

ОПОРНЫЙ КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

по дисциплине «Основы автоматизации проектирования»

Тема 1. История возникновения и развития систем автоматизированного проектирования.

- 1.1. История компьютерных технологий в проектировании зданий
- 1.2. Методики и подходы в проектировании
- 1.3. Виды САПР

1.1. История компьютерных технологий в проектировании зданий

Компьютерная среда является прямым развитием соединения «цифровой бумаги в виде плоскости экрана» и карандаша. В этой среде архитектор создает сразу пространственную модель будущего объекта, окружающей его среды, и предлагает новые варианты визуализации и дальнейшей презентации объекта. В подтверждение этому можно выделить слова Г.Л. Смоляна написанные в 1981 году: «Есть все основания считать процесс деятельности, организованной как оперативный диалог «человек – ЭВМ», творческим процессом».

В системах автоматизированного проектирования (машинной графики), например, в реальном масштабе времени изображаются не только объекты привычной физической реальности. Машина легко строит новые образы и ситуации, которые существенно расширяют традиционные представления о свойствах и процессах функционирования объектов реального мира.

В этом процессе, носящем безусловно творческий характер, человек и ЭВМ связаны неразрывно. Можно сказать, что психологически вычислительная машина как бы «имплантируется» в мозг человека, при этом создается единая творческая и эстетическая система, в которой активная организующая роль принадлежит человеку».

Главной целью является анализ возможности использования компьютерных программ для творческого поиска и генерирования проектных идей, новых концепций и образа объектов человеком и техникой.

Изменения влияния информационного пространства на архитектурное проектирование связаны с этапами эволюционного развития науки, совершенствование технологий, которые можно разделить на временные периоды:

Первый период 1950-1963 гг. – характеризуется появлением первых ЭВМ (ЭВМ – Электронно-вычислительная машина), с помощью которых

происходил процесс решения игровых задач и головоломок, если они соответствовали:

1. Любая интеллектуальная задача сводится к поиску состояний в пространстве, если только процедуру такого поиска можно изобразить в виде перехода, ряда действий от некоторого начального состояния к конечному результату через некоторое число операций.

2. Поиск операций в пространстве состояний должен направляться знаниями и информацией о конкретной предметной области.

Второй период 1964-1975 гг. – характеризуется созданием компьютерных программ, понимающих речь, текстовые материалы. Понимание речи или текста моделировалось путем создания различных диалоговых систем, которые позволяли бы вести диалог человека с компьютером по необходимым для проектирования действиям и имели бы:

1. *Способность представлять знания и информацию об окружающем мире в виде фактов, дополнительных материалов.*

2. *Способность находить эквивалентность или аналогию между разными понятиями и представлениями в одинаковых ситуациях.*

3. *Способность интерпретировать новую информацию и материалы в уже имеющихся понятиях формализованного знания.*

Третий период 1976-1980 гг. – характеризуется созданием новых экспертных систем и модулей знаний, позволяющих классифицировать тексты, изображения, материалы в табличных формах и диаграммах, индексировать тексты и извлекать из них необходимую информацию для работы.

Четвертый период с 1980 гг. по настоящее время – характеризуется появлением компьютеров нового типа, систем и программ с активным внедрением во все сферы деятельности человека информационных технологий и так же глобальной сети интернет.

Усовершенствование компьютеров и компьютерных программ нового типа, которые позволяют решать целый ряд значимых задач одновременно, применяя широкий спектр информационных технологий для упрощения работы над созданием образов и проектирования.

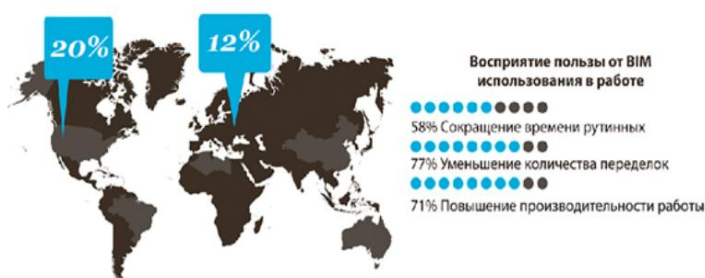


Рисунок 1.1 – Скорость внедрения BIM технологий за год в сфере архитектуры и архитектурного проектирования

Как и всякое новое дело, массовое внедрение технологий информационного моделирования зданий в проектно-строительную практику – процесс длительный, сложный, противоречивый (рисунок 1.1)

Наблюдается увеличение процента внедрения компьютерных технологий, поскольку минимально необходимые условия для успешного использования **BIM технологий (BIM – Building Information Modeling)**, имеются и формируются еще активней.

Реализация проекта при использовании системного подхода и использования **BIM технологий**, дает возможность исключить последовательный цикл и помогает экономить время и трудозатраты при проектировании и внесении замечаний и поправок в проект.

Современное развитие **САПР (САПР – Система автоматизированного проектирования)** направлено на интеграцию программ проектирования в единую информационно-программную платформу, а не на комбинацию различных систем. Программная платформа, которая обеспечивает комплексное решение нескольких задач архитектурного проектирования, отвечающим следующим основным свойствам:

1. параметризация, как на уровне 3D-модели, так и при подготовке чертежной и технологической документации;
2. интегрированные расчетные модули;
3. инструментарий для адаптации и создания приложений;
4. развиваемое геометрическое ядро пространственного 3D-моделирования и создание среды.

Среди программ трехмерного моделирования нет систем, которые не обладали бы полноценными параметрическими возможностями. В трехмерном моделировании и проектировании параметризация работает для построения эскизов объекта, изменения параметров операций.

Исходя из увеличения группы специалистов, которые одинаково хорошо владеют спецификой своей профессии и работают с привлечением современного программного обеспечения на компьютере, появилась необходимость качественного скачка в понимании и практическом применении автоматизации решения задач проектирования с помощью технических средств проектирования. Подобное качественное изменение процесса архитектурного проектирования может быть осуществлено с привлечением интернет технологий, обеспечивающие комплексным системам архитектурного проектирования широкий спектр новых характеристик:

1. общедоступность информации;
2. возможность дистанционного интерактивного обучения и повышения квалификации и знаний;

3. обновление нормативных баз данных, информационных материалов и моделей объектов, которые обеспечивают строгое соответствие процесса проектирования и выдаваемой проектной документации и материалов;
4. возможность совместной работы над проектом нескольких специалистов и фирм;
5. полное обновление расчетной системы проектирования и программного обеспечения;
6. возможность разработки вариантов и новые пути проектирования на основе анализа проектов-аналогов в мировой практике и в России в частности;
7. создание, накопление и использование базы объектов (создание библиотек объектов, форм и моделей);
8. организация и участие в интерактивных конференциях, направленных на решение проблем в области архитектуры, архитектурного проектирования;
9. создание, пополнение электронной базы данных производителей строительных изделий, материалов, систем инженерного обеспечения и коммуникации;
10. создание и использование интернет рынка конструкций, материалов;
11. автоматический расчет стоимости объекта проектирования на основе баз данных производителей соответствующих изделий и строительных конструкций.

При создании комплексной системы, которая будет удовлетворять вышеописанным новым характеристикам, станет возможным выход на более качественную ступень в процессе архитектурного проектирования, разработке объектов, расчета и использования материалов и конструкций.

1.2. Методики и подходы в проектировании

При разработке документации для архитектурных проектов используются различные методики, предназначенные для визуализации и фиксации проектных решений.

Основными из них являются:

- графический метод;
- модельно-макетный метод;
- макетно-графический метод;
- метод с применением систем автоматизированного проектирования.

Особенности различных способов проектирования

• Графический метод.

Он отличается тем, что весь процесс разработки проекта сопровождается графическим изложением мыслей и инженерных решений. Делается это с помощью чертежей, таблиц, схем и пр. Этот метод отличается доступностью, так как не требует сложного оборудования и инструмента. Его можно

считать основным, так как графические изображения и приемы применяются во всех без исключения вариантах создания проекта.

- **Модельно-макетный метод.**

Его основой является компоновка объемных моделей и частей сооружения непосредственно в пространстве. Он отличается рядом положительных особенностей, поскольку позволяет в относительно сжатые сроки рассматривать большое количество вариантов размещения конструкций, оборудования и прочих элементов.

- **Макетно-графический метод.**

Он лучше всего подходит для решения задач промышленного строительства. Данный метод позволяет сочетать художественно-графическую визуализацию с масштабным моделированием объемов зданий и целых комплексов. Он является универсальным и может применяться специалистами на самых различных этапах проектирования: от разработки интерьера помещения до создания генерального плана крупных предприятий.

- **Метод с применением САПР.**

В настоящее время он становится основным, поскольку позволяет значительно ускорить выполнение работ по проекту и улучшить их качество. Также метод позволяет принимать оптимальные проектные решения в соответствии с возможностями и ресурсами строительства.

Преимущества систем автоматизации проектных работ

Современные САПР позволяют существенно увеличить скорость получения архитектурной модели, вести централизованную обработку и анализ, визуализировать реальный интерьер и экстерьер сооружений, оценить множество альтернативных вариантов, автоматически создавать спецификации для формирования сметы и многое другое.

1.3. Виды САПР

В первую очередь автоматизированные системы проектирования классифицируются, по назначению и масштабированию основных приложений:

1. **САПР-Ф (CAE)** – общefункциональное проектирование;
2. **САПР-К (CAD)** – общее машиностроительное автоматизированное проектирование;
3. **САПР-Т (АСТПП, CAM)** – машиностроительное проектирование с комплексом подготовки производства;
4. **САПР-Э (EDA)** – проектирование, автоматизация электронных систем;
5. **САПР-М (MDA)** – механическое проектирование.

Эффективно САПР системы применяются в ВІМ технологиях.

AutoCAD

Это одна из базовых систем автоматизированного проектирования САПР, которая появилась в начале 80-х годов. Имела опцию двух- и трехмерного создания чертежей и проекций, активно использовалась в архитектуре, строительстве и машиностроении. Более поздние версии программы имеют большой пакет элементарных опций и может создавать объекты большой сложности (слои, аннотативные объекты, динамические блоки, внешние ссылки для комплексной работы, 3-мерное и полигональное моделирование, параметрическое черчение, интеграция с картографическими данными и т.п.).

NanoCAD

Одна из базовых «классических» систем автоматизированного проектирования от российских разработчиков, которая используется для создания инженерно-проектной документации, поддерживает DWG-формат файлов, имеет открытый код и допускает создание сторонних приложений для решения узкоспециальных инженерных задач в области общеконструкторского, строительно-архитектурного и машиностроительного проектирования. Комплекс имеет функцию 3D-моделирования на базе двумерных чертежей и способен работать с данными 3-мерного сканирования.

ZWCAD

На сегодня – лучшая версия «Автокада», способная создавать 2-х и 3-мерные чертежные проекции, работать с DWG-форматами, интегрироваться с набором проектировочных технологий.

Компас-3D

Простая система трехмерного проектного моделирования, доступная инженерам и частным пользователям. Универсальна, имеет доступный и многообразный функционал (от обучения школьников и студентов, до проектирования мебели, ландшафтных парков и промышленных объектов). Оптимальна для начального ознакомления и изучения возможностей профессиональных САПР.

Тема 2. Основные термины и определения САПР.

2.1. Основные понятия при использовании САПР

2.2. Параметрическое моделирование объектов

2.3. Внедрение САПР в отрасли строительного комплекса Республики Беларусь

2.1. Основные понятия при использовании САПР

САПР является организационно-технической (человеко-машинной) системой, которая создается с целью взаимодействия проектировщиков и программно-технических средств в процессе проектирования.

Взаимная увязка САПР и организационной структуры предприятия может осуществляться в двух направлениях.

Первое — адаптация САПР к существующей организационной структуре, второе — адаптация организационной структуры к САПР. Объединение программных и технических средств в единый комплекс подчеркивает возрастающий уровень их органического слияния. Наибольший выигрыш достигается при автоматизации всех видов проектных работ (расчет, конструирование и т. п.) на всех этапах проектирования. Причем результат проектирования в САПР должен быть представлен в той форме проектной документации, которая необходима для дальнейшего продолжения процесса разработки изделия.

Анализ определения САПР с учетом накопленного опыта их создания и эксплуатации позволяет установить следующие общие требования (или принцип) к построению САПР.

Объектная ориентированность. САПР должна быть нацелена на проектирование определенного класса технических изделий в конкретных организациях.

Эргатичность. САПР должна обеспечить человеку главную роль в реализации процесса проектирования, особенно при постановке задач проектирования, анализе результатов и принятии решений. Человеку следует предоставить возможность выполнения неформализуемых проектных процедур.

Коллективность. САПР следует строить как систему коллективного пользования, в которой могут совместно работать проектировщики различного профиля (расчетчики, конструкторы, технологи).

Системность. САПР, как и всякая сложная система, должна строиться в виде совокупности функциональных модулей (подсистем

Эволюционность. САПР должна иметь возможность непрерывного развития и совершенствования путем расширения за счет подключения новых модулей и модификации имеющихся.

Информативность. САПР должна обеспечить восприятие, хранение и обработку различных видов информации, необходимой для осуществления процесса проектирования.

Комплексность. САПР должна обеспечить комплексную конвейерную автоматизацию всех этапов проектирования.

Агрегатируемость. САПР должна иметь возможность установления связей с другими автоматизированными системами или включения в качестве составной части в более сложную автоматизированную систему. Например, весьма эффективными являются взаимосвязи САПР с автоматизированными системами производства и экспериментальных исследований.

Унифицируемость. САПР должна иметь максимальное число унифицированных и стандартизованных составных частей. Это сокращает сроки разработки вновь создаваемых САПР, уменьшает их стоимость, упрощает взаимосвязь с другими автоматизированными системами и облегчает тиражирование САПР или его элементов.

Каждая подсистема САПР может быть структурирована путем разбиения на взаимосвязанные компоненты. Взаимодействие подсистем в САПР осуществляется с помощью связей между их компонентами. Таким образом, как отдельные подсистемы, так и САПР в целом можно рассматривать как системы взаимосвязанных компонентов, число которых может быть велико. Компоненты группируют по следующим видам обеспечения функционирования САПР и их подсистем: методического, лингвистического, математического, программного, технического, информационного и организационного.

Компоненты методического обеспечения — технические документы, в которых дано общее описание САПР; состав элементов, их основные характеристики и т.д. Компоненты лингвистического обеспечения — языки (входные и программирования), а также термины и определения. Компоненты математического обеспечения — математические модели объектов проектирования, а также методы и алгоритмы апробации.

2.2. Параметрическое моделирование объектов

Процесс параметрического моделирования (проектирования) — моделирование (проектирование) с использованием параметров элементов модели и соотношений между этими параметрами.

Параметризация [parametrization] — элемент системного анализа объекта (процесса), который заключается в выделении существенных воздействующих факторов, их описании и количественной оценке полученных параметров связи.

Двухмерное параметрическое черчение и моделирование

Параметризация двухмерных чертежей обычно доступна в САД-системах среднего и тяжёлого классов. Однако упор в этих системах сделан на трёхмерную технологию проектирования и, поэтому возможности параметризации двухмерных чертежей практически не используются. Параметрические САД-системы, ориентированные на двухмерное черчение (лёгкий класс) зачастую являются «урезанными» версиями более продвинутых САПР:

- **T-FLEX CAD 2D** — «Урезанный» вариант T-FLEX CAD 3D от российской компании «Топ Системы». Позволяет создавать полностью параметризованные чертежи. Имеется функция автоматической параметризации.
- **Solid Edge 2D** — «Урезанный» вариант Solid Edge от компании Siemens PLM Software. Программа полностью бесплатна, в том числе для коммерческого применения.
- **AutoCAD** (с некоторыми оговорками) — Начиная с версии 2010 в AutoCAD появилась возможность создавать параметрические чертежи.
- **AutoCAD Mechanical** — специализированное решение для двухмерного машиностроительного проектирования и черчения на базе AutoCAD.
- **КОМПАС-График** — система двухмерного машиностроительного и строительного проектирования и черчения, разработанная компанией АСКОН.

Трёхмерное твердотельное параметрическое моделирование

Примеры САПР, использующих трёхмерное твердотельное параметрическое моделирование:

- **CATIA** — САПР тяжёлого класса французской фирмы Dassault Systemes
- **NX (Unigraphics)** — САПР тяжёлого класса от Siemens PLM Software
- **Creo Parametric (ранее Pro/Engineer)** — САПР тяжёлого класса от Parametric Technology Corporation (PTC)
- **Inventor** — САПР среднего класса от Autodesk
- **Solid Edge** — САПР среднего класса от Siemens PLM Software
- **SolidWorks** — САПР среднего класса от SolidWorks Corporation (подразделение Dassault Systemes)

- **3design CAD** — САПР для ювелирного и графического дизайна от французского разработчика Vision Numeric
- **T-FLEX CAD** — российская САПР среднего класса, использующая геометрическую параметризацию от компании Топ Системы
- **КОМПАС-3D** — известная российская САПР среднего класса от компании АСКОН, созданная на основе собственного ядра геометрического моделирования.
-

Основные типы параметризации:

Табличная параметризация заключается в создании таблицы параметров типовых деталей. Создание нового экземпляра детали производится путём выбора из таблицы типоразмеров.

Иерархическая параметризация заключается в том, что в ходе построения модели вся последовательность построения отображается в отдельном окне в виде «дерева построения».

Вариационная или размерная параметризация основана на построении эскизов (с наложением на объекты эскиза различных параметрических связей) и наложении пользователем ограничений в виде системы уравнений, определяющих зависимости между параметрами.

Вариационная параметризация позволяет легко изменять форму эскиза или величину параметров операций, что позволяет удобно модифицировать трёхмерную модель.

Геометрической параметризацией называется параметрическое моделирование, при котором геометрия каждого параметрического объекта пересчитывается в зависимости от положения родительских объектов, его параметров и переменных.

2.3. Внедрение САПР в отрасли строительного комплекса Республики Беларусь

Эффективное внедрение цифровых технологий в работу национальной строительной отрасли требует обязательной проработки комплексного плана цифровизации и ее обобщенной модели. В рамках многочисленных исследований модель имеет сжатый вариант, отражающий наиболее важные аспекты: исключение барьеров цифровизации и представление обобщенного процесса внедрения цифровых технологий в работу строительных компаний (рисунок 2.1).

Основу модели цифровизации составляет **трехуровневая система базовых элементов**, предусматривающая поэтапное обязательное формирование необходимых условий в границах одновременного исключения имеющихся барьеров макросреды.

