

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.

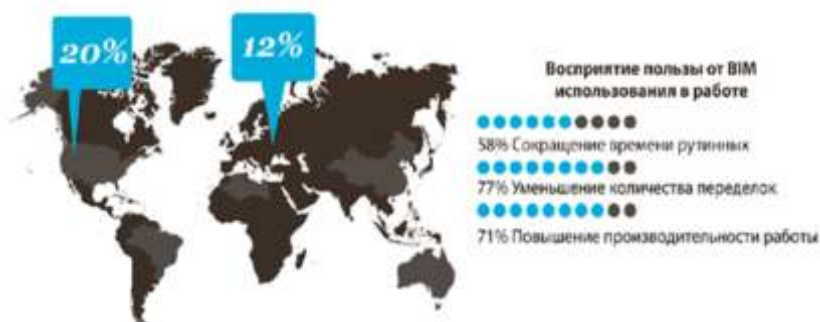


Рисунок 1.1 – Скорость внедрения BIM технологий за год в сфере архитектуры и архитектурного проектирования

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 BIM 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.

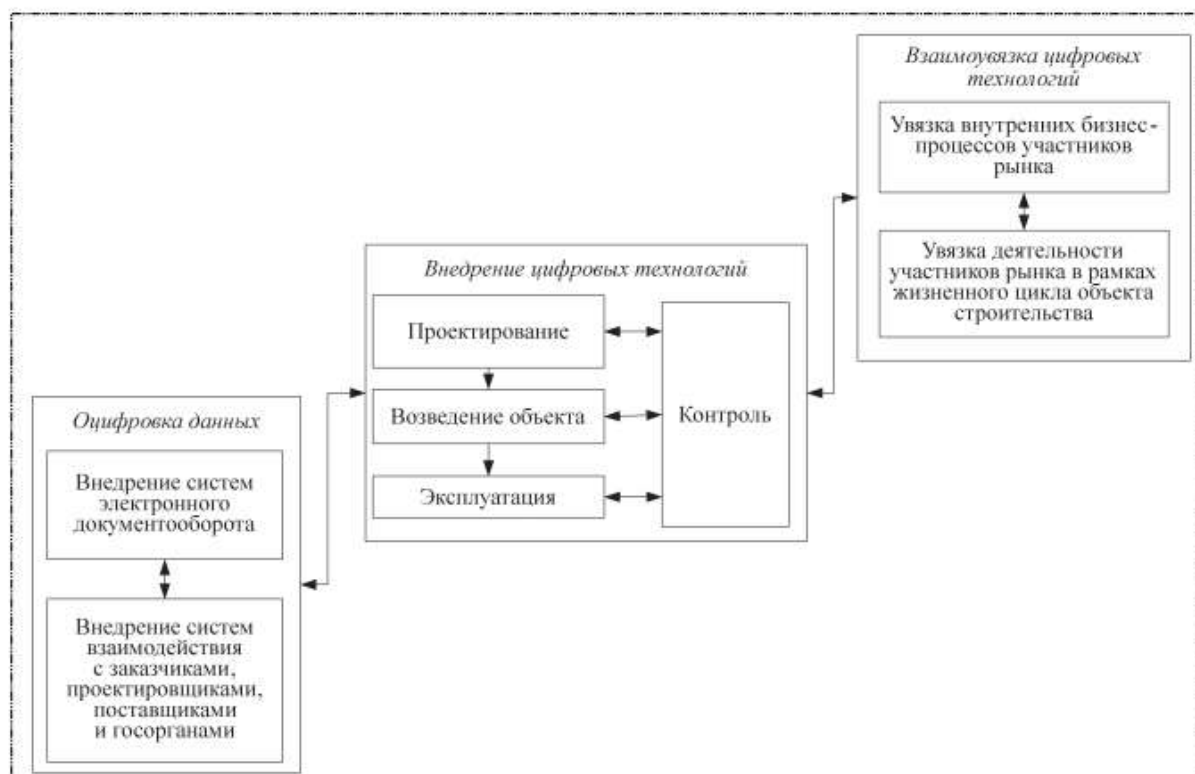


Рисунок 2.1 – Децентрализованные элементы цифровизации жизненного цикла объектов строительства

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. Использование AutoCAD при проектировании зданий и сооружений

3.1. Начало работы в AutoCAD

3.2. Функциональные возможности

3.3. Интерфейс программы

3.1. Начало работы в AutoCAD

Первые версии системы **AutoCAD**, разрабатываемой американской фирмой Autodesk, появились еще в 1982 году, и сразу же привлекли к себе внимание своим оригинальным оформлением и удобством для пользователя.

Постоянное развитие системы, учет замечаний, интеграция с новыми продуктами других ведущих фирм (в первую очередь, Microsoft), сделали AutoCAD мировым лидером на рынке программного обеспечения.

Первые версии AutoCAD содержали, в основном, инструменты для простого двухмерного рисования, которые постепенно дополнялись и развивались. В результате система стала очень удобным «электронным кульманом». В настоящее время система позволяет выполнять достаточно сложные трехмерные построения и отображать их на разных видовых экранах с различных точек зрения.

Механизм пространства листа и видовых экранов дает возможность разрабатывать чертежи с видами и проекциями трехмерных объектов, построенных в пространстве модели. В системе AutoCAD по одной модели можно получить несколько листов чертежного документа.

AutoCAD и специализированные приложения на его основе нашли широкое применение в машиностроении, строительстве, архитектуре и других отраслях промышленности. Программа выпускается на 18 языках.

Уровень локализации варьирует от полной адаптации до перевода только справочной документации.

Существуют студенческие версии AutoCAD, предназначенные исключительно для использования студентами и преподавателями в образовательных целях, доступные для бесплатной загрузки с сайта образовательного сообщества Autodesk.

Функционально студенческая версия AutoCAD ничем не отличается от полной, за одним исключением:

DWG-файлы, созданные или отредактированные в ней, имеют специальную пометку (так называемый *educational flag*), которая будет размещена на всех видах, при печати файла (вне зависимости от того, из какой версии — студенческой или профессиональной — выполняется печать).

В настоящее время существуют следующие специализированные приложения на основе AutoCAD:

- **AutoCAD Architecture** — версия, ориентированная на архитекторов и содержащая специальные дополнительные инструменты для архитектурного проектирования и черчения, а также средства выпуска строительной документации.
- **AutoCAD Electrical** разработан для проектировщиков электрических систем управления и отличается высоким уровнем автоматизации стандартных задач и наличием обширных библиотек условных обозначений.
- **AutoCAD Civil 3D** — решение для проектирования объектов инфраструктуры, предназначенное для землеустроителей, проектировщиков генплана и проектировщиков линейных сооружений.
- Помимо основных возможностей, **AutoCAD Civil 3D** может выполнять такие виды работ, как геопространственный анализ для выбора подходящей стройплощадки, анализ ливневых стоков для обеспечения соблюдения экологических норм, составление сметы и динамический расчёт объёмов земляных работ.
- **AutoCAD MEP** ориентирован на проектирование инженерных систем объектов гражданского строительства: систем сантехники и канализации, отопления и вентиляции, электрики и пожарной безопасности. Реализовано построение трёхмерной параметрической модели, получение чертежей и спецификаций на её основе.
- **AutoCAD Map 3D** создан для специалистов, выполняющих проекты в сфере транспортного строительства, энергоснабжения, земле- и

водопользования и позволяет создавать, обрабатывать и анализировать проектную и ГИС-информацию.

- **AutoCAD Raster Design** — программа векторизации изображений, поддерживающая оптическое распознавание символов (OCR).
- **AutoCAD Structural Detailing** — средство для проектирования и расчёта стальных и железобетонных конструкций, поддерживающее технологию информационного моделирования зданий. Базовыми объектами являются балки, колонны, пластины и арматурные стержни и др.
- **AutoCAD Ecsad** позволяет инженерам-электрикам создавать схемы электротехнического оборудования с помощью сценариев и библиотек условных обозначений.
- **AutoCAD Mechanical** предназначен для проектирования в машиностроении и отличается наличием библиотек стандартных компонентов (более 700 тысяч элементов), генераторов компонентов и расчётных модулей, средств автоматизации задач проектирования и составления документации, возможностью совместной работы.
- **AutoCAD P&ID** — это программа для создания и редактирования схем трубопроводов и КИП, а также для управления ими.
- **AutoCAD Plant 3D** — инструмент для проектирования технологических объектов. В AutoCAD Plant 3D интегрирован AutoCAD P&ID.

3.2. Функциональные возможности

*Представлены некоторые функциональные возможности современной версии **AutoCAD**:*

- Инструменты работы с произвольными формами позволяют создавать и анализировать сложные трехмерные объекты. Их формирование и изменение осуществляются простым перетаскиванием поверхностей, граней и вершин
- Трехмерная печать. Можно создавать физические макеты проектов через специализированные службы 3D-печати или персональный 3D-принтер.
- Использование динамических блоков позволяет создавать повторяющиеся элементы с изменяемыми параметрами без необходимости перечерчивать их заново или работать с библиотекой элементов.
- Функция масштабирования аннотативных объектов на видовых экранах или в пространстве модели.
- Запись операций позволяет формировать последовательности команд даже без опыта программирования. Записываемые операции, команды и значения ввода регистрируются и отображаются в отдельном окне в дереве операций. После остановки записи можно сохранить команды и значения в

файле макроса операций с целью последующего воспроизведения. При коллективной работе макросы могут быть доступны всем.

- Диспетчер подшивок организует листы чертежей, упрощает публикацию, автоматически создает виды, передает данные из подшивок в основные надписи и штампы и выполняет задания таким образом, чтобы вся нужная информация была в одном месте.
- Инструменты упрощенной трехмерной навигации: «видовой куб» позволяет переключаться между стандартными и изометрическими видами — как предварительно заданными, так и из выбранной пользователем точки; «штурвал» объединяет в одном интерфейсе несколько различных инструментов навигации и предоставляет быстрый доступ к командам вращения по орбите, панорамирования, центрирования и зумирования.
- Инструмент «аниматор движения» предоставляет доступ к именованным видам, сохраненным в текущем чертеже и организованным в категории анимированных последовательностей. Его можно применять как при создании презентации проекта (анимированные ролики), так и для навигации.

3.3. Интерфейс программы

Стартовая страница остается всегда открытой по умолчанию (рисунок 3.1). За ее отображение отвечает переменная STARTMOD (0 - не отображается, 1 – отображается). В дальнейшем, для перехода на стартовую страницу, достаточно нажать горячие клавиши Ctrl+Home или ввести команду GOTOSTART.

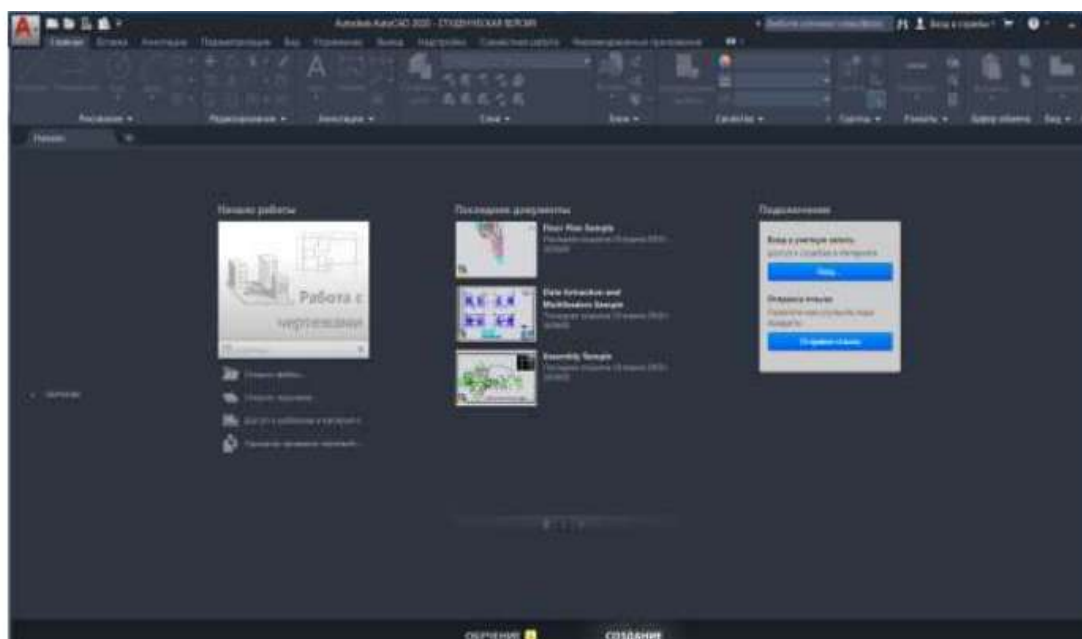


Рисунок 3.1 – Вкладка Создание окна приветствие Начало

На вкладке Начало слева в середине экрана находится направляющая кнопка на вкладку Обучение (рисунок 3.2), где имеются Полезные подсказки, содержание которых меняется каждые 24 часа автоматически, а так же обучающие видеоролики

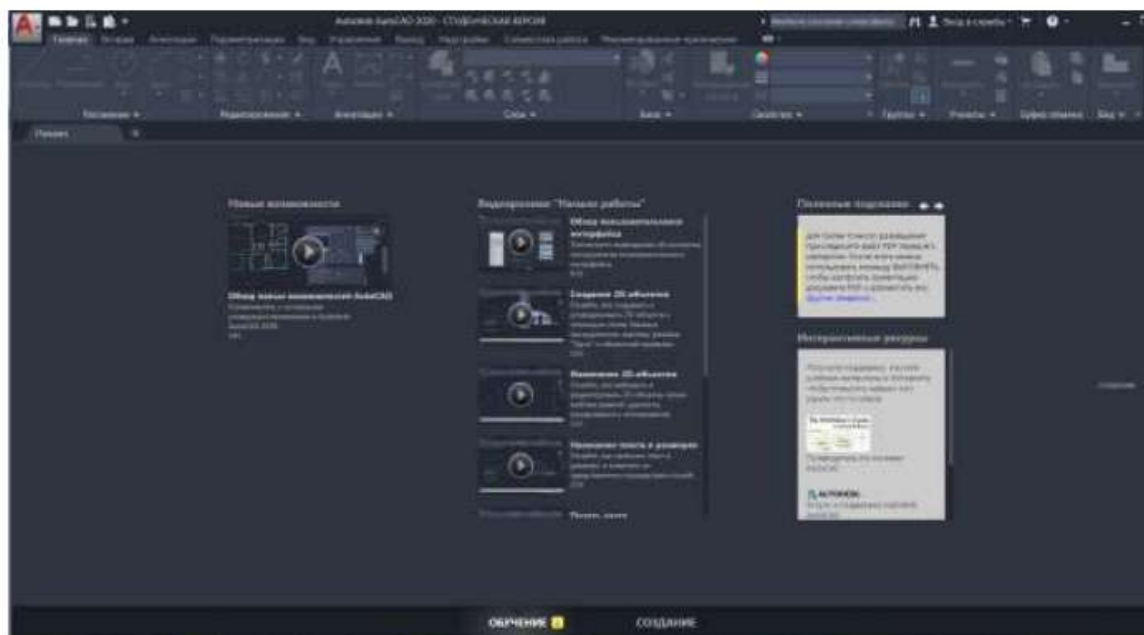


Рисунок 3.2 – Вкладка Обучение окна приветствия Начало

Прежде чем приступить к работе в графической системе, необходимо ознакомиться с элементами ее интерфейса, а также базовой функциональностью и возможностями. Окно программы AutoCAD состоит из нескольких частей, каждая из которых выполняет определенные функции: ввод команд, отображение необходимой при черчении информации и т.д. Некоторые инструменты взаимодополняют, а так же замещают друг друга.

1. В правом верхнем углу расположено **«Окно поискового браузера»** (рисунок 3.3).



Рисунок 3.3 – Окно поискового браузера

В данное окно можно вводить запрос по интересующему вопросу функционала программы, после чего появляется справка, в которой содержится краткое описание запрашиваемого инструмента. Для пользования данным инструментом необходим доступ в интернет, т.к. справка загружается с сервера Autodesk. Если нет доступа в интернет, то

можно запустить локальную справку, нажав на стрелку рядом с вопросом, затем загрузить автономную справку.

2. В центральной верхней части окна находится строка **«Заголовок»**, в которой отражается версия программы (например AutoCAD 2020), имя и номер чертежа (рисунок 3.4). По умолчанию программа создает имя **«Чертеж»** и номер «1» с расширением dwg.



Рисунок 3.4 – Строка Заголовок

3. В левом верхнем углу под кнопкой с пиктограммой **A** располагается **«Меню приложений»** (рисунок 3.5), предназначенное для работы с файлами. В нем содержатся стандартные, привычные для всех приложений Windows, инструменты. В правой части окна находится список из последних документов, с которыми работали, у этого списка есть несколько представлений: мелкие, крупные значки, малые и большие изображения. Если необходимо увидеть изображение предварительного просмотра, то нужно навести курсор на файл и появится окошко для просмотра. Также можно переключаться на режим открытых документов.



Рисунок 3.5 – Меню приложений

4. Рядом с Меню приложений находится **«Панель быстрого доступа»** (рисунок 3.6). На эту панель можно выносить инструменты, которые используются чаще всего. Данное меню можно располагать как в верхней строке, так и под Лентой меню.



Рисунок 3.6 – Панель быстрого доступа

5. Центральная область рабочего окна программы называется **«Графическим экраном»**, в ней выполняются все построения. На графическом экране указатель мыши приобретает вид перекрестия и способен выполнять функции, используемые в проектировании: привязку к

объектам, задание координат и направления. При выходе за границы графического экрана указатель приобретает привычный вид.

6. Графическое пространство представлено двумя видами вкладок: **«Модель»** и **«Листы»**. Во вкладке *«Модель»* непосредственно чертят, а *«Листы»* предназначены для печати (рисунок 3.7). По умолчанию активной является вкладка *Модель*. Это означает, что на экране отображено двух- или трехмерное пространство модели. При щелчке на какую-либо из вкладок Лист (их количество может быть любым, достаточно нажать на кнопку «+»), можно перейти к пространству листа.



Рисунок 3.7 – Переход вкладки модель на листы

7. Внизу *Графического экрана* располагается **«Командная строка»** (рисунок 3.8), которая служит для прямого ввода команд. Для того, чтобы выбрать какойлибо инструмент, не обязательно вызывать меню, достаточно напрямую вписать его в командную строку и нажать Enter.



Рисунок 3.8 – Командная строка

8. **«Панель координат»** (рисунок 3.9) позволяет отследить положение курсора и объектов. Существуют 2 варианта отображения положения курсора: динамический и статический. При нажатии на пиктограмму, координаты становятся более яркими, и при перемещении курсора показывается текущее его положение. При повторном нажатии, строка координат тускнеет и показывает координаты только при нажатии левой клавиши мыши. В центре нижней части графической области окна программы отображается указатель пользовательской системы координат (ПСК). По умолчанию в программе 10 AutoCAD используется МСК — *Мировая система координат* (World Coordinate System, WCS). Ее указатель расположен в точке с координатами (0;0;0).



Рисунок 3.9 – Панель координат

9. Главное меню программы Автокад организовано в виде «*Ленты*» (рисунок 3.10), состоящая из вкладок, на которых располагаются «*Тематические панели*». На каждой панели собраны инструменты, схожие по своему функциональному предназначению. Например, на вкладке «*Главная*» под панелью «*Рисование*» собраны все инструменты для создания простых и сложных примитивов.



Рисунок 3.10 – Лента

10. AutoCAD включает в себя 3 рабочих пространства: *Рисование и аннотации*, *Основы 3D*, *3D-моделирование*. Рабочее пространство Основы 3D содержит основные инструменты, ориентированные на создание простых тел и их визуализацию, а 3D-моделирование содержит полный комплекс инструментов для создания как и поверхностей, так и объекты 2D-рисования. По умолчанию в AutoCAD установлено пространство *Рисование и аннотации*. Доступ к выбору типа рабочего пространства осуществляется несколькими способами, через: 10.1. Панель быстрого доступа (рисунок 3.11).

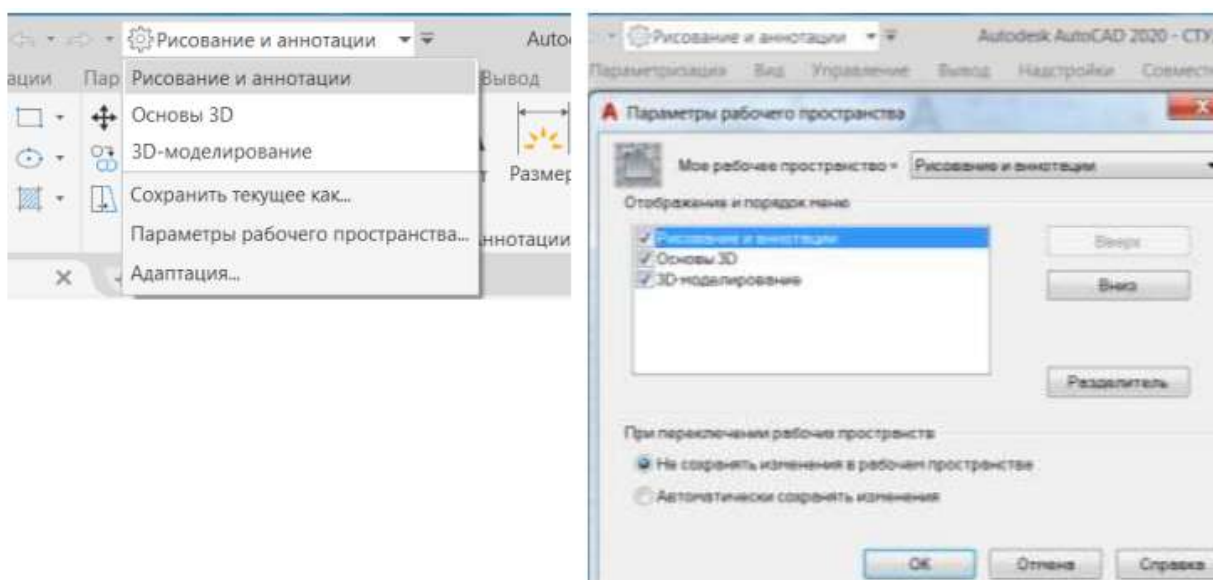


Рисунок 3.11 – Выбор рабочего пространства через панель быстрого доступа

10.2. Строку состояния (режимов), которая находится внизу графического экрана, нажав на кнопку в виде шарнира (рисунок 3.12).

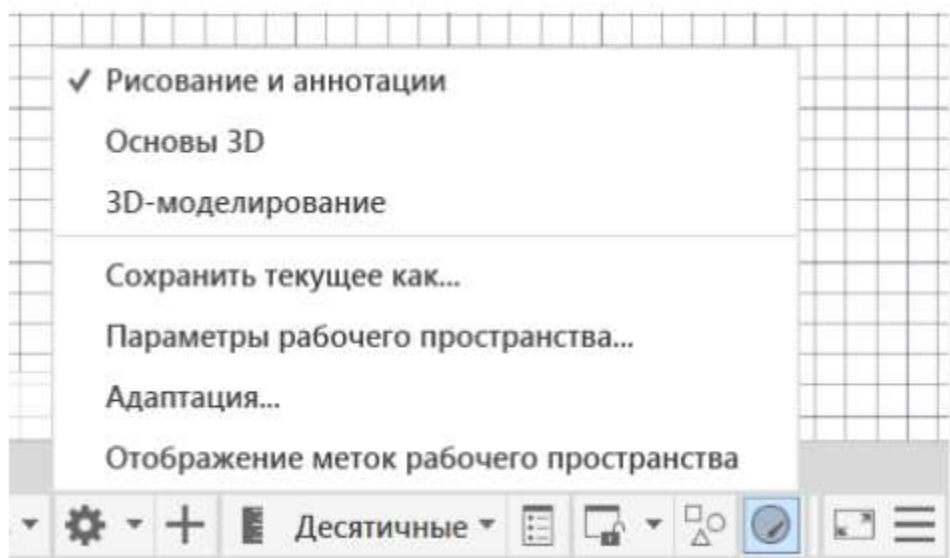


Рисунок 3.12 – Выбор рабочего пространства через статусную строку

10.3. При одновременном нажатии клавиши Shift и колесика мыши, а затем ввода через Командную строку название рабочего пространства.

Тема 4. Принципы построения и редактирования графических объектов в AutoCAD

4.1 Понятие пространства модели и листа

4.2 Создание видовых экранов

4.3 Создание надписей и принципы создания простых фигур

4.1 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 4.1 – 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. **Надстройки** – 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 4.2), причем сетка миллиметровки всегда располагается в плоскости XY.

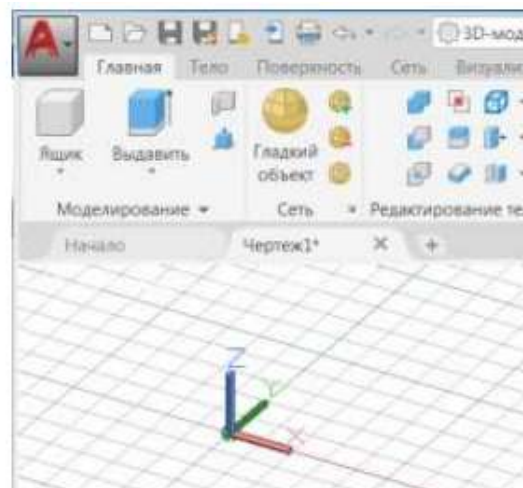


Рисунок 4.2 – Лента вкладки 3D-моделирование

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 4.3 – 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 4.4).

[Сверху] – позволяет устанавливать стандартные виды и изометрическую проекцию, открывает доступ к Диспетчеру видов (рисунок 4.5). Стандартные виды графического пространства находятся также на панели «Виды» вкладки Ленты «Главная» (рисунок 4.6).

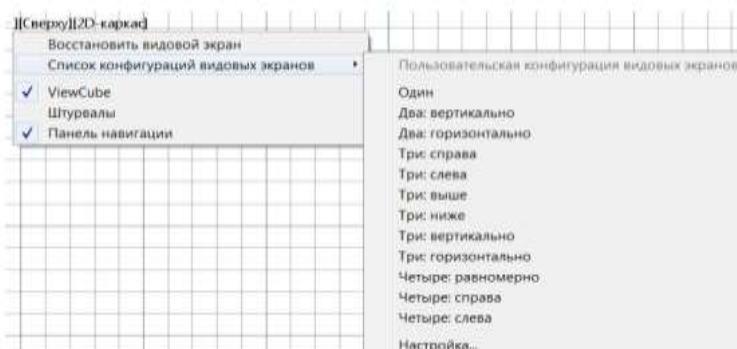


Рисунок 4.4 – Управление видовыми экранами

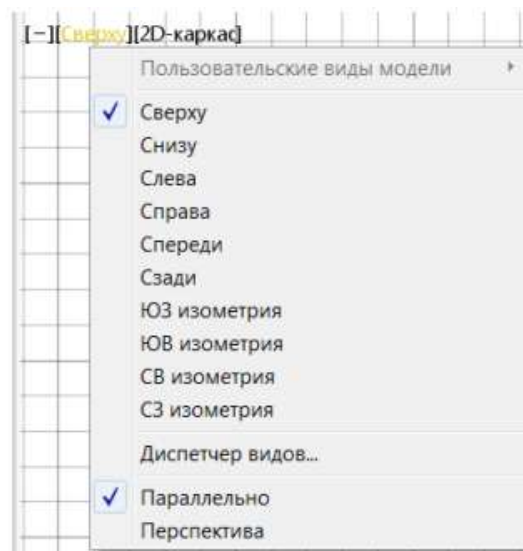


Рисунок 4.5 – Управление видами из пространства модели

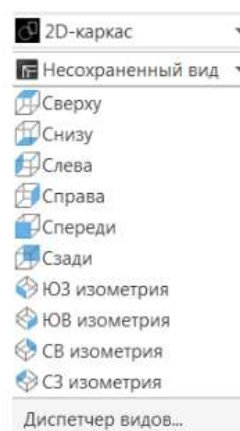


Рисунок 4.6 – Диспетчер видов

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

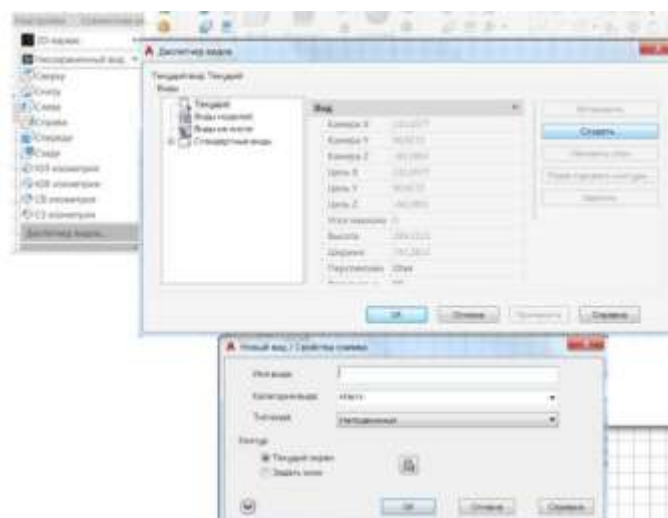


Рисунок 4.7 – Создание видового окна

4.2 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 4.8 – Панель видовые экраны на вкладке лист

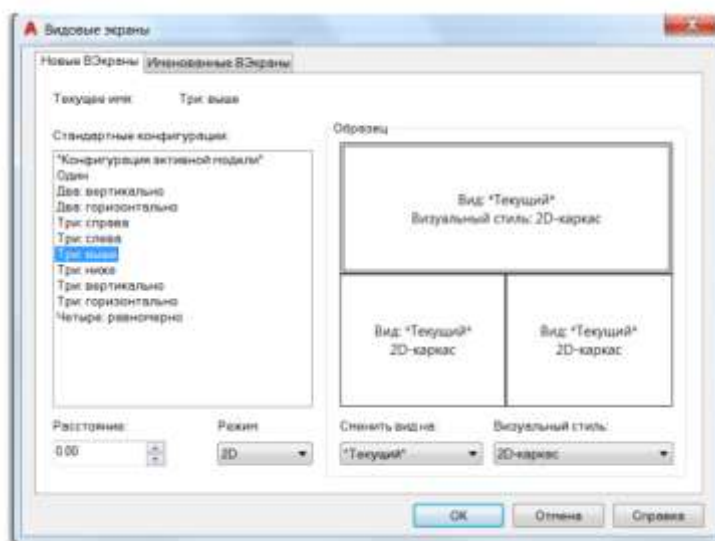


Рисунок 4.9 – Создание видовых экранов

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).

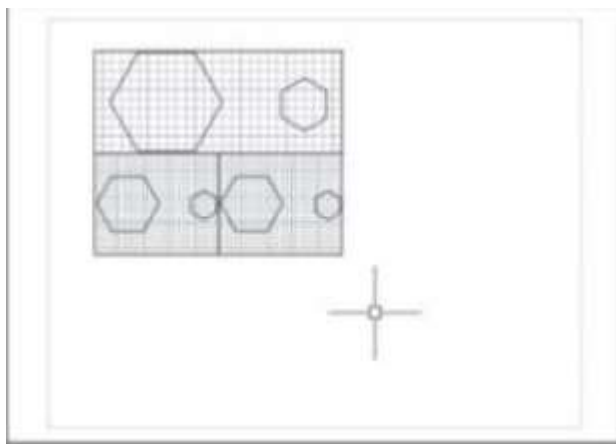


Рисунок 4.10 – Задание области видовых экранов

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.

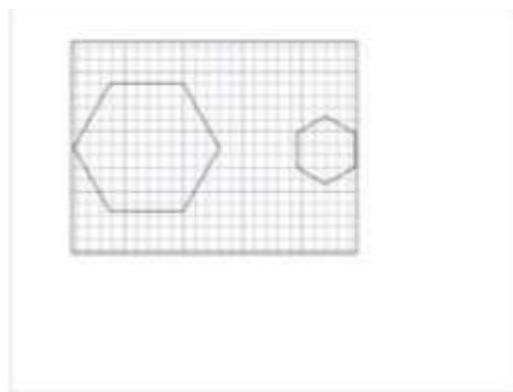


Рисунок 4.11 – Один видовой экран

«**Многоугольный**» видовой экран представляет собой видовой экран произвольной формы (рисунок 4.12).

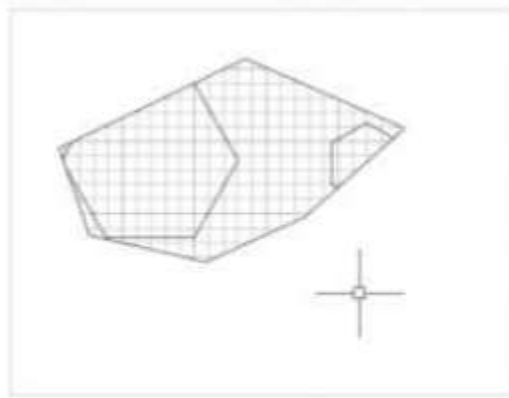


Рисунок 4.12 – Многоугольный видовой экран

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 4.13).

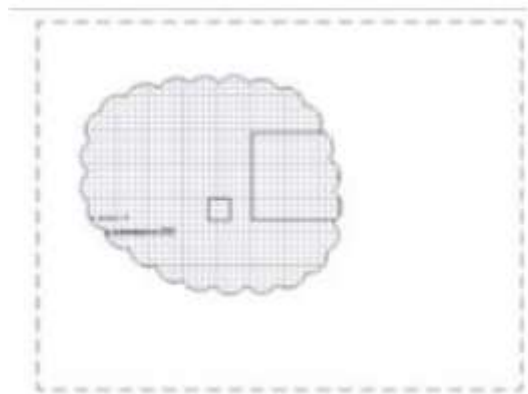


Рисунок 4.13 – Преобразование видового экрана

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.

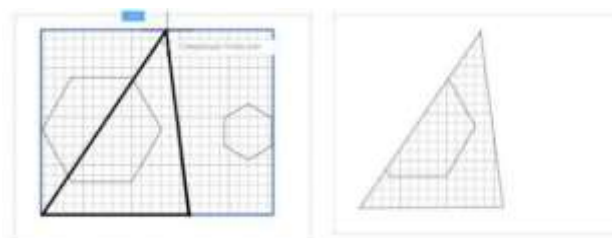


Рисунок 4.14 – Подрезка видового экрана

Для примера создадим в пространстве Модели геометрические фигуры разного масштаба (рисунок 4.15). Конечной целью будет компоновка чертежа на вкладке *Лист* таким образом, чтобы изображаемые фигуры были одинакового размера.

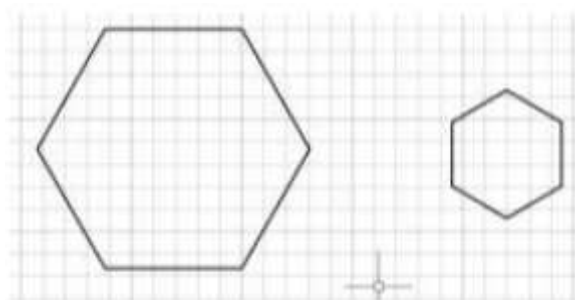


Рисунок 4.15 – Геометрические фигуры

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 4.17).

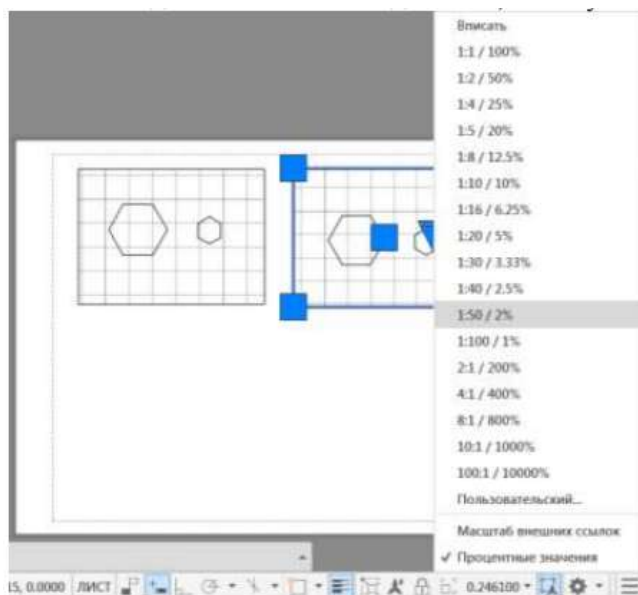


Рисунок 4.16 – Задание масштаба видового экрана

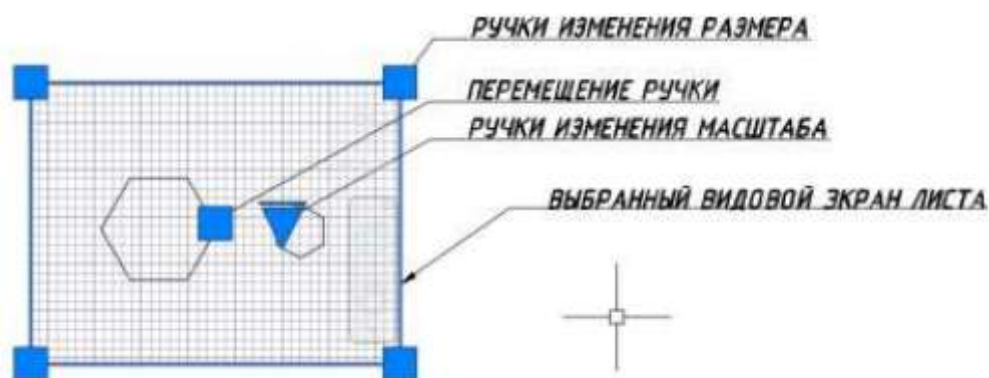


Рисунок 4.17 – Ручки для изменения видового экрана

4.3 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.



Справа

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



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.



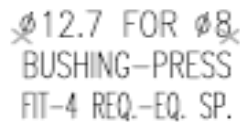
Середина

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.



По ширине

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



ВЛ (Сверху слева)

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



ВЦ (Сверху по центру)

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



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.

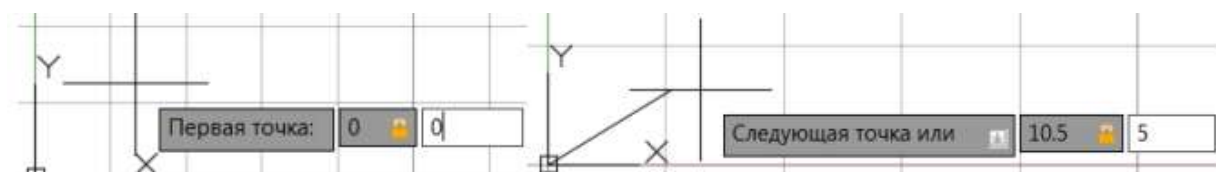


Рисунок 4.18 – Ввод координат точек отрезка

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.

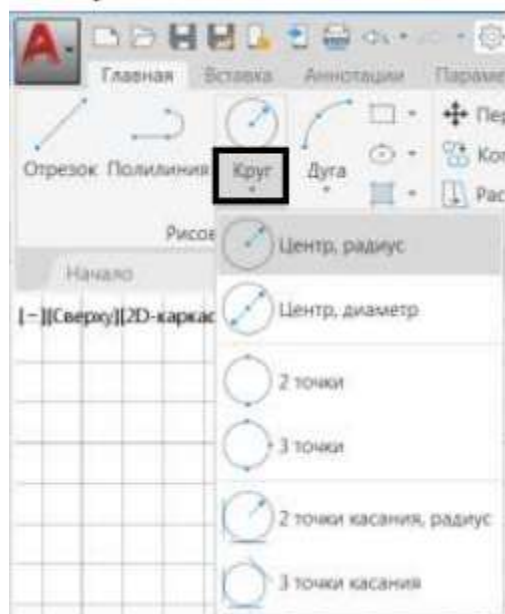


Рисунок 4.19 – Команда «Круг»

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.

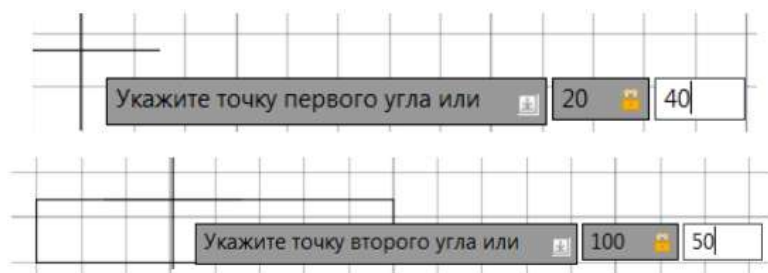


Рисунок 4.20 – Построение прямоугольника

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).



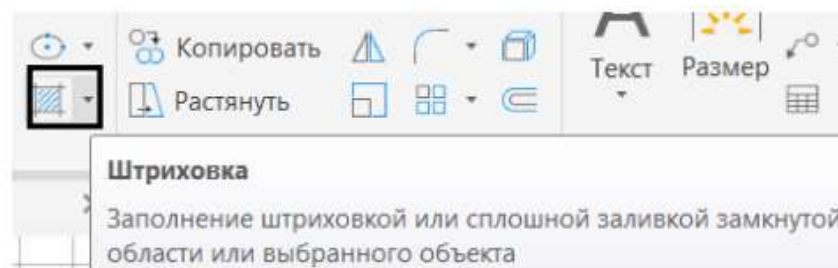


Рисунок 4.21 – Команда штриховка

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 4.22) — 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.

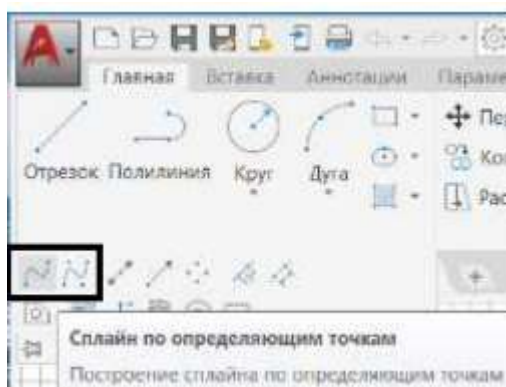


Рисунок 4.22 – Команда сплайн

Дополнительные сегменты сплайна (рисунок 4.23) создаются до тех пор, пока не будет нажата клавиша Enter.

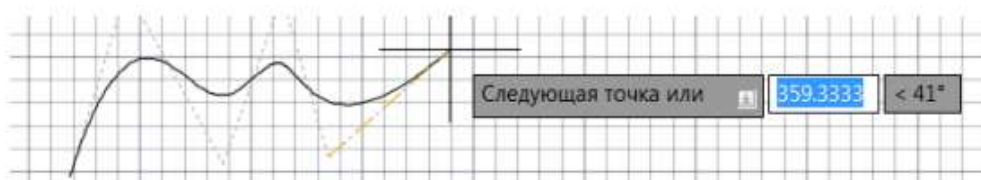


Рисунок 4.23 – Создание сплайн

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 5x3, 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 4.24 – 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 5. Построения и редактирования основных элементов здания в AutoCAD

5.1 Построение основных элементов здания, стены, перегородки, окна, двери

5.2 Оформление чертежей, проставление размеров

5.3 Подготовка проекта к печати

5.1 Построение основных элементов здания, стены, перегородки, окна, двери

Прежде чем приступить к построению чертежа, создается набор слоев. Для плана дома могут потребоваться такие слои, как слой фундамента, слой плана этажа, слой дверей, слой электрических компонентов, слой арматуры и т. д.

После создания стандартного набора слоев можно сохранить чертеж как файл шаблона (DWT), который можно будет использовать при построении нового чертежа.

Инструменты слоев

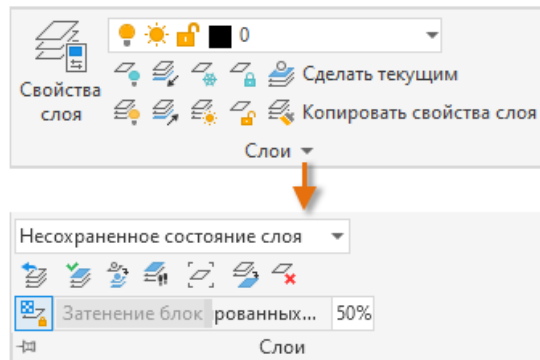


Для управления слоями можно использовать *Диспетчер свойств слоев*.

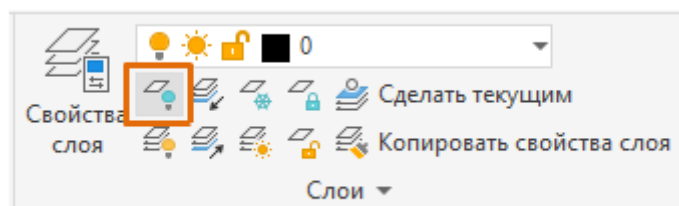
- Создание, переименование и удаление слоев
- Задание текущего слоя, на котором автоматически создаются новые объекты
- Задание свойств по умолчанию для объектов на слое
- Настройка отображения или отключение объектов на слое
- Управление печатью объектов на слое
- Блокирование слоя для предотвращения редактирования
- Управление свойствами отображения слоя для видовых экранов листа
- Сортировка, фильтрация и группирование имен слоев

Любое свойство объекта, определяемое слоем, можно переопределить. Например, если для свойства цвета объекта установлен параметр **ПОСЛОЮ**, то цвет объекта будет соответствовать цвету слоя. Если для цвета объекта установлено значение "Красный", то объект отображается в красном цвете независимо от того, какой цвет назначен данному слою.

Помимо *Диспетчера свойств слоев* доступ к инструментам управления слоями можно получить на панели "**Слои**" вкладки "**Главная**" ленты.

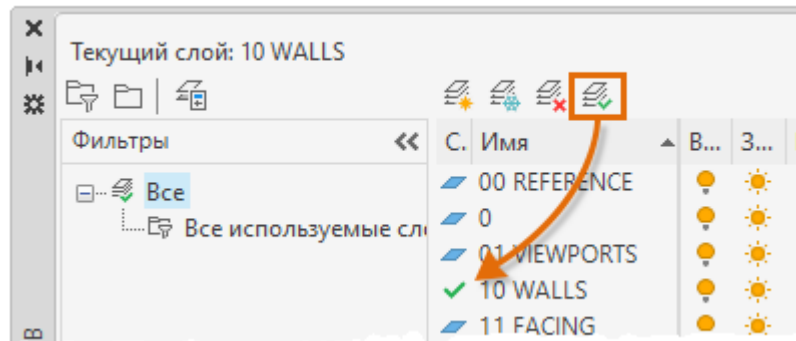


Например, с помощью кнопки "**Выкл**" можно отключить слои любых выбранных объектов.



Текущий слой

Все новые объекты по умолчанию помещаются на текущий слой. Текущий слой обозначается в *Диспетчере свойств слоев* зеленым флажком.



Видимость слоя

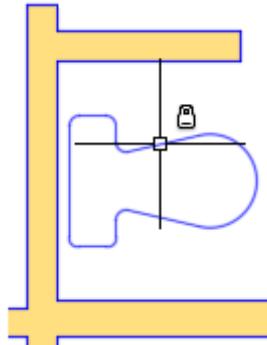
Для управления видимостью объектов на слое можно включить или отключить слой или использовать команды замораживания или размораживания.

💡💡 Можно отключать и включать слои при необходимости. Объекты на отключенных слоях не отображаются в чертеже.

☀️❄️ Замораживание и размораживание слоев похоже на их включение и отключение. Разница заключается в том, что замораживание неиспользуемых слоев при работе с чертежами, содержащими большое количество слоев, позволяет ускорить отображение и регенерацию. Например, объекты на замороженных слоях не учитываются при выполнении команды "**ПОКАЗАТЬ ДО ГРАНИЦ**".

Блокирование слоев

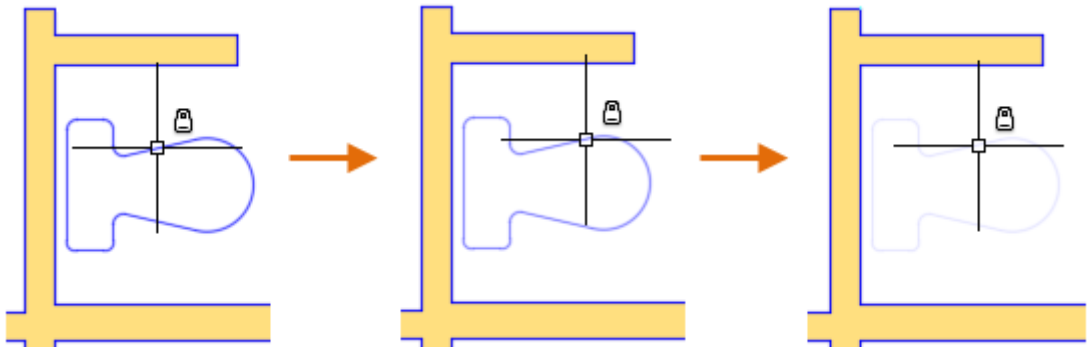
Блокирование слоев позволяет предотвратить случайное изменение расположенных на них объектов. По умолчанию объекты на заблокированных слоях выглядят затененными, и при наведении курсора на такой объект отображается значок блокировки.



Для заблокированных слоев можно задать уровень слияния с фоном или скрыть их. 

Функция затенения заблокированных слоев позволяет визуально упростить чертеж с сохранением наглядности и возможности объектной привязки.

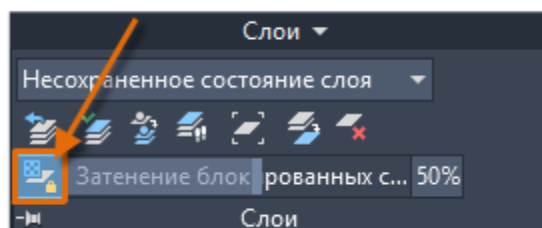
В этом примере задан уровень слияния с фоном 90 %, 50 % и 25 %.



При работе с заблокированными слоями нужно помнить о следующем.

- Затенение заблокированного слоя приводит к уменьшению видимости прозрачных объектов.
- Затенения заблокированного слоя не влияет на отображение объектов при печати.
- Для объектов, расположенных на заблокированных слоях, ручки не отображаются.

Кроме того, вместо задания слияния с фоном можно скрыть объекты на заблокированных слоях.



Это позволяет быстро задать уровень слияния с фоном 0 % и вернуться к предыдущему уровню. Если лента не используется, запустите команду **СЛОЙОТД**.

Фильтры слоев

Чертежи могут содержать десятки и даже сотни слоев. Фильтр слоев ограничивает количество отображаемых имен слоев в окне Диспетчера свойств слоев и в списке элемента управления слоями на ленте. Можно создать *фильтры по свойствам* на основе имени, цвета и других свойств слоев. Например, можно создать фильтр по свойствам, который будет выводить список всех слоев, содержащими в именах буквы "tech" и выделенных красным цветом.

Можно также создавать *групповые фильтры* слоев. Для этого нужно создать группу и добавить в нее нужные слои. Например, можно создать группу с именем **Tool Fixture**, в которую будут включены все слои на чертеже, связанные с держателями резцов. Если выбрать группу Tool Fixture в Диспетчере свойств слоев, в списке отобразятся только слои из этой группы.

Переопределение текущего слоя по типу объекта

По умолчанию все новые объекты создаются на *текущем* слое. Для некоторых типов объектов можно задать слой по умолчанию на основании *типа* объекта, а не текущего слоя. Например, если все размерные объекты необходимо создать на слое с именем 040 Dim, задайте для системной переменной **DIMLAYER** значение 040 Dim. Все созданные впоследствии размеры будут автоматически назначены этому слою.

Можно задать следующие типы объектов:

- Осевые линии: системная переменная CENTERLAYER.
- Штриховка: системная переменная HPLAYER.
- Размеры: системная переменная DIMLAYER.
- Текст и многострочный текст: системная переменная TEXTLAYER.
- Внешние ссылки: системная переменная XREFLAYER.

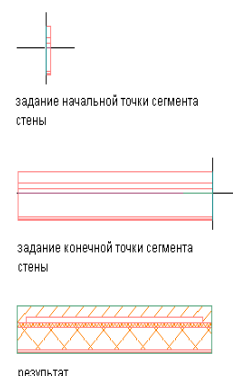
Построение стен

1. Выберите инструмент стены.

Прим.:

Возможные альтернативные действия: щелкните вкладку "Главная" > панель "Формирование" > раскрывающийся список "Стена" > "Стена". 

2. Укажите начальную точку сегмента стены.
3. Укажите конечную точку сегмента сте



Для построения сегмента дуговой стены

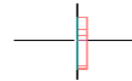
1. Выберите инструмент стены.

Прим.: Возможные альтернативные действия: щелкните вкладку "Главная" > панель "Формирование" > раскрывающийся список "Стена" > "Стена". 

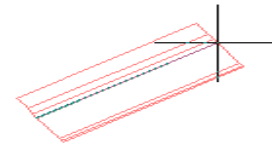
2. Укажите начальную точку сегмента стены.
3. В командной строке для построения дуги введите А.
4. Укажите среднюю точку сегмента стены.

Прим.: Если в строке состояния окна приложений (DYN) активизирован "Динамический ввод", можно для задания длины стены и угла воспользоваться динамическими размерами. Если щелкнуть на начальной точке стены, по периметру предварительного изображения стены появятся поля динамического ввода значений длины и угла стены. Введите требуемые значения, используя клавишу TAB для переключения между полями ввода.

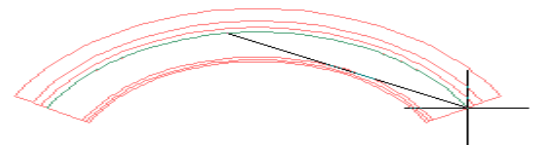
5. Укажите конечную точку сегмента стены.



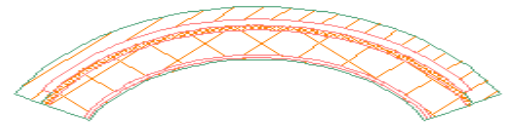
задание начальной точки сегмента стены



задание середины сегмента стены



задание конечной точки сегмента стены



результат

Для изменения ориентации стены

1. Выберите инструмент стены.

Прим.: Возможные альтернативные действия: щелкните вкладку "Главная" > панель "Формирование" > раскрывающийся список "Стена" > "Стена". 

2. Укажите начальную точку сегмента стены.
3. Нажмите клавишу CTRL для разворота сегмента стены.
4. Укажите конечную точку сегмента стены.

Для изменения привязки стены

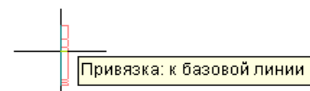
Можно ввести в командной строке J, чтобы инициировать переключение привязки, или нажать клавишу CTRL для циклического переключения вариантов привязки.

1. Выберите инструмент стены.

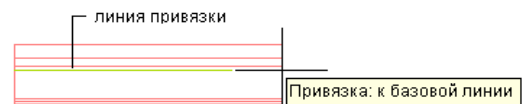
Прим.:

Возможные альтернативные действия: щелкните вкладку "Главная" > панель "Формирование" > раскрывающийся список "Стена" > "Стена". 

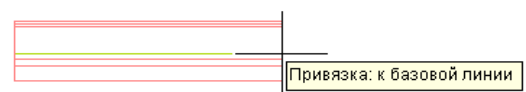
2. Укажите начальную точку сегмента стены.



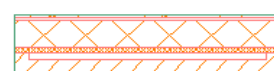
задание начальной точки сегмента стены



задание следующей точки сегмента стены



нажмите клавишу CTRL



результат

3. В командной строке введите **J** для запуска функции "Привязка", затем выполните следующие действия:
4. Укажите конечную точку сегмента стены.

Во время **построения сегмента стены** можно перемещать его для выравнивания отдельного компонента стены по конкретной точке или по направляющей. Например, может быть необходимо выровнять внешнюю грань кирпичной кладки стены по линии сетки колонн или выровнять внутреннюю грань несущего железобетонного блока стены с колонной.

Кроме того, можно выбрать любую точку внутри или снаружи стены и определить ее как точку смещения для перемещения стены. Можно ввести значение в поле динамического размера или на палитре свойств, в панели "Размеры", ввести значение для параметра "**Смещение**", и стена будет перемещена на введенную величину смещения в направлении от места расположения курсора к текущей линии привязки.

1. Выберите инструмент стены.

Прим.: Возможные альтернативные действия: щелкните вкладку "Главная" ► панель "Формирование" ► раскрывающийся список "Стена". 

2. Укажите начальную точку сегмента стены.

Прим.: Может возникнуть необходимость изменить ориентацию или привязку сегмента стены в этой точке, чтобы должным образом расположить его до того, как задать величину смещения.

3. В командной строке введите **O** (Смещение) или щелкните правой кнопкой мыши и выберите пункт "**Смещение**".

При перемещении курсора отображаются вспомогательные линии с подсказками.

4. Щелчком выберите компонент стены, от которого следует осуществить смещение, или укажите точку за пределами сегмента стены. Линия привязки сдвигается, чтобы вместить указанную величину смещения.

5. Укажите конечную точку сегмента стены.

Для задания свойств стены

1. Выберите инструмент стены.

Прим.: Возможные альтернативные действия: щелкните вкладку "Главная" ► панель "Формирование" ► раскрывающийся список "Стена" ► "Стена". 

2. Укажите начальную точку сегмента стены.
3. На палитре свойств раскрыть вкладку "Основные", а затем - вкладку "Общие".
4. Выберите стиль стены.
5. В пункте "**Границы пространств**" определите, можно ли использовать эту стену в качестве ограничивающего объекта для пространств с ассоциативными связями.

Построение дверей

Данная процедура применяется для добавления двери в чертеж.

1. Выберите на инструментальной палитре инструмент для дверей.

Прим.: Другой способ: можно нажать вкладку "Главная" ► панель "Создание" ► раскрывающийся список "Дверь" ► "Дверь".



2. Выберите на чертеже стену или дверную/оконную сборку, в которую требуется вставить дверь, или нажмите клавишу Enter, чтобы добавить независимую дверь.
3. Укажите точку вставки двери.

Чтобы иметь больше возможностей при определении точки вставки, проверьте следующее:

- Параметр "*Расположение вдоль стены*" на палитре свойств имеет значение "*Без зависимостей*".
- Параметр **ПРИВЯЗКА** в строке состояния отключен.

В противном случае точка вставки двери будет выровнена по центру или по конечным точкам стены, или по любым другим активным точкам привязки.

- Один или два раза введите в командной строке **СУ** (измерить циклически расстояние до...), чтобы переключить точку вставки двери с навески (как задано по умолчанию) на центр и дверной замок.
 - Введите **РЕ**(опорная точка включена), чтобы измерить положение точки вставки двери относительно указанной точки чертежа.
4. Выберите способ привязки.
 5. Продолжайте добавлять двери, по окончании нажмите клавишу Enter.

Перемещение двери в стене

Эта процедура используется для перемещения одной или нескольких дверей в толще стены путем смещения от исходного положения.

Данная функция позволяет выравнивать положение дверей в пределах толщины стены. Можно указать величину смещения от любой точки в пределах толщины стены или расположить двери по центру между сторонами стены. Можно одновременно выбирать и перемещать двери, окна или проемы.

При выборе нескольких объектов возможно смещение только по одной стороне.

1. Выберите двери, которые требуется переместить.
2. Выберите вкладку "Дверь" ► панель "Якорь" ► *Переместить по толщине стены*. 

Текущее местоположение в проеме указывается маркером. Это может быть центр коробки, а также внутренняя или внешняя сторона коробки.

3. Укажите способ измерения смещения

Построение окон

Окно — это AD-объект, который взаимодействует со стенами, дверями и оконными сборками. После того как окно помещено в стену, в дверь или в оконную сборку, оно ограничивается объектом и не может быть перемещено за его пределы. Окно может быть прикреплено якорем к определенным положениям в стенах, дверях или оконных сборках; если стену, дверь или оконную сборку перемещают или изменяют их размеры, положение окна в таком объекте остается неизменным. Окна могут быть и независимыми объектами.

Типы окон

Существует два типа окон: обычные и угловые

- **Обычное окно.** Обычное окно размещается на стене или двери и в оконной сборке; оно ограничивается объектом. Такие окна могут прикрепляться к определенной точке стены или двери и оконной сборки. При перемещении или изменении размера стены, двери или оконной сборки размещение обычного окна в таком объекте остается неизменным. Обычные окна могут быть и независимыми объектами.
- **Угловое окно.** Угловое окно размещается на соответствующем требованиям угловом соединении двух стен и после вставки переходит с одной стены на другую.

Прим.: Угловое окно нельзя размещать в оконной сборке.

Создание окон

Окна можно создавать, пользуясь всеми типовыми параметрами проектирования, такими, как стиль, стандартные размеры, ширина и высота, высота порога, высота верхней точки и вертикальная привязка. Можно выбирать стили, в которых форма остекления предполагает использование стандартных схем горбыльков, а также создавать свои собственные формы остекления на основе профилей.

Работа со стилями окон

Поставляемые с AutoCAD = шаблоны содержат подготовленные к использованию стили окон. Правила проектирования стилей окон определяют стандартные размеры окон, создаваемых на основе стиля. Стиль окон также определяет профиль окна и тип окна.

- Профиль окна определяет геометрию оконной рамы, например прямоугольную, полукруглую или арочную. Также можно создавать пользовательские профили окон с помощью профилей.
- Тип окна определяет количество панелей и способ открывания окна, то есть раздвижное, проходное, откидное или глухое.

В стиле окна можно задавать стандартные размеры, а затем выбирать размер, которым требуется воспользоваться при размещении окна на чертеже.

Креплении окон якорями

После того, как окно помещено в стену, в дверь или в оконную сборку, оно ограничивается объектом и не может быть перемещено за его пределы.

Окно может быть прикреплено якорем к определенным положениям в стенах, дверях или оконных сборках; если стену, дверь или оконную сборку перемещают или изменяют их размеры, положение окна в таком объекте остается неизменным.

Размеры окон

Некоторые размеры окна зависят от профиля окна и типа, заданного в стиле окна.

Возвышение - это высота от верхней линии прямоугольной части окна до вершины оконного проема у профилей окон "Готический", "Арка" и "Пятиугольник".

Вертикальная привязка окон

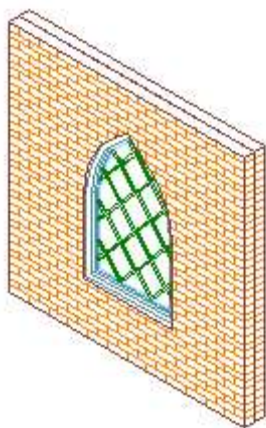
Используйте параметры вертикальной привязки для контроля того, как окно устанавливается в стену, положения рабочей точки по вертикали в стене, и того, как окно реагирует на изменения высоты. Чтобы определить рабочую точку на окне, используйте параметры порога и высоты верхней точки. Рабочую точку можно поместить на подоконник или в верхнюю точку.

Высота порога остается неизменной. Например, если задавалась вертикальная привязка, равная 0", а высота окна составляет 7'-0", высота оконного проема будет равна 7'-0". Если впоследствии указывается высота окна 6'-8", порог окна остается на отметке 0", а высота оконного проема становится равной 6'-8".

