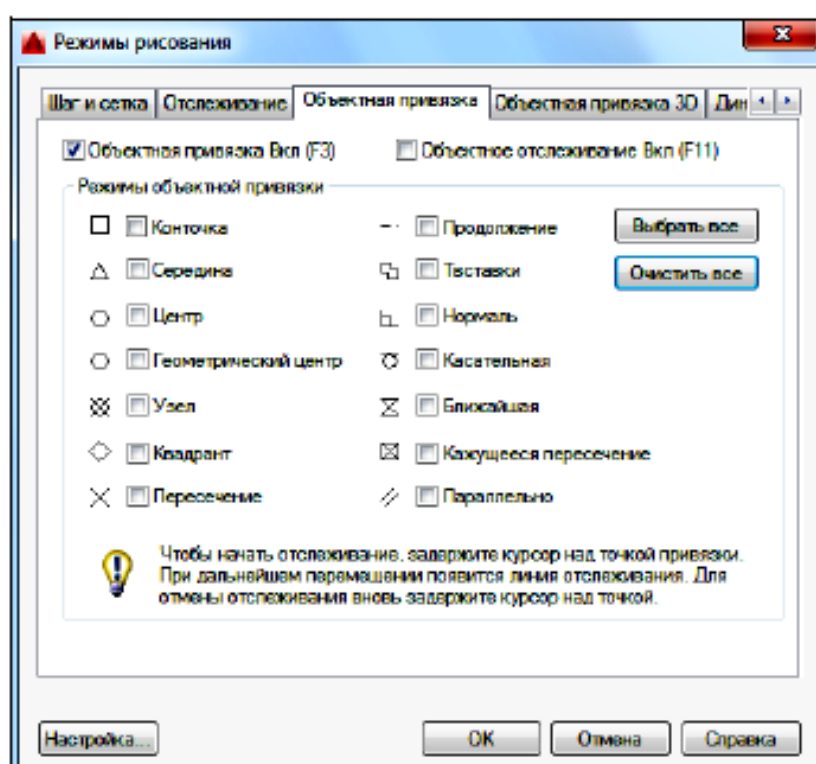


Рис. 1.3

Для включения или выключения текущих объектных привязок нажать кнопку 2 - «Объектная привязка» в строке состояния или клавишу F3 (рис. 1.4).

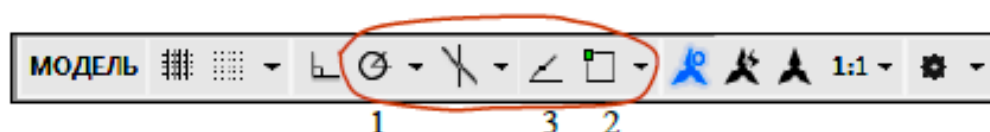


Рис. 1.4

1.2.2 Средства авто-отслеживания

Создаваемые объекты можно размещать в определенной зависимости относительно других объектов с помощью линий отслеживания. Средства авто-отслеживания облегчают построение объектов в определенных направлениях или в определенной зависимости относительно других объектов рисунка. При включенных режимах авто-отслеживания *специальные временные линии отслеживания* помогают выполнять точные построения.

Авто-отслеживание включает в себя два варианта отслеживания: *полярное отслеживание и отслеживание объектной привязки*.

Режимы авто-отслеживания можно быстро включать и отключать нажатием кнопок 1 - «Полярное отслеживание» и 3 - «Отслеживание объектной привязки» в строке состояния, рис. 1.4. Объектное отслеживание расширяет и дополняет возможности объектной привязки. Для использования объектного отслеживания необходимо наличие включенных режимов объектной привязки.

Полярное отслеживание

Полярное отслеживание - это процесс отслеживания фиксированного направления в полярных координатах от текущей точки. При построении отрезков, сегментов полилинии полярное отслеживание позволяет вводить с клавиатуры только *длину* объекта.

Полярное отслеживание может осуществляться под углами, кратными следующим стандартным значениям: 90, 45, 30, 22.5, 18, 15, 10 или 5 градусов. Можно определить другие значения углов, а при необходимости объектное отслеживание можно осуществлять вдоль всех текущих полярных углов отслеживания (рис. 1.5).