На первом этапе важна проработка нормативно-правовой базы и институциональной среды цифровизации, позволяющей в полной мере

применять правовые конструкции к новым отношениям, возникающим между участниками строительного рынка при переходе к его цифровой модели. Кроме формирования базовых основ цифровизации на данном этапе важна одновременная проработка соответствующей нормативно-правовой базы и институциональной среды в границах ЕАЭС.

На втором этапе важно обоснование соответствующего методического и методологического обеспечения, без которого невозможно качественное внедрение в работу строительных компаний даже отдельных инструментов оцифровки данных.

Третья стадия цифровизации предполагает «сшивание» (взаимоувязку) всех цифровых процессов в ходе передачи цифровой модели от одного участника к другому участнику, т. е. построение системы, в рамках которой общие данные на разработку от заказчика поступают проектировщику, затем от проектировщика – к контрольным органам и экспертам, в последующем для организации строительства – к подрядчикам, а по завершении строительства – в эксплуатирующую организацию.

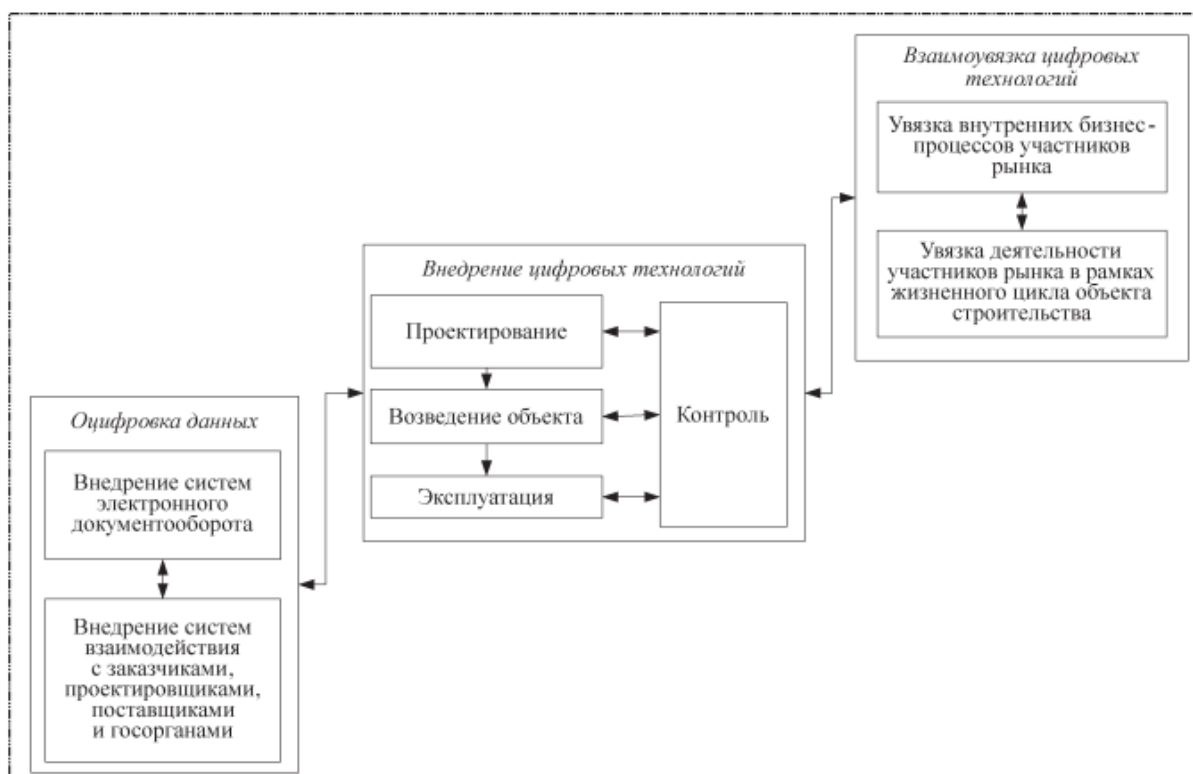


Рисунок 2.1 – Децентрализованные элементы цифровизации жизненного цикла объектов строительства

Эффективное внедрение цифровых технологий в работу национальной строительной отрасли в данном контексте требует поэтапной проработки каждой области строительства с последующей обязательной взаимоувязкой

всех цифровых процессов в рамках жизненного цикла строительных объектов.

Предложенная поэтапная цифровизация строительной отрасли позволяет осуществить переход на электронное взаимодействие участников инвестиционно-строительного процесса и внедрение интегрированных информационных систем по управлению ресурсами предприятий, т. е. обусловит построение ее цифровой модели. Дальнейшее функционирование отрасли в границах цифровой модели даст возможность сократить сроки возведения объектов строительства, уменьшить стоимость строительства, а также повысить производительность труда и обеспечить повышение уровня добавленной стоимости.

Тема 3. Принципы построения и редактирования графических объектов в AutoCAD

3.1 Понятие пространства модели и листа

3.2 Создание видовых экранов

3.3 Создание надписей и принципы создания простых фигур

3.1 Понятие пространства модели и листа

Имеются две различные рабочие среды – ***пространство модели*** и ***пространство листа***, – в которых можно работать с объектами в чертеже.

Пространство модели в AutoCAD предназначено для хранения информации о модели. В пространстве модели может находиться как трехмерная модель изделия, так и ее изображение (виды, разрезы, сечения и т.п.). Там же могут присутствовать графические объекты и объекты оформления — размеры, надписи, рамка чертежа и т.п. Обычно же рамка, основная надпись, размеры и другие объекты оформления (т.е. все объекты чертежа, за исключением тех, которые формируют изображение модели) располагаются в пространстве листа. В пространстве листа отображается также содержимое пространства модели — на так называемых видовых экранах (**viewport**). Обыкновенно в пространстве листа показываются различные участки пространства модели, при необходимости — в различных масштабах.

По умолчанию работа начинается в неограниченной 3D-области чертежа, называемой ***пространством модели***. Для начала определим, что представляет единица чертежа: один миллиметр, один сантиметр, один метр, один дюйм, один фут или другую удобную единицу измерения. Затем выполним создание в масштабе 1:1.

Для подготовки чертежа к печати переключитесь в **пространство листа**. Здесь можно настроить различные листы с основной надписью и примечаниями, также на каждом листе можно создать видовые экраны листа, отображающие различные виды пространства модели. На видовых экранах листа виды пространства модели масштабируются относительно пространства листа. Одна единица в пространстве листа представляет собой фактическое расстояние на листе бумаги в миллиметрах или дюймах, в зависимости от настроек страницы.

Пространство модели можно открыть со вкладки "**Модель**", а пространство листа доступно на **вкладках листа**.



Рисунок 3.1 – Лента вкладки 3D-моделирование

Лента рабочего пространства «3D-моделирование» (рисунок 4.1) содержит следующие вкладки:

1. **Главная** – создание и редактирование 3D-тел, слоев и т.д.
2. **Тело** – дополнительные команды для работы с 3D-телами.
3. **Поверхность** – создание и редактирование поверхностей.
4. **Сеть** – создание и редактирование сетей.
5. **Визуализация** – материалы, источники света, визуальные стили, видовые экраны модели, координаты и т.д.
6. **Параметризация** – работа с параметрическими зависимостями.
7. **Вставка** – работа с блоками, внешними ссылками, облаками точек.
8. **Аннотации** – тексты, размеры, выноски, осевые линии, таблицы, пометки.
9. **Вид** – навигация, видовые экраны, системы координат, палитры.
10. **Управление** – настройка пользовательского интерфейса, стандарты оформления, рекордер (дерево) операций.
11. **Вывод** – печать, 3D печать, экспорт в DWF или PDF.
12. **Настройки** – Autodesk App Manager.
13. **Совместная работа** – управление доступом к документам, синхронизация параметров.
14. **Рекомендованные приложения**. Данные вкладки, в свою очередь, содержат панели, содержащие инструменты, схожие по функциональному назначению.

При одновременном нажатии клавиши Shift и колесика мыши, происходит перемещение пространства из двухмерного в трехмерное под произвольным углом (рисунок 3.2), причем сетка миллиметровки всегда располагается в плоскости XY.

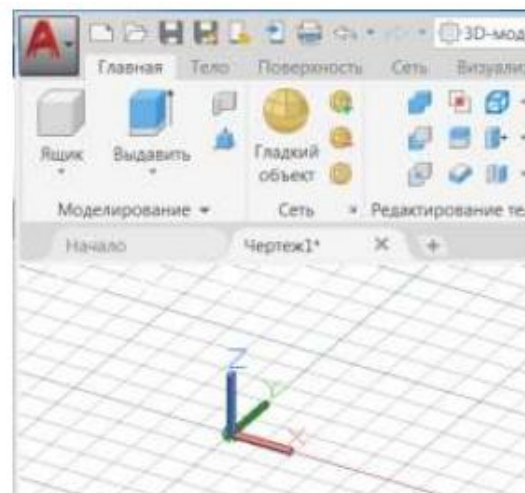


Рисунок 3.2 – Лента вкладки 3D- моделирование

В левом верхнем углу пространства модели, находятся инструменты управления видовым экраном, видами и визуальными стилями в виде строки из трех квадратных скобок (рисунок 4.3):

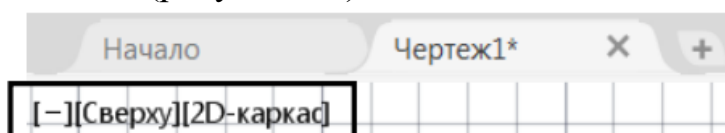


Рисунок 3.3 – Инструменты управления видовым экраном, видами и визуальными стилями

[–] – предоставляет доступ к нескольким конфигурациям видовых экранов, позволяет устанавливать и редактировать средства навигации (видовой куб, штурвалы, панель навигации) (рисунок 3.4).

[Сверху] – позволяет устанавливать стандартные виды и изометрическую проекцию, открывает доступ к Диспетчеру видов (рисунок 3.5). Стандартные виды графического пространства находятся также на панели «Виды» вкладки Ленты «Главная» (рисунок 3.6).

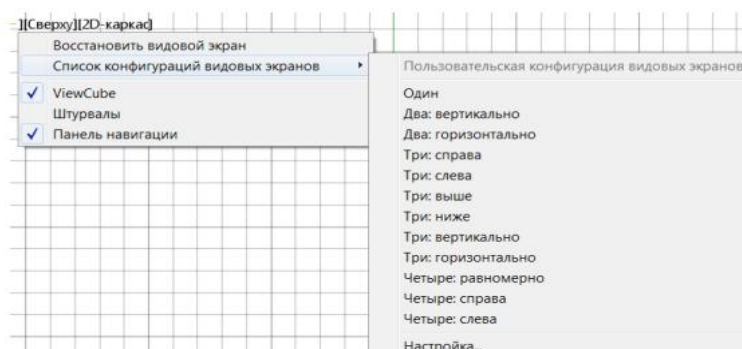


Рисунок 3.4 – Управление видовыми экранами

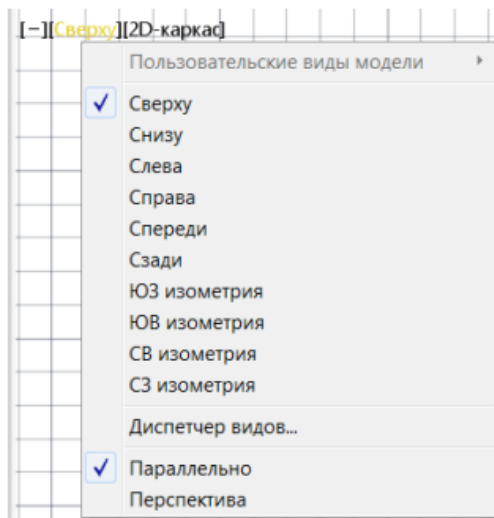


Рисунок 3.5 – Управление видами из пространства модели

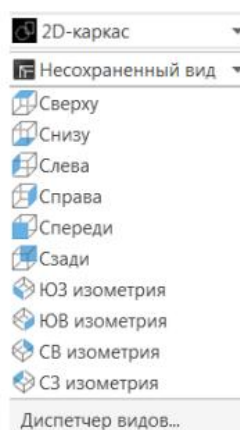


Рисунок 3.6 – Диспетчер видов

Кроме того, через «Диспетчер видов» на вкладке **Вид**, можно создать свой индивидуальный вид, присвоить ему имя, визуальный стиль и т.д. (рисунок 4.7).

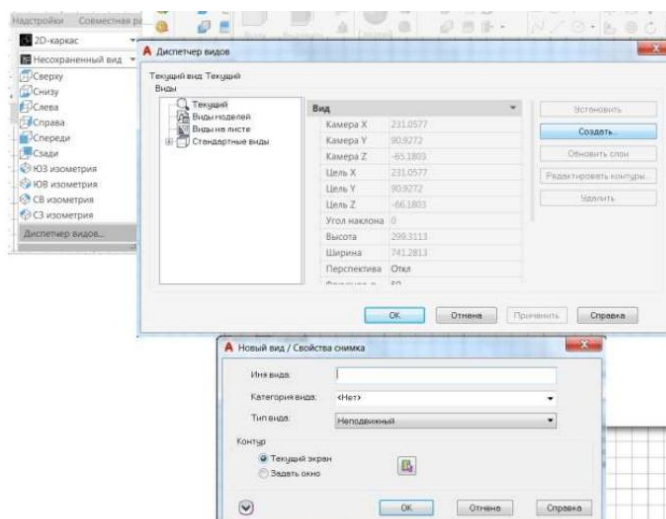


Рисунок 3.7 – Создание видового окна

3.2 Создание видовых экранов

Видовой экран значительно упрощает процесс компоновки и подготовки чертежа к печати. Данная функция весьма удобна, когда на чертеже имеются участки, выполненные в разных масштабах, и при этом, их нужно оформить на одном листе. На каждом листе можно создавать один или несколько видовых экранов листа. Каждый *видовой экран* листа похож на встроенный телевизионный монитор для просмотра модели с учетом указанного пользователем масштаба и ориентации. Видовые экраны могут создаваться как в режиме «*Модели*», так и в режиме «*Листа*». Но в «*Модели*» видовые экраны — не плавающие и не перекрываемые, их расположение фиксированно, и они не могут накладываться друг на друга. Кроме того, в «*Модели*» видовые экраны строго прямоугольной формы. В режиме «*Листа*» разработчик может перемещать видовой экран в любое место листа, может подрезать один видовой экран другим. Здесь возможно создание видового экрана любой формы. Программа AutoCAD позволяет сделать видовые экраны отдельно для 2D и отдельно для 3D проектирования.

Для создания видового экрана необходимо в пространстве «*Листа*» в строке Меню выбрать вкладку «*Лист*», затем выбрать тематическую панель «*Видовые экраны*» (рисунок 4.8). Выбрать количество (от 1 до 4) экранов, которое необходимо открыть. Затем нужно задать горизонтальное или вертикальное положение экранов (рисунок 4.9).



Рисунок 3.8 – Панель видовые экраны на вкладке лист

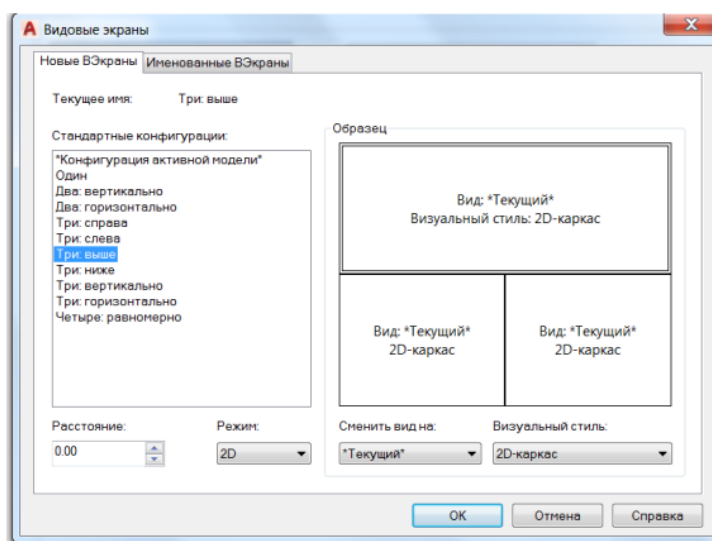


Рисунок 3.9 – Создание видовых экранов

Рассмотрим кратко назначение пунктов диалогового окна «Видовые экраны», где имеются настройки для разнообразных комбинаций расположения видовых экранов на листе. На вкладке «**Новые ВЭкраны**» для примера выберем из стандартных конфигураций «**Три: выше**». В правом окне сразу показывается их расположение. После выбора какойлибо стандартной конфигурации, необходимо нажать ОК и выделить на рабочем листе экрана область, в которую будет вписана заданная конфигурация видовых экранов (рисунок 4.10).

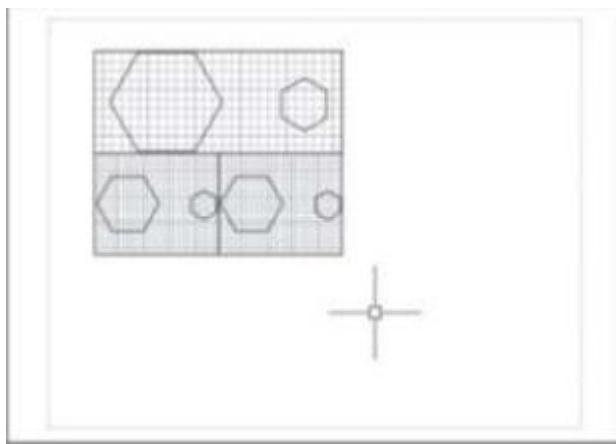


Рисунок 3.10 – Задание области видовых экранов

Режим «**Один видовой экран**» используется наиболее часто. После его выбора необходимо выделить на листе необходимую область, которая и станет видовым экраном (рисунок 4.11). Количество таких видовых экранов неограничено.