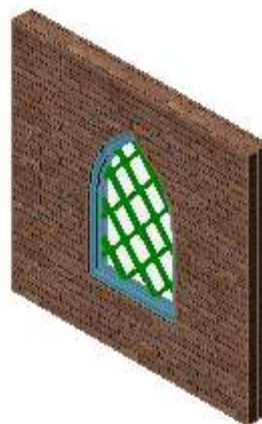
Верхняя рабочая точка остается на месте. Например, если задана вертикальная привязка, равная 7", а высота окна составляет 7'-0", высота оконного проема будет равна 7'-0". Если высота окна 6'-8", верхняя точка окна остается на отметке 7'-0", а порог окна переносится на высоту 4".

Материалы окон

В AutoCAD можно назначать материалы окнам. Эти материалы впоследствии отображаются в каркасной модели или на визуализированном изображении. У материалов имеются особые параметры для таких отдельных компонентов окна, как рама, переплет или горбыльки.



2М каркас



тонируемый

Отображение окна в виде 2D каркасной модели или с визуализированием

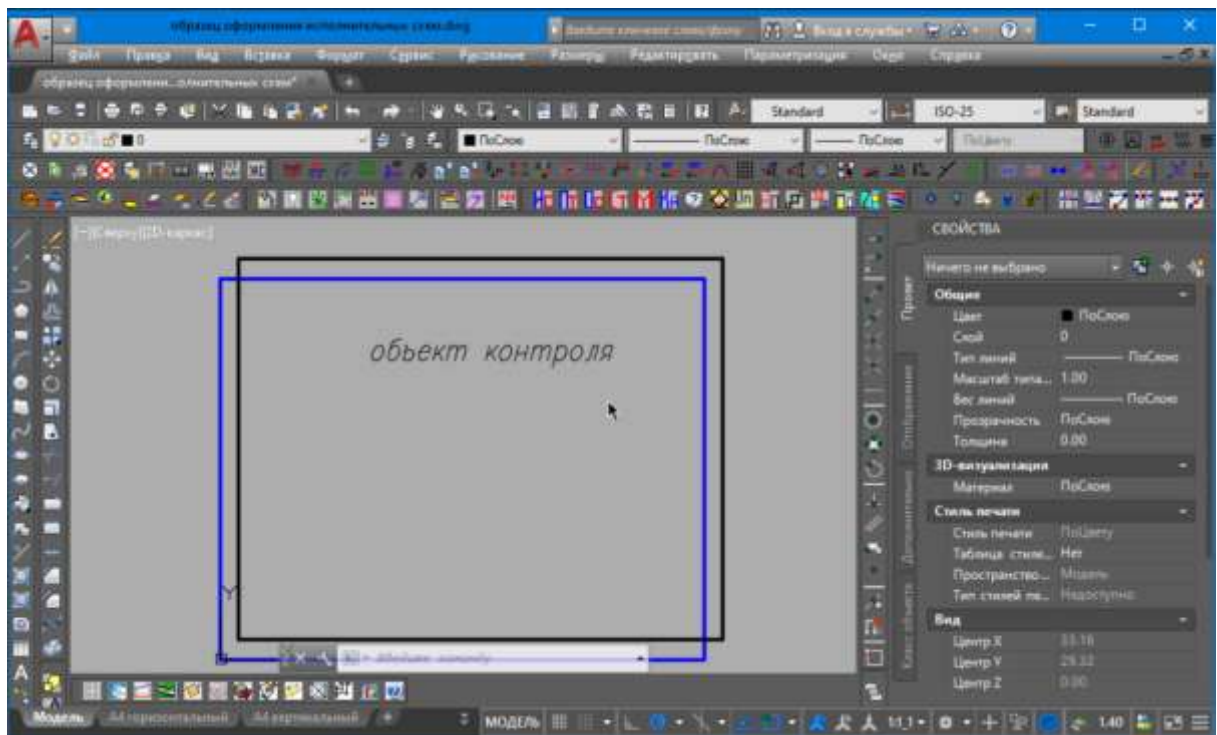
AutoCAD предоставляет для основных задач проектирования большой набор стандартных материалов, содержащих параметры для окон. Можно использовать эти стандартные материалы или изменять их для своих чертежей. Также можно создавать свои собственные материалы. При задании материала, который следует использовать исключительно для окон, рекомендуется дать ему соответствующее наименование; например "*Окно - Деревянная рама*" или же "*Подоконник - Мрамор*".

5.2 Оформление чертежей, проставление размеров

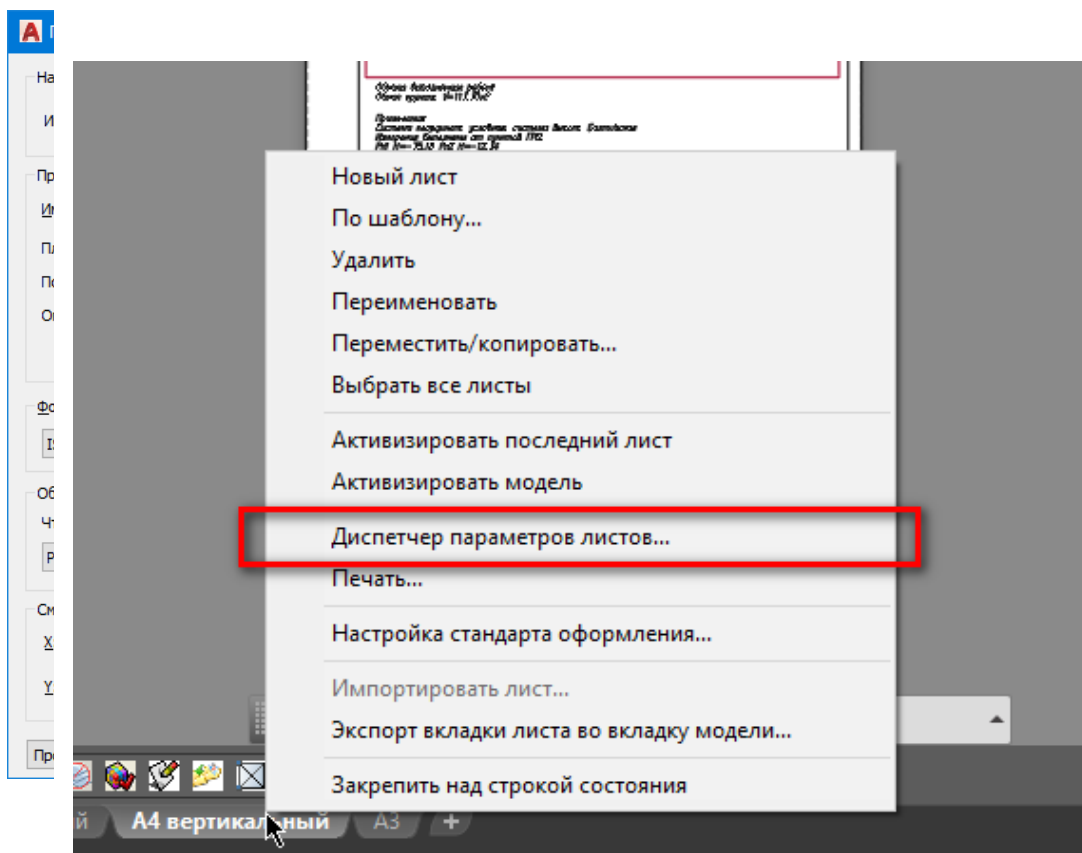
Оформление схем/чертежей в пространстве листа является наиболее правильным подходом, остановимся лишь на ключевых плюсах этого способа:

- строгое соблюдение размеров при печати (рамка, основная надпись, шрифты и т.п.);
- безусловное соответствие масштабов, заданных при оформлении, масштабу схемы/чертежа на бумаге;
- возможность добавления различных видов на один лист из пространства модели (видовые экраны), каждый из которых может иметь свой масштаб и пользовательскую систему координат (ПСК);
- простоту дальнейшей работы с чертежом и внесение изменений и дополнений;
- возможность оформления в одном файле различных состояний объекта (например совмещение разбивочного чертежа, плана земляных масс, проекта вертикальной планировки, генерального плана и материалов изысканий).

Необходим исходный чѐртеж, в координатах, выполненный в реальном размере в пространстве модели. Это означает, что все размеры, положение проектируемых или физических объектов соответствует их будущему или настоящему положению на местности, какие бы мы не снимали геометрические параметры (координаты, отметки, размеры, площади, объѐмы) в модели, — они будут полностью характеризовать геометрические параметры реальных объектов. За основу возьмѐм условный объект.

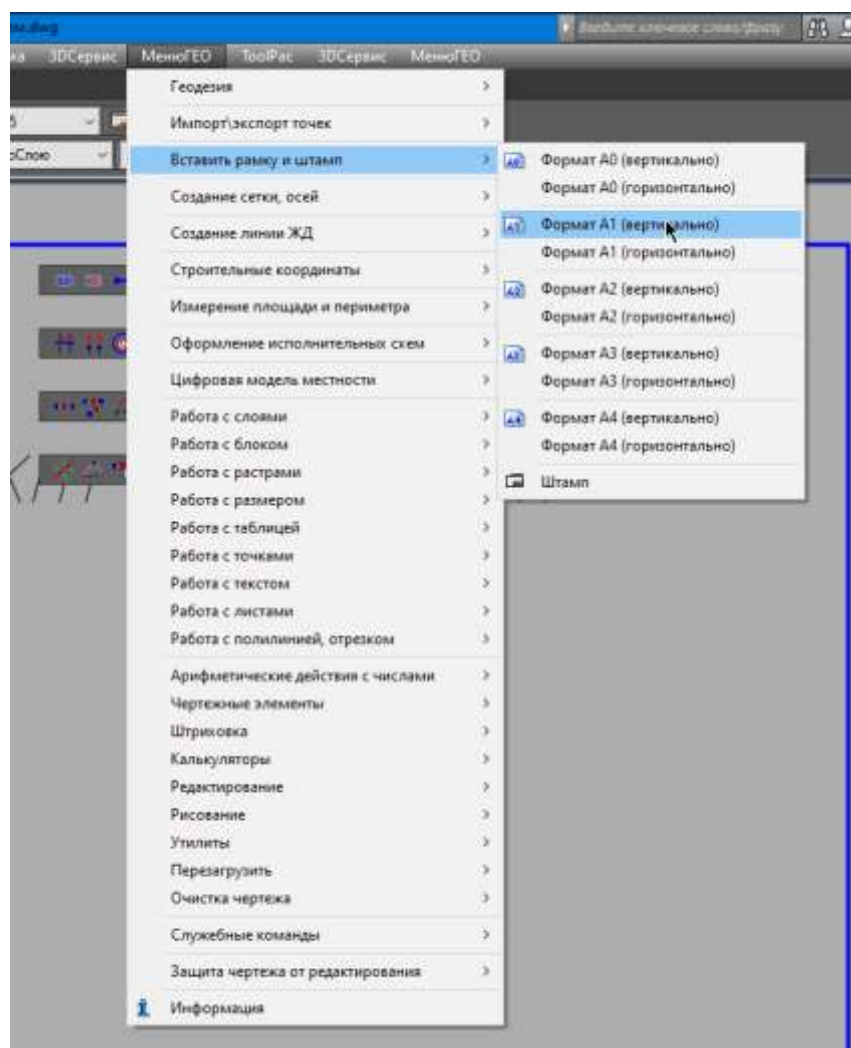


Для начала необходимо отобразить — размера бумаги и свойства листа (диспетчер параметров листов):



Диспетчер параметров листов AutoCAD

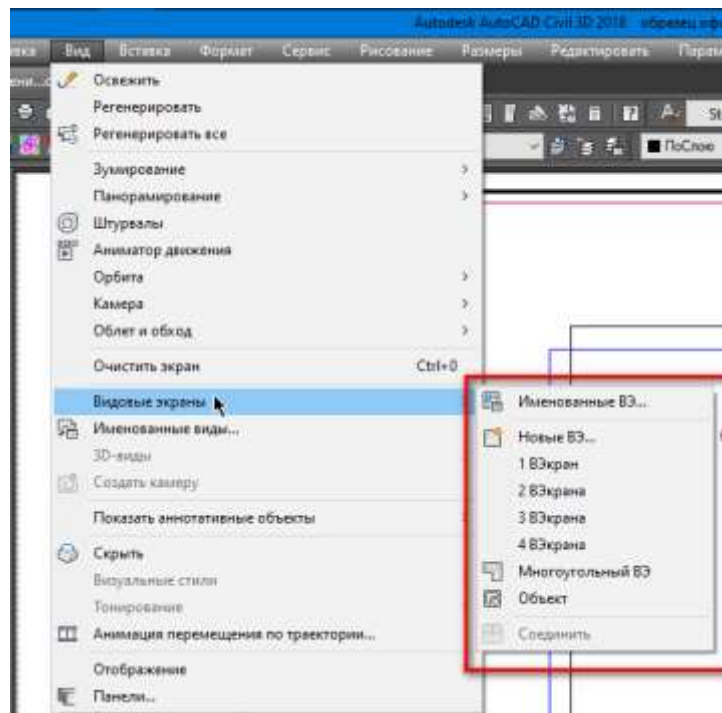
Далее вставляем готовую рамку в соответствии с размерами листа. Для этого рекомендую использовать готовые шаблоны.



Вставка рамки формата и основной надписи в чертёж

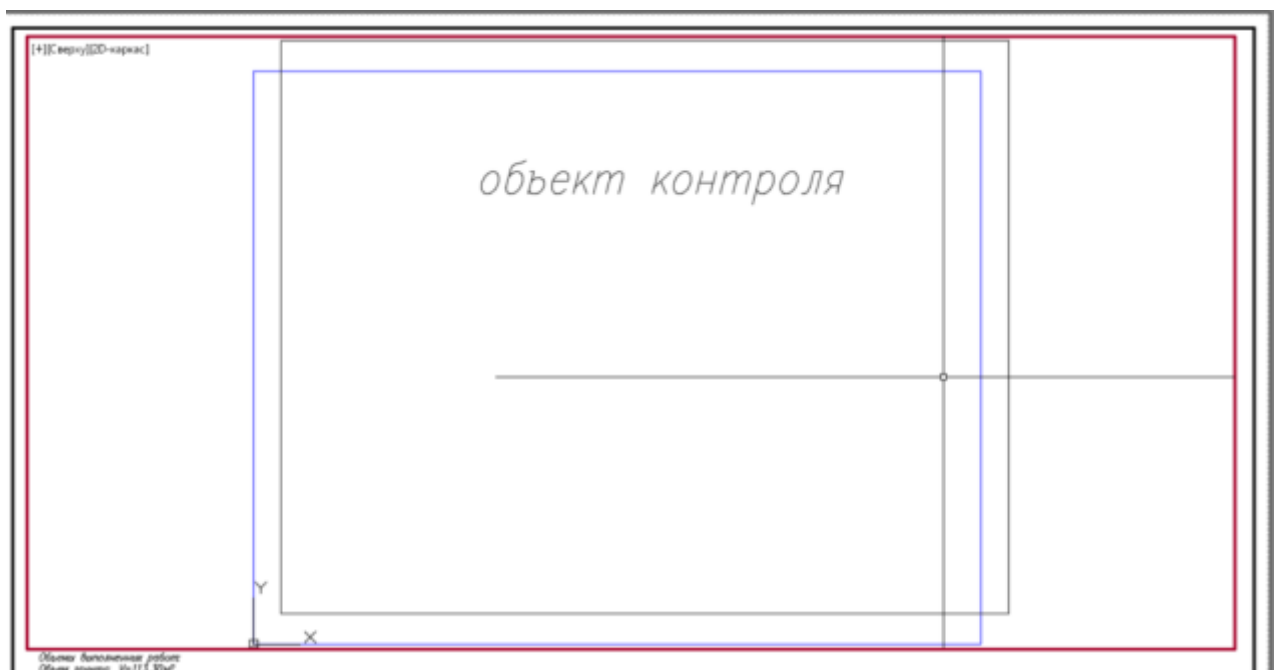
В том же меню — вставляем основную надпись (например по форме 6 ГОСТ 21.101). Основное оформление закончено, при необходимости в пространстве листа так же делаются различные пояснительные надписи, примечания, условные обозначения.

Для отображения объектов, выполненных в пространстве модели, в пространство листа в AutoCAD требуется инструмент 'видовой экран' ('viewport'), который может быть простым прямоугольным, многоугольным и сложным:

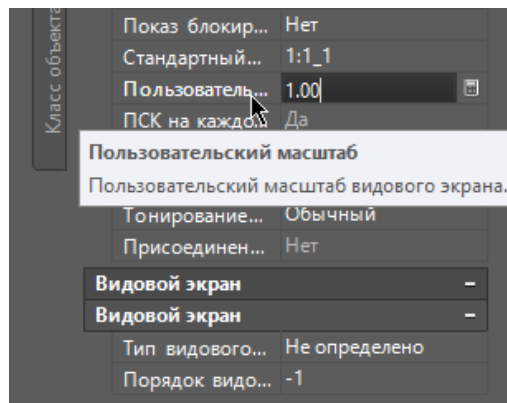


Создание видового экрана в AutoCAD

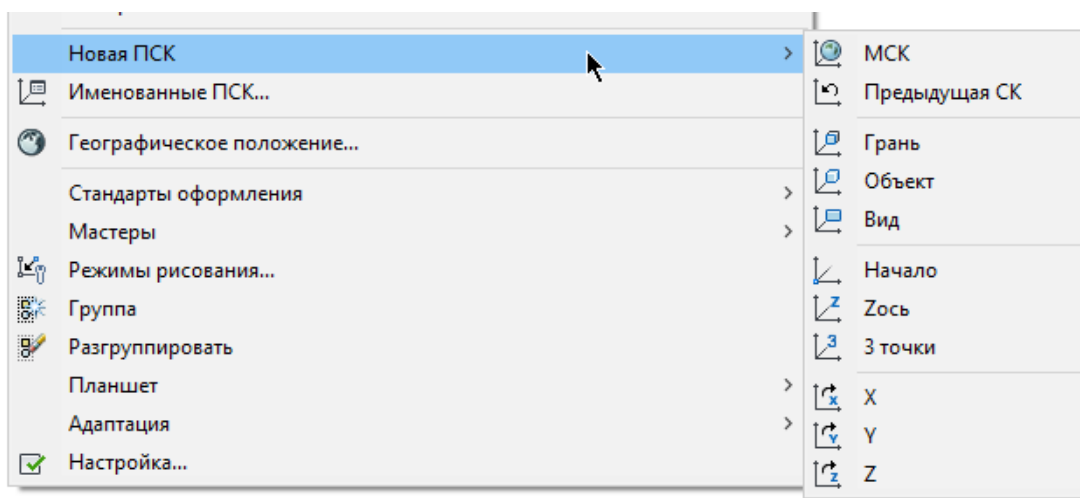
По умолчанию при вставке видового экрана, если не выбрать дополнительные параметры, в видовом экране будет изображён весь чертёж из пространства модели, со вписанными объектами:



Для правильного отображения нашего объекта при печати необходимо задать масштаб видового экрана и при необходимости развернуть вид, задав внутри видового экрана пользовательскую систему координат:



Задание масштаба для видового экрана



Создание пользовательской системы координат внутри видового экрана

При определении масштаба следует иметь ввиду, что объекты чертежа в пространстве модели имеют отношение к единицам на чертеже 1:1000, это значит, что при печати в масштабе 1:1, 1 единица чертежа (1 метр) будет соответствовать 1 мм на бумаге. Таким образом, для уменьшения или увеличения относительно реальных размеров, нужно основание масштаба делить на 1000:

Масштаб для печати	масштаб видового экрана
1:10 000	0.1
1:5 000	0.2
1:2 000	0.5
1:1 000	1
1:500	2
1:200	5
1:100	1

Таблица стандартных масштабов чертежа

Приложение 3
образец оформления исполнительной схемы

Объемы выполненных работ
Объем ____: V=...м³

Примечание:
Система координат — строительная сетка — система высот — Балтийская
Измерения выполнены от пунктов ГРП:
Рп1 N=-35.18 Рп2 N=-12.34

Посчет объемов _____ работ составлен по материалам съемки в 11.11.2019г.
Расчет выполнен методом _____ за исходную поверхность принят существующий рельеф
пронятная поверхность соответствует рабочей документации
допустимые отклонения приняты в соответствии с СП...

Средства измерения
Электронный тахеометр Leica TS-16, зод. 123456
свидетельство о поверке: 47654321, до 31.12.2050г.

Условные обозначения
.....

Исполнительная схема составлена верно и соответствует действительному положению на местности. Отклонения от проекта по геометрическим параметрам выше нормативных отсутствуют
Геодезист ССК ИПЦ ООО ТрансКосмосКонтроль _____

XXX.XXX.XXX.XXX. ГП					
объект строительства объект строительства					
Им.	Код	Лист	Мок	Пор.	Дата
Рк ПКС?	Иванов И.И.				
Проров	Викторов С.В.				
Вед. геодезист	Смирнов П.А.				
сооружение					Стадия
Вид работ Назначение схемы М 1:1000					Лист 1
Листов 1					АО "ТрансКосмосАльянс"

5.3 Подготовка проекта к печати

На верхнем уровне модели зданий концептуально организованы в виде проектов. Проект состоит из 2 частей: модели здания и отчетных документов, сформированных на основе модели. Модель здания состоит из конструкций и элементов, тогда как отчеты состоят из видов и листов. В проекте конструкции связываются ссылками в виды, а виды - ссылками в листы.



Конструкции

Каждая конструкция описывает одну часть проекта здания и приписывается конкретному уровню и секции в проекте. Распределенные конструкции, например витражи, могут быть связаны с несколькими уровнями и секциями.

Например, первый уровень вашего проекта здания может содержать конструкцию внешней оболочки, конструкцию заполнения первого уровня и конструкцию внутренних перегородок первого уровня.

Конструкция может состоять из объектов чертежа, таких как стены и двери, внешних ссылок на элементы или их комбинации. Например, конструкция заполнения первого уровня может содержать несущие стены, прорисованные непосредственно в конструкции, и элемент лифт, вставленный в качестве внешней ссылки.

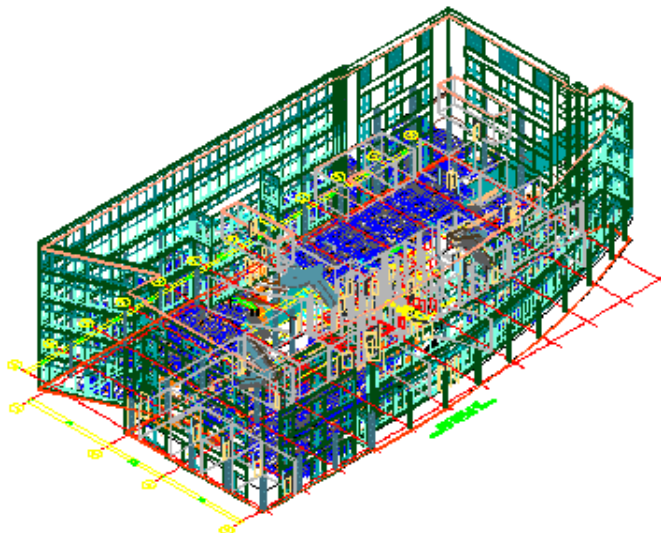
Конструкции текущего проекта можно создавать заново и редактировать. Также можно импортировать чертежи и выполнять их преобразование или добавлять их в конструкции. Конструкции можно импортировать в проект физически или путем создания связи.

Конструкции связываются ссылками в виды.

Виды

После определения структуры здания и назначения конструкций на уровни и в секции можно сформировать отчеты (виды и листы) на основе модели здания. Чтобы представить определенный вид проекта здания, в вид при помощи ссылок автоматически вносится ряд конструкций. Чтобы создать чертеж "*Вид*", сначала надо решить, какую часть здания необходимо увидеть и какой тип изображения предстоит сгенерировать. Можно, например, создать зеркальное отображение потолка второго этажа или план каркаса третьего этажа.

Также можно создать комбинированный вид всех этажей здания.



3D вид здания в целом

Чертежи видов автоматически ссылаются на соответствующие конструкции с учетом их расположения в здании. Например, чтобы создать план этажа для западного крыла третьего этажа, потребуется создать вид, который ссылается на все конструкции, предназначенные для третьего этажа и западного крыла. В него также будет внесена витраж, идущая со второго по шестой этажи. Можно сослаться на дополнительные конструкции, которые требуется показать на виде, даже если они не находятся на данном этаже (например контур здания).

К чертежу вида также можно добавить данные, такие как аннотация, размеры и спецификации. Решение о том, создавать ли аннотации на чертеже вида или на листе, принимается в зависимости от специфических особенностей документооборота и конкретных задач.

В качестве организационных инструментов могут использоваться три разных типа чертежей видов; каждый тип имеет свой собственный шаблон и обозначается соответствующим значком.

- Чертеж "Общий вид"
- Чертеж "Вид с подробностями"
- Чертеж "Вид разреза/фасада"

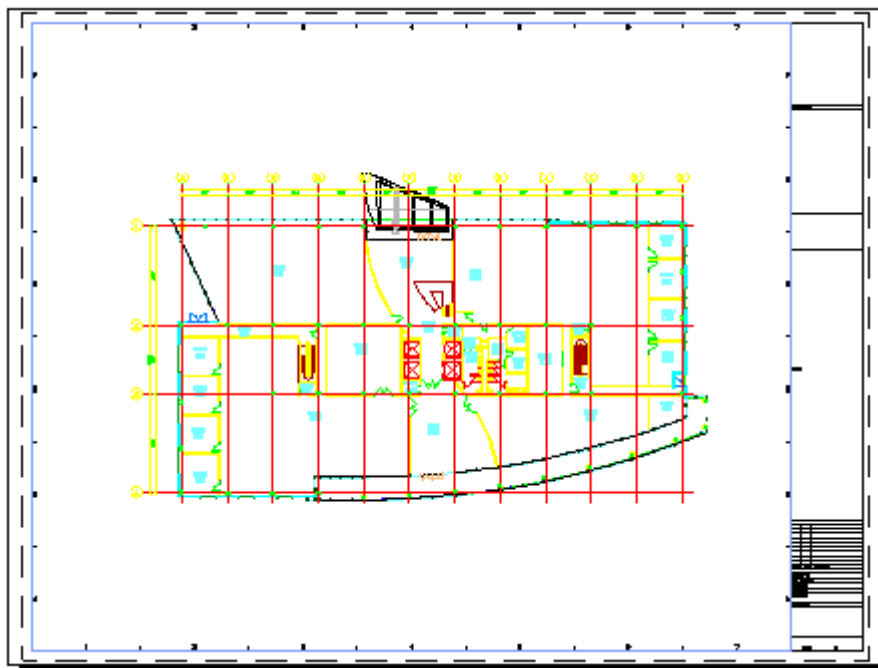
Виды связываются ссылками в листы.

Листы

Листы используются для вывода на печать чертежей проекта здания.

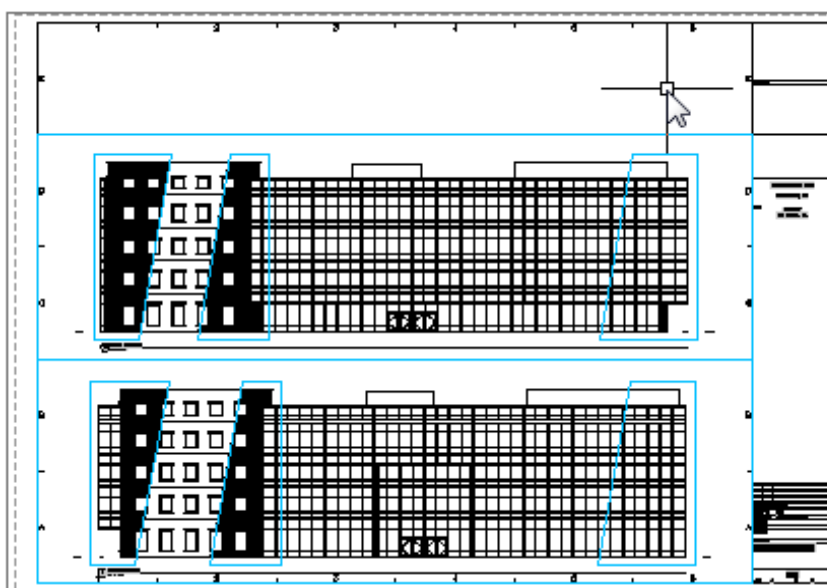
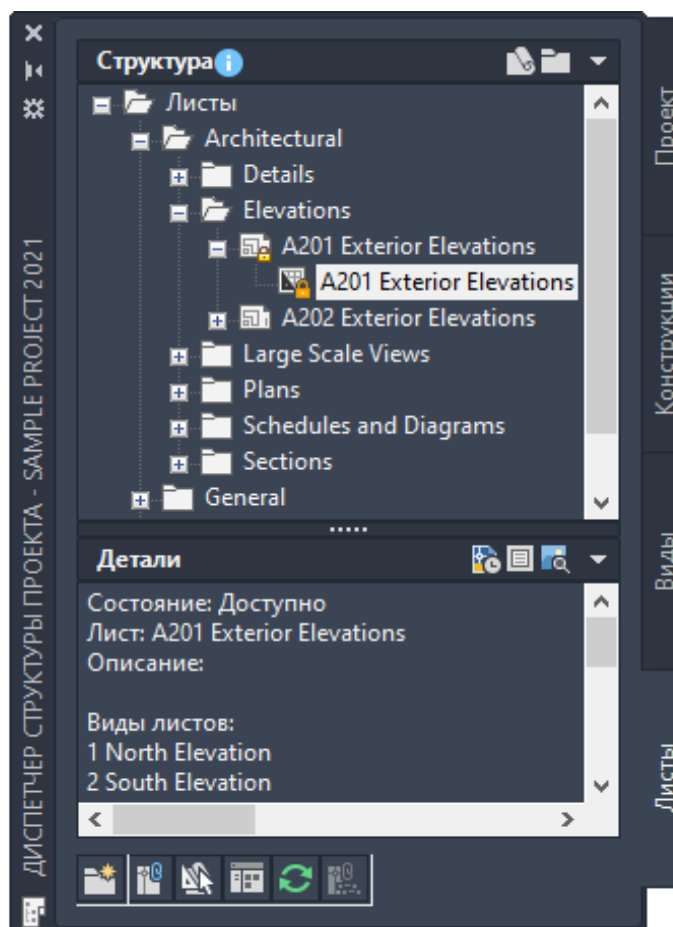
Система листов в AutoCAD состоит из следующих компонентов.

- **Лист:** лист представляет собой разметку пространства листа, которая была зарегистрирована как лист. Лист может содержать один или несколько видов листа.



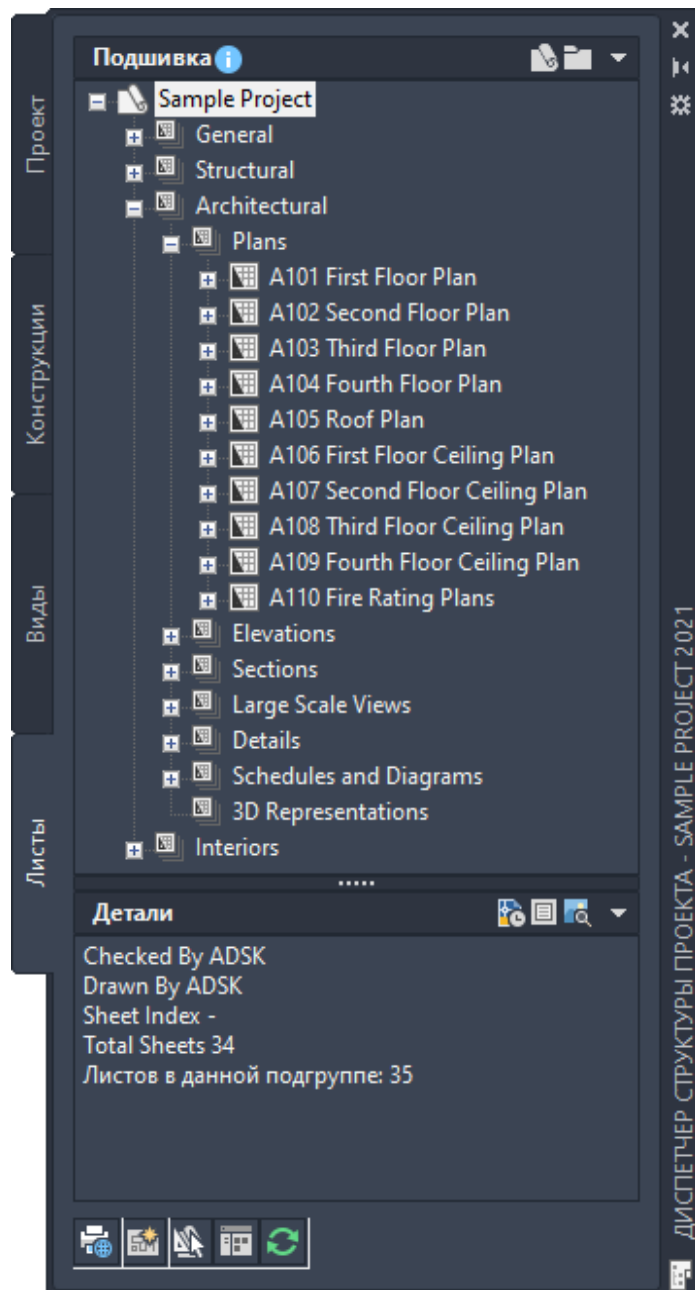
Лист с видом листа "План здания"

- **Виды листа:** вид листа представляет собой видовой экран пространства листа, созданный путем перетаскивания вида пространства модели из чертежа вида в Диспетчере чертежей на лист.



Вид листа, созданный на основе вида пространства модели

- **Подшивка:** подшивка представляет собой именованный и упорядоченный набор листов. Подшивки подобны физическим комплектам сшитых листов, которые являются первичными носителями информации для обычного проекта здания. Подшивки создают для эффективного вывода печатных или электронных документов с помощью команды "Публиковать".



Подшивка для проекта AutoCAD

Каждый проект в AutoCAD содержит простую подшивку проекта, в которую входят все листы проекта.

- **Чертеж с листами:** чертеж с листами - это файл DWG, содержащий один или несколько листов. Списки подшивок, листов, видов листов, чертежей с листами и видов пространства модели приведены на вкладках "Листы" и "Виды" Диспетчера структуры проекта.

Хотя рекомендуется размещать аннотации на виде, можно добавлять их на лист в форме марок, размеров и спецификаций.

Стандарты проекта

В AutoCAD есть функция «*Стандарты проекта*». Она предоставляет механизм создания, сохранения и синхронизации стилей и параметров экранного отображения в объеме всего проекта AutoCAD. В рамках проекта можно задать стили стандартов, параметры отображения и стандарты программы AutoCAD, которые используются во всех чертежах проекта. Стили стандартов и настройки отображения определены в чертежах стандартов, связанных с проектом. Синхронизация проекта с этими стандартами поддерживается в течение всего срока работы над проектом.

Палитры инструментов проекта и Библиотека компонентов

Помимо чертежей стандартов в процессе настройки проекта можно задать для него особые инструментальные палитры и Библиотеку компонентов. Задаваемый пользователем путь к корневой папке библиотеки инструментов обеспечивает формирование правильной ссылки на чертеж библиотеки в определениях инструментов.

Управление внешними ссылками

Система внешних ссылок позволяет работать с исходными файлами, которые находятся в разных местах на компьютере или в сети. Можно задать внешние ссылки спецификациям, маркам аннотаций и размерам. Над одним и тем же проектом одновременно может работать много людей.

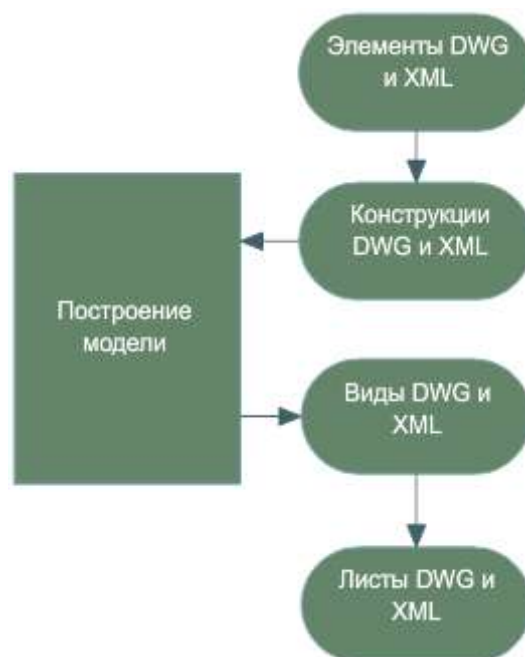
Пользователь задает, являются ли пути для ссылок полными внешними или относительными внешними путями.

Виртуальные диски

AutoCAD поддерживает подключенные диски в среде проекта. Можно поставить в соответствие одно и то же обозначение диска разным серверам с одинаковой структурой проекта. Если в проекте AutoCAD Architecture 2023 toolset используются подключенные диски, пользователю не требуется каждый раз обновлять путь при открытии файлов чертежей проекта с разных серверов.

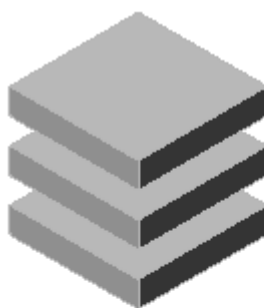
XML-структура

Проект AutoCAD имеет базовую XML-структуру. Для каждого файла чертежа, который создается в проекте - например, чертежа этажа или несущего элемента - создается сопровождающий его XML-файл. XML-файл содержит такую информацию о проекте, как информация о уровне и секции. Кроме того, можно повторно воспользоваться любым чертежом, созданным в ходе выполнения проекта, а также и вне его рамок, потому что сам файл чертежа не содержит информации, жестко связывающей его с проектом.

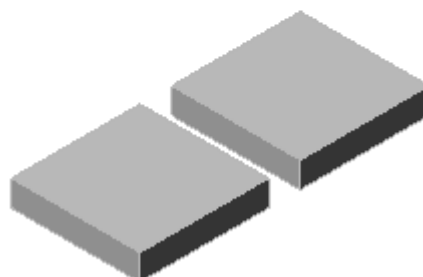


Уровни и секции

Проект позволяет создать структуру уровней (этажей) и секций (крыльев), которая определяет, где в здании расположены конструкции проекта. Новый проект по умолчанию содержит один уровень и одну секцию. В ходе работы над проектом уровни и секции можно добавлять. Матрица уровней и секций формирует структуру, позволяющую однозначно определять компоненты здания. Например, в вашем здании может иметься конструкция, назначенная категории "Второй этаж - западное крыло".



ярусы



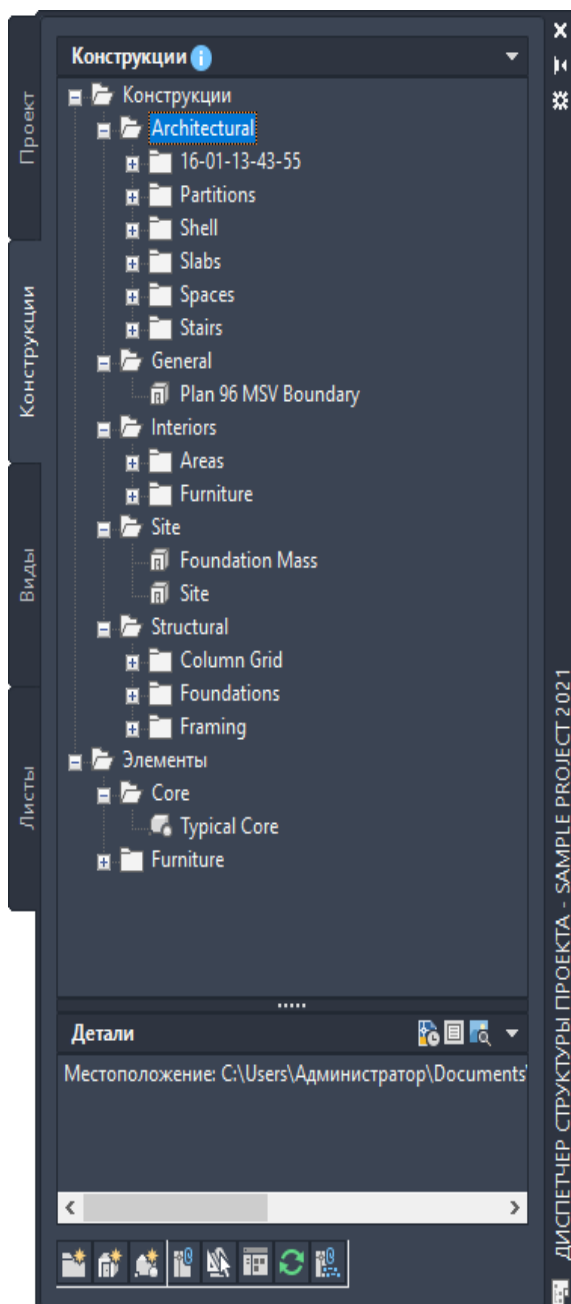
деления

Схема уровней и секций

Такие объекты здания, как витражи и шахты лифта, могут быть распределены на несколько уровней и секций. Для данных типов объектов здания может использоваться распределенная конструкция.

Категории

Для облегчения организации структуры здания компоненты проекта здания, такие как конструкции, виды и листы, можно разбить на категории. Можно использовать такие категории, как оболочка, каркас и внутренние перегородки. Отнесение конструкции к некоторой категории позволяет выполнять фильтрацию при формировании видов.



Категории конструкций в Диспетчере структуры проекта

Печать чертежа в происходит по заранее настроенному алгоритму. Предпечатная подготовка *Все настройки* по осуществлению предпечатной подготовки производятся в разделе **«Диспетчер параметров листов»**.

Для облегчения дальнейшей работы полезнее будет создать новый набор с параметрами, для этого в открывшемся окне кликните **«Создать»**.

Откроется окно **«Параметры»**, где и необходимо установить все основные конфигурации для печати, а именно:

1. **«Принтер/Плоттер»** – соответственно из предоставляемого списка укажите, с помощью какого устройства будет осуществляться задуманное: принтер, плоттер или драйвер для преобразования чертежа в pdf файл.

2. **«Формат»** – так же, как внешний вид чертежей, регулируется **«ГОСТом 2.301-68»**, необходимо ориентироваться на следующие стандартизированные форматы:

- A0 – 841x1189
- A1 – 594x841
- A2 – 420x594
- A3 – 297x420
- A4 – 210x297

Также стоит обратить внимание и на возможность применения форматов, образующаемых с помощью увеличения коротких сторон на величину, кратную их размерам:

3. **«Область печати»** – оставить одну из четырёх областей:

- **«Границы»** – выделяются все объекты чертежа, граница будет определяться краями объектов;
- **«Лист»** – используется активный в настоящий момент;
- **«Экран»** – осуществляется выделение только той области, которая отображается в данный момент;
- **«Рамка»** – вручную создаётся прямоугольная область (рамка) вокруг требуемого объекта, понадобится выделить две противоположные точки рамы.

4. **«Масштаб печати»** – масштаб возможно «вписать» – обычно применяется в черновых вариантах или можно установить 1:1/1:100 и т. д.

5. **«Параметры печати»** – отметьте галочкой требуемые сценарии: **«Учитывать вес линий»**, **«Прозрачность»**, **«Учитывать стили»**, **«Объекты листа последними»** и **«Скрывать объекты»**.

6. **«Ориентация чертежа»** – стандартный выбор **«Книжная»** или **«Альбомная»**.

7. **«Смещение»** – в зависимости от необходимости укажите смещение по осям **«X»** и **«Y»** или выберите **«Центрировать»**.

8. Нажмите **«ОК»** для применения и сохранения введенных настроек. **Нестандартный формат** Для создания подобного формата раскройте вкладку **«Файл»** и откройте уже выше упомянутый раздел **«Диспетчер параметров»**. Далее, нажмите на кнопку **«Редактировать»**.

В списке **«Принтер/Плоттер»** укажите вариант, который позволит задать нестандартный размер файла, к примеру **«DWG To PDF.pc3»** и нажмите **«Свойство»**.

В окне **«Редактор параметров плоттера»** перейдите на третью вкладку **«Устройство и документы»** и раскройте раздел **«Нестандартные форматы»**.

Далее, нажмите **«Добавить»** и проследуйте следующими шагами:

- оставьте без изменений строку **«Начать заново»**;
- в пункте **«Размеры»** установите значения для ширины и длины;
- в следующем окне установите поля области печати, допускается указать **«0»** для предотвращения «урезания»;
- далее, укажите **«Имя формата»** и **«Имя файла»**;
- в завершение нажмите **«Готово»**.

После возврата к предыдущему шагу нажмите на кнопку **«Сохранить как»** и сохраните конфигурацию.

Пакетная печать — это функция, позволяющая распечатывать более одного листа за один клик кнопки.

Осуществляется данный метод следующим образом:

1. Откройте меню и перейдите в раздел **«Публикация»**.
2. В блоке **«Имя листа»** выберите те, которые необходимо отправить на печать в Автокаде. Остальные удалите из списка, используя кнопку **«Исключить»**.

3. После нажмите на кнопку **«Публикация»**. В ответ на предложение сохранить список выбранных листов нажмите **«Да»**. Этими действиями вы преобразуете всё выбранное в один *pdf* файл, что и позволит в конечном итоге осуществить вывод на печать нескольких файлов. Именно поэтому **«пакетная печать»** — это лучший выбор для пользователей, работающих со множеством листов.

Лекция № 6 Функциональные возможности и интерфейс программы ArchiCAD

6.1. Начало работы в ArchiCAD

6.2. Инструментарий ArchiCAD

6.3. Настройка проекта

6.1. Начало работы в ArchiCAD

ArchiCAD — программный пакет для архитекторов, основанный на технологии информационного моделирования (Building Information Modeling — BIM), созданный венгерской фирмой **Graphisoft**. Предназначен для проектирования архитектурно-строительных сооружений и решений, а также элементов ландшафта, мебели и т. п.

При работе в пакете используется концепция виртуального здания. Согласно этой концепции, **ArchiCAD** представляет виртуальную существующую в памяти компьютера модель реального здания. Для выполнения модели на начальных этапах работы, проектировщик фактически «строит» здание, используя при этом инструменты, имеющие свои полные аналоги в реальности: стены, перекрытия, окна, лестницы, разнообразные объекты и т. д.

Завершив этап моделирования, пользователь может извлечь из виртуального здания все необходимые данные для дальнейшего создания проектной документации: планы этажей, фасады, разрезы, экспликации, спецификации, визуализации и т. п.

ArchiCAD является одним из первых приложений в АИС-индустрии, реализовавших поддержку подхода OPEN BIM на основе межплатформенного формата взаимодействия IFC.

При запуске программы ArchiCAD открывается диалоговое окно стартового меню (рисунок 6.1). Окно позволяет выбрать один из двух вариантов работы: начать с нуля (**Создать Новый проект**) или редактировать уже существующий проект (**Открыть Проект**). Любой проект (новый или сохраненный ранее) обладает определенным набором настроек, которые запоминаются в шаблоне (**Параметры Проекта**) и профиле (**Окружающая Среда**).

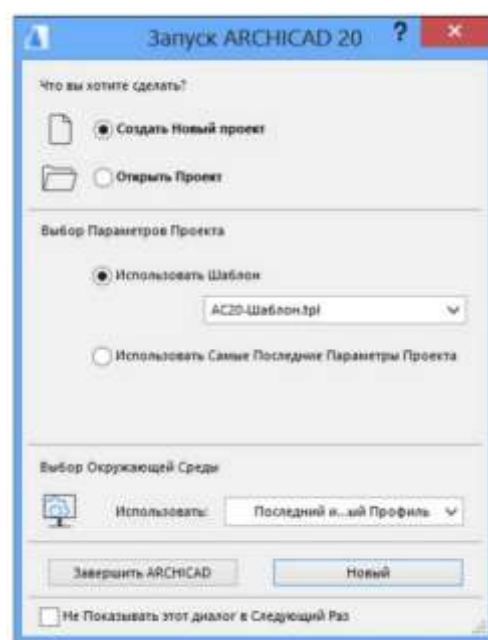


Рисунок 6.1 – Диалоговое окно стартового меню

Созданный ранее проект при открытии автоматически загружает все свои настройки. Для нового проекта вам предоставляется право выбора стартовых настроек (рисунок 6.2). Вы можете загрузить стандартный **АС20-Шаблон** и один из профилей разработчиков, использовать сохраненные ранее шаблон (рисунок 6.2, *слева*) и профиль (рисунок 6.2, *справа*), либо запустить новый проект с теми настройками, которые задавались в предыдущей работе программы (последние используемые параметры и профиль). Кнопка **Завершить ARCHICAD** отменяет запуск программы.

Если поставить **флажок Не Показывать этот диалог в Следующий Раз**, программа будет запускаться, минуя стартовое диалоговое окно.

Возобновление его открытия возможно при помощи менеджера расширений из меню **Параметры** (расширение **Startup.aprx | Загрузить**).

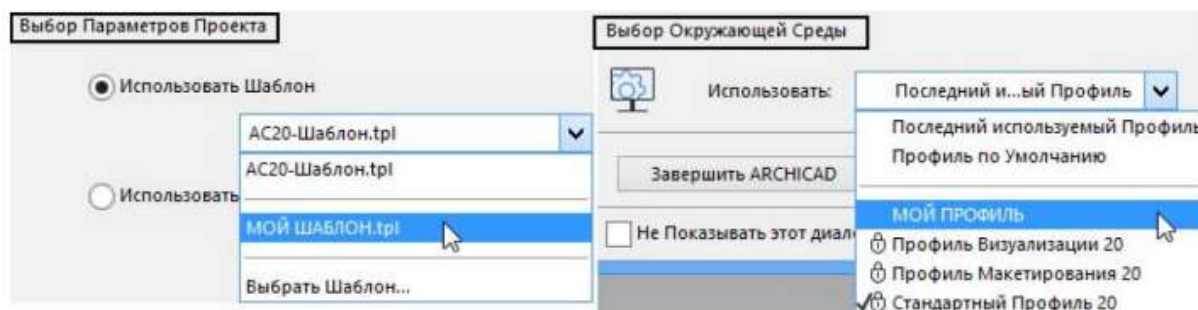


Рисунок 6.2 – Выбор параметров проекта

6.2. Инструментарий ArchiCAD

ArchiCAD предназначен для проектирования одно- и многоэтажных зданий и позволяет работать в двух графических областях: на плоскости и в трехмерном пространстве.

Основной рабочей зоной является **план этажа**. Сколько бы этажей ни содержал ваш проект, на плоскости *активным является только один этаж*.

После запуска нового проекта вы попадаете в графическую область плана этажа. На экране раскрывается окно рабочей зоны, стандартное содержимое которой показано на рисунке 6.3:

- 1 — меню;
- 2 — табло команд;
- 3 — информационное табло;
- 4 — панель инструментов;
- 5 — панель вкладок;
- 6 — линии фасадов;
- 7 — графическая зона плана этажа;
- 8 — символ начала системы координат;

- 9 — табло оперативных параметров;
10 — панель состояния.

За исключением меню программы и строки состояния все панели и табло команд, а также окна могут свободно перемещаться по рабочей области проекта. Панели и табло могут стыковаться с краями рабочего пространства, освобождая графическую зону.

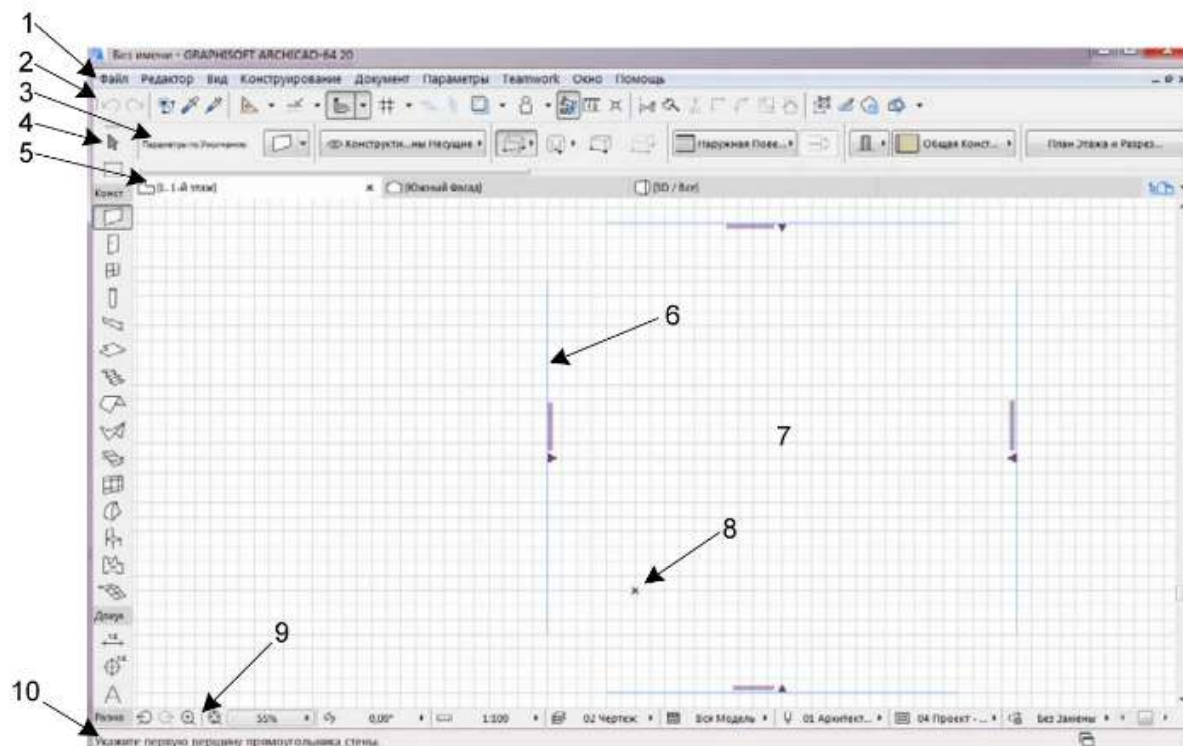


Рисунок 6.3 – Интерфейс программы

Управление загрузкой панелей и табло осуществляют пункты **Панели** и **Табло Команд** меню **Окно**. Щелчок правой кнопкой по любой пиктограмме загруженного табло команд вызывает контекстное меню с полным списком табло команд.

Активные табло (загруженные в рабочую зону) отмечены галочкой. При помощи этого контекстного меню можно быстро загружать или выгружать необходимые табло команд. Другие панели и табло, не показанные на рисунке 6.3, следует открывать по мере необходимости, чтобы не перекрывать излишне область графического пространства.

ArchiCAD позволяет открывать другие окна проекта и размещать их в графической зоне: *окна 3D-изображений, разрезов, фасадов, разверток, деталей, рабочих листов, 3D-документов, макетов и др.*

Невозможно, однако, открыть одновременно два и более окон планов этажей.

Все указанные окна, за исключением макета, относятся к пространству модели. В этом пространстве создается (моделируется) проект. Пространство

листа позволяет формировать макет проекта и может иметь отдельные настройки (например, другие единицы измерения).

Теоретически все окна могут быть доступны для просмотра одновременно с планом этажа (размер окон регулируется стандартным способом), однако основная область построения значительно сокращается.

Рассмотрим элементы окна рабочей зоны подробнее.

- **Меню программы** (поз. 1 на рисунке 6.3) содержит большинство существующих в ArchiCAD команд.
- **Табло команд** (на рисунке 6.3 под номером 2 расположено табло команд **Стандарт**) дублируют в виде пиктограмм часть команд меню.
- **Панель инструментов** (поз. 4 на рисунке 6.3) является основной рабочей панелью. С ее помощью вы назначаете инструмент, которым будете выполнять текущую операцию. Панель содержит следующие инструменты (рисунок 6.4, *сверху вниз*): **Выборки**, предназначенные для выбора элементов, **Конструирование** — для создания трехмерных конструкций, **Документирование** — для работы в плоскости. К дополнительным инструментам из группы **Разное**, по мнению разработчиков, приходится обращаться значительно реже, чем к остальным. Инструменты конструирования и документирования могут быть также назначены в соответствующих пунктах меню **Конструирование** и **Документ**.

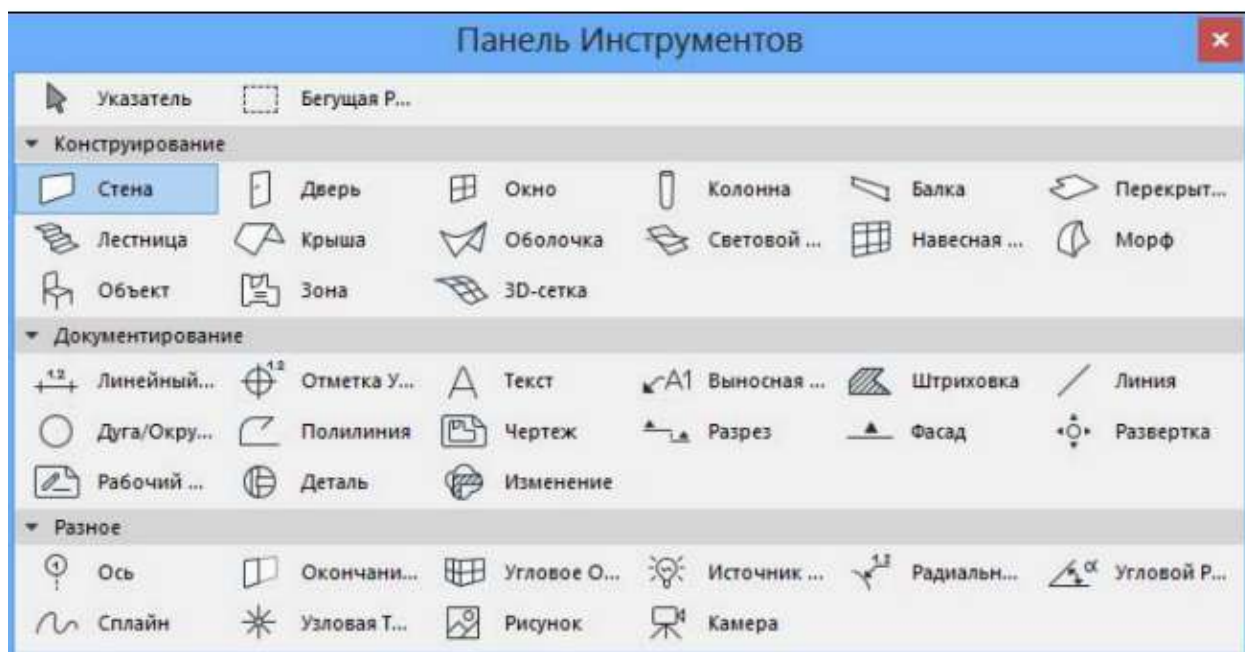


Рисунок 6.4 – Панель инструментов

Чтобы начать построение каким-либо инструментом, необходимо сделать его активным. Активный инструмент назначается на панели инструментов щелчком левой кнопки мыши. Изображение значка активного инструмента выделено цветом. В панели состояния появляется подсказка для дальнейших действий. Например, если назначен инструмент **Стена** (как на рисунке 6.4),

на панели состояния вы увидите приглашение ввести ее первую вершину. Любой щелчок в графической зоне приведет к началу построения.

Переход от одного активного инструмента к другому возможен также при помощи клавиш **<PageUp>/<PageDown>** . Нажатие клавиши **<Esc>** сделает активным инструмент **Указатель**.

Двойной щелчок на пункте инструмента вызывает диалоговое окно его параметров. С правой стороны активного пункта появляется стрелочка, позволяющая открыть панель **Меню Избранных Параметров** (рисунок 6.5).

На этой панели содержится несколько образцов инструмента с готовым набором параметров по умолчанию. Такие наборы параметров называются избранными. Двойной щелчок по графическому образу назначает выбранный тип активным. Более подробное определение параметров следует выполнять

Настройки **Меню Избранных Параметров** осуществляются с помощью списка (рисунок 6.5, *справа*), определяющего размер значков, а также вид отображения образца (двухмерное оно или трехмерное). Нажатая клавиша **<Shift>** переключает отмеченное курсором изображение из 3D в 2D и обратно.

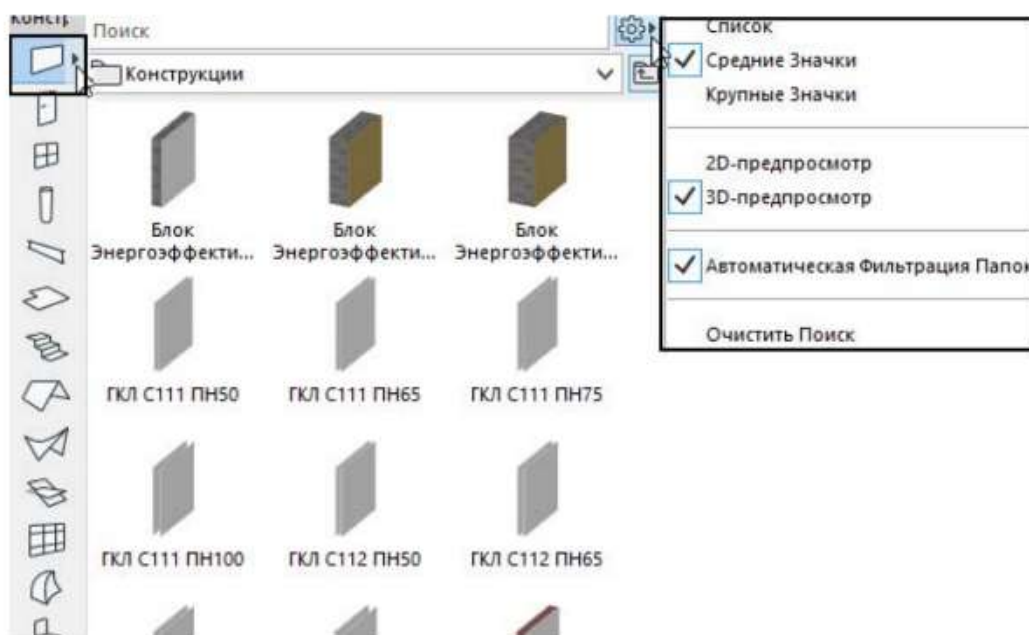


Рисунок 6.5 – Список

- **Информационное табло** (поз. 3 на рисунок 6.3) соответствует своим содержимым активному инструменту. Фактически оно дублирует диалоговое окно параметров инструмента, но в более компактном виде. С помощью информационного табло можно назначать геометрический способ построения инструмента и изменять его свойства. Расположенная слева кнопка с символом инструмента (на рисунок 6.6 она заключена в рамку) позволяет одним щелчком указателя мыши получить доступ в

диалоговое окно параметров. Стрелка, расположенная справа от символа инструмента, открывает **Меню Избранных Параметров**.

В верхнем ряду информационного табло имеются заголовки разделов группы параметров. Цветом выделяется активный параметр (например, текущий геометрический вариант).