Строка состояния → Кнопка «Полярное отслеживание» → КМ → Параметры отслеживания → Вкладка «Отслеживание»

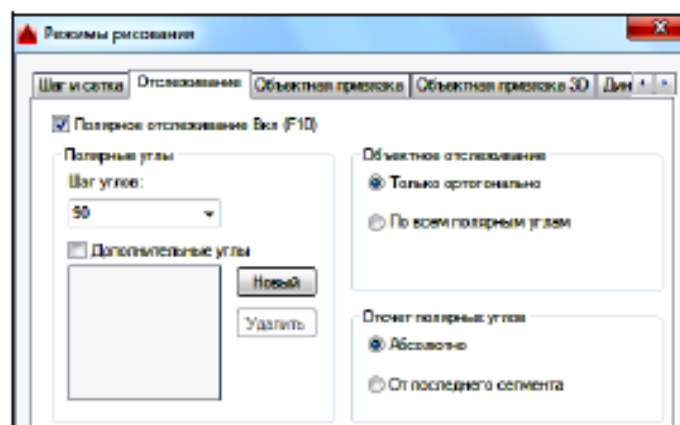


Рис. 1.5

На рис. 1.6 показаны некоторые из возможных линий полярного отслеживания при значении углового интервала 30° .

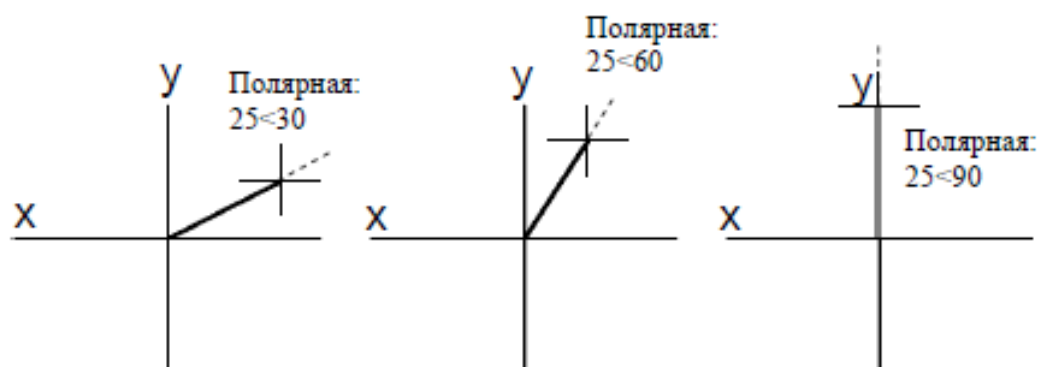


Рис.1.6

Объектное отслеживание

Объектное отслеживание облегчает выбор точек, которые лежат на линиях отслеживания, проходящих через характерные точки объектов. Захваченная точка помечается маркером в виде маленького знака «ПЛЮС» (+). Одновременно может быть захвачено до семи точек рисунка.

После захвата точки по мере передвижения курсора появляются вертикальные, горизонтальные или полярные линии отслеживания, проходящие через данную точку. Таким образом, можно, например, выбрать точку, лежащую на пересечении линий, проходящих через конечные точки или середины объектов (рис 1.7).



Рис.1.7

Рекомендации по использованию объектного отслеживания

Для выбора точек, лежащих на перпендикулярах к концам или серединам объектов, объектное отслеживание следует использовать совместно с режимами привязки **Нормаль**, **Конточка** и **Середина**.

Для выбора точек, лежащих на касательной к конечной точке дуги, объектное отслеживание следует использовать совместно с режимами привязки **Касательная** и **Конточка**.

Отслеживание можно осуществлять от так называемых *временных точек отслеживания*. Для задания такой точки в ответ на запрос команды выбрать точку, ввести «то» и указать нужную точку. Указанная точка помечается маленьким маркером в виде знака «плюс» (+). Далее, по мере перемещения курсора поочередно появляются линии отслеживания, проходящие через временную точку отслеживания. Для удаления временной точки нужно при перемещении задержать курсор на ее маркере (знаке «плюс»).