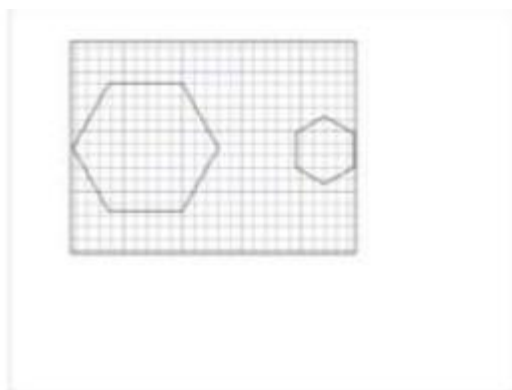


Рисунок 3.11 – Один видовой экран

«**Многоугольный**» видовой экран представляет собой видовой экран произвольной формы (рисунок 3.12).

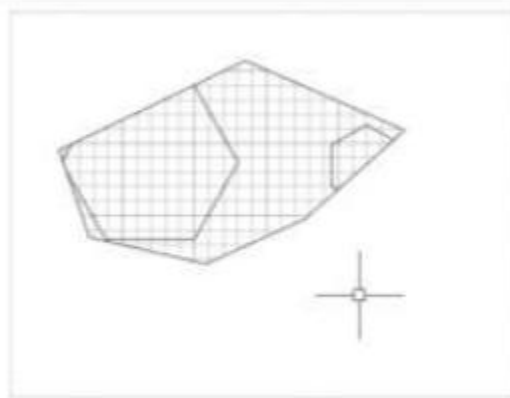


Рисунок 3.12 – Многоугольный видовой экран

Функция преобразования объекта в видовой экран позволяет любой замкнутый объект преобразовать в видовой экран. Достаточно изобразить объект необходимой конфигурации и размеров, выбрать данную функцию в меню и указать на созданный объект (рисунок 3.13).

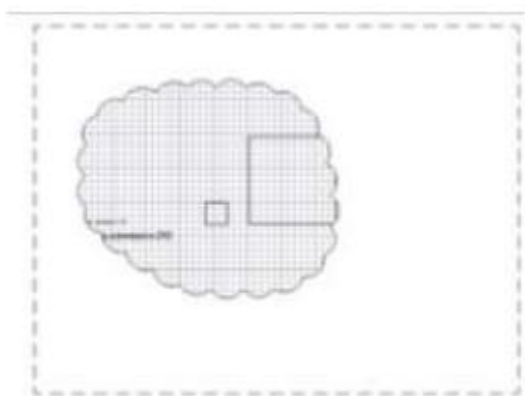


Рисунок 3.13 – Преобразование видового экрана

Если уже оформленный видовой экран окажется неподходящей формы, его можно подрезать с помощью команды **«Подрезка»**. Например, необходимо создать видовой экран треугольной формы. Для этого поверх видового экрана надо нарисовать замкнутую фигуру той формы, которую должен принять будущий видовой экран (рисунок 4.14). Далее выбирают функцию Подрезки и указывают видовой экран, который необходимо подрезать и указать фигуру, которая должна стать границами видового экрана.

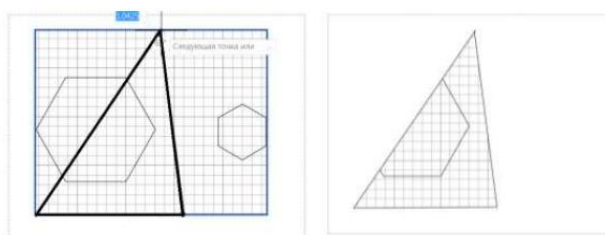


Рисунок 3.14 – Подрезка видового экрана

Для примера создадим в пространстве Модели геометрические фигуры разного масштаба (рисунок 3.15). Конечной целью будет компоновка чертежа на вкладке *Лист* таким образом, чтобы изображаемые фигуры были одинакового размера.

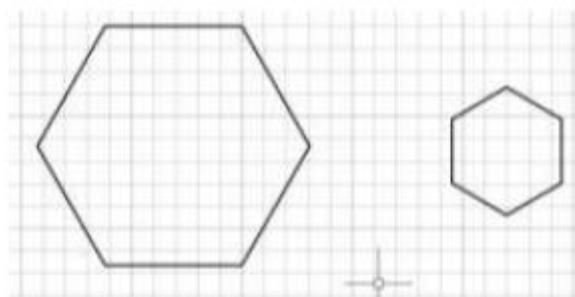


Рисунок 3.15 – Геометрические фигуры

Итак, выведем каждый созданный объект в отдельном видовом экране, чтобы получить эти объекты одинакового размера без их редактирования. Таким образом, создаем два видовых экрана. Для каждого видового экрана зададим свой масштаб, например, 1:100 и 1:50.

Перед выбором масштаба, необходимо зайти в область видового экрана, щелкнув два раза левой клавишей мыши внутри него, и простым перемещением и увеличением, оставить в области видового экрана только необходимый объект. Это делается, потому что после выбора масштаба изображение внутри видового экрана меняется, и необходимый объект может исчезнуть из видимой области, и его затем будет сложно найти. Внутри видового экрана весь чертеж можно перемещать инструментом «*Лана*», который также появляется при нажатии на колесико мыши. Для выхода из видового экрана достаточно два раза щелкнуть за его границами (рисунок 4.16).

Чтобы в дальнейшем выделенная область в видовом экране не съехала и случайным образом не изменился масштаб, его необходимо заблокировать: выделяется необходимый видовой экран и нажимается иконка желтого замочка на строке состояния. В заблокированном видовом экране можно производить редактирование объектов, при этом внутреннее содержимое блока меняться не будет. Края видового экрана можно сделать невидимыми, в том числе и при печати, скрыв соответствующий слой.

После создания видового экрана листа можно изменять его размеры, свойства, масштаб, а также при необходимости перемещать его. Для наиболее распространенных изменений можно выбрать видовой экран листа и использовать его ручки (рисунок 3.17).

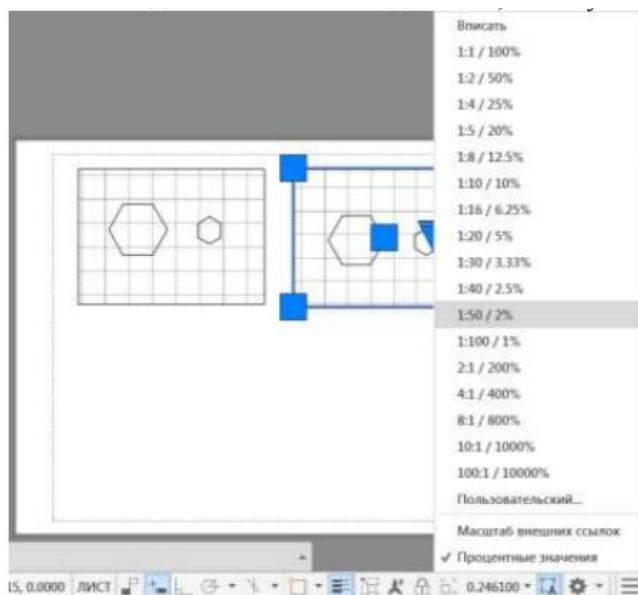


Рисунок 3.16 – Задание масштаба видового экрана

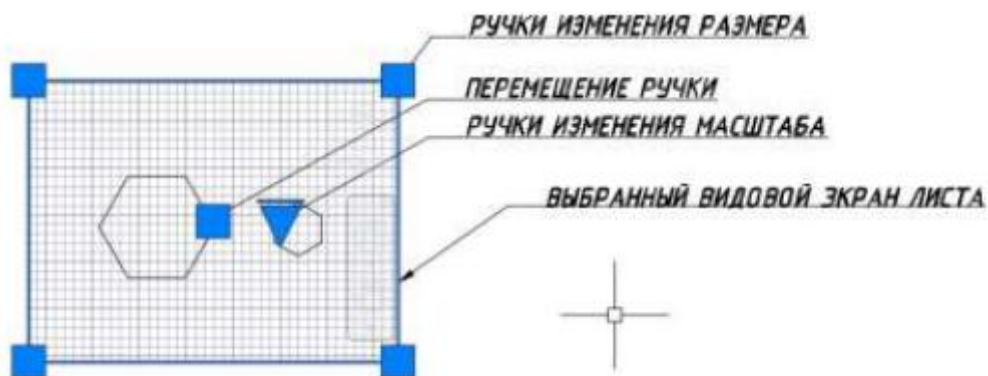


Рисунок 3.17 – Ручки для изменения видового экрана

3.3 Создание надписей и принципы создания простых фигур

Для создания одной или нескольких строк текста можно использовать **однострочный текст**. При этом каждая строка текста является независимым объектом, который можно переносить, форматировать или изменять иным способом. Щелкните правой кнопкой мыши в поле для текста и выберите пункт контекстного меню. При выполнении команды **ТЕКСТ**:

- Щелкните в любом месте на чертеже, чтобы начать новый набор строк однострочного текста.
- Нажмите клавишу TAB или SHIFT + TAB для перемещения вперед и назад между наборами однострочного текста.

- Нажмите клавишу ALT и щелкните текстовый объект для редактирования набора строк текста.

После выхода из команды ТЕКСТ эти действия больше не доступны.

Если последней была введена команда ТЕКСТ, а при отображении запроса на ввод начальной точки текста нажата клавиша Enter, запросы на ввод высоты листа и угла поворота не отображаются. Текст, введенный в поле для текста, размещается непосредственно под предыдущей строкой. Точка, указанная в ответе на запрос, также сохраняется в качестве точки вставки текста.

Если значение системной переменной **TEXTED** равно 1, текст, созданный с помощью команды ТЕКСТ, отображается в диалоговом окне "Редактирование текста". Если значение переменной TEXTED равно 2, отображается контекстный текстовый редактор.

Для ввода специальных символов и форматирования текста можно использовать строки **Unicode** и управляющие коды.

Отображаются следующие запросы.

Начальная точка

Задание начальной точки для текстового объекта. Введите однострочный текст в контекстном редакторе.

Запрос на ввод высоты отображается только в том случае, если текущий стиль текста не является аннотативным и для него не задана фиксированная высота.



Выравнивание

Любой из параметров выравнивания можно также ввести в ответе на запрос начальной точки текста.

Левая

Выравнивание текста по левому краю базовой линии, заданной по точке.



По центру

Горизонтальное центрирование текста по базовой линии, которая задается точкой.

Угол поворота задает ориентацию базовой линии текста относительно центральной точки. Угол задается посредством указания точки. Базовая линия текста проходит от начальной к указанной точке. Если указать точку левее центральной, текст переворачивается.

AUTOCAD
1

Справа

Выравнивание текста по правую сторону базовой линии, которая задается точкой.

AUTOCAD
1

Выровненный

Опция выравнивания, устанавливающая высоту и ориентацию текста по заданным конечным точкам базовой линии.

Размер символов изменяется пропорционально их высоте. Чем длиннее текстовая строка, тем меньше ширина символов.

1 12.7 FOR 2
BUSHING-PRESS
FIT-4 REQ.-EQ. SP.

Середина

Выравнивание текста по центру заданной горизонтальной базовой линии и высоты. Базовая линия при этом не соответствует нижнему краю текста. Параметр "Середина" отличается от параметра "СЦ" тем, что при его использовании в высоту символов включается высота подстрочных элементов букв (как, например, для букв: у, щ). В случае параметра "СЦ" средняя точка рассчитывается по высоте прописных букв.

AUTOCAD
1

По ширине

Текст выравнивается по ширине занимаемой им области. Ориентация задается указанием двух точек и высоты. Опция доступна только для горизонтально расположенных текстовых объектов.

12.7 FOR 2
BUSHING-PRESS
FIT-4 REQ.-EQ. SP.

ВЛ (Сверху слева)

Выравнивание текста сверху и слева. Опция доступна только для горизонтально расположенных текстовых объектов.

1
AUTOCAD

ВЦ (Сверху по центру)

Выравнивание текста сверху и по центру. Опция доступна только для горизонтально расположенных текстовых объектов.

1
AUTOCAD

ВП (Сверху справа)

Выравнивание текста надписи сверху и справа. Опция доступна только для горизонтально расположенных текстовых объектов.



СЛ (Посередине слева)

Выравнивание текста надписи посередине слева. Опция доступна только для горизонтально расположенных текстовых объектов.



СЦ (Посередине по центру)

Центрирование текста по горизонтали и вертикали относительно средней точки текста. Опция доступна только для горизонтально расположенных текстовых объектов.



СП (Посередине справа)

Выравнивание текста посередине справа по указанной средней точке. Опция доступна только для горизонтально расположенных текстовых объектов.



Стиль

Задание текстового стиля, определяющего внешний вид текстовых символов. Пользовательские надписи отображаются в соответствии с текущим текстовым стилем.

Принципы создания простых фигур

Примитивами в AutoCAD называют простые элементы, из которых состоят сложные объекты, еще их называют инструментами рисования. К ним относятся такие элементы как отрезки, окружности, прямые, дуги и т.д.

Каждый из примитивов обладает собственными свойствами и особенностями построения. Данные элементы находятся на вкладке «Главная» в блоке «*Рисование*».

Наиболее простым инструментом рисования является отрезок. Используя отрезки, можно начертить и другие предметы, такие как ломаная, замкнутая 3D либо незамкнутая линия. Каждый предмет будет являться отдельной частью чертежа, и каждый можно редактировать.

Команду «**Отрезок**» можно вызвать разными способами.

Первый способ — ввести в командную строку слово «Отрезок».

Второй способ – просто выбрать в блоке «Рисование» Главного меню команду «Отрезок».

После ввода команды «Отрезок» любым из перечисленных способов, программа предлагает указать первую точку. Самый простой способ указания точки (если нет надобности привязывать начало отрезка к конкретной координате поля чертежа) – это щелчок левой клавишей мыши в области чертежа. После указания первой точки программа просит указать вторую точку и т.д.

Если есть необходимость указывать координаты первой точки отрезка, то вводят ее координаты либо в командную строку, либо (при включенном режиме *Динамический ввод*) в строке состояния непосредственно в поле под курсором. Следует учитывать, что сначала вводят значение координаты по оси X , затем – по оси Y . Причем, переход от координаты X к Y осуществляется нажатием кнопки клавиатуры компьютера « $,$ », « $.$ ». Если нажать « $.$ », то будет задаваться десятая доля значения числа координаты, например, 0,5 и т.п. После ввода первой координаты точки, необходимо нажать клавишу Enter. Например, вводим координаты первой точки отрезка (0,0), что показано на рисунке 4.18. Далее программа предложит ввести координаты следующей точки отрезка. Вводим координаты (10.5, 5). Соответственно, отрезок будем вычерчиваться от начала координат до точки с координатой по оси $X = 10.5$ мм, а по оси $Y = 5$ мм.

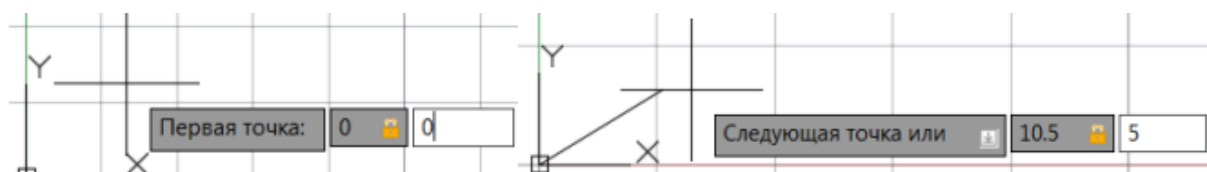


Рисунок 3.18 – Ввод координат точек отрезка

Инструмент «*Полилиния*» поможет рисовать замкнутые и незамкнутые линии, комбинируя прямые отрезки и дугообразные элементы. Можно задавать координаты последующих точек полилинии, можно длину отрезков полилинии.

Если необходимо нарисовать *Круг*, то после нажатия на соответствующую команду, в списке, который появится после нажатия, можно выбрать способ построения круга – применяя радиус и диаметр, крайние точки и касательные и т.д. (рисунок 4.19). Так же изображают эллипсы и дуговые отрезки.

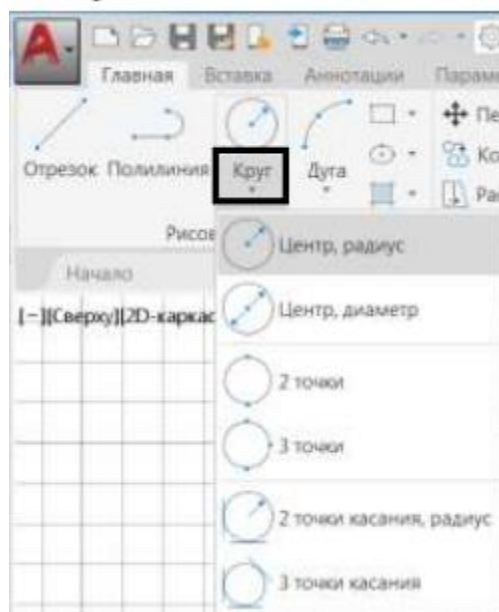


Рисунок 3.19 – Команда «Круг»

Для изображения **Прямоугольника**, после выбора одноименной команды в блоке Рисование, программа запросит координаты первой точки. Затем можно ввести размеры прямоугольника, учитывая, что сначала вводят размеры по оси X, затем – по оси Y. Например, чтобы построить прямоугольник размерами 100x50 с первой точкой угла фигуры с координатами (20,40), необходимо указать координаты точки первого угла (20,40), второго угла – (100,50), что показано на рисунок 4.20. Таким образом, программа начертит прямоугольник с указанными размерами.

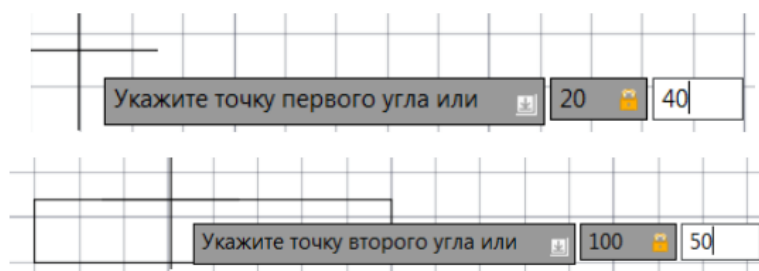
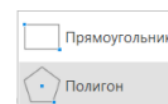


Рисунок 3.20 – Построение прямоугольника

Для изображения многоугольника, надо выбрать команду **Полигон**. Затем выбрать число сторон многоугольника, указать центр фигуры, нажав на соответствующее место на рабочем экране или задав координаты центра, после этого выбрать тип фигуры (*Вписанный в окружность* или *Описанный вокруг окружности*), задать числовое значение радиуса окружности. После всех этих этапов построения, необходимо нажать клавишу Enter. Для создания штриховки надо выбрать команду **Штриховка** во вкладке Рисование (рисунок 4.21).