«*Листать*» информационное табло можно при помощи встроенной полосы прокрутки или колесиком мыши, позиционируя курсор мыши в области табло.

Содержимое табло зависит от производимого вами действия. Если осуществляется выбор элементов, табло информирует о свойствах выбранного элемента (если выбрано несколько элементов — о свойствах элемента, выбранного последним).

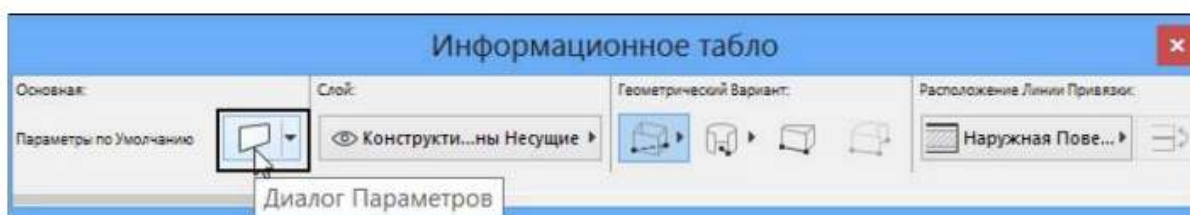


Рисунок 6.6 – Информационное табло

- **Панель вкладок** (поз. 5 на рисунок 6.3) располагается на отдельной линейке над графической зоной и упрощает навигацию по окнам проекта. Первая вкладка (расположенная в левом углу строки вкладок) всегда соответствует текущему этажу, все последующие вкладки добавляются по мере запуска окон проекта. Щелчок на вкладке позволяет быстро вернуться в соответствующее окно (рисунок 6.7). Каждой вкладке соответствует определенный набор параметров проекта, который запоминается и восстанавливается при повторном открытии проекта.



Рисунок 6.7

Вкладки легко удаляются щелчком на крестике справа от ее названия. При переполнении строки вкладок в правом углу появляется двойная стрелка, при нажатии на которую остальные вкладки, не поместившиеся в строке, будут показаны списком (рисунок 6.7, *справа*). Однотипные вкладки (разрезов, фасадов, рабочих листов, макетов и т. д.) могут замещаться при открытии следующего окна того же типа (исключением является вкладка текущего плана этажа и 3D-окна, которые всегда в единственном числе).

В диалоговом окне **ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ** окружающей среды проекта (меню **Параметры | Окружающая Среда**) можно изменить это правило и назначить открытие видов и макетов в новых вкладках.

Быстрый переход между вкладками осуществляйте, удерживая комбинацию клавиш **<Ctrl>+<Tab>**.

- **Панель Навигатор** (неактивна при загрузке проекта со стандартным шаблоном) осуществляет быстрый доступ ко всем окнам проекта. Панель загружается из меню **Окно | Панели**. В навигаторе имеются четыре кнопки-вкладки (рисунок 6.8): **Карта Проекта, Карта Видов, Книга Макетов, Наборы Издателя**. Слева расположена кнопка выбора проекта, позволяющая переключаться к чертежам других проектов:
- **Карта Проекта** обеспечивает доступ ко всем окнам (чертежам) пространства модели, входящим в состав проекта.
- **Карта Видов** позволяет сохранять текущее состояние планов этажей и других окон, а также 3D-изображений с индивидуальными параметрами просмотра.
- **Книга Макетов**, подобно карте проекта, осуществляет быстрый переход к чертежам пространства листа и к их параметрам. Для перехода в нужное окно следует выполнить двойной щелчок по его имени в списке либо правой кнопкой открыть контекстное меню и выбрать соответствующую команду. Активное окно проекта в навигаторе выделяется полужирным шрифтом (на рисунок 6.8 активным является окно плана 1-го этажа).
- Вкладка **Наборы Издателя** отображает необходимый список чертежей для публикации проекта, а также позволяет определить формат вывода чертежа и вид публикации.

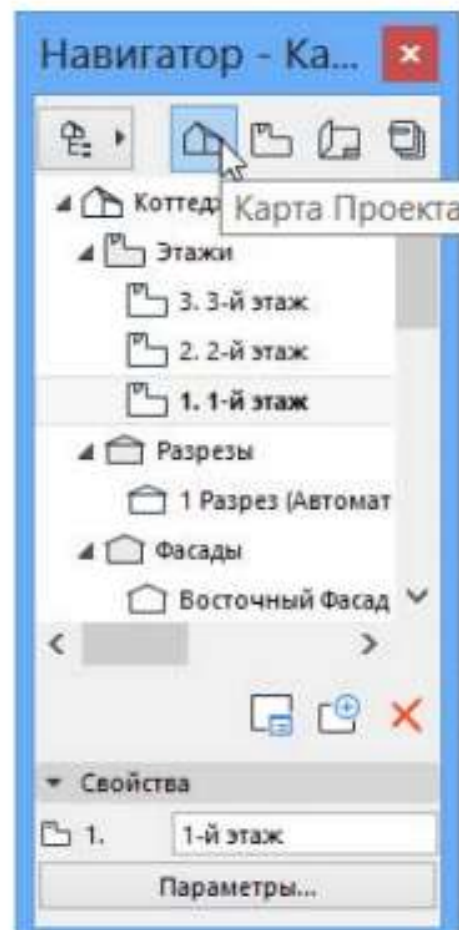


Рисунок 6.8 – Панель Навигатор

Навигатор предоставляет возможность быстрого доступа к ряду настроек в разделе **Свойства**, расположенном в нижней части его окна, — например, при помощи кнопки **Параметры** открывать параметры разрезов, фасадов, установки этажей и др.

Дополнительно имеется возможность загрузки так называемого **Выпадающего Навигатора** — кнопкой , расположенной в правом углу панели вкладок. Выпадающий навигатор имеет только три вкладки (отсутствует вкладка **Наборы Издателя**). Для перехода в нужное окно проекта выполняется двойной щелчок по его имени либо нажимается кнопка **Открыть** или **Открыть в Новой Вкладке**. После выполнения операции вы-

падающий навигатор исчезает. Кнопка в его левом верхнем углу (рисунок 6.9, *слева*) содержит управляющие команды для загрузки/скрытия основной панели навигатора, вызова панели Организатор и диалоговых окон **Менеджер Чертежей** и **Менеджер Изменений**.

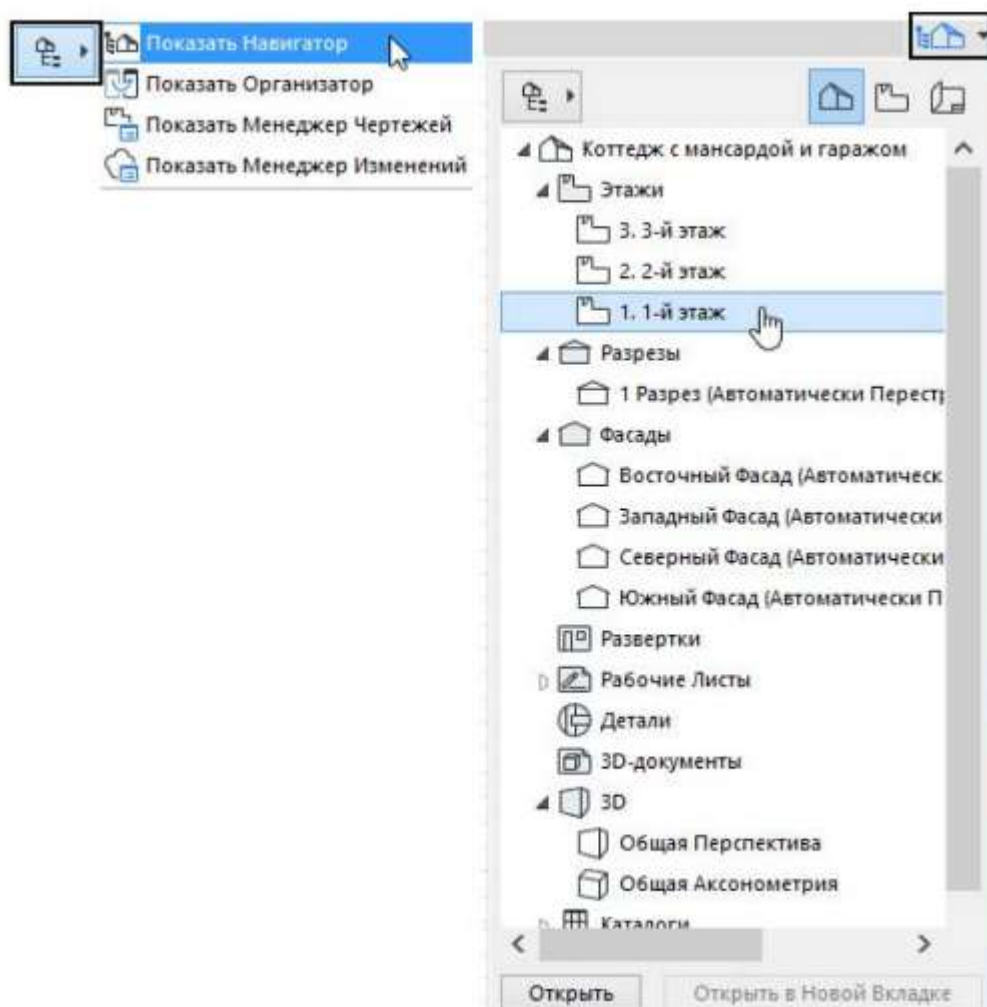


Рисунок 6.9 – Выпадающий Навигатор

- Табло оперативных параметров (поз. 9 на рисунок 6.3) располагается на горизонтальной линейке внизу всех графических окон, включая окно 3D-просмотра. Линейка служит для навигации по экрану, а также содержит кнопки с основными настройками проекта.
 - Увеличение изображения чертежа осуществляется кнопкой **Увеличение** в виде лупы с плюсом. При нажатии кнопки появляется такого же вида курсор, которым строится рамка увеличения. Другим способом увеличения/уменьшения изображения является кнопка выбора процента увеличения относительно текущего масштаба проекта (рисунок 6.10). Состояние экрана всегда можно запомнить командой **Сохранить Текущее Увеличение**, которая находится над списком предлагаемых масштабов увеличения. Возможностями зуммирования экрана обладает также колесико

мышью: при повороте колесика на себя изображение уменьшается, от себя — увеличивается. Если нажать и удерживать колесико, появится изображение курсора руки  для выполнения операции панорамирования (перемещения чертежа по экрану). Дополнительно настройки просмотра экрана при помощи мыши устанавливаются в разделе **Ограничение Ввода и Направляющие** окружающей среды проекта (меню **Параметры | Окружающая Среда**).

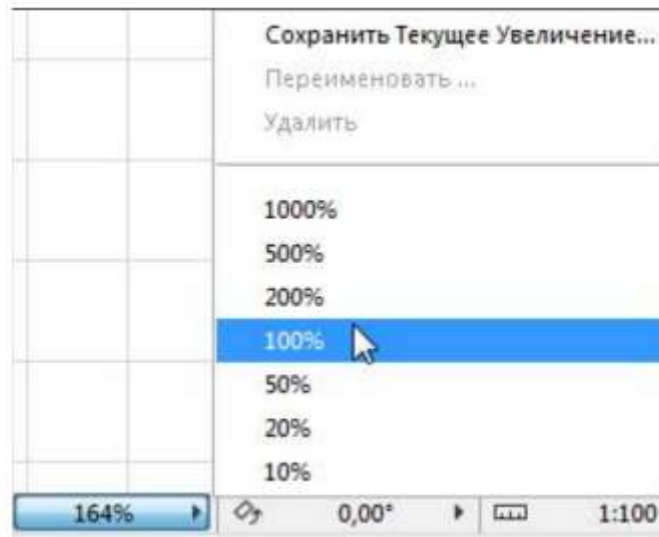


Рисунок 6.10 – Увеличение/уменьшение масштаба проекта

- Кнопка **По Размеру Окна**  позволяет вписать в область графической зоны все видимые на текущий момент элементы чертежа.

- Кнопки **Предыдущий/Следующий Уровень Увеличения**  вращаться назад/вперед по отношению к текущему изображению, в том числе и вос-станавливать (возвращать) ориентацию чертежа.

- Нажатая кнопка в поле **Настроить Ориентацию**  **0,00°** позволяет поворачивать изображение на угол, указываемый в графической зоне чертежа тремя щелчками, или назначенным углом поворота из меню (рисунок 6.11). Чертеж повернется на заданный угол, при этом координаты проекта и сетка останутся неизменными. О том, что чертеж повернут относительно экрана, подсказывает пара стрелок в левом нижнем углу экрана и кнопка восстановления ориентации, на которой отображается угол разворота чертежа. Если нажать на эту кнопку, изображение вернется в исходное состояние, а угол ориентации снова будет равен 0°.

Поворот ориентации можно осуществлять также кнопкой Увеличение, удерживая клавишу <Ctrl>.

- Панель состояния (поз. 10 на рисунок 6.3) сопровождается подсказками выполняемые операции.

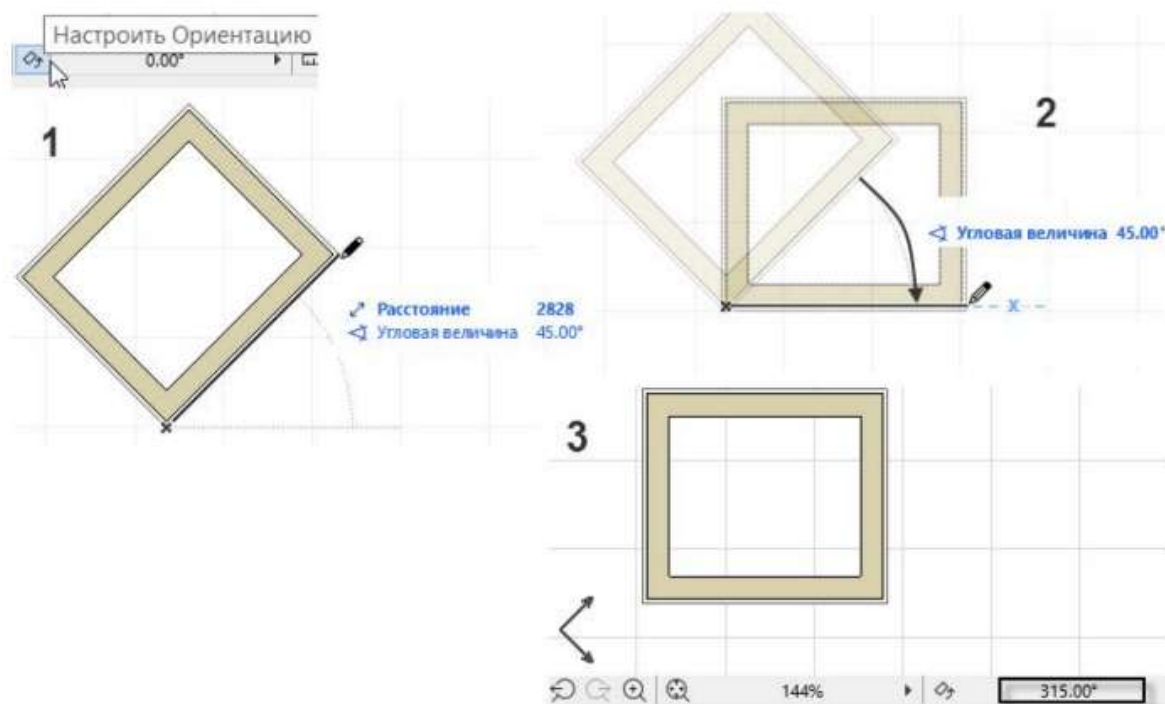


Рисунок 6.11 – Настройка Ориентации

6.3. Настройка проекта

Настройка масштаба плана

Масштаб плана назначает масштаб для вывода чертежа на печать и для обзора чертежа либо его фрагмента на экране, хотя сам чертеж проекта выполняется без масштаба в текущих единицах измерения (согласно стандартному шаблону — в миллиметрах). К масштабу плана могут быть привязаны такие элементы, как длина штрихов пунктирных линий, плотность образцов штриховки, высота размерного текста и другие атрибуты размерных блоков, и т. п.

Чтобы вызвать диалоговое окно **Масштаб (План Этажа)**, выберите пункт **Масштаб Плана Этажа** в меню **Документ** или выполните щелчок по кнопке



табло оперативных параметров (поз. 9 на рисунок 6.3) окна плана этажа. Откроется диалоговое окно (рисунок 6.12, *слева*), в котором можно выбрать один из стандартных масштабов либо задать нестандартный (специальный) по своему усмотрению. Масштаб можно назначить, не загружая диалоговое окно, а просто щелкнув по кнопке текущего масштаба (например, **1:100**) табло оперативных параметров. Кнопка снабжена таким же списком стандартных масштабов и возможностью назначения нестандартного, т. е. специального, масштаба (рисунок 6.12, *справа*).



Рисунок 6.12 – Настройка масштаба плана

Рабочая среда проекта

Рабочая среда проекта (меню **Параметры | Рабочая Среда Проекта**) содержит набор диалоговых окон, в которых назначается ряд характеристик проекта. В диалоговом окне **Рабочие Единицы** (рисунок 6.13) задаются линейные и угловые единицы пространства модели чертежа и макета (листа) с определенной точностью. Эти единицы длины и углов будут использоваться при вводе координат и во всех диалоговых окнах параметров инструментов (ширина, высота, вертикальный уровень и другие размеры конструкций). Эти установки не относятся к размерным числам при нанесении размеров и к другим единицам измерения (например, к единицам измерения площади), параметры которых задаются в одноименном диалоговом окне рабочей среды проекта.

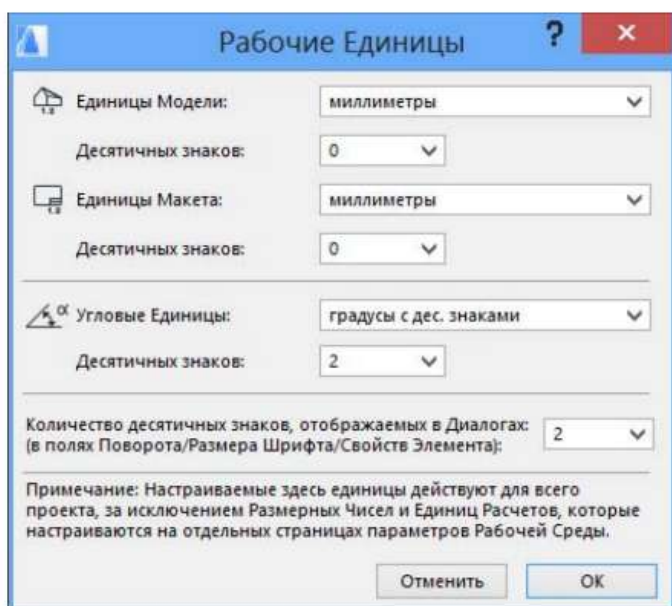


Рисунок 6.13 – Рабочая среда проекта

Проектный ноль

Проектный ноль — это нулевая отметка проекта, от которой отсчитываются все вертикальные уровни, назначается расположение этажей и конструкций на них. Информация о проектном нуле помещена в диалоговом окне **Уровни Привязки** рабочей среды (рисунок 6.14).

В этом окне вы можете задать еще две фактические отметки, которым можно не только отредактировать их первоначальный уровень, но и заменить

имя (рисунок 6.14, справа). Отметки нуля проекта и уровня моря заданы здесь без возможности редактирования.

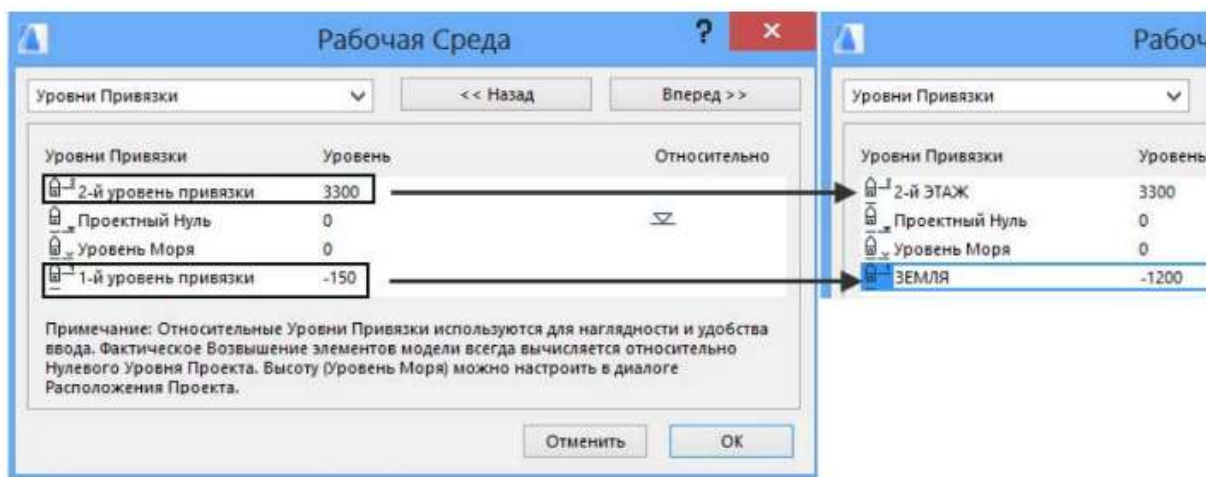


Рисунок 6.14 – Проектный ноль

Информация о проекте

Диалоговое окно **Информация о Проекте** можно вызвать из контекстного меню панели **Навигатор**, щелкнув правой кнопкой мыши по заголовку имени проекта (рисунок 6.15, слева), вызвать из меню **Файл | Информация** или из диалогового окна **Расположение Объекта**.

В сведениях о проекте (рисунок 6.15, справа) записываются основные характеристики проекта, в том числе его наименование, далее следуют сведения об участке, проектной организации и заказчике.

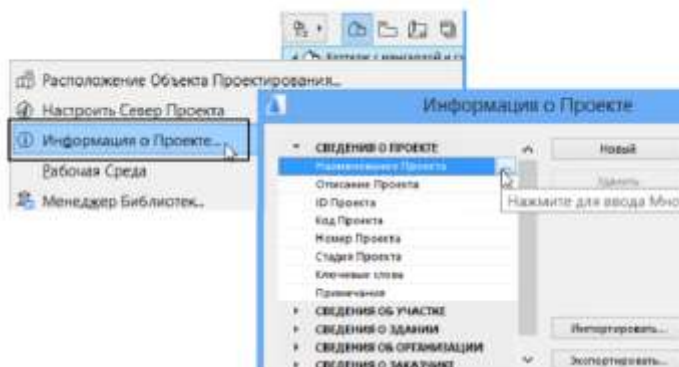


Рисунок 6.15 – Информация о Проекте

Этажи

Новый проект, согласно стандартному шаблону, содержит три этажа, каждому из которых заданы определенная высота и вертикальный уровень. Диалоговое окно **Настройка Этажей** (рисунок 6.16) вызывается командой **Настроить Этажи** из меню **Конструирование**, контекстного меню навигатора (раздел **Этажи**) или комбинацией клавиш **<Ctrl>+<7>**. В этом диалоговом окне редактируются имена, уровни и высоты этажей,

добавляются дополнительные этажи и удаляются ненужные (процедура уничтожает и все конструкции, удаляемый этаж которых является для них собственным, а также начерченные 2D-элементы, причем операция необратима). С правой стороны галочкой отмечается показ уровня этажа в окнах разрезов/фасадов. Чтобы создать новый этаж, следует выделить тот этаж, выше или ниже которого он создается, и нажать кнопку **Поместить Над** или **Поместить Под**. Первоначально созданный этаж будет той же высоты, что и выделенный. Для одновременного редактирования нескольких этажей (удаления, изменения высоты, показа уровня этажей в окнах разрезов/фасадов) следует выделить их в списке, удерживая клавишу <Ctrl> (выборочно) или <Shift> (подряд).

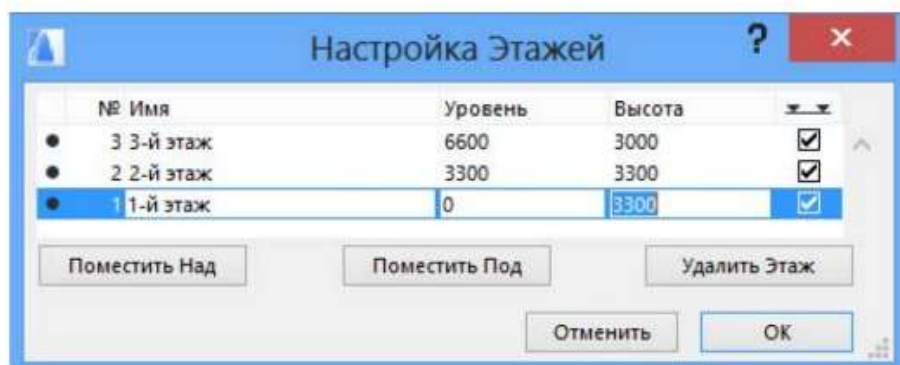


Рисунок 6.16 – Настройка Этажей

По умолчанию 1-й этаж помещен на уровень ноля проекта и является стартовым. Чтобы понять, на каком этаже вы находитесь в текущий момент, посмотрите на панель вкладок или в карту проекта навигатора. Вкладка текущего этажа располагается на панели вкладок в левом углу, а в карте проекта навигатора заголовок текущего этажа выделен полужирным шрифтом (рисунок 6.17).

Попытка удалить вкладку текущего этажа на панели вкладок приведет к закрытию проекта.

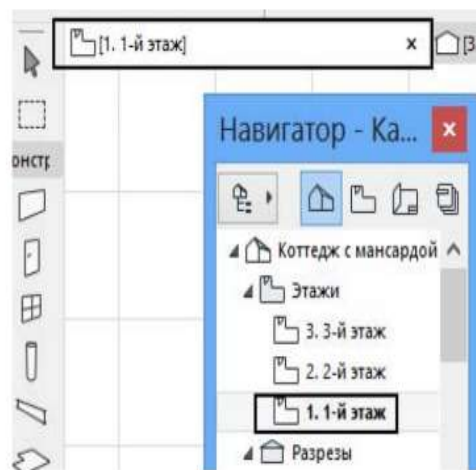


Рисунок 6.17

Лекция № 7 Проектирование в ArchiCAD

- 7.1. Построение плана первого этажа
- 7.2. Построение стен, работа с библиотеками
- 7.3. Параметрические объекты. Окна и двери

7.1. Построение плана первого этажа

1-й этаж в карте проекта навигатора.

1. Выберите инструмент **Чертеж** и щелкните в любом месте рабочего листа.

2. В открывшемся диалоговом окне **Размещение чертежа** найдите папку со своим заданием и выберите размещенный в ней файл и нажмите кнопку **Открыть** для размещения чертежа, извлеченного из этого файла (рисунок 7.1).

3. В открывшемся диалоговом окне установите 1 мм в поле **Установить 1 единицу измерения в ArchiCAD** и нажмите кнопку **Разместить**. При этом происходит размещение чертежа и в окне появляется содержимое файла DWG, то есть та первичная информация, которая нам необходима для начального построения ИМЗ. Для этого воспользуйтесь ссылкой фона.

4. Выполните команду **Окно > Панели > Фон и ссылка** для открытия одноименной панели. Переместите ее в левый верхний угол окनावозле панели инструментов и под информационным табло. Эта панель позволяет перемещать, поворачивать или перестраивать ссылку, а также устанавливать цвет и его интенсивность, как для ссылки, так и для активного вида. Это облегчает их распознавание и упрощает выявление различий.

5. Нажмите кнопку **Найти ссылку фона** и в появившемся диалоговом окне выберите 2.2-й этаж (рисунок 7.2).

6. Щелкните правой клавишей мышки в любом месте и в открывшемся контекстном меню выберите команду **По размеру окна**, чтобы показать все,

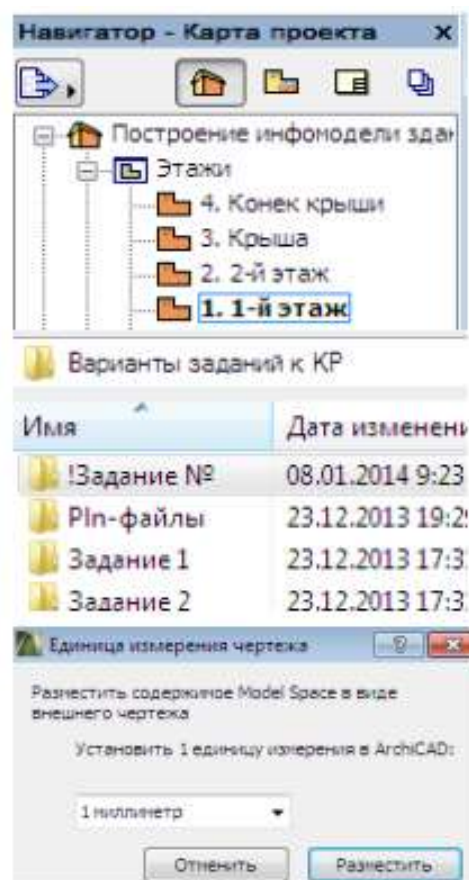


Рисунок 7.1

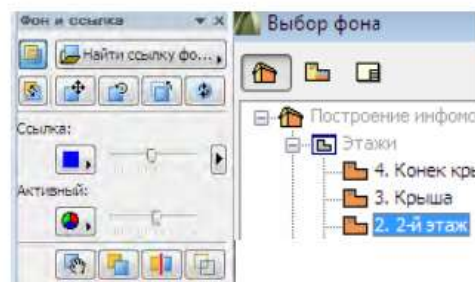


Рисунок 7.2

что имеется на плане этажа. Содержимое рабочего листа (то есть размещенный в нем чертеж) появится на плане этажа в качестве фона. Это так называемая ссылка фона. Она позволяет выводить содержимое взгляда, вида или макета в любом другом взгляде, виде или макете, что дает возможность координировать, сравнивать и редактировать их на основе сведений, полученных из ссылки фона.

7. Используя данную ссылку, сначала определите ориентировочные размеры между осями основных несущих продольных и поперечных стен.

8. Выберите инструмент **Линия** и проведите временные вспомогательные линии приблизительно в середине продольных и поперечных стен.

9. Выберите инструмент **Линейный размер** в инструментальной панели и двойным щелчком выведите диалоговое окно его параметров (рисунок 7.3), изменив параметры по умолчанию так, как это показано на рисунке. Затем нажмите кнопку **Избранное** (рисунок 7.4) и сохраните его имя как **Лин.размер-01**.

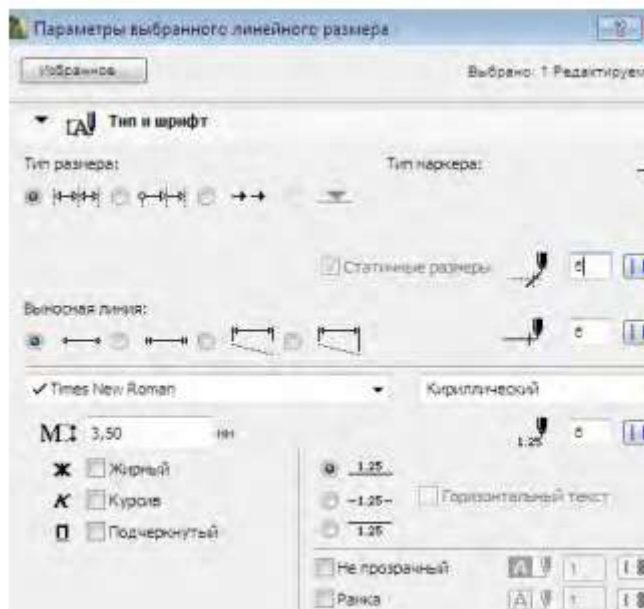


Рисунок 7.3

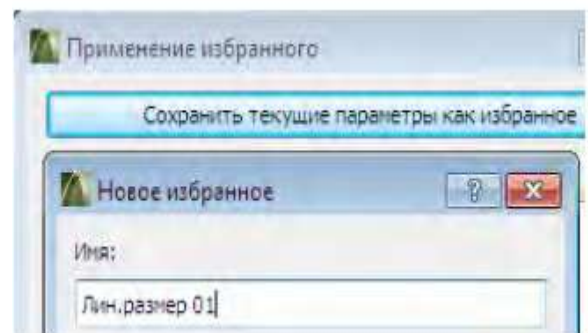


Рисунок 7.4

11. Определите расстояния между временными линиями (показаны синим цветом) и округлите их значения (показаны красным цветом), которые будем использовать для последующего назначения расстояний между вертикальными и горизонтальными линиями (рисунок 7.5).

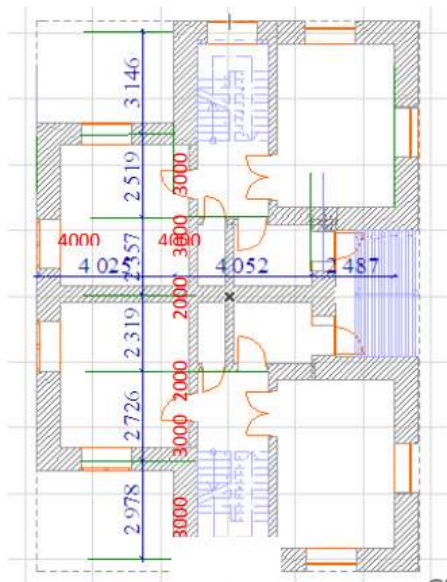


Рисунок 7.5

Создание структурной сетки

На этом шаге создается система сетки с размерами между осями и общими. Эти размеры и элементы сетки в дальнейшем будут использовать параметры, запомненные в избранном, и служить в качестве значений по умолчанию для размеров/элементов сетки.

1. Выберите инструмент **Элемент сетки** среди группы инструментов **Еще** инструментальной панели. Затем активируйте избранное **Элемент сетки-01** двойным щелчком на его имени в списке

2. Выберите команду **Конструирование > Система сетки** для открытия диалогового окна **Параметры системы сетки** (рисунок 7.6).

Система сетки — это совокупность элементов, включающая элементы сетки, колонны, балки и размеры. В панели **Общие параметры** этого диалога можно указать, является ли сетка ортогональной или радиальной, после чего можно указать, элементы каких типов следует использовать вместе с сеткой.

3. Отметьте маркеры **Размерные линии** и **Общий размер**. Введите **1000** и **500** в соответствующие поля справа от маркеров. При этом будут созданы линейные размеры и общие линейные размеры для элементов сетки на указанных расстояниях от концов элементов сетки. Как размерные линии, так и общий размер имеют кнопку **Параметры**, которая предоставляет возможность открыть соответствующие диалоговые окна установки их параметров. Пиктографическая кнопка **Цепочка**,

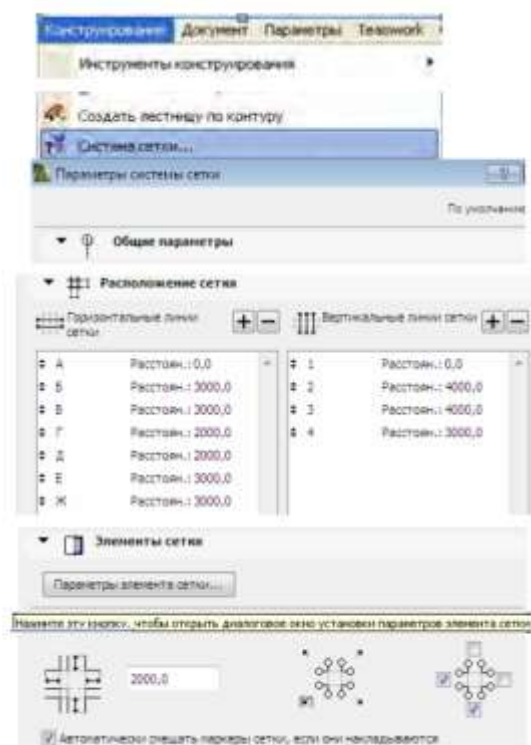


Рисунок 7.6

расположенная справа от кнопок **Параметры**, связывает значения параметров этих двух элементов. При нажатии на эту кнопку параметры, установленные для одного из размеров, автоматически применяются для второго (рисунок 7.7). Вы можете указать параметры для отдельных элементов сетки в панели **Элементы сетки**.

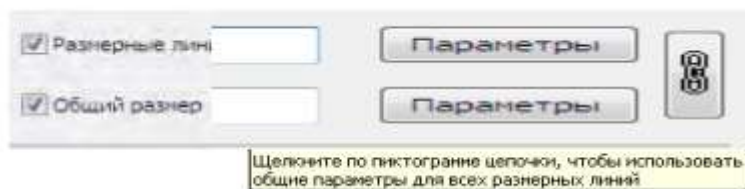


Рисунок 7.7

4. Нажмите кнопку **Параметры элемента сетки** (для открытия одноименного диалогового окна (рисунок 7.8). Элементы сетки имеют свои собственные параметры, включая показ на этажах, типы линий сетки и перья (как на плане этажа, так и в окнах разрезов/фасадов), правила именования осей, параметры маркеров, располагающихся на одном или обоих концах элементов сетки, и т. д.

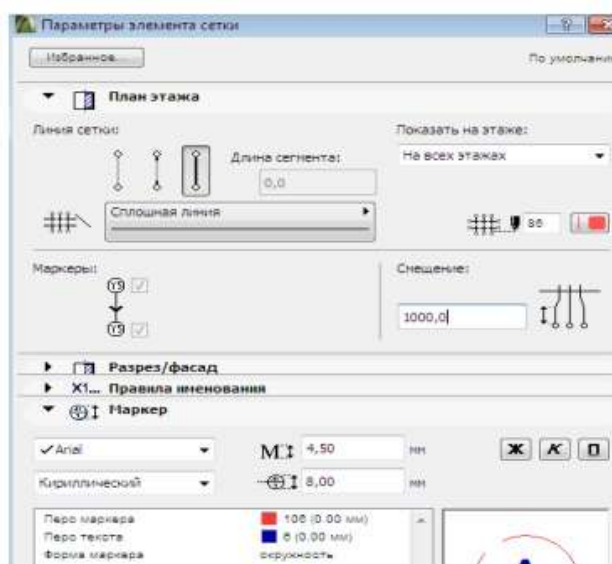


Рисунок 7.8

5. Нажмите **Отменить** для возврата в диалоговое окно **Параметры системы сетки**. Панель **Правила именования** предоставляет возможность указать способ именования создаваемых элементов сетки. Они могут генерироваться автоматически, например, буквы, начиная с А, для горизонтальных элементов сетки и числа, начиная с 1, для вертикальных элементов сетки. В панели **Расположение сетки** можно указать расстояния между горизонтальными и вертикальными линиями сетки.

6. В области **Горизонтальные линии сетки** укажите свои размеры между горизонтальными линиями сетки (в данном примере это 0; 3000; 3000; 2000; 2000; 3000; 3000).

7. В области **Вертикальные линии сетки** (рисунок 7.9) укажите свои размеры между вертикальными линиями сетки (в данном примере это 0; 4000; 4000; 3000).

8. Щелчком выделите ссылку и переместите ее правый верхний угол в правый верхний узел сетки (рисунок 7.10), активизировав первую кнопку второго ряда в появившейся локальной панели.

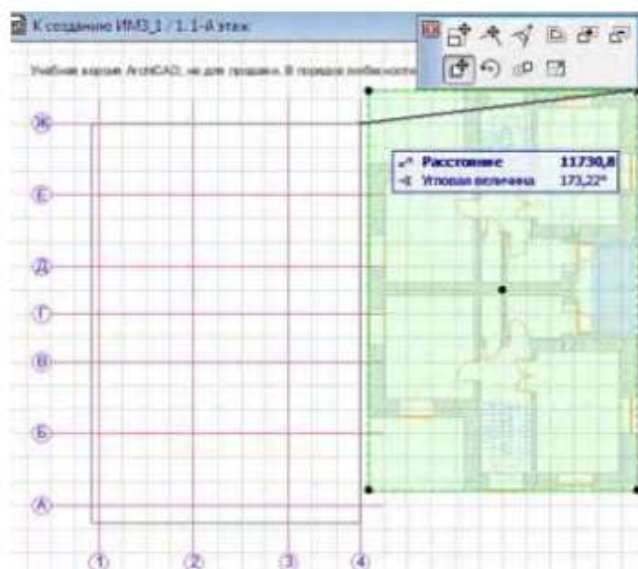


Рисунок 7.9

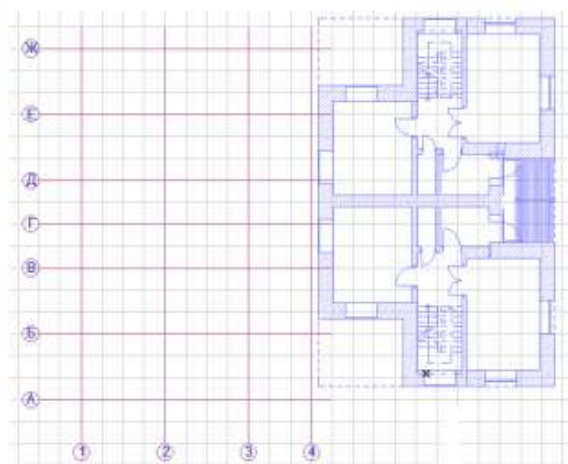


Рисунок 7.10

9. Включите кнопку **Временно разгруппировать** и выделите **горизонтальные линии сетки**. Переместите курсор по горизонтали влево (в табло слежения угловая величина должна быть равной 180° (рисунок 7.11), затем введите с клавиатуры 1000 и нажмите клавишу [Enter]. Когда начинаете вводить числовое значение, оно всегда попадает в поле по умолчанию, котрым является поле **Расстояние**.

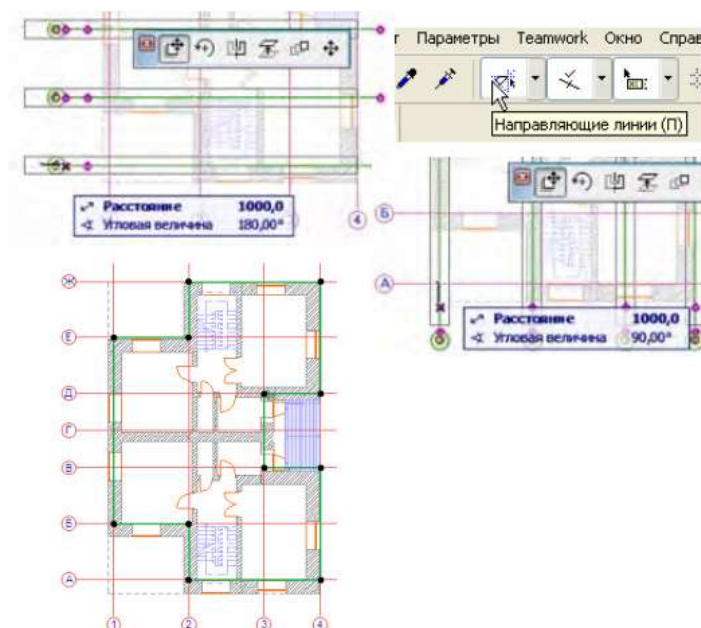


Рисунок 7.11

10. Убедитесь, что в табло команд **Стандарт** включена кнопка **Направляющи** Выберите вертикальные линии сетки.

12. Выберите команду Редактор > **Изменить расположение > Переместить** (или активируйте ее из контекстного меню) и затем щелкните в любом месте, чтобы указать начальную точку вектора перемещения. Переместите курсор вверх (в табло слежения угол должен быть равным 90°), введите с клавиатуры число **1000** и нажмите клавишу [Enter]. Наконец, щелкните в любом месте, чтобы отменить выбор элементов. Теперь линии сетки располагаются в нужном месте.

7.2. Построение стен, работа с библиотеками

Создание стен первого этажа

1. Активизируйте инструмент **Ломаная линия**  и по линиям созданной структурной сетки создайте замкнутый контур наружных несущих стен, приблизительно соответствующий внешнему контуру ссылки фона.

2. Дважды щелкните инструмент **Стена** и в диалоговом окне параметров измените параметры стены, заданные по умолчанию на требуемые (рисунок 7.12). В приведенном примере это: состав стены: **Бетон армирован. + Изоляц. + Кирпич**, высота стены — 3100 мм, внешняя грань стены смещена от ее оси наружу на 120 мм, а общая ее толщина — 530 мм. Для сохранения в **Избранном** всех вновь установленных параметров нажмите кнопку **Сохранить текущие параметры как новое избранное** и введите его название **Наружная стена (3 слоя)** (рисунок 7.13).

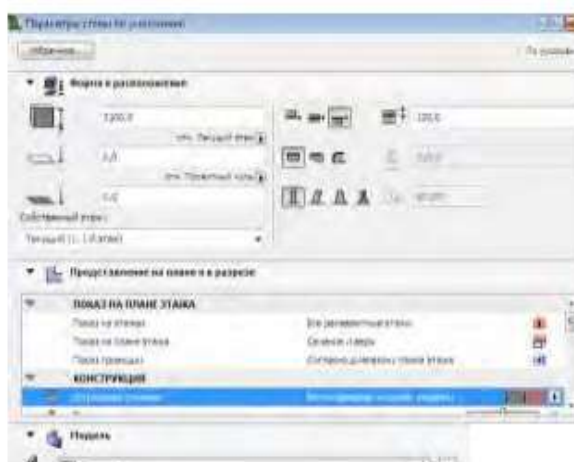


Рисунок 7.12

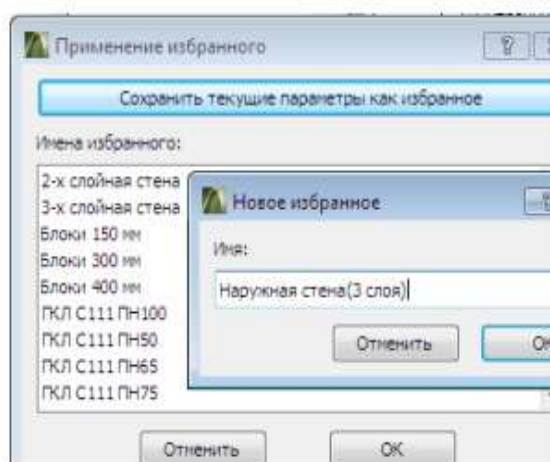


Рисунок 7.13

3. Используя инструмент **Волшебная палочка** (клавишу [Пробел]), подведите курсор к контуру созданной ломаной линии и выполните щелчок мышью. На плане этажа появится замкнутый контур стены. На рисунок 7.14, 7.15 показаны план стены и ее 3D-вид.

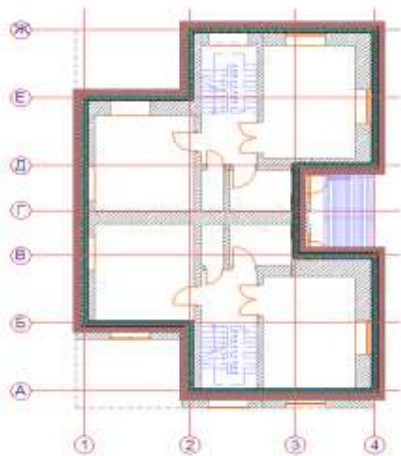


Рисунок 7.13

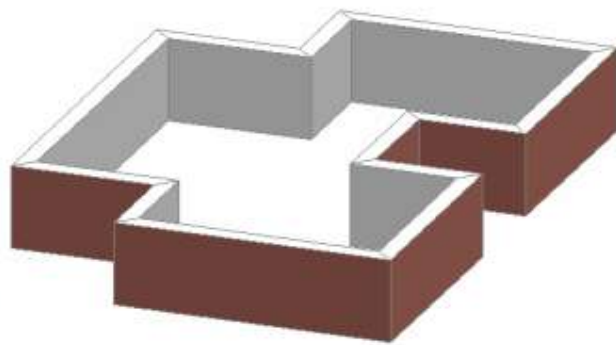


Рисунок 7.14

Создание стен подвального этажа

1. Активизируйте взгляд **1.1-й этаж** в карте проекта.
2. Последовательно нажмите **Редактор > Изменить расположение > Тиражировать** для открытия окна параметров тиражирования (рисунок 7.15).
3. Измените параметры этого окна, заданные по умолчанию на те, которые указаны на рисунке ниже и выполните щелчок. Стена первого этажа со своими параметрами скопируется на этаж **-1. Подземный уровень**.
4. Чтобы изменить ее параметры на необходимые для подземного этажа, выполните следующие действия: дважды щелкните инструмент **Стена** и в диалоговом окне параметров измените ранее установленные параметры стены так, как это показано на рисунке внизу, а именно: материал наружного слоя стены: **Камень-Коренная порода**, высота стены — 2900 мм, внешняя грань стены смещена от ее оси наружу на 250 мм, общая ее толщина — 640



Рис. 36

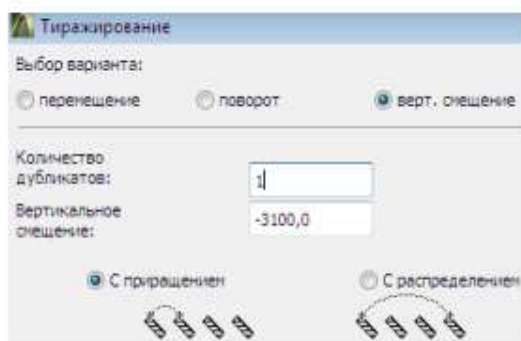


Рисунок 7.15

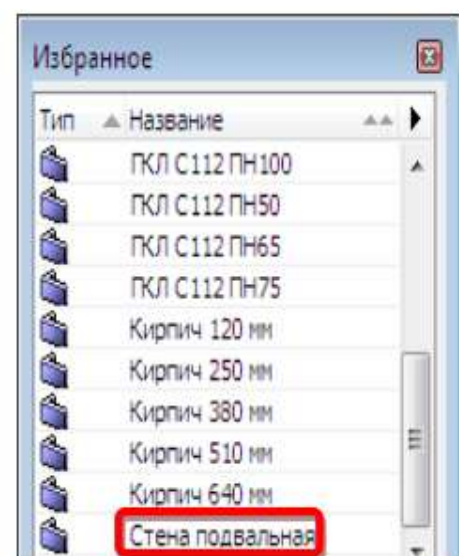


Рисунок 7.16

мм и, наконец, **Штриховка сечения** в панели **Конструкция — Стена подвальная** (рисунок 7.16).

Для сохранения в **Избранное** всех вновь установленных параметров нажмите кнопку **Сохранить текущие параметры** как новое избранное и введите его название **Стена подвальная**.

5. Выделите скопированную стену, войдите в панель **Избранное** и дважды щелкните элемент списка **Стена подвальная**. Данная стена моментально приобретает новые установленные параметры, необходимые для этажа подземного уровня.

6. Поместите курсор над нижней горизонтальной стороной стены (рисунок 7.17). Подержите некоторое время курсор в этом месте. При этом обнаруживается, что во-первых, недалеко от курсора показывается небольшая информационная панель (инфометка). В этой инфометке приводится важная информация об элементе, над которым располагается курсор (например, что он является членом группы, тип элемента, его слой и собственный этаж, а также другая информация, зависящая от типа элемента).

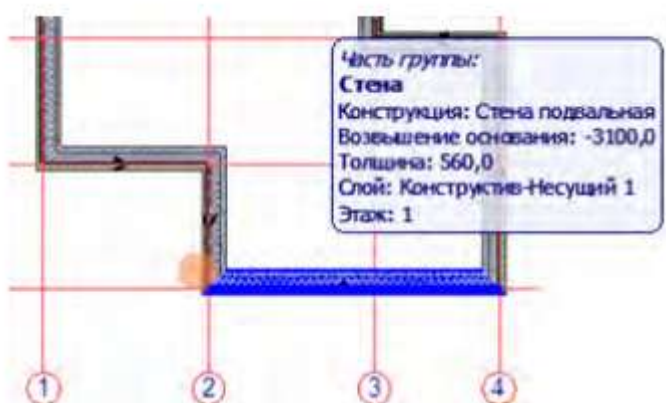


Рисунок 7.17

7. Выберите команду-переключатель **Вид > Параметры вывода на экран > Линии привязки стен и балок**, чтобы показать линии привязки стен. Она переключает видимость линий привязки стен и балок. Линия привязки стены — это толстая линия с направляющей стрелкой (рисунок 7.18). Это очень важная информация, так как стены создаются на основании их линий привязки. Чтобы стены пересекались и соединялись должным образом, необходимо поддерживать точное соединение и пересечение их линий привязки. Как можно заметить, линии привязки этих стен располагаются на их наружных сторонах (рисунок 7.19). Этот факт окажется весьма важным при выполнении последующих шагов.

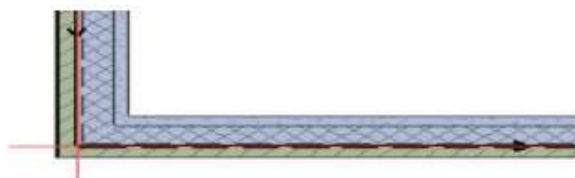


Рисунок 7.18

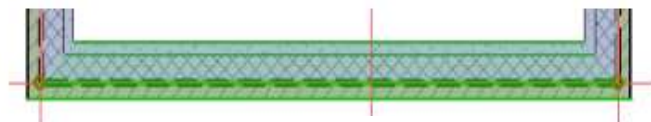


Рисунок 7.19

8. Выберите еще раз команду **Вид > Параметры вывода на экран > Линии привязки стен и балок** (рисунок 7.20), чтобы спрятать линии привязки стен.

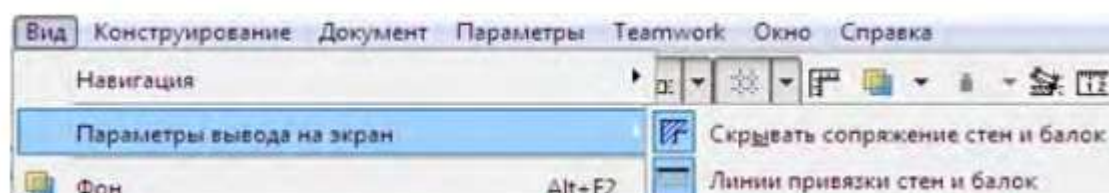


Рисунок 7.20

9. Щелчком выберите горизонтальную стену. При выборе стены конечные точки ее линии привязки отмечаются узловыми точками. Можно переместить их в другое место, чтобы изменить расположение и размеры стены. При перемещении одного из концов линии привязки ее другой конец остается на месте. Вы также можете заметить, что выбранная стена покрывается зеленой штриховкой. Это так называемая подсветка выбранного элемента. Она позволяет точно определить, какой именно элемент выбран. Сейчас мы растянем выбранную стену.

10. Выберите команду **Редактор > Изменить форму > Изменить размеры** (рисунок 7.21).

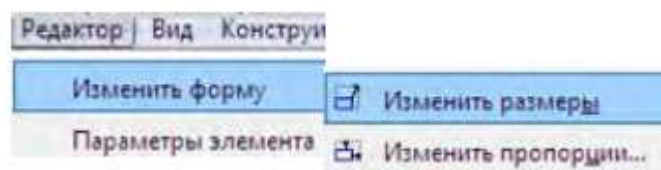
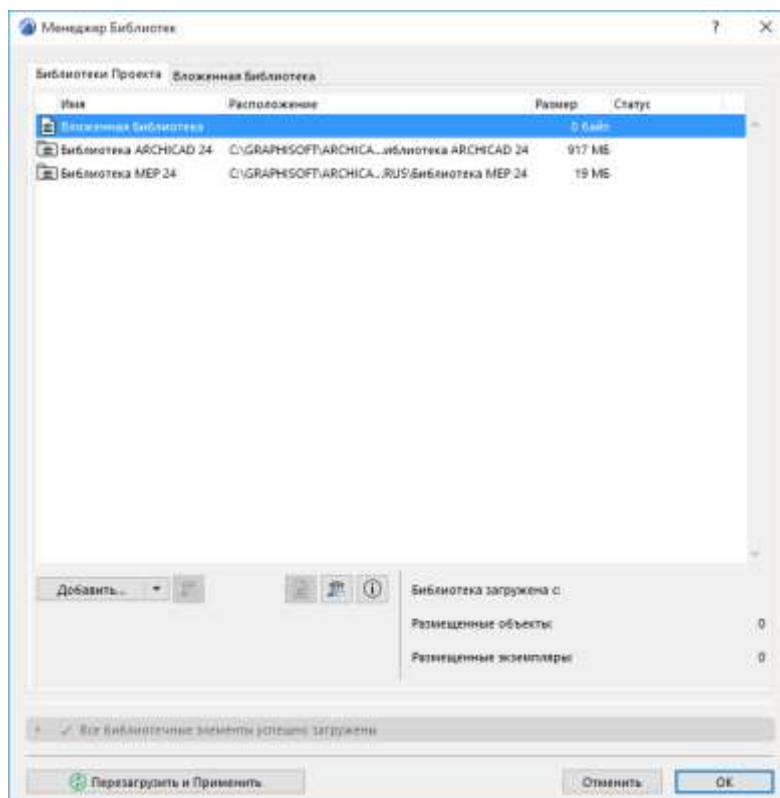


Рисунок 7.21

Просмотр и управление библиотеками проекта осуществляется при помощи **Менеджера Библиотек**.

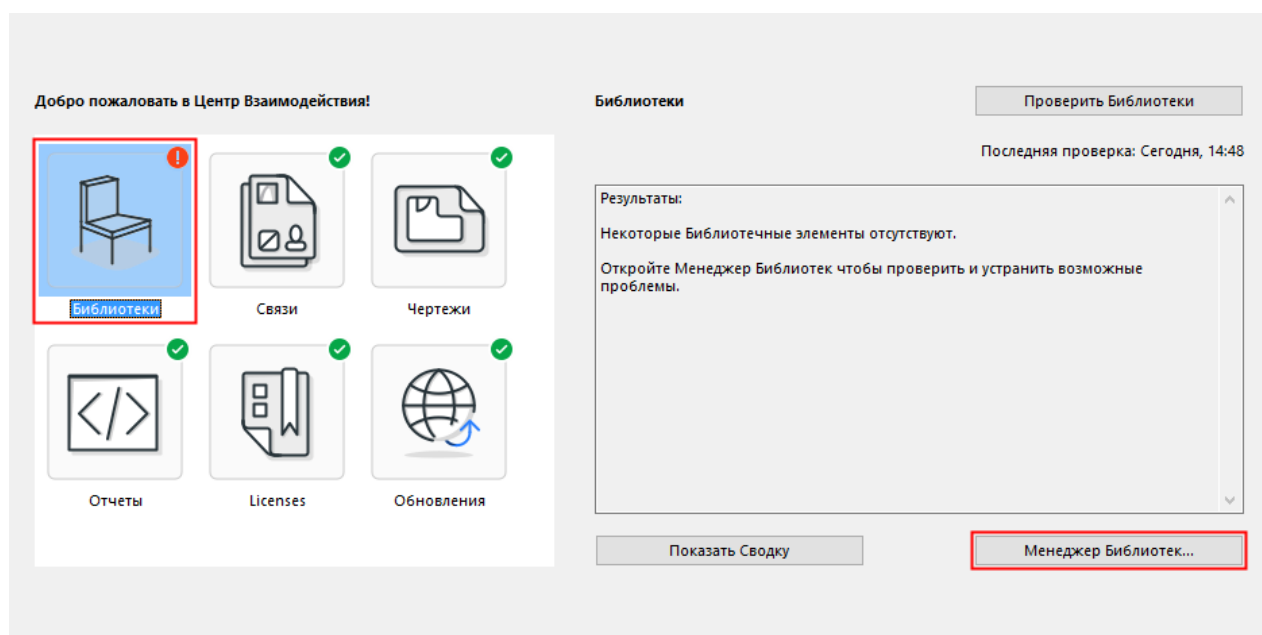
В Менеджере Библиотек (**Файл > Библиотеки и Объекты > Менеджер Библиотек**) также приводится список отсутствующих или устаревших Библиотек и Библиотечных Элементов и информация о способах устранения этих проблем.



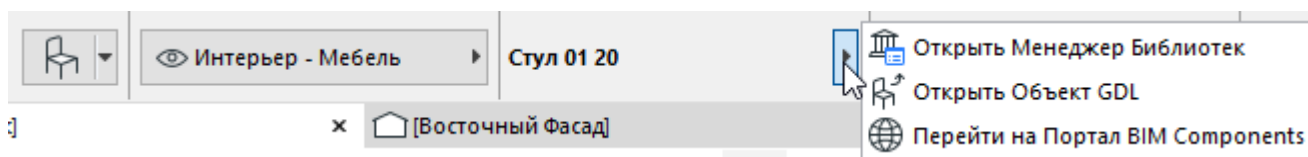
Открытие Менеджера Библиотек

Выполните одно из следующих действий:

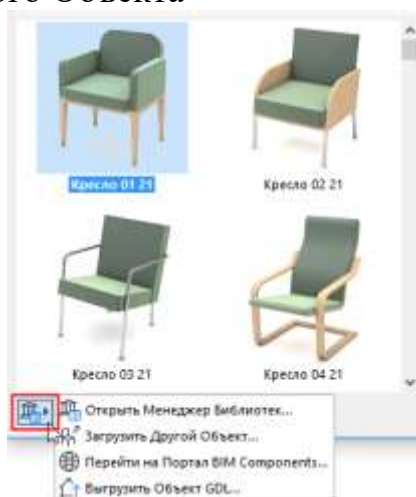
- Активируйте команду **Файл > Библиотеки и Объекты > Менеджер Библиотек**
- Сделайте щелчок правой кнопкой мыши на любом Библиотечном Элементе в диалоге Параметров Объекта и активируйте команду **Показать в Менеджере Библиотек**
- В Центре Взаимодействия (**Файл > Информация > Центр Взаимодействия**) откройте вкладку Библиотек, чтобы ознакомиться с возможными проблемами. Затем нажмите кнопку **Менеджер Библиотек**.