Можно выбрать точку, находящуюся на заданном расстоянии от точки объектной привязки вдоль линии отслеживания. Для этого после появления линии отслеживания следует ввести в командной строке требуемое расстояние.

Изменение способа захвата точек осуществляется в диалоговом окне «Настройка» на вкладке «Построения» (меню Сервис / Настройка) с помощью параметра «Автоматически» и «Нажатием Shift». По умолчанию устанавливается автоматический способ. Для предотвращения автоматического выбора точек в областях рисунка с высокой плотностью объектов можно удерживать нажатой клавишу «Shift» (рис. 1.8).

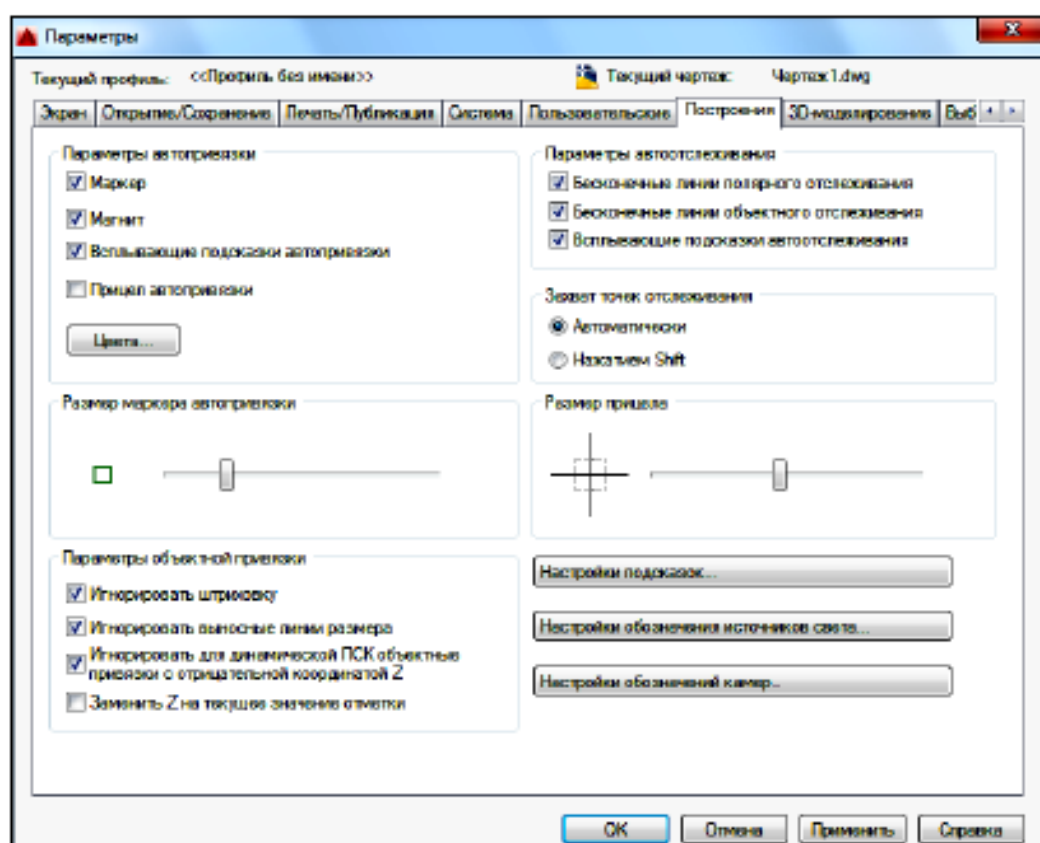


Рис. 1.8

1.2.3 Построение вспомогательных элементов

Линии, бесконечные в обоих направлениях или только в одном направлении, называются соответственно прямыми и лучами. Бесконечные прямые и лучи используют в качестве вспомогательных при построении других объектов для нахождения временных точек пересечения с помощью объектной привязки, а также для организации связей между чертежными видами (линии проекционных связей). Наличие бесконечных линий не изменяет границ рисунка, поэтому бесконечные линии не влияют на процесс зуммирования и на видовые экраны, а также на результаты выполнения команд отображения в границах рисунка. Прямые и лучи можно перемещать, поворачивать и копировать, как и любые другие объекты.