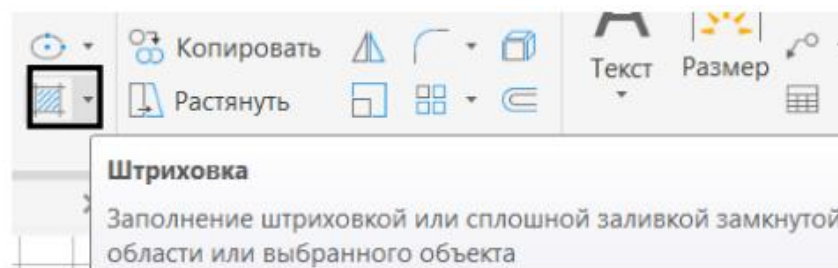


Рисунок 3.21 – Команда штриховка

Затем задают параметры штриховки — это тип, образец, прозрачность, цвет и т.д. Делается это на появившейся временной контекстно-зависимой вкладке «Создание штриховки».

Создание **Сплайнов** (рисунок 3.22) — это построение гладкой кривой, проходящей через указанные точки или вблизи набора определяющих точек, а также определяемой вершинами в допуске формы и расположения. По умолчанию *определяющие точки* совпадают со сплайном, а *управляющие вершины* определяют форму и расположение. Формы и расположения обеспечивают удобный способ для изменения формы сплайна.

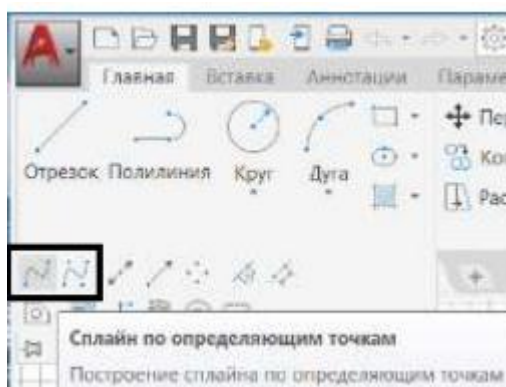


Рисунок 3.22 – Команда сплайн

Дополнительные сегменты сплайна (рисунок 3.23) создаются до тех пор, пока не будет нажата клавиша Enter.

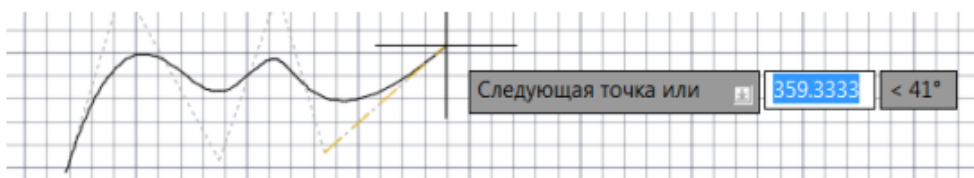


Рисунок 3.23 – Создание сплайн

Данная команда удобна для создания топографических поверхностей. Так же в блоке *Рисование* имеются команды:

- **Прямая** – для построения вспомогательной бесконечной прямой линии;
- **Луч** – для построения линейного объекта, начинающегося в точке и бесконечного в одном направлении;
- **Точка** – для создания объектов-точек;
- **Поделить** – для создания вдоль длины или периметра объекта точек или блоков, размещенных на равном расстоянии друг от друга;
- **Разметить** – для создания объектов точек или блоков по длине или по периметру объекта с расположением их на расстоянии измеренных интервалов;
- **Область** – для преобразования объектов, ограничивающих область, в объект 2D-области;
- **Маскировка** – для создания маскирующего объекта и управление отображением рамок маскировки на чертеже;
- **3D полилиния** - для создания 3D полилинии;
- **Спираль** – для создания 2D или 3D спирали;
- **Кольцо** – для создания закрашенного круга или широкого кольца;
- **Пометочное облако** (*Прямоугольное, Многоугольное, От руки*) – для создания или изменения пометочного облака.

Для того чтобы создавать более сложные графические объекты, необходимо уметь ***редактировать плоские объекты***.

Редактирование объектов предусматривает возможность удаления, копирования, перемещения объектов, изменения их свойств таких, как цвет, вес линий, тип линий и др. Над объектами можно выполнять операции удлинения, обрезания, зеркального отражения, поворота на заданный угол и т.д.

Для изменения геометрического объекта, его необходимо выделить. Существуют следующие ***способы выделения/выбора***:

1. щелчком левой клавишей мыши, путем наведения курсора на объект;
2. методом секущей рамки.

В блоке ***Редактирование*** в AutoCAD существуют следующие команды:

Перенести – позволяет переместить объекты, расположив их на определенном расстоянии и в определенном направлении от исходных объектов;

Копировать – позволяет копирование объектов на заданное расстояние в указанном направлении;

Повернуть – позволяет поворачивать объект вокруг базовой точки;

Обрезать/Удлинить – производит обрезку объектов в соответствии с кромками других объектов. Например, для удаления ненужных элементов геометрического объекта, необходимо выбрать команду *Обрезать*, затем выделить элементы, являющиеся границей обрезки (в данном случае, шестиугольник), затем элементы, которые необходимо в выбранных пределах удалить (левый прямоугольник вне шестиугольника, а правый – внутри шестиугольника).

Стереть – позволяет удалить объекты из чертежа;

Отразить зеркально – позволяет создавать зеркальную копию выбранных объектов, т.е. симметричных относительно друг друга. Зеркальное отображение объектов производится относительно оси отражения. Ось отражения задается двумя точками. Можно выбрать удаление или сохранение исходных объектов.

Сопряжение/Фаска – команда позволяет выполнить скругление и сопряжение кромок двух объектов. Для выполнения этой команды, необходимо после выбора команды *Сопряжение*, щелкнуть правой клавишей мыши, выбирать из предлагаемого списка выпадающего окна *Радиус* и задать его значение с клавиатуры. На запрос выбирают первый и второй объекты (стороны прямоугольника). Программа автоматически показывает, как будет выглядеть фигура после внесения изменений. Для завершения команды, нажимают Enter.

Иногда бывает необходимость выполнить сопряжения всех углов фигуры одинаковым радиусом. В этом случае можно эту процедуру не проделывать попеременно с каждым углом, достаточно после ввода параметра радиуса сопряжения, снова нажать правую клавишу мыши и выбрать *ПолИлиния*. Сопряжение всех углов будет выполнено одновременно.

Команда *Фаска* служит для скоса кромки детали. Для ее создания действуют по тому же принципу, что и при построении сопряжения: щелкнув правой клавишей мыши, выбирают *Длина*, и задают первую длину фаски, затем - вторую длину фаски. Выбирают первый отрезок, и, далее, второй (необходимо иметь в виду, что срез пойдет соответственно заданным первой и второй длинам фаски). Так же можно задать для создания фаски *Угол*. Аналогично сопряжениям, можно построить фаски всех углов фигуры с помощью *ПолИлинии*.

Массив – команда позволяет равномерно распределить объекты вдоль заданной траектории. Существуют *Прямоугольный*, *Круговой* и *Массив по траектории*. Предположим, необходимо построить прямоугольный массив 5х3, состоящий из окружностей. Для этого вычерчивают исходный элемент,

например, окружность. Выбирают команду Прямоугольный массив. Выделяют заданную окружность и задают количество столбцов (5), количество строк (3), а так же необходимое расстояние между столбцами – 30, расстояние между строками – 250. Так же можно задать базовую точку элемента, и, при необходимости, редактировать элемент, изменить вид массива и т.д. (рисунок 4.24).

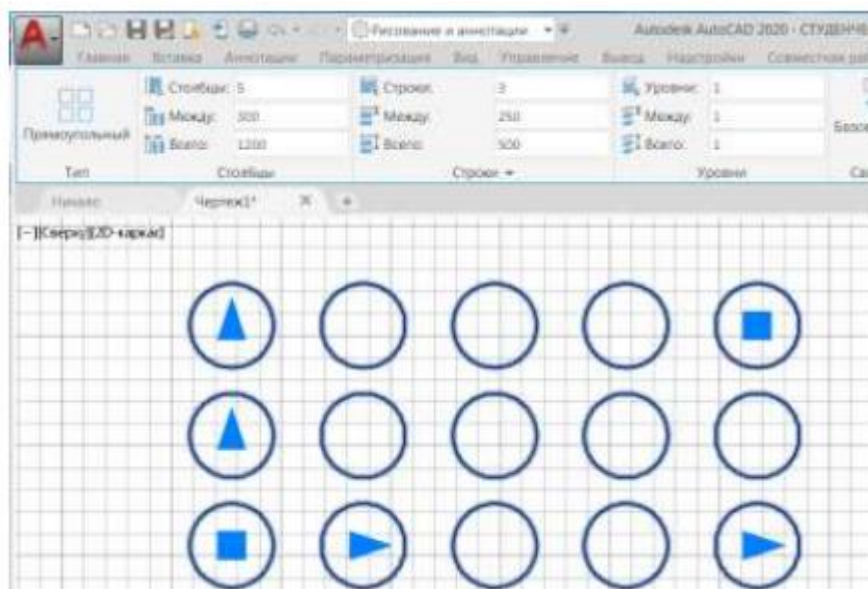


Рисунок 3.24 – Создание прямоугольного массива

По аналогии строят другие массивы.

Смещение – команда позволяет выполнить смещение объекта на заданное расстояние или через определенную точку. Например, для создания нескольких параллельных шестиугольников, расположенных друг от друга на расстоянии 50мм, выбирают геометрический объект для смещения (в данном случае, шестиугольник), задают расстояние смещения объекта (50) и указывают направление смещения (внутри или наружу выбранного исходного объекта).

Тема 4. Функциональные возможности и интерфейс программы КОМПАС-3D

4.1 История создания программы КОМПАС-3D

4.2 Основные продукты семейства КОМПАС-3D

3.4 Инструменты и функциональные возможности КОМПАС-3D

4.1 История создания программы КОМПАС-3D

Компас – это название продукта семейства САПР которые служат для построения и оформления проектной и конструкторской документации в соответствии с требованиями ЕСКД и СПДС.

Программы данного семейства автоматически генерируют ассоциативные виды трехмерных моделей, в том числе разрезы, сечения, местные разрезы, местные виды, виды по стрелке, виды с разрывом. Программа может предоставлять возможность ассоциированной связи модели с *чертежами*, то есть при изменении модели автоматически происходят изменения и на чертеже. Программа очень полезна и получила широкое применение при составлении руководств по эксплуатации к тем или иным видам продукции, при составлении проектной документации на те или иные виды *работ*.

Программа "Компас" является продуктом компании "Аскон", а само название "Компас" является акронимом от фразы "комплекс автоматизированных систем", в торговых марках получило написание заглавными буквами "КОМПАС".

Данная программа очень уверенно "чувствует себя" на рынке САПР постсоветского пространства, это объясняется рядом причин:

- интерфейс полностью русифицирован;
- построение всех *чертежей* и оформление документации ведется в соответствии с требованиями предъявляемыми к конструкторской документации;
- интерфейс интуитивен и прост для начинающего пользователя;
- те возможности которые предлагаются ничем не уступают заграничным аналогам типа AutoCAD, Solid Works и др., при этом в отличие от перечисленных продуктов она имеется в свободном доступе;
- возможность участвовать в развитие данного программного обеспечения, что также интересно;

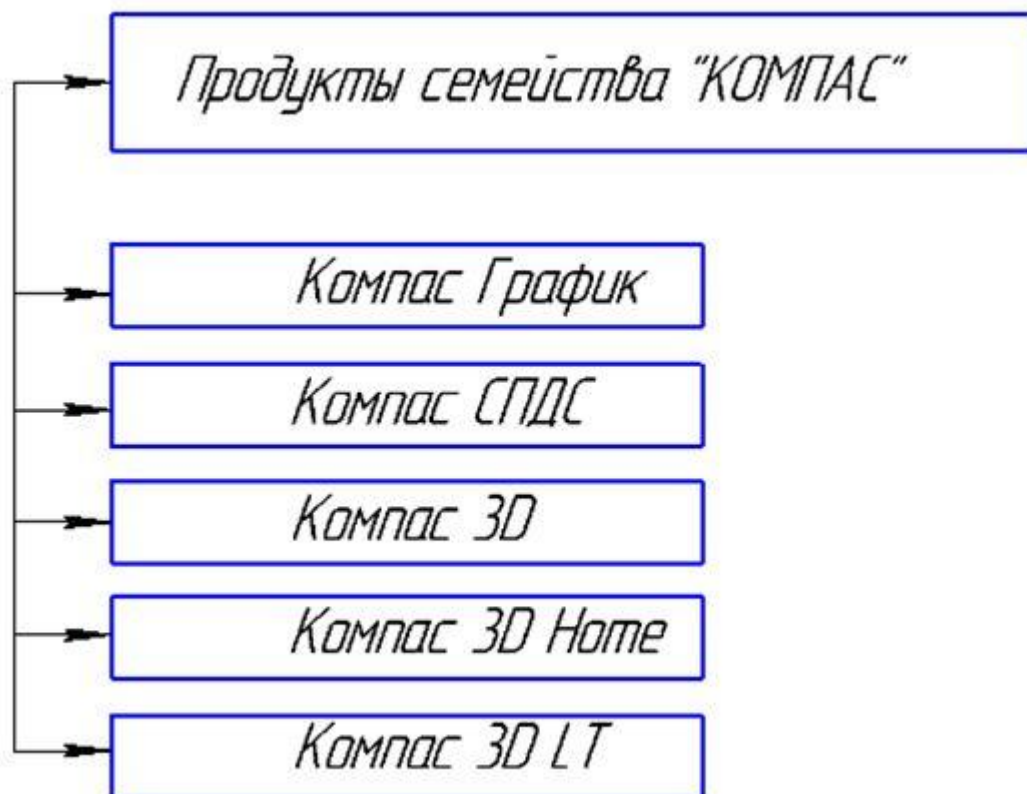
Отправной точкой в своем развитии и *представление* как уже готовый программный продукт можно считать 1989 год когда появилась первая версия программы "Компас 1.0", но для нас обычных пользователей интерес представляет другая дата 1997 год именно в этом году вышла первая версия под Windows – "Компас 5.0". Уже в 2000 году был выпущен "Компас 5.10", а в 2003 – "Компас 6.0", 2004 – "Компас 7.0", 2007 – "Компас 8.0". Далее обновления стали следовать с периодичностью раз в год. Мы с вами будем пользоваться последней версией программы состоянием на 2014 год – "Компас 15" которая вышла 17 марта 2014 года.

4.2 Основные продукты семейства КОМПАС-3D

Основные продукты семейства КОМПАС служат для предоставления и работы с графическими объектами – *чертежами*, а также с твердотельными моделями. Основные продукты семейства можно разделить условно на те которые служат для создания *чертежей* и на те которые служат как для создания *чертежей* так и для создания моделей, так же можно классифицировать на платные и бесплатные версии.

К графическим продуктам следует отнести: "*Компас График*", "*Компас СПДС*", "*Компас 3D*", "*Компас 3D Home*", "*Компас 3D LT*". Все они служат для создания *чертежей*, спецификаций и прочей документации. "*Компас График*" выпускается двух конфигураций, может служить и как только *программа* для создания *чертежей* так и *программа* для создания *чертежей* и 3D моделей.

К продуктам служащим для создания твердотельных моделей можно отнести "*Компас 3D*", "*Компас 3D Home*", "*Компас 3D LT*".



Основные продукты семейства КОМПАС-3D

На рис. показаны основные продукты семейства КОМПАС-3D. Ниже дадим их классификацию.

Компас *График* – универсальная система автоматизированного проектирования. Предлагает широкие возможности автоматизированного проектирования *работ* различного профиля. Система решает задачи 2D проектирования и выполнения документации. Все средства программы направлены на создание высококачественных *чертежей*, схем, спецификаций, пояснительных, расчетных записок, технических условий и инструкций.

Преимущество данного продукта состоит в том, что имеется более 50 стилей оформления документации, возможность оформлять документацию на *основание* потребностей организации, имеется возможность последующей конвертации *чертежей* в форматы читаемые и другими программными средствами то есть проектировщику не следует ориентироваться на заказчика и думать о том какой у него установлен *графический редактор*.

4.2 Инструменты и функциональные возможности "КОМПАС-3D"

Для того чтобы начать процесс создания чертежа, нам нужно перейти на вкладку компактной панели "Геометрия", на ней содержатся следующие команды:

"Точка" - необходима для простановки точек на чертеже, например для каких – либо отметок, на инструментальной панели можно выбрать такие команды простая точка, точка на кривой, точка на расстояние.

"Отрезок" - данная команда необходима для построения отрезка, отрезок может быть обычным, по нескольким точкам, перпендикулярным, касательным и т.д.

"Прямая" - команда, которая наиболее часто используется для построения чертежей, прямая может быть перпендикулярной, под углом, параллельно отрезку, прямой, и т.д. Характерной особенностью прямой является то, что при выводе на печать прямая не будет отображаться.

"Окружность" - команда необходимая для построения окружности с произвольным размером, с заданным размеров, с заданным центром, по нескольким точкам и т.д.

"Дуга" - команда необходимая для построения дуги по нескольким точкам, касательно к кривой, по нескольким точкам и углу раствора между ними.

"Эллипс" - дает возможность построить эллипс касательно к кривым, по диагонали прямоугольника и т.д.

"Непрерывный ввод объектов" - служит непосредственно для непрерывного ввода объектов различного профиля, например дуга и отрезок, отрезок и

отрезок под углом, эта команда очень важна при построении эскизов для 3D моделей.

"Линия" - позволяет строить ломанные линии при этом для задания расстояния и положения необходимо только управлять курсором и подтверждать команды левой клавишей мыши.

"Мультилиния" - это объект из нескольких линий эквидисциантных базовым линиям, т.е. равноудаленный от базовых линий в заданном направлении на заданном расстоянии, в нашем случае линия и параллельные ей равноудаленные от нее на заданное расстояние.

"Кривая Безье" - команда необходимая для построения сглаживающих линий, также в нашей программе для построения ломанных.

"Фаска" - команда необходимая для построения фасок с заданным углом и расстоянием. В инженерной практике *фаска* – это поверхность образованная торцевым скосом материала.

"Скругление" -команда, служащая для скругления между пересекающимися объектами.