- Откройте **Менеджер Библиотек** при помощи выпадающего меню, находящегося в Информационном Табло любого Библиотечного Элемента



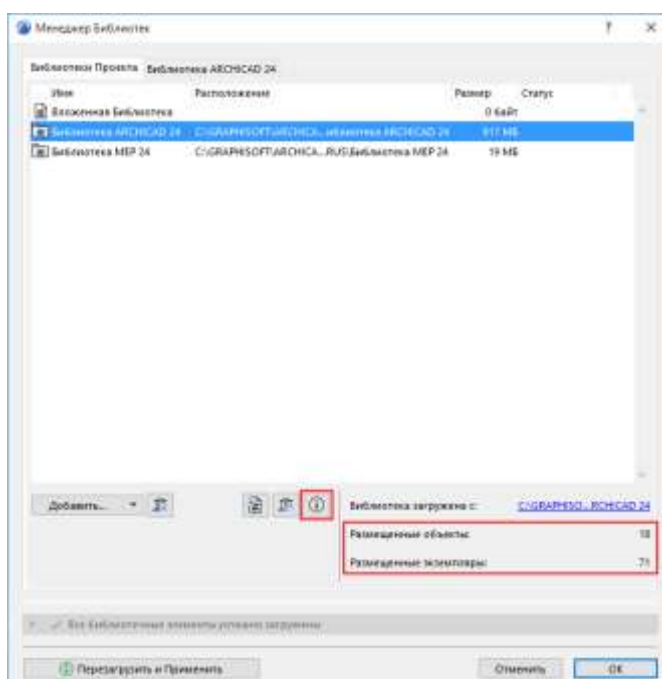
- Воспользуйтесь значком Менеджера Библиотек, находящимся в диалоге Параметров любого Объекта

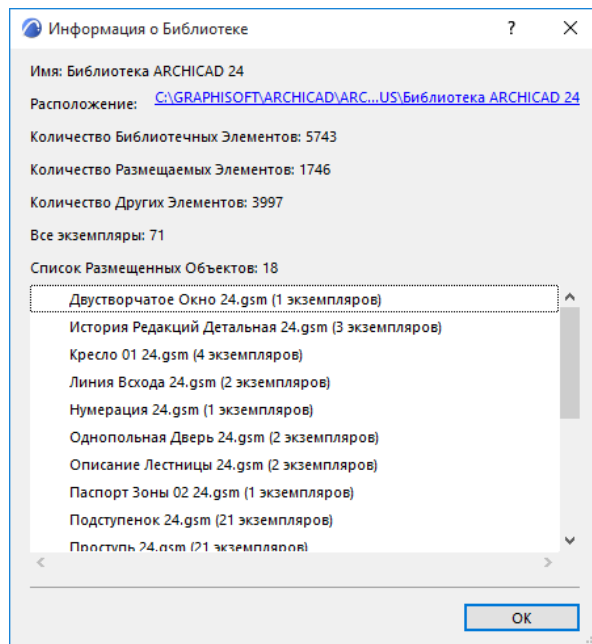


- Выбрав библиотечный элемент, активируйте команду меню **Файл > Библиотеки и Объекты > Показать в Менеджере Библиотек**

На вкладке **Библиотеки Проекта** отображаются все библиотеки с указанием их мест расположения, размеров и статуса состояния на сервере (по возможности).

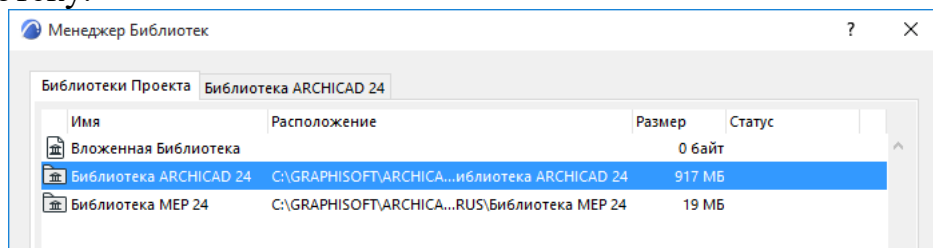
Библиотеки разных типов (Связанные, Вложенная и Библиотеки BIMcloud) помечаются разными пиктограммами. Выбрав библиотеку, можно нажать кнопку Информации, чтобы получить доступ к информации о библиотеке.



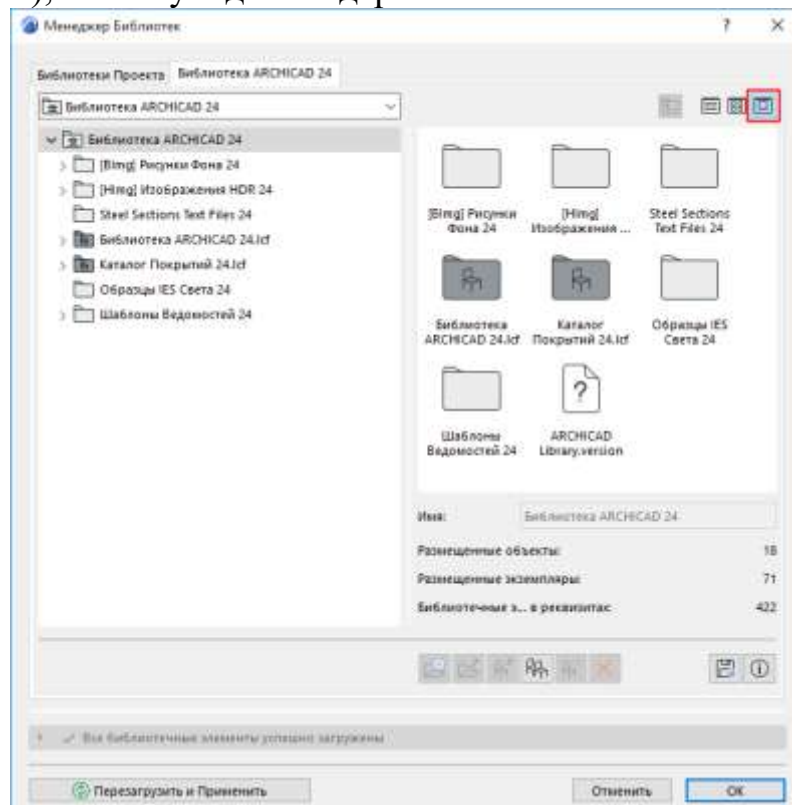


Чтобы увидеть содержимое библиотеки:

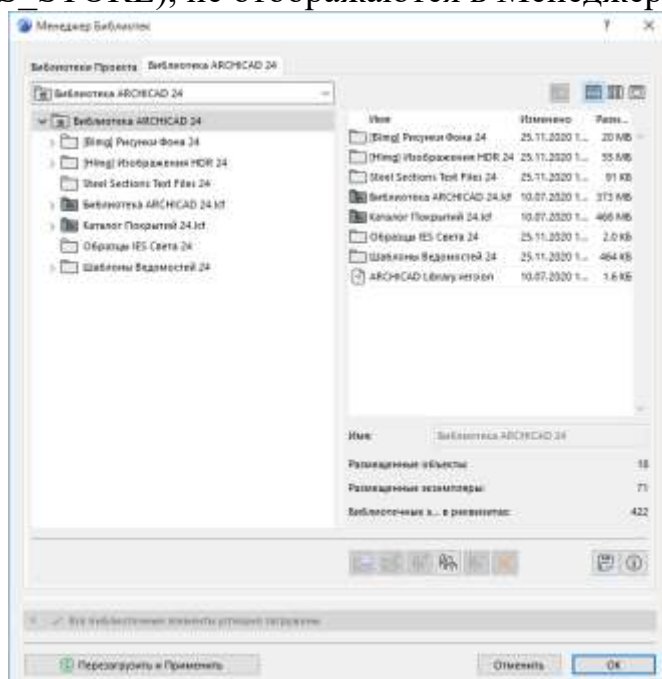
1. На вкладке **Библиотеки Проекта** выберите из списка нужную библиотеку.



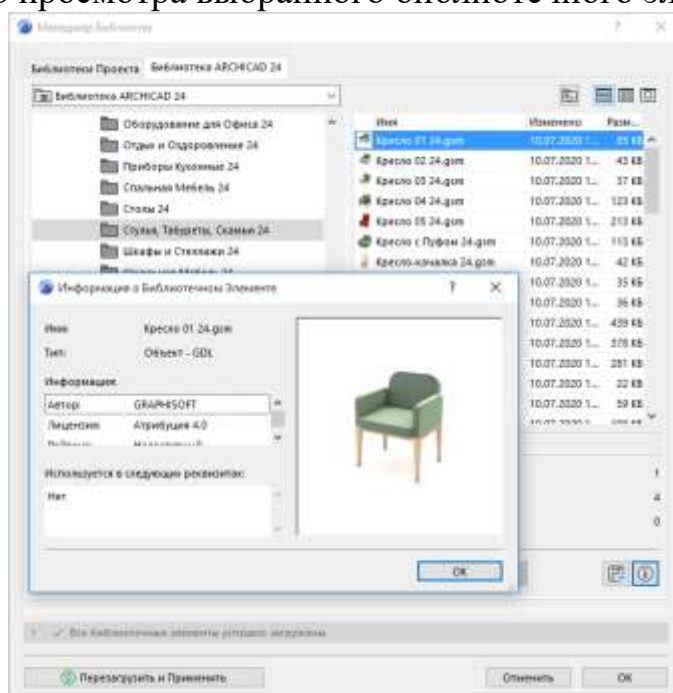
2. Сделайте на ней двойной щелчок (или сделайте щелчок на названии правой вкладки), чтобы увидеть содержимое библиотеки:



Примечание: Имена файлов, состоящие только из расширений (таких как “.gsm” или “.DS_STORE”), не отображаются в Менеджере Библиотек



Кнопка **Информации** позволяет увидеть крупное изображение предварительного просмотра выбранного библиотечного элемента.

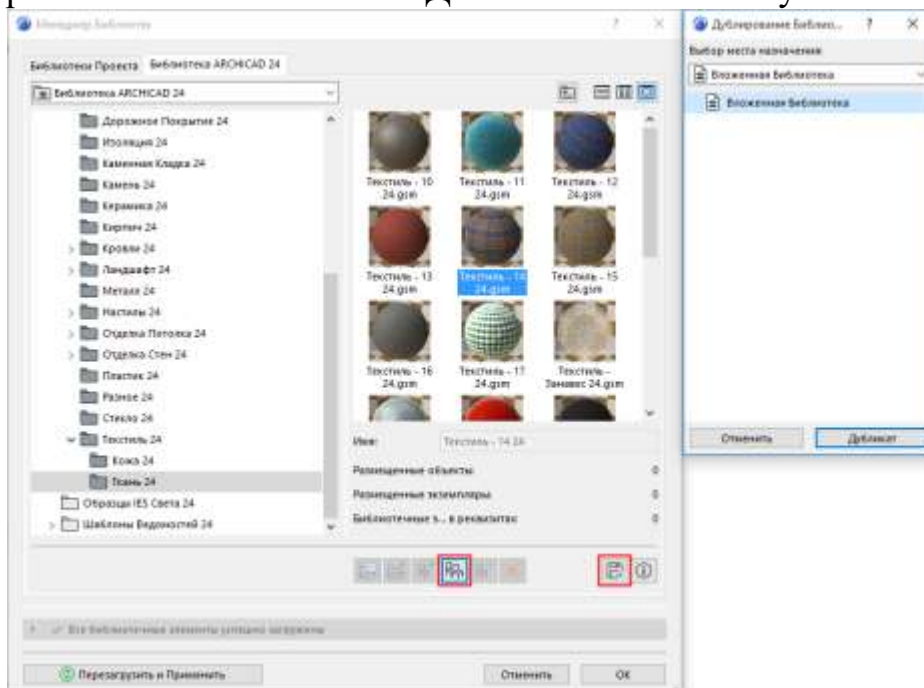


Доступ и управление содержимым Библиотек

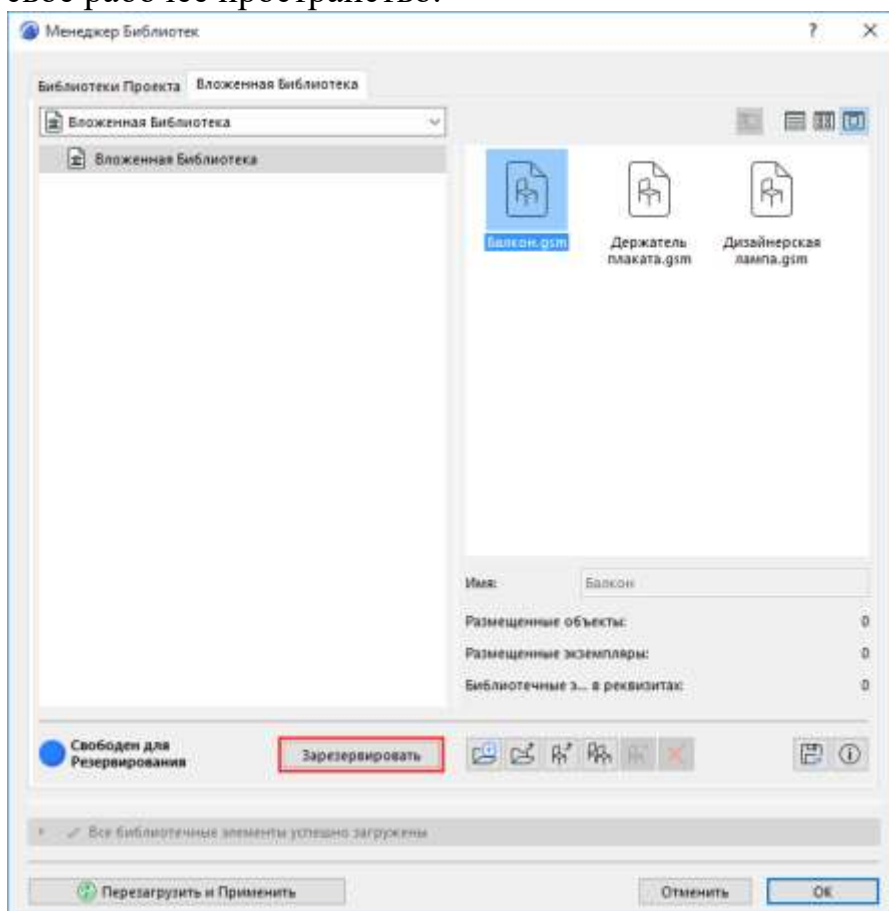
Папки **Связанных Библиотек** нельзя редактировать на вкладке Содержимого. При выборе элементов Связанной Библиотеки все команды управления становятся недоступны. Исключение составляют только кнопки **Дублирования**, **Экспорта** и **Информации**. Для редактирования содержимого Связанных Библиотек следует использовать файловый менеджер операционной системы.

Однако вы можете **Дублировать** или **Экспортировать** копию Библиотечного Элемента (например, покрытия) в любую папку, чтобы затем

отредактировать его во внешнем приложении (например, в Photoshop). Затем отредактированный элемент можно Добавить в библиотеку.



Примечание для пользователей Teamwork: Чтобы отредактировать какой-либо элемент библиотеки, выберите его на вкладке Содержимого и добавьте в свое рабочее пространство.



- Зарезервированные вами **Библиотечные Элементы** помечаются зелеными точками. Вновь создаваемые папки и Библиотечные Элементы, пока не отправленные на сервер, также помечаются зеленой точкой.

7.3. Параметрические объекты. Окна и двери. Этажи

Параметрические объекты могут быть размещены в проекте:

- с помощью специальных инструментов ARCHICAD (Объект, Источник света, Дверь, Окно, Световой люк, Угловое окно, Конец стены, аксессуары или соединительные элементы Навесной стены);
- автоматически с помощью специальных команд и расширений (элементы маркерov, выносок, RoofMaker и TrussMaker).

В процессе открытия проекта ARCHICAD выполняется автоматическая проверка статуса и доступности необходимых библиотек и объектов. В случае возникновения каких-либо проблем, соответствующие уведомления отображаются в Центре Взаимодействия и в Менеджере Библиотек.

Большинство из необходимых объектов Вы сможете найти в библиотеке ARCHICAD - поставляемой производителем библиотеке стандартных объектов. Объекты структурированы по папкам и подпапкам, чтобы можно было легко их найти. Библиотека ARCHICAD является всеобъемлющей, хотя в некоторых локализованных версиях библиотеки ARCHICAD могут содержаться специальные объекты, соответствующие стандартам той или иной страны.

При активировании инструмента, относящегося к объектам конкретного типа (например двери), открывающееся диалоговое окно установки параметров инструмента предоставляет доступ только к тем объектам библиотеки ARCHICAD, которые относятся к этому инструменту. Например, инструмент Окно предоставляет доступ только к библиотечным элементам окон, но не к дверям или лестницам.

Все такие файлы могут быть открыты в ARCHICAD с помощью команды **Файл > Библиотеки и объекты > Открыть объект**, а также созданы в ARCHICAD по команде **Файл > Библиотеки и объекты > Новый объект**. Вы также можете создавать объекты графически с помощью других элементов ARCHICAD, сохраняемых как библиотечные объекты.

Создание окон

1. Дважды щелкните инструмент **Окно** и измените в диалоговом окне его параметры так, чтобы они соответствовали заданию. В приведенном примере использован один тип окна. В **Избранное** он сохранен под именем **Окно наружное**.

2. Активизируйте взгляд **1.1-й этаж** в карте проекта и, используя инструмент **Окно**, выберите в панели **Избранное** нужный тип окна . Выполните последовательные попарные щелчки в тех местах наружных стен, где располагаются окна на фоновом чертеже, приблизительно в средней части оконного проема (рисунок 7.22), чтобы они как можно точнее соответствовали исходному заданию, представленному в качестве фона-

ссылки. Первый щелчок указывает центр окна, второй — ориентацию. Справа показаны наружные стены с окнами (фон временно скрыт).

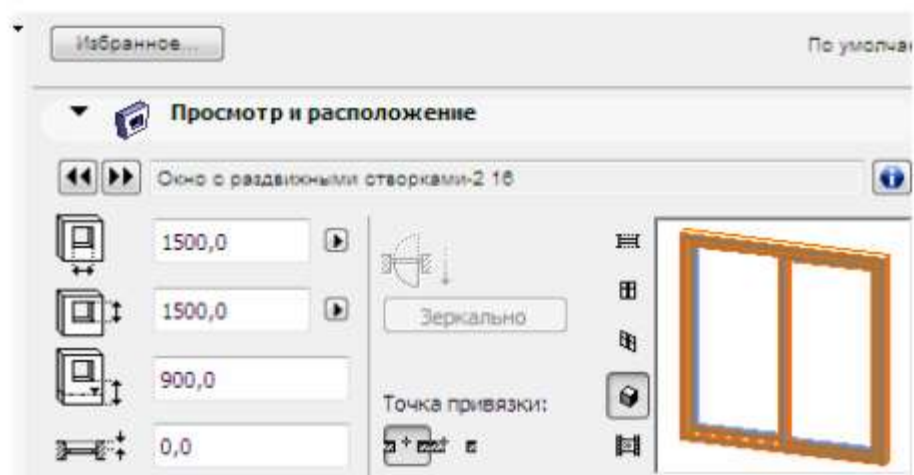


Рисунок 7.22

Создание дверей

При построении дверей используется такая же технология, как и при построении окон.

1. Дважды щелкните инструмент **Дверь** и так изменяйте параметры дверей, неоднократно используя диалоговые окна, чтобы они соответствовали заданию (рисунок 7.23). В приведенном примере использовано четыре типа дверей: для туалетных комнат, одинарные двери для межкомнатных внутренних стен, двойные двери для межкомнатных внутренних стен и наружные двери (рисунок 7.24). В **Избранное** они сохранены под именами **Дверь в санузел**, **Дверь одинарная(800)**, **Дверь двойная(1500)** и **Дверь входная с боков. панелью**. Фрагменты их диалоговых окон представлены на рисунок 7.25.



Рисунок 7.23

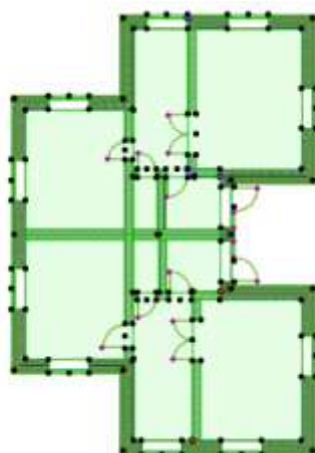


Рисунок 7.24



Рисунок 7.25

2. Активизируйте взгляд **1.1-й этаж** в карте проекта и, используя инструмент **Стена**, выберите в панели **Избранное** нужные типы стен. Выполните построение внутренних стен так, чтобы они как можно точнее соответствовали исходному заданию, представленному в качестве фонассылки (рисунок 7.26, 7.27). Техника вставки дверей такая же, как и для окон — с помощью двойных щелчков (рисунок 7.28), где первый щелчок указывает центр двери, второй — направление ее открытия.



Рисунок 7.26

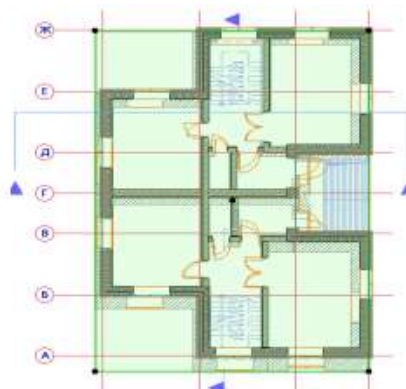


Рисунок 7.27



Рисунок 7.28

3. Поскольку планировка основных конструктивных элементов, кроме лестничных клеток, в соответствии с исходными данными на проектирование завершена, то фоновый чертеж больше не нужен. Поэтому выполните щелчок где-нибудь на контуре этого чертежа для его выделения (рисунок 7.27) и удалим фон-ссылку. План первого этажа с отсутствующим фоном показан на рисунок 7.28.

Создание подземного этажа (подвала)

1. Используя панель **Найти и выбрать** выделите все 44 конструктивных элемента 1-го этажа (рисунок 7.29) (наружные и внутренние стены, перекрытие, окна и двери).

2. Скопируйте в буфер выделенные элементы, используя кнопку  в меню **Стандарт** или сочетание клавиш **[Ctrl] + [C]**.

3. Переместитесь на взгляд **-1. Подвал**.

4. Вставьте на этот этаж элементы из буфера, используя кнопку в меню **Стандарт** или сочетание клавиш **[Ctrl] + [V]** (рисунок 7.30). Элементы появляются на плане этажа, окруженные бегущей рамкой. В этот момент можно переместить или повернуть их. В данном случае надо удалить все наружные окна и двери и некоторые внутренние перегородки вместе с дверями.



Рисунок 7.29

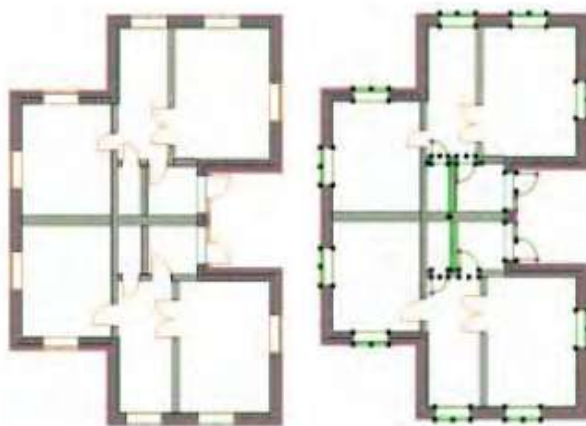


Рисунок 7.30

5. Используя панель **Найти и выбрать**, выделите все окна и двери в наружных стенах, а также некоторые перегородки вместе с дверями (рисунок 7.31) и нажмите клавишу **[Del]**.

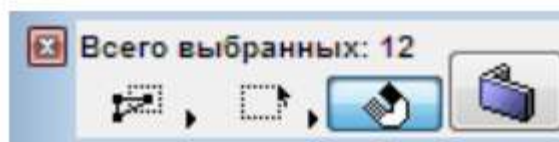


Рисунок 7.31

6. Выделите одинарные двери на плане этажа (рисунок 7.32).

7. В панели **Избранное** активируйте элемент **Внутренняя дверь** (рисунок 7.33) двойным щелчком на его имени в списке. Все выделенные двери станут типа **Внутренняя дверь**.

8. Выделите наружные стены, предварительно убедившись, что в табло **Стандарт** отключена кнопка, указывающая, что группы временно разгруппированы (или что команда-переключатель **Редактор > Группирование > Временно разгруппировать** отключена).

9. В панели **Избранное** активируйте элемент **Стена подвальная** двойным щелчком на его имени в списке (рисунок 7.34).

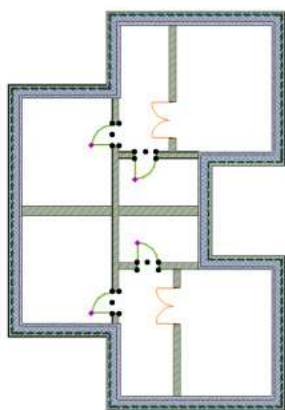


Рисунок 7.32

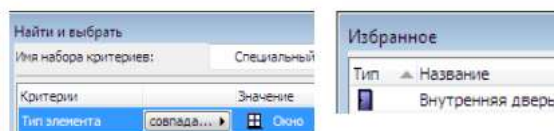


Рисунок 7.34

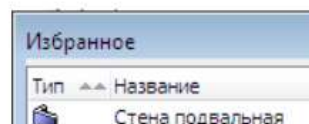


Рисунок 7.35

Все выделенные наружные стены станут типа **Стена подвальная**. Таким образом, мы завершили создание планировки подземного этажа.

Создание второго этажа

Операции по созданию второго этажа мало чем отличаются от операций, описанных ранее.

1. Используя панель **Найти и выбрать** снова выделите все 44 конструктивных элемента 1-го этажа (наружные и внутренние стены, перекрытие, окна и двери).
2. Скопируйте в буфер выделенные элементы, используя кнопку меню **Стандарт** или сочетание клавиш **[Ctrl] + [C]**.
3. Переместитесь на взгляд **2. 2-й этаж**.
4. Вставьте на этот этаж элементы из буфера, используя кнопку меню **Стандарт** или сочетание клавиш **[Ctrl] + [V]**. Элементы появляются на плане этажа, окруженные бегущей рамкой. Как и в предыдущем случае, в этот момент можно переместить, удалить или повернуть их. Однако в данном случае в этом нет никакой необходимости.

Лекция №8 Работа с проектом в ArchiCAD

8.1. Построение фундамента

8.2. Работа с перекрытиями, лестницами и построение крыши

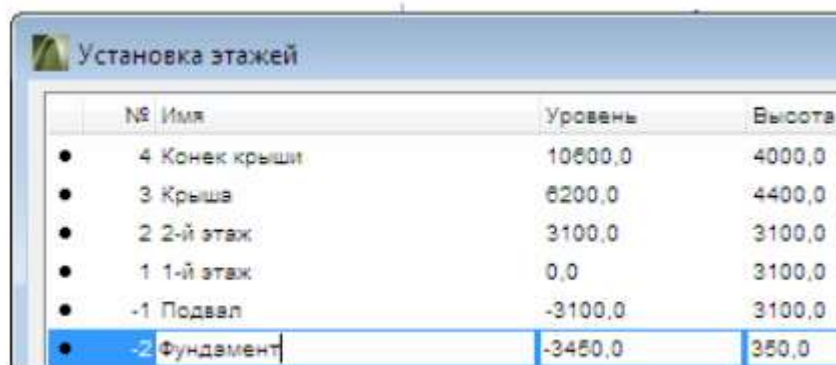
8.3. Создание 3D-документов

8.1. Построение фундамента

Создание фундамента

1. Переместитесь на взгляд **-1. Подвал**.

2. Щелкните в зоне **Спецификация** кнопку **Параметры** и войдите в диалог **Установка этажей** и щелкните кнопку **Поместить под** (рисунок 8.1).



№	Имя	Уровень	Высота
4	Конец крыши	10600,0	4000,0
3	Крыша	6200,0	4400,0
2	2-й этаж	3100,0	3100,0
1	1-й этаж	0,0	3100,0
-1	Подвал	-3100,0	3100,0
-2	Фундамент	-3450,0	350,0

Рисунок 8.1

3. Установите высоту этажа 350 мм и его название — **Фундамент**.

4. Выделите и скопируйте в буфер наружные стены подвала.

5. Переместитесь на взгляд **-2. Фундамент**, вставьте скопированное из буфера и в информационном табло нажмите кнопку с изображением стены.

6. В появившемся диалоговом окне установите такие параметры стены, которые показаны на рисунке выше.

7. Сохраните эти параметры в **Избранном** под именем **Стена подвала** (рисунок 8.2).

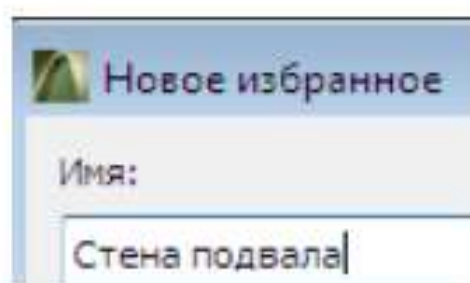


Рисунок 8.2

8.2. Работа с перекрытиями, лестницами и построение крыши

Создание перекрытия

1. Активируйте взгляд **1.1-й этаж**.
2. Выберите инструмент **Перекрытие** и затем установите его параметры в соответствии с геометрическими характеристиками (рисунок 8.3), определенными для наружных стен индивидуальным заданием на проектирование. Сохраните их в избранном под именем **Перекрытие ж/б** (рисунок 8.4).

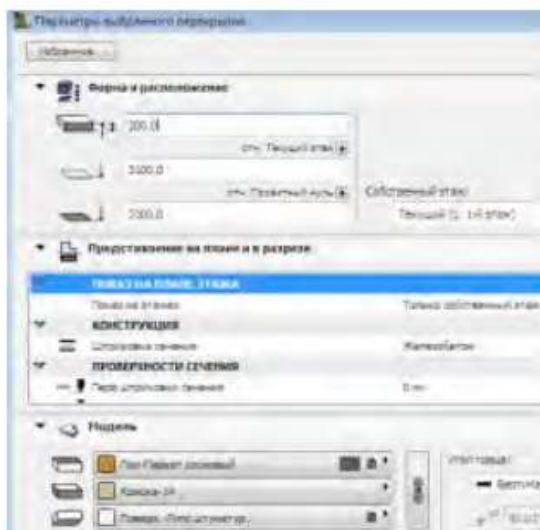


Рисунок 8.3

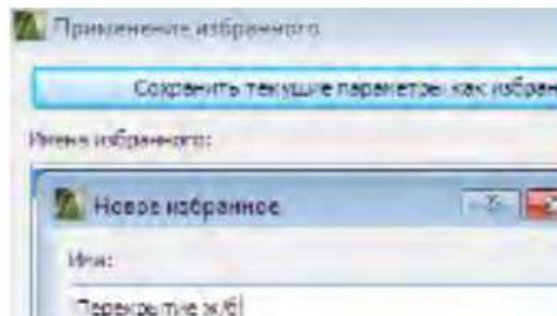


Рисунок 8.4

3. Нажмите клавишу **[Пробел]** и, не отпуская ее, щелкните вблизи линии привязки стены для создания перекрытия (использование волшебной палочки).

При этом перекрытие создается поиском замкнутого пространства (сформированного наружными стенами), которое определяет его геометрическую форму. Вид перекрытия в 3D-окне показан на рисунок 8.5.



Рисунок 8.5

4. Активируйте инструмент **Бегущая рамка** (рисунок 8.6) и убедитесь, что в информационном табло установлен метод выбора **На всех этажах**. Начертите толстую бегущую рамку так, как она показана на рисунок 8.7, чтобы увидеть внутреннее пространство первого этажа.



Рисунок 8.6

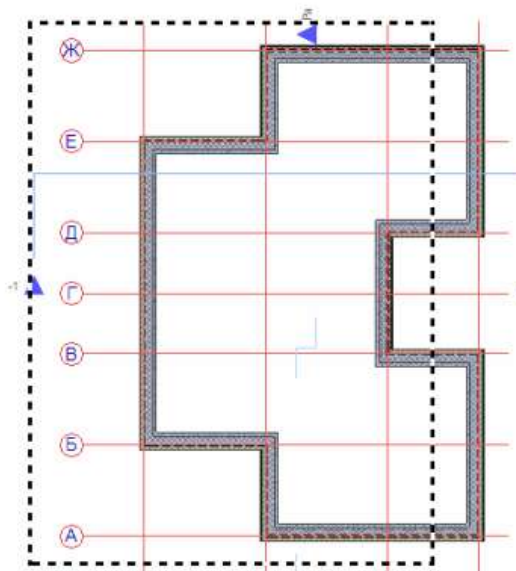


Рисунок 8.7

5. Нажмите клавишу [F5], что равносильно вводу строки **Показать выборку/бегущую рамку в 3D** из контекстного меню, появляющегося при нажатии правой кнопки мыши. На экране появляется трехмерное изображение 1-го этажа, рассеченного бегущей рамкой (рисунок 8.8), тем самым показывая его внутреннюю планировку в 3D.



Рисунок 8.8

Создание внутренних перегородок

1. Дважды щелкните инструмент **Стена** и измените в диалоговом окне параметры стены так, чтобы они соответствовали заданию. В приведенном примере для одной из внутренних стен это: стена кирпичная толщиной 380 мм, высотой 3100 мм, с привязкой осевой линии по центру и оштукатуренная

с двух сторон белой гипсовой штукатуркой (рисунок 8.9). В **Избранном** она сохранена под именем как **Внутр. стена (1.5 кирпич)**.

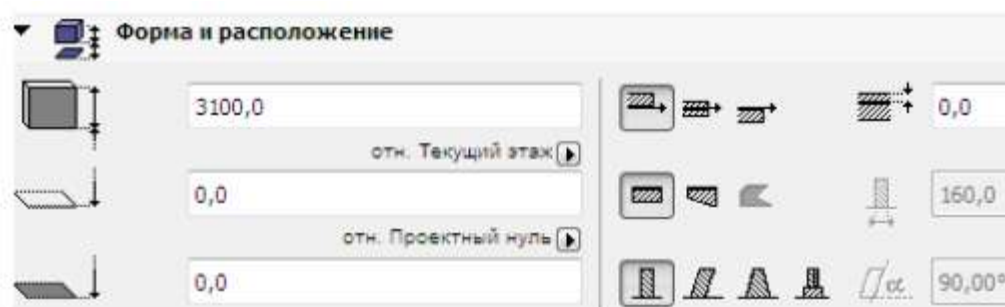


Рисунок 8.9

2. Аналогичным образом установите параметры других внутренних стенперегородок. В частности, в **Избранное** сохраним стену под именем с нулевой привязкой осевой линии к внешней грани стены и параметрами: высота — 3100, материал — Кирпич 120 мм, поверхность — белая гипсовая штукатурка с 2 сторон.

3. Активизируйте взгляд **1.1-й этаж** в карте проекта и, используя инструмент Стена, выберите в панели **Избранное** нужные типы стен. Выполните построение внутренних стен так, чтобы они как можно точнее соответствовали исходному заданию, представленному в качестве фоновой ссылки (рисунок 8.10).

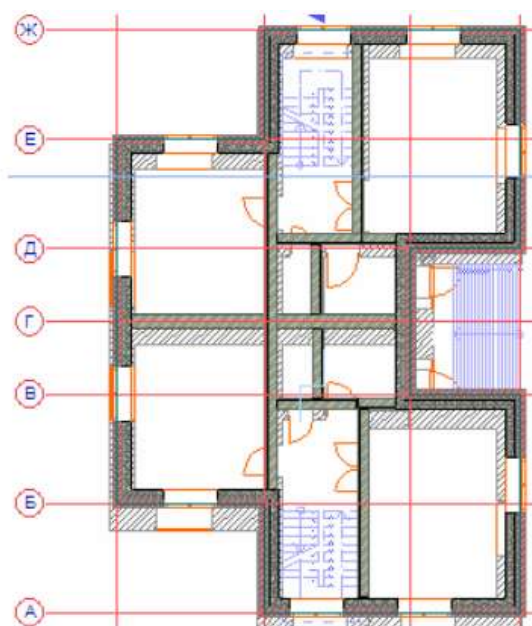


Рисунок 8.10

Создание лестничной клетки

1. Активируйте инструмент **Линия**, чтобы установить геометрические размеры лестничной клетки, используя **Следящее табло**.

2. Проводя вертикальные и горизонтальные временные линии, определите размер в плане лестничной клетки: в данном случае он составил 2950×2000 мм (рисунок 8.11).

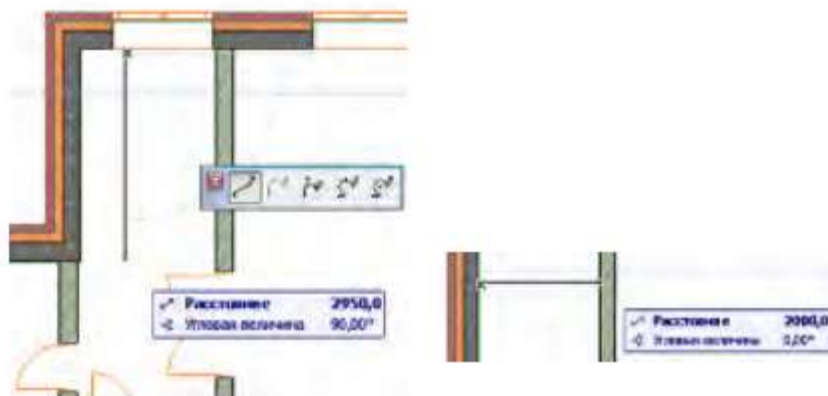


Рисунок 8.11

3. Активируйте инструмент **Лестница**.

4. Откройте **Диалог установки параметров** лестницы щелчком на одноименной кнопке в информационном табло (рисунок 8.12). Объекты, лестницы, окна/двери и некоторые другие элементы имеют похожие диалоговые окна установки их параметров (так как все они являются библиотечными элементами): слева представлена структура папок для нахождения требуемого библиотечного элемента, а справа располагаются панели с параметрами выбранного элемента. В панели **Просмотр и расположение** представлены геометрические характеристики элемента, а в верхнем правом углу располагается окошко для представления рисунков предварительного просмотра элемента в различных видах.

Расположенные слева от этого окошка пиктограммы предлагают следующие варианты просмотра библиотечного элемента: 2D-вид, 3D-вид сбоку, параллельный 3D-вид и другие. Панель **Параметры** и располагающаяся ниже панели дают текстовое и графическое представления значений параметров, которые влияют на то, как библиотечный элемент выглядит и как он себя ведет (его геометрические характеристики, покрытия, перья, цвета, типы линий и т. д.). Другие панели являются аналогичными соответствующим панелям библиотечных элементов других типов.

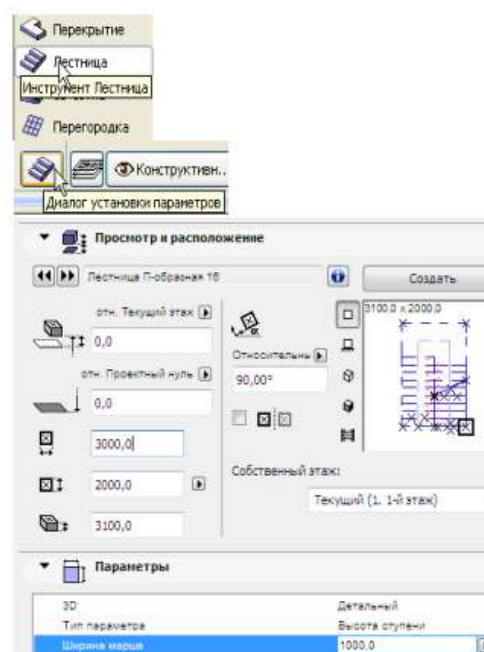


Рисунок 8.12

5. Используйте кнопки  слева от окошка предварительного просмотра, чтобы посмотреть 2D-рисунок лестницы для выбора подходящей.

6. Установите значения основных параметров лестницы в соответствии с высотой этажа и ее размерами в плане.

7. Для нашего случая были вычислены: высота ступени 172.2 мм (рекомендуется в пределах 150...180 мм), глубина ступени 222.2 (рекомендуется в пределах 230...300 мм), общее количество ступеней 18, ширина марша 1000 мм, ограждение — стойки перил с балясинами располагается только слева, поскольку справа находится стена. При принятых размерах лестничного марша, проекция его длины на план этажа составила 3100 мм.

8. Сохраните установки данной лестницы в **Новое избранное** под именем **Лестница 1** (рисунок 8.13).

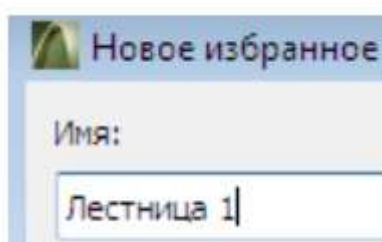


Рисунок 8.13

9. Активируйте инструмент **Лестница** и нажмите кнопку **Создать лестницу** (рисунок 8.14). В открывшемся диалоге **Выбор типа лестницы** (рисунок 8.15) щелкните на кнопке **Создать лестницу** и выберите тип лестницы **П-образная**. Нажмите кнопку **ОК** для продолжения. Открывается диалоговое окно редактирования лестницы, в котором можно задать все необходимые ее параметры (рисунок 8.16). Большие кнопки слева открывают соответствующие страницы этого диалога, на которых можно установить параметры конструкции лестницы, ее ступеней, ограждений и 2D-представления.



Рисунок 8.14

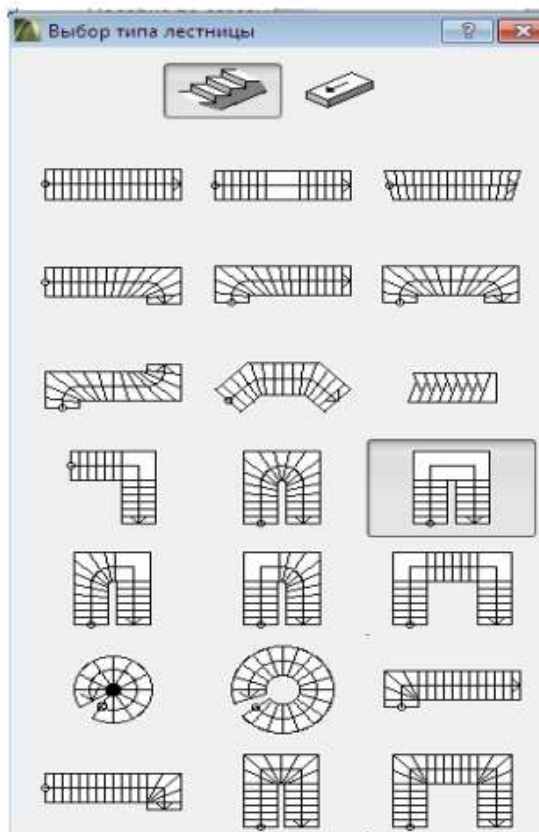


Рисунок 8.15

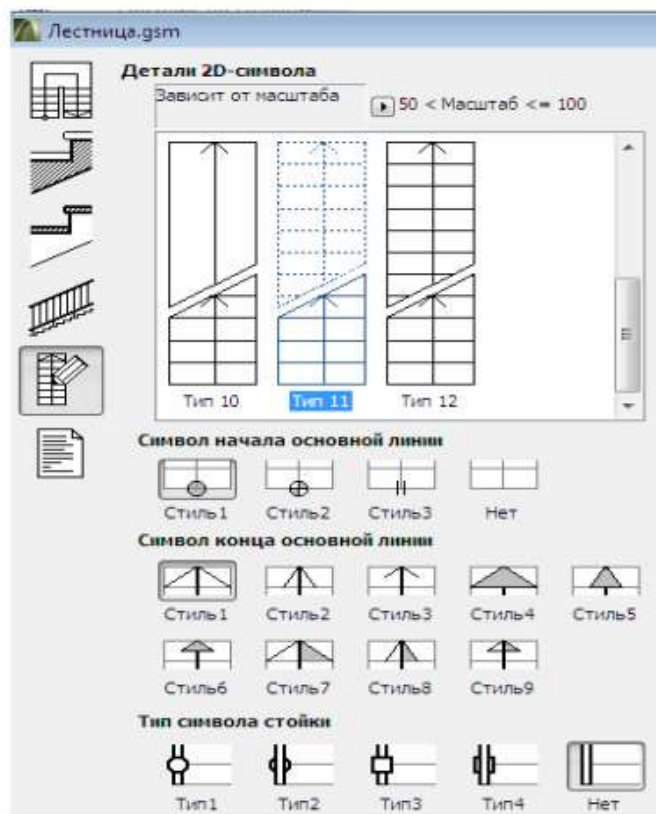


Рисунок 8.16

10. Проанализируйте содержимое этих страниц.

11. Щелкните на пятой сверху большой кнопке. Здесь можно установить 2D-представление символа лестницы, включая 2D-вид лестницы, символы начала и конца основной линии, символы ограждений, дополнительно типы линий, цвета перьев и выводимая с символом текстовая информация. Также можно установить характеристику зависимости символа от этажей, с которыми она соединяется: при необходимости символ лестницы может быть разным на этих этажах.

12. Проанализируйте содержимое страниц диалогового окна редактирования лестницы, в котором можно задать все необходимые ее параметры. Большие кнопки слева открывают соответствующие страницы этого диалога, на которых можно установить параметры конструкции лестницы, ее ступеней, ограждений и 2D-представления.

13. Нажмите **Отменить** для возврата в диалоговое окно **Параметры лестницы**.

14. Щелкните на самой верхней кнопке из тех, что располагаются слева от просмотревого окошка, чтобы показать в нем символ плана этажа. На этом символе можно увидеть несколько небольших крестиков. Это узловые точки, по которым размещается библиотечный элемент. Одна из узловых точек имеет черную квадратную рамку. При размещении библиотечного элемента эта узловая точка служит в качестве точки привязки.

15. Щелкните узловую точку в верхнем левом углу лестницы, чтобы она стала точкой привязки при размещении лестницы. Теперь черная квадратная рамка окружает именно эту узловую точку.

16. Нажмите кнопку **ОК** для выхода из диалога с подтверждением произведенных изменений.

17. Щелкните в углу стены, куда указывает стрелка-галочка, для размещения лестницы. Появляется символ лестницы, содержащий линию разрыва, символы начала и конца основной линии, ограждений и текстовую информацию. Обратите внимание на этот 2D-символ лестницы — выше линии разрыва он представлен штриховой линией.

18. Аналогичную процедуру проделайте с другой лестницей.

19. Выделите обе лестницы и скопируйте их в буфер обмена.

20. Перейдите в карте проекта навигатора на этаж **-1. Подвал** и, используя клавиши **[Ctrl] + [V]**, вставьте скопированные лестницы. Вокруг копируемых элементов на этаже появляется бегущая рамка. Щелкните вне границ рамки для вставки обеих лестниц из буфера на данный этаж. Обе лестницы появляются в нужном месте на плане данного этажа.

21. Для проверки правильности выполненных операций начертите бегущую рамку возле одной из лестниц (рисунок 8.17) и нажмите кнопку **[F5]** для показа выделенного фрагмента в 3D-окне (рисунок 8.18). Для большей убедительности активизируйте **2. Разрез 2-2** в карте проекта навигатора. Как видим, все спроектированные элементы лестниц заняли свое проектное положение.

22. Далее на 3-мерных изображениях (рисунок 8.18, справа) проверим, чтобы построенная лестничная клетка не разрежала перекрытия и не образовала в них отверстия. Один из способов — вырезать отверстия во всех необходимых перекрытиях. Однако если здание содержит много этажей, то это *очень трудоемкая работа*. Другой способ — выполнить эти операции с помощью объемных элементов.



Рисунок 8.17



Рисунок 8.18

Создание крыши

1. Переместитесь на взгляд **2. 2-й этаж**.
2. Выберите инструмент **Крыша** и после двойного щелчка на инструменте войдите в диалог параметров крыши (рисунок 8.19).

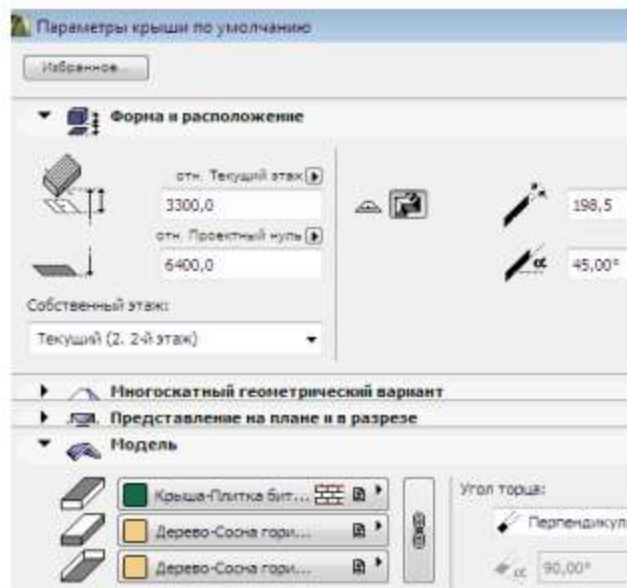


Рисунок 8.19

3. Установите значения параметров крыши такими, как это показано на изображении данного диалогового окна.
4. Выделите наружные стены. При активном инструменте **Крыша** подведите курсор к внешнему контуру стены и нажмите клавишу пробела. Появляется изображение инструмента **Волшебная палочка**.
5. При нажатой клавише пробела произведите щелчок мышью. Появляется пунктирное изображение созданной крыши (рисунок 8.20).
6. Активизируйте разрез **1-1**, созданный по умолчанию. Как видим (рисунок 8.21), разрез получился не очень выразительным. Далее поработаем над ним, делая его более привлекательным и информативным. Сначала изменим вид штриховки стены в этом разрезе.

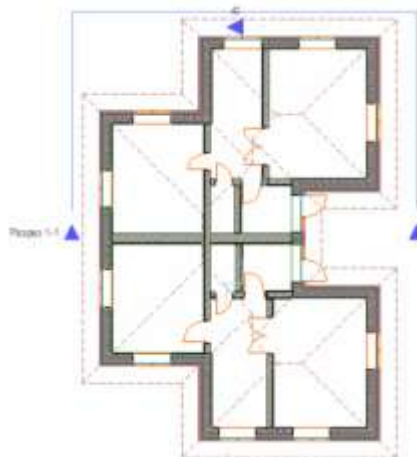


Рисунок 8.19

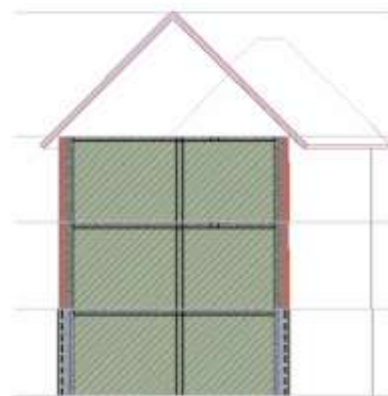


Рисунок 8.20

7. Выделите на разрезе стены второго этажа, используя инструмент **Указатель** с активизированной кнопкой с изображением магнита. При этом в информационном табло появляется кнопка с изображением стены.

8. Щелкните эту кнопку, войдите в диалог параметров стены и измените существующую штриховку сечения на пустую штриховку. Стены в разрезе на данном этаже изменят свою штриховку и станут такими, как показано на рисунке.

9. Активизируйте в строке **Стандарт** инструмент **Воспринять параметры** и щелкните им в зоне стены с измененной штриховкой.

10. Активизируйте в строке **Стандарт** инструмент **Передать параметры** и щелкните им последовательно в зонах стен первого и подземного этажей с штриховкой, которую нужно изменить. Штриховка изменяется на пустую (рисунок 8.21).

11. Активизируйте диалоговое окно **Параметры разреза** и измените значения (обведены красным) его параметров по-умолчанию так, как это показано на левом рисунке внизу. Разрез теперь выглядит более выразительным и информативным (рисунок 8.22).

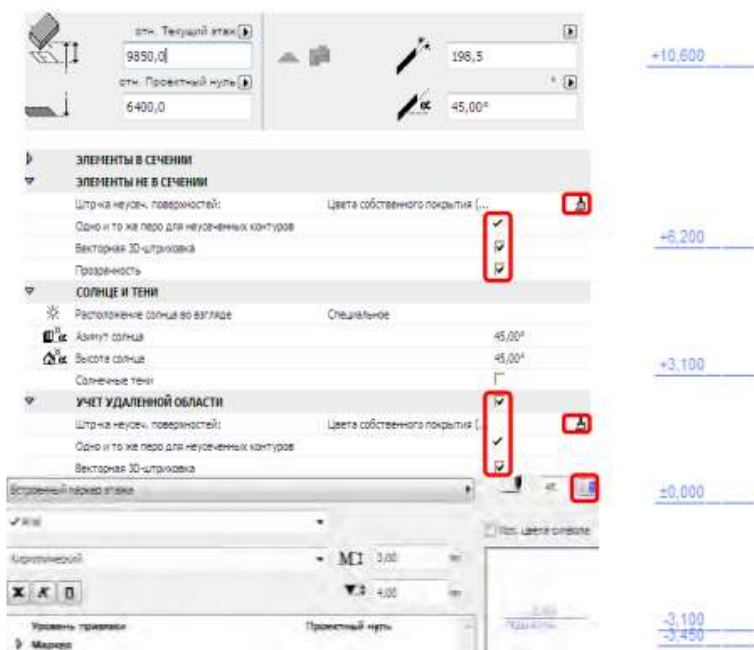


Рисунок 8.21

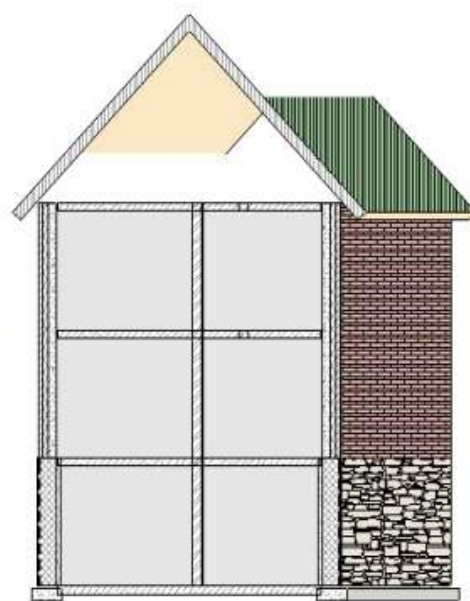


Рисунок 8.22

8.3. Создание 3D-документов

1. Активируйте предварительно взгляд 3D-документы.

2. Активируйте инструмент **Бегущая рамка**, выберите геометрический вариант **Многоугольник** и метод выбора **На всех этажах**, затем постройте многоугольник выбора (рисунок 8.23).

3. Щелкните правой клавишей мышки в любом месте и в открывшемся контекстном меню выберите команду **Показать выборку/бегущую рамку** в

3D. Открывается 3D-окно, содержащее сложный разрез (рисунок 8.24), проходящий через ряд помещений и лестничную клетку.

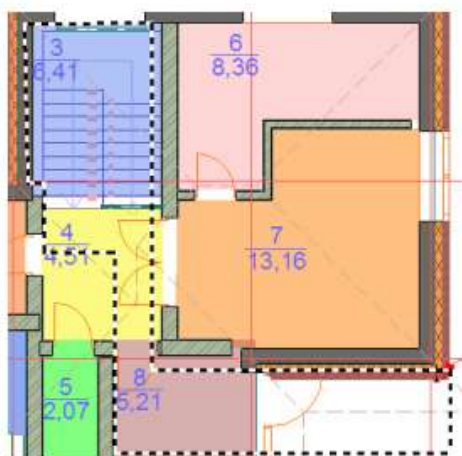


Рисунок 8.23

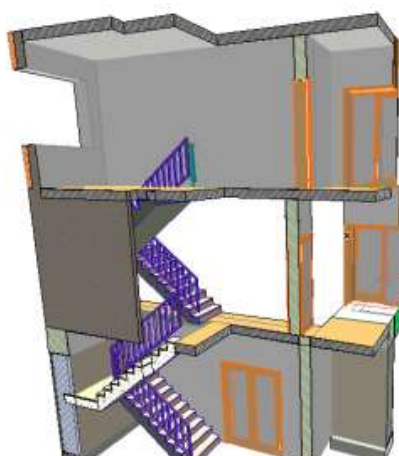


Рисунок 8.24

4. Перейдите к карте проекта навигатора, найдите папку **3D-документы** (рисунок 8.25). Щелкните правой клавишей мышки на имени этой папки и в открывшемся контекстном меню выберите команду **Новый 3D-документ**.

5. В открывшемся диалоговом окне (рисунок 8.26) укажите **1.** в качестве ссылочного ID и **3D-документ** в качестве имени. Затем нажмите кнопку **Создать** для создания 3D-документа. При этом создается и показывается 3D-документ. Давайте посмотрим, что собой представляют параметры документа этого типа.

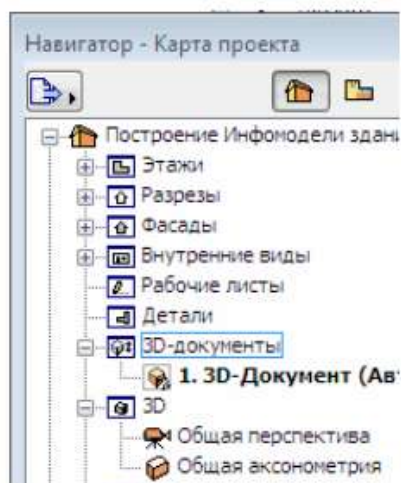


Рисунок 8.25

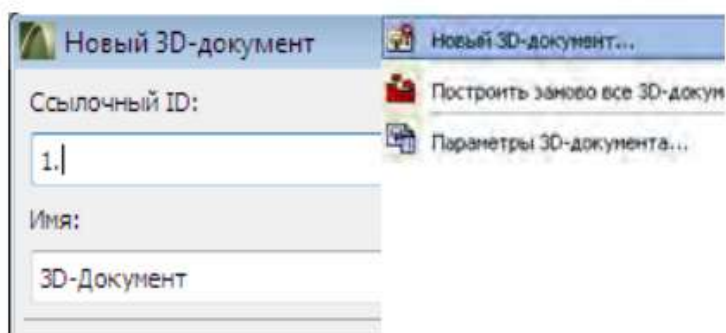


Рисунок 8.26

6. Щелкните правой клавишей мышки на пустом месте и в открывшемся контекстном меню выберите команду **Параметры 3D-документа**. Нас интересует панель **Показ модели**. Перечень параметров подобен тем, которые имеются в диалогах установки параметров разрезов/фасадов. Мы выбрали песочный цвет для всех поверхностей, вырезаемых бегущей рамкой, а также установили, что все линии (контуры) не в сечении показываются одним цветом — серым, а также активировали прозрачность. Мы решили не

показывать векторную 3D-штриховку, так как она может затенять созданные нами дополнительные текстовые комментарии.

7. Нажмите кнопку **Отменить** для закрытия диалога. 3D-документы представляют собой перспективные и параллельные 3D-виды. Их можно редактировать. Имеется возможность размещать на этих видах аннотации (размеры, тексты, выносные надписи), а также элементы 2D-чертежей, как и в разрезах/фасадах. В 3D-документах распознаются специальные точки и вершины, поэтому можно проставлять точные размеры элементов. 3D-документ объединяет в себе преимущества 2D- и 3D-средств и предоставляет возможность создавать полностью аннотированные 3D-чертежи.

8. Выберите инструмент **Линейный размер** и установите его параметры в диалоговом окне.

9. Поместите курсор в линию, разделяющую потолок и стену с оконным проемом. Когда появится **курсор-пересечение**, сделайте щелчок, чтобы выбрать эту точку для проставления размеров.

10. Щелкните таким же образом еще в верхней и нижней частях проема в стене, чтобы их также включить в проставление размеров.

11. Щелкните правой клавишей мышки и в открывшемся контекстном меню выберите команду **ОК** для завершения выбора точек, относительно которых следует проставить размеры. Теперь следует разместить размеры. Имеется несколько возможностей в связи с тем, что выбранные точки принадлежат различным плоскостям. ArchiCAD позволяет графически указать, где требуется разместить размерную линию. Она может быть размещена параллельно любой поверхности (в сечении или нет), на которой располагаются измеряемые точки.

12. Размещайте курсор в точках, определяющих толщину перекрытий, толщину внутренней перегородки и высоту лестничного ограждения. Понаблюдайте как изменяется серый контур, показывающий возможную ориентацию размера. Программа всегда подсвечивает элемент, поверхность которой обнаружена, и привязывает расположение размерной линии под эту поверхность. Например, можно найти вертикальную плоскость сечения и разместить на ней размерную линию.

13. Для закрепления полученных знаний по простановке внутренних размеров различных элементов в 3D-документе создайте ряд вертикально и горизонтально расположенных размерных линий.

14. Дважды щелкните инструмент **Линейный размер** и в диалоге его параметров измените тип его маркера на высотную отметку.

15. Создайте высотную отметку на уровне перекрытия второго этажа и добавьте к ней новые точки [Ctrl]-щелчками для ее продолжения. Созданная размерная цепочка не является линейной — это отметки высоты. При этом маркеры отметок высоты и их размерные тексты выравниваются согласно перспективному наклону горизонтальных уровней, которые они измеряют.

16. Выберите инструмент **Текст** и выполните двойной щелчок. В открывшемся окне **Параметры текста по умолчанию** выполните соответствующие настройки.

17. Переместитесь в зону подвального помещения и двойным щелчком в открывшемся окне текстового редактора введите: **Подвал**.

18. Во все еще выделенном текстовом блоке щелкните на угловом его маркере и в информационном табло щелкните кнопку **Тиражирование**.

19. В открывшемся одноименном окне выберите вариант **Перемещение**, **Количество дубликатов 2** и тип перемещения **С приращением**.

20. Протягивайте курсором серые прямоугольники до желаемого их размещения. После завершения операции на обоих этажах появляются одноименные блоки.

21. Последовательное их выделение позволит изменить их текст на **Первый этаж** и на **Второй этаж** соответственно (рисунок 8.27).

22. Создайте еще несколько текстовых элементов в нужных точках, соответствующих названиям помещений. Для этого произведите двойной щелчок в требуемой точке и введите необходимый текст.

23. По методике, описанной выше, в карте **Виды** навигатора в папке **3D-документ** создайте и сохраните построенный вид.

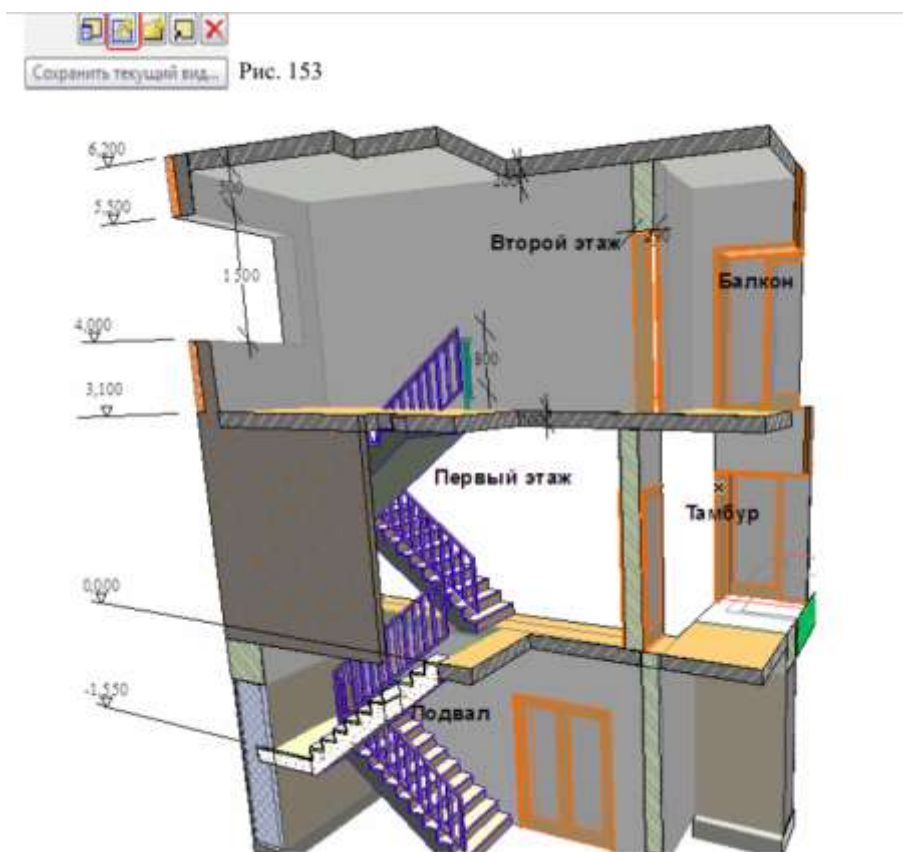


Рисунок 8.27

Лекция №9 Инструменты проектирования конструкций здания в Autodesk Revit

- 9.1. Начало работы в Autodesk Revit
- 9.2. Инструментарий Autodesk Revit
- 9.3. Настройка проекта в Autodesk Revit

9.1. Начало работы в Autodesk Revit

Autodesk Revit — это платформа проектирования и документирования, поддерживающая проектирование, чертежи и спецификации, необходимые для создания информационной модели здания. В информационной модели здания содержатся сведения о конструкции проекта, его размере, количествах и стадиях.