Бесконечные линии (команда **ПРЯМАЯ**) строят на отдельном вспомогательном слое, который перед выводом на печать можно заморозить или отключить.

Построение прямой (панель Рисование, меню Рисование)

Команда: **ПРЯМАЯ**

Укажите точку или [Гор/Вер/Угол/Биссект/Отступ]: *указать 1-ю и 2-ю точки, через которые должна пройти прямая, либо выбрать одну из предложенных опций*

Опция **Гор** - построение горизонтальной бесконечной линии, проходящей через указанную точку;

Опция **Вер** - построение вертикальной бесконечной линии, проходящей через указанную точку.

Опция **Угол** - построение бесконечной линии, проходящей под заданным углом.

Угол прямой (0) или [Базовая линия]: *задать угол или ввести Б для выбора опции Базовая линия. Значения углов отсчитываются против часовой стрелки от положительного направления оси ОХ*

Через точку: *указать точку, через которую должна проходить бесконечная линия*

Базовая линия - задание угла относительно выбранного линейного объекта. Значения углов отсчитываются против часовой стрелки от вспомогательного линейного объекта.

Выберите линейный объект: *выбрать отрезок, полилинию, луч или бесконечную прямую*

Угол прямой <0>: *задать угол*

Через точку: *указать точку, через которую должна проходить прямая, или нажать «Enter» для завершения команды*

Опция Биссект - построение бесконечной линии, проходящей через указанную вершину угла и делящей угол пополам.

Укажите вершину угла: *указать 1-ю точку*

Точка на первом луче угла: *указать 2-ю точку*

Точка на втором луче угла: *указать 3-ю точку*

Опция Отступ - построение бесконечной линии параллельно выбранному линейному объекту.

Величина смещения или [Точка] *<текущая>*: *задать величину смещения, ввести T или нажать «Enter»*

Величина смещения - задание значения расстояния, на котором должна располагаться бесконечная линия относительно выбранного объекта.

Выберите линейный объект: *выбрать линию, полилинию, луч или прямую либо нажать «Enter» для завершения команды*

Укажите сторону смещения: *указать точку и нажать «Enter» для завершения команды*

Точка - построение бесконечной линии, проходящей через заданную точку параллельно выбранному линейному объекту.

Выберите линейный объект: *(выбрать линию, полилинию, луч или прямую)*

Через точку: *(указать точку, через которую должна проходить прямая и нажать «Enter» для завершения команды)*

1.3 Редактирование чертежа

В процессе проектирования много времени тратится на редактирование. Используя возможности AutoCAD, можно значительно сократить временные затраты и повысить точность геометрических построений. Существенной особенностью автоматизированного проектирования является использование прототипов создаваемого изделия. Чем больше используются ранее разработанные конструкции, тем быстрее создаются новые. Это легко осуществить при использовании команд редактирования, предоставляемых системой AutoCAD (табл. 1.3).

Таблица 1.3

Перечень команд (меню Редактирование, панель Редактирование)