"Прямоугольник" - инструмент для построения фигуры с произвольным количеством вершин, а также может быть построен под определенным углом поворота, описывать или быть вписанным в окружность.

"Собрать контур" - служит для сборки нескольких контуров различной конфигурации.

"Эквидисцианта кривой" - инструмент для построения равноудаленных от кривой параллельных равноудаленных от нее кривых на заданное расстояние, при этом можно замкнуть профиль.

"Штриховка" - Служит для нанесения штриховки, штриховка может быть внутри контура или по заданной области, можно выбрать угол направления и тип штриховки.

"Панель размеры" - необходима для нанесения размеров как линейных так и радиальных, можно указывать радиусы, скругления а также углы.

Рассмотрим основные команды панели "размеры":

"Авторазмер" - команда которая служит для нанесения размеров при этом достаточно просто выбрать объект не указывая точек задания размеров, также размер проставляется с отклонениями.

"Линейный размер" - команда необходимая для нанесения таких размеров как размер между двумя точками, цепной размер, размер от общей *базы*, и т.д.

"Диаметральный размер" - команда необходимая для нанесения размеров диаметра окружности.

"Радиальный размер" - необходим для нанесения радиусов, при этом радиус может быть обычным и обозначаться стрелкой, а может быть и с "изломом".

"Угловой размер" - также как и размер может быть угловым, от общей *базы*, цепным и т.д.

"Размер дуги окружности" - необходим для нанесения длины дуги.

"Размер высоты" - необходим для простановки предельных отклонений, не очень часто используется.

"Панель обозначения" также как и панель "размеры" необходима для оформления чертежей в соответствии с требованиями ЕСКД и ГОСТ. Панель "Обозначения" необходима для ввода текста, вставки таблиц, обозначения шероховатостей, обозначения позиций, нанесения допуска формы, линии разреза, выносного элемента, простановки осевых линий по 2 – м точкам, создания автоосевой линии, нанесения волнистой линии, условного пересечения. Как видим панель обозначений очень уместна для указания на чертежах технических требований, заполнения основной надписи и добавления таблицы на чертеж.

Рассмотрим основные элементы панели обозначений.

"Ввод текста" - команда необходимая для добавления текста, а также его редактирования, чтобы ввести текст необходимо выбрать область на которую добавляется текст, ввести текст и сохранить его нажав клавишу "Создать объект" или сочетанием клавиш Ctrl+Enter.

"Ввод таблицы" - Необходима для добавления и редактирования таблиц, чтобы ввести таблицу необходимо выбрать графическую область на которую необходимо добавить таблицу, указать параметры ячеек и сохранить тем же образом что и в предыдущей команде.

"*Шероховатость*" - команда предназначенная для нанесения шероховатости, может использоваться для обозначения шероховатостей поверхности, а также для указания общей шероховатости.

"Линия выноска" - необходима для объединения нескольких позиций или создания выносок элементов.

"Обозначение позиций" - необходима для обозначения позиций на чертеже, незаменима при вычерчивании *сборочных чертежей*.

"Допуск формы" - команда, при помощи которой можно для той или иной детали указать отклонение и его размер (конусность, не параллельность и т.д.). Обычно применяется при построении *рабочих чертежей*.

"Линия разреза" - необходима для обозначения линии разреза.

"База" - команда простановки *базы*, т.е. точки относительно которой происходят измерения и простановка отклонений.

"Стрелка взгляда" - необходима для обозначения направления взгляда.

"Выносной элемент" - команда необходимая для обозначения и выделения фрагмента, в инженерной практике используется для показания на чертеже объектов небольших размеров, например: показать галтельный переход на валу и т.д.

"Осевая линия" - необходима для обозначения на чертеже осей проходящих через центр.

"Автоосевая линия" - необходима для обозначения осей, для простановки осей необходимо всего лишь выделить контур детали.

"Волнистая линия" - часто используется при показании на чертеже половины разреза, т.е. не что иное как линия обрыва.

"Условное пересечение" - позволяет построить условное пересечение нескольких объектов, применяется для построения пересечения одного объекта с условным пересечением другого объекта, например: построить пересечение линии с дугой, длина которой не доходит до линии.

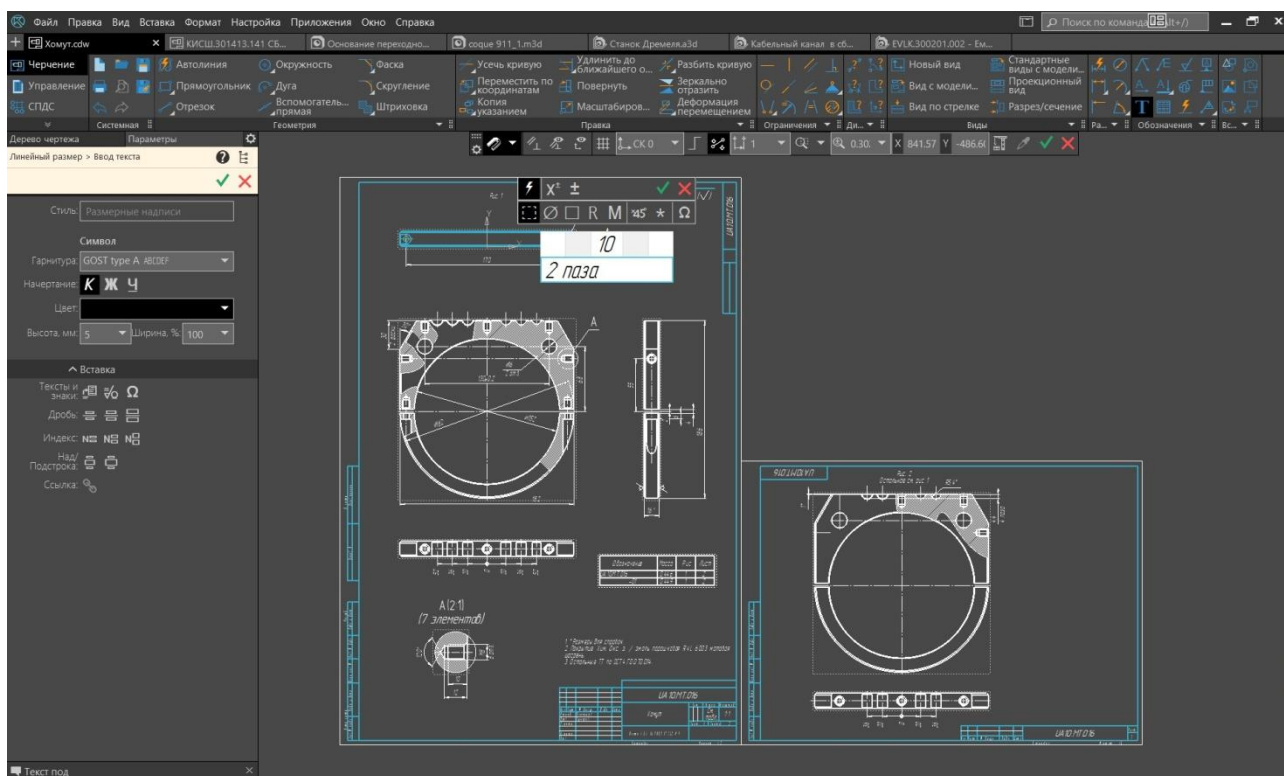


Рисунок 4.1. Рабочее окно программы KOMPAS-3D

Тема 5. Построение 3D моделей в Kompas-3d

5.1 Общие принципы твердотельного моделирования

5.2 Интерфейс программы КОМПАС-3D документа «Деталь»

5.3 Алгоритм построений 3D-модели

5.1 Общие принципы твердотельного моделирования

КОМПАС-3D является системой твердотельного параметрического проектирования. То есть создание трехмерных чертежей различных деталей и конструкций означает выполнение в КОМПАС твердого тела моделей с параметрическими связями. Твердым телом модели является часть трехмерного пространства, ограниченного замкнутой поверхностью.

В КОМПАС-3D общепринятым порядком моделирования твердого тела является последовательное выполнение булевых операций (объединение, вычитание и пересечение) над объемными элементами (сферы, призмы, цилиндры, конуса, пирамиды и т.д.) (рис. 5.1).

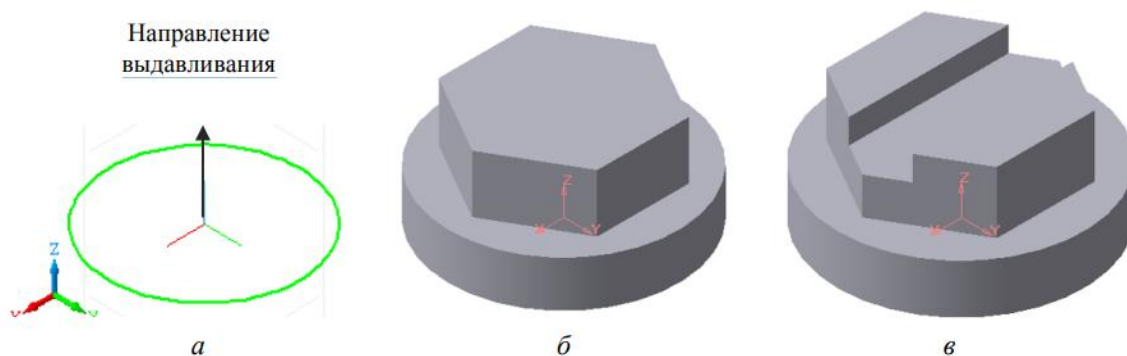


Рисунок 5.1 Булевы операции над объемными элементами: а – эскиз и направление выдавливания цилиндра; б – объединение цилиндра с шестигранной призмой; в – вычитание

Для задания формы объёмных элементов выполняется такое перемещение плоской фигуры в пространстве, след от которого определяет форму этого элемента. Чертёж плоской фигуры, на основе которой образуется тело, называется эскизом, а формообразующее перемещение эскиза – операцией. Например, перемещение эскиза окружности в направлении, перпендикулярном его плоскости, приведёт к образованию цилиндра, а перемещение эскиза шестиугольника в направлении, перпендикулярном его плоскости, приведёт к формированию шестигранной призмы. Деталью называют модель изделия, изготавливаемого из

однородного материала, без применения сборочных операций. Для создания объёмного элемента открывают конструкционный документ деталь, который будет храниться в файле с расширением *.m3d. При моделировании сложных трехмерных элементов применяют операции: – Выдавливание; – Вращение; – Кинематическая; – По сечениям; – Вырезать → Вырезать выдавливанием (Вырезать вращением, Вырезать кинематически, Вырезать по сечениям);

– Присоединить (Выдавливанием, Вращением, Кинематически, По сечениям). Твёрдотельное моделирование объекта сопровождается деревом построений (окно Дерево модели), отражающим этапы построения трехмерного чертежа детали.

5.2 Интерфейс программы КОМПАС-3D документа «Деталь»

Интерфейс программы КОМПАС-3D для построения наглядного изображения детали при выборе файла деталь отличается от интерфейса при выборе файла чертеж. Интерфейс детали содержит некоторые панели, отличные по содержанию, или области, которых нет на интерфейсе чертежа.

1. Панель Свойств включается в нижней части экрана в момент выполнения операции. Эта панель пуста, если не создан эскиз или не включена команда Операция. Панель содержит вкладки Параметры, Тонкая стенка, Свойства. Все значения параметров при вводе и редактировании немедленно отображаются на экране в виде фантома элементов, что позволяет проконтролировать правильность задания параметров.

2. Компактная панель содержит панели Инструментов. На них находятся кнопки, управляющие работой КОМПАС-3D. Панели можно перемещать, гасить, отображать.

3. Команды можно вызывать из строки Меню, как и в любом другом конструкционном документе программы КОМПАС. В левом углу строки меню помещен значок открытого документа деталь .

4. Строка сообщений появляется в нижней части экрана в момент выполнения команд Эскиз или Операция. В ней указывается, что необходимо выполнить в данный момент.

5. Окно Дерево модели характерно для выполнения трехмерных построений. В каждой модели существует система координат и определяемые данной системой проекционные плоскости. Чтобы увидеть изображение проекционных плоскостей, нужно выделить их в Дереве модели. Также в Дереве модели отражается алгоритм формирования тела детали.

6. В начальный момент окно Дерево модели содержит элементы, присутствующие в модели всегда: начало координат и три координатные плоскости XY, ZX, ZY. Каждая плоскость проекций имеет свой цвет. В процессе построения детали в Дереве модели отображаются все создаваемые объекты и выполняемые операции. При необходимости можно корректировать те или иные операции, удалять или добавлять новые, менять операции местами и т.д.

7. Панель Управления построениями в 3D-виде содержит, кроме уже известных в двумерных построениях кнопок, пиктограммы, позволяющие выполнять команды, свойственные только 3D-построениям (например, выбор текущей ориентации элемента – кнопка Ориентация).

8. Панель Текущего состояния содержит пиктограмму Эскиз, которую нажимают для выполнения эскиза элемента детали.

9. В Рабочем поле экрана отображаются плоскости проекций, эскиз элемента детали, направление выдавливания.

5.3 Алгоритм построений 3D-модели

Эскиз, чертёж в виде контура, располагают в одной из плоскостей проекций, заданных осями X,Y и Z: горизонтальной — XY, фронтальной — ZX или профильной — ZY.

Также эскиз можно расположить на плоской грани существующего тела или во вспомогательной плоскости, называемой «смещенная». Положение смещенной плоскости задается пользователем. Эскиз, как любой чертеж, изображается на выбранной плоскости стандартными средствами чертёжно-графического редактора КОМПАС-3D.

Требования к построению эскиза основания детали зависят от вида базовой операции. В программе КОМПАС-3D выделяют четыре базовые операции: Выдавливание, Вращение, Кинематическая операция и операцию По сечениям. Все эти операции применяются для построения детали-«основы». Перед созданием модели всегда встаёт вопрос о том, какой элемент использовать в качестве «основы» детали. Чаще всего в качестве «основы» используют самый крупный из элементов детали.

В качестве «основы» детали принят цилиндр. Главным видом принят вид сверху. Эскиз (окружность основания цилиндра) выполнен в плоскости XY. Все остальные части детали добавлены к «основе» (приклеены) операциями: Выдавливание, Вращение, Кинематически, По сечениям либо вырезаны с применением тех же операций. То есть шестигранная призма приклеена к цилиндру способом выдавливания, а прорезь вырезана

выдавливанием четырехгранной призмой. Выполнение модели начинают с выбора положения элемента-«основы» данной детали относительно наблюдателя. Для этого активизируют падающее меню команды Ориентация щелчком мыши на кнопке панели Управления (рис. 3.38,а) или открывают окно Ориентация вида в строке Меню → Вид → Ориентация...(рис. 3.38,б). Окно содержит стандартные названия ориентаций: Сверху, Снизу, Слева, Справа, Сзади, Изометрия XYZ, Изометрия YZX, Изометрия ZXY, Диметрия. Для дальнейших построений выбирают одну из ориентаций: Изометрия XYZ, Изометрия YZX, Изометрия ZXY. Для создания эскиза элемента детали: – выбирают одну из координатных плоскостей XY, ZX, ZY; – включают кнопку Эскиз; – выбирают ориентацию, которая должна соответствовать направлению взгляда на деталь для данного эскиза (например, Вид сверху;) – построить эскиз элемента детали, применяя стандартные панели инструментов: Геометрия, Редактирование, Обозначение, Размеры и т.д. Эскиз изображается стилем линии – основная, и должны выполняться следующие требования:

1. В эскизе может быть один или несколько контуров.
2. Если контур один, то он может быть разомкнутым или замкнутым.
3. Контуры в эскизе не пересекаются и не имеют общих точек.
4. Если контуров несколько, все они должны быть замкнутыми.
5. Если контуров несколько, один из них должен быть наружным, а другие – вложенными в него и все они расположены в одном уровне.
6. Если в эскизе несколько вложенных контуров, то внешний контур образует форму элемента выдавливания, а внутренний контур образуют отверстия.
7. Закончить построение эскиза в геометрии, нажав на кнопку;
8. Выключить кнопку Эскиз. При этом в Дереве модели появится имя «Эскиз 1».

Тема 6. Обзор компонентов программного комплекса ArcGIS

6.1 Общие сведения о программе ArcGIS

6.2 Составные компоненты ArcGIS

6.3 Интерфейс программы ArcGIS

6.1 Общие сведения о программе ArcGIS

ArcGIS – это интегрированный набор программных ГИС- продуктов для создания полноценной современной ГИС, фирма разработчик - Компания

ESRI (основана в 1969 году Джеком и Лорой Дэнджермонд, сегодня в компании ESRI работает более 4000 человек).

Фундаментальная архитектура ArcGIS обеспечивает внедрение ГИС-функциональности и бизнес-логики (процедур использования пространственных данных) в разных прикладных сферах, на разных уровнях организации работы: на персональных компьютерах, на серверах, через Web, или в полевых условиях. Поддерживается как работа отдельных пользователей, так и многопользовательский режим обработки и анализа данных. Структура ArcGIS состоит из следующих основных блоков. Настольные ГИС- продукты (Desktop GIS) - ArcReader, ArcView, ArcEditor, ArcInfo, а также дополнительные модули ArcGIS, представляют масштабированный по решаемым задачам и унифицированный по интерфейсу и общим принципам работы ряд продуктов для создания, обмена, управления, анализа и публикации географической информации.

Основные настольные продукты ArcGIS (ArcView, ArcEditor, ArcInfo) имеют общую архитектуру, но различаются по уровню доступной функциональности составляющих их базовых приложений ArcMap и ArcCatalog и числу входящих в них инструментов геообработки, сгруппированных по типам решаемых задач.

Эти приложения предоставляют широчайшие возможности работы с пространственными данными. ArcMap обеспечивает решение разнообразных картографических задач, пространственный анализ и редактирование данных. ArcCatalog отвечает за управление ГИС- данными, обеспечивает доступ к данным на отдельном компьютере, по локальной сети или через Интернет.

6.2 Составные компоненты ArcGIS

Серверные ГИС - ArcGIS Server, ArcIMS и ArcSDE. Они используются для создания и управления серверными ГИС- приложениями, позволяющими распространять пространственные данные (географическое знание) в пределах крупных организаций или многим другим пользователям через Интернет.