В модели **Revit** каждый лист чертежа, двумерный или трехмерный вид и спецификация являются представлением информации из одной и той же виртуальной модели здания. В ходе работы над моделью здания в Revit информация о проекте здания координируется со всеми другими представлениями проекта. Подсистема параметрического согласования изменений Revit обеспечивает автоматическое согласование изменений в любых компонентах проекта, таких как виды модели, листы чертежей, спецификации, виды разреза и виды в плане.

Первый запуск, параметры

При первом запуске программы мы попадаем в стартовый экран – рисунок 9.1, который поделен на 3 области: **Проекты**, **Семейства**, **Ресурсы**.

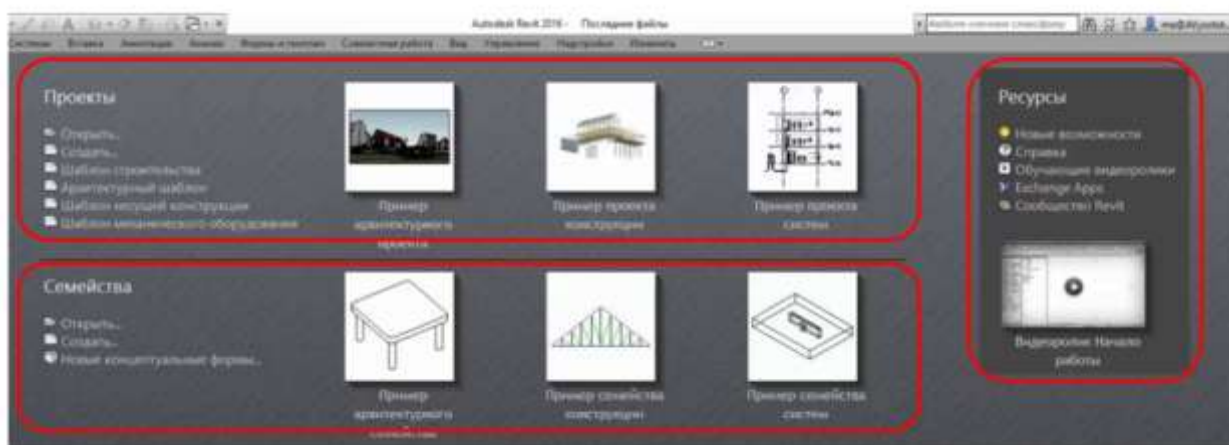
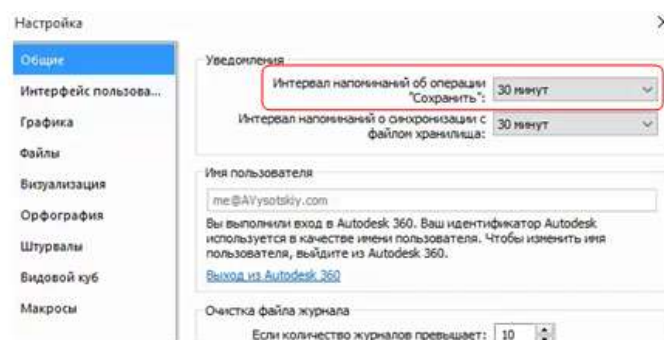
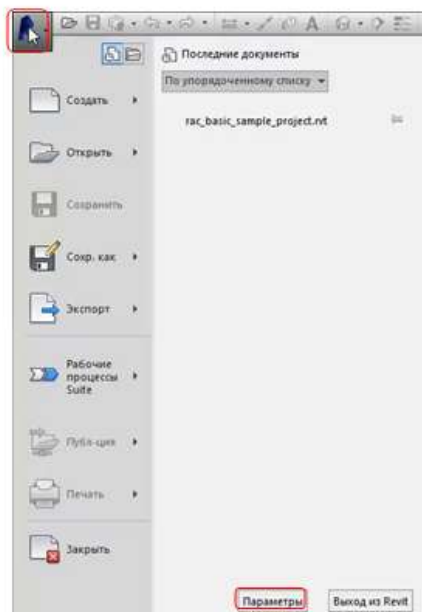


Рисунок 9.1

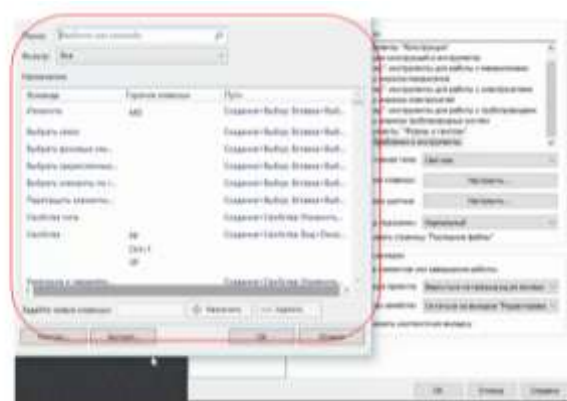
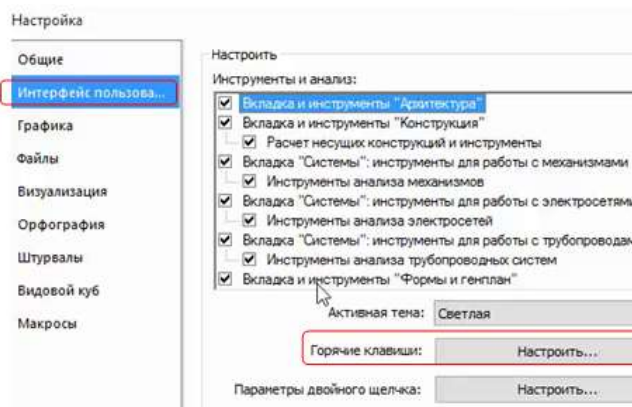
В левом верхнем углу располагается кнопка, нажав на которую переходим в окно – рисунок 9.2, где можно **Создавать** новые проекты, **Открывать** уже имеющиеся, **Сохранять**, а также **Экспортировать** и **Печатать** готовые проекты.

Помимо этого, там располагаются **Параметры**, нажав на которые мы попадаем в настройки программы – рисунок 9.3.



В открывшемся окне **Настройка** важно установить **Интервал напоминаний об операции «Сохранить»**. Оптимальным интервалом напоминания является 30 минут. В отличие от Autocad, где при сохранении файл перезаписывается, в Revit каждый раз при сохранении создается новый файл, а старому присваивается индекс.

Если перейти во вкладку **Интерфейс пользовательский** – рисунок 9.4, то важной настройкой здесь являются **Горячие клавиши**, где можно настроить для быстрого доступа любые клавиши, используемые в программе – рисунок 9.5.



Во вкладке **Графика** – рисунок 9.6 можно настраивать графические характеристики, а во вкладке **Файлы** – рисунок 9.7 – располагаются пути к нашим шаблонам, а также местоположение библиотеки.

Другие вкладки на этапе освоения программы не так важны и их, как правило, оставляют в исходном виде.

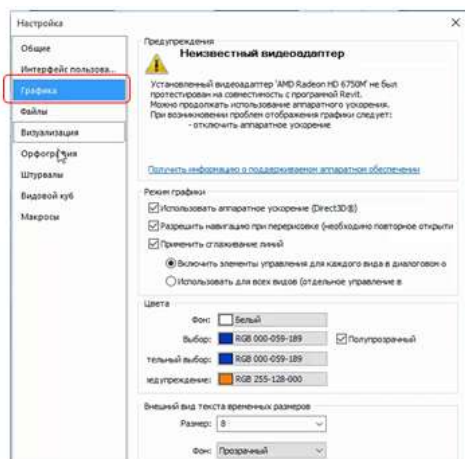


Рисунок 9.6

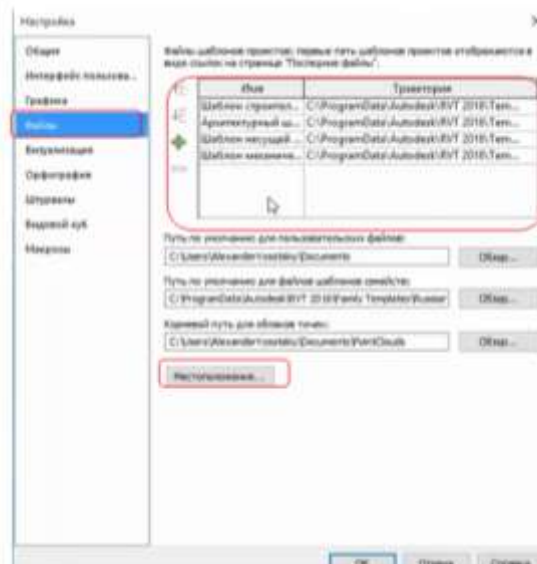


Рисунок 9.7

9.2. Инструментарий Autodesk Revit

На примере Архитектурного проекта рассмотрим интерфейс Autodesk Revit – рисунок 9.8. Сверху расположена так называемая лента, на которой собраны все доступные элементы. Помимо нее слева находятся **Свойства** и **Диспетчер проекта**, которые можно передвигать и располагать в удобном для себя виде.

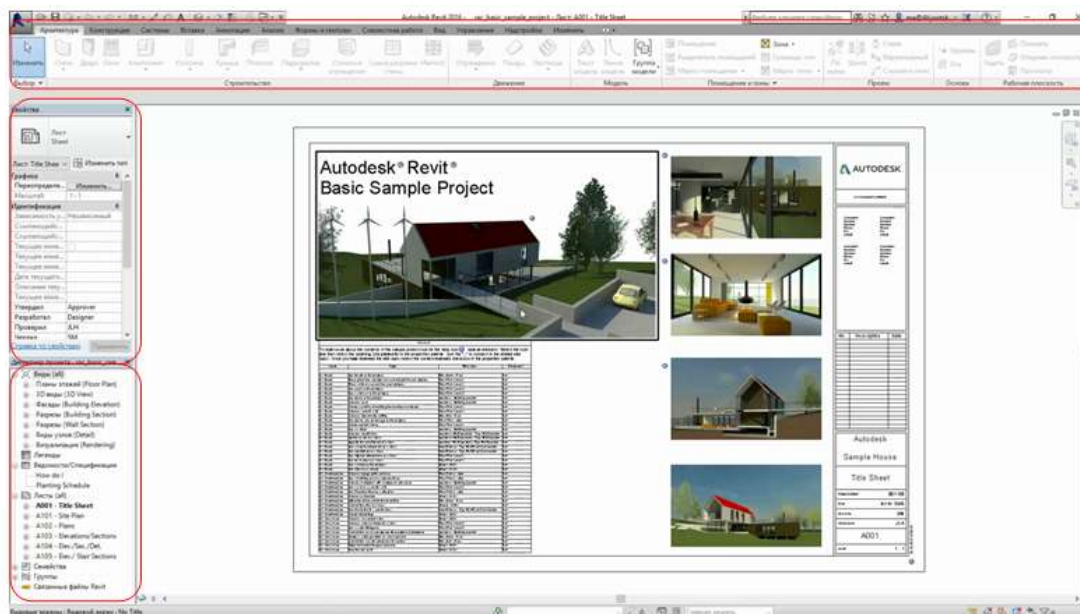


Рисунок 9.8

Диспетчер проекта представляет собой менеджер, где собрана вся информация по нашему проекту. Также в нем собраны все **Виды** по категориям, **Ведомости**, **Листы**, **Семейства** и **Группы** – рисунок 9.9.

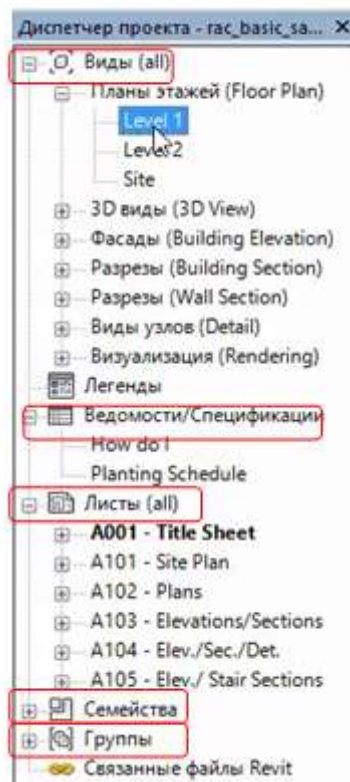


Рисунок 9.9

Окно **Свойства** представляет собой панель, которая показывает основные свойства выбранного объекта. Из него можно зайти в общие свойства конкретного типа элементов, нажав левой клавишей на окно, где показан выбранный элемент – рисунок 9.10.

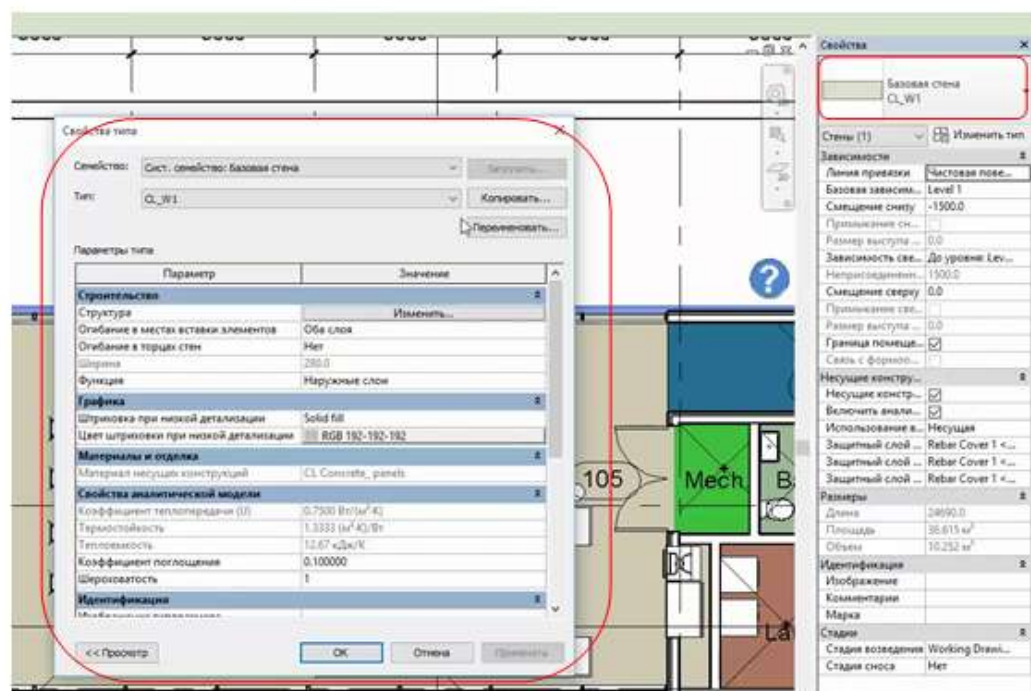


Рисунок 9.10

Каждый вид снизу имеет кнопки для его настройки –рисунок 9.11. Данные кнопки относятся к конкретному виду (в разных видах разные возможности для настройки вида).

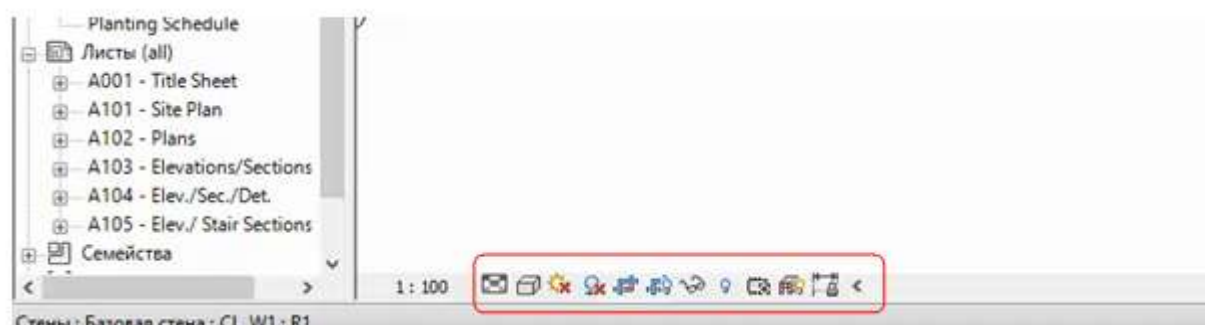


Рисунок 9.11

Чтобы открыть обратно вкладки, которые были закрыты, необходимо на ленте выбрать **Вид** – рисунок 9.12, а затем левой клавишей мыши нажать **Интерфейс пользователя**. Мгновенно открывается окно, где можно поставить галки напротив тех окон, которые нужны вам в данный момент.



Рисунок 9.12

Создание проекта. Понятие шаблона

Любой проект создается на основании какого-либо шаблона. На стартовом экране стандартные шаблоны параметров Revit –рисунок 9.13. Давайте сравним несколько шаблонов.

Сперва рассмотрим Архитектурный шаблон (стандартный шаблон).

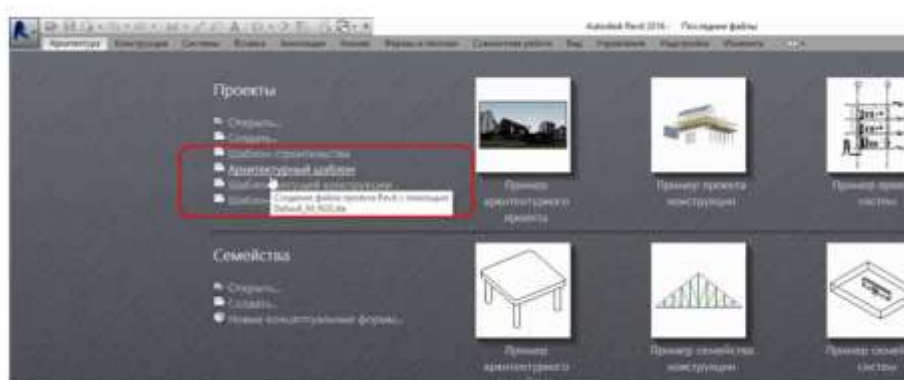


Рисунок 9.13

Давайте рассмотрим другой (настроенный) шаблон.

Чтобы его создать, необходимо в Проектах выбрать **Создать** – рисунок 9.14, и, в открывшемся окне, выбрать **Обзор** и затем указать путь нашего шаблона.

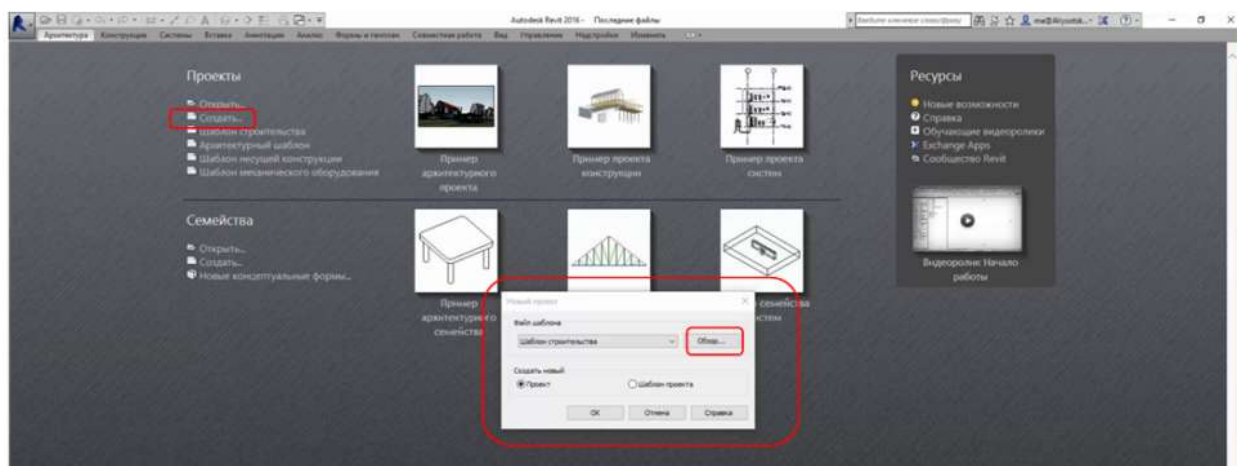


Рисунок 9.14

При проектировании в Revit нужно стремиться к тому, чтобы создать для себя максимально настроенный шаблон, который уберет необходимость совершать много рутинных операций.

Чтобы избежать большое количество ошибок при проектировании, первый делом, запустив Autodesk Revit, нужно отключить функцию **Перетащить элементы на выделение**. В нижнем правом углу – Рисунок 9.15, левой кнопкой мыши нажимаем на соответствующую иконку (рядом с ней должен быть красный крестик, если функция отключена).



Рисунок 9.15

Также данную функцию можно отключить следующим образом. На ленте нужно выбрать **Изменить** и также выбрать Изменить уже в этой вкладке слева, снизу откроется окно, где не должно быть галочки в поле **Перетащить элементы на выделение**.

Выбор элементов. Рамка и фильтр

Выбор объекта (объектов) можно осуществлять рамкой двумя способами: слева направо — рисунок 9.16 и справа налево — рисунок 9.17.

Когда мы выбираем элемент *слева направо*, то выбирается только то, что попадает в рамку целиком (рамка имеет непрерывные границы).

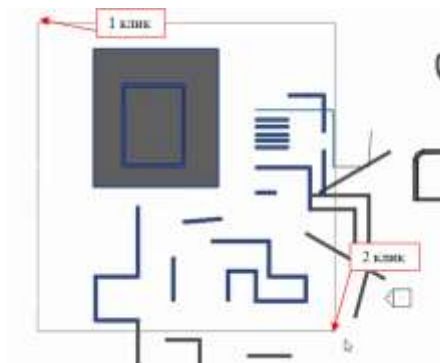


Рисунок 9.15

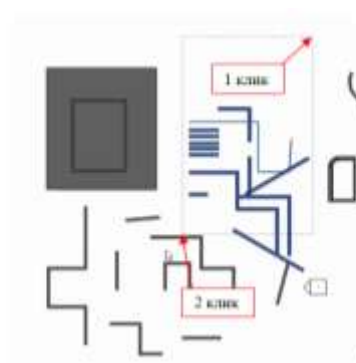


Рисунок 9.16

Выделяя *справа налево*, рамка имеет пунктирные границы и все, что попадает в эти границы, выбирается.

Инструмент *Фильтр*

При выделении большого количества объектов разных категорий, удобно пользоваться инструментом **Фильтр** – рисунок 9.17. С помощью него, можно выбрать те элементы, которые нам нужны в данный момент, отменив выделение у других.

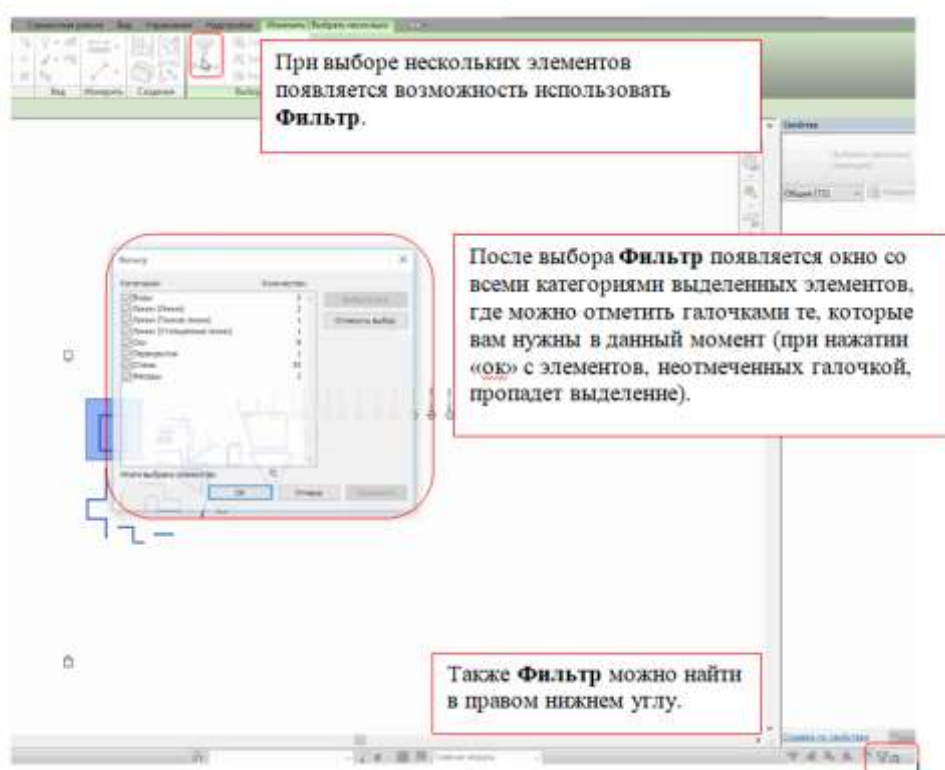


Рисунок 9.17

Клавиша Tab

Очень полезная клавиша – клавиша **Tab**. Когда необходимо выделить цепочку объектов, не нужно щелкать по каждому из них, достаточно просто навести курсор на объект — подсветить его (но не нажимать!) – рисунок 9.18, а затем нажать клавишу **Tab** – цепочка объектов автоматически выберется – рисунок 9.19.



Рисунок 9.18

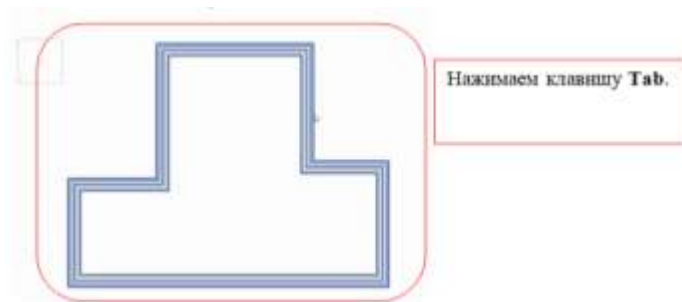


Рисунок 9.19

Навигация по трехмерному виду

На примере архитектурного проекта рассмотрим как выполняется навигация по трехмерному виду. Чтобы перейти к трехмерному виду, необходимо или на ленте выбрать вкладку **Вид**, а затем нажать кнопку **3D вид** – рисунок 9.20 или в **Диспетчер проекта** раскрыть 3D виды и выбрать 3D.

Удобно пользоваться видовым кубом. Куб – условно наша модель, нажимая на его части, можно ориентировать камеру. Если куб по ошибке закрыли, то его можно снова вызвать через вкладку **Вид** и **Интерфейс пользователя** – рисунок 9.21

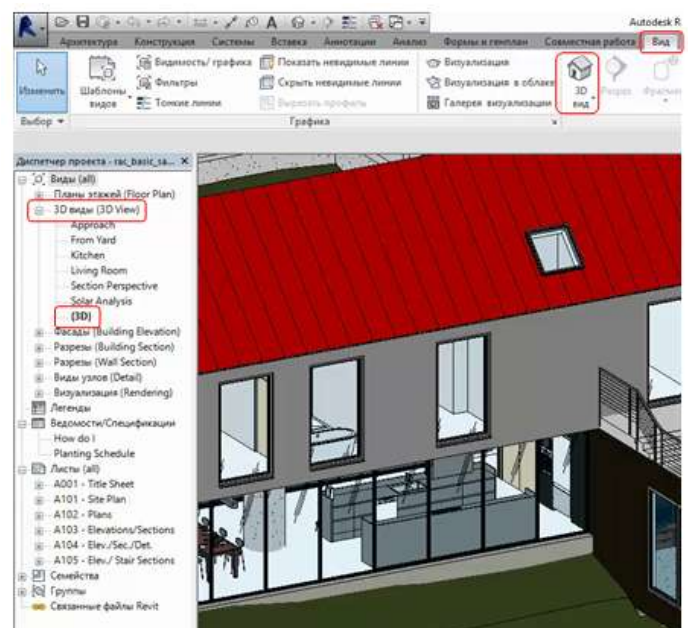


Рисунок 9.20

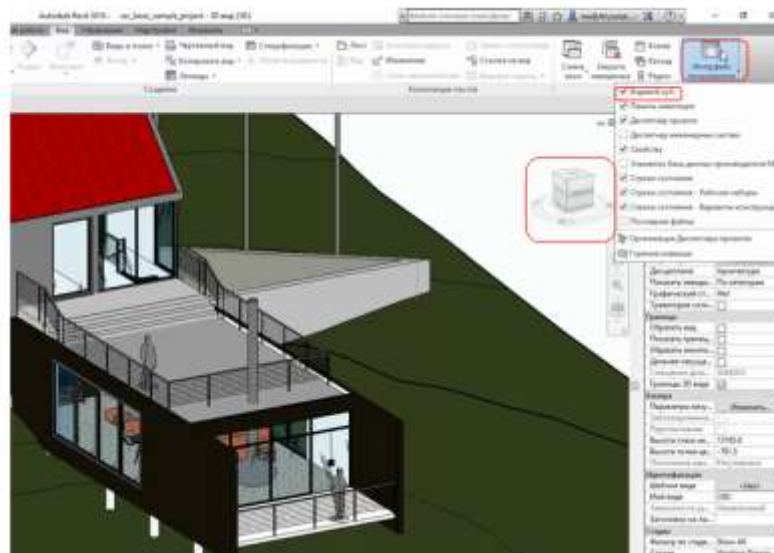


Рисунок 9.21

Работа с видовыми окнами

Каждый раз, когда открываем новое окно, старое не закрывается, а становится фоном. Нормальная раскладка видов значительно упрощает проектирование.

Полезная кнопка **Рядом** — *Мозаичное расположение окон* – рисунок 9.22, позволяет вписать содержимое внутри рабочей области и позволяет работать в каждом виде. Если открыто много окон, то ее неудобно использовать, необходимо закрыть ненужные.



Рисунок 9.22

Если открыт один вид, а другие необходимо убрать, то нужно нажать на ленте кнопку **Закрыть невидимые** – рисунок 9.23 и все фоновые окна закроются.

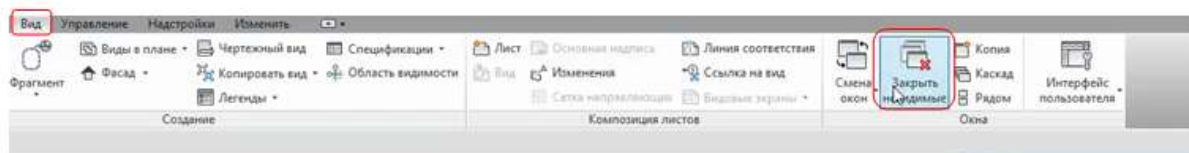


Рисунок 9.23

Как вариант удобной работы с видовыми окнами: сперва с помощью **Закрыть невидимые** убираем лишние окна, а затем, к примеру, открываем *План Этажа, Разрез, 3D вид окна и 3D вид*. Чтобы удобно их расположить на экране, выбираем кнопку **Рядом** – окна удобно расположены и теперь в них во всех можно параллельно работать – рисунок 9.24.

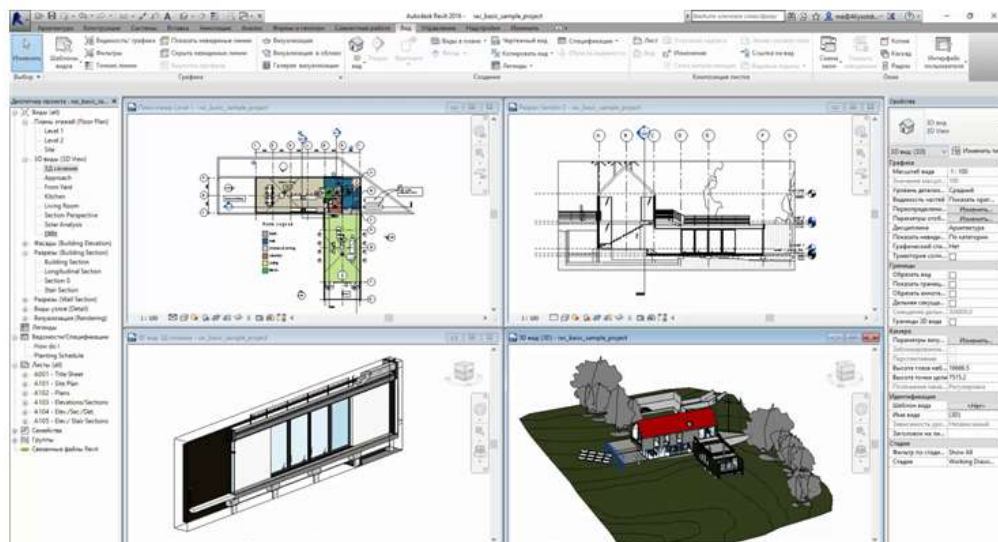


Рисунок 9.24

Масштаб, настройка отображения вида

Проще всего масштаб настраивать на листе. Важно правильно: мы всегда чертим в масштабе 1:1 все наши элементы и объекты. Все, что создаем, указываем в мм: стены, двери, окна, перекрытия и т.п. Никогда ничего не пересчитываем, деля на коэффициент.

Все построения создаем в тех единицах, которые будут на бумаге. К примеру, марка на дверь: по ГОСТ 2,5 мм, у нас 3,5 мм – можно изменить, выделив объект и нажав в **Свойствах Изменить тип**, а затем выбрав соответствующий *Размер текста* – рисунок 9.25.

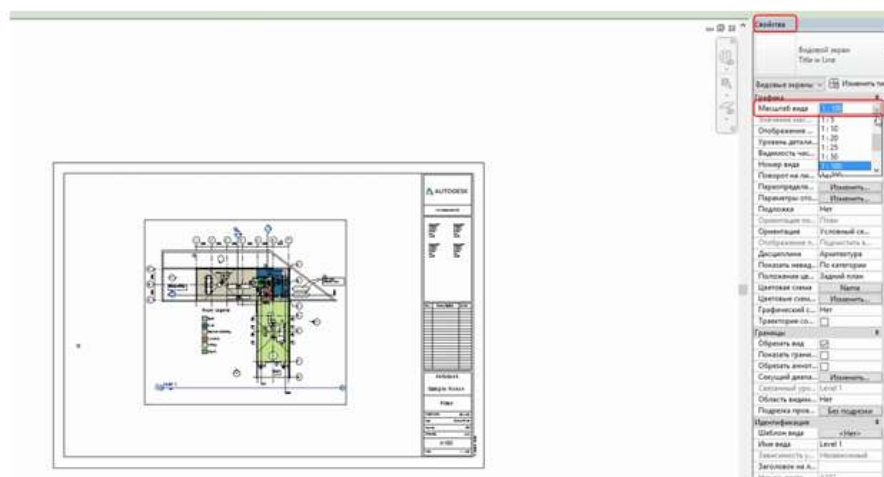


Рисунок 9.25

Внизу экрана есть кнопки, управляющие отображением вида.

К ним относятся:

- **Уровни детализации:** *низкий, средний, высокий* – рисунок 9.26. В зависимости от выбранного уровня мы видим определенную степень детализации у объектов. При этом у загружаемых семейств мы сами можем показывать: что на каком уровне детализации отображать.



Рисунок 9.26

- **Параметры отображения графики.** Чаще всего используются – *Скрытая линия* (ч/б для чертежей) и *Тонированный*. Параметр *Реалистичный* может использоваться для подачи проекта, так как данный режим довольно требовательный к компьютеру (при проектировании не используется). Трассировка лучей позволяет на 3D делать визуализацию, перемещаясь по модели.

- Если на экране есть скривление линий, то в **Параметрах отображения графики** поставить галочку напротив *Применить сглаживание линий* – рисунок 9.27; линии становятся ровнее, но повышается нагрузка на компьютер.

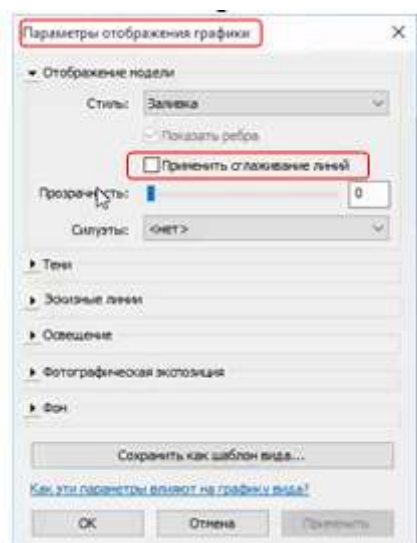


Рисунок 9.27

- Также можно включать **Траектория солнца**, но, как правило, редко используется – рисунок 9.28

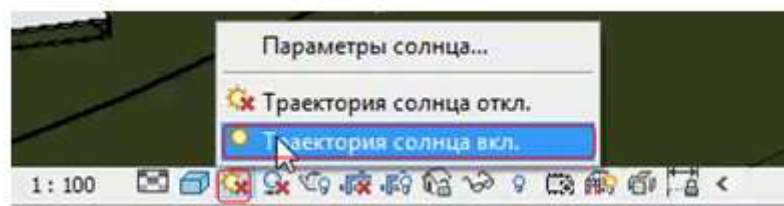


Рисунок 9.28

•Режим **Тени** –рисунок 9.28. На больших объектах модель начинает существенно медленнее работать и обычно такой режим включается только перед подачей проекта.



Рисунок 9.28

9.3. Настройка проекта в Autodesk Revit

Шаблон ► предварительно настроенная среда проекта с необходимыми элементами для моделирования, шрифтами, аннотациями, настроенными спецификациями и т.д.

При первом запуске Revit уже в «коробке» присутствуют шаблоны, такие как:

- Шаблон строительства
- Архитектурный шаблон
- Шаблон несущей конструкции
- Шаблон механического оборудования

Все эти шаблоны под наши стандарты не подходят, для соответствия ГОСТам их необходимо дорабатывать.

На сегодняшний день существуют шаблоны ADSK, которые можно скачать в свободном доступе и адаптировать под нужды вашей компании.

Данные шаблоны можно скачать в конце этой статьи.

Эти шаблоны уже содержат некоторые настроенные спецификации, которые соответствуют ГОСТ. А также настроенные аннотации (такие как размерные стили, высотные отметки, марки и тд).

В дальнейшем происходит настройка шаблона под специфику компании. Если проектируемые объекты однотипные, то будет один шаблон, если имеют свою специфику, то разные шаблоны (например, один шаблон под жилье, а другой под промышленные объекты).

Настройка шаблона

Создать шаблон можно 2 способами:

1-й ► создать шаблон на основе выбранного шаблона, например, шаблоны ADSK. При этом мы поменяем расширение на .rte. В данном шаблоне мы настраиваем все необходимое: начиная от системных семейств и шрифтов до спецификаций. Проверяем все настройки и сохраняем его.

2-й ► это создать проект (расширение .rvt). В рамках данного проекта можно выполнять текущий или уже готовый проект. После того, как проект будет выполнен, переходим во вкладку **Управление** и в параметрах выбираем инструмент **Удалить неиспользуемое**.

В данном инструменте можно чистить либо выборочно, как это делается из диспетчера проекта, либо выбрать все и почистить все сразу, при этом необходимо выполнить данную операцию несколько раз для полной чистки. При этом следует иметь в виду, что все те семейства, шрифты, марки т.д., которые не были использованы будут удалены, т.е. если используется марка в проекте только с одним типоразмером, то сама марка останется в проекте, но неиспользуемые типоразмеры будут удалены из проекта. Поэтому если Вам нужны типоразмеры или семейства, которые не были использованы в данном проекте, но могут быть использованы в аналогичных, то лучше их оставить.

После всех настроек проект можно сохранить как шаблон и удалить из него всю геометрию и аннотацию (удаление в модели, а не в диспетчере).

Хранить все семейства в шаблоне тоже не желательно, так как с увеличением количества семейств в проекте/шаблоне увеличивается объем файла.

Семейства лучше хранить в отдельном месте (например, на сервере) и подгружать по мере необходимости.

Шаблоны семейств

Помимо шаблонов для проектов в Revit изначально есть много шаблонов для создания семейств. Они бывают как для геометрии (включая профили, линии и т.д), так и для аннотаций. Так же шаблоны для одной и той же категории могут разделяться по способу позиционирования: по грани, по стене, по крыши и т.д.

По аналогии с шаблонами для конкретных типовых проектов можно создавать собственные шаблоны семейств. В данные семейства заносятся все параметры, которые используются в конкретной компании.

Файл общих параметров

При работе над проектом, для корректного отображения и сортировки в спецификациях, необходимо чтобы у разных элементов были одни и те же параметры. Это необходимо для исключения ситуаций, когда одно семейство создано и имеет параметр высота – «Высота», а в другом семействе параметр высота – «высота». Для Revit это 2 разных параметра. При этом для того, чтобы в спецификациях был виден параметр, он должен быть общим.

Изначально можно взять **ФОП** (файл общих параметров) ADSK, который дан в приложении к этой статье.

Далее уже при необходимости добавляются новые параметры, которые автоматически записываются в файл ФОП.

Лекция №10 Семейства и библиотеки конструкций в Autodesk Revit

10.1. Понятие о "семействах" и их типы

10.2. Работа с системными семействами

10.3. Загружаемые семейства и контекстные семейства

10.1. Понятие о "семействах" и их типы

Семейства — основные строительные блоки проекта в Revit. Абсолютно каждый проект состоит из семейств.

Семейством называют набор объектов, не идентичных друг другу, но объединённых набором параметров — например, общей функцией и отображением в модели или на чертеже. В рамках одного семейства объекты могут делиться на типы, отличаться по размерам, материалам и другим характеристикам.

Для удобства работы семейства в Revit принято разделять в зависимости от области применения:

→ Категории модели: стены, окна, перекрытия, мебель.

→ Категории чертежа: размеры, оси, марки.

К примеру, семейства «Столы», «Стулья» и «Шкафы» относятся к категории «Мебель», что позволяет специфицировать, маркировать эти элементы и изменять их отображение отдельно от других групп.

Семейства в Revit делятся на 3 типа:

→ Системные семейства,



→ Загружаемые семейства,



→ Контекстные семейства.



Системные семейства — базовые элементы зданий, такие как стены, полы, потолки и лестницы. Такие семейства заранее определены в Revit, их можно копировать и изменять, но нельзя выгрузить из проекта.

Загружаемые семейства используются для создания компонентов: например, окон, дверей, мебели, сантехники. Такие семейства добавляются в проект отдельным файлом, который можно свободно копировать и изменять в редакторе семейств. Семейства этого вида можно не только скачивать из интернета или загружать из библиотеки Revit, но и создавать свои собственные.

Контекстные семейства — это группы уникальных элементов: например, элементы фасада. Они создаются для конкретного проекта и не предполагают повторного использования. Главное отличие контекстного семейства от загружаемого в том, что оно создаётся и редактируется прямо в проекте, а не в отдельном файле. Для этого используется специальный редактор, схожий с обычным редактором семейств.

Даже уникальные объекты Revit видит как отдельный экземпляр семейства. Благодаря этому контекстные элементы можно маркировать и специфицировать наравне с другими семействами.

10.2. Работа с системными семействами

Системные семейства заранее определены разработчиками программы. Такие семейства заключены в основных инструментах, при помощи которых можно создать изменяемые, линейно или по площади, объекты.

Отличительная особенность системных семейств заключается в том, что они хранятся в файле проекта (или в шаблоне проекта) и не могут быть отдельно сохранены во внешних файлах. Редактирование таких семейств происходит при помощи изменения параметров типа и сохранения полученных типоразмеров. Вследствие этому, их редактирование ограничено существующими параметрами и геометрическими свойствами инструментов.

Принадлежность к системному семейству можно определить через кнопку «**Изменить тип**» в окне свойств. У системного семейства будет заблокирована кнопка «**Загрузить**», а существующее семейство будет названо «**Сист. семейство...**».

Также, отличить системное семейство от других типов можно по вкладке «**Изменить**». При выделении элемента семейства, в системных семействах в этой вкладке будут располагаться различные функции для его изменения, но не будет кнопки редактирования самого семейства, как, например, в элементах загружаемых семейств (рисунок 10.1).

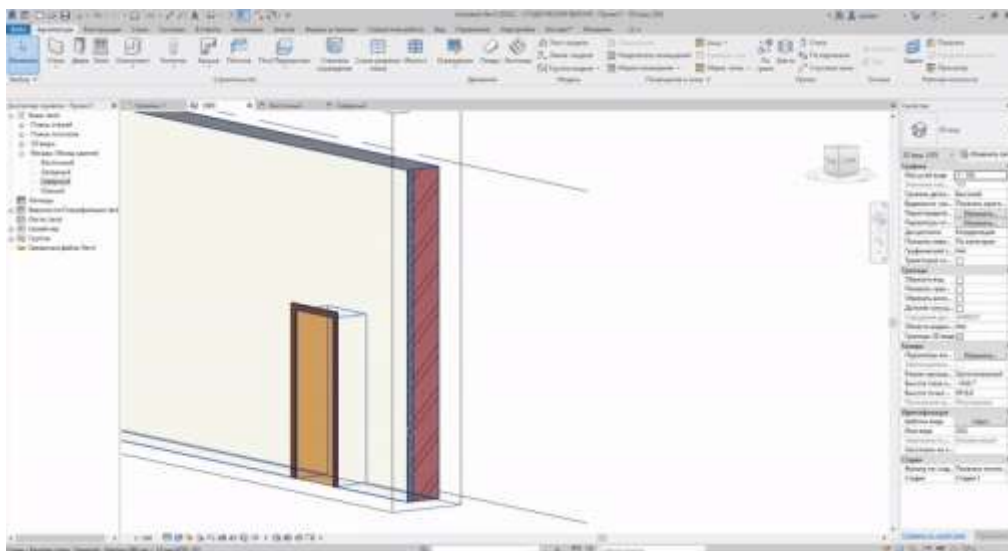


Рисунок 10.1

В таблице 10.1 представлены основные системные семейства, рассортированные по вкладкам инструментов.

Таблица 10.1. Классификация системных семейств

Архитектура	Стены Перекрытия Лестницы Ограждения Крыша Пандус Потолок Стеновое ограждение Оси Уровни
Конструкции	Стены Перекрытия Балочные системы Армирование
Аннотации	Текст Размерные линии Разрезы
Системы	Трубы Воздуховоды Эл. Лотки Гибкие Изоляция Системы

Редактирование системных семейств

Рассмотрим редактирование системного семейства на примере стены.

Настройка системного семейства «Стена» производится при помощи копировании типов и назначения толщины отдельных слоев стены. Полученный тип стены можно сохранить в качестве типоразмера и сохранить в шаблоне проекта (рисунок 10.2).

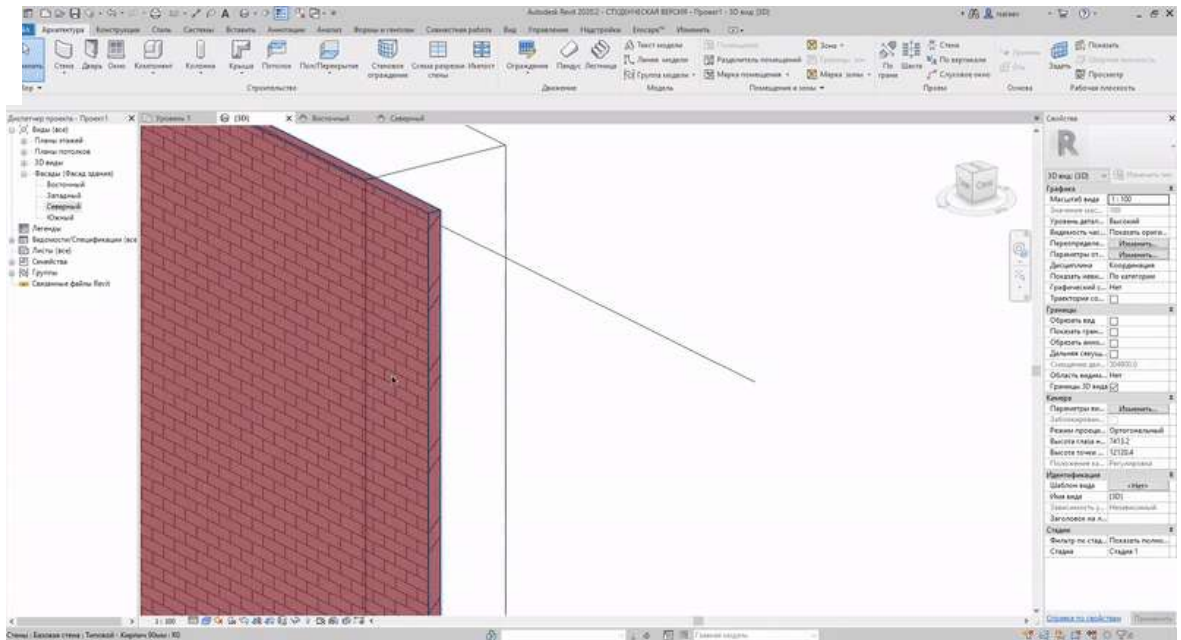


Рисунок 10.2

Таким же образом, через изменение параметров типа, настраиваются и другие системные семейства. Например, размерные линии.

Копирование и удаление типоразмеров системных семейств из разных проектов

Для того, чтобы упростить рутинную работу, рассмотрим возможность копирования параметров системных семейств из одного проекта в другой.

В первую очередь, необходимо открыть проект из которого будут копироваться параметры.

Далее переходим в проект, в который нужно скопировать параметры, и на вкладке «**Управление**» находим функцию «**Копировать стандарты проекта**» (рисунок 10.3).

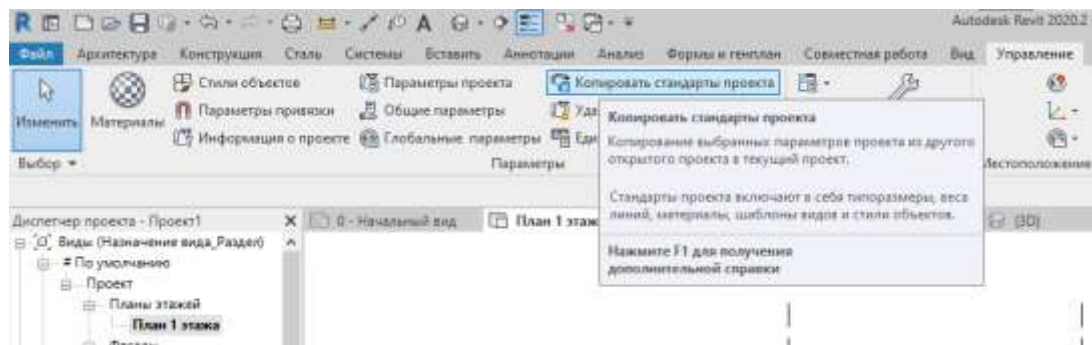


Рисунок 10.3

В открывшемся окне программа представит возможность выбрать проект, из которого будет происходить копирование, а также выбрать сами категории параметров (рисунок 10.4).

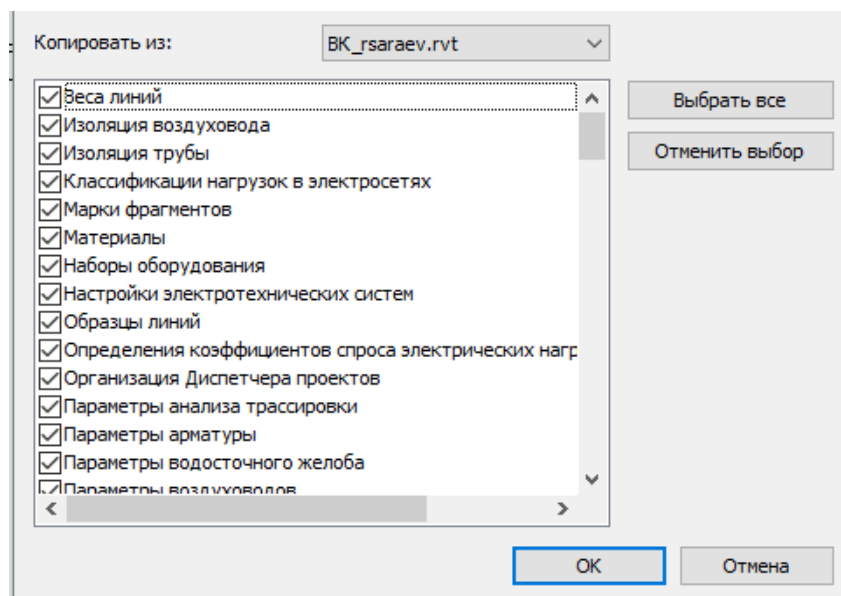


Рисунок 10.4

Скопированные параметры будут находиться в списках типоразмеров системных семейств. Ненужные типоразмеры можно удалить при помощи команды «**Удалить неиспользуемые**» на той же вкладке «**Управление**» (рисунок 10.5).

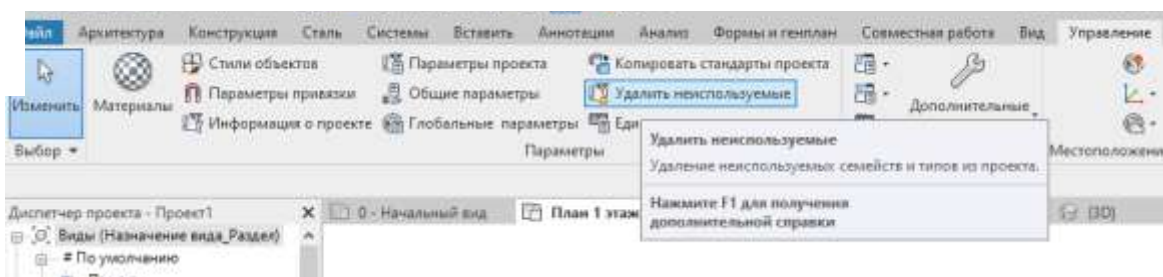


Рисунок 10.5

В открывшемся окне, можно выбрать типоразмеры, которые необходимо удалить. Снизу показывается количество отмеченных типоразмеров, справа есть кнопки быстрого выделения (рисунок 10.6).

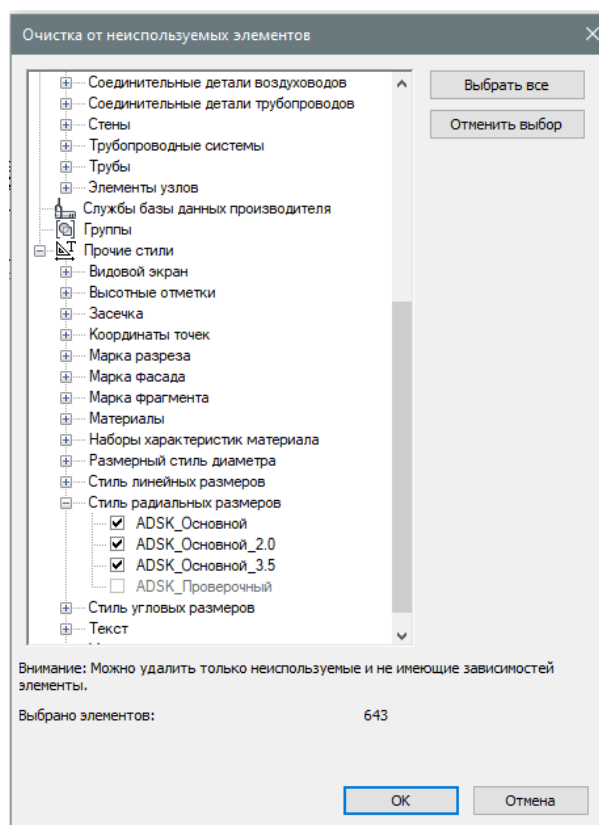


Рисунок 10.6

Добавление собственных параметров в системные семейства

В системных семействах есть возможность задания своих отдельных параметров через «**Параметры проекта**», которые после могут учитываться в таблицах спецификаций (рисунок 10.7).

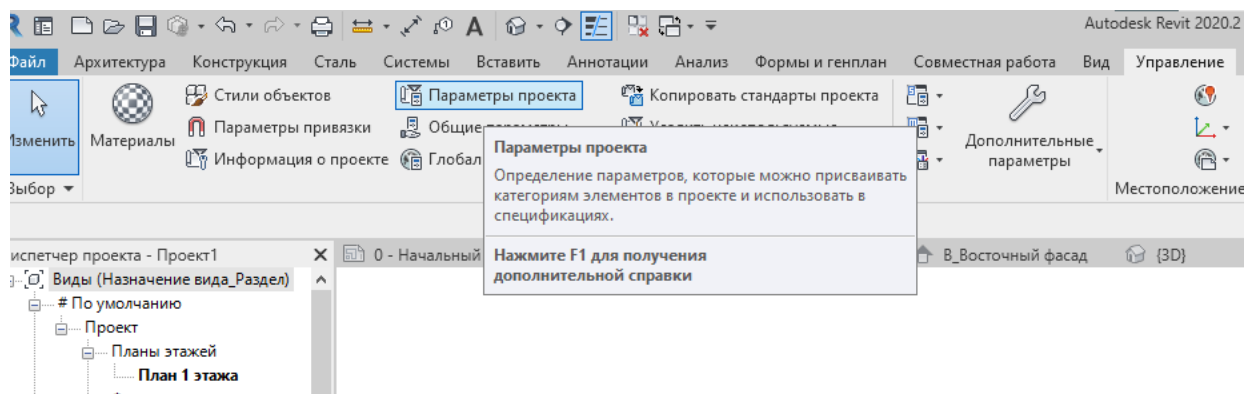


Рисунок 10.7

Параметр можно создать или загрузить из файла общих параметров (ссылка на статью ФОП), а также назначить категории системных семейств, к которым этот параметр будет относиться (рисунок 10.8).

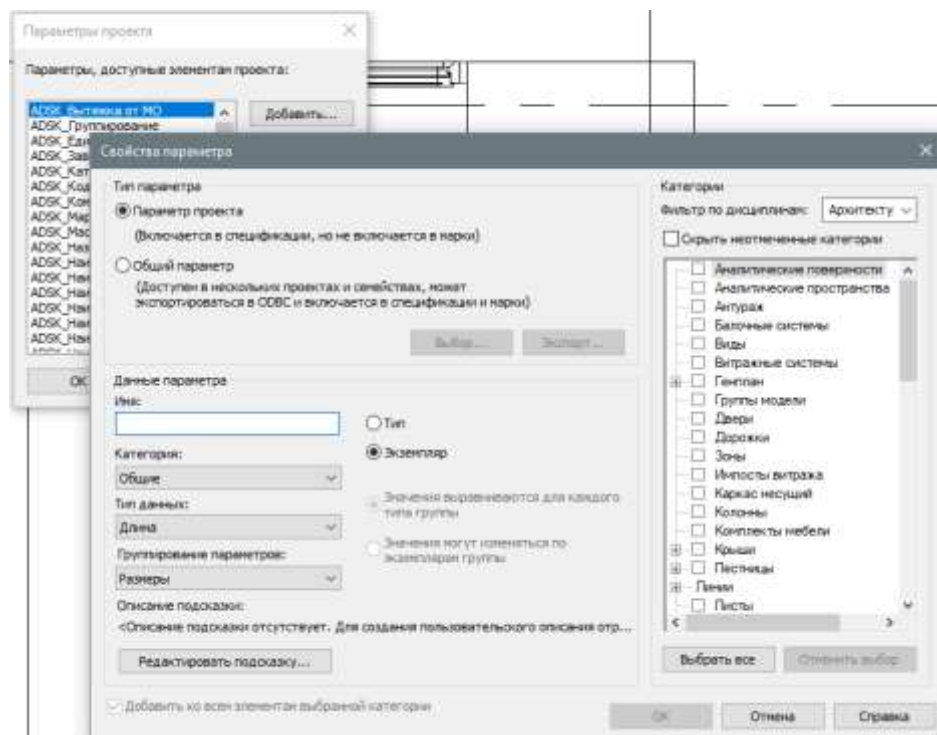


Рисунок 10.8

Созданные параметры будут отображаться на панели свойств системных семейств или в настройках типа, в зависимости от вида параметра.

10.3. Загружаемые семейства и контекстные семейства

ЗАГРУЖАЕМЫЕ СЕМЕЙСТВА

Загружаемые семейства – это семейства объектов, которые поставляются на строительную площадку отдельно. К таким семействам относятся окна, двери, сборный ЖБ, элементы систем, различное оборудование и так далее. Также, к загружаемым семействам, помимо реальных объектов, определяются некоторые аннотации в Revit: марки, обозначения и основные надписи (рисунок 10.9).



Рисунок 10.9

Их название происходит от способа создания. Все загружаемые семейства создаются в отдельном файле с расширением «.rft» на основе файла шаблона с расширением «.rft». Второй определяет тип будущего элемента в проекте. Готовые семейства загружаются в проект со вкладки «изменить» или путем перетаскивания файла (рисунок 10.10).

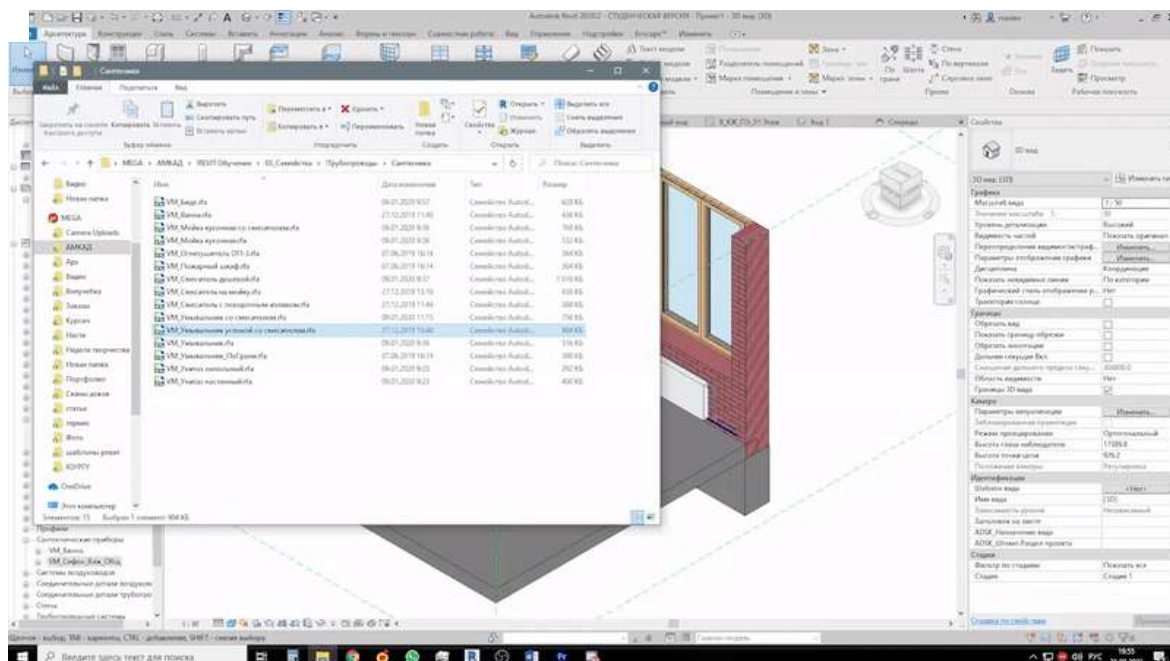


Рисунок 10.10

Загруженные в проект семейства, отображаются в диспетчере проекта во вкладке «Семейства». Расстановка производится либо непосредственно из диспетчера проекта, либо при помощи инструмента, определяющего семейство.