Кнопка	Команда	Описание
1	2	3
	СТЕРЕТЬ	Удаляет из чертежа выбранные объекты
	КОПИРОВАТЬ	Копирует созданные объекты, оставляя оригиналы нетронутыми, и размещает копии в заданном месте или на заданном расстоянии от оригинала
	ЗЕРКАЛО	Позволяет формировать зеркальное отражение существующих объектов, удаляя или сохраняя при этом оригинал
	ПОДОБИЕ	Позволяет проводить эквидистантные линии на заданном расстоянии
	МАССИВ	Позволяет получить несколько копий выбранных объектов, группируя их в прямоугольный или круговой массив
	ПЕРЕНЕСИ	Обеспечивает плоско-параллельный перенос одного или нескольких объектов в указанное место
	ПОВЕРНУТЬ	Поворачивает группу объектов на заданный угол
	МАСШТАБ	Изменяет размеры одного или нескольких созданных объектов. Изображение при этом изменяется относительно заданной базовой точки
	РАСТЯНУТЬ	Обеспечивает перемещение выбранной части изображения, сохраняя при этом связь с остальной частью
	ОБРЕЗАТЬ	Удаляет части объектов между пересекающимися его другими объектами (т.н. режущими кромками)
	УДЛИНИТЬ	Удлинит отрезки, дуги и двумерные полилинии до пересечения их с аналогичными примитивами (т.н. граничными кромками)

1	2	3
	РАЗОРВАТЬ	Стирает часть отрезка, окружности, дуги или двумерной полилинии и разбивает эти примитивы на две части
	ФАСКА	Проводит линию фаски, удаляя ненужные части примитивов
	СОПРЯЖЕНИЕ	Плавно сопрягает отрезки, дуги, окружности дугами разного (в т.ч. и нулевого) радиуса, а также сопрягает полилинии. При этом «лишние» части примитивов автоматически удаляются
	РАСЧЛЕНИТЬ	Заменяет блоки на отдельные примитивы, а также разбивает полилинии на сегменты

1.3.1 Средства выбора объектов

Каждая команда редактирования запрашивает выбор объектов. После каждого указания AutoCAD выделяет выбранные объекты подсветкой.

Выбор объектов по одному

Выбор отдельных объектов производится при помощи прицела нажатием левой кнопки мыши. Если в область прицела попадает несколько объектов, то выбирается самый последний созданный объект. Для выбора другого объекта необходимо удерживать клавишу Ctrl.

Выбор нескольких объектов

РАМКА

Объекты выбираются с помощью рамки. Рамка определяется указанием двух диагонально противоположных вершин точек слева направо так, чтобы объекты целиком попали в рамку.

СЕКУЩАЯ РАМКА

Диагонально противоположные вершины рамки задают справа налево. Выбираются объекты не только целиком попавшие в рамку, но и те, которые пересекаются рамкой.

РАМКА МНОГОУГОЛЬНАЯ

Служит для выбора объектов, лежащих в области сложной формы, определяется последовательным заданием определяющих ее точек. Многоугольная рамка включает в себя объекты, полностью расположенные в пределах области выбора.

СЕКУЩАЯ МНОГОУГОЛЬНАЯ РАМКА

Секущая многоугольная рамка заключает объекты, полностью расположенные в пределах области выбора, а также пересекающие рамку.

ЛИНИЯ ВЫБОРА

Наиболее простой способ выбора несмежных объектов на сложном рисунке. Все объекты, через которые проходит линия выбора, становятся выбранными.

ПОСЛЕДНИЙ

Выбирается последний отрисованный объект (из видимых на экране).

ТЕКУЩИЙ

Передаёт команде редактирования набор объектов, составленный в предыдущей команде редактирования.

УДАЛИТЬ

Удаление следующих указанных объектов из списка выбранных.

ДОБАВИТЬ

Добавление следующих указанных объектов к списку выбранных.

Для исключения объекта из выбранных или добавления к выбранным достаточно также щёлкнуть на нём при нажатой клавише «Shift».

1.3.2 Редактирование «ручками»

«Ручки» в виде квадратиков находятся в определяющих точках выбранных объектов и являются быстрым и доступным средством для редактирования. Перетаскиванием «ручек» можно выполнять растягивание, перемещение, поворот, масштабирование и зеркальное отображение объектов.

Для изменения объектов выбрать «ручку», точка расположения которой будет базовой точкой. При этом квадратик меняет свой цвет на красный. После этого выбрать один из режимов «ручек»: растяни, перенеси, поверни, масштаб или зеркало. Переключение этих режимов производится вводом начальной буквы или циклически, последовательным нажатием клавиши пробела. Нужный режим можно также включить щелчком правой кнопкой мыши с последующим выбором из контекстного меню.