ArcGIS Server – это сервер приложений, содержащий общую коллективно используемую библиотеку программных ГИС- объектов для создания серверных приложений, работающих в корпоративной сети или в Web. ArcIMS – масштабируемый картографический Интернет- сервер для публикации карт, данных и метаданных через открытые Интернет- протоколы, обеспечивает создание ГИС- порталов. ArcSDE – мощный сервер

пространственных данных для управления географической информацией, хранящейся во многих коммерческих СУБД. Встраиваемые ГИС - ArcGIS Engine – это библиотека встраиваемых компонентов ГИС и инструментов, с помощью которой разработчики могут создавать новые или расширять имеющиеся настольные пользовательские приложения. Используя ArcGIS Engine, разработчики могут встроить ГИС- функции в существующие приложения (например, Microsoft Word и Excel), либо создать приложения, сфокусированные на решении определенных задач, предоставив необходимые функции ГИС для массового использования в конкретной организации или отрасли. Мобильные ГИС – пакет ArcPad, установленный на мобильных устройствах с поддержкой GPS, широко используется для целенаправленного сбора данных и другой ГИС- информации, их просмотра и обновления непосредственно в полевых условиях.

ArcObjects – общие встраиваемые ГИС- компоненты. Основой ArcGIS является общая модульная библиотека ГИС- компонентов, известная как ArcObjects. Архитектура всех продуктов семейства ArcGIS, созданного с помощью ArcObjects, предоставляет готовые блоки и инструментальные средства для ГИС в составе настольных ГИС, встраиваемых ГИС и серверных ГИС.

Географическая информационная модель. В базе геоданных могут быть представлены все используемые в ArcGIS типы данных: векторные объекты, растры, адресная информация, результаты геосъемки и т.д., а также принципы их представления, хранения, обработки, доступа и управления. База геоданных поддерживает многие механизмы хранения информации, может внедряться с использованием стандартных многопользовательских или персональных систем управления базами данных (СУБД) или XML и не привязана к какому-то одному поставщику СУБД. Для работы с многопользовательской базой геоданных можно применять сервер пространственных данных ArcSDE.

6.3 Интерфейс программы ArcGIS

Пользовательский интерфейс состоит из панелей инструментов и диалоговых окон, которые используются для доступа к функциональности в различных публикациях. В ArcGIS Pro для доступа к функциональности вы используете вкладки ленты и панели, которые динамически меняются в зависимости от контекста, рис. 6.1

Компонент	Описание
1 Вкладка Проект	Предоставляет доступ к настройкам приложения и другим настраиваемым свойствам.
2 Лента	Организует команды в серии вкладок.
3 Поле ввода Поиск команд	Окно <u>Поиск команд</u> помогает находить и открывать инструменты геообработки и запускать команды пользовательского интерфейса. Вы также можете получить доступ к разделам справки, связанным с текстом поиска.
4 Панель Содержание	Отображает элементы, связанные с активным видом, которым может быть карта, сцена, компоновка или вид каталога. Виды, такие как вид карты, сцены и таблицы в этом примере, являются основными рабочими областями в ArcGIS Pro.
5 Вид таблицы	Управление элементами проекта осуществляется на панели Каталог.
6 Панель Каталог	

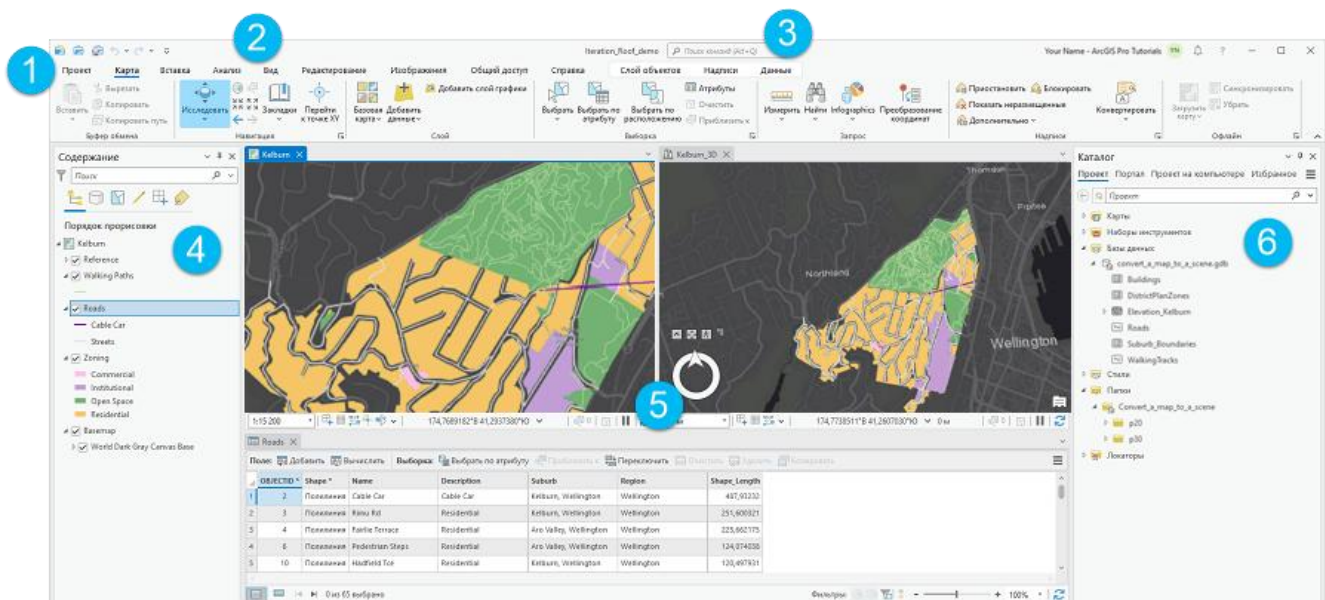


Рисунок 6.1 Пользовательский интерфейс

Тема 7. Изучение пространственных данных и работа с растрами в ГИС ArcGIS

7.1 Основные понятия цифровой картографии

7.2 Цифровая модель местности

7.3 Работа с растрами в ГИС

7.1 Основные понятия цифровой картографии

В геоинформатике и ГИС-технологиях необходимо четко разделять сущность основных понятий, которыми необходимо постоянно оперировать. В частности, различать такие понятия как компьютерная, цифровая, электронная карты, картографическая база и банк данных.

Компьютерная карта – это карта, полученная на устройстве графического вывода с помощью средств автоматизированного картографирования (графопостроителей, принтеров, дигитайзеров и др. на бумаге, пластике, фотопленке и иных материалах) или с помощью геоинформационной системы.

Цифровая карта (Numerical map, Digital map) – это цифровая модель поверхности, сформированная с учетом законов картографической генерализации в принятых для карт проекции, разграфке, системе координат и высот.

Если рассматривать сущность данного понятия, то термин «цифровая карта» означает именно цифровую модель, цифровые картографические данные. Цифровая карта создается с полным соблюдением нормативов и правил картографирования, точности карт, генерализации, системы условных обозначений. Цифровая карта служит основой для изготовления обычных бумажных, компьютерных, электронных карт, она входит в состав картографической базы данных, является одним из важнейших элементов информационного обеспечения ГИС и одновременно может быть результатом функционирования ГИС.

Цифровые картографические модели получают несколькими путями:

- оцифровка (цифрование) традиционных аналоговых картографических произведений (в первую очередь бумажных карт);

- фотограмметрическая обработка ДДЗ;

- полевая съёмка (например, геодезическая тахеометрическая съёмка или съёмка с использованием систем GPS);

- камеральная обработка данных полевых съёмок и иные методы.

Цифровые карты на машинных носителях – это своеобразные логико-математические описания картографируемых объектов и отношений между ними, сформированные в принятых для обычных карт координатах, проекциях, системах условных знаков, с учетом правил генерализации и требований к точности.

Способы хранения и передачи цифровых карт существенно отличаются от хранения растровых изображений и не могут использовать одиночные файлы заданных форматов. Чаще всего для их хранения используют специализированные БД, а не одиночные файлы заданного формата. Таким образом, для обмена цифровыми картами между различными информационными системами используют специальные обменные форматы.

Это популярные форматы каких-либо производителей программного обеспечения (например, DXF, MIF, SHP и др.), или международные стандарты (например, такой стандарт Open Geospatial Consortium (OGC) и GML).

Как и традиционные карты цифровые различаются по масштабу, тематике, пространственному охвату и т.п.

Основное назначение цифровых карт – являться основой для формирования БД и автоматического составления, анализа, преобразования карт.

Электронные карты – это цифровые карты, визуализированные в компьютерной среде с использованием программных и технических средств в принятых проекциях, системах условных знаков с соблюдением установленной точности и правил оформления.

Иногда изображения, выведенные на дисплей, называют экранными картами, а карты, выведенные с экрана с помощью печатающих устройств, – копиями электронных карт (либо «твердыми копиями»).

Картографическая база данных (КБД) – это совокупность (массив) взаимосвязанных картографических данных по какой-либо предметной области и общих правил описания, хранения и манипулирования данными. Основной составной частью КБД являются цифровые карты.

Картографический банк данных (или банк цифровых карт) – это совокупность КБД по одной или нескольким тематическим областям, а также системы управления базами данных (СУБД) и пакет прикладных программ.

Состав КБД, способ представления данных и их отображение определяются:

- проблемной ориентацией; наличием источников пространственной информации;

- используемыми техническими и программными средствами.

7.2 Цифровая модель местности

Цифровая модель местности (ЦММ) (англ. DTM – digital terrain model) – это цифровое представление характеристик местности, которая включает модели высот, уклонов, аспектов и экспозиций склонов, систему тальвегов и другие атрибуты местности.

ЦММ включает следующие элементы:

- метрическую информацию (геодезические пространственные координаты характерных точек рельефа);
- синтаксическую информацию для описания связей между точками (границы зданий, лесов, водоемов, дороги, реки и т. п.);
- семантическую информацию, характеризующую свойства объектов (технические параметры сооружений, данные о деревьях и др.);
- структурную информацию, описывающую связи между различными объектами (отношения объектов к какому-либо множеству: отдельные пункты железной дороги, здания и сооружения городов и др.);
- общую информацию (название, система координат и высот и др.).

Совокупность данных на ЦММ может быть представлена в двух форматах:

1. Цифровой модели рельефа (ЦМР). Она содержит информацию о рельефе территории, представлена набором точек с известными координатами, высотами. Также отображаются связи между ними, способы определения высот новых точек по заданным плановым отметкам.

2. Цифровой модели контуров (ЦМК). Она содержит данные о характеристиках и плановом положении объектов, связях между ними.

Составляющие цифровой модели местности

Цифровые модели местности нацелены на моделирование местности, а не бумажной основы, с которой они могут производиться. Основная задача ЦММ – дать правильное представление о местоположении геообъектов, метрических параметрах и взаимоотношениях между пространственными объектами, а не их отображениями на бумаге.

ЦММ не ограничены бумажным полем карты, поэтому они, например, будут содержать полные названия и развернутые характеристики объектов. Хранение данных в ЦММ может быть организовано единым массивом. Информацию о территории можно поддерживать в актуальном состоянии, обновляя данные ЦММ по материалам космической съемки.

Цифровая модель местности может создаваться различными путями, в частности, на основе оцифровки растровой топографической основы, либо с использованием электронных геодезических приборов. В настоящее время

широко применяются метод аэросъемки (исходные данные в виде фотографий и данных об их местоположении получаются в процессе аэрофотосъемки с БПЛА; далее производится их обработка с применением специального ПО) и метод лазерного сканирования (их используют для создания трехмерных моделей застроенной либо залесенной территории).

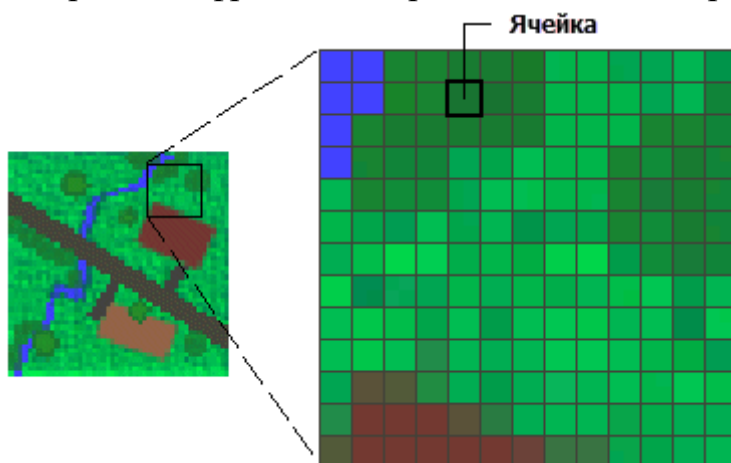
Цифровые модели служат дополнительным материалом для проектировщиков, дизайнеров, геодезистов. По ЦММ можно рассчитать оптимальные параметры при строительстве зданий и сооружений, разработать дизайн-проект городской застройки, визуализировать проектные решения.

Сферы применения цифровых моделей местности:

- построение рельефа для топографических планов;
- визуализация проектных решений;
- выбор оптимального пути линейного объекта;
- мониторинг территории, путем сравнения разновременных ЦММ;
- определение точек установки городских видеокамер с исключением «мертвых» зон и др.

7.3 Работа с растрами в ГИС

В самой простой форме растр состоит из матрицы пикселей (или ячеек), организованной в строки и столбцы (или сетку), где каждый пиксел содержит значение, представляющее информацию, например, отражающую способность изображения или температуру. Растры — это цифровые изображения, собранные самолетами, дронами, спутниками, наземными и водными сенсорами, цифровые изображения и отсканированные карты.



Данные, хранящиеся в растровом формате, представляют явления реального мира следующими способами:

Непрерывные данные представляют собой спектральные данные, такие как изображения со спутников, аэрофотоснимков и дронов, а также физико-географические данные и данные об окружающей среде, такие как высота над уровнем моря и температура.

Тематические данные (также известные как дискретные данные) представляют такие данные, как данные землепользования или данные почв.

Изображения могут включать отсканированные карты или чертежи и фотографии зданий.

Непрерывные изображения могут отображаться как слои данных вместе с другими географическими данными на карте, но часто используются в качестве исходных данных для анализа изображений. Тематические и цифровые изображения часто используются в качестве атрибутов в таблицах. Они могут отображаться вместе с географическими данными и использоваться для передачи дополнительной информации об объектах карты.

Изображения и растровые данные полезны для широкого круга приложений. В ГИС изображения и растровые данные обычно используются для следующих целей:

Изображения как базовые карты

Обычно данные изображений используются в ГИС в качестве фоновых изображений для других векторных слоев. Например, ортоизображения, которые отображаются под другими слоями ГИС, позволяют пользователям карт убедиться, что слои карты пространственно выровнены и представляют реальные объекты, а также предоставляют дополнительную контекстную информацию. Основными источниками растровых базовых карт являются ортотрансформированные изображения с самолетов, беспилотных летательных аппаратов и спутников, а также отсканированные карты. Следующее изображение используется в качестве базовой карты для дорожных данных.

Растры хорошо подходят для представления данных, которые непрерывно изменяются в ландшафте (поверхности). Они обеспечивают метод хранения непрерывных данных в виде поверхности. Они также создают представление поверхностей с регулярно размещенными данными. Общеизвестным применением карт поверхности являются значения высот, измеренные от поверхности земли, но другие значения, такие как количество осадков, температура, соленость, магнитные свойства и плотность горных пород, также могут составлять поверхности, которые можно анализировать в пространстве. Растр на изображении ниже отображает высоты - зеленый цвет представляет более низкие высоты, а красный, розовый и белый более высокие значения высот.

Тема 8. Обзор компонентов программного комплекса HEC-RAS

8.1 Общие сведения о программе HEC-RAS

8.2 Функциональные возможности HEC-RAS

8.3 Интерфейс программы HEC-RAS

8.1 Общие сведения о программе HEC-RAS

Программа HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center - River Analysis System), разработана в Гидрологическом инженерном центре Корпуса гражданских инженеров армии США (U.S. Army Corps of Engineers, 1995). Программный комплекс реализует одномерный подход к гидравлическому моделированию речных потоков, работает в среде Windows и включает в себя графический интерфейс, компоненты гидравлического анализа, хранение и управление данными, графические и отчетные средства.

В HEC-RAS входит четыре расчетных модуля:

- 1) расчёт профилей водной поверхности для установившегося движения воды;
- 2) расчёт неустановившегося движения воды;
- 3) моделирование транспорта наносов в деформируемых руслах;
- 4) анализ качества воды.

Основной вычислительный процесс HEC-RAS для устойчивого потока основан на решении одномерного уравнения энергии. Потери энергии оцениваются с помощью расчета коэффициентов трения, сжатия и расширения. Также в расчетах может использоваться уравнение импульса, однако только в тех ситуациях, когда профиль поверхности воды быстро изменяется. Под такими ситуациями подразумевают гидравлические скачки, гидравлику мостов и оценку профилей при речных слияниях. Для нестационарного потока HEC-RAS решает полное, динамическое, одномерное уравнение Сен-Венана с использованием неявного метода конечных разностей. Решение уравнения нестационарного потока было усовершенствовано исследованиямиUNET д-ра Роберта Л. Баркау.

HEC-RAS предназначен для моделирования сети каналов при условии дендритной системы или единичной речной досягаемости. Необходимо сделать 16 некоторые упрощения для моделирования некоторых сложных участков потока с использованием одномерного подхода HEC-RAS. Он способен моделировать подкритический, сверхкритический и поток

смешанного типа, также способен моделировать движение потока у опор мостов, водопропускных труб, водосливов и гидротехнических конструкций.

8.2 Функциональные возможности HEC-RAS

HEC-RAS - компьютерная программа для моделирования потоков воды, протекающих через системы открытых каналов, и вычисления профилей поверхности воды.

HEC-RAS находит конкретное коммерческое и практическое применение в исследованиях в области борьбы с пойменными наводнениями, а также для оценки наводнений.

Некоторыми дополнительными видами использования являются:

- проектирование и анализ мостов и водопропускных сооружений;
- исследования дамб-исследования модификации каналов.

Его можно использовать для анализа ситуаций, при которых происходит прорыв плотины, хотя другие методы моделирования в настоящее время более широко принимаются для этой цели.

HEC-RAS является одной из главных прикладных программ, применяемых в научно-исследовательских институтах США и многих стран Европы. В частности, его активно использует Инженерный корпус армии США, а также многие правительственные учреждения и частные фирмы, занимающиеся строительством, проектированием и гидрологическими изысканиями. Он является частью общественного достояния, он проверен экспертами и доступен для бесплатной загрузки с официального веб-сайта HEC.