В файле семейства задаются все зависимости геометрии и параметры объекта. Также могут создаваться типоразмеры объекта. Благодаря этому, загружаемые семейства имеют огромный функционал и гибкость внутри проекта (рисунок 10.11).

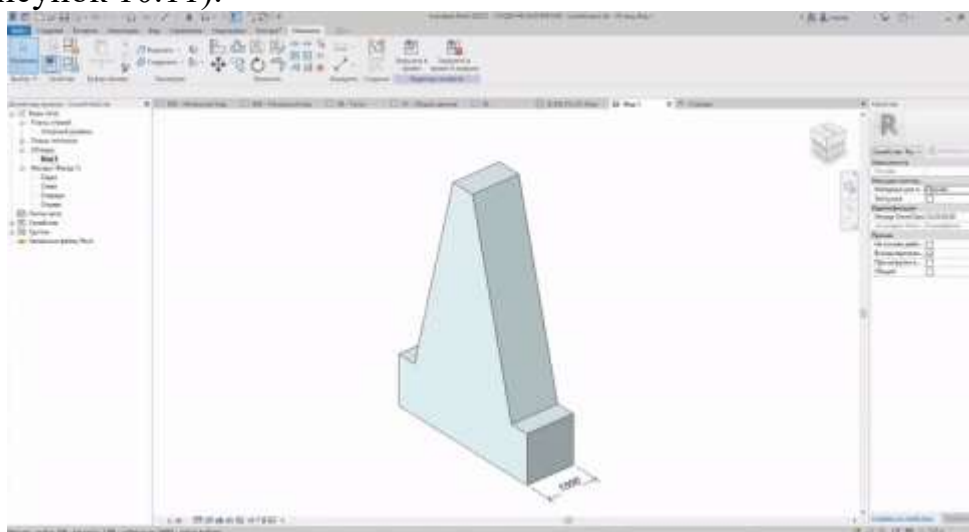


Рисунок 10.11

КОНТЕКСТНЫЕ СЕМЕЙСТВА

Контекстные семейства в Revit во многом являются вспомогательным инструментом для построения уникальной геометрии. Так, например, при помощи них можно построить различной кривизны стены, витражи и так далее. Зачастую это пригождаются архитекторам и дизайнерам для создания форм, мебели и других уникальных элементов (рисунок 10.12).

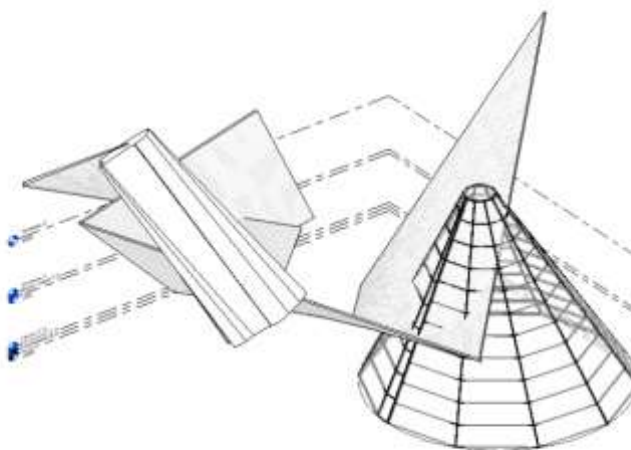


Рисунок 10.12

Отличительная особенность таких семейств заключается в том, что они создаются и хранятся внутри конкретного проекта, а также могут использовать его геометрию как основу.

Создание контекстных семейств происходит со вкладки «**Архитектура**» в выпадающем списке кнопки «**Компонент**» (рисунок 10.13).

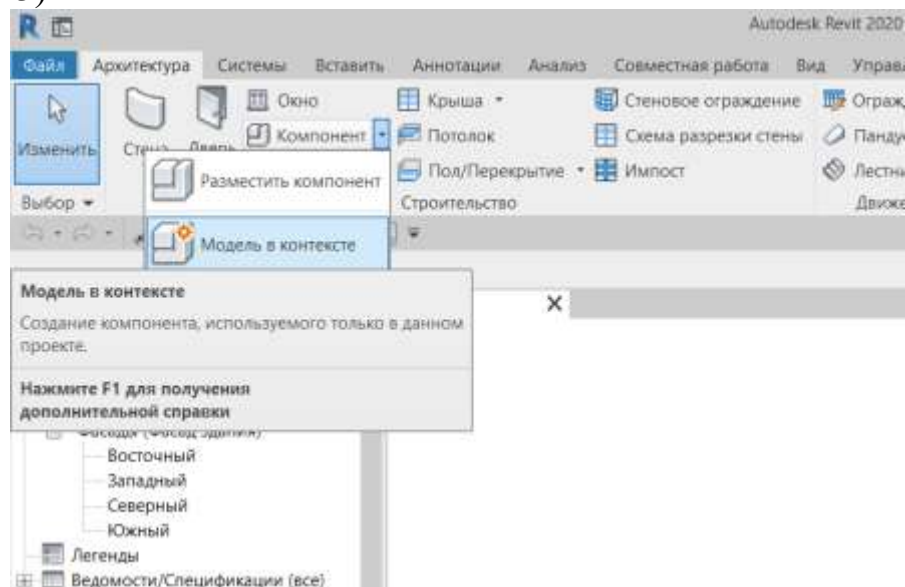


Рисунок 10.13

Перед созданием модели в контексте, нужно определить её тип. Далее, в зависимости от выбранного типа, будут представлены различные инструменты моделирования (рисунок 10.14, 10.15).

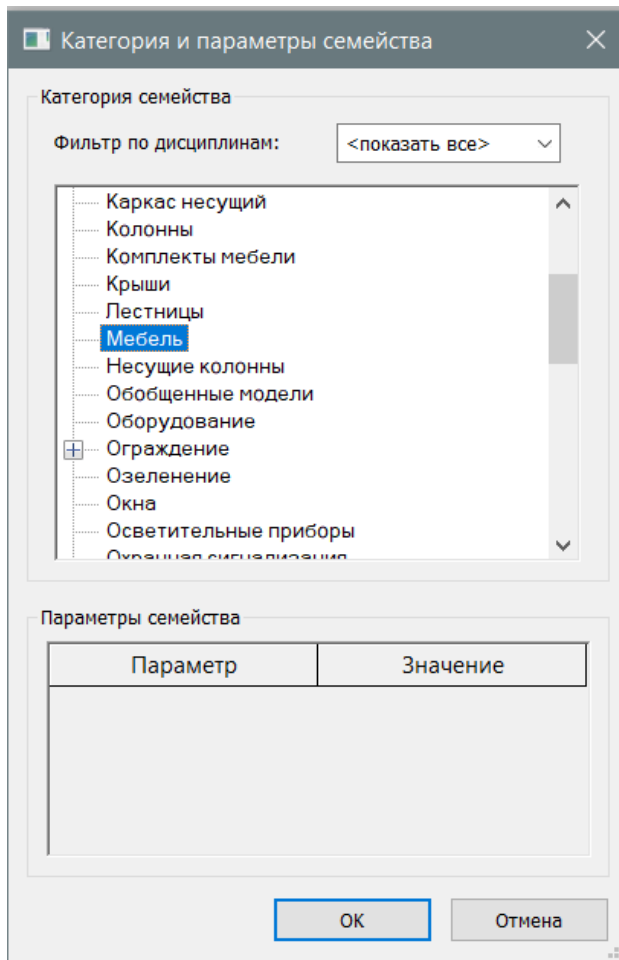


Рисунок 10.14

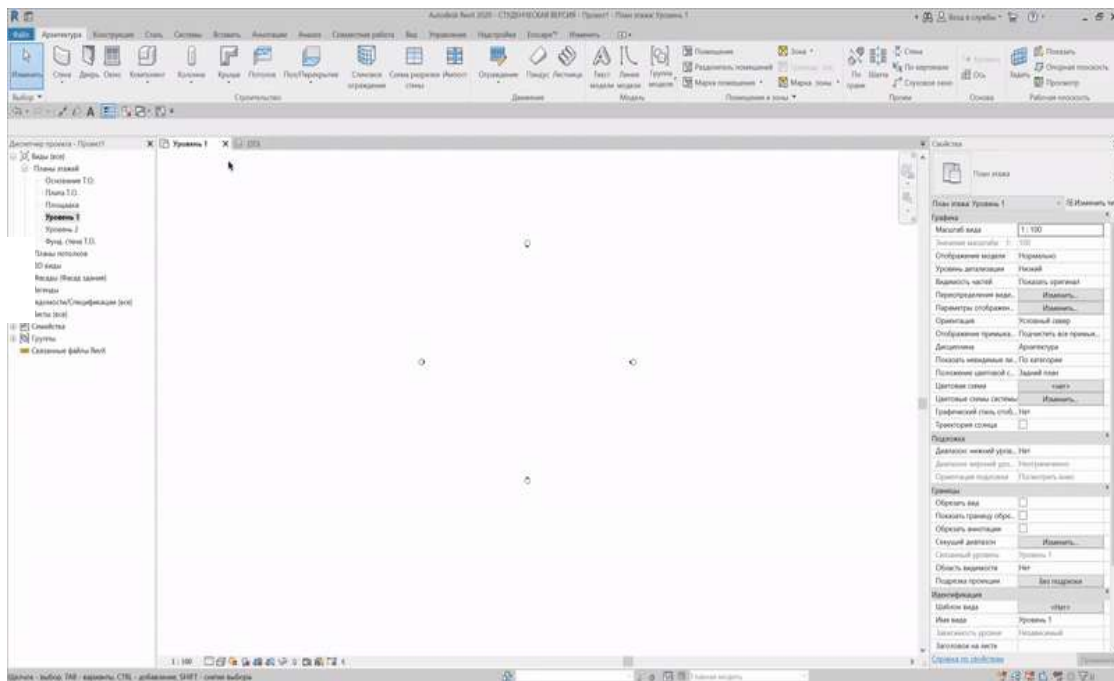


Рисунок 10.15

11.1. Понятие о коллизиях и их типы

11.2. Проверка коллизий аналитической и физической модели

11.3. Связь приложений для расчета и проектирования

11.1. Понятие о коллизиях и их типы

Коллизия в строительстве – ошибочные пересечения инженерных систем между собой и с несущими конструкциями или архитектурными элементами.

Проектировщику на протяжении проекта необходимо отслеживать коллизии в BIM-модели и своевременно их устранять.

Выделено три категории проверок и выявляемых коллизий: «1», «2», «3». Описание категорий приведено в таблице 11.1. В первую очередь необходимо устранять коллизии категории «А», т.к. они в большей степени влияют на качество проектных решений.

Наименование проверок выполнено в следующем формате:

[Шифр][Категория][Описание проверки]_[Допуск]

Таблица 11.1. Категории проверок

Категория	Описание
1	Коллизии, непосредственно влияющие на проектные решения и в целом на качество проекта. Примеры: • пересечения инженерных систем и ж/б колонн, балок, капителей (отсутствие разводки); • пересечения инженерных систем и ж/б стен, перекрытий (отсутствие отверстий или разводки); • пересечения между инженерными системами (отсутствие разводки); • пересечения машиномест и инженерных систем (в некоторых случаях – ошибки при проектировании); • несоответствие проемов АР и КР (нескоординированность между разделами).
2	Коллизии, преимущественно являющиеся следствием ошибок при моделировании, влияющие на объемы и на качество модели. Примеры: • дублирование элементов (ошибки при моделировании); • пересечения внутри моделей АР (ошибки при моделировании);

	• пересечения внутри моделей КР (ошибки при моделировании); • пересечения между моделями АР и КР (ошибки при моделировании).
3	Коллизии, напрямую не влияющие ни на объемы, ни на проектные решения, но требующие внимания, т.к. в определенных случаях могут повлиять на проектные решения. Данный тип коллизий требует детального анализа. Примеры: • пересечения труб небольшого диаметра со стенами (при прокладке труб крупными пучками – отсутствие отверстий); • пересечения инженерных систем и потолков (допускается перпендикулярное пересечение и не допускается параллельное); • пересечения труб небольшого диаметра с другими инженерными системами (при разводке в стесненных условиях, могут повлиять на высоту потолков); • пересечения мебели и зон обслуживания.

Допускается наличие в моделях «фиктивных» коллизий, возникающих в результате условностей при моделировании, а также особенностей прорисовки геометрии (рисунок 11.1). Примеры «фиктивных» коллизий:

- пересечение трубопроводов с соединительными деталями или арматурой при раструбном соединении;
- пересечение кривых поверхностей, возникающие в результате сегментации дуги.

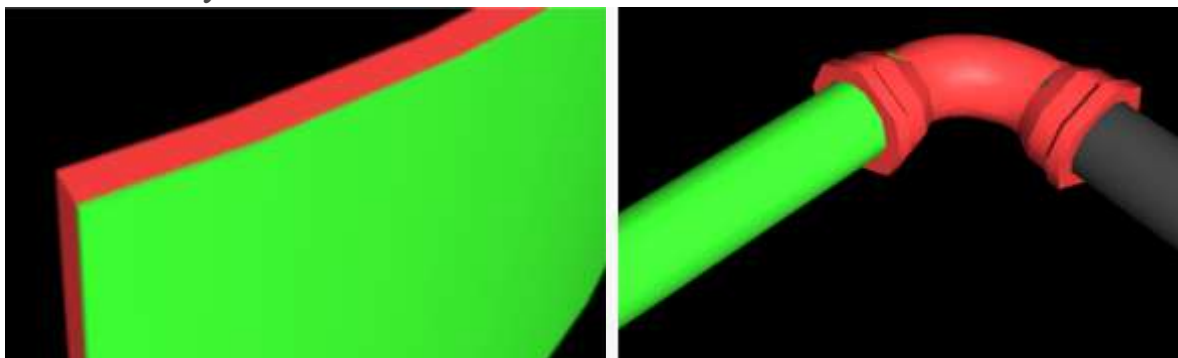


Рисунок 11.1

Коллизии категорий 2 и 3 могут попадать в допуски при моделировании. Каждый такой случай анализируется и согласуется с участниками рабочей группы.

11.2. Проверка коллизий аналитической и физической модели

Проверка коллизий аналитической и физической моделей в пределах заданных допусков

1. Выберите вкладку "Анализ" ► панель "Инструменты аналитической модели" ►  ("Целостность").
2. В окне сообщения о том, что для оценки модели будут использованы критерии проверки, выбранные в диалоговом окне "Параметры каркаса", нажмите кнопку "ОК".
3. Проанализируйте эти сообщения и внесите в проект соответствующие изменения (рисунок 11.2).

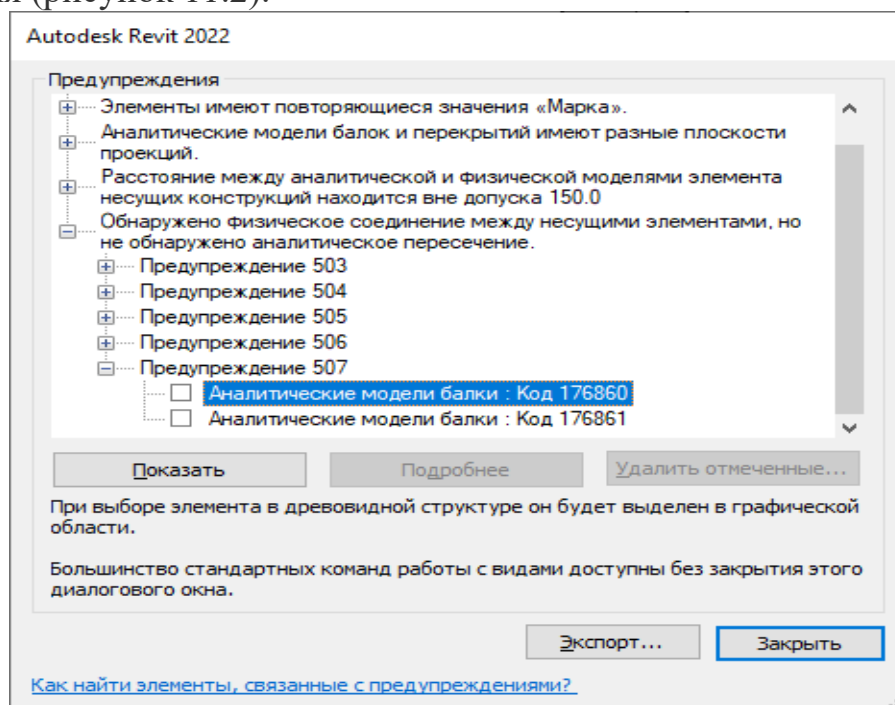


Рисунок 11.2

Пример предупреждения: аналитический элемент без параметров конструкции (рисунок 11.3)..

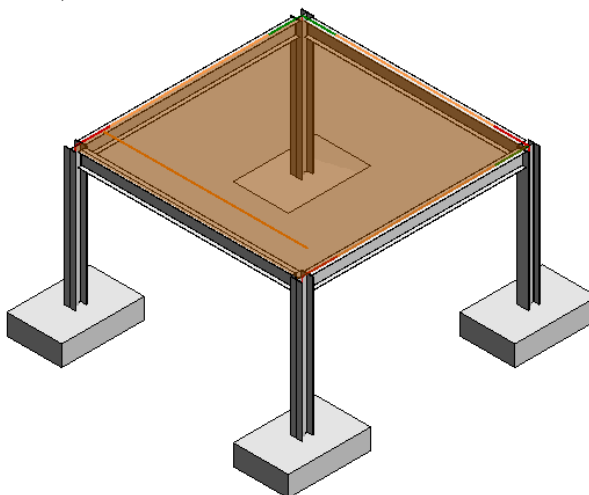


Рисунок 11.3 — Вид аналитического элемента без параметров конструкции

Проверка опор элементов

Для выявления соответствующих ошибок проверяйте аналитическую модель.

1. Выберите вкладку **"Анализ"** ► панель **"Инструменты аналитической модели"** ►  (**"Опоры"**).
2. В окне сообщения о том, что для оценки модели будут использованы критерии проверки, выбранные в диалоговом окне **"Параметры каркаса"**, нажмите кнопку **"ОК"**.
3. Проанализируйте эти сообщения и внесите в проект соответствующие изменения (рисунок 11.4, 11.5, 11.6, 11.7).

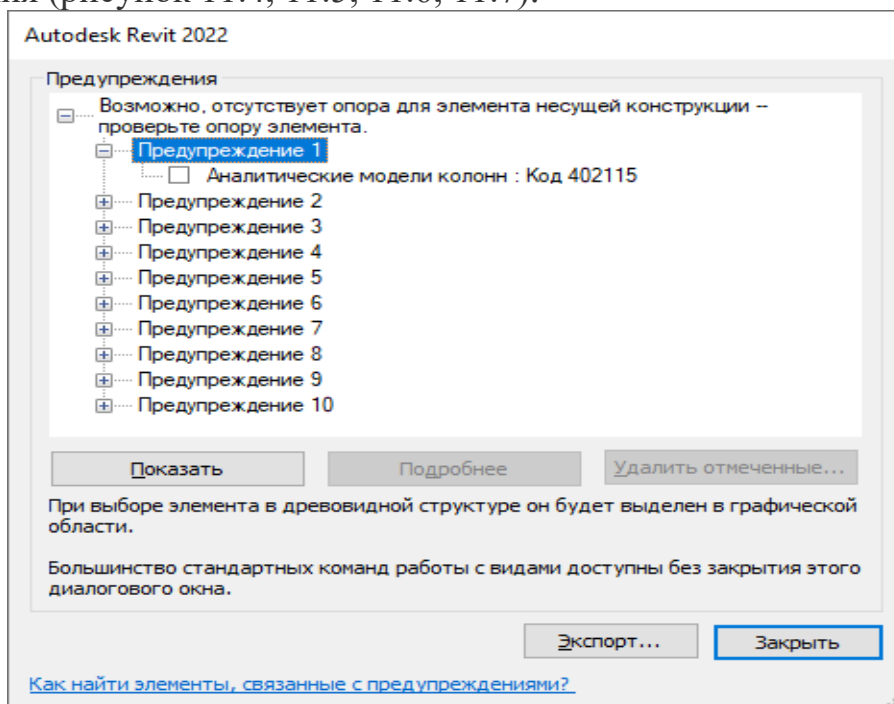


Рисунок 11.4 — Предупреждение о неподдерживаемом элементе

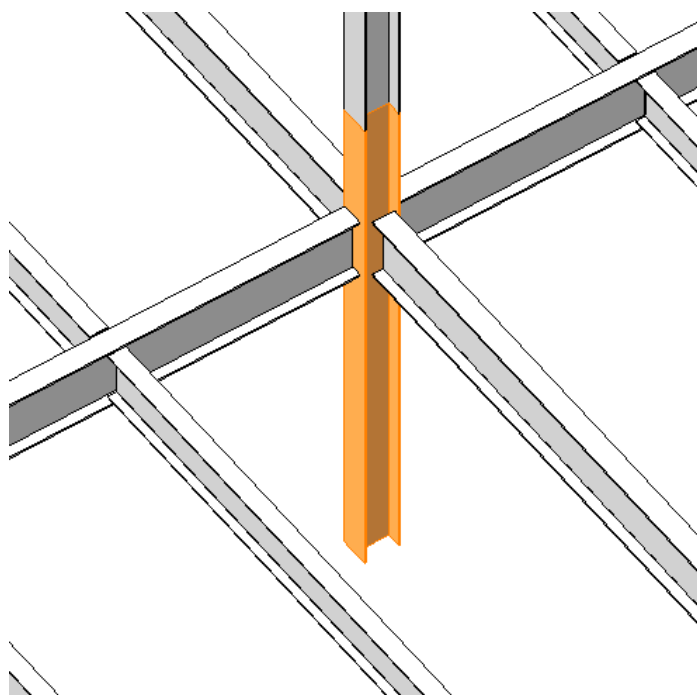


Рисунок 11.5 — Просмотр неподдерживаемых элементов

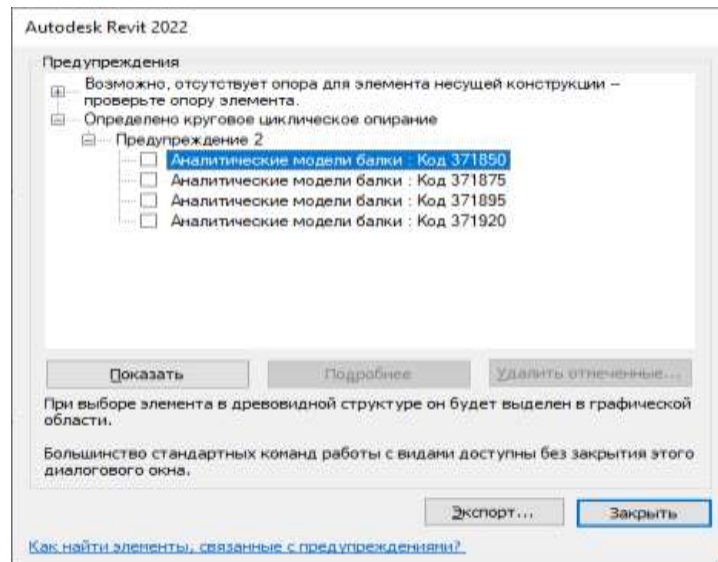


Рисунок 11.6 — Предупреждение о круговом циклическом опирании

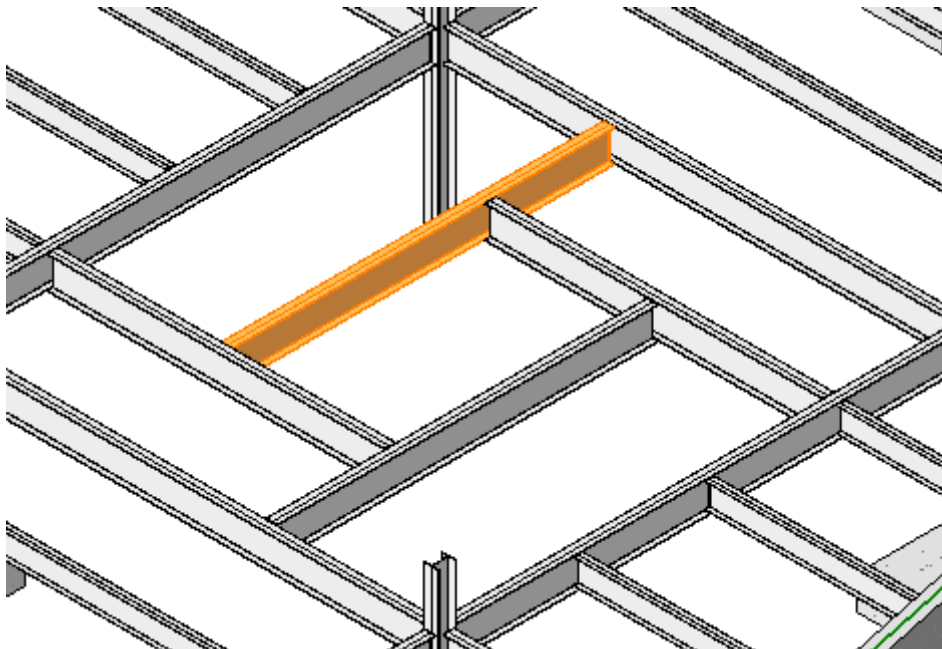


Рисунок 11.7 — Просмотр кругового циклического опирания

11.3. Связь приложений для расчета и проектирования

Программный интерфейс приложения (API) позволяет связать проекты с программами анализа и проектирования. С помощью элементов интерфейса API можно внести изменения в размеры и геометрию модели. Такими изменениями могут быть удаление элементов, изменение местоположения элементов или добавление элементов.

После их подтверждения с помощью программ расчета их можно импортировать обратно в **Revit**. Все виды, в том числе планы каркаса, фасады, разрезы и листы выносных элементов, обновляются в соответствии с изменениями, импортированными в **Revit**.

Кроме того, в Revit импортируются некоторые внутренние параметры программ расчета.

Выберите вкладку "Надстройки" > панель "Внешние" > раскрывающийся список "Внешние инструменты" > "Отправить модель" для экспорта модели из **Revit** в приложение анализа.

Запускается программный интерфейс приложения (API).

Прим.: Панель "Внешние" доступна только после установки программы для расчетов, созданной сторонними разработчиками и разрешенной для использования.

Передача обновлений из расчетной программы в Revit

Можно вызвать расчетную программу с помощью интерфейса API или выполнить запись данных в файл экспорта для использования в дальнейшем. Если API открывает программу и запускает модель, API также возвращает обновления в модель Revit.

Лекция № 12 Программный комплекс Ли́ра

12.1. Обзор компонентов программного комплекса и возможностей

12.2. Первый запуск, настройки, интерфейс

12.3. Выполняемые расчеты в ПК ЛИРА

12.1. Обзор компонентов программного комплекса и возможностей

Многофункциональный поможет спроектировать и рассчитать строительные конструкции в процессе информационного моделирования зданий (BIM).

ПК ЛПРА-САПР состоит из нескольких взаимосвязанных информационных систем, обеспечивающих высокую технологичность работы с комплексом, начиная с этапа создания расчетной модели, и заканчивая вопросами к конструированию элементов.

ВИЗОР-САПР - это основная графическая система, единая графическая среда, располагающая обширным набором возможностей и функций для формирования адекватных конечноэлементных и суперэлементных моделей рассчитываемых объектов, их анализа и корректировки, описания физико-механических свойств материалов, задания нагрузок и воздействий (в том числе взаимосвязей между различными загружениями с целью определения их наиболее опасных сочетаний), наглядной визуализации (на основе высокопроизводительных графических решений) параметров напряженно-деформированного состояния (изополя перемещений и напряжений, эпюры усилий и прогибов), отображения мозаики разрушения элементов, главных и эквивалентных напряжений, форм потери устойчивости, анимации колебаний конструкции и др.

САПФИР-КОНСТРУКЦИИ - это так называемый архитектурный препроцессор, реализующий цепочку «Архитектурная модель - Аналитическая модель - Расчетная схема», который позволяет

пользователю задавать исходную информацию, оперируя такими конструктивными элементами как плита, диафрагма, колонна, лестница, пандус и др.

Расчетные процессоры (солверы), входящие в состав ПК ЛИРА-САПР и реализующие современные высокопроизводительные методы решения систем уравнений большой вычислительной размерности, используются для расчета созданной модели (т.е. определения напряженно- деформированного состояния конструкций), сформированной на основе метода конечных элементов в перемещениях.

Библиотека конечных элементов, реализованных в ПК ЛИРА-САПР, достаточно представительна и позволяет создавать адекватные расчетные модели практически без ограничений на описание реальных свойств рассчитываемых объектов. Имеются возможности задания линейных и нелинейных законов деформирования материалов (в том числе реализованы законы деформирования различных классов железобетона), учета геометрической и конструктивной нелинейностей. Допускается наличие абсолютно жестких вставок в одномерных (стержневых) и двумерных (плоскостных) конечных элементах.

Вспомогательные расчетные процессоры призваны упростить и автоматизировать работу расчетчика и позволяют проводить дальнейшие исследования расчетной модели по результатам основного расчета. Система РСУ позволяет произвести выбор наиболее опасных сочетаний усилий по критерию экстремальных напряжений и в соответствии с нормативными национальными требованиями многих стран.

Система РСН позволяет определить перемещения, усилия и напряжения от стандартных и произвольных линейных комбинаций загружений, причем под стандартными линейными комбинациями понимаются комбинации (сочетания), определенные соответствующими нормативными документами.

Система УСТОЙЧИВОСТЬ дает возможность выполнить проверку общей устойчивости рассчитываемого объекта с определением коэффициента запаса и формы потери устойчивости.

Система ЛИТЕРА реализует вычисление главных и эквивалентных напряжений по различным теориям прочности.

Система ФРАГМЕНТ позволяет определить силы воздействия одного фрагмента рассчитываемого сооружения на другой как нагрузку (так, например, могут быть определены нагрузки, передаваемые наземной частью расчетной схемы на фундаменты). Процессор Вариации моделей предоставляет возможность комбинировать результаты расчета топологически идентичных расчетных схем, варьируя граничные условия, жесткостные характеристики, параметры упругого основания, жесткости узлов и т.п.

Система КС-САПР (конструктор стандартных сечений) и *система КТС-САПР* (конструктор тонкостенных сечений) представляют собой специализированные графические среды для формирования сечений

произвольной конфигурации, снабженные расчетными модулями для определения осевых, изгибных, крутильных и сдвиговых характеристик, секториальных характеристик, координат центров изгиба и кручения, моментов сопротивления и формы ядра сечения, а при наличии усилий в заданном сечении производится визуализация текущих, главных и эквивалентных напряжений (соответствующих различным теориям прочности), эпюр секториальных характеристик.

В ПК ЛИРА-САПР реализованы возможности автоматизации конструирования стальных и железобетонных элементов рассчитываемого объекта по результатам комплекса проведенных основных и вспомогательных расчетов.

Конструирующая система **АРМ-САПР** позволяет выполнить подбор площадей сечения арматуры колонн, балок, плит и оболочек по первому и второму предельным состояниям в соответствии с нормативами стран СНГ, Европы и США, в том числе с заданием произвольных характеристик бетона и арматуры (что особенно важно при расчетном обосновании на этапах реконструкции строительных объектов), имеются возможности объединения нескольких однотипных элементов в конструктивный элемент с увязкой арматуры по всей длине последнего.

Допускается функционирование системы в локальном режиме (**ЛАРМ-САПР**) с подбором арматуры и проверкой заданного армирования для одного элемента, причем по результатам соответствующих расчетов в автоматизированном режиме формируются чертежи балок и колонн, производится создание выходных файлов чертежей.

Конструирующая система **СТК-САПР** может работать в двух режимах - подбор сечений элементов стальных конструкций (таких как фермы, колонны и балки), и проверка заданных сечений в соответствии с нормативами стран СНГ, Европы и США; также допускается объединение нескольких однотипных элементов в конструктивный элемент, а сама система может функционировать в локальном режиме, позволяя проверить несколько вариантов при конструировании рассматриваемого элемента.

Система РС-САПР, информационно связанная с системой **СТК-САПР**, позволяет редактировать используемую сортаментную базу прокатных и сварных профилей.

Система ДОКУМЕНТАТОР осуществляет формирование отчетов по результатам работы с комплексом, обеспечивая наглядное представление (в том числе экспорт в офисные приложения) всей необходимой информации в графическом и текстовом (табличном, в том числе с возможностью последующей обработки данных в программе Дизайнер таблиц) видах.

На базе ПК ЛИРА-САПР разработано также несколько специализированных расчетно-графических систем.

Система МОНТАЖ-плюс реализует моделирование работы сооружения в процессе возведения при многократном изменении расчетной схемы и позволяет выполнять моделирование возведения высотных зданий из монолитного железобетона с учетом изменений жесткости и прочности

бетона, вызванных временным замораживанием уложенной смеси и иными факторами.

Система МОСТ дает возможность произвести построение поверхностей и линий влияния в мостовых сооружениях от подвижной нагрузки.

Система ДИНАМИКА-плюс реализует метод прямого интегрирования уравнений движения по времени, обеспечивая адекватное компьютерное моделирование вынужденных колебаний физически и геометрически нелинейных систем.

Система КМ-САПР позволяет получить полный комплект чертежей КМ в среде AutoCAD (монтажные схемы с маркировкой элементов и узлов, ведомости элементов, чертежи узлов с трехмерной визуализацией, а также их спецификации) на основании результатов расчета стальных конструкций (элементов и узлов).

Система САПФИР-ЖБК обеспечивает формирование в автоматизированном режиме рабочих чертежей армирования плит и диафрагм (раскладка арматуры, спецификации, ведомости деталей и др.) по результатам подбора арматуры в плитах перекрытий и диафрагмах.

Система ГРУНТ выполняет построение трехмерной модели грунтового массива по данным инженерногеологических изысканий (положение и характеристики скважин), а также реализует определение коэффициентов постели в каждой точке проектируемой фундаментной плиты.

ПК ЛИРА-САПР позволяет использовать различные действующие системы единиц измерения, как на этапе создания модели, так и при анализе результатов расчета.

Возможности ЛИРА-САПР:

1. Подбор и расчет строительных конструкций на различные виды воздействий.
2. Получение готовых рабочих чертежей КМ или отдельных элементов.
3. Связь с другими профильными программными комплексами (AutoCad, Allplan, Revit и т.д.).
4. Развитый дружественный интерфейс с возможностью 3D-визуализации на любом шаге проектирования, различные виды предоставления информации – в графическом и табличном виде.
5. Режим вариантного проектирования поможет быстро подобрать необходимые материалы и сечения в рамках одной задачи.
6. Большой список видов динамического воздействия для расчетов: сейсмическая активность, ветер, импульсные и вибрационные нагрузки, удары и т.д. Предусмотренные нормы сейсмической активности для России и некоторых других стран.
7. Обширная библиотека конечных элементов поможет реализовать конструкции практически без ограничений.
8. Модули физической и геометрической нелинейности позволяют смоделировать процесс нагрузки с учетом деформаций до момента разрушения конструкции.

Для пользователей в поставке предусмотрено обучающее пособие, а специалисты технической поддержки всегда придут на помощь. Кроме того, реализована база знаний, в которой можно найти ответы практически на любой вопрос, и большое количество видеоуроков, на которых наглядно разобраны основные возможности программы и реализация расчетов.

12.2. Первый запуск, настройки, интерфейс

На главной странице меню приложения находится список документов, которые открывались последними. Меню приложения содержит основные команды работы с файлами ВИЗОР-САПР, такие как: **Создать, Открыть, Сохранить, Закрывать, Импорт/Экспорт** и команды настройки параметров (рисунок 12.1).

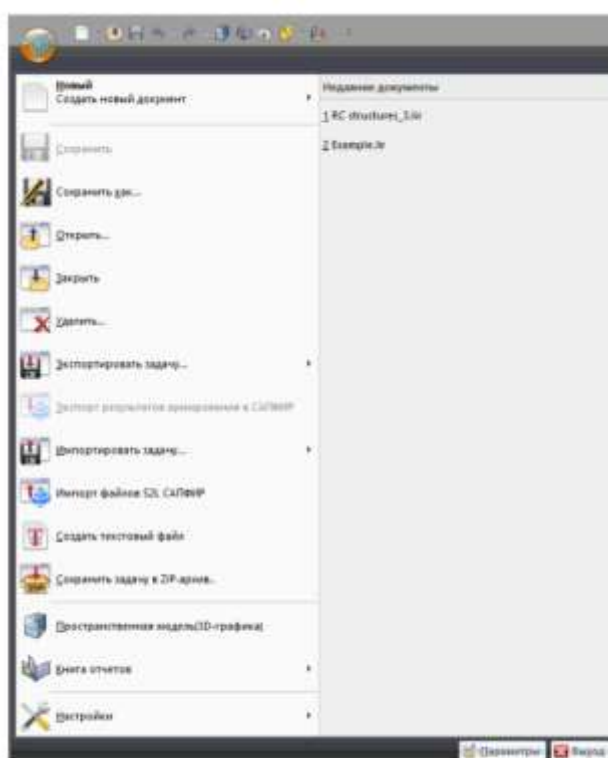


Рисунок 12.1

Меню приложения – операции, обеспечивающие работу с файлами, которые использует ВИЗОР-САПР.

При активизации меню приложения на его левой панели отображается список команд, а на правой панели отображается либо список **Недавние документы**, либо команды раскрывающихся меню, если на них установлен курсор мыши. В нижней области меню расположена кнопка **Параметры** для настройки панели быстрого доступа, способа отображения контекстных вкладок и панели быстрого доступа, а также назначения сочетаний клавиш и кнопка **Выход** из ПК ЛИРА-САПР.

Меню приложения содержит следующие группы команд: **Новый** (рисунок 12.2) – раскрывающееся меню. Создание файла новой задачи с выбранным признаком схемы.

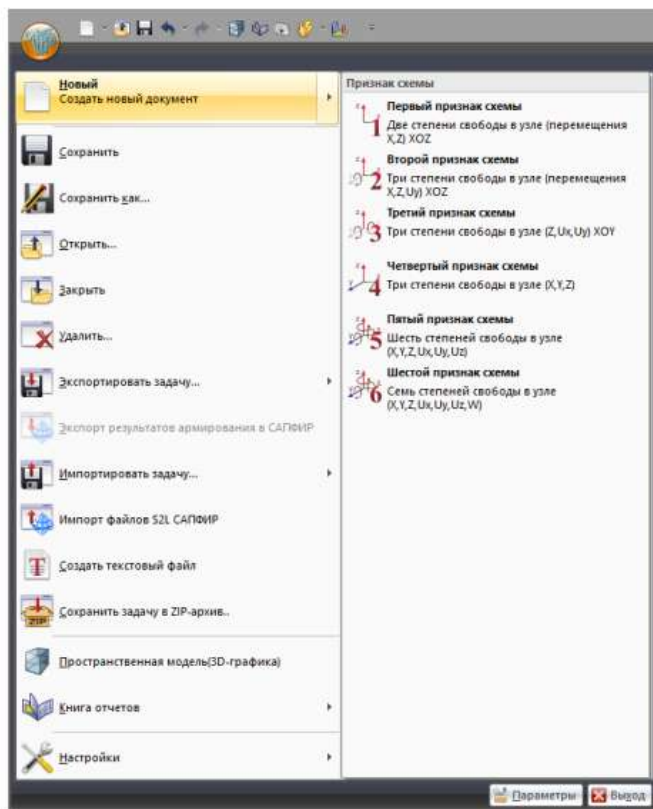


Рисунок 12.2

Сохранить – сохранение текущей задачи под исходным именем.

Сохранить как – сохранение текущей задачи под другим именем.

Открыть – загрузка созданного ранее файла с исходными данными.

Заккрыть – закончить работу с текущей задачей.

Удалить – вызов диалогового окна для удаления файлов проекта.

Экспортировать задачу (рисунок 12.3) – раскрывающееся меню. Создание файла формата DXF, SLI, MSH или OBJ на основе расчетной схемы.

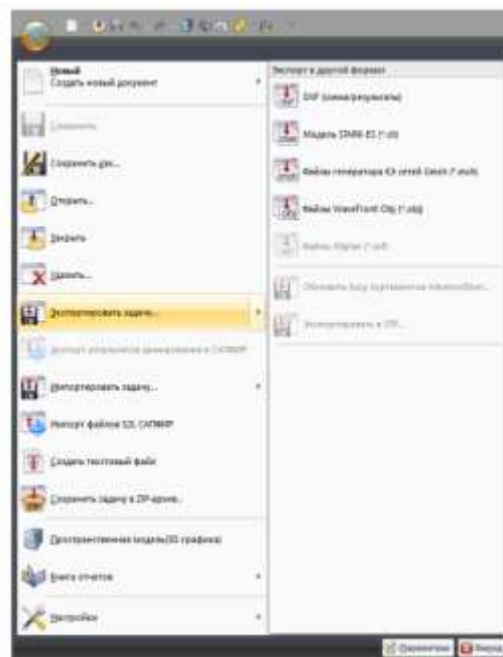


Рисунок 12.3

Импорт файлов S2L САПФИР – импорт аналитической модели из ПК САПФИР.

Создать текстовый файл – на основе сформированной расчетной схемы создается текстовый файл формата имяЗадачи.txt, содержащий всю информацию о задаче на входном языке процессора.

Сохранить задачу в ZIP-архив – ZIP-архивирование файлов исходных данных, связанных с рассматриваемой задачей, а также результатов расчета.

Пространственная модель (3D графика) – пространственное отображение созданного объекта и предоставление аппарата для его детального исследования с различных точек зрения. Отображение объекта "в теле" с заданными параметрами сечений элементов.

Книга отчетов (рисунок 12.4) – раскрывающееся меню. Основные команды для управления системой документирования.

- Показать книгу отчетов.
- Снимок экрана.

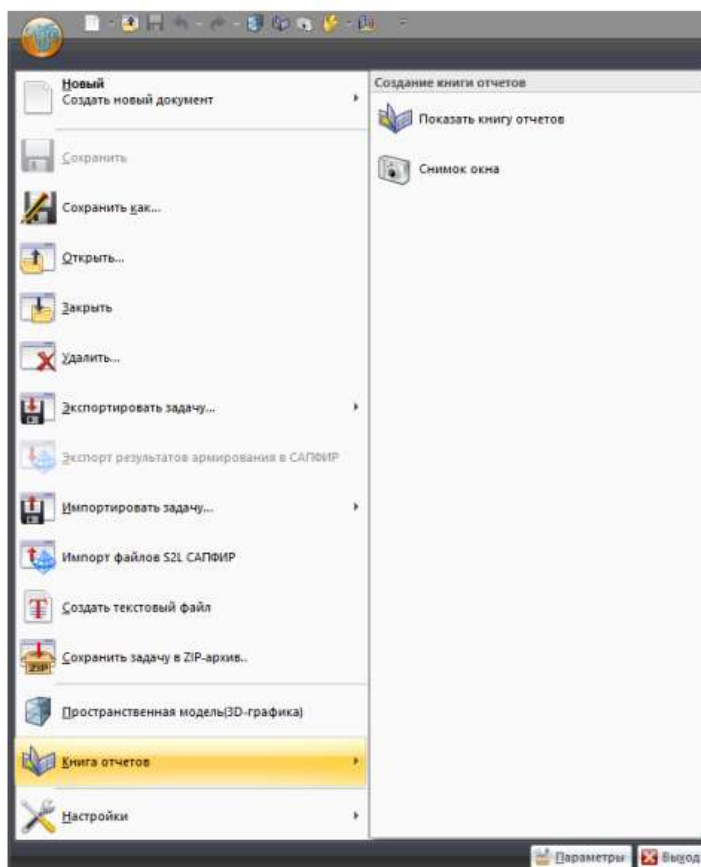


Рисунок 12.4

Настройки – раскрывающееся меню.

Команды настройки ПК ЛИРА-САПР:

- каталоги;
- единицы измерения;
- общие параметры;
- параметры шкалы;

- цвета;
- параметры расчета;
- форматы чисел и шрифты;
- языки.

Создать в САПФИР – экспорт выделенной части схемы в САПФИР для создания произвольного фрагмента, содержащего стержневые и пластинчатые элементы. Выделенная часть схемы служит для привязки создаваемого фрагмента.

Генерация регулярных фрагментов:

- генерация рамы;
- генерация ростверка;
- генерация балки-стенки;
- генерация плиты.

Генерация ферм – вызов диалогового окна для выбора требуемой конфигурации фермы по очертанию поясов, типу решетки фермы и задания необходимых параметров.

Генерация пространственных рам – вызов диалогового окна для создания фрагментов пространственных рам.

Поверхности вращения – раскрывающийся список с заменой, содержащий операции по генерации стержневых или пластинчатых поверхностей вращения:

- цилиндр;
- конус;
- сфера;
- тор.

Перемещение образующей – раскрывающийся список с заменой, содержащий операции по генерации фрагментов схемы при помощи перемещения или вращения образующей:

- перемещений образующей;
- вращение образующей.

Создание поверхностей – раскрывающийся список с заменой, содержащий операции по созданию поверхностей по заданной формульной зависимости:

- поверхность $z=f(x,y)$;
- складчатый параболоид вращения.

Геодезический купол – вызов диалогового окна для создания геодезических куполов и их элементов.

Создание и триангуляция контуров – раскрывающийся список с заменой, содержащий операции по созданию плоских фрагментов схем и триангуляции этих фрагментов:

- простой контур;
- контур с отверстиями;
- редактор контуров.

Генерация прямоугольной сети – раскрывающийся список, содержащий операции по заданию прямоугольных сетей для привязки при построении расчетной схемы:

- генерация прямоугольной сети;
- удалить сеть.

Строительные оси и отметки – вызов диалогового окна для задания на схеме строительных осей и высотных отметок.

Цепная линия – вызов диалогового окна для автоматического задания нитей и вантов.

Панель Редактирование содержит следующие команды:

Копирование – раскрывающийся список с заменой, содержащий операции копирования объектов одним из способов:

- по параметрам;
- по одному узлу;
- по двум узлам;
- поворотом;
- симметрично.

Упаковка схемы – вызов диалогового окна для управления параметрами упаковки созданной схемы после выполнения операций Сборка, Копирование и других операций с геометрией.

Перемещение – раскрывающийся список с заменой, содержащий операции перемещения объектов:

- по параметрам;
- по одному узлу;
- по двум узлам;
- поворотом;
- симметрично;
- притянуть узлы к плоскости.

Преобразование сети пластинчатых КЭ – раскрывающийся список, содержащий операции по корректировке предварительно сформированной сети конечных элементов, моделирующей как плоские, так и пространственные поверхности.

Пересечь схему линией или плоскостью – раскрывающийся список, содержащий операции предназначено для рассечения схемы линией или плоскостью:

- пересечь линией (контуром);
- пересечь плоскостью.

Пересечь отмеченные элементы и узлы со схемой – операция пересечения выделенных на расчетной схеме элементов с остальными элементами схемы, при этом в местах пересечения происходит согласование сети конечных элементов.

Удалить выбранные объекты – удаление предварительно отмеченных на схеме узлов и элементов.

Изменить размер – изменение размера выбранного фрагмента схемы по прямой (по одному направлению), в плоскости (по двум направлениям) или в пространстве (по трем направлениям).

Перенумеровать – вызов диалогового окна для задания информации, необходимой для упорядочения нумерации узлов и/или элементов

Строительные оси и отметки – вызов диалогового окна для установки на схеме строительных осей и отметок. Диалоговое окно изменяет свой вид в зависимости от проекции отображения схемы.

Строительные оси и высотные отметки позволяют отмечать узлы и элементы, расположенные в вертикальной или горизонтальной плоскостях.

Признак схемы – вызов диалогового окна для выбора признака системы по степеням свободы, а также задание (для новой задачи) или изменение (для существующей задачи) имени и шифра задачи, используемых расчетным процессором для формирования имен файлов результатов.

Жесткости и материалы – раскрывающийся список, содержащий операции по выбору требуемых типов (параметров) жесткости из библиотеки жесткостных характеристик, а также вызов диалогового окна для просмотра измененных жесткостей и жесткостей, с которыми проводился расчет.

- жесткости;
- расчетные жесткости.

Объединение перемещений – раскрывающийся список с заменой, содержащий операции по созданию групп объединения перемещений, моделирования шарнира в пластинах:

- объединение перемещений;
- создать шарнир с «расшивкой» узлов.

Абсолютно-жесткое тело – вызов диалогового окна для моделирования работы фрагментов расчетной схемы как абсолютно-жестких тел.

Связи – вызов диалогового окна для указания направлений, по которым требуется запретить перемещения узлов X, Y, Z, UX, UY, UZ, W или удалить закрепления.

Конструктор сечений (КС) – вызов системы Конструктор сечений (КС) для формирования геометрии произвольных многоматериальных сечений стержней, задания их физико-механических характеристик и расчета их жесткостных характеристик.

Файл сохраняется в формате Конструктор Сечений САПФИР (*.КСС) и может быть открыт для задания жесткости элементам расчетной схемы.

Конструктор сечений – раскрывающийся список. Вызов систем КС-САПР и КТС-САПР:

- КС-САПР – вызов системы Конструктор сечений для формирования геометрии нестандартных сечений элементов конструкции и расчета их жесткостных характеристик.

- КТС-САПР – вызов системы Конструктор тонкостенных сечений для формирования геометрии нестандартных тонкостенных сечений элементов конструкции и вычисления их жесткостных характеристик.

Коэффициенты постели C1, C2 – вызов диалогового окна для задания коэффициентов постели C1 и C2 на отмеченный элемент или группу элементов.

Расчет жесткости свай – вызов диалогового окна для задания и/или вычисления жесткостных характеристик свай, моделируемых с помощью одноузловых конечных элементов, учитывающих окружающий грунт.

Типы заданного армирования – раскрывающийся список с заменой, содержащий операции по заданию и корректировке параметров арматурных стержней и их расположение в сечении элемента.

Панель Конструирование содержит следующие команды:

Варианты конструирования схемы – вызов диалогового окна для создания вариантов конструирования основной схемы, выбора варианта расчета сечений (по усилиям, РСУ, РСН или РСН(о)), назначения норм для железобетонных, стальных и армокаменных конструкций.

Ж/б – раскрывающийся список с заменой. Назначение материалов ж/б конструкций:

- **Ж/б** – вызов диалогового окна для задания параметров расчета железобетонных конструкций, задания и редактирование свойств материалов.

- **Материалы для ж/б** – вызов диалогового окна для задания параметров материалов железобетонных конструкций.

Сталь – вызов диалогового окна для задания свойств материалов стальных элементов расчетной схемы, и дополнительных характеристик, описывающих конструктивные особенности элементов, в соответствии с выбранными нормами проектирования стальных конструкций, а также ограничения подбора.

Кладка – раскрывающийся список с заменой. Назначение материалов армокаменных конструкций:

- Кладка – вызов диалогового окна для задания параметров расчета армокаменных конструкций, задание и редактирование свойств материалов.

- Материалы для кладки – вызов диалогового окна для задания параметров материалов армокаменных конструкций.

Конструктивные блоки – вызов диалогового окна для формирования и редактирования конструктивных блоков - произвольных наборов конечных элементов (КЭ), назначенных пользователем (колонн, балок, стен, плит, рам, ферм, этажей и т.п.) или сформированных в автоматическом режиме с использованием встроенных алгоритмов анализа видов КЭ, их положения в пространстве, геометрии и заданных жесткостей.

Конструктивные элементы – вызов диалогового окна для объединения выделенных стержневых элементов в конструктивные элементы (КоЭ) и/или объединения КоЭ в унифицированные группы (УГ КоЭ).

Унификация элементов – вызов диалогового окна для объединения выделенных стержневых элементов в унифицированные группы (УГ).

Раскрепления для прогибов – вызов диалогового окна для создания или удаления раскреплений для прогибов в произвольных узлах выделенных элементов.

Контурные продавливания – вызов диалогового окна для создания и/или редактирования ранее сгенерированных контуров продавливания.

Панель **Нагрузки** содержит следующие команды:

Редактор загружений – вызов диалогового окна для выбора текущего (активного) загружения, для задания расширенной информации о загружениях, для создания новых, копирования, упорядочивания, удаления ранее заданных загружений.

Нагрузки на узлы и элементы – раскрывающийся список с заменой, содержащий операции по заданию нагрузок на узлы, стержни, пластины, объемные элементы и суперэлементы, а также по заданию нагрузок для расчета на динамику во времени.

- нагрузка на узлы;
- нагрузка на стержни;
- нагрузка на пластины;
- нагрузка на объемные КЭ;
- супернагрузка;
- динамика плюс;
- корректировка нагрузок.

Собственный вес – раскрывающийся список, содержащий операции по заданию или удалению собственного веса:

- добавить собственный вес;
- удалить собственный вес.

Нагрузка-штамп – раскрывающийся список с заменой, содержащий операции по заданию нагрузки по линии (для стержней), по линии (для пластин и объемных КЭ), по контуру (для пластин и объемных КЭ):

- нагрузка по линии (стержни);
- нагрузка по линии;
- нагрузка по контуру.

Удалить нагрузки – удаление всех ранее заданных нагрузок с отмеченных узлов и элементов.

Копировать текущее загружение – вызов диалогового окна для копирования текущего загружения и создания на его основе нового загружения.

Панель **Инструменты** содержит следующие команды:

Найти центр – вызов диалогового окна для определения центра тяжести и центра жесткости плоского строго горизонтального фрагмента схемы (этажа).

Шкала – раскрывающийся список, содержащий операции по управлению градуировкой и цветовой настройкой изополей и мозаик исходных данных расчетной схемы ($C1$, $C2$, Pz), результатов статического/динамического расчета, результатов проверки и подбора стальных сечений, результатов определения подбора площадей арматуры, а

настройка цветов графического отображения объектов схемы, выбор файла цветовых установок:

- параметры шкалы;
- цвета.

12.3. Выполняемые расчеты в ПК ЛИРА

Вкладка Расчет

Операции по заданию данных для статического, динамического и дополнительных расчетов, формирование таблиц, контроль параметров для расчета и запуск задачи на расчет (рисунок 12.5).

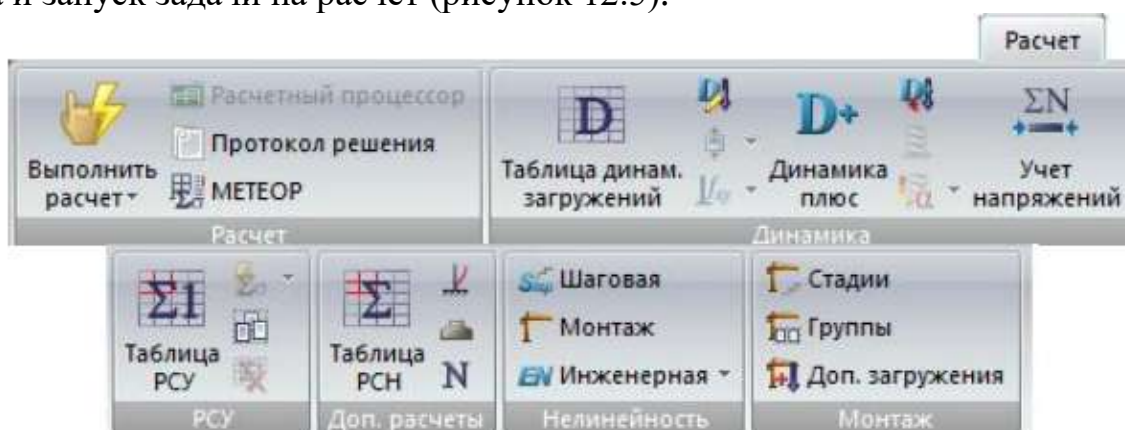


Рисунок 12.5

Составление расчетных схем в «ПК ЛИРА» может осуществляться путем введения отдельных узлов по их координатам и создания отдельных элементов по существующим узлам, однако этот метод используется редко и в основном при редактировании моделей, так как требует очень большого количества времени на расчеты. В основном при составлении моделей используются опции автоматизированного создания моделей по различным параметрам, основными из которых являются:

- создание регулярных фрагментов и сетей с генерацией рамы, ростверка, балки-стенки, плиты, прямоугольной сети;
- создание плоских ферм;
- создание и триангуляция контуров;
- создание поверхностей вращения;
- создание поверхностей $Z = a(X, Y)$;
- создание объекта, заданного перемещением и вращением образующей;
- создание грунтовых массивов.

При редактировании расчетных схем кроме добавления и удаления узлов и элементов широко используются следующие основные опции:

- перемещение выбранных объектов;
- копирование выбранных элементов;
- изменение размера;
- создание блоков и операции с ними.

Создание геометрии расчетной схемы может быть выполнено и в программе «AutoCAD» с сохранением ее в формате .dxf и импортированием этого файла в «ПК ЛИРА» по меню Файл/Импортировать задачу.

В процессе создания расчетных схем в «ПК ЛИРА» все их узлы и элементы автоматически нумеруются. При необходимости эти номера можно сделать видимыми постоянно или определять через функцию просмотра информации об узлах и элементах.

В «ПК ЛИРА» используются следующие системы координат (все — правые декартовы):

- глобальная система координат XYZ, определяющая ориентацию расчетной схемы в пространстве, перемещения узлов и элементов, ориентацию связей в узлах (опорах), направление нагрузок, если они ориентируются по глобальной системе координат;

- местная система координат, правая по ориентации, используемая для ориентации осей инерции сечений элементов и их геометрических характеристик (радиусов и моментов сопротивления), усилий, направления нагрузок, если они ориентируются при назначении на местную систему координат (местной нагрузки), а также при создании шарниров (разрешение перемещений при создании шарниров осуществляется в местной системе координат);

- локальная система координат, по умолчанию совпадающая с глобальной, используемая при изменении ее ориентации относительно глобальной системы для задания нагрузок и смещений в направлениях, не совпадающих с глобальными осями.

Глобальная система координат высвечивается в левом нижнем углу экрана программы при изометрическом виде расчетной схемы. При этом ось X направлена по горизонтали слева направо, ось Z — снизу вверх, ось Y — от экрана вперед.

Назначение и удаление связей в опорных узлах производится в панели Связи или в панели Информация об узле или элементе глобальной системе координат путем запрета линейных перемещений вдоль осей X, Y, Z и запрета вращения UX, UY, UZ вокруг этих осей (вдоль и вокруг тех осей, относительно которых необходимо установить связи). Граничные условия в опорных узлах могут быть смоделированы также с помощью связей конечной жесткости.

При формировании шарниров следует иметь в виду, что, по умолчанию, при создании расчетных схем создается жесткая связь между элементами. Для создания шарниров необходимо снять жесткую связь элементов с узлом в соответствующем направлении.

Формирование (и удаление) шарниров в местах сопряжения стержней с другими стержнями и плоскими элементами производится в панели Шарниры. Это делается путем снятия жесткой связи начала (для участка стержня, примыкающего к узлу с меньшим номером) и/или конца (для участка, примыкающего к узлу с большим номером) стержня с

соответствующим узлом в требуемом направлении относительно местных осей координат ($X1, Y1, Z1, UX1, UY1, UZ1$).

Формирование и удаление шарниров по сопряжению плоских элементов — более сложный процесс. Шарниры создаются путем расшивки узлов по линии, где должно существовать шарнирное сопряжение, путем создания парных узлов с одинаковыми координатами, но принадлежащих к различным плоским элементам, между которыми нужно создать шарнирное сопряжение, и путем объединения их перемещений в направлениях местных осей, кроме тех, относительно которых необходимо создать шарнирное соединение. Делается это в панели **Объединение перемещений** в закладке **Создать шарнир** с расшивкой швов.

Создание требуемых жесткостей (сечений) и их назначение элементам модели осуществляется в панели **Жесткости элементов**, в которой можно создавать широкий спектр сечений через закладки **Стандартные типы сечений**, **Базы металлических сечений**, **Пластинчатые**, **объемные**, **численные**.

Назначения коэффициентов постели конструкциям на упругом основании производится в панели **Жесткости/Коэффициенты постели C1 и C2**. Причем значения этих коэффициентов могут быть вычислены в этой закладке по данным о грунтах основания, геометрическим параметрам фундаментов, нагрузкам.

Приложение нагрузок (статических и динамических) осуществляется в панели **Нагрузки на узлы и элементы по выбору**, либо в глобальной, либо местной системе координат по любой или вокруг любой (для моментов) из осей этих систем координат. Нагрузки могут прикладываться к узлам и элементам в виде сосредоточенных и распределенных (равномерных и неравномерных) нагрузок. Здесь же можно задать термические нагрузки, деформации (осадки, поворот) опор.

Различные нагрузки могут быть выделены и объединены в отдельные загрузки. При этом можно выполнить выбор наиболее опасных сочетаний усилий, вызывающих наибольшие по модулю значения усилий расчетные сочетания усилий (PCY), используемые при расчете и конструировании элементов конструкций расчетной схемы.

В «ПК ЛИРА» имеется возможность формирования масс при расчетах конструкций на динамические воздействия из статических загрузений.

После выполнения расчетов открываются широкие возможности для визуализации и анализа результатов, поиска ошибок и неточностей, получения результатов скорректированной при необходимости модели, получения результатов в графическом виде и табличной форме.

Лекция № 13 Выполнение расчета инженерных конструкций в Лира

13.1. Расчет балки

13.2. Расчет металлического каркаса

13.3. Расчет свайного фундамента

13.1. Расчет балки

Балка на двух опорах

Открываем программу и ждем на круглую кнопку в правом верхнем углу (рисунок 13.1).



Рисунок 13.1

Далее, нажимаем **Создать новый документ** и выбираем «Второй признак схемы», соответствующий нашей задаче по расчету балки на двух опорах (рисунок 13.2).

Откроется окошко, куда нужно ввести имя расчета и его описание (рисунок 13.3).