Двухмерная постановка задачи в HEC-RAS на выходе позволяет получить трехмерную модель поверхности воды, которая изменяется в каждый момент времени (учет движения волн).

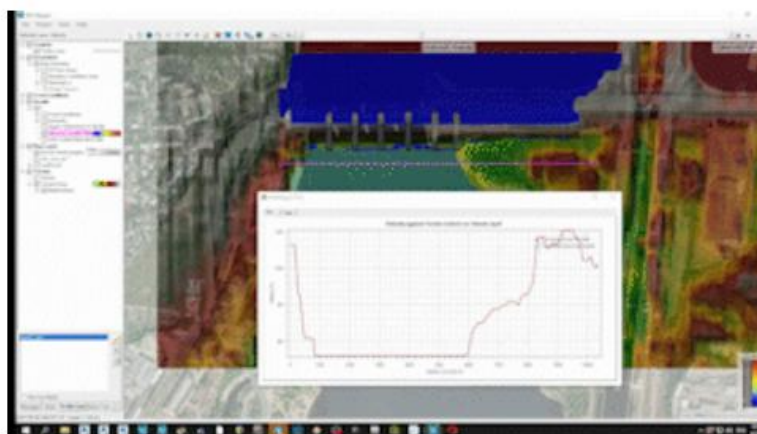


Рисунок 8.1 Поперечная эпюра скоростей на нижнем бьефе плотины

Несмотря на преимущества, программа имеет ряд ограничений:

- нет вертикального распределения скоростей потока (постпроцессор покажет среднюю скорость в ячейке);
- задача на однокомпонентную среду, а значит нет возможности делать модели разбрызгивания, смещения, движения судна, работы турбины, теплообмена и тд.
- программа тяжело численно воспринимает субвертикальные стенки и водопады. Для этого есть возможность вшивать внутрь расчетной модели аналитические методы.

8.3 Интерфейс программы HEC-RAS

Пользователь взаимодействует через графический интерфейс пользователя (GUI). Основное внимание при разработке интерфейса было сделано для того, чтобы упростить использование программного обеспечения, сохраняя при этом высокий уровень эффективности для пользователя. В интерфейсе предусмотрены следующие функции:

- Управление файлами
- Ввод и редактирование данных
- Гидравлический анализ
- Таблицы и графическое отображение входных и выходных данных
- Картирование наводнений и анимация распространения воды
- Средства отчетности
- Контекстно-зависимая справка

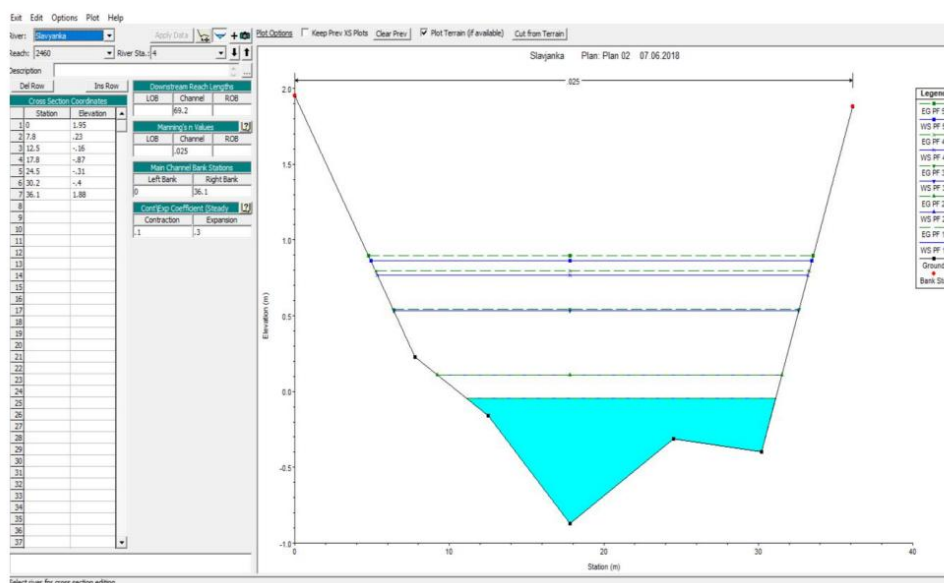


Рисунок 8.1 Процесс построения поперечного профиля в программе HEC-RAS

Тема 9. Выполнение гидрологических расчетов в среде HEC-RAS

9.1 Моделирование водопропускных сооружений

9.2 Определение зоны затопления при прорыве плотины

9.1 Моделирование водопропускных сооружений

Подготовка модели состояла из трех основных этапов:

- 1) создание набора поперечных сечений, описывающего геометрию канала;
- 2) определение местоположения управляющего сооружения и задание его характеристик;
- 3) задание правил управления сооружением.

Геометрические характеристики водопропускного сооружения: ширина, высота, расположение затвора – задаются в специальном редакторе HEC-RAS. Затвор может быть как прямоугольным, так и произвольной формы. В первом случае он описывается тремя параметрами (высота, ширина, отметка нижнего порога затвора), во втором случае – набором координат X, Y.

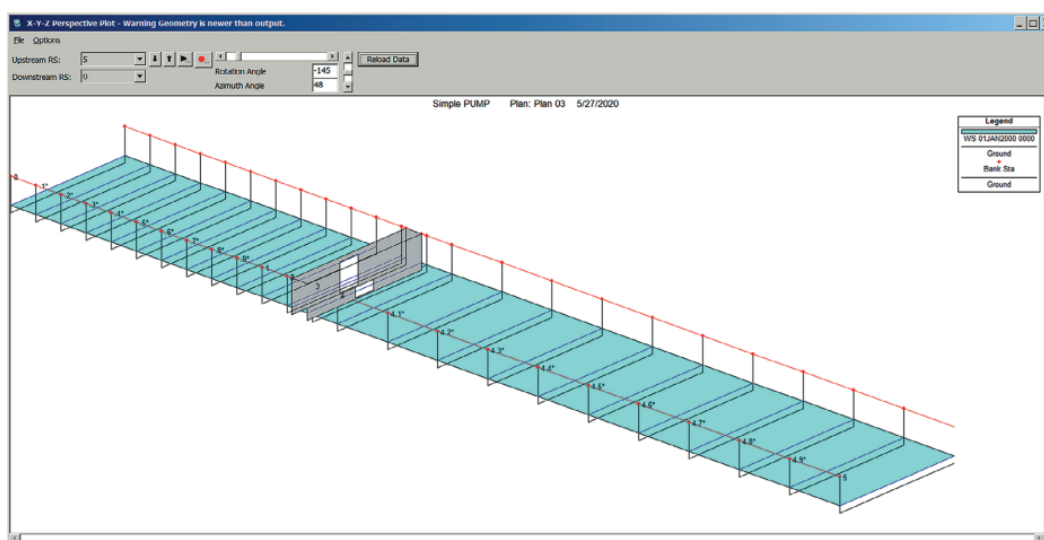


Рисунок 9.1 Модель канала с управляемым сооружением

Для полученной модели необходимо выполнить моделирование движения воды в различных режимах с учетом реакции программно-управляемого сооружения на параметры пропускаемого водного потока. Реакция сооружения на изменение расхода воды в канале соответствовала ожидаемой, в нижнем бьефе поддерживался заданный уровень воды при различных расходах.

9.2 Определение зоны затопления при прорыве плотины

Инструмент HEC-RAS является мощным средством для моделирования гидрологических процессов и позволяет точно определять зоны затопления при прорыве плотин. Выполнение расчета можно описать в несколько этапов:

1. Подготовительный этап

Сбор данных

- Топографические данные: Соберите высокоточные цифровые модели рельефа местности (DEM), пример рис. 9.2.

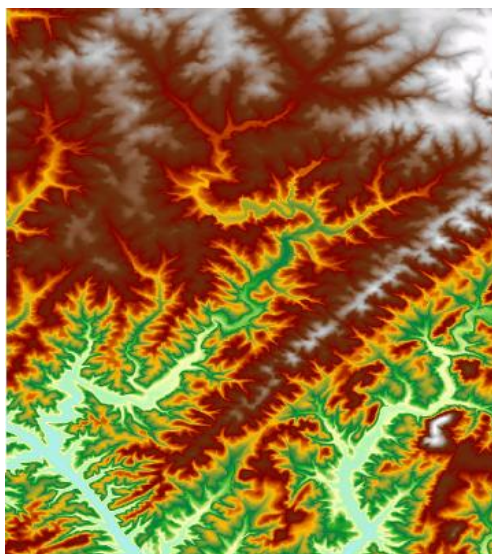


**Рисунок 9.2 Цифровая модель рельефа
(на примере озера Тимбер США)**

- Гидрологические данные: Соберите данные о водных потоках, уровнях воды, скоростях течения и характеристиках водоёма.

No.	Ordinate	Interpolate Missing Values	Del Row	Ins Row
Hydrograph Data				
	Date	Simulation Time (hours)	Flow (m³/s)	
1	22Jun1995 0221	00:00	0.24	
2	22Jun1995 0222	00:01	0.54	
3	22Jun1995 0223	00:02	0.98	
4	22Jun1995 0224	00:03	1.58	
5	22Jun1995 0225	00:04	2.37	
6	22Jun1995 0226	00:05	3.36	
7	22Jun1995 0227	00:06	4.56	
8	22Jun1995 0228	00:07	5.99	
9	22Jun1995 0229	00:08	7.66	
10	22Jun1995 0230	00:09	9.57	
11	22Jun1995 0231	00:10	11.75	
12	22Jun1995 0232	00:11	14.2	
13	22Jun1995 0233	00:12	16.94	
14	22Jun1995 0234	00:13	19.97	
15	22Jun1995 0235	00:14	23.3	

Рисунок 9.3. Ввод информации о стоке в модель

- Плотина и водоём: Подробную информацию о конструкции плотины, её материалах, высоте, длине и ёмкости водоёма.

2. Создание геометрической модели

Определение расчётной сети

- Импортируйте цифровые модели рельефа местности (DEM) в HEC-RAS.

- Создайте сетку расчётных узлов для всего бассейна ниже плотины.

Введение данных о плотине и русле реки

- Введите геометрию плотины, включая её высоту, ширину, и другие ключевые параметры.

- Введите данные о профилях русла реки и ближайших объектов инфраструктуры.

3. Введение гидрологических данных

Данные об уровнях воды и потоках

- Установите исходные условия: уровни воды в водоёме, объём воды и другие гидрологические параметры.

- Введите максимально допустимый поток через плотину перед её прорывом.

Модель событий прорыва

- Определите сценарий прорыва: полное разрушение плотины, частичное разрушение или эрозию.

- Укажите ключевые параметры прорыва: начало, продолжительность и скорость выхода воды.

4. Моделирование прорыва плотины

Запуск симуляции

- Убедитесь, что все данные введены корректно.
- Запустите симуляцию прорыва плотины в HEC-RAS.

Анализ результатов

- Проанализируйте модельные результаты: уровни воды и скорости потока на всём протяжении реки ниже плотины.

- Определите зоны затопления и возможные последствия для инфраструктуры.

5. Карта затопления

Визуализация данных

- Используйте инструменты визуализации HEC-RAS для создания карт затопления.

- Отметьте зоны, которые будут наиболее сильно пострадавшими при прорыве плотины.

Тема 10. Основные понятия BIM технологий

10.1. Основные принципы BIM и ТИМ технологий

10.2. Процесс создания BIM-модели

10.3. Обзор BIM-программ

10.1. Основные принципы BIM и ТИМ технологий

BIM — это информационная модель зданий и объектов инфраструктуры, которая включает в себя все физические и функциональные характеристики структуры. BIM-модель учитывает параметры материалов, геометрию здания, его дизайн и влияние на окружающую среду. Полученные данные можно использовать не только во время строительства, но и в ходе эксплуатации здания.

ТИМ — российский вариант термина BIM, буквальный перевод «building information model». Именно он фигурирует в формулировках Градостроительного кодекса РФ. Базовые понятия ТИМ начали появляться еще в 2019 году, когда федеральный закон №151-ФЗ внес термин «информационная модель».

Принципы BIM, сформулированные Робертом Эйшем в 1986 году:

- трёхмерное моделирование;
- автоматическое получение чертежей;
- интеллектуальная параметризация объектов;
- наборы проектных данных, соответствующие объектам;
- распределение процесса строительства по временным этапам.

BIM помогает проектировщикам систем ОВК, электрических и санитарно-технических систем предвидеть конечный результат проектирования ещё до того, как начнется строительство. Проектирование и выполнение расчётов на компьютерной модели позволяет быстрее и с большей экономической эффективностью создавать сложные, не нарушающие экологического равновесия инженерные системы. При строительном планировании появляется возможность своевременно выявить части проекта, которые будут вызывать трудности, и обратить на это внимание специалистов проектной организации. Решения на основе BIM-технологии предоставляют специалистам подрядных организаций возможность определять сметную стоимость, выполнять 4D-визуализацию процесса строительства, выявлять коллизии, обмениваться информацией с заказчиками, а также оптимизировать строительство, сокращая отходы материалов, повышая производительность и экономя средства.

В случае использования BIM заказчик/владелец объекта получает сквозной обмен информацией от идеи создания объекта до разработки полного проекта, контроль строительства с получением актуальной информации к моменту ввода объекта в эксплуатацию, контроль параметров

во время эксплуатации, и даже при реконструкции или выводе объекта из эксплуатации.

Используя технологию информационного моделирования сооружений, вы создаёте единую рабочую среду не только для архитекторов и проектировщиков инженерных систем, но и для юристов, владельца/арендатора, эколога, оценщика и финансиста, которые получают полную информацию об объекте, начиная с его географической привязки, полного перечня материалов, экологических данных, связанных с материалами, геоданными и расчётом энергоэффективности.

BIM как параметрическая модель объединяет 3D-модель здания и внешние данные. Модель корректно обновляется при изменении её отдельных элементов. На её основании формируется вся рабочая документация. Все элементы модели связаны зависимостями. При изменении модели документация обновляется автоматически. Использование BIM означает работу непосредственно с моделью здания из любого вида – это могут быть поэтажные планы, разрезы или даже поле в спецификации. Если нужно внести изменения в модель, то инженер может воспользоваться любым видом. Все виды синхронизированы между собой и обновляются автоматически. В этом и заключается уникальность технологии.

10.2. Процесс создания BIM-модели

Алгоритм создания BIM-модели

Процесс формирования информационной модели состоит из множества этапов, отметим ключевые из них:

1. Запрос на создание BIM-модели от заказчика.
2. Разработка технического задания (EIR).
3. Создание плана реализации проекта (BEP) исполнителем.
4. Эскизный проект.
5. Разработка проектной документации.
6. Согласование проекта с заказчиком, прохождение экспертизы.
7. Разработка рабочей документации.
8. Передача BIM-модели в строительство.
9. Актуализация цифровой модели на протяжении жизненного цикла объекта.
10. Архивирование.

Все участники проекта имеют доступ к BIM-модели, поскольку ее разработка и развитие производится в CDE – среде общих данных. Таким образом каждый специалист может наполнять свой раздел информацией и взаимодействовать с коллегами. Любые изменения BIM-модели видны всей команде (лицам, имеющим соответствующий уровень доступа), что обеспечивает актуальность и четкость данных на текущий момент.

Охват всех стадий ЖЦ объекта, непрерывное наполнение полезной информацией обеспечивает ряд преимуществ:

- моделирование потоков финансов на основе информационной BIM-модели решает проблему с бюджетированием;
- проведение анализа вариантов BIM-модели для предпроектных решений;
- информационное моделирование позволяет формировать маркетинговые материалы – это возможность проработать эффективные решения для соответствия требованиям рынка;
- четко сформулированные сроки и бюджет, соответствие состава работ проекту – решения BIM-проектирования, которые позволяют сократить исходный объем работ;
- BIM предоставляет возможность моделирования сетевых и календарных графиков производства работ в строительстве на основе BIM-модели;
- все участники проекта работают в среде общих данных, имеют постоянный доступ к информации с обратной связью, что обеспечивает согласованность действий и решений между специалистами;
- внедрение BIM-технологии оправдано с точки зрения исключения отклонений от проекта, что достигается благодаря всестороннему анализу и утверждению технических решений, а также проверке на несоответствия в процессе проектирования;
- точное определение объемов работ, применяемого оборудования и материалов, авторский надзор на основе BIM-модели повышает качество строительства;

С помощью внедрения BIM-технологий успешно решается еще одна ключевая проблема в строительстве – прозрачность. Вся информация об объекте и этапе реализации проекта доступна всем участникам. Специальными документами регламентируются правила работы (обязанности, роли, требования, уровень доступа и прочее). BIM-модель всегда содержит только актуальные данные, а обратная связь позволяет оперативно согласовывать все изменения и решения с коллегами. Все заинтересованные лица имеют доступ к информации о ходе проектирования или строительства объекта.

Применение BIM-модели для участников проекта

Технология BIM – информационное моделирование, обеспечивает широкие возможности для проектировщиков и задействованных в строительстве специалистов. Применение BIM-модели для заказчиков обеспечивает преимущества:

- визуализация здания или сооружения до начала строительства;
- разработка оптимальных технических решений;
- контроль процесса проектирования и возведения объекта на основе BIM-модели – сервисы позволяют видеть ход работ в режиме реального времени;
- управление рисками при реализации инвестпроекта;

- максимально высокая точность расчета стоимости инвестиционно-строительного проекта;
- контроль соответствия результатов строительства проекту;
- получение цифровой модели готового объекта.

Для проектировщика технология BIM заметно упрощает большинство задач, ускоряет процесс работы и исключает ошибки. Преимущества:

- проектирование с возможностью подобрать варианты;
- оперативное внесение корректировок в документацию;
- автоматизация рутинных задач и операций;
- минимизация ошибок – обеспечивается визуализацией процесса проектирования;
- коллективная работа – взаимодействие с другими специалистами;
- централизованный оборот документации в облаке или на сервере;
- проверка коллизий на этапе проекта;
- удобная коммуникация с заказчиком;

Применение информационного моделирования BIM существенно облегчает некоторые задачи для строителей:

- визуализация строительства объекта во взаимосвязи с календарным графиком;
- наглядность технических решений и конечного результата возведения здания благодаря BIM-модели;
- исключение пересечения инженерного оборудования с другими элементами и прочих неприятных «сюрпризов» в ходе строительства обеспечивает отсутствие коллизий в проектной документации;
- постановка задач и сроков их выполнения с привязкой к двухмерной или BIM-модели;
- быстрое получение материалов для ПТО;
- возможность оперативно вносить корректировки и комментарии в информационную модель заметно облегчает и упрощает коммуникацию с проектными организациями;
- централизованный оборот документации на сервере или в облаке;
- обеспечение актуальности документации по проекту;
- наглядное отображение и оповещение об изменениях, неполадках с привязкой к BIM-модели;
- выгрузка исполнительной документации.