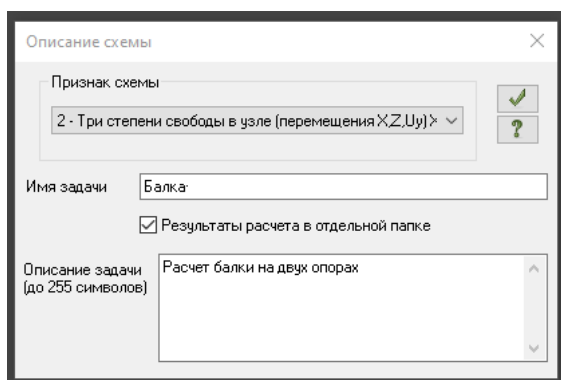


Рисунок 13.3

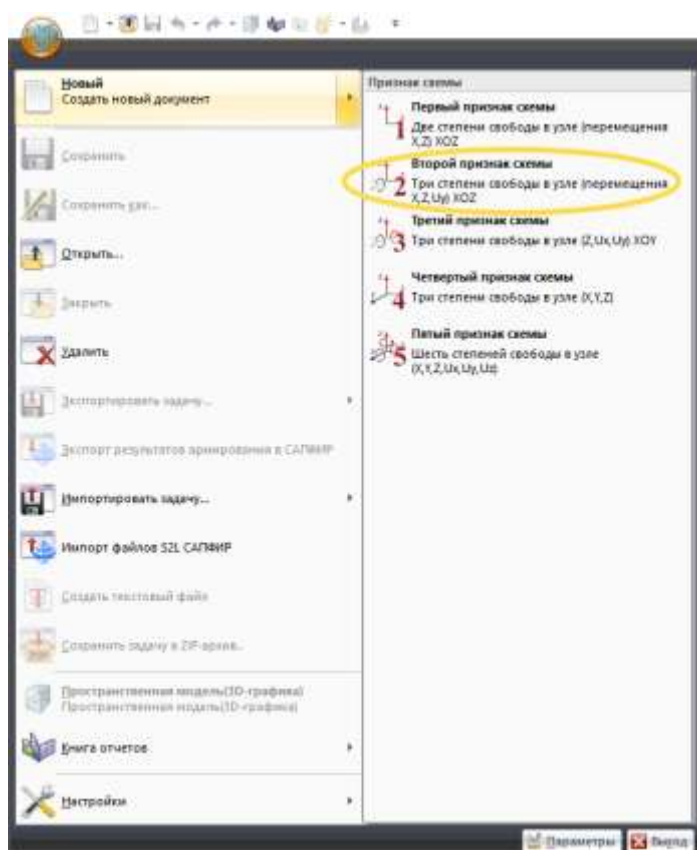


Рисунок 13.2

После подтверждения галочкой, в программе Лира-Сапр откроется белое поле. Чтобы в дальнейшей работе отредактировать эти данные, такое окошко можно выбрать в блоке **Редактирование** (рисунок 13.3).

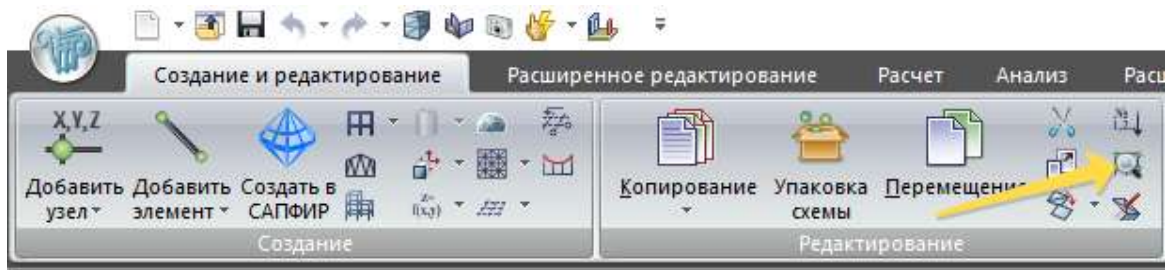


Рисунок 13.3

Создание геометрии балки

Итак, в разделе **Создание и редактирование** выбираем **Добавить узел** и затем **По координатам** (рисунок 13.4).

Откроется окошко для ввода координат узлов (рисунок 13.5)

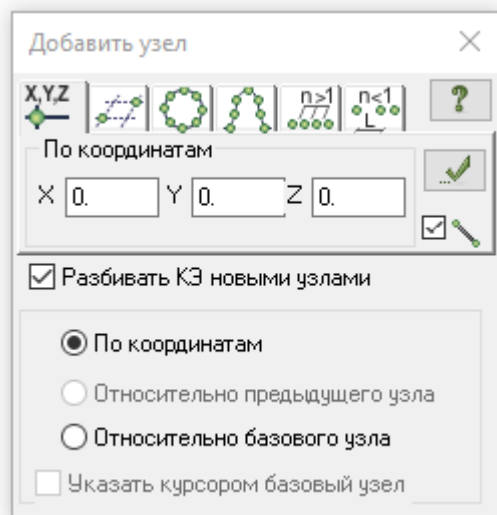


Рисунок 13.5

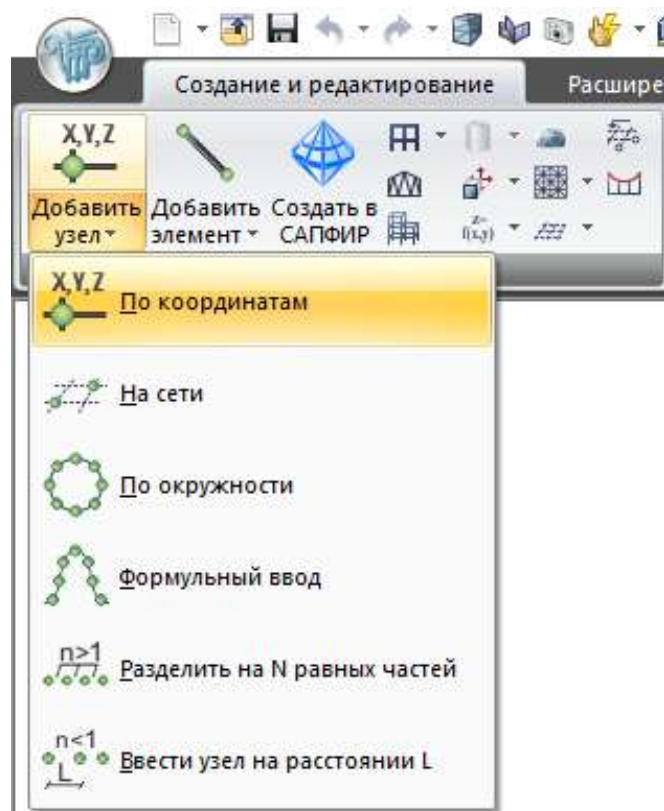


Рисунок 13.4

Первую точку балки оставляем с координатами 0, 0, 0, просто нажав галочку.

Вторую точку введем с координатами 3, 0, 0, то есть на три метра вправо относительно первой точки (вдоль оси X). На белом поле появится две точки — края балки. Чтобы просматривать схему на плоскости X-Z, нужно нажать на соответствующую кнопку ориентации осей на виде в нижней части рабочего поля. Здесь же можно менять вид просмотра.



Теперь, нужно добавить непосредственно стержень балки. Для этого вызываем инструмент **Добавить стержень** (рисунок 13.5).

Появится следующее окошко

Соответственно, в белом рабочем поле указываем курсором начало и конец стержня по ранее построенным точкам (узлам), просто щелкая по ним.

После построения стержень подсветится фиолетовым.

Теперь нужно задать граничные условия. Нажимаем кнопку в блоке **Жесткости и связи** (рисунок 13.6).

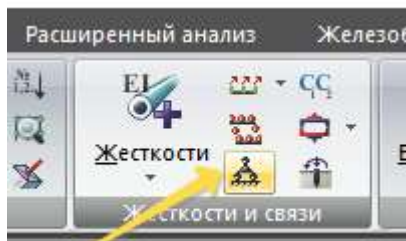


Рисунок 13.6

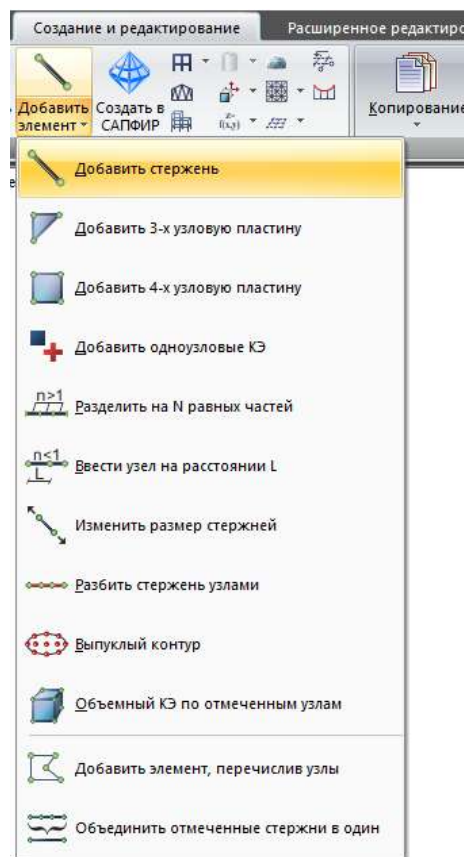


Рисунок 13.5

Появится окно (рисунок 13.7):

Чтобы добавить к узлу связь, нужно сначала выбрать его. Для этого используем кнопку в нижнем левом углу экрана:

После ее нажатия, рамкой выбираем левый узел и задаем в нем ограничение по осям X и Z. Для подтверждения, нажимаем кнопку с плюсиком (рисунок 13.8).

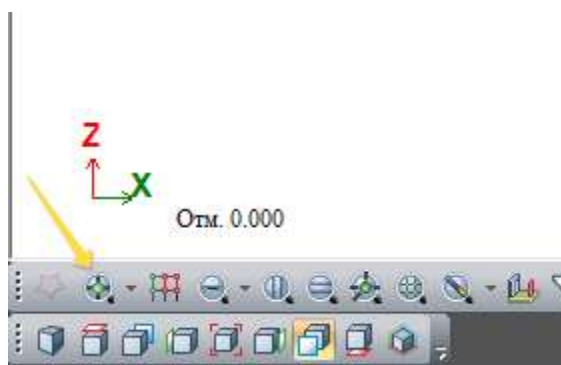


Рисунок 13.8

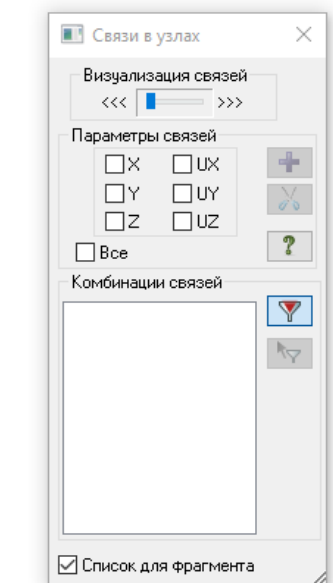
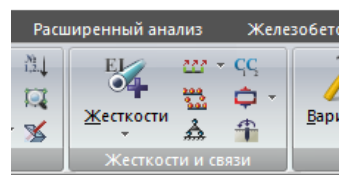


Рисунок 13.7

Далее, выбираем второй узел и устанавливаем галочку только на Z, подтверждая нажатием на плюс (рисунок 13.9).

Задание жесткости

Теперь задаем физические свойства балки — ее жесткость. Нажимаем кнопку **Жесткости** (рисунок 13.10).

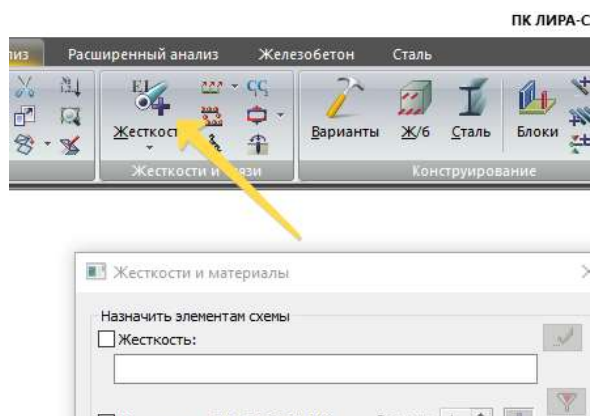


Рисунок 13.10

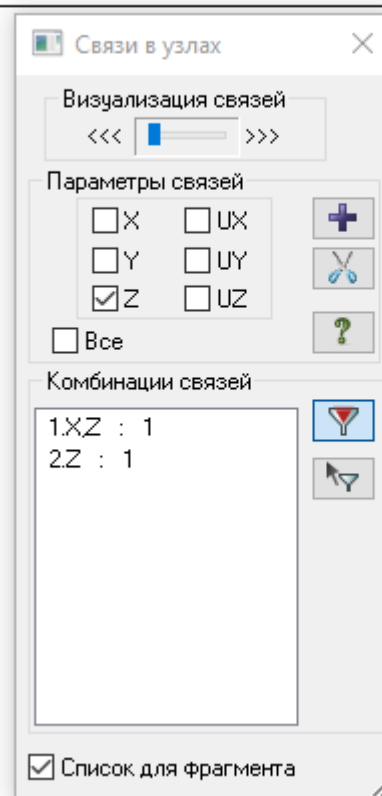


Рисунок 13.9

Нажимаем кнопку **Добавить**. Откроется дополнительное окошко (рисунок 13.11).

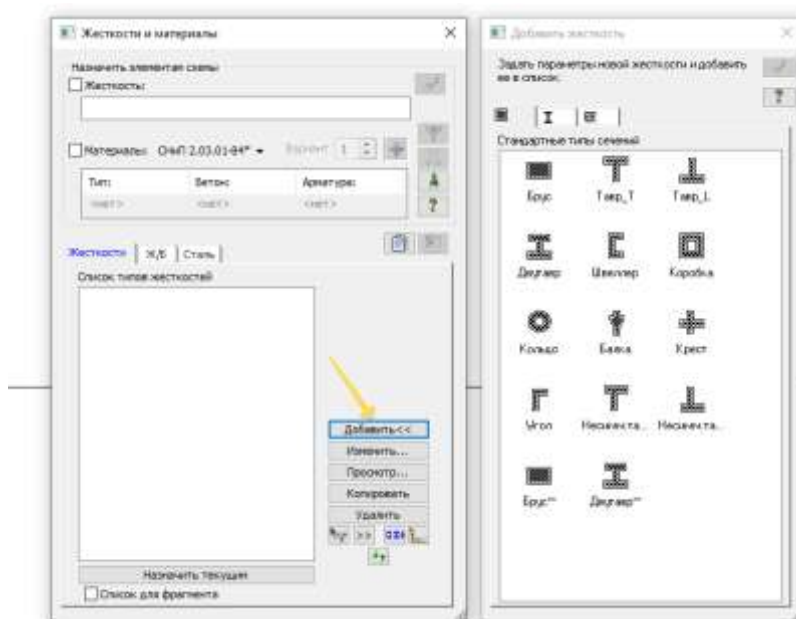


Рисунок 13.11

Выберем вторую вкладку со стальными сечениями

Двойным нажатием выберем сечение двутавра, что приведет к открытию следующего окна (рисунок 13.12).

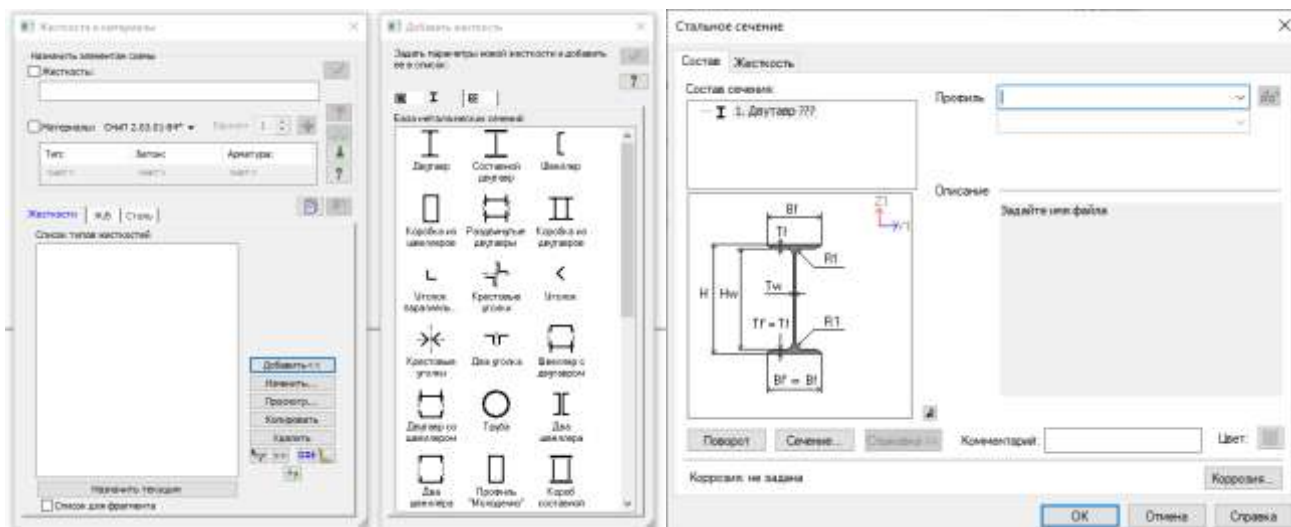


Рисунок 13.12

Выберем профиль, например **Нормальные двутавры** (рисунок 13.13).

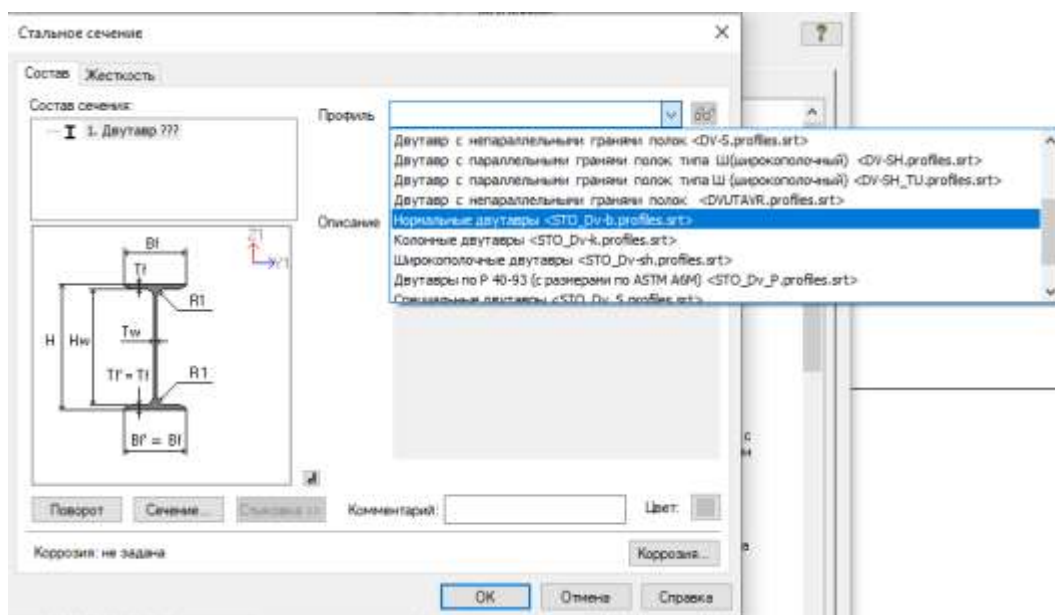


Рисунок 13.13

В блоке Состав сечения появится наименование двутавра (рисунок 13.14).

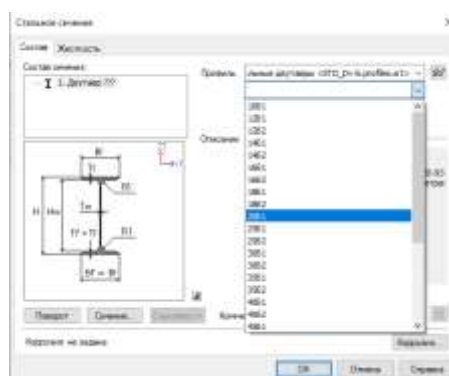


Рисунок 13.14

В окошке Жесткости и материалы появится наша выбранная жесткость (рисунок 13.15).

Теперь отключаем команду выбора узлов и выбираем команду выбора стержней (рисунок 13.16).

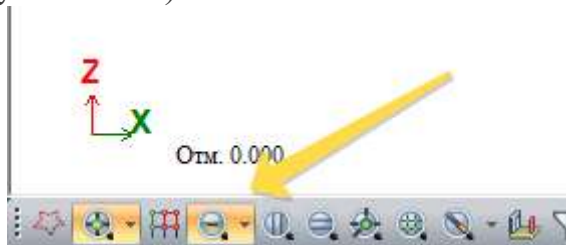


Рисунок 13.16

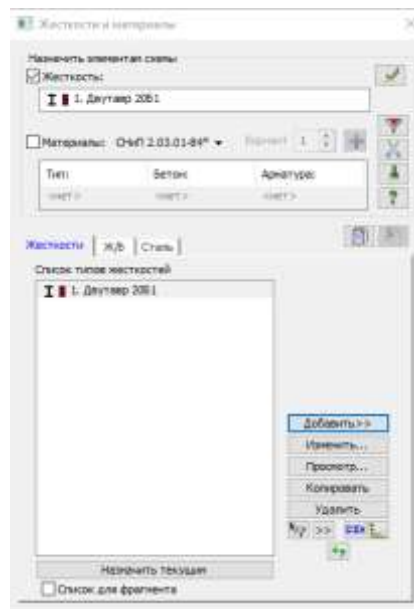


Рисунок 13.15

Курсор изменит вид и теперь щелкаем им по стержню. Он подкрасится красным. Затем нажимаем в окошке галочку и стержень станет черным — жесткость к нему применена. Окошко можно закрыть (рисунок 13.17).

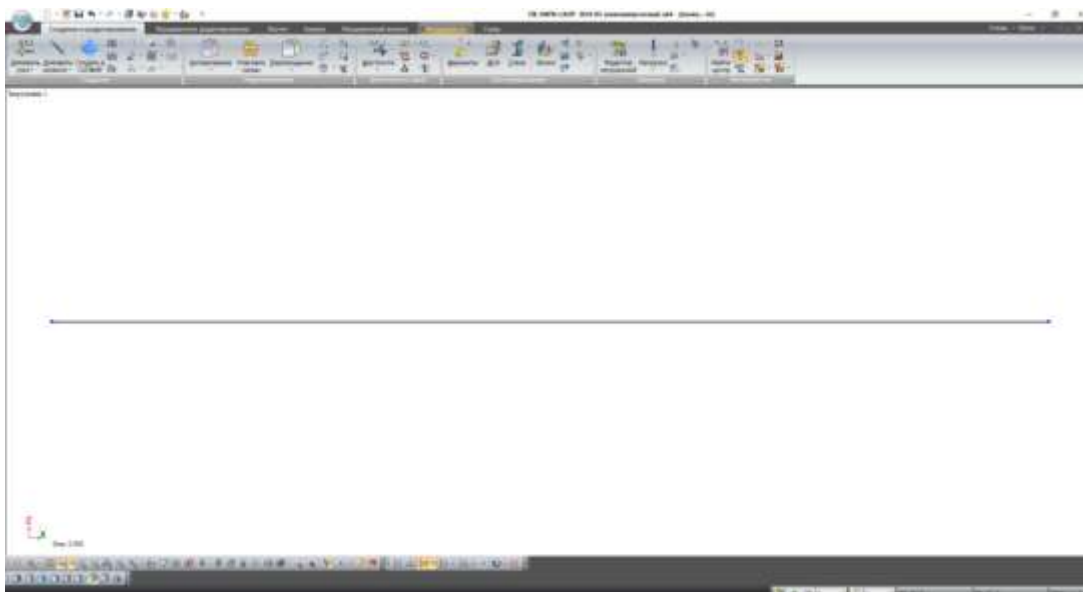


Рисунок 13.17

Теперь добавляем нагрузки.
Начнем с собственного веса (рисунок 13.18).

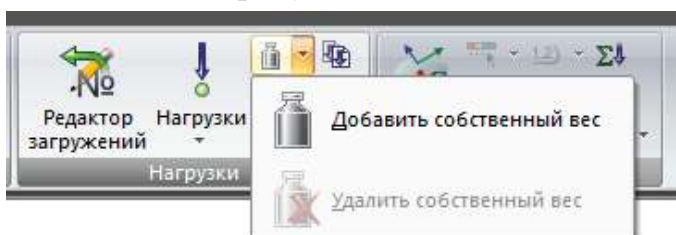


Рисунок 13.18

Откроется окно, где нажмем галочку для применения собственного веса (рисунок 13.19).

Закрываем окошко. Схема изменит вид (рисунок 13.20).

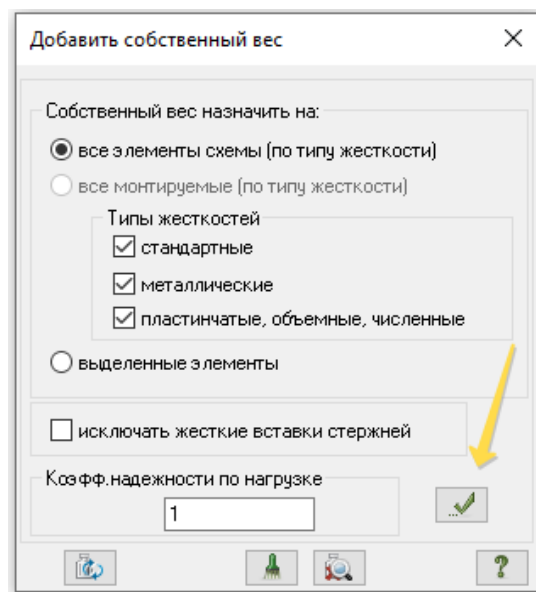


Рисунок 13.19

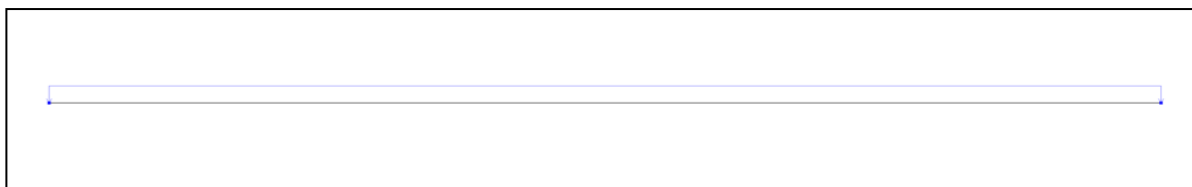


Рисунок 13.20

Теперь задаем другие нагрузки (рисунок 13.21).

Выбираем соответствующий инструмент.

Выбираем вкладку **Нагрузка на стержни**. Далее, определяем тип нагрузки и задаем ее значение в дополнительном окне **Параметры**, подтверждая галочкой. В нашем случае нагрузка будет +1 тонна на метр, то есть направлена вниз, против оси Z (рисунок 13.22):

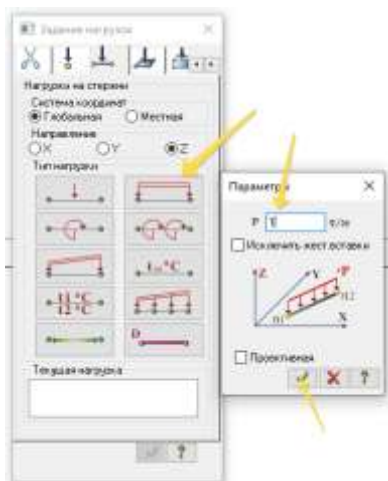


Рисунок 13.22

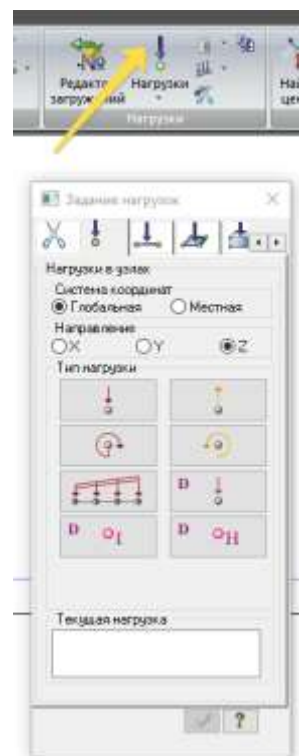
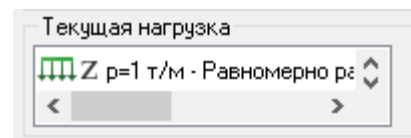


Рисунок 13.21

В поле **Текущая нагрузка** появится запись



Теперь снова выбираем курсором стержень, и затем щелкаем по галочке, применяя нагрузку.

Перед отправкой на расчет желательно проверить заданные условия. Для этого используем вот этот инструмент в нижнем поле:



Теперь, щелкнув по стержню, мы откроем окно информации, где увидим наши нагрузки и другие параметры (рисунок 13.23):

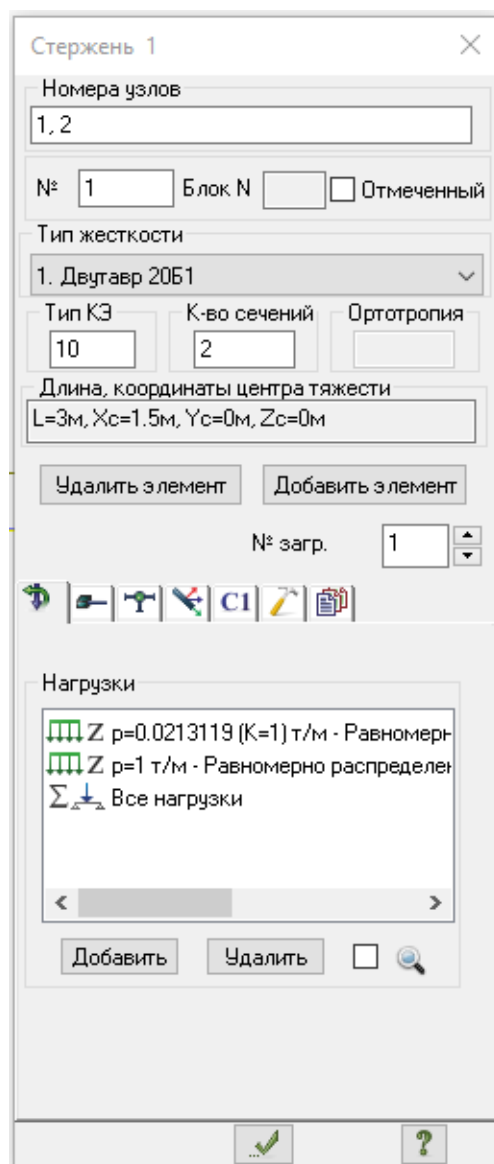


Рисунок 13.23

Теперь, направляем балку на **расчет**. Переходим во вкладку **Расчет** и жмем Выполнить расчет.



Теперь переходим во вкладку **Анализ** (рисунок 13.24):



Рисунок 13.24

Мы можем посмотреть эпюру моментов в блоке **Усилия в стержнях** (рисунок 13.25).

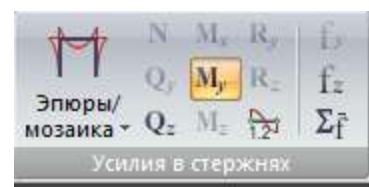
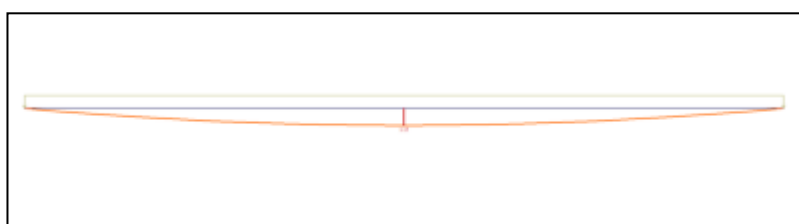


Рисунок 13.25

Заключительный этап сохранить расчет Лиры, стандартно нажав на дискету и выбрав папку.

13.2. Расчет металлического каркаса

Пролет цеха $L=36$ м, здание оборудовано мостовыми кранами грузоподъемностью $Q=125$ т, уровень отметки головки кранового рельса составляет 16.9 м, кровля теплая по прогонам.

В результате компоновки поперечной рамы получена конструктивная схема, приведенная на рисунке 13.26.

Колонны – ступенчато-переменного сечения. Сечение верхней части колонны – составной симметричный двутавр с высотой сечения $h=1000$ мм.

Нижняя часть колонны – сквозное сечение, состоящее из двух ветвей: наружная (шатровая) ветвь из составного сварного швеллера, внутренняя (подкрановая) ветвь из прокатного двутавра с параллельными гранями полок, решетка двухплоскостная из уголков, высота сечения $h_n=1500$ мм.

Стропильные фермы – из парных уголков с параллельным очертанием поясов, с треугольной решеткой со стойками. В уровне нижних поясов ферм

выполняется система связей по покрытию, состоящая из продольных связевых ферм, расположенных в торцах здания, а также растяжек, связывающих средние узлы фермы. Примыкание ригеля к колонне – жесткое. Колонны жестко заделаны в фундамент.

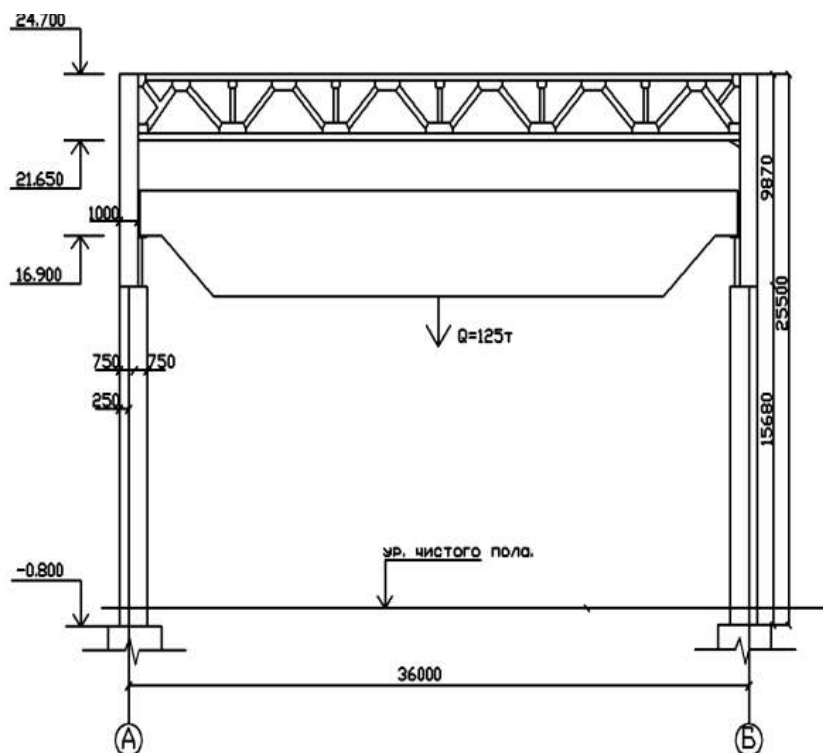


Рисунок 13.26

Для создания новой задачи выполните пункт меню **Файл – Новый**. В появившемся диалоговом окне **Признак схемы** (рисунок 13.27) задайте следующие параметры:

- имя создаваемой задачи – **Пример 3** (шифр задачи по умолчанию совпадает с именем задачи);
- признак схемы – **2 – Три степени свободы в узле (два перемещения и поворот) X0Z**.

После этого щелкните по кнопке **Подтвердить**.

Вызовите диалоговое окно **Создание плоских фрагментов и сетей** с помощью меню **Схема – Создание – Регулярные фрагменты и сети**.

В таблицу ввода значений введите параметры рамы.

- Шаг вдоль первой оси: Шаг вдоль второй оси:

L(м)	N	L(м)	N
0.25	1	15.68	1
35.5	1	6.77	1
0.25	1	3.05	1

Остальные параметры принимаются по умолчанию.

После этого щелкните по кнопке – **Применить**.

После этого будет создана рама, у которой нужно выделить с помощью инструмента **Отметка узлов** конечные элементы 1,5,8,10,14,17,20. Чтобы

отобразить номера элементов, используйте инструмент **Флаги рисования** (кнопка на панели инструментов).

В диалоговом окне **Показать** при активной закладке **Элементы** установите флажок **Номера элементов**. Щелкните по кнопке – **Перерисовать**.

Далее удалите элементы инструментом **Удаление выбранных объектов**. Сохраните задачу. Выберите **Схема → Корректировка → Упаковка схемы**. В диалоговом окне **Упаковка схемы** установите флажок для параметра **Висячие узлы**, который расположен в группепараметров **Исключить из расчетной схемы**, установите флажок для параметра **Выполнять автосохранение** перед началом упаковки.

Из меню **Схема – Создание – Фермы** (кнопка на панели инструментов) вызовите диалоговое окно **Создание плоских ферм**.

В окне щелкните по кнопке с конфигурацией прямоугольной фермы.

Далее выберите ферму по очертанию решетки, щелкнув по первой слева в верхнем ряду кнопке.

После этого задайте параметры фермы (рисунок 13.27).

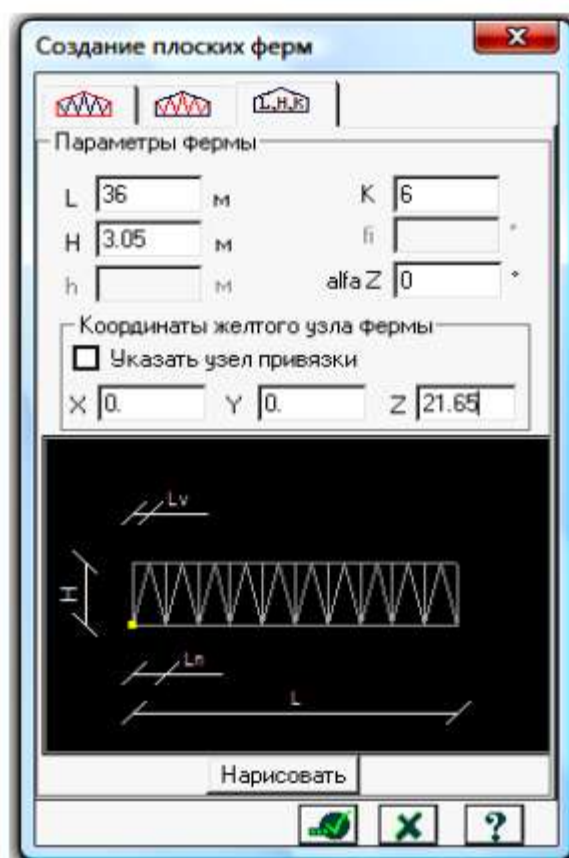


Рисунок 13.27

На данный момент положение опорных узлов не соответствует опиранию фермы на колонны сбоку. Откорректируем положение узлов.

Выделите ферму предварительно нажав на кнопку отметка блоков. Затем выполните **Вид – Фрагментация**.

Выделите опорные узлы и переместите их на 0.5 м по оси X, снимите выделение с узлов. То же самое проделать с другой парой узлов.

Восстановите полный вид расчётной схемы, выполнив в меню **Вид – Восстановление конструкции**.

Задание граничных сетей

Выделите нижние узлы колонн с помощью кнопки

Выполните в меню **Схема – Связи**, вызовите диалоговое окно **Связи в узлах**.

В этом окне с помощью установки флажков отметьте направления, по которым запрещены перемещения узлов (**X, Z, UY**).

После этого щелкните по кнопке – **Применить** (узлы окрашиваются в синий цвет).

Задание жесткостных характеристик

С помощью меню **Жесткости – Жесткости элементов** вызовите диалоговое окно **Жесткости элементов** (рисунок 13.28).

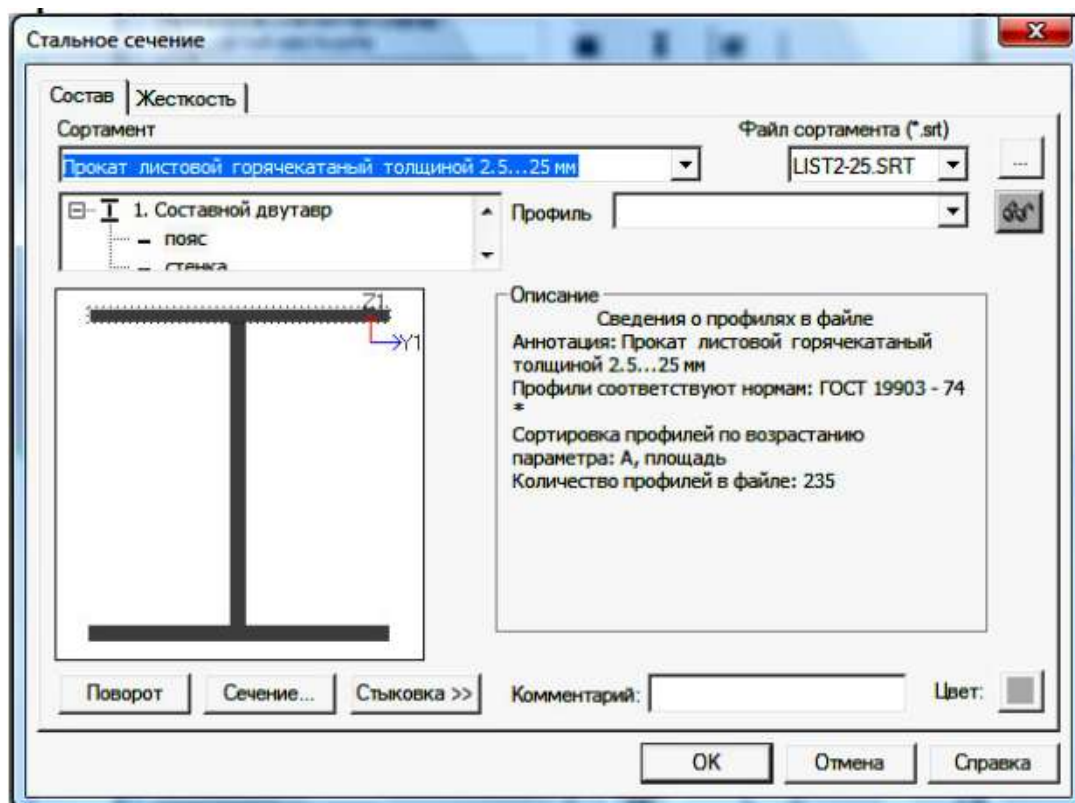


Рисунок 13.28

В этом окне щелкните по кнопке **Добавить** и в библиотеке жесткостных характеристик щелкните по второй закладке **База типовых сечений** и дважды щелкните на эскизе **Составной двутавр**. В окне **Стальное сечение** щелкните на полке двутавра, далее в выпадающем списке **Сортамент** выберите строку **Прокат листовой горячекатаный толщиной 2.5 – 25 мм**, а в выпадающем списке **Профиль** - строку – **560х20**.

Нажмите кнопку напротив выпадающего списка **Профиль**, в появившемся окне ЛИР-РС установите флажок в пункте меню **Правка**.

Назначение добавленных типов жесткостей элементам расчетной схемы происходит следующим образом:

Необходимо выделить в **Списке типов жесткостей** нужный тип

Нажмите кнопку **Установить** как текущий тип, после этого в строке **Текущий тип жесткости** появится название типа жесткости.

Выделите элементы надкрановой части колонны, которым будет присвоен текущий тип жесткости.

Нажмите кнопку **Назначить**.

В списке **База типовых сечений** диалога **Жесткости элементов** дважды щелкните на эскизе **Швеллер с двутавром** (где швеллерное сечение составлено из трех листов).

В появившемся диалоговом окне щелкните на изображении **двутавра**, далее в выпадающем списке **Сортамент** выберите строку **Двутавр** с параллельными гранями полок типа Б (балочный), а в списке **Профиль-70Б2**.

В выпадающем списке **Сортамент** выберите строку **Прокат листовой горячекатаный толщиной 2.5...25мм**, добавьте в сортамент сечения **750x20**, **300x20**.

Щелкните на изображении стенки швеллера, выберите в списке **Профиль-750x20**.

Щелкните на изображении полки швеллера, выберите в списке **Профиль-300x20**.

Нажмите кнопку **Стыковка**. В появившемся диалоговом окне присвойте параметру: $b=150\text{см}$, установите кнопку для сварного сечения, у которого стенка продлена за наружные грани полок, присвойте параметру: $a=2,65\text{см}$, нажмите кнопку **ОК**.

В строке **Комментарии** можно задать цвет и название жесткости элемента.

Установите второй тип жесткости как текущий, выделите элементы, принадлежащие нижней части колонны, назначьте им жесткость. Проверим правильность назначения жесткостных характеристик.

Так как жесткостные характеристики заданы еще не для всех элементов, то необходимо выделить вертикальные элементы колонн, а затем выполнить фрагментацию схемы.

В меню выполните **Вид – Пространственная модель (3D графика)**.

В открывшемся окне вы увидите элементы колонны, показанные в виде стержней. На панели инструментов нажмите кнопку **Показать сечения элементов**.

В выпадающем списке **Сортамент** выберите строку **Уголок равнополочный**. Далее в выпадающем списке **Профиль** выберите строку **250x250x20**. В строке **Комментарии** напишите «верхний пояс фермы», задайте цвет, нажмите кнопку **ОК**. Установите данный тип как текущий и назначьте его предварительно выделенным элементам верхнего пояса фермы.

На закладке **Стандартные типы сечений** дважды щелкните по пиктограмме **Брус**. Введите следующие параметры $E=2e9 \text{ кН*м}^2$, $V=100 \text{ см}$, $H=100 \text{ см}$. Нажмите кнопку **Подтвердить**.

Задание нагрузок выполняется по следующему алгоритму. Сделайте активным загрузение, в котором будут приложены данные нагрузки. Переключение между загрузениями осуществляется выбором в меню **Нагрузки – Выбор загрузения** или с помощью счетчика, расположенного на панели инструментов. Рекомендуется задать название загрузения в строке **Имя** диалога **Активное загрузение**.

Задание параметров нагрузок осуществляется в диалоговом окне **Задание нагрузок**, которое вызывается в меню **Нагрузки – Нагрузки на узлы и элементы**.

Выделить узлы или элементы на расчетной схеме. Нажать кнопку **Применить** в диалоговом окне **Задание нагрузок**. Для отображения нагрузок на расчетной схеме необходимо поставить соответствующий флажок на вкладке **Флаги рисования**.

В диалоговом окне **Параметры нагрузки** задайте в строке **Значение** **=65.7 кН**. Выделите верхние узлы колонн, нажмите кнопку **Применить**. Единицы измерения могут быть изменены в диалоге, который вызывается из меню **Опции – Единицы измерения**.

В диалоговом окне **Задание нагрузок** перейдите на закладку **Нагрузки на стержни**.

В появившемся диалоге задайте $P=27.2 \text{ кН/м}$, нажмите кнопку **ОК**.

Приложите нагрузку от собственного веса конструкций, выполнив в меню **Нагрузки – Добавить собственный вес**. Поставить кнопку для параметра **Собственный вес назначить: на выделенные элементы** (предварительно выделив все элементы, кроме элементов имитирующих жесткие вставки) и, указав коэффициент надежности по нагрузке, равный **1.05**, нажмите **Применить** (рисунок 13.29).

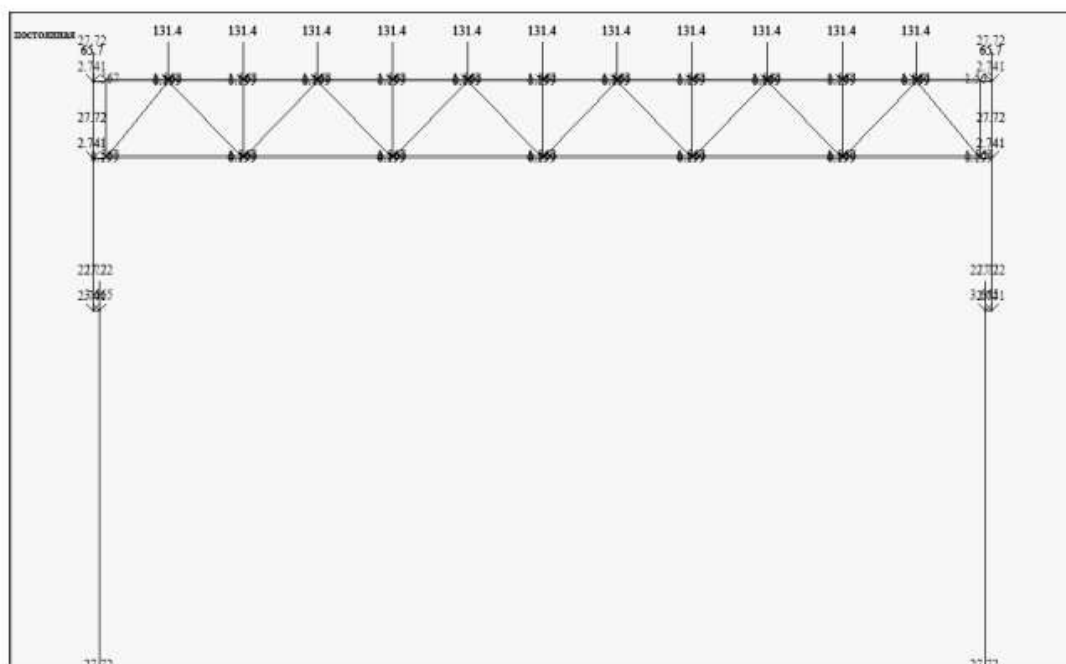


Рисунок 13.29

В диалоге **Параметры нагрузки** в строке **Значение** введите **2756кН**. Выделите **верхний узел** подкрановой части колонны, нажмите кнопку **Применить**:

1) Задать сосредоточенную нагрузку на элемент 1. Для этого во вкладке **Нагрузки на стержни** диалога **Задание нагрузок** нажать кнопку В открывшемся окне ввести $P=130\text{кН}$, $A=1,85\text{м}$. Выделить 1 элемент, нажать **Применить**.

2) Задать нагрузку на узел, предварительно откорректировав геометрию схемы. Воспользуемся последним способом.

В меню выполните **Схема – Корректировка – Добавить элемент**.

В появившемся окне перейдите на пятую закладку **Разделить на N равных частей**, задайте параметр $N=2$, нажмите кнопку **Применить**. Выполните в главном меню **Схема – Корректировка – Переместить выделенные объекты**. Задайте параметр $dZ = -1.525\text{м}$, нажмите кнопку **Применить**.

Задайте сосредоточенную нагрузку на узел. Для этого установите параметр **Направление** в значение **X**.

Зададим ветровое нагружение. Ветровая нагрузка изменяется по высоте колонны на характерных отметках. Трапециевидные участки нагрузки можно задать с помощью соответствующего типа нагрузок, указывая привязки начала и конца нагрузки к первому узлу конечного элемента. В рассматриваемом примере потребуются промежуточные значения на отм +14.880.

Задайте имя для нагружения 8 – «8-ветер слева».

Данную нагрузку зададим приближенно. Выполните **Меню – Нагрузки – Нагрузки на узлы и элементы**. В появившемся окне выберите вкладку нагрузки на стержни. Выберите направление нагрузки **X**.

Зададим нагрузку для нижнего участка колонны по оси А. В появившемся окне введите следующие значения: $p1=-3.71\text{кн/м}$, $a1=0$, $p2=-2.86\text{кн/м}$, $a2=15.68\text{м}$. Нажмите **ОК**. Выделите элемент нижней части колонны. Нажмите **применить**. Аналогично задаются нагрузки на остальные элементы колонны. Вводятся следующие значения: $p1 = -3.71\text{кн/м}$, $a1=0$, $p2 = -4.86\text{кн/м}$, $a2=6.08\text{м}$, $p1 = -3.71\text{кн/м}$, $a1=0$, $p2 = -5.4\text{кн/м}$, $a2=3.05\text{м}$.

Окончательный вид нагружения показан на рисунке 13.30.

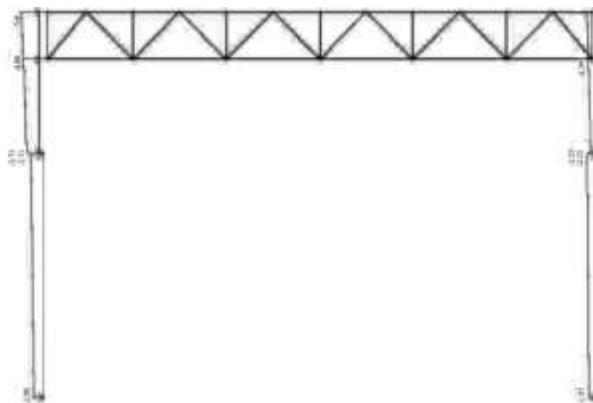


Рисунок 13.30

13.3. Расчет свайного фундамента

Рассмотрим расчет фундаментов под резервуар для хранения нефти. Существующий фундамент по результатам обследования изображен на рисунок 13.31:



Рисунок 13.31

При создании геометрии расчетной схемы можно использовать чертежи dxf, созданные в любой программе, типа Нанокад, Autocad и пр., при этом необходимо помнить о правильном именовании слоев.

При расчете конструкций с учетом материалов обследования необходимо учитывать фактическое расположение конструкций и фактические прочностные свойства материалов – на рисунок 13.31 цветом обозначены различные марки бетона свай (сведены в таблицу 13.1):

Таблица 13.1. Условные цветовые обозначения материала свай

Номер	Имя	Описание	Цвет
1	Свая (упругая связь)	B30 (красный)	
2	Свая (упругая связь)	B27, 5 (голубой)	
3	Свая (упругая связь)	B35 (синий)	
4	Свая (упругая связь)	B32, 5 (зеленый)	
5	Свая (упругая связь)	B25 (коричневый)	

Расчетная схема основания в системе ГРУНТ изображена на рисунке 13.32:

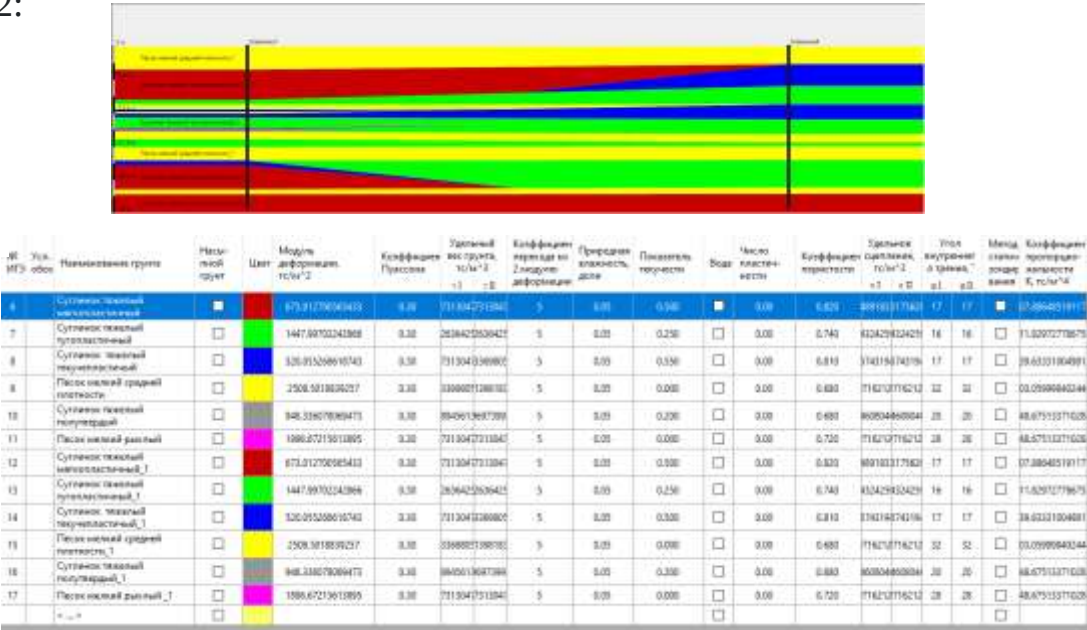


Рисунок 13.32

При помощи системы ГРУНТ в ПК ЛИРА автоматически высчитываются жесткости основания для дальнейшего расчета (рисунок 13.33):

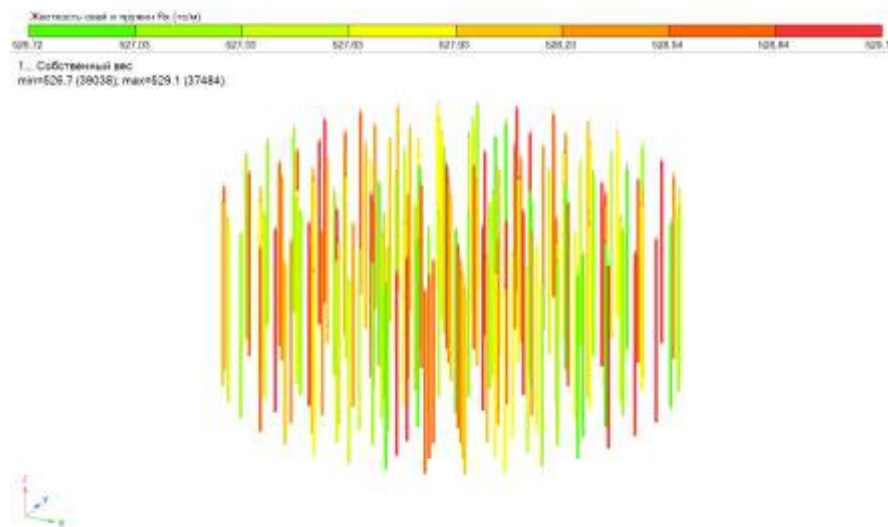


Рисунок 13.33

Получив жесткости основания, можно рассчитать фундаменты и сооружение по всем предельным состояниям на эксплуатационные и аварийные нагрузки и воздействия, привести требуемое армирование и проценты использования конструкций.

Лекция № 14 Программный комплекс Robot Structural Analysis

- 14.1. Обзор компонентов программного комплекса и возможностей
- 14.2. Первый запуск, настройки, интерфейс
- 14.3. Выполняемые расчеты в ПК Robot Structural Analysis

14.1. Обзор компонентов программного комплекса и возможностей

Autodesk Robot Structural Analysis — это комплекс конечноэлементного расчета и проектирования, созданный специально для инженеров-конструкторов в области строительного проектирования. Продукт представляет собой решение «всё в одном», предлагая специалистам, выполняющим прочностные расчеты, инструменты для решения различных задач (рисунок 14.1)



Рисунок 14.1

Прежде всего следует отметить удобный и современный интерфейс, который может быть настроен пользователем в соответствии с его требованиями, начиная от языка, цвета рабочего экрана и меню до необходимых единиц измерения и стилей печати.

Создание модели конструкции является одним из самых трудоемких этапов при подготовке к процессу расчета. Назначение разбивочных осей позволяет необходимым образом разметить рабочее пространство модели для удобства при дальнейшем размещении конструктивных элементов.

Доступны следующие типы конструкций:

- стержневые (фермы, рамы, ростверки с учетом упругого основания);
- поверхностные (пластины, оболочки, плоское напряженное состояние, плоская деформация, осевая симметрия);
- конструкции из объемных элементов;
- смешанные конструкции (стержни + плиты /оболочки + объемные элементы).

Программа предлагает очень широкие возможности по выбору **материалов для элементов конструкций** — как стандартных, взятых из готовых библиотек, так и заданных по определенным параметрам самим пользователем. Кроме того, можно использовать библиотеки типовых конструкций для быстрого параметрического моделирования таких объектов, как фермы различной геометрии, рамные конструкции, плиты и оболочки.

Панель редактирования дает возможность пользоваться привычными для любого графического редактора опциями перемещения, вращения, копирования, разделения и т.д.

Разнообразные варианты определения и приложения нагрузок позволяют задавать всевозможные воздействия (статические, динамические, сейсмические, гармонические, температурные, подвижные) на расчетную конструкцию. Библиотека основных нагрузок от стандартных строительных материалов обеспечивает ускорение процесса определения и назначения веса на покрытия и перекрытия. В процессе расчета используются как автоматические, согласно выбранным нормам, так и ручные сочетания нагрузок.

Широк и набор граничных условий, позволяющий в полной мере воспроизвести модель опирания конструкции.

Одним из важнейших преимуществ программы является автоматизированное, использующее самые передовые алгоритмы разбиение сетки КЭ. Сетка выполняется быстро и качественно. Ручное создание параметров сетки КЭ может быть выполнено независимо для каждой пластины с применением методов Кунса и Делано в тех случаях, когда в этом есть необходимость. Для поверхностных элементов выполняется разбиение сетки на трех и четырехугольные КЭ, для объемных элементов — на четырех и восьмиугольные КЭ. В характеристических точках для сгущения сетки КЭ применяются эмиттеры (рисунок 14.2).

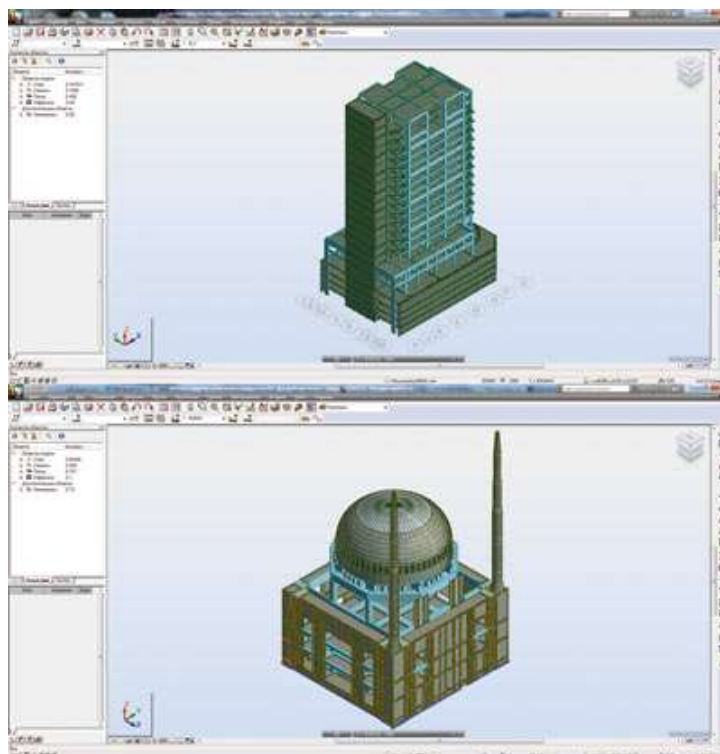


Рисунок 14.2

Типы выполняемых расчетов весьма многообразны.

Среди них — статический расчет (линейный и нелинейный), динамический расчет (расчет форм колебаний, гармонический, сейсмический, спектральный, временной), анализ предельного равновесия. Применение передовых расчетных алгоритмов обеспечивает ускорение и оптимизацию расчетов на современных многоядерных процессорах (рисунок 14.3).

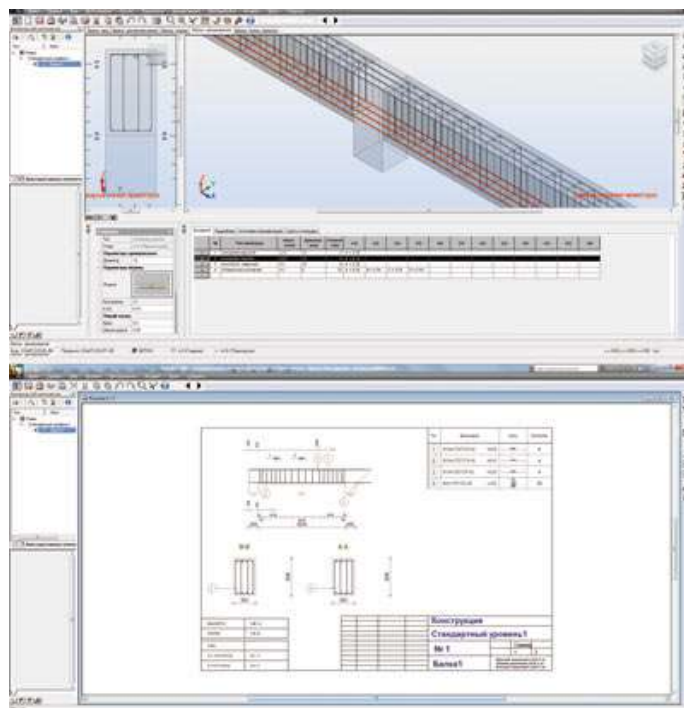


Рисунок 14.3

Результаты расчетов программа позволяет всесторонне исследовать с помощью графической информации (эпюры и карт), таблиц и анимации. Широкий спектр настроек фильтрации дает возможность анализировать только интересующую пользователя информацию, а многооконный режим отображения демонстрирует различные данные и проекции модели. Далее результаты расчетов можно использовать в модулях проектирования программы с применением национальных норм.

В модуле стального проектирования можно оптимизировать и подбирать реальные сечения элементов металлоконструкций на основе внутренних усилий, а также рассчитать узлы сопряжения элементов.

Модуль железобетонного проектирования позволяет определить теоретическую площадь армирования железобетонных элементов (балок, колонн, плит, фундаментов), а также выполнить в них раскладку фактической арматуры. Результаты армирования могут быть выведены на печать в качестве предварительного чертежа.

Существенным преимуществом продукта является и прямая двусторонняя связь с программой Autodesk Revit Structure. Передача аналитической модели из Autodesk Robot Structural Analysis в Autodesk Revit Structure выполняется с помощью специальной опции. Можно отметить, что связь реализована на данный момент в максимальном объеме. Из Autodesk Revit Structure в Autodesk Robot Structural Analysis передаются элементы конструкции, нагрузки и граничные условия, что позволяет практически сразу переходить к расчету. После завершения расчета конструкцию с внесенными изменениями в Autodesk Robot Structural Analysis можно обновить в Autodesk Revit Structure. Это двустороннее взаимодействие заметно улучшается с каждой новой версией обеих программных продуктов, представляя собой очень удобную связку между конструированием и расчетами (рисунок 14.4).

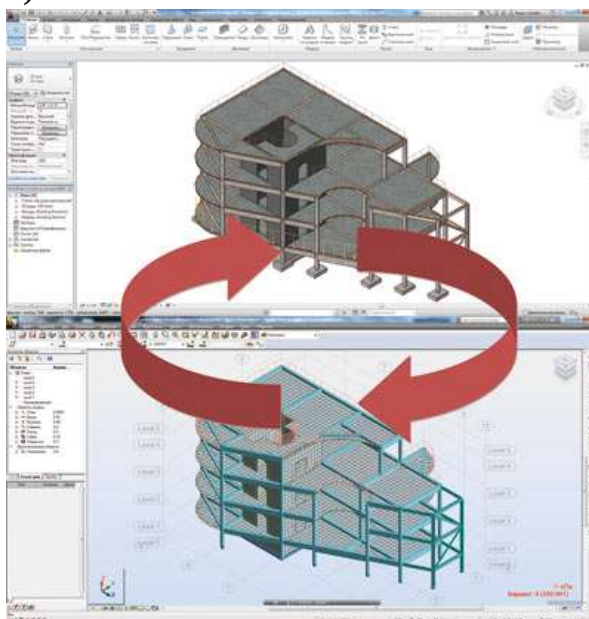


Рисунок 14.4

Важно отметить также, что стандартные возможности продукта можно расширить с помощью Microsoft COMсреды, которая открывает архитектуру Autodesk Robot Structural Analysis и позволяет программировать любому инженеру. Расширить функциональность Autodesk Robot Structural Analysis можно, создавая пользовательские макросы в MS Word, MS Excel, AutoCAD и других платформах (например, моделирование, расчеты и проектирование параметрических конструкций).

Результирующая пояснительная записка формируется по заданным настройкам с возможностью добавления и редактирования интересующей информации, расположения необходимых графических материалов непосредственно в генераторе отчетов программы.

Используя связь с продуктом AutoCAD Structural Detailing на основе полученной финальной расчетной модели, можно получить рабочие чертежи по металлоконструкциям и железобетонным элементам.

Чтобы дополнить картину возможностей взаимосвязи с другими САПР, нужно упомянуть об обмене данными со следующими программами: STAAD Pro, SAP 2000, StruCad и Tekla. А применение универсального формата IFC позволяет получать модели практически из любых известных архитектурных систем проектирования.

Подводя итог этому краткому обзору основных возможностей Autodesk Robot Structural Analysis, отметим, что продукт представляет собой современный расчетный комплекс, имеющий все необходимые инструменты для работы над проектами любой сложности.

14.2. Первый запуск, настройки, интерфейс

Перед тем как перейти к следующим этапам обучения, рекомендуется выполнить следующие действия.

Ниже представлена блок-схема, которая поможет начать создание конструкции для расчета в Robot (рисунок 14.5).

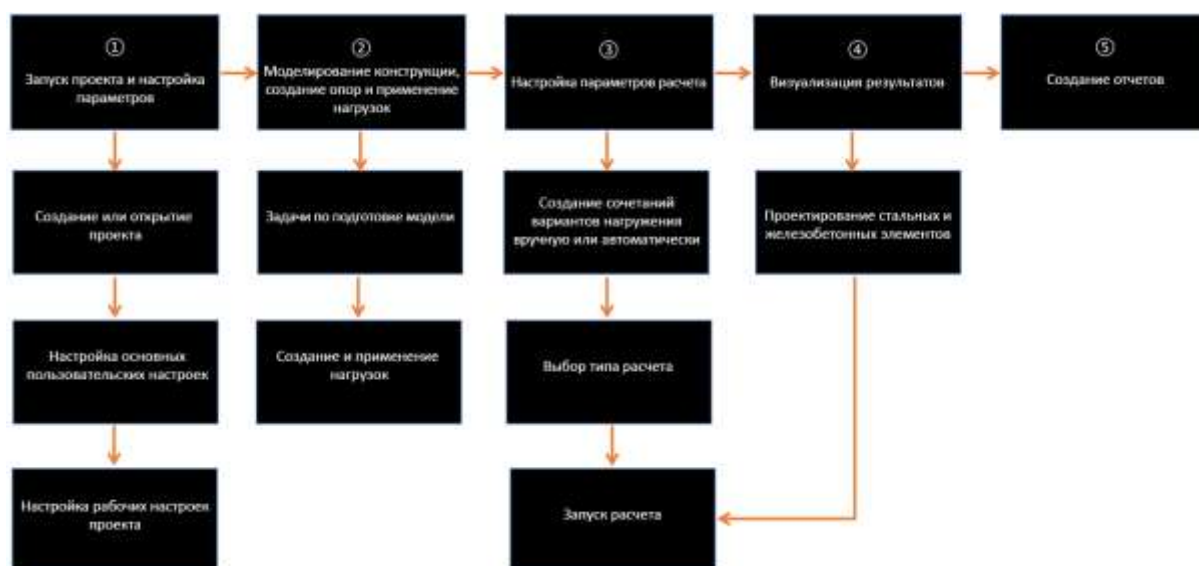
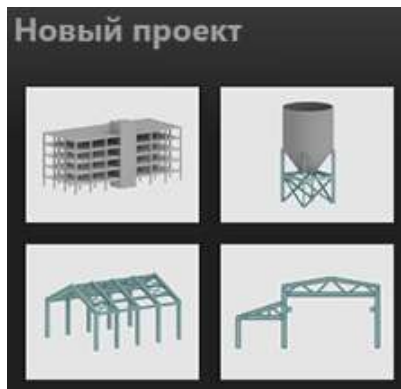


Рисунок 14.5

Создание нового проекта

1. Нажмите кнопку Robot Structural Analysis Professional  на рабочем столе.
2. При открытии Robot Structural Analysis в разделе **Новый проект** можно выбрать один из четырех общих модулей проектирования.



3. Если требуются другие варианты, выберите  **Новый**.
Откроется диалоговое окно **Выберите проект**, в котором отображаются 16 модулей проектирования (рисунок 14.6).

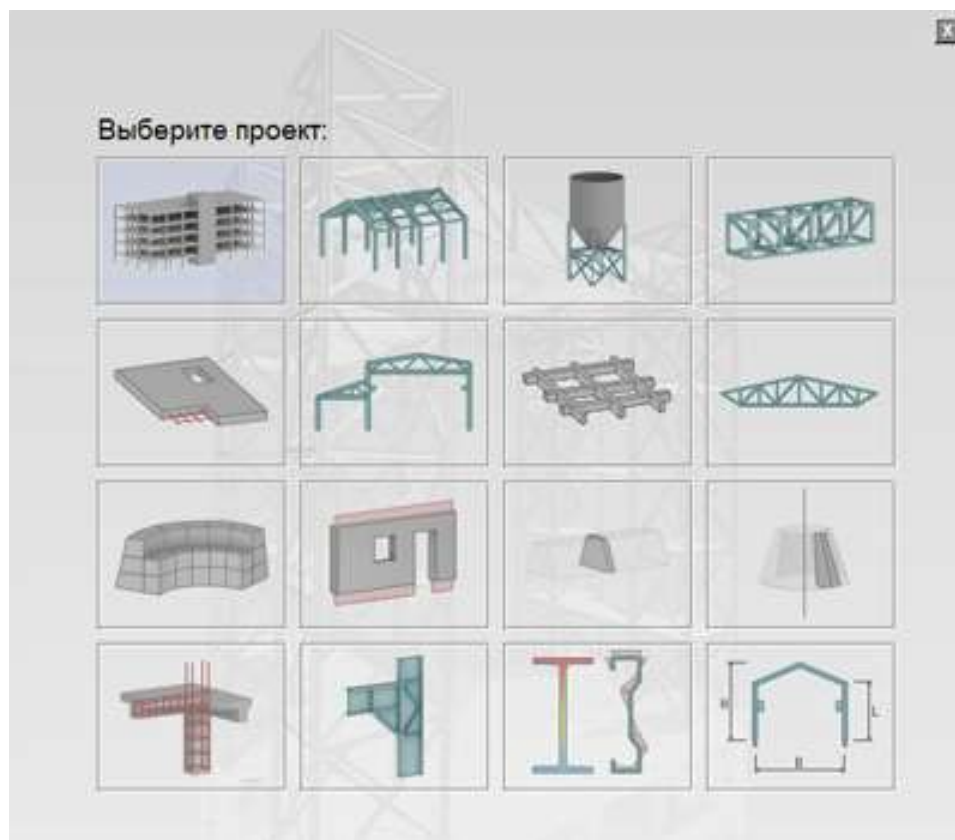


Рисунок 14.6

4. Выберите нужный модуль проектирования для создания проекта (рисунок 14.7).

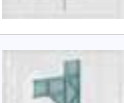
Кнопка	Описание	Кнопка	Описание
	Проектирование сооружения		Проектирование пространственной рамы
	Проектирование оболочек		Проектирование пространственной фермы
	Проектирование плит		Проектирование плоской рамы
	Проектирование балочной клетки		Проектирование плоской фермы
	Проектирование объемной конструкции		Проектирование конструкции в плоском напряженном состоянии
	Плоская деформация		Проектирование осесимметричных конструкций
	Проектирование железобетонных элементов		Проектирование стальных соединений
	Определение сечения		Параметрическая конструкция

Рисунок 14.7

Пользовательский интерфейс

Главные особенности пользовательского интерфейса представлены ниже (рисунок 14.8). Если на стартовой панели выбрать тип конструкции, откроется интерфейс для работы с модулями.

А. Строка заголовка

Строка заголовка отображает имя проекта и данные расчетов конструкций.

В. Область рисования

В области рисования можно просматривать и редактировать конструкции. Меню, списки и панели инструментов над областью рисования облегчают работу на стадии проектирования. Панель инструментов, расположенная вдоль правой стороны интерфейса, содержит наиболее часто используемые инструменты.

С. Компоновки

Компоновки – это система диалоговых окон, средств просмотра и таблиц, используемых для выполнения особых операций. Они помогают осуществлять последовательные операции формирования, расчета и проектирования конструкции.

Д. Инспектор объектов

Инспектор объектов содержит список объектов конструкции, доступных для выбора, просмотра или редактирования.

Е. Виды

Набор кнопок управления видами и свойствами отображения конструкции. Показываются такие элементы, как номера узлов и стержней, номера плит, символы опор, формы сечений, величины и символы нагрузки, а также деформации конструкции при данном варианте нагружения.

Г. Кнопки быстрого запуска

В нижней части интерфейса представлена информация для получения быстрой справки, например, названия активных полей редактирования, координат курсора и единиц измерения. Здесь расположены несколько кнопок быстрого запуска, такие как Показать, Настройки привязки, и Графический фильтр.

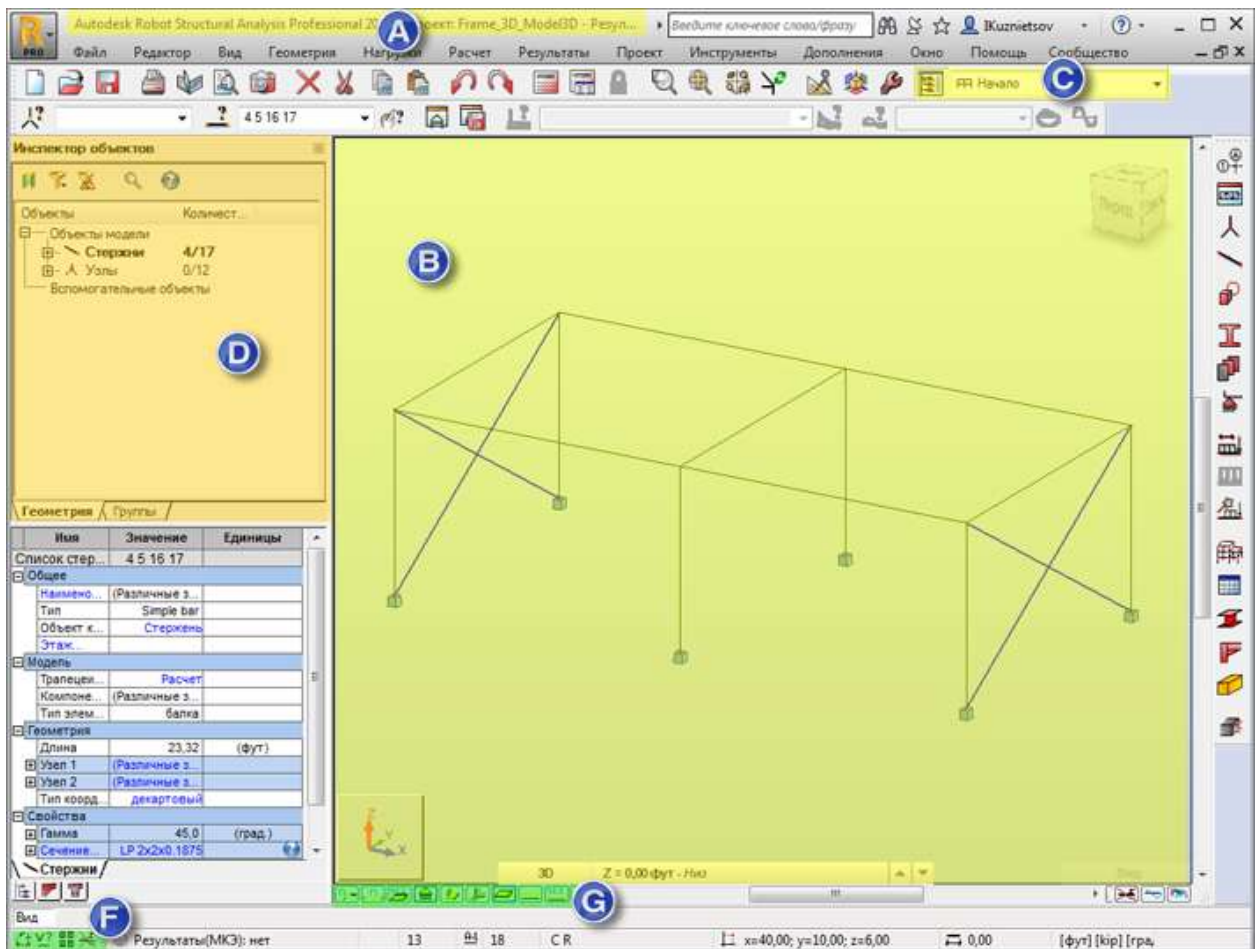


Рисунок 14.8

Настройка основных параметров

В диалоговом окне «**Настройки**» (рисунок 14.9) можно задать основные параметры для использования в Robot, такие как рабочий язык, цвета рабочего стола, панель инструментов, меню и распечатка. Существует два способа открыть диалоговое окно «Настройки» для задания основных пользовательских параметров:

- На панели инструментов «Стандарт» выберите **Инструменты > Настройки**.
- Нажмите  на горизонтальной панели инструментов в верхней части страницы, а затем нажмите  в диалоговом окне «Инструменты».

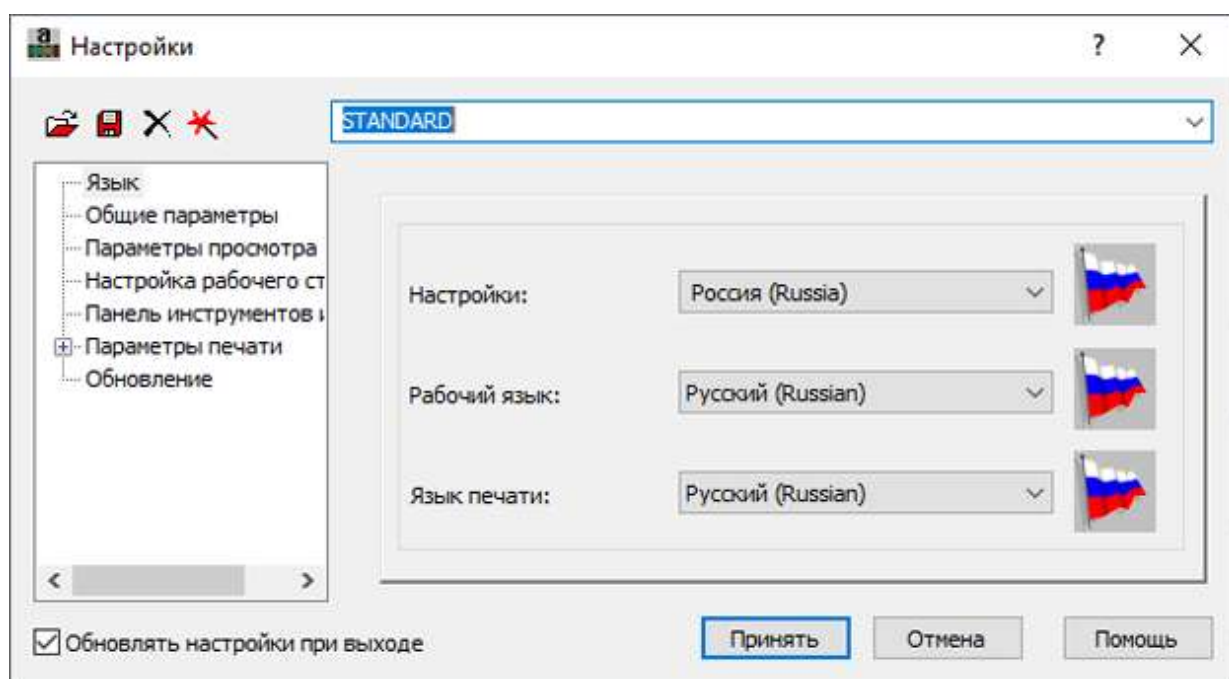
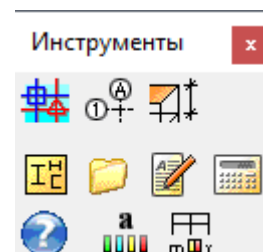


Рисунок 14.9

- **Языки**

Доступно три языковых параметра.

- **Региональные настройки**

Выбор языка для баз данных профилей и материалов, единиц измерения, национальных стандартов, расчетов и проектирования конструкции.

- **Рабочий язык**

Выбор языка интерфейса и вводимого текста.

- **Язык печати**

Выбор языка для вывода на печать.

- **Общие параметры**

Настройка таких функций, как автоматическое сохранение, включение отмены и резервное копирование.

- **Параметры просмотра**

Установите флажок «Графическое окно OPEN GL», чтобы отобразить ускорение.

- **Настройка рабочего стола**

Выбор цветов и шрифтов для интерфейса по диапазону (например, экран, диаграмма, узлы) и элементу (например, перекрестный указатель, ось OX, ось OY).

- **Панель инструментов и меню**

Выбор меню, панели инструментов и кнопок для отображения в интерфейсе.

- **Параметры печати**

Задание диапазона вывода на печать (например, примечания к расчетам или чертежи для плоттера) и параметров элемента (например, тонкие, средние или толстые линии).

- **Дополнительно**

Это раздел подготовки результатов. Результаты можно сохранить в оперативной памяти или вместе с моделью.

Задание рабочих настроек

Диалоговое окно «**Рабочие настройки**» (рисунок 14.10) используется для задания, например, единиц измерения, материалов и норм проектирования для проекта.

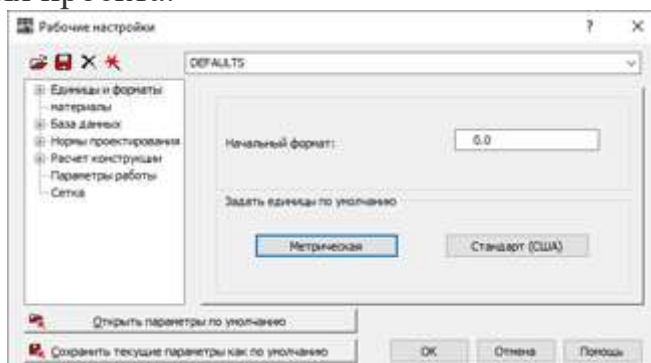
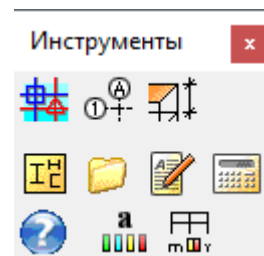


Рисунок 14.10

- На панели инструментов «Стандарт» выберите **Инструменты > Рабочие настройки**.
- Нажмите  на панели инструментов.
- Нажмите  в раскрывающемся списке панели инструментов.



Диалоговое окно «Рабочие настройки»

- **Единицы и форматы**

Указание размеров, сил, других единиц и форматов, а также изменение единиц.

- **Материалы**

Указание материала, используемого для создания проекта, включая страну производства.

- **Базы данных**

Указание баз данных по умолчанию для сечений, транспортных средств, нагрузок и грунтов.

- **Нормы проектирования;**

Указание норм проектирования для конструкции и нагрузок.

- **Расчет конструкции**

Указание значений по умолчанию для расчета конструкции, например формулы для решения системных уравнений или момента для остановки расчета.

- **Параметры работы**

Указание параметров работы, например, для отключения синхронизации выбора между видами или таблицами. сохранение результатов во внешнем файле RT и использование Solid Modeler.

- **Сетки**

Настройка параметров создания сети методом поверхностных конечных элементов для плит и оболочек.

14.3. Выполняемые расчеты в ПК Robot Structural Analysis

Программа позволяет производить следующие расчеты.

Устойчивость перегородки на сдвиг

- Программа анализирует каждую панель (пространство между соседними ребрами) в 11 точках для нахождения максимального значения перерезающей силы.

- Результаты представляются для каждой панели в точках наибольших напряжений.

Устойчивость перегородки на сжатие

- Проверка перегородки, находящейся под действием сосредоточенной силы, выполняется только для сил, приложенных в тех точках, где отсутствуют ребра.

- Программа определяет, влияет ли сила или реакция на сжатие перегородки. Эффект сжатия является результатом действия силы (реакции или давления смежного стержня) в следующих случаях:

- 1) сила (реакция или давление смежного стержня) действует вверху и значение силы (реакции) отрицательное;

- 2) сила (реакция или давление смежного стержня) действует внизу и значение силы (реакции) положительное. В других случаях программа расчет не производит.

- Расчеты производятся для всех типов нагрузки, заданных пользователем в поле Автоматические нагрузки.

- Если в рамках одного типа нагрузки имеется несколько сосредоточенных сил, программа автоматически суммирует их.

- В случае комбинации вариантов или комбинации кодов, если существует несколько сил, соответствующих разным типам нагрузки, программа суммирует их, одновременно определяя необходимые коэффициенты комбинации.

- Результаты определяются для каждой силы, которая влияет на сжатие перегородки без ребер.

Взаимодействие NTM

- Robot рассчитывает каждую панель по 11 точкам расчета
- Расчеты производятся для всех типов нагрузки, заданных пользователем в поле Автоматические нагрузки.

- Результаты показываются для точки панели, в которой действует наибольшее напряжение.

Устойчивость сжатой полки

- Программа проверяет устойчивость сжатой полки в трех равноудаленных точках (начало полки, середина и конец).

- Программа проверяет геометрические условия устойчивости сжатой полки в соответствии с формулой.

Устойчивость поперечного элемента жесткости

- Проверка выполняется в точках, в которых расположены элементы жесткости.

- Если сосредоточенная сила приложена непосредственно к ребру, то проверке подвергается сама сила. Если прямо на элемент жесткости не действует ни одна сосредоточенная сила, то программа определяет силу, которая сжимает элемент жесткости, в соответствии с формулой. Если сосредоточенная сила приводит к растяжению элемента жесткости, то расчеты для элемента жесткости не производятся.

- Если есть несколько сил, действующих на элемент жесткости, то они комбинируются также, как и в случае с сосредоточенными силами, действующими на перегородку без элемента жесткости.

Лекция №15 Выполнение расчета инженерных конструкций в Robot Structural Analysis

15.1. Проектирование колон, балок, плит

15.2. Нагружение схемы, расчет, результаты

15.3. Оформление пояснительной записки

15.1. Проектирование колон, балок, плит

На правой панели инструментов выберите «**стержень**» .

В появившемся окне в свойствах «тип стержня» укажите «ЖБ колонна». В параметрах сечения нажмите на клавишу . В новом окне укажите прямоугольное сечение с размерами $b=30$ и $h=30$ см. Нажмите клавишу «добавить» и «закреть» (рисунки 15.1).

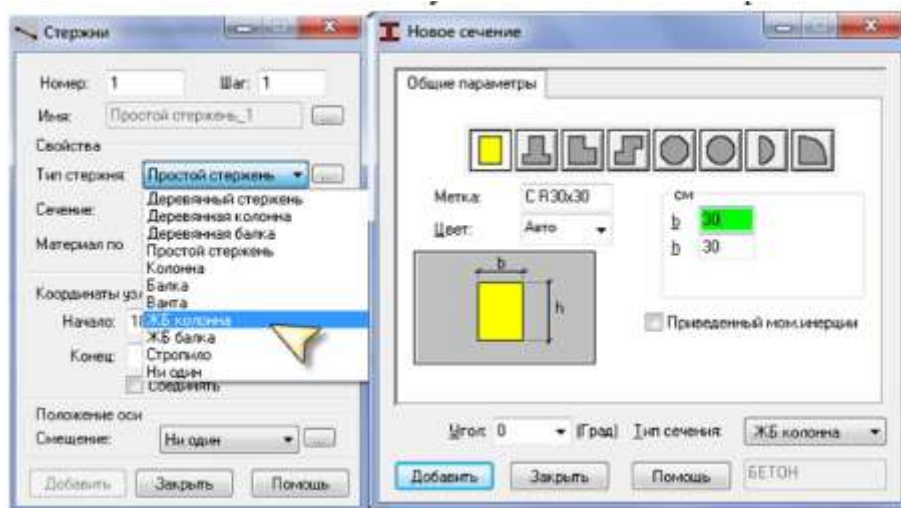


Рисунок 15.1

Кликните ЛКМ в поле «начало» и постройте на пересечении разбивочных осей следующую конструкцию (рисунок 15.2).

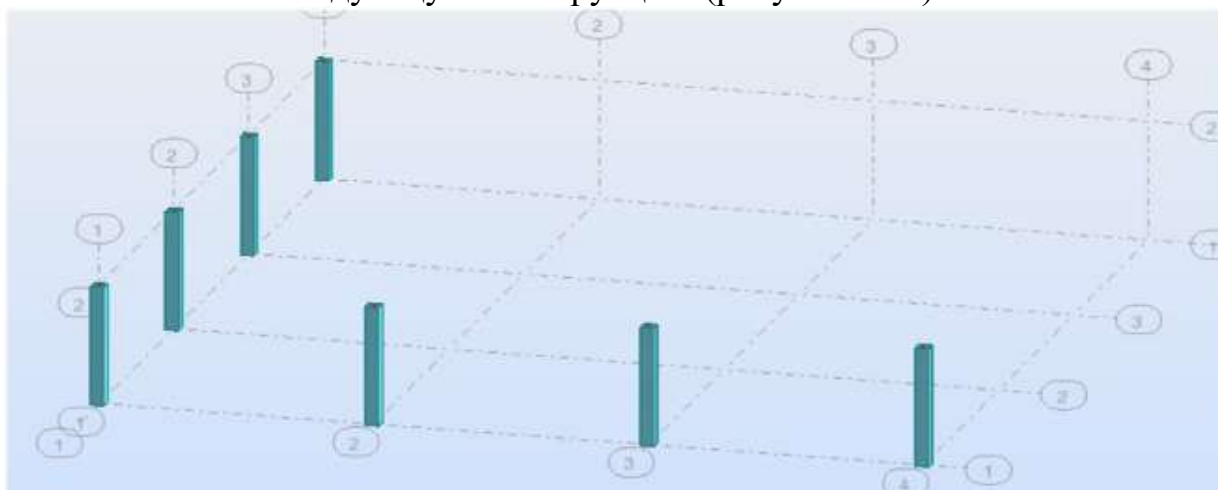


Рисунок 15.2

На правой панели инструментов выберите опцию «толщина плиты» . Нажмите «новое определение толщины» (рисунок 15.3).

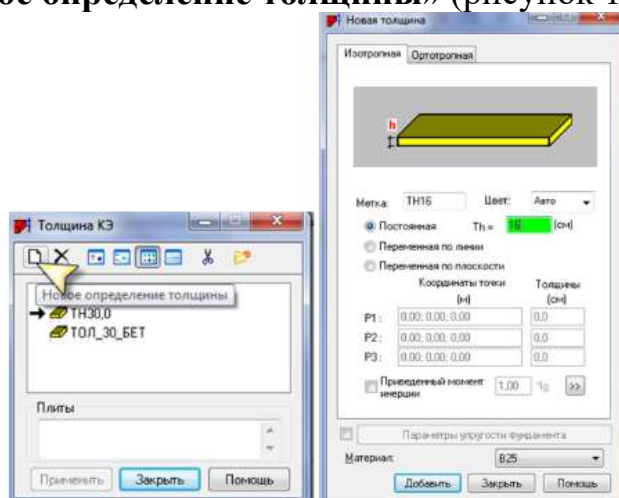


Рисунок 15.3

Как показано на рисунке выше, отметьте толщину плиты 16 см, материал: В25.Нажмите клавишу «добавить» и «заккрыть». В окне «толщина КЭ» нажмите закрыть

На правой панели инструментов выберите опцию «полилиния – контур». В открывшемся окне в параметре «метод назначения» выберите «контур», В «геометрия» ЛКМ по сегменту прямая линия, в «параметры» укажите «плита» (рисунок 15.4).

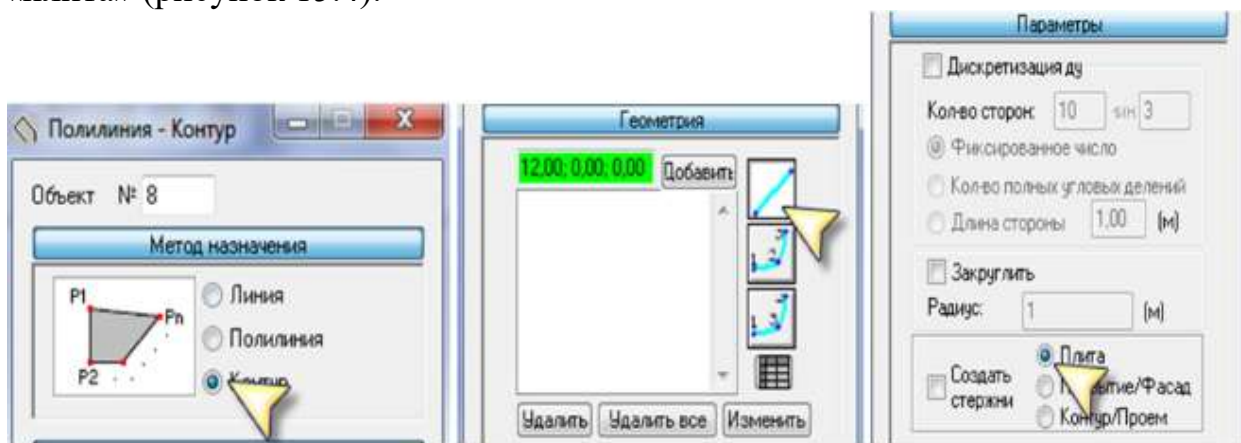


Рисунок 15.4

Обведите пересечение осей в следующем порядке: 2,4,1; 4,4,2; 4,4,1; 2,4,1; 2,4,1. Нажмите клавишу «заккрыть» (рисунок 15.5).

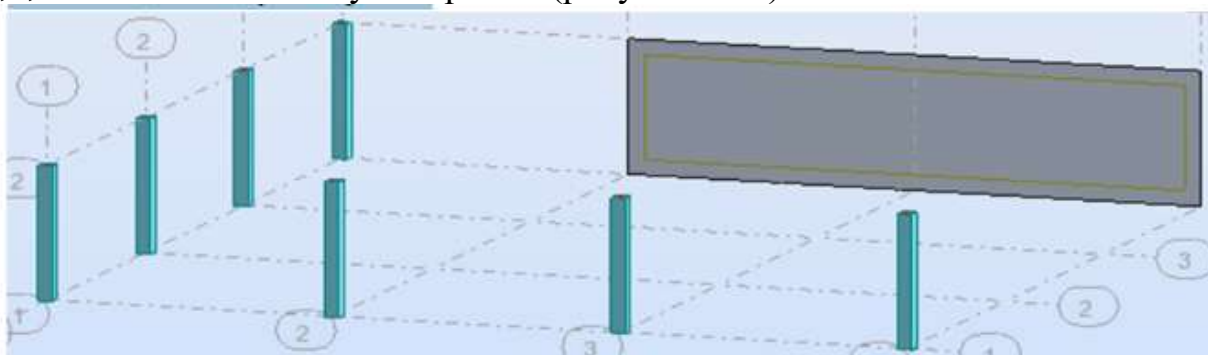


Рисунок 15.5

Таким же образом достройте плиты до обеспечения замкнутого контура (рисунок 15.6).

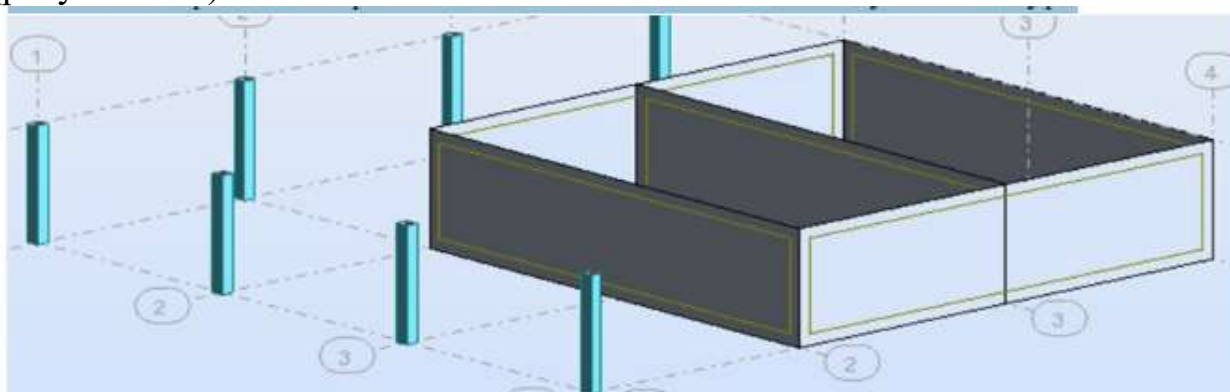


Рисунок 15.6

Далее на правой панели инструментов выберите опцию «толщина плиты» . Создайте новую толщину. На вкладке «изотропная» отметьте толщину 25 см (рисунок 15.7).

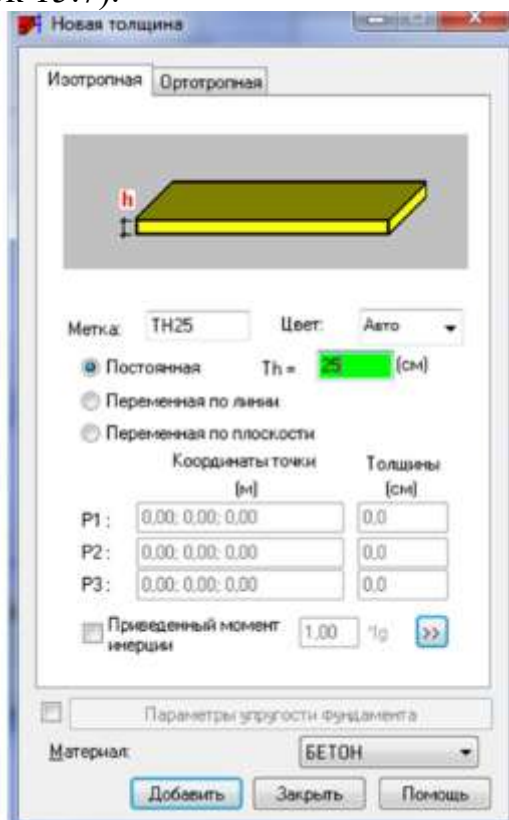


Рисунок 15.7

Нажимаем на правой панели задач «конструктивные элементы» . В открывшейся вкладке выбираем «полы»      .

В открывшемся окне установите параметры «толщина» TH25; модель – плита настила (рисунок 15.8).

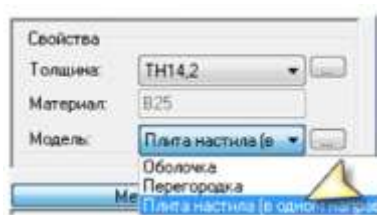


Рисунок 15.8

Выделяйте поодиночке участки 6х6 м в участках колонн (рисунок 15.9).

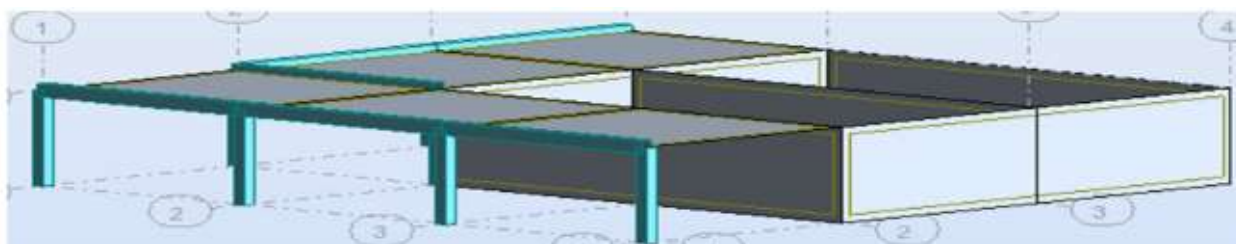


Рисунок 15.9

Попробуем добавить в стены проёмы. Нажимаем на правой панели задач «конструктивные элементы» .

В открывшейся вкладке выбираем «проемы» .

В открывшемся окне выбираем тип отверстия – прямоугольник. Высоту H вводим 1,56 м, ширину $B=2,1$ м, смещение $dy=0,9$ м и кликаем ЛКМ в поле dx . Расставте отверстия по два на ограждающие конструкции (рисунок 15.10).

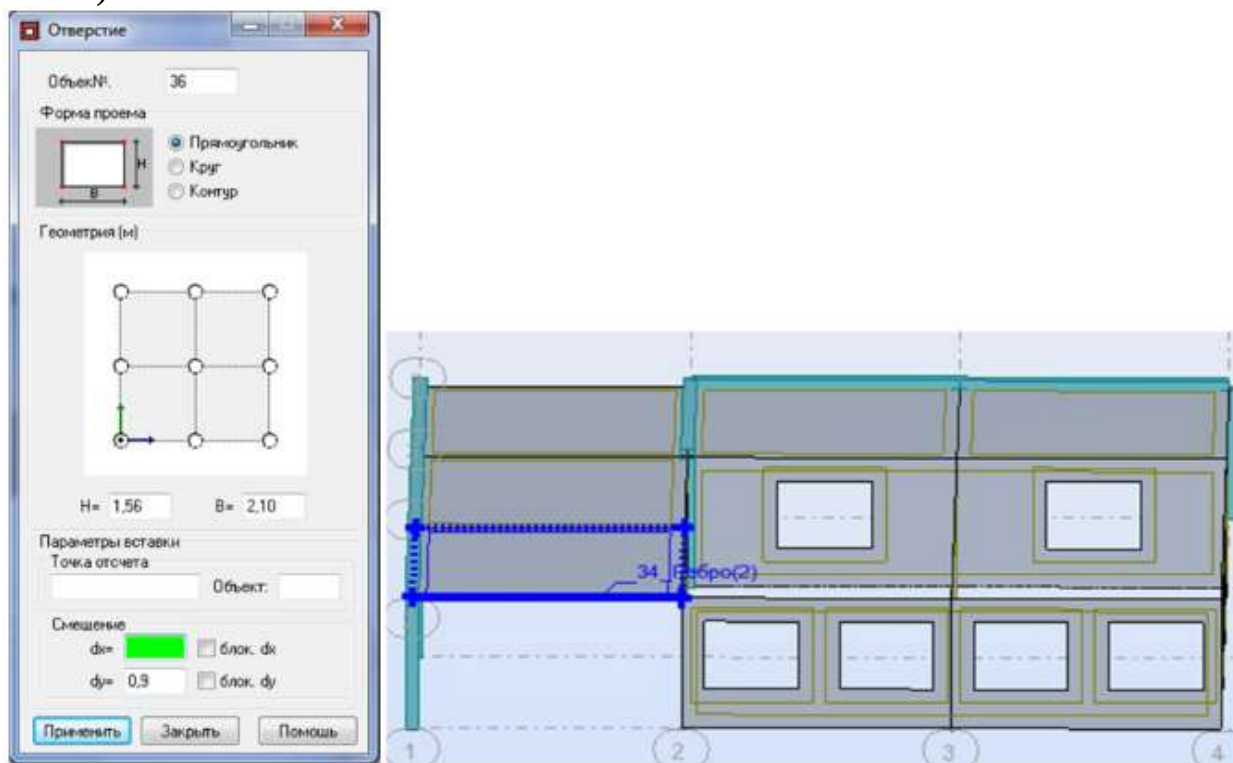


Рисунок 15.10

Таким же образом обозначьте дверные проемы (рисунок 15.11).

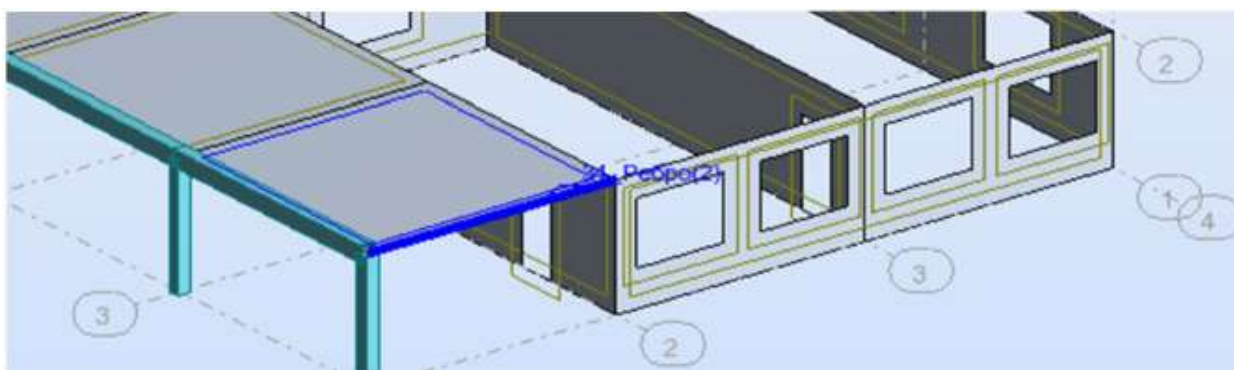


Рисунок 15.11

Перекройте оставшиеся пролеты плитами перекрытий (рисунок 15.12).

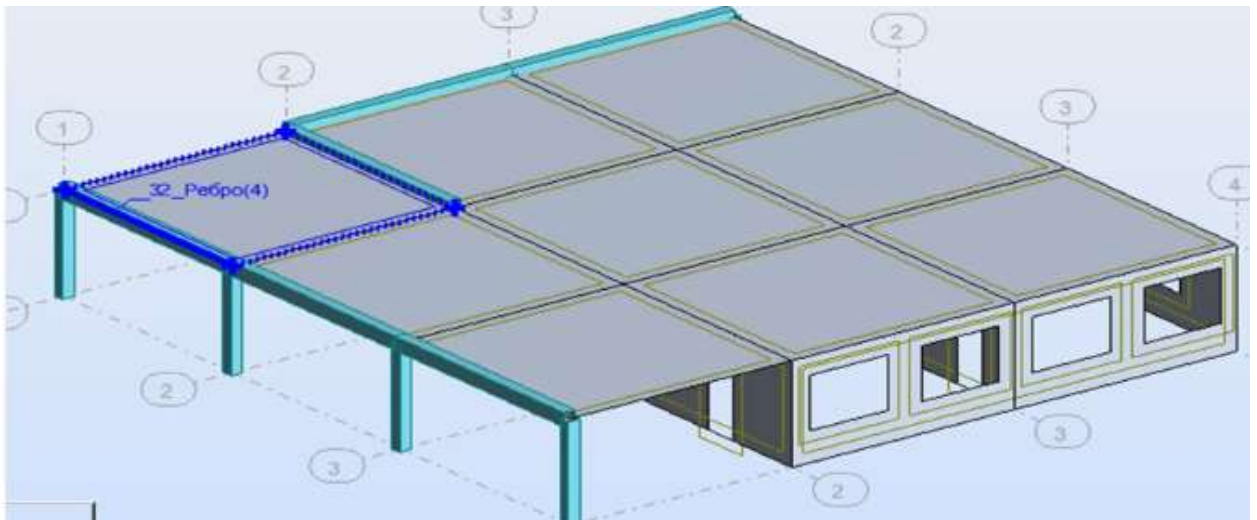


Рисунок 15.12

15.2. Нагружение схемы, расчет, результаты

Создайте нагрузки: DL1, эксплуатационная (k=1,2), ветровая (k=1,3) (рисунок 15.13).

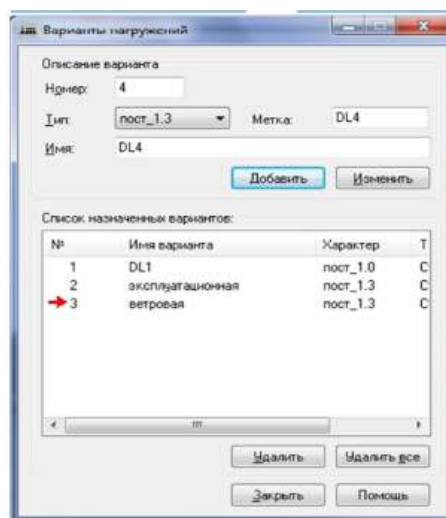


Рисунок 15.13

Задайте ограждения в виде невесомых фасадов. На правой панели инструментов нажмите «полилиния-контур» . Отметьте в новом окне «покрытие/фасад». Определите границы на плане. Нажмите клавишу «заккрыть» (рисунок 15.14).

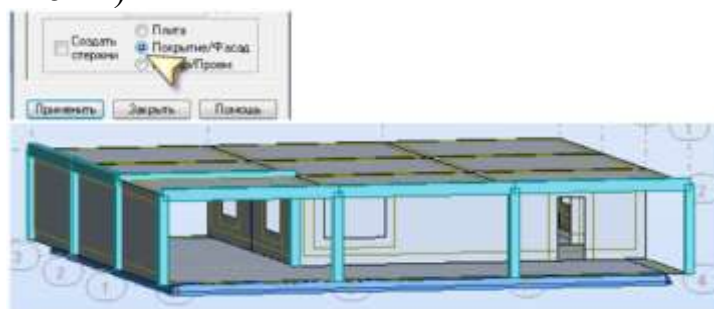


Рисунок 15.14

На правой панели задач выберите опцию «назначение нагрузки» . В новом окне перейдите на вкладку «поверхность» и выберите «равномерно распределенная нагрузка» . Назначьте нагрузку $Z=-10$ кПа. Далее «добавить» и «заккрыть» (рисунок 15.15).

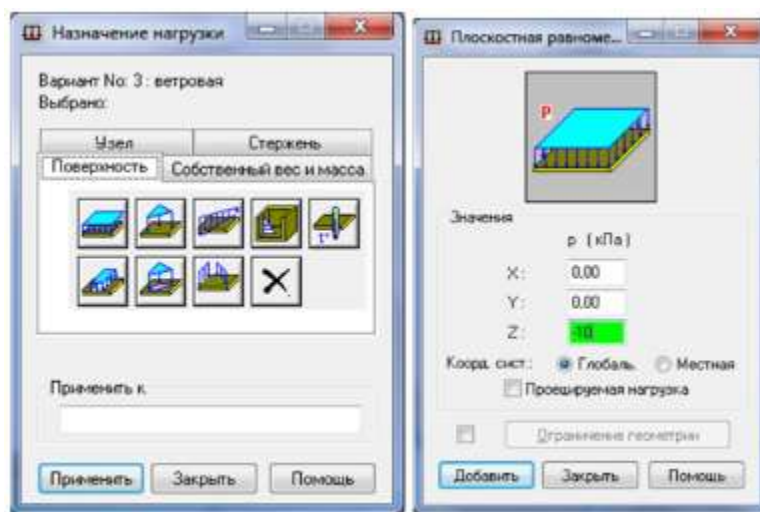


Рисунок 15.15

Отметьте все перекрытия (рисунок 15.16).

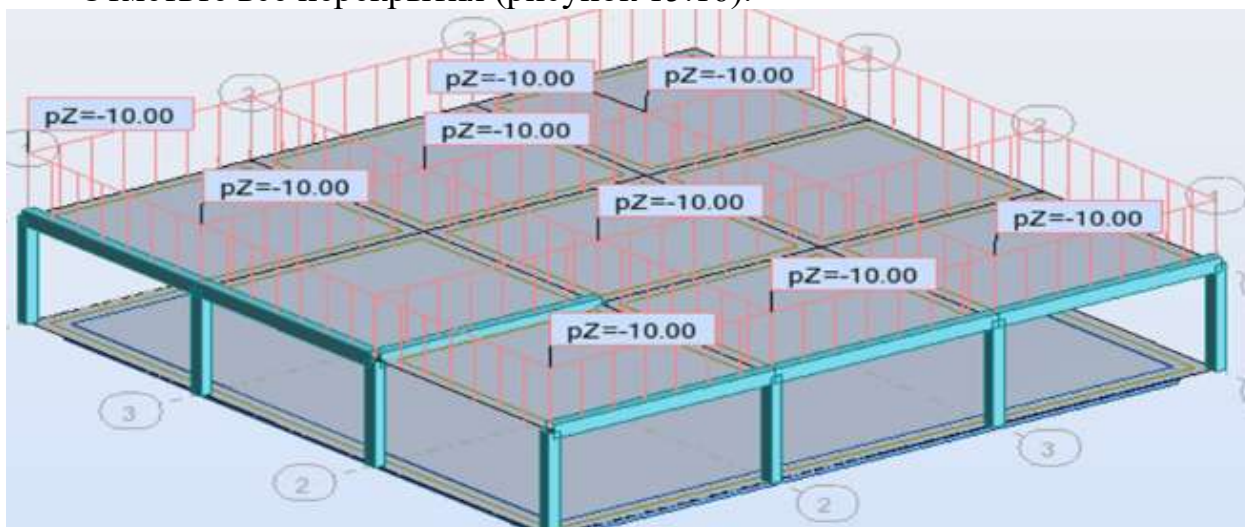
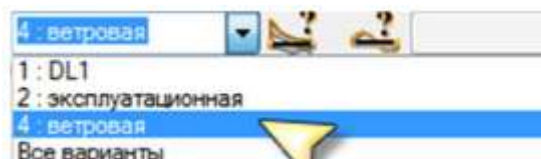


Рисунок 15.16

Перейдите на ветровую нагрузку

В окне «назначение нагрузки» отметьте «равномерно распределенная нагрузка».



Обозначьте в направлении, перпендикулярном пролету, нагрузку 1 кПа. Отметьте фасад  (рисунок 15.16).

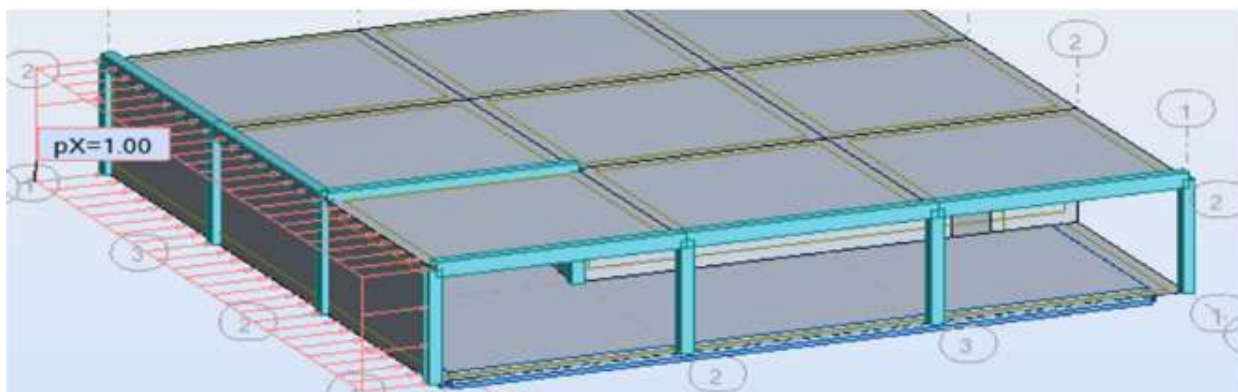


Рисунок 15.17

Нажмите клавишу расчет .

Просмотрите результаты (рисунок 15.18).

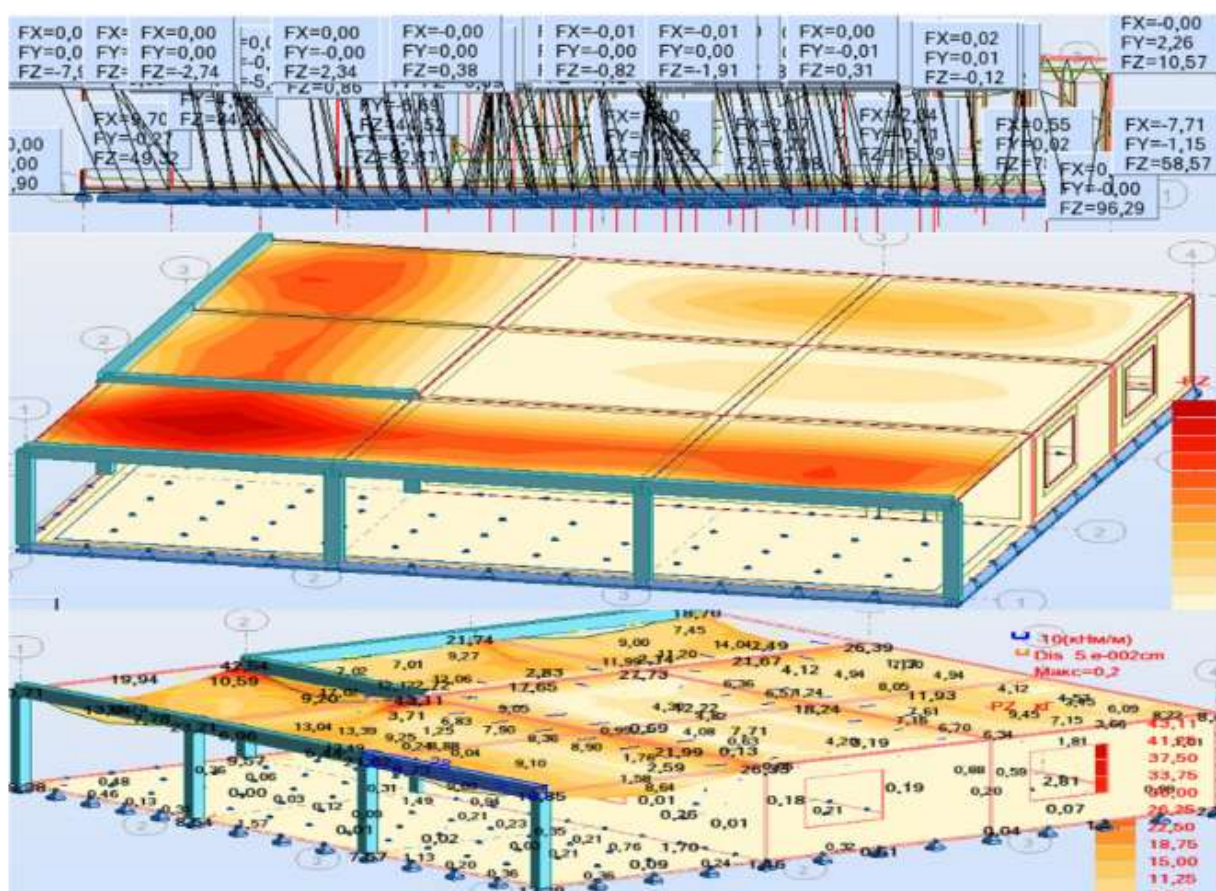


Рисунок 15.18

15.3. Оформление пояснительной записки

Диалоговое окно **Оформление пояснительной записки** формирует содержание пояснительных записок. Можно также включать отчетные формы в комбинированный вывод на печать (Компоновка вывода на печать). Для того, чтобы открыть это диалоговое окно, выбирают команду меню **Инструменты > Оформление пояснительной записки**.

Список допустимых отчетных форм расположен в левой части диалогового окна (рисунок 15.19).

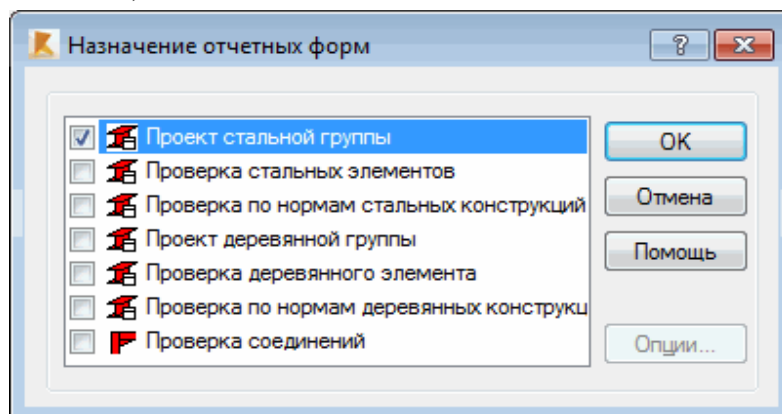


Рисунок 15.19

Для открытия нового диалогового окна для выбора части пояснительной записки, которую нужно распечатать необходимо выбрать имя пояснительной записки и нажать **Опции**.

Когда пояснительная записка выбрана (☒), она добавляется в вкладку **Захват экрана** в диалоговом окне **Компоновка вывода на печать**. Отчет будет тогда оформлен как часть определенного пользователем файла вывода на печать.

Лекция №16 Основные понятия BIM технологий

16.1. Основные принципы BIM и ТИМ технологий

16.2. Процесс создания BIM-модели

16.3. Обзор BIM-программ

16.1. 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.

16.2. 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.

16.3. 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 компонуется 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 восьмидесятых. 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 BIM-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.

Лекция №17 Использование информационных моделей

17.1. Использование информационных моделей при проектировании и строительстве

17.2. Использование информационных моделей при эксплуатации зданий и сооружений

17.1. 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.

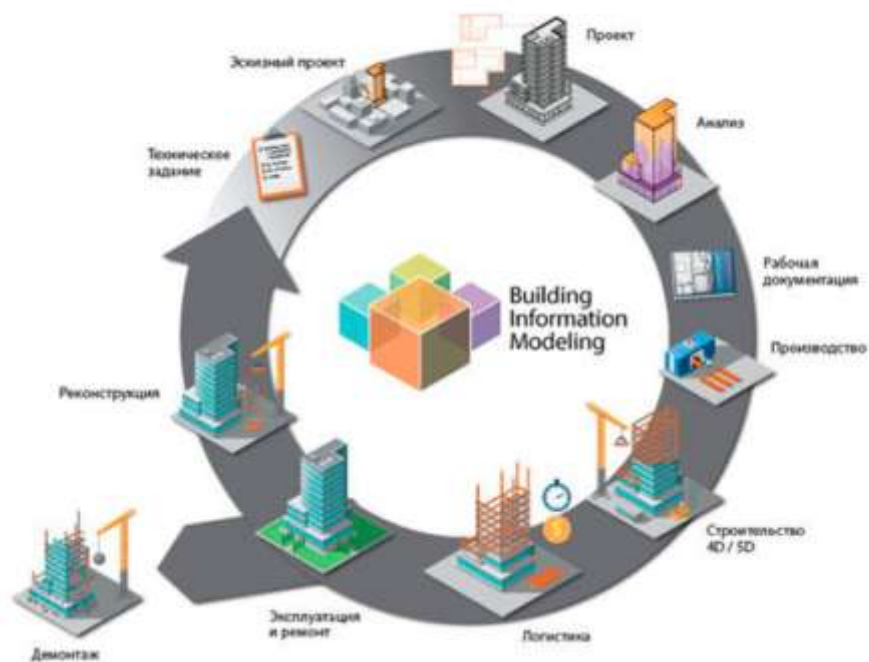


Рисунок 17.1

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.

17.2. 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 17.1. 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 предназначению, 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.

ВІМ 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.