10.3. Обзор BIM-программ

ARCHICAD

Одна из первых программ для BIM-проектирования, которая появилась еще в 1980-х годах. Приложение активно развивается с учетом актуальных стандартов и запросов индустрии. При этом в нем появляются новые инструменты и функции. В Archicad здания создаются из определенных

элементов: стен, колонн, перекрытий, крыш и других. В приложение есть наборы этих конструкций из числа наиболее востребованных.

Например, можно выбрать наклонные или вертикальные колонны, их сечение: круглое, прямоугольное и заданное пользователем. Позволяет настраивать свойства и характеристики используемых элементов. Изменения в чертежах и параметрах автоматически вносятся в расчеты, документацию и визуализацию. Есть возможность командной и удаленной работы. В этом случае информация хранится на сервере. Пользователи могут знакомиться с документацией и вносить изменения. Данные синхронизируются, поэтому участвующие в проекте гарантированно получают актуальную версию чертежей.

Плюсы:

- учитывает российские стандарты и официальные нормативы;
- отдельные инструменты для подготовки чертежей и документации к печати;
- качественная 3D-визуализация.

Минусы:

- высокая стоимость;
- ориентирована на работу со встроенным набором конструкций — сложно проектировать нестандартные сооружения;
- сложно создавать несколько вариантов одного и того же объекта (обычно заказчику предлагается на выбор несколько проектов).

ALLPLAN BIM-программа, в которой есть отдельные модули для создания архитектурных решений, разработки инфраструктуры, коммуникаций, расчета отдельных элементов, оценки стоимости и прочего. Предложенный функционал успешно покрывает весь жизненный цикл здания: от эскизных набросков перед проектированием до многолетней эксплуатации.

В Allplan включены инструменты для реконструкции существующего объекта. Процедура существенно упрощается, если здание проектировалось, строилось и обслуживалось при помощи этой программы. В этом случае потребуется минимум усилий, чтобы правильно объединить старые элементы с новыми конструкциями.

Плюсы:

- полный и качественный перевод на русский язык;
- возможность подключения стороннего ПО;
- поддерживается совместная работа.

Минусы:

- инструменты для создания электросетей недостаточно проработаны; плохо продуманы средства администрирования, когда объектом занимаются несколько специалистов;
- плохо реализован экспорт материалов в DWG-формате.

REVIT САПР от Autodesk — мирового лидера в сегменте CAD-систем и софта для 3D-моделирования.

В приложении учитываются реалии строительной отрасли: все изменения можно вносить максимально быстро, и на любом этапе возможно большое число правок и замечаний. Эти проблемы решаются за счет автоматизации и продуманного процесса проектирования. Конструкция разбивается на этажи и блоки, которые составляют основу здания. Далее из готовых шаблонов создается трехмерная модель.

Добавляются дополнительные элементы, и сооружение проверяется на соответствие нормативам. При необходимости можно добавлять комментарии и аннотации, выделять цветом разные варианты одних и тех же элементов.

Плюсы:

- можно настраивать отображение чертежей — выбирать цвета, варианты штриховки, толщину линий;
- удобная и быстрая навигация по всем параметрам объекта;
- совместимость с другим софтом от Autodesk.

Минусы:

- медленно запускается и отрисовывает чертежи и модели в области предпросмотра;
- в приложение не добавлены российские строительные нормы;
- нет обратной совместимости — файлы, созданные в актуальной версии Revit, не открываются или некорректно отображаются в более старой версии.

RENGA Российская программа BIM.

Предназначена для проектирования, организации строительства, управления существующей недвижимостью, а также для производства строительных материалов. В системе много внимания уделено инструментам для прокладки сетей водоснабжения, вентиляции, канализации и прочих. Проектные ведомости заполняются автоматически. Поддерживается импорт чертежей из DWG- и PDF-файлов. Renga позволяет создавать колонны, балки и карнизы произвольной конфигурации. Этажи компонуются в единую конструкцию автоматически. Также система самостоятельно выполняет армирование элементов.

Плюсы:

- полностью учтены российские строительные стандарты;
- может создавать три отдельных пакета документов: проектную документацию, комплект чертежей для строителей и презентацию для заказчика;
- одновременно с двумерными проекциями создает 3D-визуализацию.

Минусы:

- не поддерживается создание наружных сетей; не позволяет работать с генеральными планами;

- нельзя редактировать разрезы.

MicroStation

Еще одна БИМ-система, появившаяся в восьмидесятих. Предусматривает единую среду для конструкторов и инженеров. Существенно облегчает переход специалистов между проектами. Это достигается за счет продуманных и стандартизованных алгоритмов работы. К тому же функционал приложения покрывает большинство задач — не нужно под каждый объект подбирать свой набор ПО, а затем учить сотрудников, как работать в нем. Эта программа для БИМ-моделирования позволяет создавать любые формы объектов. Поддерживается параметрическое проектирование — пользователь вводит ключевые параметры объекта или отдельных конструкций, а система на их основе формирует чертежи. Также есть функция автоматической проверки на дефекты и ошибки.

Плюсы:

- полная поддержка стандартных форматов чертежей и документации: DGN, DWG, SKP, PDF, VRML и других;
- поддержка международных и некоторых региональных стандартов;
- анализ постройки с учетом большого числа факторов, включая солнечную экспозицию.

Минусы:

- высокая цена;
- плохо адаптирована к российскому рынку;
- чтобы собрать весь нужный функционал, может потребоваться покупка дополнительных модулей.

Tekla

Представляет собой достаточно большую экосистему ПО для строительства и проектирования. В нее входят в том числе и бесплатные БИМ-программы. Система позволяет решать задачи, которые связаны с проектированием целых зданий, проработки конструктивных соединений и систем коммуникаций. Поддерживается создание документации. Есть инструменты для планирования рабочих процессов и автоматизации производства.

Плюсы:

- существуют версии для Windows, iOS и Android;
- предусмотрены функции для VR-моделирования; удобный и информативный интерфейс.

Минусы:

- некоторые функции доступны только при определенном уровне подписки.

AutoCAD Architecture

Специальная версия популярной САПР для архитектурных задач. Несмотря на название, существенно отличается от обычного AutoCAD. В частности, оперирует целыми конструктивными элементами, а не отдельными линиями и геометрическими фигурами. Например, если пользователь перемещает окна или двери, вместе с ними двигаются и соответствующие проемы в стенах. В приложении есть достаточно большая библиотека готовых объектов. Можно использовать их в изначальном виде или модифицировать их параметры и внешний вид. Поддерживается работа с документацией, автоматические проверки на ошибки, пределы прочности и прочее.

Плюсы:

- базовые принципы работы близки к AutoCAD — специалистам, которые уже знакомы с этой САПР, не придется долго переучиваться;
- поддерживается другой софт от Autodesk;
- можно расширять функционал за счет самостоятельно создаваемых плагинов и модулей.

BIM Wizard

Система предназначена для расчета строительных объемов, составления смет и другой документации. Многие действия автоматизированы. Также помогает во взаимодействии между проектировщиками и сметчиками. За счет плагинов и подключаемых модулей может интегрироваться в лучшие BIM-программы. Приложение синхронизируется с нормативными базами предприятия и государственными системами, благодаря чему у пользователей всегда есть актуальная информация о рабочих процессах и текущих задачах. Может генерировать предварительные сметы на основе типовых решений.

Плюсы:

- инструменты для автоматической экспертизы смет;
- экспорт документов в XML, ARP, GGE и в других форматах.

Минусы:

- покрывает достаточно узкий спектр задач, из-за чего может быть бесполезной без другого ПО;
- совместима не со всем софтом;
- нет версии под macOS.

PlanRadar

Платформа для управления строительством и обслуживания существующих объектов. Изначально нацелена на многопользовательскую работу с настройкой ролей и уровней доступа. Информация хранится в облаке и в реальном времени синхронизируется с устройствами каждого сотрудника. Предусмотрен электронный документооборот чертежей, смет, расчетов, инструкций, справочных и других материалов. Можно оставлять комментарии и отметки. Поддерживаются 2D-чертежи и BIM-модели.

Система непрерывно ведет журнал проекта. Можно проверить, какие действия совершались в тот или иной момент, сравнить разные версии чертежей и документов.

Плюсы:

- современный и удобный интерфейс;
- поддерживаются устройства на Android и iOS;
- интеграция с Google Диск, Dropbox и OneDrive.

Минусы:

- предусмотрены почасовая оплата за использование ПО и ограничение на количество загружаемых чертежей;
- нет инструментов для проектирования и моделирования.
-

Edificius BIM Software

Многофункциональная программа BIM-проектирования. Подходит для проектирования зданий, планировки помещений, визуализации интерьеров и экстерьеров. Также умеет создавать документацию. Поддерживается взаимодействие с другими САПР и BIM-системами. В приложение встроена большая галерея готовых элементов, отделочных и других строительных материалов. Планировки и визуализации можно публиковать онлайн в специальном сервисе. При этом система позволяет настраивать уровни доступа.

Плюсы:

- качественный 3D-рендер;
- поддерживает импорт файлов из Blender, Rhino, Revit и Sketchup;
- быстро осваивается, а благодаря относительно низкой цене подходит для небольших объектов.

Минусы:

- не переведен на русский и не поддерживает российскую нормативную базу;
- не подходит для сложных систем и сооружений;
- минимальный функционал для строительных и инженерных расчетов.

Тема 11. Использование информационных моделей

11.1. Использование информационных моделей при проектировании и строительстве

11.2. Использование информационных моделей при эксплуатации зданий и сооружений

11.1. Использование информационных моделей при проектировании и строительстве

Информационное моделирование объектов (BIM) – это новый взгляд на процесс оптимизации проектирования и строительства. С помощью BIM

технологии создаётся информационная модель, которая обеспечивает точное видение проекта в целом. Технологии информационного моделирования зданий – это качественно новый подход в архитектурно-строительном проектировании, который заключается в построении трёхмерной виртуальной модели здания в цифровом виде и несет в себе полную информацию о будущем объекте.

Применение BIM технологии в проектировании зданий включает в себя сбор и комплексную обработку технологической, архитектурно-конструкторской, экономической информации о здании, благодаря чему строительный объект и всё, что к нему относится, рассматриваются как единое целое. Трёхмерная модель здания тесно связана с информационной базой данных, поэтому изменение хотя бы одного параметра строительного объекта влечёт за собой также изменение всех связанных с ним систем и объектов, включая чертежи, спецификации, визуализации, календарный график.

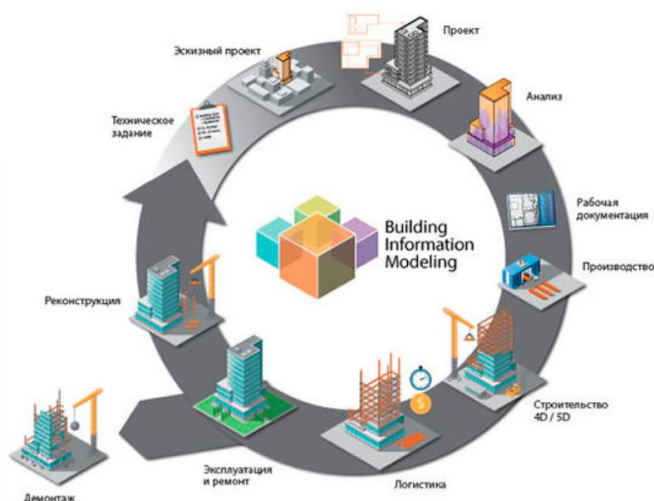


Рисунок 11.1 Цикл жизни информационной модели

Информационная модель здания – это виртуальный прототип строительной конструкции, поэтому применение BIM технологии в проектировании зданий позволяет проверить и оценить различные решения ещё до начала строительных работ. Участники проекта – заказчик, проектировщик, строитель – получают возможность более полного, рационального обмена информацией, что позволяет добиться высокого качества строительных работ, а также экономит время и материальные затраты.

BIM моделирование в строительстве имеет огромные преимущества, так как позволяет в виртуальном режиме соединить в одно целое и согласовать между собой различные элементы и системы будущего строения, проверить их жизнеспособность, эксплуатационные качества, функциональную пригодность.

Применение BIM технологии в проектировании зданий имеет ряд преимуществ:

- повышение точности финансовых расчетов;
- сокращение времени на подготовку оценочной и сметной стоимости проекта;
- снижение количества пространственных коллизий;
- снижение финансовых затрат на строительство;
- повышение контроля над расходами;
- точность прогнозов;
- уменьшение количества изменений в проекте.

Преимущества BIM разработки очевидны, так как в отличие от прежних систем компьютерного проектирования строительного объекта, которые создавали геометрические образы, BIM моделирование создаёт цифровую модель, включающую полную информацию не только об объекте, но и о процессе его строительства. Применение BIM технологии проектирования строительства делает каждое действие прозрачным и обеспечивает полный контроль, причем в автоматизированном режиме, что гарантирует высокое качество проектно-строительных работ.

Практическое использование информационной модели здания

Создание информационной модели условно можно разделить на два этапа:

1. разработка первичных элементов проектирования (строительные материалы, элементы оснащения и др.), которые имеют непосредственное отношение к строительному объекту, но производятся вне рамок стройплощадки;
2. моделирование того, что создаётся на стройплощадке (фундамент, колонны, перекрытия, стены, фасады, крыша и многое другое).

Внедрение BIM системы в процесс проектирования и строительства имеет неоспоримые достоинства, так как позволяет моментально получать доступ к любой информации об объекте, контролировать качество работ на всех этапах, избежать коллизий в проекте, а также существенно сократить стоимость строительства. Применение BIM технологии в проектировании зданий также даёт возможность эффективно решать задачи на всех этапах жизненного цикла конструкции, начиная с инвестиционного замысла, проектирования, строительства и заканчивая процессом эксплуатации, и даже сноса. Однако главное достоинство, которое имеет внедрение BIM технологии в строительстве – это возможность достигнуть практически полного соответствия характеристик будущего объекта требованиям заказчика.

Сегодня технологии информационного моделирования зданий BIM успешно используются во многих странах. Однако следует отметить, что бизнес-процессы в наших реалиях и в западных странах имеют серьёзные отличия, поэтому в условиях нашего региона подходы к проектированию

требуют доработки. Нет никаких сомнений в том, что именно сегодня формируется новое будущее проектно-строительной отрасли, что вызывает необходимость освоения новых технологий.

11.2. Использование информационных моделей при эксплуатации зданий и сооружений

Здание с низкими эксплуатационными затратами является экономически эффективным. Одним из путей повышения экономической эффективности здания – это применение технологии информационного моделирования зданий (BIM) и автоматизированная система управления зданием (BMS).

Эксплуатация здания – это 80% стоимости владения: коммунальные платежи 25%, затраты на персонал 40%, ремонт 10%, утилизация 5%.

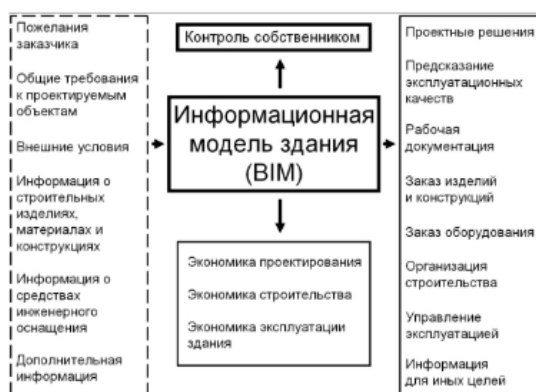


Рисунок 11.1. Основная информация, проходящая через BIM и имеющая к BIM непосредственное отношение

Информационная модель здания и автоматизированная система управления зданием в комплексе – это контроль, мониторинг и оптимизация функционирования инженерных систем здания для обеспечения оптимальных условий минимальными затратами.

В результате:

- снижение вероятности аварийных ситуаций;
- повышение уровня комфорта.

В результате повышения экономической эффективности здания:

- экономия энергии и ресурсов;
- повышение срока эксплуатации.

В общем итоге экономия до 40% затрат на эксплуатацию, снижение общей стоимости владения зданием до 30%.

Моделирование режимов эксплуатации, приводящих к износу конструкций и инженерных систем зданий в будущем. Информационное моделирование объектов строительства – это совершенно новый подход к проектированию, строительству, эксплуатации и ремонту здания. Уже на первых этапах для приемки и постановки на баланс зданий и сооружений эта технология позволяет провести сверку активов проверить технологию и соответствие по все разделам и увидеть были ли отступления от проекта при

строительстве. Кроме этого данная технология позволяет смоделировать и рассчитать износ и возможные разрушения зданий в процессе будущей эксплуатации. Позволяет вести управление и эксплуатацию не только самого здания, но и средств технического оснащения в течение всего жизненного цикла, + управление как объектом коммерческой деятельности.

Рассмотрим практическую эффективность от информационного моделирования здания при эксплуатации. Прежде всего, она позволяет в виртуальном режиме собрать воедино, подобрать по назначению, рассчитать, состыковать и согласовать создаваемые разными инженерами и организациями компоненты и системы будущего сооружения, заранее проверить их жизнеспособность, функциональную пригодность и эксплуатационные качества, а также избежать возможных нестыковок, пересечений в смежных разделах. В отличие от традиционных систем компьютерного проектирования, создающих геометрические 3D модели, результатом информационного моделирования объектов строительства является 3D модель + объектно-ориентированная цифровая-информационная модель как всего объекта, так и процесса его строительства (проекта организации строительства (ПОС), проекта организации движения (ПОД). Сформированная специалистами информационная модель проектируемого объекта строительства в итоге является основой и активно используется для создания проектной и рабочей документации по всем разделам, ППР, ПОС, ПОД.

BIM управляет процессами жизненного цикла здания и является объективным источником информации с высокой степенью достоверности для поддержания модели в актуальном виде постоянно изменяться, дополняться, заменяться, отражая текущее состояние здания.